

Guías WPC

Reparación de pinballs de Williams/Bally con sistema WPC, 1990 a 1999

By cfh@provide.net (Clay)

Traducido por Juaney

Copyright 1998-2003, todos los derechos reservados.

Alcance.

Este documento es una guía de reparación para máquinas de pinballs de Williams y Bally con sistema WPC fabricados entre 1990 (Funhouse) y 1999 (Cactus Canyon).

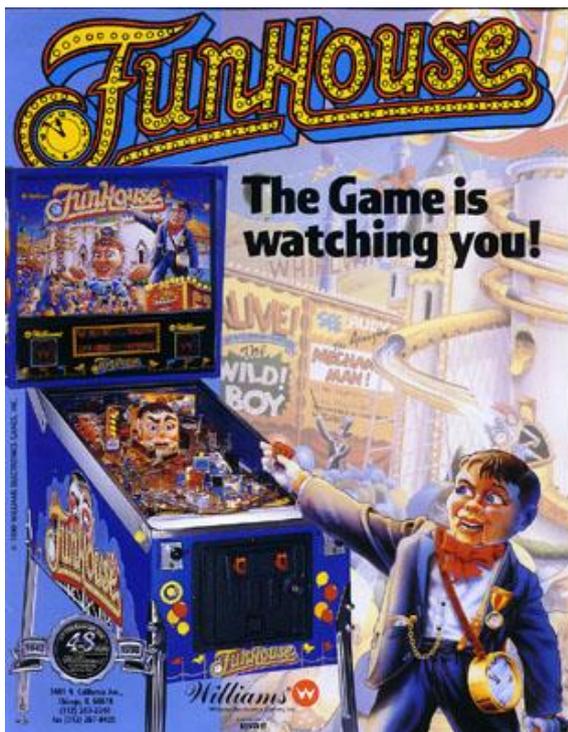
Es una traducción autorizada de las conocidas "Guías Marvin" que puedes encontrar en <http://www.pinrepair.com/>

La traducción se encuentra disponible en <http://www.tecnopinball.org>

IMPORTANTE: Antes de empezar.

SI NO TIENES EXPERIENCIA EN LA REPARACIÓN DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS, NO DEBES INTENTAR REPARAR TU PROPIO PINBALL. Antes de empezar a reparar cualquier circuito te recomiendo mirar el documento para principiantes disponible en <http://marvin3m.com/begin>, que te dará las nociones básicas necesarias para la reparación de circuitos electrónicos (versión en castellano en http://www.tecnopinball.org/boardfix_sp.pdf).

Desde que estas guías de reparación están disponibles muchos servicios profesionales de reparación han detectado un aumento de circuitos gravemente averiados por un intento de reparación chapucero. Por eso si eres principiante te conviene practicar las técnicas básicas de soldadura en alguna tarjeta electrónica de desecho antes de poner en riesgo las valiosas tarjetas de un pinball mientras intentas aprender a soldar.



Bibliografía y Créditos.

No todas las ideas que aparecen en esta guía de reparación son originales; hay muchas personas han contribuido a mejorar este documento y a todos ellas les quiero decir igracias!

Esta es la lista de los recursos utilizados en el desarrollo de la guía aunque algunas fuentes pueden haber sido omitidas de manera involuntaria. En cualquier caso, si eres uno de los "olvidados" por favor notifícamelo para poner los créditos apropiados.

- *"WPC teoría de operación" (#16-9289), 1991, Williams Electronic Games. Este es un gran libro que ha sido parcialmente reimpresso en este documento, por desgracia no incluye las revisiones WPC-S y WPC-95.*
- *"Pinball Machines: How They Work & Troubleshooting", 2nd edition, 1993, Norbert Snicer, ISBN 0 646 11126 4. Otro buen libro, pero que tampoco incluye las revisiones WPC-S y WPC-95.*
- *Jerry Clause, que ha aportado mogollón de trucos y consejos.*
- *Mr. Johnson y su web. Los correos de Ray y sus consejos fueron de gran ayuda.*
- *Jonathan Deitch; avisos, trucos y consejos.*
- *Duncan Brown. Duncan ha aportado cientos de trucos y consejos.*
- *Rob Hayes, su papel como corrector de pruebas has sido muy valioso.*
- *David Gersic, que también ayudó en la corrección de errores y facilitó algunos consejos.*
- *Bill Ung por su excelente conocimiento de este sistema.*
- *Pin Lizard y su página web con mucha información en pbliz.*
- *John Sladek por algunos trucos y consejos muy valiosos.*
- *John Robertson, sus correos y consejos han sido de gran ayuda.*

Algunas personas me han preguntado si yo mismo he escrito todo este documento, así es, pero por supuesto mis técnicas de reparación y mis ideas no han salido sólo de mi propia experiencia, sino también del trabajo que realizan otros entusiastas de este hobby y que comparten en shows, internet, etc. Por eso si eres el autor original de alguno de los trucos y consejos que aquí aparecen, y no apareces en los créditos, hazmelo saber para añadirte a la lista.

n.t: Gracias Clay por tu magnífico trabajo y por autorizar la publicación de esta traducción.

¿Por qué está disponible este documento?

Cuando empecé a reparar pinballs, me sorprendió la falta casi total de libros sobre el tema, por eso comencé a tomar notas sobre las cosas que iba reparando. Esta guía nació a partir de todas esas anotaciones. El mejor libro que encontré sobre WPC y System 11 fue Pinball Machines: How they Work & Troubleshooting, 1992 de Norbert Snicer's. Un libro excelente y altamente recomendable, por desgracia no cubre los más recientes sistemas WPC-S y WPC-95, ya que fue publicado en 1992.

Tabla de Contenidos

1. Preliminares:

- a. [Experiencia, ¿qué es WPC?, Esquemas](#)
- b. [Herramientas necesarias](#)
- c. [Repuestos que conviene tener a mano](#)
- d. [Diferentes generaciones WPC](#)
- e. [Lista de juegos](#)
- f. [Apuntes sobre lubricación](#)
- g. [Las tarjetas electrónicas](#)
- h. [Introducción al funcionamiento](#)
- i. [Averías comunes \(guía rápida\)](#)

2. Antes de encender la máquina:

- a. [Comprobar los fusibles/LEDs \(Fusibles fundidos y causas\)](#)
- b. [Conectores GI quemados \(y diodos GI WPC-95\)](#)
- c. [Test rápido de transistores](#)
- d. [¿Debo dejar el juego encendido?](#)

3. Cuando las cosas no funcionan:

- a. [Desmontar la tarjeta driver/alimentación](#)
- b. [Remplazar componentes](#)
- c. [Comprobar transistores y bobinas](#)
- d. [Reseteos intempestivos \(diodos y puentes rectificadores\)](#)
- e. [Problemas con los flippers](#)
- f. [La matriz de lámparas](#)
- g. [La matriz de interruptores](#)
- h. [Interruptores ópticos de infrarrojos](#)
- i. [Detectores de bola inductivos y magnéticos \(Sensores Eddy e interruptores Reed\)](#)
- j. [Problemas en el canal de drenaje \(multibola aleatorio\)](#)
- k. [Displays alfanuméricos y de matriz de puntos](#)
- l. [LEDs y avisos sonoros en el encendido](#)
- m. [Error "Factory Settings Restored" \(Problemas con las pilas\)](#)
- n. [Descargas atmosféricas y sobretensiones](#)
- o. [Problemas con el sonido](#)
- p. [Problemas con la iluminación general \(GI\)](#)
- q. [Informe de pruebas \(Test Report\) y el punto de aviso de fallo de diagnóstico](#)
- r. [Reparar una CPU "muerta" o que no arranca](#)
- s. [Consejos diversos y pinballs específicos](#)

4. Acabado final:

- a. [Reconstruir los flippers](#)
- b. [Casquillos de bobinas nuevos](#)
- c. [Proteger los plásticos de las bandas de rebote](#)
- d. [Limpiar y encerar el tablero](#)
- e. [Gomas del tablero](#)

Guías WPC, Primera parte

1a. Preliminares: experiencia, que es WPC, esquemas.

¿Que experiencia previa se necesita?

No necesitas mucha experiencia previa en reparación de pinballs. Unos conocimientos básicos de electricidad te serán de utilidad, pero no son imprescindibles. Asumo que sabes soldar y usar las características básicas de un polímetro digital, DMM (Digital Multi-Meter, tester), como medir voltaje y resistencia. Echa un vistazo al documento [introducción a los pinballs electrónicos](#) para más detalles sobre las habilidades básicas en electrónica que se necesitan. Esta guía debería ayudarte si acabas de comprar tu primer (o segundo, o tercer) pinball WPC "tal cual" y quieres arreglarlo y mantenerlo tu mismo.

¿Que es el WPC?

WPC son las iniciales de "Williams Pinball Controller" (Controlador de Pinball Williams). Es el sistema de computador interno diseñado por Williams y usado desde últimos de 1990 hasta 1999. Tecnológicamente, el WPC funciona como un decodificador de direcciones. Maneja el direccionamiento de entrada/salida (I/O addressing) (la generación anterior, System 11, empleaba lógica TTL y PIA's 6821), además del reloj del sistema, reset por perro guardián, blanking, y reloj de tiempo real. Hay diversas generaciones de WPC ([Diferentes Generaciones WPC](#)).

¿Conseguir esquemas?

Tener los esquemas de tu máquina sería lo ideal, pero aun sin disponer de ellos se pueden hacer algunas cosas.

Todos los esquemas de pinballs WPC están disponibles en Internet ([IPDB](#)).

Manuales de esquemas WPC.

Algunos pinballs WPC de 1991 y todos los de 1990 (Gilligan's Island y anteriores) incluyen en el manual todos los esquemas de las tarjetas electrónicas del cabezal. En todos los demás juegos WPC, estos esquemas (CPU, driver, sonido y fliptronics) van en un manual aparte:

- [Pre-DCS](#) (Funhouse a Twilight Zone): referencia (part number) 16-9473
- [WPC DCS/WPC-S](#) (Indiana Jones a Jackbot): referencia 16-9834.2
- [WPC-95](#) (Congo a Monster Bash): referencia 16-10159.2

1b. Preliminares: Herramientas necesarias

La reparación de máquinas electrónicas de pinball requiere unas cuantas herramientas. Afortunadamente, la mayoría de ellas no son especiales y son fáciles de conseguir. n.t. no tanto en países no anglosajones ya que por desgracia todas las medidas son en pulgadas, las comillas detrás de las medidas significan pulgadas, una pulgada equivale a 25,4 milímetros.

Herramientas no especializadas:

- Lámpara portátil tipo pinza.
- Destornilladores: planos y de estrella (phillips) de tamaños pequeño y mediano.
- Destornilladores para tuercas: 1/4", 5/16", y 11/32"
- Llaves fijas: se necesitan de 3/8", 9/16", 5/8" ,otros tamaños también vendrán bien.
- Juego de llaves Allen en pulgadas.
- Alicates de punta fina y plana.
- Pinzas. Para sujetar piezas y muelles. De ser posible mejor tener una recta y otra curvada.

- Destornilladores acodados: cabeza plana y phillips.

Herramientas especializadas:

- Puntas de prueba de punta y de pinza de cocodrilo.
- Soldador. Un soldador de electrónica (baja potencia) sencillo servirá, aunque para un trabajo más preciso y versátil una estación de soldadura con ajuste de temperatura sería ideal.
- Estaño 60/40 , 5 almas de resina o similar. (n.t en Europa la soldadura clásica de estaño-plomo va a pasar a mejor vida debido a la normativa comunitaria RohS, que afecta al equipamiento electrónico y restringe fuertemente el uso del plomo, la alternativa es la soldadura de aleación estaño-plata-cobre.
- Desoldador. Uno sencillo o si te decides por la estación de soldadura esta suelen venir con desoldador de vacío.
- Multímetro. Si lo tienes que comprar, compra uno digital (Digital Multi-meter, DMM).
- Tenazas de Engarzar. Te vendrán bien para la reparación de conectores Molex.
- Sensor de infrarrojos. Para probar los foto-LEDs usados en los interruptores ópticos.

"Herramientas" de limpieza:

- Novus #2 o MillWax (para limpiar la mesa y las gomas)
- Novus #3 (como abrillantador para las partes metálicas)
- Alguna cera dura como Trewax o cera dura Carnauba de automóviles (para encerar la mesa y limpiar las gomas)

Se puede conseguir Novus en muchos sitios (mi tienda local de ultramarinos lo vende), y por medio de cualquier vendedor de repuestos para pinball. No recomiendo MillWax, pero hay a quien le gusta (muchas veces porque lo han usado durante MUCHO tiempo y están acostumbrados a él). ¡No uses ningún producto Wildcat! Estos reaccionan con el plástico y puede amarillear las rampas y levantar el mylar. En Kmart puedes conseguir pasta de cera Trewax o cera Meguires Carnauba.

1c. Preliminares: Repuestos que conviene tener a mano

Cuando se reparan pinballs electrónicos, es muy recomendable tener algunos repuestos a mano para hacer las cosas más fáciles y económicas. Todos estos repuestos se pueden conseguir en tiendas especializadas.

Repuestos comunes:

- Lámparas tipo #44 (bayoneta, 250mA, 6,3 V): Unas 20 más o menos. Con 50 puedes completar la mayoría de los pinballs. Mucha gente aconseja usar lámparas tipo #47 en lugar de las #44, ya que consumen menos energía y desprenden menos calor. A mí personalmente me gustan más las bombillas tipo #44 para las lámparas controladas por la CPU y, si acaso, utilizar #47 para las lámparas de iluminación general. Aunque los juegos WPC se pueden configurar para que un tiempo después de la última partida jugada, el sistema automáticamente baje la intensidad de las lámparas de iluminación general ("Power Saver Level"). Por tanto usar lámparas #47 en vez de #44 no tiene tanto sentido.
- Lámparas #555: Unas 20 más o menos. Con 50 podrás completar la mayoría de los pinballs.
- Lámparas flash #906 o 912: Unas 10. Lámparas flash #89: Unas 10. Lámparas #86: Sólo se usan en Twilight Zone y en Creature from the Black Lagoon.
- Lámparas #455 o #545: una variante de la #555 con intermitencia. Sólo se usan en Twilight Zone, Addams Family y No Good Gofers.

- Fusibles: Yo tendría al menos cinco de cada uno de los valores necesarios. Que no sean de menos de 125 voltios (usualmente 250V)

Fusibles en modelos WPC-S y anteriores:

Son de 1.25" de largo (unos 32mm). Los fusibles lentos "Slow-blo" (SB) también son conocidos como fusibles MDL. Los fusibles rápidos "Fast-blo" (FB) como fusibles AGC. Los que necesitas son:

- 3/8 A (Amperios) SB (display de matriz de puntos). Equivale a 375 miliamperios si no lo consigues usa de 400 mA 3/4 A SB (+12 V matriz de interruptores). Equivale a 750 mA 2 1/2 A SB (flippers en juegos no fliptronics)
- 3 A SB (solenoides, +12 V auxiliar, flippers) 5 A SB (iluminación general, lámparas flash, solenoides, +5 V lógica) 7 A SB (solenoides auxiliar) 8 A FB (Matriz de lámparas)
- 8 A FB (filtro de línea), 5 A en máquinas de 220 Vca

Fusibles en modelos WPC-95

Usan únicamente los fusibles estándar europeos, tipo **GMC, GMD o GDC tipo "T"**, de 250 V ("T" significa fusión lenta). Fíjate que **no** son fusibles GDA, GDB o GMA "F" ("F" significa fusión rápida). Los GMA son similares a los fusibles rápidos americanos. Los fusibles "T" son más como los fusibles lentos americanos. Estos fusibles son más pequeños (5x20mm). Necesitarás:

- T0.315 A (tarjeta gráfica y de sonido) T0.63 A (tarjeta driver) T2.5 A (tarjeta gráfica y de sonido) T4.0 A (tarjeta driver) T5.0 A (tarjeta driver, fusible de línea)
 - T6.3 A (tarjeta driver)
- Casquillos de nylon para bobinas (sleeves, coil tubing): el más largo de 2 3/16" (referencia 03-7066-5) se usan en los flippers. El de 1.75" (03-7066) se usa en los pop bumpers (setas), etc. Los casquillos con reborde en ambos extremos (03-7067-5) (conocidos como "inline sleeve") se usan en el knocker, etc.
 - Flippers: Se pueden comprar kits de reparación completos o por piezas como:
 - Embolo/biela del flipper (Flipper Plunger/Link): necesarios para reconstruir los flippers (A-15847 o A-10656).
 - Cojinete del acoplamiento (Link Spacer Bushings): Este pequeño cojinete va dentro del agujero de la biela (02-4676).
 - Tope del flipper (Flipper Coil Stops): necesarios para reconstruir los flippers (A-12390).
 - Interruptor de final de carrera del flipper (Flipper EOS Switch): 03-7811 no-Fliptronics y SW1A-193 Fliptronics.
 - Lámina acerada azul (Blue Spring Steel): Se usan para reconstruir la entrada de las rampas de plástico. Se pueden conseguir en <http://www.mcmaster.com>, pide las de .006" de espesor.
 - Tubo termorretráctil de 1/4": necesario en la reparación de los flippers. Otro algo más fino te vendrá bien para cubrir las soldaduras de los empalmes cuando repares posibles cables rotos.
 - Muelle de la varilla del lanzador (rod shooter spring): el muelle corto que va en la parte exterior del lanzador (10-149).
 - Bolas de 1 1/16": utilizar bolas nuevas hará que la mesa dure más.
 - Niveladores de las patas: cambia esos viejos y corroídos niveladores por unos nuevos relucientes. Las máquinas electrónicas usan niveladores de 3".

- Aros de goma (Rubber Rings): en algunos sitios venden kits con todas las gomas necesarias para un juego específico. No te olvides de conseguir también las gomas de los flippers (flipper rubbers) y una de la punta del lanzador (rubber shooter tip).
- Transistores: los más usados;
 - TIP102 (drivers de bobinas normales), TIP107 (matriz de lámparas), 2N5401 (pre-driver de bobinas, display), 2N4403 (tarjeta fliptronics), 2N5551 (display), 2N3904 (display), TIP36c (drivers bobinas de alta potencia), MJE15031 (display), MJE15030 (display)
 - LM323 (tarjeta de drivers WPC89/WPC-S)
- Diodos: unos pocos de cada, especialmente del 1N4004;
 - 1N4004 (bobinas de flippers, interruptores y lámparas) 1N4148 o 1N914 (tarjeta CPU) P600D o 6A4 (rectificadores en WPC95) 1N4742 (12 voltios, display) 1N4758 (56 voltios, display)
 - 1N4759 (62 voltios, display)

Puente-Rectificador: si tu máquina es WPC-S o anterior, ten algún puente rectificador de 35 A, 200 V (o mayor) con cables de conexión. El número genérico es MB3502W (el número Williams es 5100-09690).

- Chip ULN2803: se usan en la tarjeta driver/alimentación y CPU, especialmente necesarios son:
 - ULN2803 (matriz de interruptores en la tarjeta CPU, matriz de lámparas en la tarjeta de drivers) LM339 (comparador de voltaje para interruptores ópticos) 74LS240 (tarjeta CPU) 74LS244 (tarjeta CPU)
 - 74LS374 (tarjeta CPU, tarjeta de drivers)
- Carcasas y pines de conectores: se utilizan para reparar conectores quemados. Compra las carcasas de plástico (de 11 pines o mayores), Los pines machos que se sueldan en las tarjetas, y pines hembra de crimpar Trifurcon (Referencia Molex: # 08-52-0113), todos de .156" de tamaño.
- Interruptores ópticos: es bueno tener a mano emisores LED (Williams A-14231) y optos en forma de "U". Recuerda que de estos últimos Williams varios tipos diferentes.
- Condensadores electrolíticos de 15.000 mfd 25 voltios. Se utilizan en los rectificadores para los +5 y +12 voltios.
- Condensadores electrolíticos de 470 mfd 25 voltios para el C4 de la tarjeta de drivers.
- Triacs NTE5671: se usan en el circuito de iluminación general (no se estropean mucho). Las especificaciones para los triacs del WPC no son muy estrictas; cualquiera de estos puede valer: BT138-600E, BTA12-600, NTE5671 (800v 16amp), NTE56010 (800v 15amp), o NTE56008 (600v 15amp).

Estos repuestos se pueden conseguir en diferentes sitios. El material electrónico en cualquier tienda especializada. Para el material específico de pinballs (incluyendo el electrónico) mira en nuestra sección de [repuestos](#).

1d. Preliminares: Diferentes Generaciones WPC

Básicamente hay seis generaciones diferentes de sistemas WPC. Cada modernización implica el cambio de ciertos componentes y tarjetas electrónicas, por eso es necesario saber de que generación son los pinballs que repares antes de meterse en faena.

- **WPC Alpha-Numeric (Alfanumérico):** Usada desde "Funhouse" (10/90) hasta "The Machine BOP" (4/91). Esta generación utiliza displays alfanuméricos de 16 de dígitos. También usan flippers "normales", sin tarjeta Fliptronics. Se reconoce por la ausencia de tarjeta Fliptronics en la esquina superior izquierda del cabezal, y de la tarjeta de control del display de matriz de puntos en la esquina superior derecha. Algunos pinball "Dr.Dude" son también WPC aunque la mayoría son System11. Todas las "Dr.Dude" y las primeras "Funhouse" usan tarjetas de sonido System 11.
- **WPC Dot Matrix (Matriz de puntos):** Usada desde "Terminator2" (6/91) hasta "Party Zone" (10/91). Esta generación introduce el display de matriz de puntos, DMD "Dot Matrix Display", pero sigue usando flippers "normales". Las últimas "Party Zone" fabricadas tenían ya tarjetas Fliptronics.
- **WPC Fliptronics:** Usada desde "Addams Family" (2/92) hasta "Twilight Zone" (5/93). Unas pocas de las últimas "Party Zone" también pertenecen a esta generación. La tarjeta Fliptronics I utilizada en "Addams Family" y "Party Zone" es ligeramente diferente a la tarjeta Fliptronics II usada posteriormente. La diferencia está en que la Fliptronics II lleva a mayores un puente rectificador para la generación del voltaje del flipper.
- **WPC DCS:** Empezó con "Indiana Jones" (10/93), Williams actualizó la tarjeta de sonido usando sonido comprimido digitalmente ("digitally compressed sound" , DCS) como nuevo sistema de compresión de sonido. Esto dio mucha mejor calidad de sonido y la posibilidad de meter más en el mismo espacio de almacenamiento.
- **"WPC-89":** Todas las generaciones del WPC, nombradas hasta hora, se conocen de forma genérica como WPC-89 (por ser el año en que se diseñó el WPC).
- **WPC-Security (WPC-S) (Seguridad):** Se inició con "World Cup Soccer" (3/94), la novedad más importante que incorpora es un chip de seguridad, PIC, añadido a la tarjeta CPU. El PIC (Programable Integrated Circuit, circuito integrado programable) es particular para cada juego. Como consecuencia, las tarjetas CPU no pueden intercambiarse entre diferentes modelos sin cambiar el chip PIC (p.e. Una tarjeta CPU de "Corvette" puesta en una "Shadow" necesitará el PIC de la "Shadow" para funcionar). Cada PIC tiene un número de serie especial codificado dentro del chip. Este número se visualiza en la pantalla DMD durante unos segundos al encender la máquina.

El número de serie muestra a que distribuidor fue entregada la máquina cuando salió de fábrica. Esto lo hizo Williams, debido a problemas con distribuidores europeos que vendían máquinas fuera de su territorio de ventas. Con el PIC cualquiera podría encender una máquina, apuntar el número de serie, y determinar la procedencia de la misma. Desafortunadamente, esto se puede trampear fácilmente montando un módulo de retardo para el encendido del DMD. Este pequeño dispositivo se coloca en la alimentación al DMD que de esta manera no enciende hasta que la máquina no lleva encendida unos 10 segundos, imposibilitando así la lectura del número de serie. Esto fue embarazoso para Williams, ya que habían gastado mucho tiempo y dinero en el desarrollo de este chip de seguridad como dispositivo de protección territorial para los distribuidores, y sin embargo podía ser fácilmente deshabilitado con una sencilla modificación. Para solventarlo, hay probablemente un código "secreto" que se mete con los flippers que hace que aparezca el número PIC cuando el juego está en modo atracción (haciendo de esta forma inútil el retraso en el encendido del display).

Lo peor para nosotros es que el chip PIC dificulta el mantenimiento, ya que las tarjetas CPU no pueden intercambiarse entre distintos juegos sin cambiar también el

PIC. Para hacer las cosas aún peores, Un PIC nuevo sólo se podía conseguir a través de Williams por unos \$180 icada uno! en su día habían puesto ese precio para disuadir a los distribuidores de adquirir PIC adicionales para vender fuera de los cauces oficiales. Por supuesto todo esto era muy siniestro como servicio de atención al cliente. En la actualidad hay dos empresas que hacen chips PICs de repuesto. En ambos casos el código original está reescrito por lo que no hay violación del copyright. Funcionarán con cualquier versión de la ROM. Los nuevos chips PIC siguen siendo específicos de cada modelo, pero salen mucho más baratos que los vendía Williams. Se pueden conseguir de [Dave Astill](#) (no tiene web) y de www.shiftedbit.com (los llamados "Ewe-22").

Williams fabricó algunas máquinas con premio tipo redemption durante la era llamada "FunHouse Games" (sobre 1992), como Screamin' Slopes, Wheel of Fortune, y Real Monsters. Estos juegos fueron diseñado y programados externamente y no tienen circuitería WPC. Los únicos jugos redemption que usan hardware WPC son Ticket-Tac-Toe y Addams Family Values (Curiosamente, ninguno de estos últimos fueron comercializados bajo la etiqueta "FunHouse Games").



Una tarjeta CPU "WPC-Security". El chip con el código de barras es el PIC de seguridad. Este chip es específico de cada juego. Se pueden conseguir recambios en www.shiftedbit.com. Observa la colocación de las baterías en estas tarjetas que varía respecto a la generación anterior.

- **WPC-95:** Comienza con "Congo" (3/96) (y unos pocos "Jackbot"), Williams modifica la tarjeta CPU, la tarjeta driver y el sistema de audio/vídeo. La tarjeta Fliptronics se monta ahora dentro de la tarjeta driver. Los controladores de sonido y del display se combinan en una misma tarjeta. WPC-95 utiliza también un chip PIC de seguridad en G10. La mayoría de los circuitos WPC-95 son idénticos a los del sistema WPC-S, la mayor innovación consiste en meter toda la lógica de manejo del DMD y del DCS en un único chip array lógico (parecido al chip WPC de la tarjeta CPU).

1e. Preliminares: Lista de juegos

Esta es la lista de los juegos WPC ordenados por generaciones. La fecha indica cuando salió al mercado. Observa que los modelos anteriores al WPC-S se conocen también como pinballs "WPC-89" (es decir, que las tres principales generaciones WPC son WPC-89, WPC-S, y WPC-95):

WPC Alpha-Numeric

WPC-89 tarjeta CPU.
A-12738 tarjeta de sonido.

- Dr.Dude, 10/90 *
- Funhouse, 10/90 *
- Harley Davidson, 3/91
- The Machine BOP, 4/91

WPC Dot Matrix

WPC-89 tarjeta CPU.
A-12738 tarjeta de sonido.

- Slugfest Baseball, 6/91
- Gilligan's Island, 7/91
- Terminator2, 7/91
- Slugfest Baseball
- Party Zone, 10/91 *
- Hot Shots (juego de baloncesto)

WPC Fliptronics

WPC-89 tarjeta CPU.
A-12738 tarjeta de sonido.
A-15472 tarjeta Fliptronics II.

- Party Zone, 10/91 *
- Addams Family, 2/92 **
- Hurricane, 2/92
- The Getaway, 4/92
- Black Rose, 8/92
- Fish Tales, 10/92
- Dr.Who, 12/92
- WhiteWater, 1/93
- Creature from Black Lagoon, 1/93
- Dracula, 5/93
- Twilight Zone, 5/93 #
- Addams Family Gold, 7/94

WPC DCS

WPC-89 tarjeta CPU.
A-16917 tarjeta DCS de sonido.
A-15472 tarjeta Fliptronics II.

- Indiana Jones, 10/93 #
- Judge Dredd, 10/93 #
- Star Trek Next Generation, 11/93 #
- Demolition Man, 3/94 #
- Popeye, 3/94 #
- Addams Family Values (redemption).***

WPC-Security

WPC-S tarjeta CPU.
A-16917 tarjeta DCS de sonido.
A-15472 tarjeta Fliptronics II.

- World Cup Soccer, 3/94
- Flintstones, 7/94
- Corvette, 8/94
- Red and Ted RoadShow, 11/94 #
- Dirty Harry, 3/95
- The Shadow, 3/95
- Theatre of Magic, 4/95
- No Fear, 5/95
- Indianapolis 500, 9/95
- Johnny Mnemonic, 10/95
- Jackbot, 10/95 *
- Who Dunnit, 11/95

WPC-95

WPC-95 tarjeta CPU.
A-20516 tarjeta audio-video.

- Congo, 3/96
- Attack from Mars, 3/96
- Scared Stiff, 3/96
- Safe Cracker, 5/96
- Tales of Arabian Nights, 7/96
- Scared Stiff, 9/96
- Junkyard, 1/97
- NBA Fast Break, 3/97
- Medieval Madness, 9/97
- Circus Voltaire, 11/97
- No Good Gofer, 1/98
- Champion Pub, 6/98
- Monster Bash, 9/98
- Cactus Canyon, 3/99

* Estos juegos comparten dos sistemas diferentes:

Sólo unos 100 "Dr.Dudes" son WPC (la mayoría son System11).

Las primeras "Funhouse" producidas y todos los "Dr.Dude" WPC usan tarjetas de sonido

System11.

La mayoría de las "Party Zone" no son WPC Fliptronics.

Sólo unos pocos "Jackbot" son WPC-95 (entre la versión WPC-S y la WPC95 de la Jackbot, cambian las ROMs de la tarjeta de sonido, pero el chip PIC y las ROMs de la CPU son iguales).

** La Addams Family utiliza la tarjeta Fliptronics I (pero puede funcionar con una tarjeta Fliptronics II)

*** La Addams Family Values utiliza una CPU A-12742 CPU y una tarjeta de sonido A-16917 (DCS), pero sin montar la segunda etapa amplificadora (U27) ni sus componentes asociados (sobre una docena). Además, AFV usa una versión compacta de la tarjeta de drivers WPC A-17453, con una matriz de lámparas de 8x8, y con capacidad para manejar ocho solenoides. Cada driver de solenoide tiene un pre-driver y un driver estándar (TIP-102), al que se le puede conectar un driver de alta potencia (TIP-36C) en cada posición. La AFV está configurada para 7 solenoides de propósito general y una solenoide de alta potencia. La tarjeta tiene los conectores de entrada/salida para la iluminación general (GI), pero no monta los TRIACs de regulación. Entre los conectores de entrada y salida simplemente van intercalados los fusibles de cada sección.

- Estos juegos son "super-pins" con formato de mesa ancha.

Otras pequeñas curiosidades históricas.

La primera máquina con display de matriz de puntos (dot matrix, DMD) que comercializó Williams/Bally fue Slugfest (una máquina de béisbol) en el verano de 1991.

Aunque en principio su primer pinball con DMD iba a ser Terminator2, Slugfest y Gilligan's Island (ambos con menor tiempo de desarrollo) se adelantaron en el mercado.

Todos los pinballs Gilligan's Island y posteriores utilizan "diamondplate" como protector del tablero (aunque no todos los modelos estén etiquetados con la palabra "diamondplate" en el tablero). Diamondplate es una protección con capas de urethane estilo automoción, que sustituye al lacado. Bride of Pinbot y pinballs anteriores utilizaban tableros lacados, excepto unas pocas unidades de cada modelo que se protegieron con Diamondplate (sobre todo en pinballs de Pat Lawlor que fue el primero en utilizarlo). Estos primeros tableros, anteriores a Gilligan's Island, donde se empezó a probar el diamondplate, están siempre etiquetados con el logo de "Diamondplate" normalmente en el lado inferior derecho cerca de los créditos del juego. Banzai Run (system11) fue el primer juego donde se probó el diamondplate (por Pat Lawlor).

La mayoría de los pinballs WPC usan un "translight" o "translite" (una lámina plástica traslúcida) para el dibujo del backglass, aunque hay algunas excepciones: No Good Gofers y Champion Pub usan un backglass "real" con el dibujo serigrafiado directamente en cristal templado. Circus Voltaire usa un backglass con serigrafía acrílica que cubre totalmente el frontal de cabezal, para los altavoces tiene unos ranurados en las esquinas inferiores.

El cristal del tablero.

Todos los pinballs utilizan **cristal templado** para el tablero. ¡NO uses cristal común para el tablero de un pinball! (principalmente por razones de seguridad y también porque aguanta mejor los posibles golpes de la bola)

- Todos los juegos listados anteriormente (excepto los que se indican a continuación) usan el tamaño estándar de 21" x 43" x 3/16" (533,4 x 1092,2 x 4,76 mm). Este es el tamaño utilizado en la mayoría de los pinballs desde los años 50.
- # - Estos juegos son "super-pins" con una tamaño de tablero extra-ancho. Utilizan un cristal de 23.75" x 43" x 3/16" (603,25 x 1092,2 x 4,76 mm).
- Safe Cracker y Ticket Tac Toe utilizan un cristal de 18.5" x 36.5" x 3/16" (469,9 x 1092,2 x 4,76 mm).
- Slug Fest, un juego de béisbol WPC, utiliza un cristal de 23" x 35 1/4" x 3/16".

En casi todos los pinballs WPC, el tamaño del cristal que cubre el translite es de 18 7/8" x 27" (479.42 x 685.8 mm). Safe Cracker utiliza un tamaño de 18 7/8" x 19 1/2 (479.42 x 495.3mm). El grosor de este cristal es lo que se conoce como "cristal de doble grueso", que

viene a ser aproximadamente 1/8" (unos 3 mm).

El cristal templado también se puede usar para el translite, pero aquí no es tan necesario (al contrario que el cristal del tablero que debe ser siempre templado). Cabe destacar que el conjunto del backglass cambió con el WPC-95, cuando Williams cambió el estilo del panel que sujeta las bombillas del cabezal. Las guías del translite pasaron a ser más anchas que las utilizadas hasta ese momento. Las referencias de las guías del translite para el WPC-95 son: WLL-03-9420 para la guía inferior, WLL-03-9421-1 para la superior, y WLL-03-9421-2 para las dos laterales.

Color de las patas.

La mayoría de los juegos WPC utilizan patas cromadas, pero hay algunas excepciones. Corvette, Dr. Who, Harley Davidson, Black Rose, Star Trek Next Generation y Party Zone (y todos los Pinball 2000) montan patas negras. Creature from the Black Lagoon utiliza unas patas de color gris muy oscuro (casi negras, pero no del todo). Corvette, además de las patas, también tiene negros el cierre del cristal y las molduras laterales del mueble, siendo el único pinball WPC en hacerlo. Roadshow tiene patas azules (y los primeros juegos de muestra también tenían azul el cierre del cristal). Unos cuantos juegos montan patas doradas, como son Indiana Jones, Flintstones, Addams Family Gold, World Cup Soccer y Judge Dredd. Todos los demás juegos utilizan las patas cromadas estándar.

1f. Preliminares: Apuntes sobre lubricación

La mayoría de las piezas de una máquina de pinball, **no** necesitan engrase. Casi todas funcionan "en seco". Se puede causar mucho más daño a un pinball pasándote con el engrase que quedándote corto. Como norma general, si no estás seguro sobre si engrasar una pieza o no, ¡no lo hagas! Así que cuidado con el 3 en 1:-)

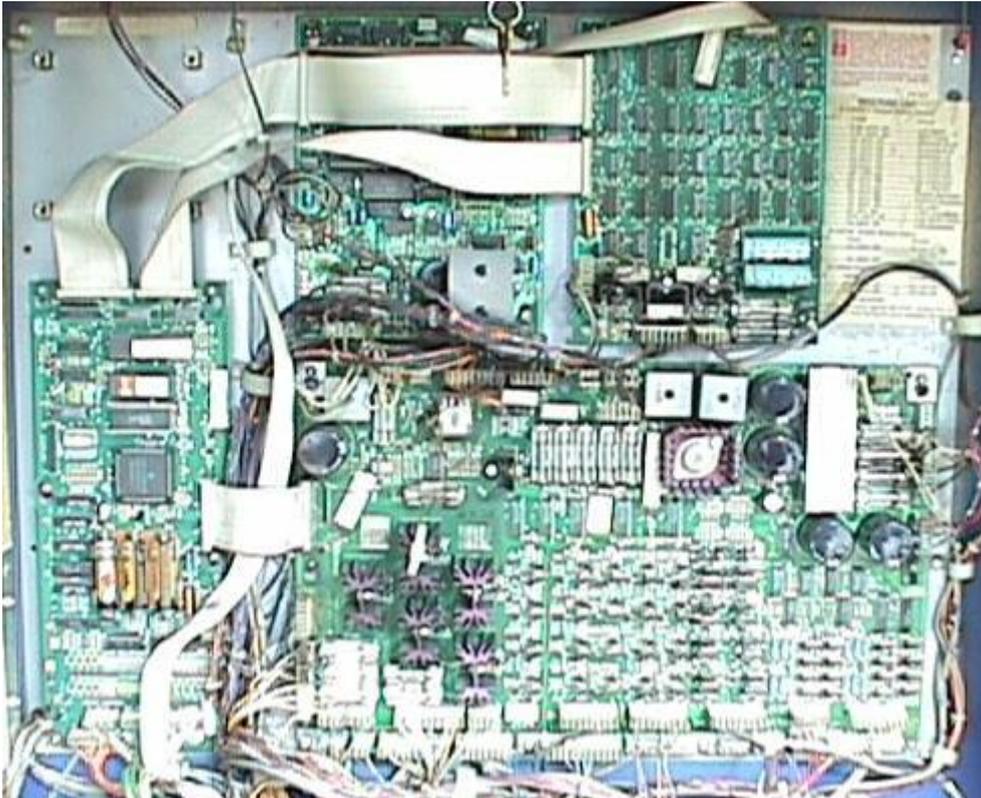
Las únicas piezas que requieren lubricación son las partes móviles metal contra metal, que no son muchas en estos pinballs. Solamente las articulaciones de los picabolas (ball eject) y de los bateadores (slingshot). Para estas se puede usar aceite 3-en-1 o algún aceite ligero tipo máquina de coser o similar.

Si alguien ha engrasado previamente tu máquina, la grasa probablemente se haya coagulado con el infame "polvillo negro de pinball" (black pinball dust) formando una gruesa capa negra. Esto produce un daño irreparable en los casquillos o tubos de las bobinas (coil sleeves) que deberán ser sustituidos.

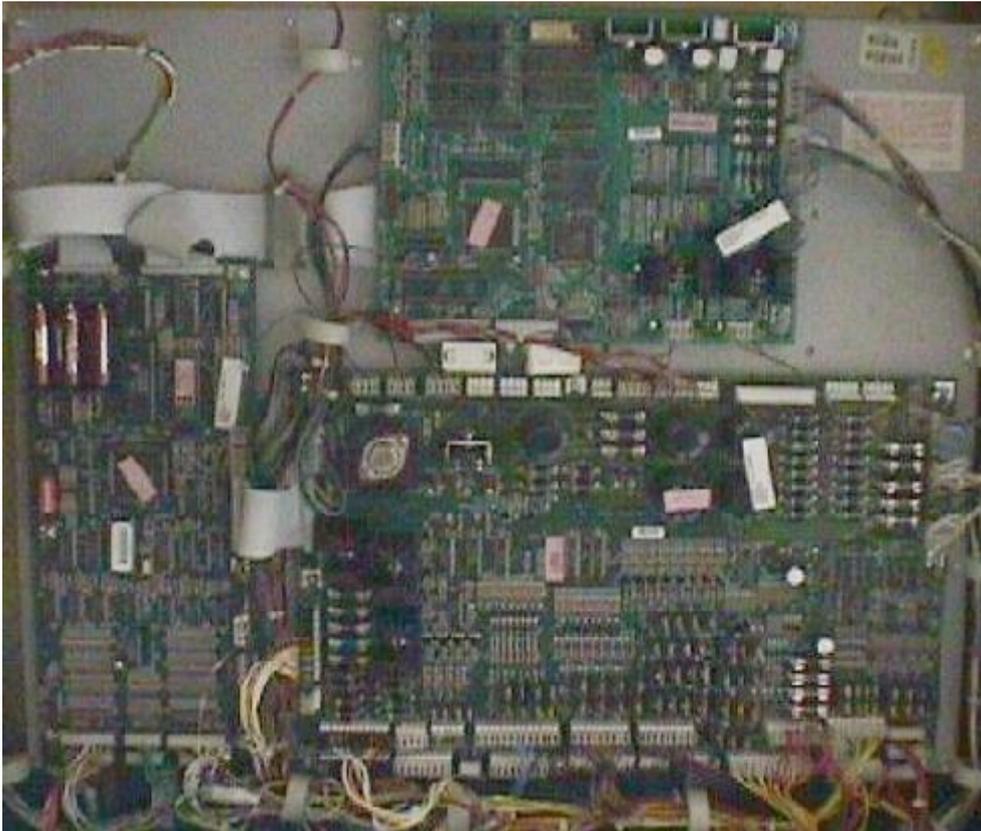
1g. Preliminares: Las tarjetas electrónicas

Básicamente hay tres generaciones de pinballs WPC: **WPC-89**, **WPC-S**, y **WPC-95**. El WPC-89 tiene a su vez varias sub-generaciones. Algunas de las tarjetas electrónicas son intercambiables entre los distintos pinballs y generaciones, mientras que otras no.

Interior del cabezal de una Bally "Gilligan's Island" (1991, segunda generación del WPC-89). La tarjeta CPU es la situada en la parte inferior izquierda. La tarjeta de drivers es la más larga, y ocupa el área inferior derecha. La tarjeta de sonido está arriba en el centro. La tarjeta controladora del DMD está arriba a la derecha. El hueco arriba a la izquierda es donde se situará la tarjeta Fliptronics a partir de 1992. Fíjate que ya está equipado con cuatro anclajes para la tarjeta Fliptronics I. La nueva tarjeta Fliptronics II utiliza seis anclajes.



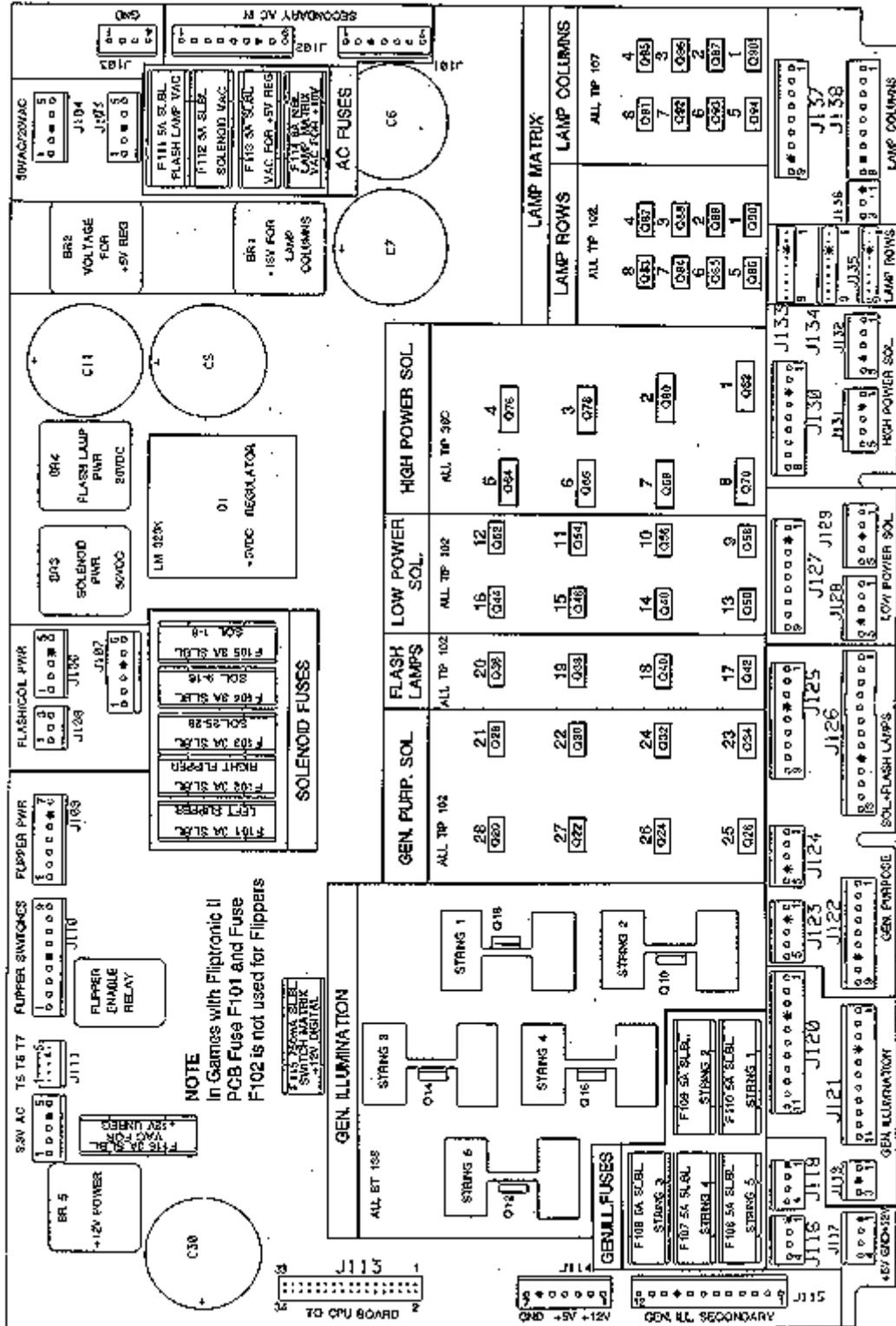
Tarjetas WPC-95. Observa como se han reducido el número de tarjetas. La tarjeta Fliptronics desaparece incluyéndose ahora dentro de la tarjeta de drivers. El controlador DMD y la tarjeta de sonido también se combinan en una única tarjeta.



Tarjeta Driver/Alimentación WPC (Power Driver Board).

La mayor parte del trabajo de reparación estará probablemente relacionado con esta tarjeta. Cuanto más familiarizado estés con ella, más capaz serás de reparar máquinas WPC. La tarjeta de drivers controla todas las solenoides y las lámparas. Además proporciona alimentación a casi todos los demás componentes del sistema WPC y en ella se alojan la mayoría de los fusibles.

Un esquema que muestra la utilización de los conectores, fusibles y transistores en una tarjeta Driver WPC-S y anteriores.



Generaciones de tarjetas.

Nota: Las referencias de las tarjetas WPC que empiezan por "A" no están impresas sobre las propias tarjetas. Estas referencias "A" aparecen en los manuales y son conocidas como referencias "assembly" (de montaje). A menudo, las referencias "A" están en una pegatina en el lado componentes de la tarjeta. La segunda referencia (en paréntesis) que empieza por "5", es la referencia propia de la tarjeta (sólo la tarjeta, no el conjunto montado). Este número está impreso en el lado soldaduras de la tarjeta. En algunos casos las tarjetas son intercambiables entre distintos pinballs WPC, mientras que en otros casos no.

Tarjeta CPU.

- A-12742-nº de juego (5764-12431-00): WPC-89 non-security, es la versión usada desde la Funhouse hasta la Popeye. Intercambiable entre todos estos pinballs siempre y cuando pongamos la EPROM apropiada para cada juego. Las primeras versiones de esta tarjeta pueden necesitar también un cambio en los puentes para ajustar el tamaño de la EPROM (entre #512k 27512/1meg 27010# y #2meg 27020/4meg 27040#). Es conocida simplemente como tarjeta CPU WPC-89.
- A-17651-nº de juego: WPC-S (security), es la versión utilizada desde la World Cup Soccer hasta la WhoDunnit. Intercambiable entre todos estos pinballs siempre y cuando pongamos el chip PIC de seguridad y la EPROM apropiada para cada juego.
- A-20119-nº de juego: tarjeta CPU WPC-95.
A-21377-nº de juego (5764-14823-0). Es otra versión, puede ser también 04-12358 (como la A-21377 pero sin los chips específicos del juego). Hay incluso una versión A-21369 que utiliza un chip RAM diferente. Todas las versiones pueden usarse en cualquier pinball WPC-95, desde la Congo hasta la Cactus Canyon, poniendo el chip de seguridad y la EPROM apropiada para el juego donde la vayamos a utilizar.

Las tarjetas CPU no pueden intercambiarse entre las distintas generaciones WPC (por ejemplo, una tarjeta CPU WPC-95 no puede usarse en un pinball WPC-89 y viceversa).

Puentes para ajustar el tamaño de EPROM en la tarjeta CPU (W1/W2).

En la tarjeta CPU WPC-89 (A-12742), existen dos puentes relacionados con el tamaño de la EPROM en U6. En la mayoría de los casos no hace falta tocar estos puentes. Únicamente en los primeros pinballs WPC, que utilizan una EPROM de 1meg (Funhouse, Harley Davidson, Bride of Pinbot), nos podemos ver en la necesidad de cambiarlos.

Por ejemplo, si una Funhouse está funcionando con la primera versión (que utiliza un chip 27010 EPROM de 1meg EPROM), y se actualiza a la última versión (que utiliza un chip 27020 EPROM de 2meg), va a ser necesario cambiar estos puentes.

Otro ejemplo, si utilizamos una tarjeta CPU original de una Funhouse en un juego posterior que use un chip 27040 EPROM de 4meg, también tendremos que cambiar la disposición de estos puentes.

Ambos puentes se localizan a la derecha del chip EPROM en U6 (mirando la tarjeta de frente según va montada en el cabezal).

Un puente es básicamente un cable o alambre que conecta dos puntos de una tarjeta. Para poder localizar fácilmente los puentes de la tarjeta CPU, junto a ellos hay serigrafiada una etiqueta de identificación y una línea a rayas que une los dos puntos del puente.

El puente puede ser simplemente un trozo de cable o de alambre, o bien puede tener el mismo aspecto de una resistencia (de cero ohmios en este caso).

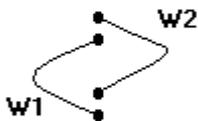
Cuando los dos puntos del puente están conectados se considera que el puente está "In" (metido). Si por el contrario los puntos no están conectados se considera que el puente está "Out" (sacado).

Para cambiar la configuración de estos puentes necesitarás un soldador.

Esta es la tabla de estos puentes:

Puentes de tamaño de EPROM en CPU WPC-89		
EPROM Size (Tamaño EPROM)	Jumper (Puento) W1	Jumper (Puento) W2
1meg (27010)	OUT	IN
2meg (27020)	IN	OUT
4meg (27040)	IN	OUT

Tarjetas CPU anteriores al WPS-S: aquí se pueden ver los puentes W1y W2 que permiten ajustar el tamaño de la EPROM. Están justo a derecha del chip EPROM en U6. Esta tarjeta esta ajustada para EPROMs de 2/4 Megas (27020 o 27040).



En algunos esquemas, los puentes W1/W2 pueden venir indicados como de selección de tipo de display (alfa-numérico o matriz de puntos). Un display de matriz de puntos se configura con W1=in, W2=out, mientras que uno alfa-numérico con W1=out, W2=in. Realmente con estos puentes siempre ajustamos el tamaño de EPROM, lo que ocurre es que el display de matriz de puntos necesita más memoria y de ahí esa relación tamaño EPROM-tipo de display que puede resultar algo equívoca.

Puentes para ajustar el país en la tarjeta CPU (W15-W18).

En la tarjeta CPU WPC-89 (A-12742), hay cuatro puentes relacionados con el ajuste del país. Estos puentes determinarán los valores por defecto de idioma, dificultad y ajustes del monedero. Están localizados a la izquierda de U9, que es un chip grande y cuadrado. Este ajuste por defecto se puede cambiar después en el menú de configuración en A1 (ajustes estándar) opción A21 (Idioma), pero cuando se agoten o se retiren las pilas, el pinball volverá al ajuste por defecto determinado por estos puentes.

n.t. Por desgracia estos pinballs no están traducidos al castellano por lo que es recomendable ajustarlos al idioma que estés más acostumbrado (si se ajusta SPAIN el idioma por defecto será el inglés).

Como en el caso de los puentes de tamaño de EPROM, el puente puede ser simplemente un trozo de cable o de alambre, o bien puede tener el mismo aspecto de una resistencia (de cero ohmios en este caso). Estos puentes también pueden ser microinterruptores tipo DIP (Williams los empezó usar en la producción de la Star Trek Next Generation). Cuando los dos puntos del puente están conectados se considera que el puente está "In" (metido). Si por el contrario los puntos no están conectados se considera que el puente está "Out" (sacado). Para cambiar la configuración de estos puentes necesitarás un soldador a no ser que tengas suerte y la placa tenga micros DIP.

En el reverso de la página frontal del manual de cada juego esta la tabla de ajustes que muestra como deben ajustarse los puentes W15-W18 . Cabe destacar que W13 y W14 deben estar siempre metidos (In), independientemente del país que queramos ajustar. Si los puentes W15-W18 se ajustan de forma incorrecta (sin que correspondan a ningún país según la tabla), el juego puede mostrar un error en el display que diga (por ejemplo), "country code must be specified using jumpers W15-W18. Cut W15, W16, W17, W18 for USA". Esto se ve en la Twilight Zone (que parece preferir el ajuste America2 con todos los puentes W15-W18 quitados). Siempre consulta el manual para confirmar la tabla de ajustes en cada juego. La tabla mostrada a continuación es una carta típica pero podría variar en algún juego.

n.t seguramente el ajuste "America2" es igual al de "America" y se añadió porque es mucho más fácil cortar todos los puentes W15-W18 que tener que soldarlos.

Tabla típica en juegos anteriores al WPC-S para ajustes de país.						
País	Puente W13	Puente W14	Puente W15	Puente W16	Puente W17	Puente W18
America2*	In	In	Out	Out	Out	Out
America	In	In	In	In	In	In
Spain	In	In	Out	In	In	In
Europe	In	In	In	Out	In	In
French	In	In	In	In	Out	Out
German	In	In	In	In	In	Out

** Algunos modelos utilizan el ajuste "America2" en vez del ajuste "America". Ambos son apropiados para Norteamérica.*

En CPU anteriores al WPS-S, aparecen los puentes de ajuste de país W18 a W13 (de izquierda a derecha) a la izquierda del chip cuadrado U9. En este caso con todos los puentes "metidos" el juego está ajustado para "America".



En el WPC-S y WPC-95, Williams empezó a montar un bloque de interruptores DIP de ocho posiciones para el ajuste de país por defecto. Esto facilita enormemente el cambiar este ajuste que ya no necesita de herramientas. Esta es una tabla con los ajustes típicos (como siempre consulta el manual para comprobar los ajustes correctos para tu máquina):

Tabla típica de ajuste de país en juegos WPC-S/WPC-95								
País	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8
America	Off	Off	On	On	On	On	On	On
Europe	Off	Off	On	On	On	Off	On	On
French	Off	Off	On	On	On	On	Off	Off
German	Off	Off	On	On	Off	On	On	On

Transformadores.

Todos los juegos anteriores al WPC-S tienen el transformador cerca del cajón del monedero en la parte delantera del interior del mueble. Con el WPC-S, el transformador se llevó a una placa de montaje en la parte trasera del mueble. La segunda generación de transformadores WPC-95 son un poco más pequeños que los primeros pinballs WPC-95 y tienen unos soportes más anchos. En todos los pinballs WPC, los conectores de las salidas de tensión son iguales, esto es peligroso ya que no todos los transformadores WPC son intercambiables entre si. Los pinballs con sonido DCS necesitan un transformador distinto que los pinballs anteriores sin DCS, ya que la tarjeta de sonido DCS necesita algunos voltajes diferentes.

Estos son los diferentes transformadores que nos podemos encontrar en pinballs WPC:

- 5610-12835-00: Montado en juegos WPC anteriores al DCS, incluyendo Black Rose, Dracula, Bride of Pinbot, Creature, Dr. Who, Funhouse, Fishtales, Gilligan, Harley Davison, High Speed2, HotShots Basketball, Hurricane, Party Zone, Slugfest, Terminator2, Addams Family, Twilight Zone, Whitewater.

- 5610-13491-00: Utilizado en juegos WPC-89 con sonido DCS en los que el transformador se monta junto al cajón del monedero, incluyendo Indy Jones, Demo Man, Judge Dredd, Pinball Circus, Popeye, Star Trek Next Gen.
- 5610-13953-00: Usado en juegos WPC-S con sonido DCS en los que el transformador va montado en la parte trasera del mueble, incluyendo Corvette, Dirty Harry, Flintstones, Roadshow, Shadow, World Cup Soccer.
- 5610-14515-00: Primer transformador WPC-95 (sin soportes anchos).
- 5610-14515-01: Segundo transformador WPC-95 (con soportes anchos).
- 5610-15930: Transformador del Pinball 2000.

Tarjeta Driver.

- A-12697-1 (5763-12405-00): Es la versión de tarjeta driver utilizada desde Funhouse hasta mediados de la producción de la Twilight Zone. Tiene montado el relé habilitador de flippers (flipper enable relay). Es compatible con todos los pinballs WPC desde Funhouse hasta WhoDunnit (es la versión más versátil, puede utilizarse en cualquier pinball WPC-89 o WPC-S). En pinballs Fliptronics (Addams Family y posteriores), el relé habilitador ya no controla el funcionamiento de los flippers y está sólo de adorno.
- A-12697-3: Se empezó a utilizar en medio de la producción de la Twilight Zone. En esta versión ya no se monta el relé habilitador de flippers (con la tarjeta Fliptronics ya no resulta necesario). Puede utilizarse en juegos desde la Addams Family hasta WhoDunnit. *No* puede usarse en juegos desde la Funhouse hasta la Hurricane debido a que no tiene el relé habilitador de flippers, que es necesario en pinballs no-fliptronics (juegos anteriores a la Addams Family).
- A-12697-4: Uno de los fusibles de solenoides pasa de 3 a 5 amperios. Deja de montarse el "circuito nivel de línea" (alrededor de U6). Los esquemas del WPC 16-9834.2 detallan estos cambios en la página 1 de los esquemas de la tarjeta driver. Los componentes concretos que se dejan de montar son R1, R2, R3, R4, R5, R6, R195, R200, F201, W1, W2, LED2, y LED3. Es compatible con pinballs desde la Addams Family hasta la WhoDunnit (es totalmente intercambiable con la revisión - 3). Parece que sólo se utilizó en un juego (WhoDunnit). Gracias Tony.
- A-20028 (5763-14525-06): Tarjeta driver WPC-95. Sólo se puede usar en juegos desde Congo hasta Cactus Canyon.

La primera generación de tarjeta driver, la A-12697-1, es la más versátil de todas y se puede utilizar en todos los pinballs WPC excepto en los pinballs WPC95.

Tarjeta de sonido.

- A-12738-(*número del juego*): *Tarjeta híbrida analógica/digital. Se puede usar en juegos desde la Funhouse hasta la Twilight Zone, siempre que le pongamos las EPROMs específicas de cada juego.*
- A-16917-(*número del juego*): *Tarjeta de sonido DCS con sonido puramente digital. Se puede utilizar en juegos desde Indiana Jones hasta WhoDunnit, poniendo las EPROMs apropiadas de cada juego.*
- A-20516-(*número del juego*) (5760-14495-10): *Tarjeta de sonido/display. Compatible sólo con juegos desde Congo hasta Cactus Canyon, también utiliza EPROMs específicas para cada juego.*

Las tarjetas de sonido no son intercambiables entre las distintas generaciones WPC. Además cada modelo de pinball utiliza su propio juego de EPROMs, por lo que estas memorias deben cambiarse si usamos la tarjeta en un juego distinto. Dentro de cada versión de tarjeta de sonido puede haber pequeñas diferencias entre los diferentes juegos. Por ejemplo, la tarjeta de sonido de la Funhouse tiene algunas resistencias con un valor distinto al de la Addams Family que varían el balance entre las voces y la música (a pesar de eso, siguen siendo tarjetas intercambiables). Más información [aquí](#).

Tarjeta de Display.

- A-12739-1: Tarjeta de display alfanumérico WPC, utilizada desde Funhouse hasta the Machine BOP.
- A-14039 (5760-12710-00 REV 6): Tarjeta de Display de matriz de puntos (DMD), usada desde Terminator2 hasta World Cup Soccer (al menos estos es lo que indican los manuales). De hecho, esta tarjeta fue usada desde Terminator2 hasta Popeye (en todos los pinballs con DMD anteriores al WPC-S).
- A-14039.1 (5760-12710-12): Tarjeta de Display de matriz de puntos (DMD), usada desde Flintstones a WhoDunnit (al menos estos es lo que indican los manuales). La realidad es que esta tarjeta fue usada desde World Cup Soccer hasta WhoDunnit (en todos los juegos WPC-S).
- El WPC-95 no usa una tarjeta de display separada, ya que en este sistema (desde Congo hasta Cactus Canyon) se unificaron la tarjeta de sonido y la tarjeta del display (en la tarjeta "audio-visual" A-20516).

Hay que destacar que la "5760-12710-00 REV 6" y la "5760-12710-12" son completamente intercambiables entre si y utilizan los mismos conectores. La única diferencia entre ambas es que la versión -12 tiene añadido un chip 74HCT138 en la localización U12 (entre U11 y U34). La versión más antigua, -00, tiene el hueco para este chip en la tarjeta, pero el chip no está instalado (y no se puede montar este chip para actualizar la versión a -00 a la versión -12; serían necesarios más cambios para poder hacerlo). En la versión -00, parece ser que pueden surgir problemas si se cambian algunos componentes tal y como la RAM y algunos chips de lógica auxiliar (los nuevos tienen un tamaño interno menor). Esto saca a relucir problemas de condiciones de funcionamiento demasiado críticas que pueden haberse pasado por alto en el diseño original de la versión "REV 6". Si reparas una tarjeta "REV 6" poniendo componentes nuevos, puede que tengas algunos problemas (puntos remanentes o parpadeantes en el display).

Tarjeta Audio/Vídeo WPC-95 (A/V).

- 04-12357-2: Aparentemente esta referencia corresponde a una A-20516 genérica, es decir, sin los chips específicos del juego. También hay una tarjeta A/V con la referencia A-20145-2. Todas son intercambiables.

Tarjeta Fliptronics.

- A-15028: Tarjeta Controladora de Flippers (Fliptronics I), utilizada sólo en la Addams Family. No puede usarse en ningún otro juego.
- A-15472: Tarjeta Fliptronics II, utilizada desde Getaway hasta Twilight Zone. La tarjeta Fliptronics II añade un puente rectificador al circuito (intercambiable con A-15072-1).
- A-15472-1: Tarjeta Fliptronics II, utilizada desde Indiana Jones hasta WhoDunnit. La única diferencia entre esta y la A-15472 es que se ha retirado un condensador filtro de 50 voltios en la alimentación de los flippers (intercambiable con la A-15072).
- WPC-95 no utiliza una tarjeta Fliptronics separada, por eso que los juegos desde Congo hasta Cactus Canyon no necesitan esta tarjeta.

Tarjeta de Optos en los botones de los flippers.

En medio de la producción de la Addams Family, Williams comenzó a usar una tarjeta de interruptores ópticos para los pulsadores de los flippers, en vez de los clásicos interruptores de láminas utilizados hasta entonces. En cada máquina hay dos de estas tarjetas, una para cada uno de los botones de los flippers. A su vez cada tarjeta tiene dos optos en "U" de cuatro patillas, uno de los optos es para el flipper inferior y el otro para el flipper superior (incluso aunque el pinball no tenga flippers superiores). A partir del WPC-95, se cambió el tipo de opto en "U" que pasó a ser de cinco patillas (el conocido como opto trigger Schmitt). Este tipo de opto tiene menos problemas con el polvo y otros condicionantes que pueden producir problemas intermitentes de funcionamiento. Los dos tipos de tarjeta optos de flippers son intercambiables entre si y se puede utilizar en cualquier juego que use este sistema para los pulsadores de los flippers.

- A-17316 (5768-13469-00): Tarjeta de optos de flippers original de juegos WPC-S y anteriores, utiliza optos en "U" de cuatro patillas.
 - A-20207.1 (5768-145-8-00): Tarjeta de optos de flippers original del WPC-95, utiliza optos en "U" de cinco patillas.
-
-

1h. Preliminares: Introducción al funcionamiento

Hay mucha información técnica en esta sección. Esta información es complementaria y no es necesario entenderla para poder reparar juegos WPC, por eso si te resulta demasiado rollo puedes saltar sin problemas al capítulo siguiente.

Toda la numeración de chips/conectores que se relaciona a continuación se aplica a juegos WPC-S y anteriores (aunque generalmente también es aplicable al WPC-95).

Numeración de tarjetas, fusibles y conectores.

Cada conector tiene un número que hace referencia a la tarjeta y a la posición dentro de esta donde debe ir conectado. Por ejemplo, J101 designa a un conector de la tarjeta 1, posición 01. Para la identificación de un pin dentro de un conector se usa un guión. Por ejemplo, J103-5 significa tarjeta 1, macho (Jack) 3, pin 5.

Los fusibles también se identifican de esta forma. Por ejemplo, F501 es el fusible 01 de la tarjeta 5.

Prefijos numéricos de las tarjetas WPC:

- 1 = Tarjeta de drivers de potencia (Power driver board)
- 2 = Tarjeta CPU (CPU board)
- 3 = Tarjeta driver del display (Display driver board)
- 4 = Tarjeta display sencilla o doble (Dual or single display board)
- 5 = Tarjeta de sonido (Sound board)
- 6 = Tarjeta controladora DMD (Dot matrix controller board)
- 7 = Tarjetas kit de impresora (Printer kit boards)
- 9 = Tarjeta Fliptronics (Fliptronics board)

Descripción de las tarjetas.

- Tarjeta CPU: Utiliza un microprocesador 68B09 y controla toda la lógica de funcionamiento del juego así como la matriz de interruptores.
- Tarjeta driver/alimentación: No contiene ningún componente específico del juego. Aloja los circuitos de las solenoides, matriz de lámparas, iluminación general (GI) y flippers (pre-fliptronics). También genera distintas alimentaciones: +18 Vcc (Voltios corriente continua) para el circuito de lámparas, +50 Vcc para las solenoides, +5 Vcc para los circuitos lógicos, +12 Vcc para la matriz de interruptores, y 6.3 Vca (Voltios corriente alterna) para los circuitos GI.
- Tarjeta driver del display: pieza número A-12739. Usada en máquinas WPC anteriores al DMD. El guión después del número de pieza indica cuantos displays adicionales se usan. "-1": sin display adicional, "-2": un display adicional, "-3": dos displays adicionales.
- Tarjeta display sencilla: pieza número A-12794. Usada en máquinas WPC previas al DMD, contiene un display alfanumérico de 16 dígitos (16 digit alpha numeric display glass).
- Tarjeta display doble: pieza número A-12793. Usada en máquinas WPC previas al DMD, contiene dos displays alfanuméricos de 16 dígitos.
- Tarjeta controladora DMD: controla el funcionamiento del controlador DMD. No es específica de cada juego.
- Tarjeta mixta driver/controladora DMD: realiza las funciones de la tarjeta driver y de la controladora DMD. No es específica de cada juego.
- Tarjeta de sonido: produce la música, las voces y los efectos de sonido.

Funcionamiento de la tarjeta CPU.

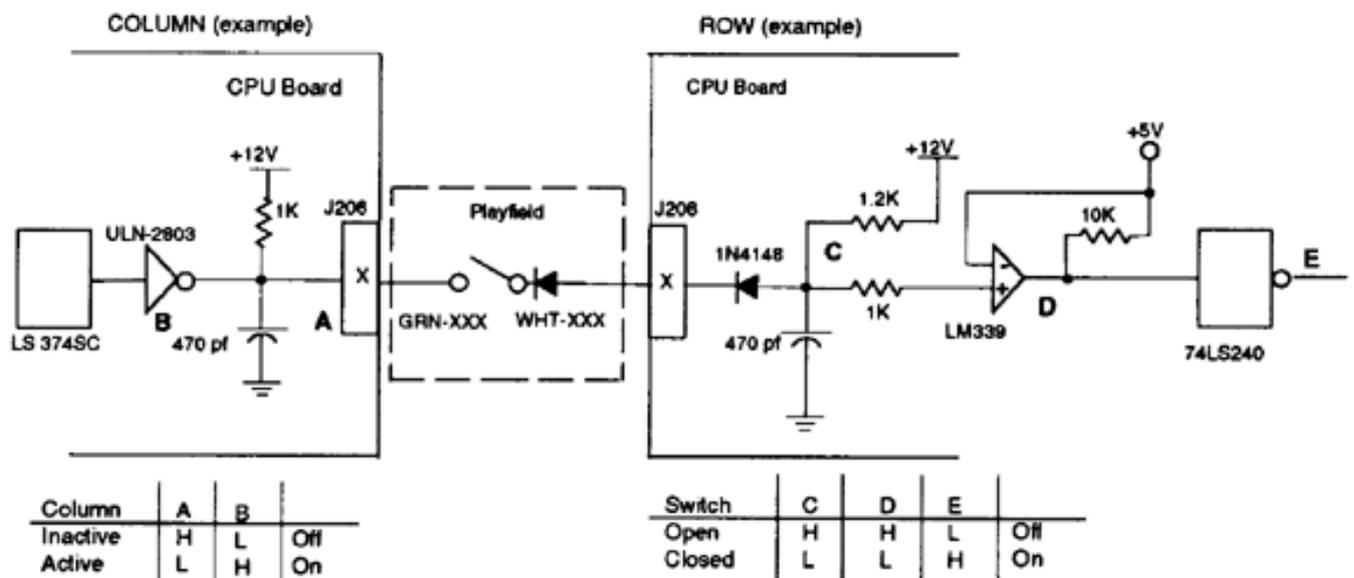
La tarjeta CPU realiza dos funciones principales: lógica y control de interruptores. Sus componentes principales son:

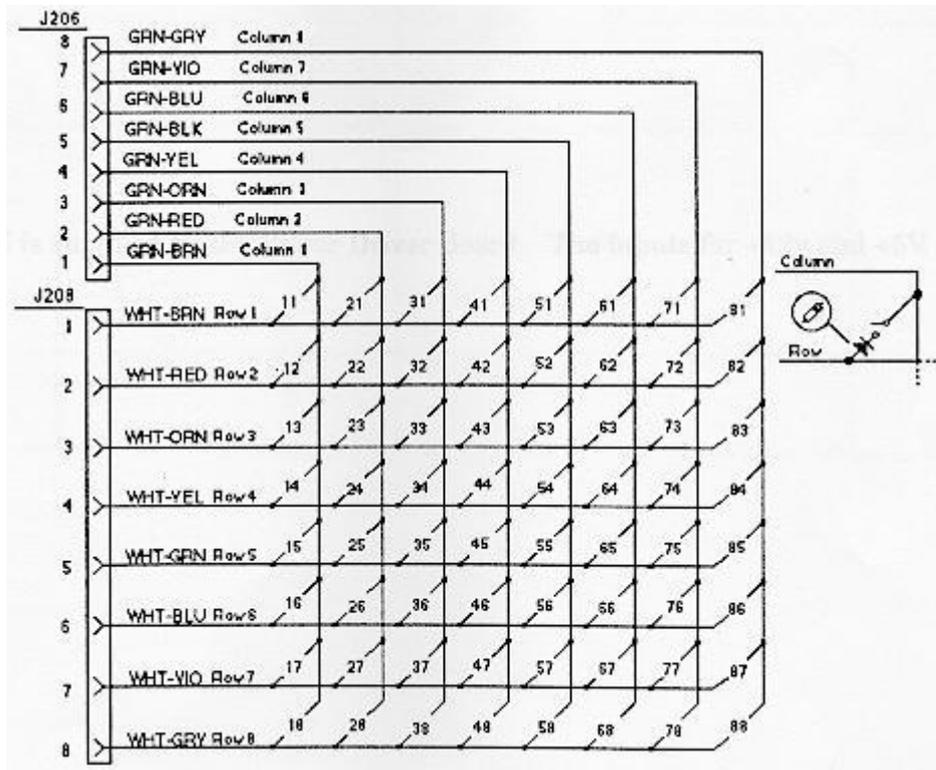
- Microprocesador (U4): se utiliza un 68B09E para control y proceso de datos. Tanto la "B" como la "E" son necesarias en la numeración del chip para que funcione en un pinball WPC (esto es, un 68B09 o un 6809E no funcionarían). Midiendo con un osciloscopio en las líneas del bus de direcciones y de datos se deben ver ondas cuadradas de al menos 4 voltios pico a pico. El procesador trabaja a 2 MHz de frecuencia de reloj suministrada por los pines 81, 82 del ASIC. En pines 34, 35 del procesador debe haber señales de onda cuadrada de 5 voltios pico a pico. Reset (pin 37), IRQ (pin 3), y R/W (pin 32) deben también tener al menos 4 voltios pico a pico durante el funcionamiento normal.
- ROM (U6): usa una EPROM que puede tener desde 1 meg hasta 8 meg de capacidad y que contiene el programa del juego. Con un osciloscopio se deben ver ondas cuadradas de 4 voltios pico a pico en las líneas del bus de datos y del bus de direcciones.
- RAM (U8): usa un chip 2064 CMOS RAM que almacena la información de las auditorias y los ajustes de usuario. El circuito de las pilas se conecta a los cátodos de D1 y D2, que están conectados a su vez a los pines 26 y 28 de U8. Con la máquina encendida estos pines deben tener +5 Vcc. Con la máquina apagada la tensión debe ser de al menos +4 Vcc suministrada por las baterías. Si cae por debajo de este valor, la memoria se borrará.
- ASIC (U9): Iniciales de Application Specific Integrated Circuit. Este chip maneja la decodificación de direcciones, el reloj de tiempo real, y un temporizador/secuenciador del sistema. Con un osciloscopio, las líneas de datos y de direcciones deben tener pulsos de al menos 4 voltios pico a pico. Los otros pines de este chip deben estar bien a nivel alto, bien a nivel bajo, sin niveles de tensión intermedios. Este chip no es específico de cada juego, pero es específico del sistema WPC. Proporciona dos relojes (tiempo real y temporizador del sistema). La función de blanking (inhabilitador) es monitorizada por el ASIC. El blanking está activo durante el encendido hasta que el microprocesador se hace con el control del juego, su misión es resetear los registros al modo de operación de reposo. Esto se hace para impedir que las bobinas o los motores se energicen cuando se enciende la máquina. Una vez que el microprocesador se hace con el control de la máquina el blanking se pone en +5 Vcc.
- Registros (latches) y separadores (buffers) diversos (U1, U2, U3, U5, U7, U12, U21): usados como memoria de almacenamiento temporal por el micro y como separadores de circuitos. Las líneas de datos y de direcciones deben tener pulsos de al menos 4 voltios pico a pico. Cualquier línea que no tenga estos pulsos debe estar a nivel alto o bajo y no con niveles intermedios.
- Circuito de interruptores: funciona a +12 Vcc.
En los pinballs WPC la mayoría de los interruptores están vinculados a un circuito de filas y columnas llamado *matriz de interruptores*. Otros interruptores son "*dedicados*" y su circuito está unido directamente a tierra a través del interruptor. Los interruptores dedicados son los de la puerta del monedero (coin door), el resto de interruptores de la máquina están en la matriz.

Distribución de la matriz de interruptores (para todos los juegos WPC)

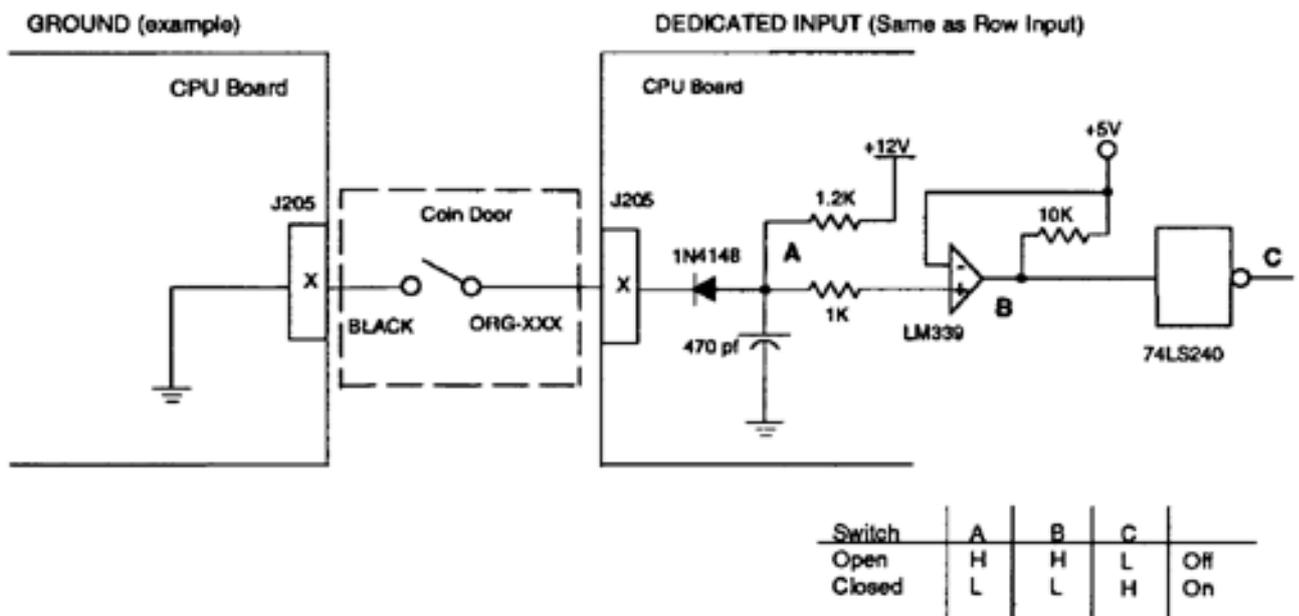
Interruptores Dedicados	Columna/ Fila	1 Verde-Marrón	2 Verde-Rojo	3 Verde-Naranja	4 Verde-Amarillo	5 Verde-Negro	6 Verde-Azul	7 Verde-Violeta	8 Verde-Gris
D1 Naranja-Marrón Monedero Izq.	1 Blanco-Marrón	11 Flipper Derecho	21 Falta de Golpe	31	41	51	61	71	81
D2 Naranja-Rojo Monedero Central	2 Blanco-Rojo	12 Flipper Izquierdo	22 Puerta Monedero	32	42	52	62	72	82
D3 Naranja-Negro Monedero Dcho.	3 Blanco-Naranja	13 Pulsador Start	23 Dispensador de Tickets	33	43	53	63	73	83
D4 Naranja-Amarillo 4º Monedero	4 Blanco-Amarillo	14 Falta de Péndulo	24 Posición de Prueba	34	44	54	64	74	84
D5 Naranja-Verde Créditos de Servicio	5 Blanco-Verde	15	25	35	45	55	65	75	85
D6 Naranja-Azul Bajar Volumen	6 Blanco-Azul	16	26	36	46	56	66	76	86
D7 Naranja-Violeta Subir Volumen	7 Blanco-Violeta	17	27	37	47	57	67	77	87
D8 Naranja-Gris Comenzar Test	8 Blanco-Gris	18	28	38	48	58	68	78	88

- Matriz de interruptores, circuito típico:** el microprocesador está explorando continuamente las columnas de la matriz. Cuando el operacional ULN2803 (columna) conmuta a nivel lógico "bajo", la columna está activa. Cuando un interruptor cierra, el punto C en el circuito de las filas cae a nivel "bajo", Esto provoca que la entrada "+" del operacional LM339 caiga por debajo de los +5 Vcc y en consecuencia su salida, el punto D, vaya a nivel "bajo" con lo que la fila está activa. Cuando la fila y columna de un interruptor están a nivel bajo a la vez, el micro detecta que dicho interruptor está cerrado. Si el interruptor está abierto, el punto C estará "alto", y la entrada "+" del LM339 por encima de los +5 Vcc. Esto pondrá "alto" al punto D y la fila estará inactiva.





- Interruptores dedicados, circuito típico: Los interruptores dedicados incluyen los pulsadores de test de la puerta del monedero y los interruptores de los propios monederos. Están separados de la matriz de interruptores para asegurar que la máquina se puede probar con los test aunque haya alguna avería en la matriz de interruptores. Estos interruptores tienen el mismo circuito que las filas de la matriz de interruptores. Por tanto su forma de trabajar es igual. Cuando el contacto está cerrado, la salida del circuito cae a nivel "bajo", al tener un extremo del contacto permanentemente a tierra, y el micro reconoce que el interruptor está cerrado.



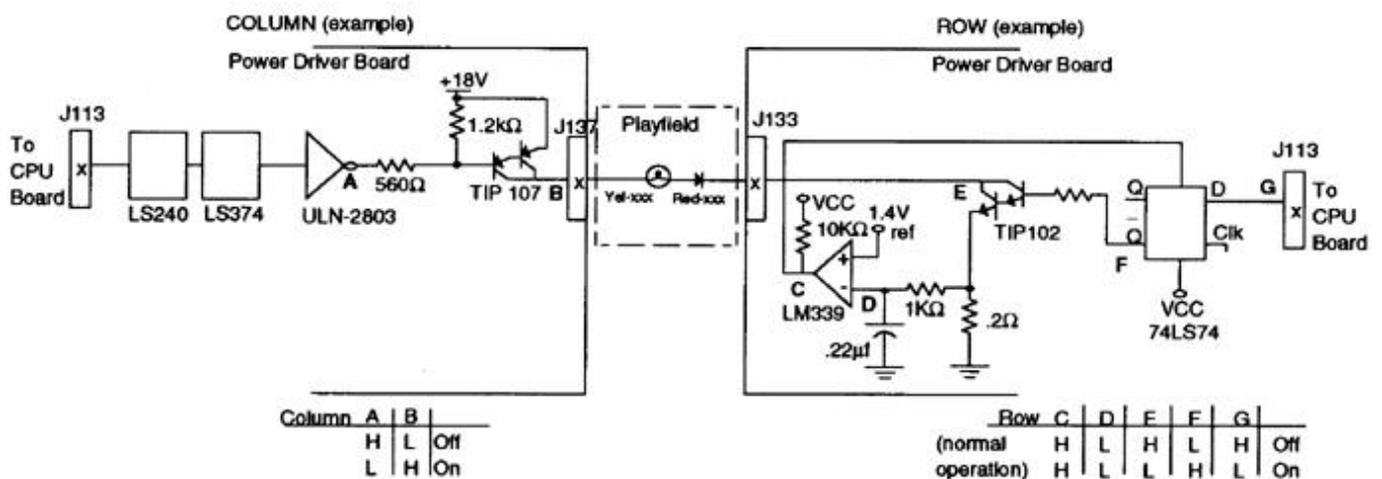
- Circuito de alimentación: la alimentación de +12Vcc y +5Vcc para la tarjeta CPU es suministrada desde la tarjeta driver/alimentación a través del conector J210.

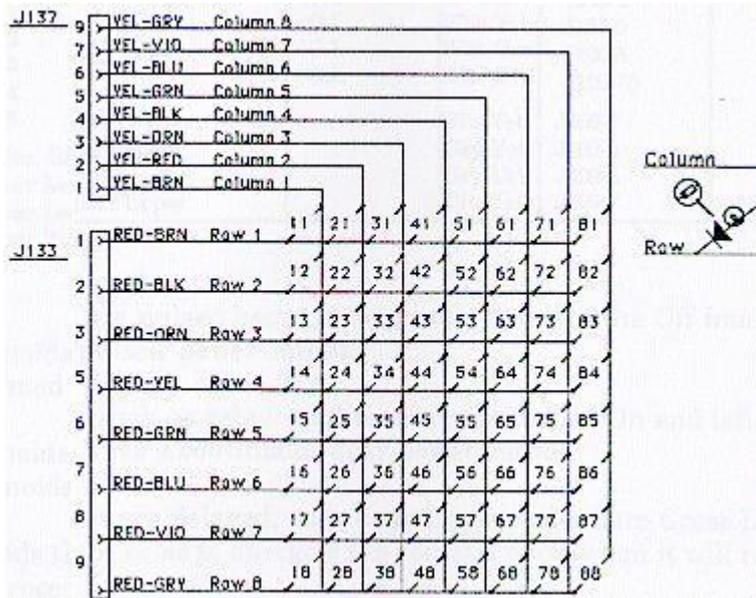
Tarjeta driver/alimentación.

Las lámparas, solenoides y la iluminación general (GI) se energizan desde esta tarjeta mediante órdenes de control procedentes de la tarjeta CPU.

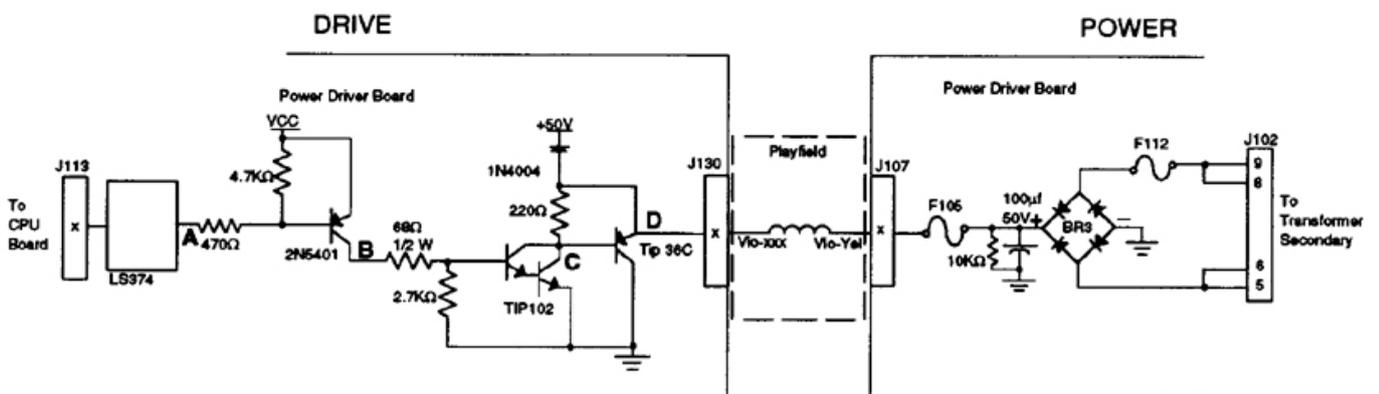
Matriz de Lámparas (para todos los juegos WPC)								
Columna/ Fila	1 Amarillo- Marrón	2 Amarillo- Rojo	3 Amarillo- Naranja	4 Amarillo- Negro	5 Amarillo- Verde	6 Amarillo- Azul	7 Amarillo- Violeta	8 Amarillo- Gris
1 Rojo- Marrón	11	21	31	41	51	61	71	81
2 Rojo- Negro	12	22	32	42	52	62	72	82
3 Rojo- Naranja	13	23	33	43	53	63	73	83
4 Rojo- Amarillo	14	24	34	44	54	64	74	84
5 Rojo- Verde	15	25	35	45	55	65	75	85
6 Rojo- Azul	16	26	36	46	56	66	76	86
7 Rojo- Violeta	17	27	37	47	57	67	77	87
8 Rojo- Gris	18	28	38	48	58	68	78	88

- Matriz de lámparas, circuito típico:** Para encender una lámpara, el procesador envía una señal al operacional ULN2803 que provoca que su salida (punto A) conmute a "bajo". Esto hace que el transistor TIP107 conduzca llegando los +18 Vcc a un extremo de la lámpara. Al mismo tiempo, el procesador pone en estado "alto" la salida del 74LS74 (punto F). Esto hace conducir al transistor TIP102 (punto E), con lo que el otro extremo de la lámpara queda conectado a tierra, se cierra el circuito y la lámpara enciende. Para apagar la lámpara el microprocesador pone el punto G a "alto". En caso de sobreintensidad en el circuito de la lámpara, esta se apaga automáticamente mediante un comparador. Cuando la lámpara está encendida, la resistencia de .2 ohm actúa como sensor corriente y la resistencia de 1k ohm junto con el condensador de .22 mf actúan como filtro. Estos componentes monitorizan la corriente que consume la lámpara y envían una señal de voltaje a la entrada del operacional LM339 (punto D). Si el voltaje en este punto sube por encima de 1.4 Vcc la salida del LM339 (punto C) pasa a nivel "bajo", provocando que el 74LS74 pase también a nivel "bajo" y se desconecta el circuito de la fila. Una vez que el comparador desconecta el circuito es necesaria una señal del reloj para habilitarlo otra vez.



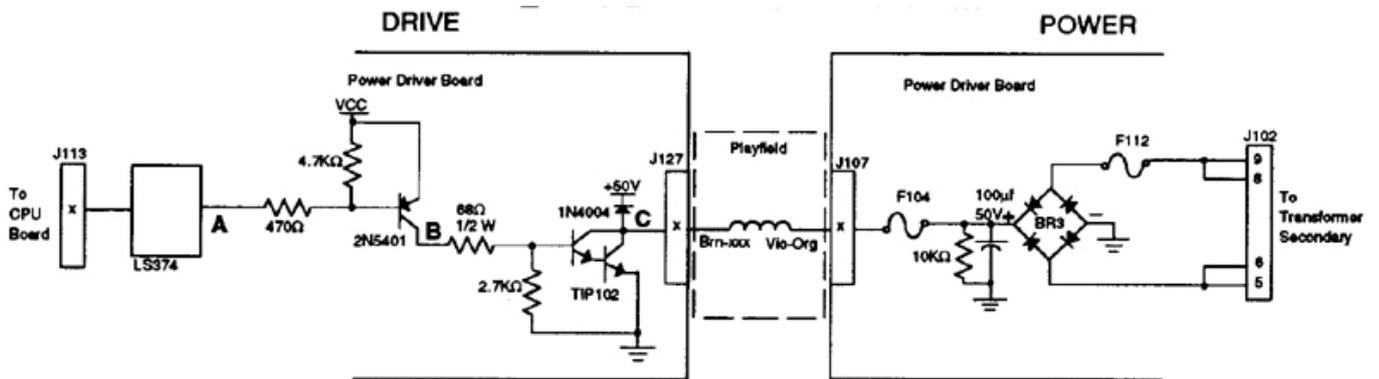


- Circuitos de solenoide: hay cuatro tipos de circuitos de solenoide. Alta potencia, baja potencia, lámparas flash y de propósito general. La mayoría de las solenoides funcionan a impulsos (pulsed power output), aunque en algunos casos (relés y motores) permanecen energizadas durante un tiempo determinado.
- Solenoides alta potencia, circuito típico: Funcionan con alimentación no estabilizada de +50 Vcc y generalmente usan una bobina AE-26-1200. Este circuito contiene un transistor de potencia TIP36 y un diodo 1N4004 polarizado inversamente para disipar los voltajes inducidos en la conmutación de las solenoides. Las solenoides 1 a 8 son de alta potencia.
La señal del microprocesador llega al registro 74LS374. Cuando la salida del 74LS374 (punto A) cae a "bajo", el colector de la etapa previa 2N5401 (punto B) se va a "alto". Esto provoca que el colector del TIP102 (punto C) y el emisor del TIP36 (punto D) vayan a "bajo". Esto pone a tierra a la bobina y esta se energiza, quedando en este estado hasta que la salida del 74LS374 (punto A) vuelva a "alto".

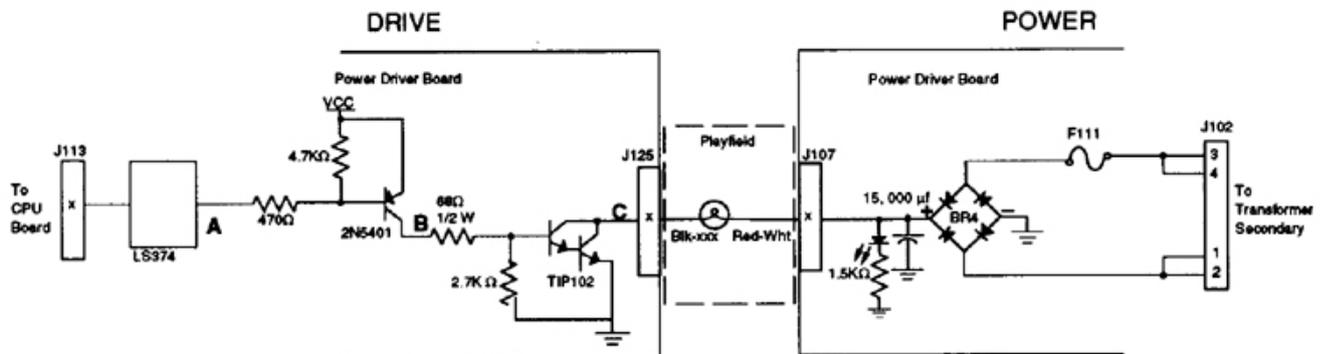


- Solenoides baja potencia, circuito típico: comparten con las solenoides de alta potencia la alimentación de +50 Vcc no estabilizada. Generalmente usan una bobina AE-26-1500, contienen un transistor de potencia TIP102 y un diodo polarizado inversamente para disipar los voltajes inducidos en la conmutación de las solenoides. Las solenoides 9 a 16 son de baja potencia.

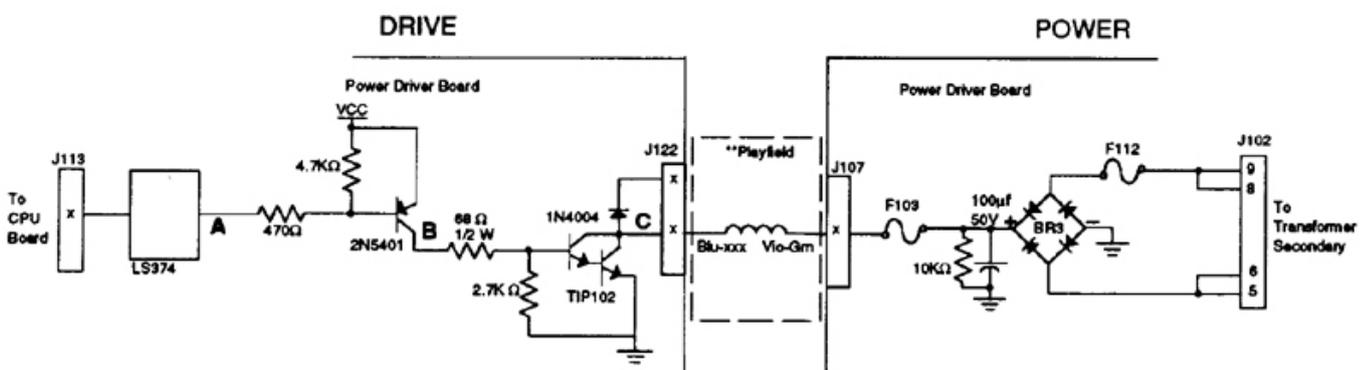
La señal del microprocesador llega al registro 74LS374. Cuando la salida del 74LS374 (punto A) cae a "bajo", el colector de la etapa previa 2N5401 (punto B) se va a "alto". Esto provoca que el colector del TIP102 (punto C) vaya a "bajo". Esto pone a tierra a la bobina y esta se energiza, quedando en este estado hasta que la salida del 74LS374 (punto A) vuelva a "alto".



- Lámparas flash, circuito típico: Funcionan con tensión no estabilizada de +20 Vcc. Este circuito funciona de la misma forma que los circuitos de solenoide, excepto en que no necesitan diodo de disipación. Los circuitos 17 al 20 son de este tipo.



- Solenoides de propósito general, circuito típico: están a caballo entre los circuitos de solenoides de baja potencia y los circuitos de lámparas flash. El diodo de disipación es opcional y queda determinado por la forma de conexión. Si la solenoide de propósito general se usa con una bobina de baja potencia, el diodo se conecta a +50 Vcc. Si por el contrario se usa con una lámpara flash, el circuito funciona a +20 Vcc y el diodo de disipación no se conecta. Los circuitos 21 al 28 son de propósito general.



- Illuminación general (GI): contiene cinco ristras o ramilletes independientes de hasta 18 lámparas, lo que permite un máximo de 90 lámparas. Estos circuitos funcionan con 6,3 voltios de alterna que proceden del transformador, entran en la tarjeta de drivers donde pasan por un fusible y por un triac, y finalmente salen hacia las distintas ristras de lámparas GI.

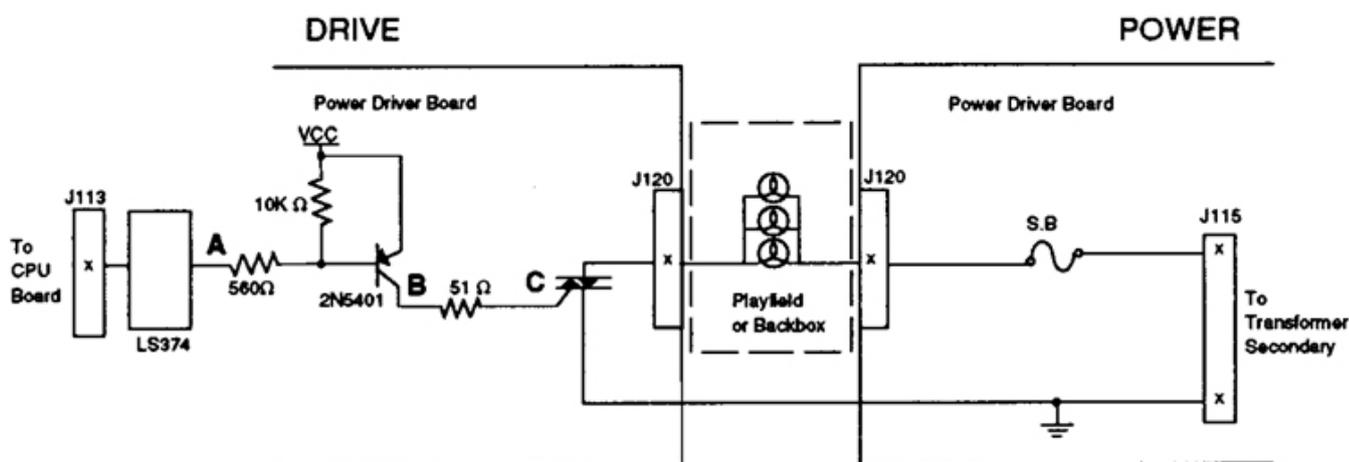
Cada ristra es controlada por un triac que a su vez es controlado por el microprocesador a través de un registro que se usa para almacenar las señales de control. El circuito GI puede ser atenuado, para ello el microprocesador tiene la capacidad de saber cuando el voltaje de la línea de alterna pasa por cero, con esta información y de acuerdo al ajuste efectuado por el operador, el micro envía una señal de control al registro 74LS374, que dispara al triac con más o menos retraso después del paso por cero. Cuanto mayor sea el retraso, más se atenúan las lámparas. El efecto de atenuación es conocido como "ciclo de trabajo" de las ristras de triacs/lámparas. El evento disparador que controla el proceso es el circuito de paso por cero (zero-crossing circuit) (que conmuta 100 veces por segundo cada vez que la corriente alterna pasa por cero).

n.t en USA son 120 veces por segundo ya que la frecuencia de la red es de 60 Hz frente a los 50 Hz europeos.

En WPC-95 sólo tres de las ristras son ajustables mientras que las otras dos trabajan siempre sin atenuación.

Para encender las lámparas sin atenuación el micro envía una señal de control al registro y la deja de forma permanente. Cuando la salida del 74LS374's (punto A) se pone en nivel "bajo", el colector del 2N4403 (punto B) y la puerta del triac (punto C) se ponen en nivel "alto". Esto dispara el triac, con lo que se enciende toda la ristra.

Illuminación general (GI), circuito típico



- Circuito de los flippers: En máquinas anteriores al Fliptronics, la CPU controla el relé de habilitación de flippers. Este relé está intercalado en el circuito de tierra de los flippers. Los flippers funcionan con +50 Vcc. Un flipper en vacío tiene unos +60 Vcc o más. En carga la tensión es de unos +48 Vcc. Los pinballs con Fliptronics no utilizan este relé, y la tarjeta CPU controla los flippers directamente a través de la tarjeta fliptronics.

- Circuitos de alimentación: la tarjeta driver/alimentación genera +5 Vcc para los circuitos lógicos, +12 Vcc para la matriz de interruptores, motores y relés, +18 Vcc para la matriz de lámparas (lamp matrix), +20 Vcc para la lámparas flash, +50 Vcc para las solenoides, y 6.3 Vca para la GI. Las alimentaciones de +5 Vcc y +12 Vcc (matriz de interruptores) proceden del voltaje de alterna del secundario del transformador pasado por un puente rectificador con condensador de filtro. Esto convierte el voltaje de alterna en voltaje de continua no estabilizado. A continuación se pasa por un regulador de tensión con lo que se obtiene un voltaje de continua estabilizado. Las alimentaciones de +12, +18, +20 y +50 Vcc no son estabilizadas. Los voltajes de AC procedentes del secundario del transformador se llevan a un puente rectificador y se filtran con un condensador, y sin

más van a los distintos circuitos. Los 6.3 Vca proceden directamente del secundario del transformador y sólo llevan los fusibles correspondientes.

Circuito detector de alto/bajo voltaje de línea.

WPC usa el circuito de alimentación de +18 Vcc para monitorizar el voltaje de alterna de la línea. Esta detección se realiza mediante un LM339 montado como comparador, un divisor de voltaje y dos LEDs. Ninguna de las lámparas controladas debe puede estar encendida cuando revises los LEDs para comprobar los voltajes (Pon el juego en modo prueba, no en modo atracción).

- *Voltaje Correcto: LED2=On, LED3=Off*
- *Voltaje Alto: LED2=Off, LED3=Off*
- *Voltaje Bajo: LED2=On, LED3=On*

Tarjeta controladora DMD (Display matriz de puntos).

La tarjeta controladora DMD proporciona los voltajes requeridos por el display y hace de interfase entre el display y el procesador.

La CPU escribe mapas de bits de imágenes en la memoria RAM de la controladora DMD, y puede controlar cual de ellos se visualiza. Cada bit del mapa de bits corresponde a puntos del display DMD. La RAM puede almacenar hasta 16 imágenes completas a la vez. Hay tres 74LS175 configurados como registros de página que dan a la CPU acceso la RAM. Los registros de página superior e inferior apuntan cada uno a una de las 16 áreas de la RAM, que quedan habilitadas para lectura y escritura desde la CPU. El tercer registro de página apunta al área RAM que se está visualizando en cada momento. Hay un registro adicional que permite a la CPU saber que fila del display está el controlador refrescando en un momento dado. El controlador DMD multiplexa y refresca la pantalla de acuerdo con los datos en la RAM. El reloj del sistema accede a la RAM de manera que no haya estados de espera.

Los voltajes necesarios para el DMD son suministrados por la tarjeta controladora DMD (exceptuando los +5 que son suministrados por la tarjeta driver/alimentación). Estos voltajes son +62 Vcc estabilizados (potencia), +12 Vcc (lógica), -125 Vcc (potencia), -113 Vcc (lógica; -125 mas -113 resulta +12 Vcc).

El decodificador U1 (74HCL138) selecciona entre acceso a la RAM (port) o a Registros (control). Otro decodificador 74HCT138, el U2, selecciona los registros a los que se accede.

El circuito RAM usa los integrados U33 y U35 (74LS175) para controlar a que página accede el sistema. U31 y U32 (74LS175) seleccionan la página que se visualiza. Los chips U25, U26 y U27 (74LS157) multiplexan el acceso a la RAM entre la tarjeta controladora y el sistema mediante el reloj "E". Si el reloj E está a nivel "bajo", el sistema tiene el acceso. Si el reloj E está "alto", el acceso lo tiene el controlador.

La lógica de control usa los chips U10, U11 y U12 (74HCT161) para arrancar el barrido horizontal. Los integrados U13, U14 y U15 (74HC193) direccionan la secuencia de bits desde el puerto serie al display. U22, U21 y U5 generan la interrupción de una fila que se esté visualizando lo cual es determinado por el sistema. U23 y U6 trabajan juntos como circuito detector de fila 1.

DMD y Tarjeta Driver.

El conjunto DMD-tarjeta driver tiene una unidad display de descarga de gas con 128 columnas y 32 filas. Los drivers de las columnas tienen registros que permiten introducir el dato de la columna de la fila siguiente mientras el actual está siendo actualizado. El conjunto precisa tres voltajes positivos y dos negativos, una señal de reloj y puerto serie similar al usado en algunos monitores CRT.

Tarjeta de sonido.

La tarjeta de sonido produce toda la música, efectos de sonido y voces del juego. Tiene su propio microprocesador (6809) de 8 MHz para control y proceso de datos. Usa también su propia RAM (2064) para almacenamiento temporal.

Hay un circuito DAC (convertidor digital-analógico) que produce los efectos de sonido (todo lo que no sea voces o música). El DAC recibe información en formato digital, la convierte a analógica, y la envía un pre-amplificador.

Hay también un circuito de voces y un mezclador. Este último se encarga de juntar los efectos de sonido, las voces y la música. El sonido mezclado se envía a un atenuador MC3340 que controla el volumen. Luego la señal va al amplificador de potencia que amplifica el sonido antes de enviarlo a los altavoces.

1i. Preliminares: Averías comunes (guía rápida)

Este capítulo está extraído del manual de Williams "WPC theory of operation" (#16-9289). Como el manual es de 1991, el sonido DCS, fliptronics, WPC-S y WPC-95 no están recogidos. Pero la mayoría de esta información también se puede aplicar a las revisiones más recientes del sistema WPC.

Averías más frecuentes en la tarjeta CPU.

La CPU tiene tres LEDs localizados en la parte superior izquierda de la tarjeta (identificados como D19, D20, D21). Al encender la máquina, D19 y D21 lucen durante un instante. Después D19 se apaga y D20 comienza a lucir en intermitencia rápida. D21 permanece encendido. El sistema ha detectado un problema si:

- D20 parpadea una vez: error en la ROM (U6)
- D20 parpadea dos veces: error en la RAM (U8)
- D20 parpadea tres veces: fallo en el chip ASIC (U9)

Averías potenciales de la CPU y posibles soluciones.

1. *El juego siempre permanece con los ajustes de fábrica o en el display aparece "Factory Settings Restored" (Restaurados los ajustes de fábrica)*
Esto indica que la CMOS RAM en la tarjeta CPU no retiene los ajustes de usuario y ha vuelto a los ajustes por defecto. Las tres pilas tipo AA están gastadas o no hacen buen contacto. Volveremos sobre este tema más adelante.
2. *Aparece en el display "Time and Date Not Set" (Hora y fecha no ajustadas)*
El reloj de tiempo real no está funcionando, o hay algún problema con las pilas.
3. *Error suma de control U6 (Checksum Error)*
Comprobar el chip U6 y su zócalo, puede haber algún pin doblado, una soldadura fría o la memoria EPROM estar en mal estado (U6 es la memoria EPROM que contiene el programa principal del juego).
4. *La CPU no arranca*
Muy difícil de determinar la causa. Comprueba la tensión de +5 Vcc. Comprueba posibles soldaduras en corto o soldaduras frías en cada chip o zócalo. Comprueba que no haya pistas dañadas por derrame de ácido de las pilas. Verifica la actividad de los registros, debería haber ondas cuadradas de unos 4 voltios pico a pico en sus salidas. Comprueba que los relojes de 8mHz y 32kHz están funcionando. Si todo lo demás falla, cambia U4, U6 y U9 uno de cada vez para intentar aislar el problema.

Averías potenciales en el circuito de interruptores y posibles soluciones.

1. La máquina no acepta monedas y no arranca las partidas
Comprueba el fusible F115 en la tarjeta driver/alimentación. Verifica el interruptor #13, que corresponde al pulsador "start" del mueble. Los cables blanco-naranja y verde-marrón deben estar conectados. Comprueba si los conectores de la CPU J206, J207, J208, J209 tienen suciedad. Chequea el pin 1 del integrado U20; debe estar a nivel "alto" y el pin 18 debe estar "bajo". Comprueba los pines 5 y 2 de U18 deben estar a nivel "bajo". Comprueba el diodo D5.
2. Todos los interruptores de una columna están activos al mismo tiempo o bien no se activan nunca
Comprueba U20 y U14. Verifica que ningún cable de la columna esté cortocircuitado a tierra o abierto.
3. Todos los interruptores de una fila están activos al mismo tiempo o bien no se activan nunca
Comprueba el diodo 1N4148 correspondiente y el comparador LM339. Comprueba U13 y U15.
4. La máquina no entra en diagnóstico
Comprueba el interruptor de diagnóstico en la puerta del monedero. Asegúrate que está conectado el cable de tierra. Comprueba U15 y J16. Verifica que el conector J205 está limpio y hace buen contacto.
5. Dos o más interruptores sin relación actúan juntos
Comprueba que estén bien los diodos de los interruptores y que ninguno esté tocando partes metálicas. Comprueba si hay soldaduras en corto en la CPU en el circuito de la matriz de interruptores.
6. Aparece "Check Switch #" (comprueba interruptor xx) en el display
Indica que el interruptor mostrado no ha sido activado en unas 30 partidas. Verifica el LM339 que controla ese interruptor, y comprueba U20. Asegúrate que los cables o el diodo no están abiertos. La mayoría de las veces la máquina compensará cualquier interruptor averiado para permitir que el juego transcurra de forma casi normal.
7. Aparece "Pinball Missing" (Bola perdida)
Falta una bola o está atascada en algún lugar de la mesa. Otra causa puede ser que el interruptor del agujero del drenaje esté fallando. Verifica el diodo y el cableado de este interruptor. Comprueba los integrados U20 y LM339 correspondientes al mismo.
8. Aparece "## Switch is stuck On" (interruptor xx siempre cerrado)
Esto indica que un interruptor que es normalmente abierto, está trabado en la posición de cerrado. Este interruptor es esencial para el juego (del monedero o de la falta). Asegúrate de que el interruptor tiene el cableado correctamente conectado, y que los cables no están en corto.
9. Aparece "Wht-xxx Row x Short" (fila x Wht-xxx en corto)
Wht-xxx es el color del cable de la fila x. Esto indica que una fila de la matriz de interruptores está cortocircuitada a tierra. Comprueba posibles puestas a tierra en el interruptor de la puerta del monedero y en general en los interruptores de la mesa, especialmente en los interruptores de láminas.
10. El juego no entra en el modo Game Over (final de partida)
Comprueba el interruptor del agujero del drenaje. Asegúrate que los cables están bien. Comprueba U20, LM339 y el diodo del interruptor.
11. Los interruptores de los flippers (11 and 12) no funcionan
Puede deberse a fallos en U7 o U8 en la tarjeta driver/alimentación, o en U20 o U18 en la tarjeta de la CPU.
12. En juegos anteriores al fliptronics, no funciona el cambio de pasillo (lane change) al pulsar los botones de los flippers
Se debe casi siempre a fallos en U7 (flipper izq.) o U8 (flipper derecho) que son opto-aisladores en la tarjeta de drivers. (los pinballs con fliptronics no utilizan estos chips).

Averías potenciales en el circuito de lámparas y posibles soluciones.

1. No funciona ninguna de las lámparas de la matriz de lámparas (controladas)
Comprueba el LED 6 en la tarjeta driver/alimentación. Si está apagado, comprueba F114 y BR1. Si está encendido, comprueba U9 y U18. Ambos chips deberían tener pulsos en sus salidas. Asegúrate que el cable de +18 Vcc no está roto. En bastante raro, pero también puede haber fallado el arrollamiento del transformador correspondiente a los +18 Vcc.
2. Una fila de lámparas está o bien muy brillante o no enciende nunca
El TIP102 correspondiente a esa fila está siempre conduciendo o bien siempre abierto. El comparador LM339 es el siguiente componente a comprobar. Aunque es más improbable, el 74LS74 también puede estar causando el problema. Un consejo: un modo rápido de saber si el transistor TIP102 está mal es poner a tierra la parte metálica del encapsulado del transistor (la parte que se conecta al radiador). Si al hacerlo no pasa nada, es probable que el transistor esté bien. Si al poner a tierra la lengüeta la fila de lámparas se enciende, es muy probable que el transistor esté mal.
3. Una columna de lámparas permanece siempre encendida
Lo más probable es que el transistor TIP107 correspondiente a la columna esté mal.
4. Una fila de lámparas está siempre encendida
Lo más seguro es que esté mal el transistor TIP102 correspondiente.
5. Unas cuantas lámparas sin relación nunca encienden
Comprueba las lámparas y los portalámparas. Asegúrate de que los cables de fila y columna están bien soldados al portalámparas. Si la lámpara está montada en una tarjeta de circuito impreso, verifica las soldaduras de los pines del conector en la tarjeta.
6. Todas las lámparas permanecen encendidas y nunca se apagan
Lo más probable es que el integrado U9 esté mal. El U18 podría estar fallando también.

Averías potenciales con bobinas y posibles soluciones.

1. No funciona ninguna de las bobinas de +50 Vcc
Comprueba el fusible F112 y el puente rectificador BR3.
2. Un motor o un relé no funciona
Comprueba el fusible F103, el transistor TIP102 que controla el motor o el relé, y el cableado asociado. También puede estar mal el propio motor o relé.
3. Una bobina no funciona
Comprueba los transistores TIP36 y TIP102 correspondientes a la bobina. Comprueba el transistor previo 2N5401. Asegúrate que no se ha roto un cable de la bobina. Comprueba si llegan los +50 Vcc a la bobina. Es posible, aunque improbable, que el registro 74LS374 esté fallando. **Un truco:** un modo rápido de saber si el transistor TIP102 está mal es poner a tierra la parte metálica del encapsulado del transistor (la parte que se conecta al radiador). Si al hacerlo no pasa nada, es probable que el transistor esté bien. Si al poner a tierra esta lengüeta la bobina se energiza, es muy probable que el transistor esté mal.
4. Una bobina permanece siempre energizada
El transistor TIP36 y/o el TIP102 pueden haberse quedado en corto. Comprueba también el transistor previo 2N5401. En esta avería, poner a tierra la carcasa del TIP102 no es de ayuda para determinar la causa.
5. Una bobina está quemada
Si una de las bobinas está quemada, es probable que también haya daño en la tarjeta driver/alimentación. Si sustituyes la bobina antes de comprobar la tarjeta, podrías dañar la nueva bobina.
Podría ser que la bobina estuviera defectuosa o mas probablemente que por algún fallo en el registro 74LS374 o en alguno de los transistores, la bobina haya quedado permanentemente energizada. Otro posible fallo podría ser el puente rectificador BR3. No obstante, si BR3 falla, el fusible F112 suele fundirse con lo que habrá más de una bobina afectada.
Asegúrate de que la bobina no está en contacto con ninguna parte metálica puesta a tierra. Comprueba que no hay ningún problema mecánico que retenga a la bobina en la posición de energizada.

6. Dos o más bobinas se activan al mismo tiempo
Si funcionan bien en el test de bobinas lo más seguro es que el fallo esté en la matriz de interruptores. Si en el test también fallan comprueba posibles cortos entre pines del conector o pistas de la tarjeta driver/alimentación. Comprueba el registro 74LS374 que controla las bobinas. Comprueba posibles cortos en el cableado de las bobinas.
7. Se funde el fusible F111 o F112
El/los puentes rectificadores BR3 o BR4 están estropeados. Otra posible causa es un corto en una lámpara flash o en una bobina. Un relé o un motor defectuoso también puede ser la causa. **Truco:** saca todos los conectores de salida de la tarjeta driver hacia lámparas flash, bobinas y motores, si se siguen fundiendo F111 o F112, el fallo está casi con toda seguridad en la propia tarjeta driver (seguramente un puente rectificador en corto).

Averías potenciales de las lámparas flash y posibles soluciones.

1. Una de las lámparas flash nunca luce
Comprueba la propia lámpara. Asegúrate que los cables que van al portalámparas no están rotos. Comprueba el transistor TIP102 que controla la lámpara flash. El transistor previo 2N5401 puede también causar este problema.
2. Una lámpara flash está siempre encendida, y/o está demasiado brillante
Comprueba los transistores TIP102 y 2N5401 correspondientes a esa lámpara flash. También una avería en el registro 74LS374 puede provocar que una lámpara flash permanezca siempre encendida.
3. Ninguna de las lámparas flash funciona
Comprueba que están presentes los +20 Vcc de las lámparas flash. Comprueba el fusible F111 y el puente rectificador BR4. Probablemente F111 esté fundido.
4. Una o dos lámparas flash parecen fundirse más a menudo que el resto
Hay probablemente más de +20 Vcc en el circuito de las lámparas flash. Comprueba dicho voltaje. Si hay más de +20 Vcc, podría estar uno de los cables del circuito haciendo contacto con otro voltaje de manera accidental. Si los voltajes son correctos, el transistor TIP102 está seguramente mal.

Averías potenciales con la iluminación general (GI) y posibles soluciones.

1. Una ristra de lámparas de la GI no enciende
Comprueba el fusible correspondiente a esa ristra. Si el fusible está bien, comprueba si hay voltaje en los portalámparas. Si no hay tensión, comprueba si está abierto el cable que va del fusible a las lámparas. Si no hay tensión, o la tensión es baja, comprueba el conector correspondiente en la tarjeta driver. El problema puede estar también en el triac que controla esa ristra.
2. No enciende ninguna de las lámparas de la GI
Comprueba si llega la tensión de 6.3 Vca a la tarjeta driver/alimentación desde el transformador. Comprueba el registro 74LS374.
3. Una ristra de lámparas de la GI no se atenúa
Lo más probable es que esté mal el triac que controla la ristra. El registro 74LS374 podría también causar este problema.
4. Ninguna de las ristas de la GI se atenúa
Si no atenúan la ristra en modo test, lo más probable es que el registro 74LS374 o el circuito detector de paso por cero esté mal. Si dicho circuito falla, revisa el comparador LM339. En casos muy raros el microprocesador podría causar el problema.
5. La GI no se apaga
Falla el circuito detector de paso por cero, probablemente esté mal el comparador LM339. En casos muy raros el microprocesador podría causar el problema.

Averías potenciales en los circuitos de alimentación y posibles soluciones.

Si falla cualquiera de los circuitos de alimentación en la tarjeta mixta driver/alimentación, comprueba en primer lugar el fusible correspondiente. Si este no es el problema, o un fusible nuevo se funde inmediatamente, comprueba el puente rectificador y el regulador de voltaje. Otras posibilidades:

1. Un corto en la GI puede provocar que se funda F106-F110.
2. Un corto en el circuito de lámparas flash puede provocar que se funda F111.
3. Un corto en el circuito de bobinas puede provocar que se funda F101-F105 o F112.
4. Un corto en el circuito de +5 Vcc puede causar que se funda F113.
5. Un corto en el circuito de lámparas controladas puede fundir el fusible F114.
6. Un U20 defectuoso puede provocar que se funda F115 (circuito de la matriz de interruptores).

Averías potenciales en el display alfanumérico y posibles soluciones.

Como el driver del display y la tarjeta del display (simple o doble) son tarjetas separadas, el primer paso a realizar ante una avería es intentar determinar en que tarjeta es la que falla (lo que resulta fácil si se tienen tarjetas para probar y más difícil si no se dispone de ellas).

1. *Algunos segmentos no lucen*
Usualmente se debe a que falla el UDN-7180. Además también puede fallar el 74LS374.
2. *Fallan dígitos*
Lo más normal es que falle el UDN-6118. Además también puede fallar el 74LS240.
3. *Falla todo el display*
Comprueba el fusible F301. Asegúrate que están presentes las tensiones de +/- 90 Vcc.
4. *Los dígitos se refrescan lentamente a través del display*
Los +/- 90 Vcc han caído hasta unos +/- 30 Vcc. Comprueba el circuito de alimentación en la tarjeta driver del display.
5. *Se visualizan datos incorrectos o sin sentido*
Uno de los cables planos entre la tarjeta driver del display y la tarjeta del display está montando al revés.

Averías potenciales en el display de matriz de puntos y posibles soluciones.

1. *Fallan algunos puntos en el display*
Comprueba el display buscando pines desconectados, rotos o con la soldadura mal.
2. *Fallan columnas de puntos enteras (en bloques de 32)*
Falla uno o más de los chips drivers de columna.
3. *Falla todo el display*
Falla alguna de las tensiones. Falla bien la tarjeta driver del display bien la propia tarjeta del display.
4. *La visualización del display es ilegible*
La RAM en la tarjeta driver/controladora está defectuosa.
5. *El display repite algunos patrones incorrectos*
Uno o más de los registros previos a la RAM de la tarjeta driver/controladora están defectuosos.

Averías potenciales con el sonido y posibles soluciones.

1. *No se escuchan los efectos de sonido*
Normalmente el DAC AD7524 está defectuoso.
 2. *No hay voces*
Normalmente el fallo estará en el CVSD 55536, en el operacional TL040, o en el operacional TL082.
 3. *Las voces suenan distorsionadas*
Seguramente falla el CVSD 55536, o el integrado 74LS74.
 4. *No hay música*
Normalmente es por fallo del YM3012 o del YM2151.
 5. *El volumen es demasiado bajo y el problema no está en el control de volumen*
Comprueba los operacionales TL084 y TL082.
 6. *No se escucha ningún tipo de sonido*
El amplificador de audio LM1875 está probablemente mal. Este amplificador debe tener -26 Vcc en el pin 3, y +26 Vcc en el pin 5. Cualquier otro valor indica un problema. La memoria ROM o RAM de la tarjeta de sonido podría estar mal. Debería haber un tren de pulsos en los pines de salida de los chips de memoria. El atenuador MC3340 también puede causar este problema.
 7. *La tarjeta está muerta*
Seguramente falla la alimentación de +/-12 Vcc. Comprueba los fusibles F501 y F502.
 8. *Códigos de error de la tarjeta de sonido al encender el juego:*
 - 1 beep = Tarjeta de sonido bien
 - 2 beeps = Fallo chip U9 RAM
 - 3 beeps = Fallo chip U18 ROM
 - 4 beeps = Fallo chip U15 ROM
 - 5 beeps = Fallo chip U14 ROM
-

2a. Antes de encender la máquina: Comprobar los fusibles

Pincha [aquí](#) para información detallada sobre el mensaje de error "Check Fuse F114/F115" o "Check Fuse F106/F101" en WPC-95 (Comprueba fusible F114/115 o F106/F101).

¡Comprueba todos los fusibles! Parece algo muy obvio, pero la mayoría de las veces nos olvidamos de hacerlo. Hazlo antes de encender el juego, no sólo buscando fusibles fundidos, sino especialmente mirando si el calibre de los fusibles es el correcto. Por ejemplo, si hay un fusible de 8 A donde debía haber uno de 5 A, o si hay un fusible lento donde debía haber uno rápido.

La mayoría de los fusibles de un juego WPC se localizan en el cabezal, y dentro del cabezal en la tarjeta driver/alimentación. También hay unos pocos fusibles en las otras tarjetas y en la acometida de la red.

Un fusible en concreto se funde siempre cuando se enciende el juego.

Lo primero es determinar si el fallo está en la propia tarjeta. La forma más sencilla de averiguarlo es desconectando todas las salidas de la tarjeta sacando los conectores apropiados, y comprobar si el fusible se sigue fundiendo.

Por ejemplo, digamos que el fusible F105 en la tarjeta de drivers se funde continuamente. Mirando los esquemas vemos que es el fusible para las solenoides de potencia, y proporciona alimentación a los conectores J105 (cabina), J106 (cabezal), y J107 (tablero). Para aislar la tarjeta hay que sacar todos estos conectores, cambiar el fusible F105, y encender la máquina. Si el fusible no se funde, el problema no está en la tarjeta sino en algún componente externo. Si el fusible sigue fundiéndose, el problema está en la tarjeta de drivers. Si el fusible no se funde el siguiente paso sería ir metiendo los conectores J105, J106, J107 uno a uno, y encender el pinball cada vez. De esta forma averiguaremos que conector provoca que se funda el fusible, y sería cuestión de rastrear el circuito (s) en cuestión. Si el fallo está en la tarjeta, a menudo se debe a un fallo en el puente rectificador asociado. Más adelante se detalla que puente está asociado a cada fusible. Mira la sección [Reseteos intempestivos \(Puentes rectificadores y diodos\)](#) donde se detallan métodos para probar los puentes rectificadores. Otra causa frecuente que provoca que se fundan los fusibles asociados a solenoides es que haya un transistor driver en corto. Mira en la sección de [Comprobando Transistores y Bobinas](#) para más información.

"Cuando enciendo el pinball, una bobina está todo el rato energizándose/desenergizándose - ¿Porque? Además el display DMD no funciona."

Este es un problema relacionado también con los fusibles. Lo más probable es que el fusible de los 12 voltios (normalmente F116 o F109 en WPC95) que alimenta a los interruptores ópticos se haya fundido. Al no tener alimentación, la CPU "piensa" que los interruptores ópticos están cerrados (y puede engañarse creyendo que hay una bola atascada en algún pozo). Cuando esto sucede la máquina al arrancar intenta sacar del pozo una bola que en realidad no está allí. También puede pasar que en el display DMD no se vea nada o que muestre cosas sin sentido. Esto sucede porque algunos DMD necesitan 12 voltios para funcionar, algunos sin embargo no (depende del fabricante). Comprueba todos los fusibles, especialmente el F116 (o F109 en WPC95), que corresponde a los 12 voltios no regulados (en WPC-S y anteriores a través del rectificador BR5).

Comprobando los fusibles: el camino correcto.

No dependas de tu vista o de tu olfato para comprobar los fusibles. Un fusible con una apariencia perfecta podría estar fundido, sucede muy a menudo. Usa tu polímetro digital, DMM (Digital Multi-Meter). En primer lugar, con la máquina apagada, [saca el fusible del portafusibles](#), (en verdad basta con que saques únicamente un extremo). No intentes probar el fusible sin sacar al menos un extremo ya que podrías obtener lecturas falsas, dependiendo del circuito. Ajusta tu DMM para medir continuidad, pon una punta de prueba en cada extremo del fusible, si suena el pitido el fusible está bien, si no el fusible está fundido.

(Nota: un "pitido" en el DMM significa resistencia prácticamente cero. Si no suena el "pitido", o bien el circuito está abierto, o bien la resistencia es de 100 ohm o mayor. Si tu polímetro no tiene posibilidad de medir continuidad, simplemente ajústalo en la escala más baja de

resistencia. Un fusible en buen estado debe tener una resistencia muy próxima a los cero ohm.)

Sacando un fusible con un destornillador pequeño. Fíjate que el destornillador está apoyado en un extremo inferior del fusible y para tirar hacia arriba y liberar el fusible. No hagas palanca en el extremo del portafusibles ya que puedes doblar las láminas que sujetan el fusible y llegar a estropearlo.



Si, un fusible se puede probar con la máquina encendida y sin sacarlo del portafusibles ¡Pero es mejor no hacerlo así! Saca todos los fusibles y comprueba que son del valor correcto y que estén en buena condición, probándolos con el DMD ajustado para medir resistencia. Todos los fusibles deberían comprobarse antes de encender por primera vez una máquina comprada de segunda mano. Además trabajar en un pinball encendido no es una buena idea a menos que seas un experto ya que un error puede producir una avería mayor.

Otra razón para sacar los fusibles de sus alojamientos para probarlos.

Siempre saca los fusibles de su alojamiento para probarlos. Hazlo así, entre otras cosas, porque cuando un fusible está ya algo cascado a menudo acaba de estropearse cuando lo sacas de su alojamiento. Sucede en ocasiones que al probar un fusible este parece estar bien pero en funcionamiento, al calentarse el fusible, el cable interior se retrae separándose de uno de los extremos. Esto pasa fácilmente desapercibido si se prueba el fusible alojado en el portafusibles.

Fusibles más pequeños en juegos WPC-95.

Con el WPC-95 Williams cambió al tipo "T" de fusible de tamaño más pequeño (ISO internacional .75" o 5x20mm), son los fusibles GMC "T" de 250 voltios.

La letra "T" en la designación significa "timed delay" (retardado), en otras palabras, es un fusible de fusión lenta (slow-blow). Cabe mencionar que existen también fusibles GMA "F" (F significa "fast blow", fusión rápida), pero los pinballs WPC-95 utilizan sólo fusibles lentos GMC "T". Algunos fabricantes como Buss utilizan simplemente la nomenclatura "GMC", mientras que otros como Littlefuse utilizan la nomenclatura "T" (en este contexto "T" y "GMC" son la misma cosa).

WPC-S y los juegos anteriores usaban el antiguo tipo American 3AG o AGC de 1.25" de tamaño (6x32mm). Como Williams exporta más del 50% de su producción fuera de Norteamérica, era un cambio lógico. El fusible "T" ocupa además menos espacio.

Tarjeta Driver WPC-S y anteriores: LEDs testigos de tensión, puntos de prueba (TP, Test Points) y fusibles.

Para medir tensiones, el punto de prueba TP5 es el común (tierra).

- **LED1/TP3/BR1:** corresponde al circuito de los +12 Vcc regulados. El LED debe estar siempre encendido. Si está apagado, comprueba el fusible F115. Cuando funde este fusible, a menudo es por culpa de una avería en el chip U20 de la tarjeta CPU (mira en la sección [matriz de interruptores](#) para más detalles). Este circuito tiene la entrada de alterna desde el transformador a través del conector J101 pines 4,5 y 6,7. La tensión pasa después por el fusible F114, el rectificador BR1, los condensadores C6 y C7, LED6/TP8 (18 voltios de continua), diodos D1 y D2, regulador de tensión Q2, fusible F115, LED1/TP3 (12 Vcc), luego al conector J114 pines 1,2. Además, justo antes de los diodos D1 y D2, hay una derivación del circuito hacia el chip LM339 en U6 (LED2/LED3).
- **LED4/TP2/BR2:** circuito de los +5 Vcc digital. El LED debe estar siempre encendido. Si está apagado el juego no arrancará. Comprueba el fusible F113 (o el rectificador BR2 y el condensador C5). Aunque no es frecuente que falle, hay también un regulador de tensión LM323 en Q1, un operacional LM339 en U6 (detector de paso por cero), y dos diodos 1N4004 en D3 y D38. La entrada de alterna es por el conector J101 pines 1 y 2. Después el circuito sigue a través del fusible F113, rectificador BR2, condensador C5, regulador de voltaje Q1, LED4/TP2 (5 Vcc), Luego al conector J114 pines 3,4. Observa que después del fusible F113, la corriente alterna también va a los diodos D3 y D38 y al operacional LM339 en U6. Este es el circuito "zero cross" (detector de paso por cero) que proporciona la referencia de sincronización para el circuito de disparo de los Triacs que regulan la iluminación general.
- **LED5/TP7/BR4:** circuito de los +20 Vcc de lámparas flash. Normalmente estará encendido. Desde la Twilight Zone en adelante, este LED se apagará al abrir la puerta del monedero (por el interruptor de seguridad que bloquea los 20/50 Voltios y que se libera al abrir la puerta). Si permanece siempre apagado hay que revisar el fusible F111, el interruptor de bloqueo 20/50 Voltios, el puente BR4 y el condensador C11). La tensión de alterna entra por el conector J102 pines 1,2 y 3,4. Luego va a través del fusible F111, el puente BR4, condensador C11, LED5/TP7 (20 Vcc), luego el positivo sale directamente por J107 pines 5,6 (y por J106 y J108).
- **LED6/TP8/BR1:** circuito de los +18 Vcc de la matriz de lámparas. Normalmente encendido. Si está apagado, revisa el fusible F114 (o el puente BR1 y los condensadores C6, C7). Aunque son partes que fallan poco el circuito se completa con un regulador de voltaje LM7812 en Q2, un operacional LM339 en U6, y dos diodos 1N4004 en D1 y D2. La entrada de alterna es por el conector J101 pines 4,5 y 6,7. Luego pasa por el fusible F114, el puente BR1, condensadores C6 y C7, LED6/TP8 (18 Vcc), diodos D1 y D2, regulador de tensión Q2, fusible F115, LED1/TP3 (12 Vcc), y finalmente al conector J114 pines 1,2. Además, justo antes de los diodos D1 y D2, el circuito se deriva hacia el operacional LM339 en U6, y LED2/LED3.
- **LED7/TP1/BR5:** circuito de los +12 Vcc de potencia no regulados (interruptores ópticos, motores, relés, en ocasiones alimentación a cierto tipo de displays DMD, etc). Debe estar siempre encendido. Si está apagado comprueba el fusible F116 (o el puente BR5 y el condensador C30). La corriente alterna llega por el conector J112 pines 1,2 y 3,5. Luego va a través del fusible F116, rectificador BR5, condensador C30, LED7/TP1 (12 Vcc), luego va al conector J118/J117/J116 pin 2.
- **TP6 (sin LED)/BR3:** +50 Vcc para las bobinas. La alterna entra por el conector J102 pines 5,6 y 8,9. Luego pasa por el fusible F112, rectificador BR3, condensador C8, TP6 (50-70 Vcc), luego por los fusibles F103/F104/F105 (y F101/F102), por último la tensión ya rectificada sale por los conectores J107, J106 J108, y J109. En pinballs que lo equipen (TZ en adelante) Esta tensión también pasa por el interruptor de seguridad de la puerta del monedero (como los +20 de lámparas flash), por lo que es otro punto a mirar en caso de fallo.
- **LED2 (sin TP):** Este LED no siempre está montado. Detector de Alto/bajo voltaje de línea. Normalmente ENCENDIDO, pero parpadea al encenderse y apagarse las luces del tablero.
- **LED3 (sin TP):** Este LED no siempre está montado. Detector de Alto/bajo voltaje de línea. Normalmente APAGADO, pero parpadea al encenderse y apagarse las luces del tablero.

Tarjeta driver WPC-95: LEDs testigos de tensión, Puntos de prueba (TP, Test Points) y fusibles

Para medir tensiones, el punto de prueba TP107 es el común (tierra).

- **LED100/TP100:** corresponde al circuito de los +12 Vcc regulados. El LED debe estar siempre encendido. Si está apagado, comprueba el fusible F101 y F106 (diodos D11-D14 y condensadores C11, C12). Cuando se funde F101, a menudo es por culpa de una avería en el chip U20 de la tarjeta CPU (mira en la sección [matriz de interruptores](#) para más detalles). Aunque no suele fallar, también hay un regulador de tensión LM7812 en Q2, y dos diodos 1N4004 en D1 y D2. Una avería en el regulador de tensión Q2 hará que se funda el fusible F106. La alimentación de alterna llega por el conector J129 pines 6,7 y 4,5. Luego atraviesa el fusible F106, los diodos D11-D14 que la rectifican a continua, los condensadores C12,C11, LED102/TP102 (18 Vcc), diodos D1-D2, regulador de tensión Q2, fusible F101, LED100/TP100 (12 Vcc), para salir por el conector J101 pines 1,2.
- **LED101/TP101:** circuito de los +5 Vcc digital. El LED debe estar siempre encendido. Si está apagado el juego no arrancará. Comprueba el fusible F105 (diodos D7-D10 y condensador C9). Aunque no es frecuente que falle, hay también un regulador de tensión LM317 en Q1, un operacional LM339 en U1 (detector de paso por cero), y dos diodos 1N4004 en D23 y D24. La entrada de alterna es por el conector J129 pines 1 y 2. Después el circuito sigue a través del fusible F105, diodos D7-D10, condensador C9, regulador de voltaje Q1, LED101/TP101 (5 Vcc), luego al conector J101 pines 3-4, J138 pin 4, J139 pin 4, J140 pin4 y J141 pin 4.
- **LED102/TP102:** circuito de los +18 Vcc de la matriz de lámparas. Normalmente encendido (puede parpadear con el encendido de las lámparas del tablero). Si está apagado, revisa el fusible F106 (diodos D11-D14 y condensadores C11, C12). La entrada de alterna es por el conector J129 pines 4,5 y 6,7. Luego pasa por el fusible F106, diodos D11-D14, condensadores C12 y C11, LED102/TP102 (18 Vcc), diodos D1 y D2, regulador de tensión Q2, fusible F101, LED100/TP100 (12 Vcc), y finalmente al conector J101 pines 1,2.
- **LED103/TP103:** circuito de los +12 Vcc de potencia no regulados (interruptores ópticos, motores, relés, etc). Debe estar siempre encendido. Si está apagado comprueba el fusible F109 (diodos D3-D6 y condensador C8). La corriente alterna llega por el conector J127 pines 1,2 y 3,5. Luego va a través del fusible F109, diodos D3-D6, condensador C8, LED103/TP103 (12 Vcc), luego va al conector J138/J139/J140/J141 pin 2.
- **LED104/TP104:** circuito de los +20 Vcc de lámparas flash. Normalmente estará encendido. Este LED se apagará al abrir la puerta del monedero (por el interruptor de seguridad que bloquea los 20/50 Voltios y que se libera al abrir la puerta). Si permanece siempre apagado hay que revisar el fusible F107, el interruptor de bloqueo 20/50 Voltios, diodos D15-D18 y el condensador C10. La tensión de alterna entra por el conector J128 pines 1,2 y 3,4. Luego va a través del fusible F107, diodos D15-D18, condensador C10, LED104/TP104 (20 Vcc), luego el positivo sale directamente por J133 pines 5,6 y por J134 pin 5).
- **LED105/TP105:** +50 Vcc para las bobinas. Normalmente estará encendido. Este LED se apagará al abrir la puerta del monedero (por el interruptor de seguridad que bloquea los 20/50 Voltios y que se libera al abrir la puerta). Si permanece siempre apagado hay que revisar el fusible F108, el interruptor de bloqueo 20/50 Voltios, diodos D19-D22 y el condensador C22. La alterna entra por el conector J128 pines 5,6 y 8,9. Luego pasa por el fusible F108, diodos D19-D22, condensador C22, LED105/TP105 (50-70 Vcc), luego por los fusibles F102/F103/F104, por último la tensión ya rectificada sale por los conectores J134 y J135 pines 1,2,3.

Resumen de fusibles y causas típicas por las que funden.

En general cualquier positivo que se ponga a masa será un cortocircuito franco que fundirá algún fusible. Esto es así al estar los negativos de todas las tensiones unidos entre si y a tierra (por eso se le llama común y también tierra).

Juegos WPC-S y anteriores:

- Fusible de línea (fusible general de alimentación): Localizado en la caja metálica de alimentación que está pegada al cajón del monedero, si el rectificador BR3 está en

corto, este fusible puede fundir inmediatamente al encender la máquina. También se fundirá si se pone en corto el varistor que va dentro de la propia caja. Por último, si el puente rectificador de la tarjeta fliptronics está en corto, puede ocasionar que esté fusible se funda en ciertas ocasiones.

- F101-F102: En Pinballs pre-Fliptronics puede ser una bobina del flipper en corto o mal cableada, un interruptor EOS defectuoso.
- F103-F105: Bobina o transistor driver en corto.
- F106-F110: Algún corto en el circuito de iluminación general, típicamente en algún portalámparas.
- F111: Rectificador BR4 o portalámparas de lámpara flash en corto.
- F112: Rectificador BR3 en corto.
- F113: Rectificador BR2 en corto.
- F114: Rectificador BR1, condensadores C6 o C7, o portalámparas de alguna lámpara controlada en corto.
- F115: Chip U20 de la tarjeta CPU en corto, de forma menos frecuente también puede deberse al chip U14 también en la tarjeta CPU.
- F116: Rectificador BR5 en corto, o algún motor, opto, o cualquier otro dispositivo que utilice los 12 Vcc, incluyendo algunos displays que utilizan el +12.

Juegos WPC-95:

- Fusible de línea (fusible general de alimentación): Localizado en la caja metálica de alimentación que está pegada al cajón del monedero, si alguno de los diodos D19-22 de la tarjeta de drivers está en corto, este fusible puede fundir inmediatamente al encender la máquina. También se fundirá si está en corto el varistor que va dentro de la propia caja. Por último, si un puente rectificador de la tarjeta AV está en corto, puede ocasionar que esté fusible se funda en ciertas ocasiones.
- F101: Chip U20 de la tarjeta CPU en corto, de forma menos frecuente también puede deberse al chip U23 también en la tarjeta CPU.
- F102-F104: Bobina o transistor driver en corto.
- F105: Algún diodo D7-D10 en corto.
- F106: Algún diodo D11-D14 en corto.
- F107: Algún diodo D15-D18 en corto.
- F108: Algún diodo D19-D22 en corto.
- F109: Algún diodo D3-D6 en corto o algún motor, opto, o cualquier otro dispositivo que utilice los 12 Vcc.
- F110-F114: Algún corto en el circuito de iluminación general, típicamente en algún portalámparas.
- F115-F118: Bobina de flipper en corto o mal cableada.

Más sobre el fusible de línea. WPC-S y anteriores:

Fusible de línea: El calibre de este fusible depende de la tensión de línea. Cualquier problema de sobrecarga/cortocircuito en la caja de alimentación, transformador y cableado desde el transformador hasta las tarjetas del cabezal, hará que se funda este fusible. Incluso algunos fallos en puentes rectificadores, como BR3 o el de la tarjeta fliptronics pueden llegar a fundirlo (aunque en estos últimos casos lo normal es que salte el fusible propio de cada circuito).

Tarjeta driver/alimentación en juegos WPC-S y anteriores

Estos juegos utilizan los fusibles estándar americanos de 1.25".

- **F101:** localizado en la parte superior central de la tarjeta. 2'5 A SB (fusión lenta) (no-Fliptronic) o 3 A SB (Fliptronic). Usado para el flipper izquierdo en juegos no-Fliptronic. En juegos Fliptronic se usa para diversas solenoides. Una bobina en corto o energizada permanentemente puede provocar que se funda este fusible.
- **F102:** localizado en la parte superior central de la tarjeta 2'5 A SB (no-Fliptronic) o 3 A SB (Fliptronic). Usado para el flipper derecho en juegos no-Fliptronic. En juegos Fliptronic se usa para diversas solenoides. Una bobina en corto o energizada permanentemente puede provocar que se funda este fusible.
- **F103:** localizado en la parte superior central de la tarjeta. 3 A SB. Usado para las solenoides 25 a 28. Una bobina en corto o energizada permanentemente puede provocar que se funda este fusible.

- **F104:** localizado en la parte superior central de la tarjeta. 3 A SB. Usado para las solenoides 9 a 16. Una bobina en corto o energizada permanentemente puede provocar que se funda este fusible.
- **F105:** localizado en la parte superior central de la tarjeta. 3 A SB. Usado para las solenoides 1 a 8. Una bobina en corto o energizada permanentemente puede provocar que se funda este fusible.
- **F106, F107, F108, F109, F110:** localizados en la parte inferior izquierda de la tarjeta. Todos de 5 A SB. Usados para cada una de las ristas de la iluminación general (GI). Un corto en algún punto de estos circuitos puede provocar que se funda alguno de estos fusibles.
- **F111:** localizado en la parte superior central de la tarjeta. 5 A SB. Usado en la entrada de alterna del circuito de las lámparas flash. Un corto en alguna de estas lámparas puede provocar que se funda este fusible.
- **F112:** localizado en la parte superior central de la tarjeta. 7 A SB. Usado en la entrada de alterna del circuito de solenoides. Una bobina en corto o energizada permanentemente puede provocar que se funda este fusible.
- **F113:** localizado en la parte superior central de la tarjeta. 5 A SB. Usado en la entrada de alterna del circuito que genera los +5 Vcc estabilizados
- **F114:** localizado en la parte superior central de la tarjeta. 8 A FB (fusión rápida). Usado en la entrada de alterna del circuito que genera los +18 Vcc de la matriz de lámparas. Un corto en el circuito de lámparas controladas puede provocar que se funda este fusible.
- **F115:** localizado en la parte central izquierda de la tarjeta. 3/4 A FB. Usado para los +12 Vcc de la matriz de interruptores. Un fallo en el integrado U20 en la tarjeta CPU puede ocasionar que se funda este fusible.
- **F116:** localizado en la esquina superior izquierda de la tarjeta. 3 A SB. Usado para los +12 Vcc no estabilizados.

Tarjeta Fliptronics en máquinas WPC-S y anteriores

Estos juegos usan fusibles estándar de 1.25" (6x32mm)

- **F901:** 3 A SB. Usado para el flipper inferior derecho.
- **F902:** 3 A SB. Usado para el flipper inferior izquierdo.
- **F903:** 3 A SB. Usado para el flipper superior derecho.
- **F904:** 3 A SB. Usado para el flipper superior izquierdo.

NOTA: ¡En ocasiones, los fusibles F903 y F904 de la tarjeta fliptronics se utilizan para otras bobinas distintas de los flippers! Por ejemplo, en la Theatre of Magic (que no tiene flippers superiores), F903 y F904 se utilizan para dos potentes electroimanes del tablero. Esto puede llegar a despistar mucho.

Tarjeta de sonido en máquinas WPC-S y anteriores

Estos juegos usan fusibles estándar de 1.25" (6x32mm).

- **F501:** 3 A SB. Usado para los -25 Vcc.
- **F502:** 3 A SB. Usado para los +25 Vcc.

Tarjeta controladora DMD en máquinas WPC-S y anteriores

Estos juegos usan fusibles estándar de 1.25" (6x32mm)

- **F601:** 3/8 A FB. Usado para los +62 Vcc.
- **F602:** 3/8 A FB. Usado para los -113, -125 Vcc..

Tarjeta driver/alimentación en máquinas WPC-95

Usa fusibles tipo "T" de 250 V (.75" o 5x20mm).

- **F101:** T0.63 A +12 Vcc estabilizados.
- **F102:** T4.0 A Solenoides #9 a #16.
- **F103:** T4.0 A Solenoides #1 a #8.
- **F104:** T4.0 A Solenoides #25 a #28.
- **F105:** T4.0 A +5 Vcc lógica.
- **F106:** T5.0 A +18 Vcc matriz de lámparas.

- **F107:** T4.0 A Flash secundario.
- **F108:** T6.3 A Solenoides secundario.
- **F109:** T4.0 A +12 Vcc no estabilizados.
- **F110:** T4.0 A GI#5 blanco/violeta.
- **F111:** T4.0 A GI#4 blanco/verde.
- **F112:** T4.0 A GI#3 blanco/amarillo.
- **F113:** T4.0 A GI#2 blanco/naranja.
- **F114:** T4.0 A GI#1 blanco/marrón.
- **F115:** T4.0 A Flippers +50 Vcc.
- **F116:** T4.0 A Flippers +50 Vcc.
- **F117:** T4.0 A Flippers +50 Vcc.
- **F118:** T4.0 A Flippers +50 Vcc.

Tarjeta audio/vídeo en máquinas WPC-95

Usa fusibles tipo "T" de 250 V (.75" o 5x20mm).

- **F501:** T2.5 A -15 Vcc.
- **F502:** T2.5 A +15 Vcc.
- **F601:** T0.315 A +62 Vcc.
- **F602:** T0.315 A -113 y -125 Vcc.

Filtro de línea

Localizado en el mueble cerca de la caja del monedero.

- WPC-S y anteriores: 8 A FB, fusibles de 1.25".
- WPC-95 (Norteamérica): T5.0 A, fusibles tamaño "T".
- WPC-95 (resto): T4.0 A, fusibles tamaño "T".

Mensaje de error "Check Fuses F114/F115" (o F106/F101 en WPC-95).

Este mensaje de error que puede aparecer en el informe de autodiagnóstico (test report), y es un problema muy común en pinballs WPC. La avería se puede complicar no tanto cuando alguno de esos fusibles está realmente fundido, sino cuando no lo están y sin embargo el mensaje de error persiste.

Si el fusible F114 (o F106 en WPC-95) está efectivamente fundido, suele ser porque el puente rectificador BR1 está abierto o en corto (D11-D14 en WPC-95), también puede ser por los condensadores C6 o C7, o el regulador de tensión LM7812 en Q2.

Si este fusible está bien, comprueba el fusible F115 (o F101 en WPC-95). Si está fundido se debe típicamente a un corto en el chip U20. Posiblemente también esté en corto U14 (o U23 en WPC-95). Ambos chips están en la tarjeta CPU.

La manera en que la máquina detecta si los fusibles F114/F115 están fundidos es a través de la matriz de interruptores. Mirando la tabla de la matriz de interruptores, se puede ver que el interruptor 24 en todos los pinballs WPC está etiquetado como "always closed" (siempre cerrado). Este interruptor 24 es monitorizado por la rutina de autodiagnóstico de la CPU. Si la rutina detecta que el interruptor no está cerrado, entonces asume que ha fallado la alimentación a la matriz de interruptores, y por tanto que uno de los fusibles F114/F115 (o F106/F101 en WPC-95) está fundido. El problema con esta forma indirecta de detección es que los fusibles pueden estar bien y el fallo provenir de los chips que controlan la matriz, dando un falso error de fusible fundido.

De cualquier manera, lo primero es comprobar estos fusibles. Si alguno de ellos está fundido (F114/F115 o F106/101 en WPC-95), cámbialo y enciende el juego. Si vuelve a fundir puedes intentar esto:

- Apaga el pinball.
- Saca el fusible F115.
- Pon un nuevo fusible en F114.
- Enciende el pinball y mira si F114 se funde.

Si F114 se funde, la avería apunta a un corto en el puente rectificador BR1, (o diodos D11-D14 en WPC-95) o en los condensadores C6 o C7. Con un polímetro mide tensión en TP8. Debería haber cerca de +18 voltios - si es menor (pero mayor de 2 voltios), los condensadores C6 y/o C7 son los principales sospechosos.

Si F114 no se funde, repite el proceso metiendo esta vez el fusible F115. Si al volver a encender el pinball se funde F115 o bien está mal el regulador de tensión 7812 o hay un corto en algún lugar del tablero.

Si no se funde ninguno de los dos fusibles, F114 (el fusible anterior a BR1) o F115 (el fusible posterior posterior al regulador de tensión 7812), hay que investigar otras posibles causas de que aparezca el mensaje de error "Check Fuses F114/F115".

Las siguientes comprobaciones se deben realizar teniendo sólo enchufado el conector J101 (J129 en WPC95) de entre todos los conectores asociados a este circuito en la tarjeta de drivers. Concretamente asegúrate de que J114, J116/J117/J118 y el cable plano están desenchufados (en WPC95 desconecta J101 y J138/J139/J140/J141). Esto sacará del circuito cualquier componente ajeno a la tarjeta que utilice los +12 voltios.

A continuación comprueba la tensión en TP8, debe ser de +20 voltios (TP102 en WPC95). Si está bien el voltaje en este punto, entonces el puente BR1 y los condensadores C6/C7 están bien (D11-D14 y C11/C12 en WPC95). Si por el contrario no hay tensión aquí o bien el fusible F114 está mal (F106 en WPC95) o el puente BR1 está abierto (diodos D11-D14 en WPC95). A continuación comprueba la tensión en ambos extremos de D1 y D2 (1n4004). La entrada es por el lado opuesto a la banda de D1, aquí debería haber 20 Vcc. La salida es por el lado banda de D2 y debería haber unos 16 Vcc. Si no hay tensión aquí, entonces D1 o D2 están abiertos. Desde D2 la tensión de continua no regulada va hasta el regulador de tensión Q2 pin 1 (7812). En este pin debería haber unos 16 Vcc. La salida de Q2 es por el pin 2, y debería tener 12 Vcc. Si hay tensión en el pin 1 de entrada pero no en el pin 2 de salida, hay que cambiar el regulador Q2. La tensión ya regulada va desde q2 hasta el condensador C2 que es de 100 mfd 25 voltios (C40 en WPC95). He visto placas en las que este condensador presentaba fugas, fallaba y el derrame llegaba a romper la pista en C2, así que es algo a comprobar. Por último los 12 voltios van a través del fusible F115 y llegan al TP3 (F101 y TP100 en WPC95).

Si los fusibles F114/F115 (o F106/101 en WPC-95) y todo el circuito asociado están bien, pero persiste el mensaje de error, entonces hay un problema en la matriz de interruptores. Como mencionábamos antes, la CPU monitoriza que el interruptor 24 esté siempre cerrado. Este interruptor 24 está físicamente cerrado por medio de un cableado que va desde el conector en la tarjeta CPU J212, hasta la tarjeta de interfase del monedero (coin door interface board) conector J3. Aquí la columna 2 y la fila 4 de la matriz de interruptores están unidas a través de un diodo 1N4004, con el lado banda conectado a la columna 2. Si cualquiera de estos conectores están desenchufados, o el cable que los une está roto, aparecerá el mensaje de error (aunque raramente este es el problema).

Asumiendo que todo lo anterior está bien, lo siguiente a comprobar es el chip U20 (ULN2803) en la tarjeta CPU. A menudo este chip se quema, típicamente por un contacto accidental de la tensión de solenoides con algún interruptor del tablero. A partir del WPC-S, Williams montaba este chip en zócalo debido a que esta avería es bastante frecuente. Si U20 está mal, la máquina lo reportará con el mensaje de error de fusibles F114/F115 (o F106/F101) (aunque en este caso los fusibles estén bien). Cambia U20 con un chip ULN2803 nuevo (monta un zócalo en caso de que no lo tenga). Si con esto el error todavía persiste, cambia el chip U14 de la tarjeta CPU (74LS374) (U23 en WPC-95, que es un 74HC237).

Con respecto a U14 (74LS374 en WPC/WPC-S) y U23 (74HC237 en WPC-95). Este chip puede "morir" sin que falle el chip U20 (ULN2803). Esto es muy extraño, ya que U14 está entre U20 y la propia CPU, es decir, que U20 es el chip que está en contacto directo con el exterior y debía ser el primero en fundirse en caso de algún problema de cortocircuito en el tablero. Pero lo cierto es que en ocasiones sucede que el que falla es U14 sin que falle U20 (aunque no es lo más frecuente).

A modo de resumen, esta es una pequeña guía paso a paso para aislar la avería que pueda estar causando el mensaje de error del fusible F114/F115 (o F106/F101 en WPC-95), asumiendo que los fusibles no están realmente fundidos.

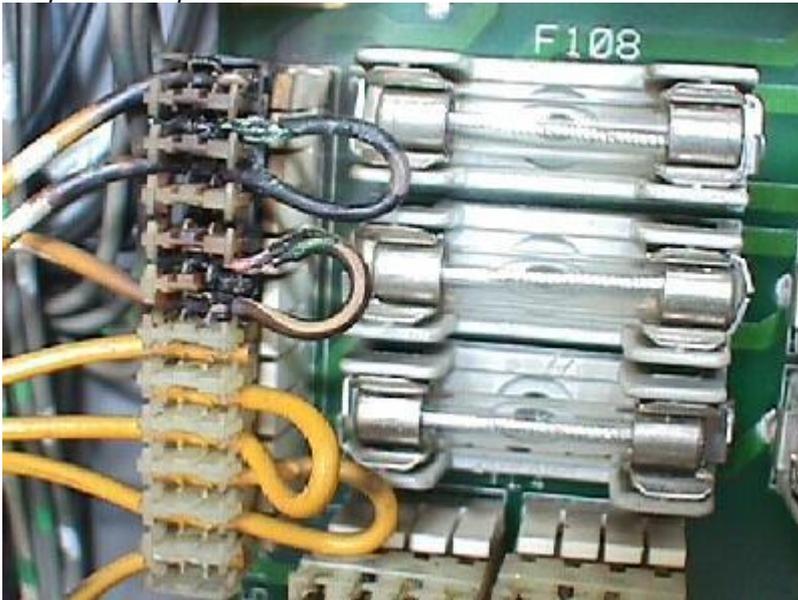
Con el pinball encendido y la puerta del monedero abierta:

- Comprueba los voltajes en alterna en el conector J101 pines 4 y 7 (o J129 pines 4 y 7 en WPC-95). La tensión debe estar entre los 13 y 18 voltios de alterna. Esta es la tensión de alterna que viene del transformador. Si no hay tensión aquí, comprueba los conectores molex relacionados en el transformador y el propio J101 en la placa de drivers.
 - Comprueba el voltaje en continua entre TP8 (o TP102 en WPC-95) y tierra. La lectura debe estar entre 16 y 18 voltios de continua. Si no llega tensión aquí, cambia BR1 (o D11-D14 en WPC-95). El fallo puede también estar motivado por pistas de circuito impreso o casquillos de soldadura rotos. Utilizar puentes cableados para BR1 (como se describe en la sección [Reseteos Intempestivos](#)) puede ser la mejor solución para este problema.
 - Comprueba el voltaje en continua entre TP3 (o TP100 en WPC-95) y tierra. Deben haber 12 voltios de continua. Si no hay tensión aquí, comprueba o sustituye directamente los diodos D1 y D2 (1N4004, en todas las familias WPC).
 - Si sigues sin tensión en TP3 (o TP100 en WPC-95) y los diodos D1/D2 están OK, cambia Q2 (en todas las familias WPC) que es un regulador de tensión LM7812 para los voltios. Comprueba también el condensador C2 (C40 en WPC95) y las pistas del circuito impreso por si estuvieran rotas.
 - Si hay tensión en TP3, cambia U20 en la tarjeta CPU (ULN2803). Al "morir" U20 puede haberse estropeado también 74LS374 en U14 (en WPC-95 es U23, un 74HC237) también en la tarjeta CPU.
 - Si permanece el problema, o BR1 (diodos D11-D14 en WPC-95) se pone REALMENTE caliente, comprueba todos los transistores TIP107 en la tarjeta de drivers. Si todos están bien, comprueba/sustituye el chip ULN2803 en U19 (o U11 en WPC-95) en la tarjeta de drivers, o quizás el 74LS374 en U18 (o U10 en WPC-95) en la tarjeta de drivers.
-

2b. Antes de encender la máquina: Conectores GI quemados (y diodos GI en máquinas WPC-95)

A menudo cuando enciendes un pinball WPC recién adquirido, te encuentras con que las luces de la iluminación general (GI) no funcionan. Esto puede estar causado por algún conector quemado.

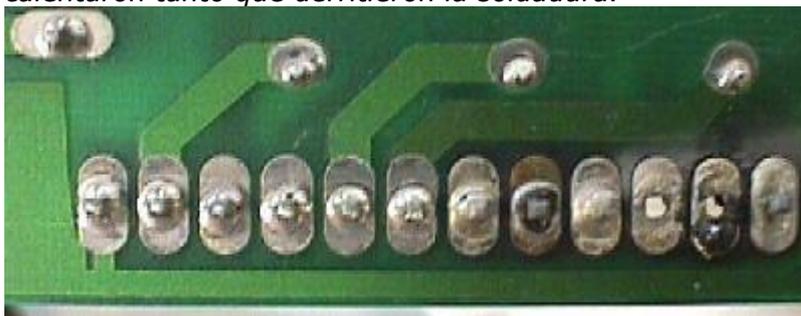
El conector de GI J115 usado hasta 1993. Este conector está localizado en la tarjeta driver/alimentación en la esquina inferior izquierda, junto a un grupo de cinco fusibles. La resistencia extra es el resultado de soldaduras frías o fatigadas, o de conectores más bien pequeños con insuficiente superficie para manejar los requerimientos de la GI. Fíjate en el uso de conectores blancos en los primeros pinballs WPC.



El transformador reduce la tensión de 120 voltios de alterna (Vca) a 6 Vca (n.t. en máquinas destinadas a Europa la tensión de entrada sería 220 Vca). Los 6 Vca van al conector J115 (o J103 en máquinas WPC-95) en la tarjeta de drivers. Este voltaje entrante va a través de fusibles (F106 al F110 en máquinas WPC-S y anteriores, F110 al F114 en máquinas WPC-95), luego a los triacs (una especie de transistor). Los triacs permiten que la CPU controle la intensidad de las lámparas de iluminación general. Después de los triacs, la corriente alterna controlada va a los conectores J120 y J121 (J105 y J106 en WPC-95), y de ahí a las lámparas de iluminación general. Cuando se enciende un pinball WPC, las lámparas de iluminación general (GI) no se encienden hasta que la CPU ha terminado de arrancar y se inicializa el sistema (excepto en WPC-95, donde dos de las cinco ristas de lámparas GI no están controladas por triacs; estas tiras se encienden tan pronto como se enciende el juego y la CPU no puede hacer nada para controlar su brillo).

En juegos WPC anteriores a la Twilight Zone, con un conector J115 blanco, el conector tiende a calentarse y puede fallar. Esto pasa porque el conector molex no tiene suficiente área de contacto para manejar los requerimientos de potencia de la GI. El calor del conector provocará fatiga a las uniones soldadas lo que incrementa la resistencia, aumentando en consecuencia el calor. Los pines del conector se ponen tan calientes que ablandan las soldaduras. Todo esto redundará en más resistencia, lo que provoca más calentamiento. Esto prosigue hasta que se quema la tarjeta, el calor fatiga al fusible y este falla, o los pines de los conectores se caen (¡o se queman!) y se abre el circuito.

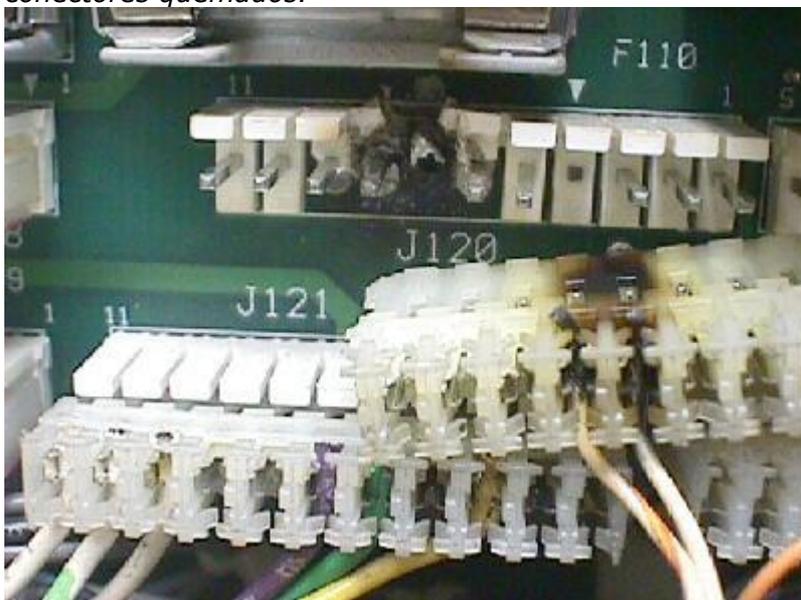
La tarjeta driver/alimentación vista por atrás. Fíjate en las soldaduras frías a la derecha, y los dos pines que faltan que se calentaron tanto que derritieron la soldadura.



En los pinball del WPC original (1990 a 1993), el conector de GI, J115, está hecho de plástico blanco lechoso (como todos los demás conectores). Son conectores de desplazamiento del aislamiento (IDC) fabricados por Panduit y conocidos como serie Mas-Con (Panduit es una compañía de conectores similar a Molex). Con la Twilight Zone en 1993, Williams cambió el conector J115 introduciendo un conector negro Panduit "Box" de "alta temperatura", que es como una versión Trifurcon del conector IDC. Los pines dentro del alojamiento del conector son del tipo de triple contacto (aunque al estilo IDC). Además la carcasa negra del conector aguanta mucha más temperatura antes de empezar a quemarse. Este conector negro está especificado para 12.5 amperios, cable calibre AWG 18 (equivalente a 1 mm²) y hasta 75 °C. El tipo de conector blanco anterior está especificado para 8 amperios, cable AWG 18 a 20 °C, pero a medida que la temperatura aumenta la capacidad en corriente del conector cae de forma proporcional. A 60 °C de temperatura ambiente, los conectores blancos sólo son capaces de manejar unos 4,5 amperios. Una cadena de lámparas GI a plena carga consumen sobre 5 amperios (utilizando lámparas #44). Puesto que 60 °C pueden alcanzarse fácilmente en un cabezal WPC en un juego que esté todo el día encendido, se explica porque es tan habitual ver conectores del circuito GI quemados. Gracias a Tony por esta información sobre el amperaje de los conectores.

Con la generación WPC-95, Williams puso conectores negros de alta temperatura para todos los circuitos GI y metió cables de mayor sección para los circuitos GI del tablero. Esto casi solucionó todos los problemas de la GI aunque los cables de iluminación general del cabezal continuaban siendo demasiado finos.

Un conector J120 en una máquina WPC-S. Fíjate en la sección del cable usado en el conector J120. Es muy pequeña comparada con la usada para el conector J121. Esto aumenta el problema de conectores quemados.



Reparación de un conector quemado.

¡Reparar un conector quemado requiere algo más que simplemente cambiar el conector! Necesitas también desmontar la tarjeta driver/alimentación y **cambiar** los pines machos. Por la vía rápida, puedes limpiar y estañar los pines viejos, y volverlos a soldar a la tarjeta. Pero como el recubrimiento original se ha perdido, volverán a perder el brillo rápidamente, y el problema se reproducirá. Recuerda, Si sólo cambias el conector y no reemplazas (o como mínimo limpias y estañas) los pines de la tarjeta, la resistencia seguirá estando ahí (por las soldaduras frías o fatigadas y por los pines sucios). El nuevo conector acabará también quemándose.

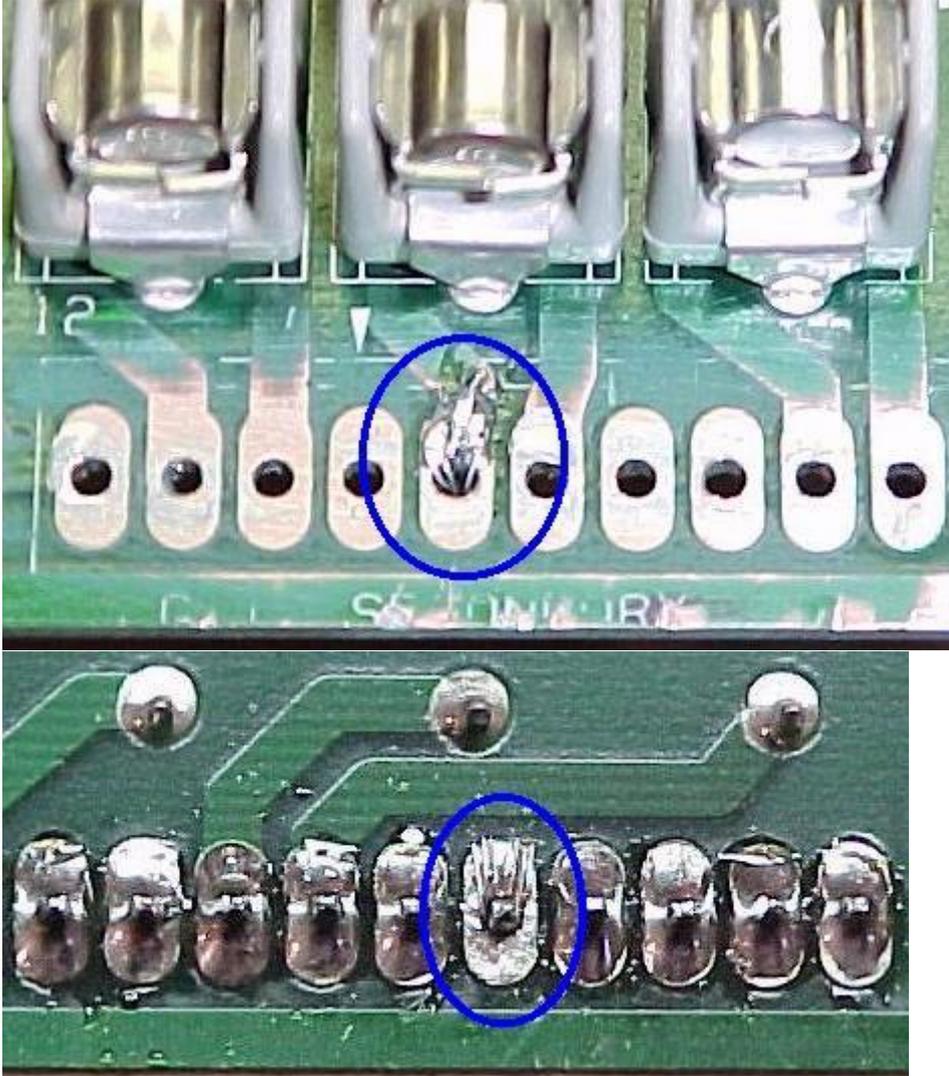
Al reemplazar los conectores machos de la tarjeta...

Cuando se cambie un conector de pines machos en la tarjeta de drivers relacionados con la GI (conectores J115, J120, J121 o J103, J105, J106 en WPC-95), es una buena idea comprobar continuidad con el DMM en AMBAS CARAS de la tarjeta. A menudo están rotos o levantados los casquillos metálicos que recubren los taladros donde se sueldan los componentes de la tarjeta (en este caso los pines de los conectores). Esto no es un problema demasiado grave en las pistas que van por el lado de soldaduras de la tarjeta (ya que los componentes se sueldan por este lado). Pero si que resulta problemático en el caso de las pistas que van por el lado de componentes de la tarjeta. Comprueba la continuidad entre las almohadillas de soldadura en ambas caras de la tarjeta en cada uno de los agujeros del conector GI que vayas a cambiar. Si no hay continuidad, será necesario hacer un "remiendo soldado". el remiendo se hace con algunos hilos de cable pelado que atraviesen el taladro de la tarjeta, y doblados sobre la almohadilla de cada lado de la tarjeta. Esto conectará ambos lados como estaban originales con los casquillos plateados que van en estos taladros. Una vez que los cables están colocados a través del taladro, suéldalos en el lado componentes de la tarjeta. Luego instala el nuevo conector macho con los pines insertados en los taladros (incluyendo el remendado), y por último suelda todos los pines en el lado de soldaduras de la tarjeta.

Esta es la disposición de pines en el conector J115 de GI en la tarjeta de drivers WPC y WPC-S. Si los pines del conector macho J115 está quemado, es bueno comprobar las pistas asociadas para ver como están de afectadas (especialmente los casquillos metálicos que recubren los taladros de la placa donde se insertan los pines del conector J115). Hazlo antes de cambiar el conector, así sabrás que casquillos necesitan ser reparados (antes de insertar los pines del conector nuevo). Verifica una a una las pistas que conectan estos pines con sus respectivos componentes. Importante: cuando midas la resistencia o continuidad de estas pistas hazlo con el conector desenchufado o puedes obtener lecturas falsas. El pin 1 de J115 es el pin inferior.

- J115 pin 1 - tierra
- J115 pin 2 - F106 (fusible inferior izquierdo)
- J115 pin 3 - F110 (fusible inferior derecho)
- J115 pin 4 - F109 (fusible superior derecho)
- J115 pin 5 - F107 (fusible intermedio izquierdo)
- J115 pin 6 - F108 (fusible superior izquierdo)
- J115 pin 7 - Q10 patilla superior (triac inferior derecho)
- J115 pin 8 - Q18 patilla inferior (triac superior derecho)
- J115 pin 9 - key (código)
- J115 pin 10 - Q16 patilla superior (triac intermedio inferior)
- J115 pin 11 - Q14 patilla superior (triac intermedio superior)
- J115 pin 12 - Q12 patilla superior (triac izquierdo)

La almohadilla de soldadura en J115 que está dentro del círculo no tiene continuidad con la otra cara de la placa (lado soldaduras) porque le falta el casquillo que recubriría el taladro. Si se soldara así el nuevo conector, este pin no quedaría unido a la pista y por tanto al componente que le corresponde. Para solucionarlo se insertan algunos hilos de cable "pelados" en el taladro (un remiendo), y se sueldan por el lado componentes de la placa. Luego los pines del nuevo conector se introducen en los agujeros y se sueldan por el lado de soldaduras de la placa como corresponde.



Arriba se ven que ya están soldados todos los pines del nuevo conector, excepto el pin "remendado" (encerrado en el círculo. Se aprecian los hilos del "remiendo" ¡El pin se soldó justo después de tomar la foto!

Una vez más comprueba la continuidad en el conector J115.

Una vez montado el nuevo conector macho en la tarjeta de drivers, comprueba de nuevo con el DMM continuidades, para asegurarte de que no hay pistas rotas. Insisto mucho en esto porque jamás he tenido problemas con los triacs de G.I pero si muchísimos relacionados con pistas rotas en este circuito. Todas las pruebas de continuidad deben hacerse midiendo los pines desde el lado de componentes de la tarjeta de drivers, con la máquina apagada, y con los conectores J115, J120, J121 y J119 desenchufados. Estas son las rutas a comprobar (sólo válido para tarjetas driver WPC-S y anteriores:

- J115 pin 1 a tierra (común). Si esta conexión está rota, la GI puede atenuarse de una forma descontrolada.
- J115 pin 2 -> fusible F106 (inferior izquierdo) -> J120/J121 pin 11, -> J119 pin 1.
- J115 pin 3 -> fusible F110 (inferior derecho) -> J120/J121 pin 7.
- J115 pin 4 -> fusible F109 (superior derecho) -> J120/J121 pin 8.
- J115 pin 5 -> fusible F107 (intermedio izquierdo) -> J120/J121 pin 10.
- J115 pin 6 -> fusible F108 (superior izquierdo) -> J120/J121 pin 9.

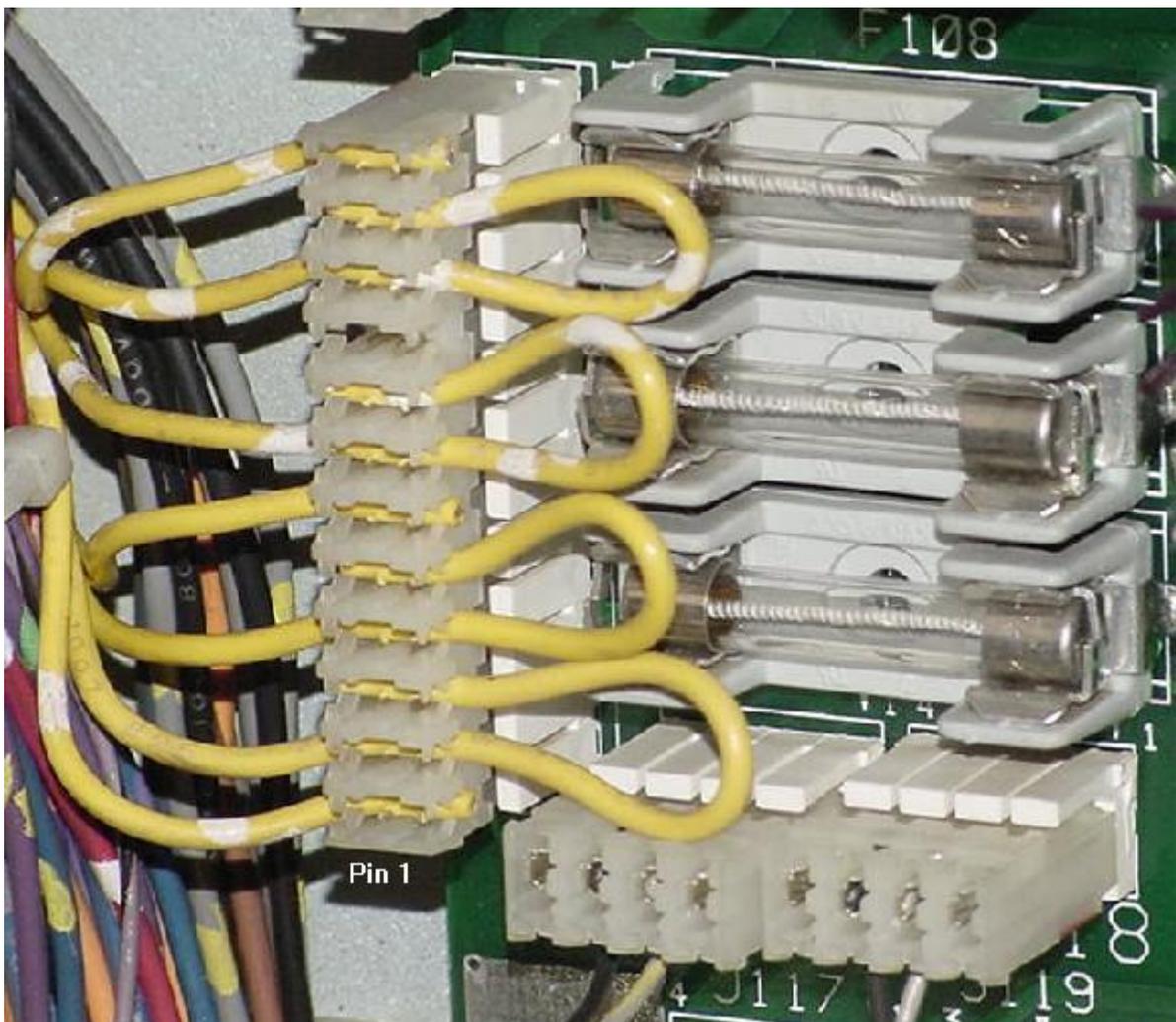
- J115 pin 7 -> Q10 patilla superior (triac inferior derecho) // Q10 patilla central -> J120/J121 pin2.
- J115 pin 8 -> Q18 patilla inferior (triac superior derecho) // Q18 patilla central -> J120/J121 pin1.
- J115 pin 9 - key (código)
- J115 pin 10 -> Q16 patilla superior (triac lower mid) // Q16 patilla central -> J120/J121 pin5.
- J115 pin 11 -> Q14 patilla superior (triac upper mid) // Q14 patilla central -> J120/J121 pin3.
- J115 pin 12 -> Q12 patilla superior (triac left) // Q12 patilla central -> J120/J121 pin6, -> J119 pin3.

Cableado de conector G.I J115.

En pinballs anteriores a la introducción del conector negro para J115 (anteriores a Twilight Zone), sólo había dos colores para los cables de entrada al conector J115: tres amarillos (la acometida) y cuatro amarillo-blanco (el retorno). Todos estos cables se conectan al transformador. Esta es la distribución de pines:

- J115 pin 1,7,8,10,11,12 = Amarillo-Blanco (retorno GI)
- J115 pin 9 = key (código)
- J115 pin 2,3,4,5,6 = Amarillo (acometida GI)

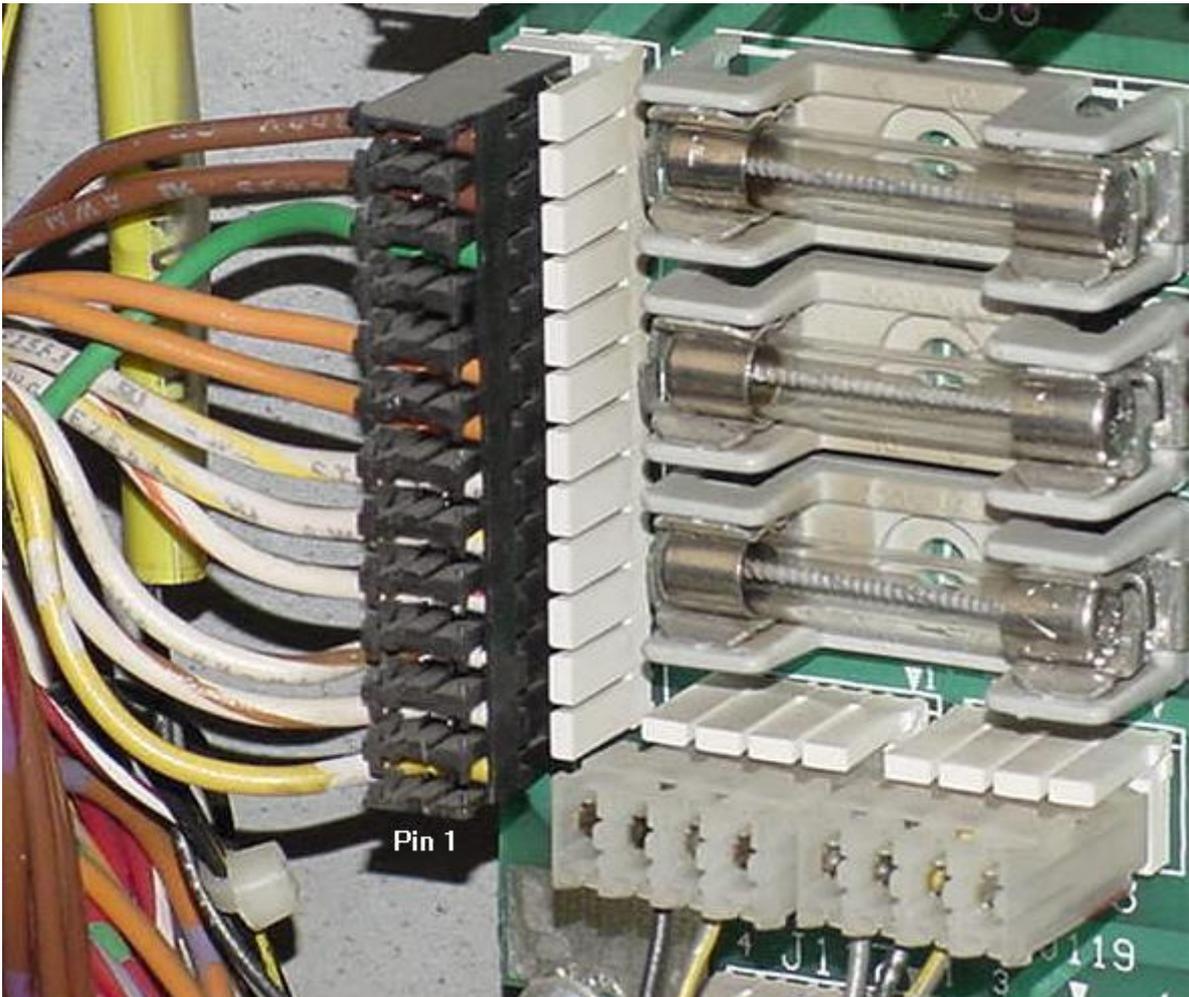
Los primeros modelos WPC sólo utilizaban dos colores en los cables del conector J115 (amarillo y amarillo con bandas blancas). Esta es una foto de un conector en buen estado.



Los modelos con enchufe negro para el conector J115 (Twilight Zone a Jackbot) utilizan colores diferentes para los cables. Este es el cableado típico (sacado de una Corvette):

- J115 pin 11,12 = marrón
- J115 pin 10 = verde
- J115 pin 9 = key (código)
- J115 pin 7,8 = naranja
- J115 pin 5,6 = blanco con amarillo
- J115 pin 4 = blanco con naranja
- J115 pin 2,3 = blanco con marrón
- J115 pin 1 = amarillo con blanco

Los siguiente modelos de pinballs WPC (más o menos de Twilight Zone hasta Jackbot) utilizaban el enchufe negro y diferentes colores para los cables del conector J115. Este en concreto es el cableado del conector J115 de una Corvette, que es una muestra típica de estos juegos. Este mismo esquema de colores y orientación de los pines fue el utilizado para el WPC-95.



Prueba de la G.I. en tensión.

Ahora que los pines de los conectores relacionados con la G.I. en la tarjeta de drivers han sido testeados en continuidad, ya podemos probar la G.I. con la máquina encendida. Con los conectores J120, J121 y J119 desenchufados, utiliza el polímetro ajustado para medir voltios de corriente alterna y comprueba que hay entre 6.3 y 7.3 voltios en los pines siguientes: (información válida sólo para tarjeta de drivers WPC-S y anteriores:

- Ristra 1 GI: J120 pin 1 y J120 pin 7 (triac Q18, fusible F110).
- Ristra 2 GI: J120 pin 2 y J120 pin 8 (triac Q10, fusible F109).
- Ristra 3 GI: J120 pin 3 y J120 pin 9 (triac Q14, fusible F108).
- key (código) J120 pin 4.
- Ristra 4 GI: J120 pin 5 y J120 pin 10 (triac Q16, fusible F107).
- Ristra 5 GI: J120 pin 6 y J120 pin 11 (triac Q12, fusible F106).

- Ristra 5 GI: J119 pin 1 y J119 pin 3 (triac Q12, fusible F106).

En caso de que falle alguna tensión, se puede medir también en el propio triac para determinar si el fallo está en este componente. La lengüeta metálica del triac está conectada internamente a la patilla central del mismo. Debe haber 6.3 voltios AC en esta patilla (se miden fácilmente en la lengüeta metálica) (con la información de arriba puedes saber donde tienes que poner la otra punta de medida del polímetro).

Si hay 6,3 V en esta lengüeta, hay un problema entre el triac y J120, en la pista o en la soldadura del conector (seguramente en el casquillo del taladro).

Si en lengüeta no hay 6,3 V, lo siguiente es medir en la patilla izquierda del triac, si hay 6.3 voltios en esta patilla, entonces hay un problema en el triac. Si por el contrario tampoco hay 6.3 V, entonces el problema está entre J115 y el triac.

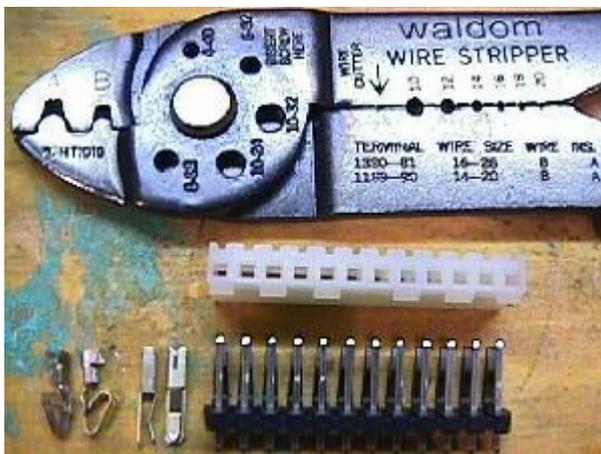
Conectores con pines de prensar (crimpar) frente a conectores de desplazamiento del aislamiento.

Los conectores de desplazamiento del aislamiento (IDC) son muy adecuados para montaje en una línea de ensamblado automático. No precisa pelar los cables, el cable simplemente se aprieta contra la "V" del pin, que corta (desplaza) el aislamiento para hacer contacto con el cable. Pero no son muy buenos a largo plazo. Muchos problemas en juegos antiguos son atribuibles a estos conectores IDC. Un sistema bastante mejor usa pines de prensar (crimp-on pin). Necesitarás una herramienta especial para prensarlos, pero la fiabilidad será mucho mayor. Usa solamente conectores con pines de prensar cuando cambies conectores quemados.

Información más detallada sobre conectores y como crimpar.

Para más información de como crimpar conectores, y el ABC de estos elementos tan importantes, mira el siguiente documento en marvin3m.com/connect.

Una tenaza de prensar o engastar (arriba), dos tipos diferentes de pines hembras (izq.), una carcasa nueva y pines machos. Fíjate en los pines hembras; los dos de más a la izq. son del tipo de prensar, con lámina flexible o escobilla de contacto. Los dos pines más a la dcha. son pines de desplazamiento del aislamiento, pero con dos láminas. Lo ideal es usar pines de prensar, pero con dos láminas (no aparecen en esta foto).



Pines Trifurcon para conectores hembra.

Molex fabrica pines de prensar hembras de .156" llamado "trifurcon" pin (no disponible en el tamaño de .100"). Este estilo de pines de .156" difiere del estilo "normal"; el material del metal es más resistente al calor, y tiene tres láminas o escobillas de contacto en vez de sólo una. El mayor número de puntos de contacto significa que el pin hembra "abraza" al pin macho con una mayor superficie de contacto. Yo recomiendo encarecidamente usar estos pines.

Puedes ver las especificaciones de estos pines en

<http://www.molex.com/product/pcb/6838.html>. Compara estas con las especificaciones de un pin "normal" en <http://www.molex.com/product/pcb/2478.html>.

Molex vende estos pines en "tiras" o en un "carrete". ¡NO compres los pines de esta manera! Siempre cómpralos en "bolsas" (separados). Sencillamente es demasiado difícil cortarlos cuando vienen en tiras. Si no haces un buen trabajo al cortarlos, no entrarán correctamente en su alojamiento en la carcasa del conector. Siempre compra la versión estañada en plata (preferiblemente sobre bronce fosforoso), NO la versión en baño de oro.

- .156" Pin Trifurcon (de tres láminas): referencia # 08-52-0113 (bronce fosforoso estañado en plata) para cable de 18 a 24 AGW). (referencia #08-52-0125 para cable de 22-26 AGW). Este es el mejor material para pines ya que tiene más elasticidad, resistencia a la fatiga y capacidad de corriente. Pero si no lo puedes conseguir, la referencia #08-50-0189 (bronce estañado en plata) también puede utilizarse.
- Carcasa de plástico (conector hembra) para este tipo de pines. Te sugiero el tamaño de 12 pines (porque el conector J115 de GI tiene 12 pines), aunque J120/J121 sólo tengan 11 pines (sólo hay que cortar la posición que sobra). Molex referencia #26-03-4121. Esta es la referencia para el de 20 pines: #26-03-4201.

Conectores machos para montaje en tarjeta.

Hay de diversos tipos. Compra el más largo que haya (con más pines), y corta el conector al tamaño que necesites. Pueden venir con bloqueo o sin él. La variante con bloqueo es la que usarás más.

- .156" conector macho con bloqueo (12 pines): referencia #26-48-**1125**. Este es el tipo más recomendable. La versión de 11 pines es la referencia #26-48-1115.
- .156" conector macho sin bloqueo (12 pines): referencia #26-48-**1121**. Este es el tipo más recomendable. La versión de 11 pines es la referencia #26-48-1111.

* en negrita el número que determina el número de pines, es este caso, 12.

Carcasas de plástico para conectores hembras (enchufes).

En ocasiones habrá que cambiar también la carcasa de plástico del conector hembra porque esté quemada (además de los pines trifurcon que van en su interior). Compra la de mayor número de pines que haya, y corta el conector al tamaño que necesites. Ten presente que la carcasa del conector no influye excesivamente en la calidad del conector, por eso no te vuelvas loco intentando conseguir las versiones negras de alta temperatura (lo más importante son los pines interiores que pongas). Como tamaño mínimo compra el de 12 pines (el tamaño del conector de entrada de GI, J115).

- .156" carcasa blanca (12 pines), referencia #09-50-**3121**. La versión de 11 es la referencia #09-50-3111.
- .156" carcasa blanca (12 pines), referencia #26-03-**4121**: Mouser. Esta versión es más barata y diseñada especialmente para pines Trifurcon. La versión de 11 es la referencia #26-03-4111.

* en negrita el número que determina el número de pines, es este caso, 12.

Clavijas polarizadas.

Una clavija polarizada es un pequeño tapón de nylon que se mete dentro de uno de los huecos de la carcasa del conector hembra de manera que el conector queda codificado (keyed), así no se puede enchufar por error a un conector macho equivocado. Es muy recomendable poner estos tapones si sustituyes la carcasa de un conector hembra.

- 156" clavija polarizada, referencia #15-04-0219

Lista de conectores G.I.

Estos son los conectores de la tarjeta de drivers asociados con la iluminación general. Todos son susceptibles de quemarse y es probable que tengas que cambiar alguno, son todos conectores molex con terminales tipo pin de .156".

En pinballs WPC y WPC-S:

- J115 (12 pines): Conector de entrada G.I., trae la alimentación desde el transformador.
- J120 (11 pines): Conector de salida G.I., normalmente va al backglass*.
- J121 (11 pines): Conector de salida G.I., normalmente va al tablero*.
- J119 (3 pines): Conector de salida G.I., va a la puerta del monedero.

* Depende del modelo.

Pinballs WPC-95:

- J103 (12 pines): Conector de entrada G.I., trae la alimentación desde el transformador.
- J105 (11 pines): Conector de salida G.I., normalmente va al backglass*.
- J106 (11 pines): Conector de salida G.I., normalmente va al tablero*.
- J104 (3 pines): Conector de salida G.I., va a la puerta del monedero.

* *Depende del modelo.*

Cables en bucle en conectores IDC.

Debido al sistema de los conectores IDC (desplazamiento de aislamiento), es posible "pinchar" el mismo cable en más de un pin formando bucles (esto pasa por ejemplo en los conectores de entrada G.I. J115 o J103 en WPC-95). Si cambiamos uno de estos conectores por un conector de pines de crimpar ¿como nos las apañamos para meter *dos* cables en un único pin? La forma más sencilla de hacerlo está descrita [aquí](#). Utiliza tubo termorretractil para rematar las puntas para conseguir un acabado profesional.

Al comprobar los conectores G.I. mira también...

Merece la pena examinar el estado de los otros conectores que suministran los voltajes de alterna a la tarjeta de drivers (que finalmente dan lugar a las tensiones de +5/+12 voltios de corriente continua). Esto puede ser beneficioso para solucionar los fastidiosos problemas de los resets intempestivos. Estos son los conectores a comprobar y sustituir en caso necesario, todos son conectores Molex de .156". Las recomendaciones para cambiarlos son las mismas que con los conectores G.I.:

- *J101 (J129 en WPC-95): 7 pines, conector principal de 9/13 Vca (que finalmente dan lugar al +5 y +12).*
- *J102 (J128 en WPC-95): 9 pines, 16 Vca. No suele dar problemas.*
- *J112 (J127 en WPC-95): 5 pines, 9.8 Vca. No suele dar problemas.*

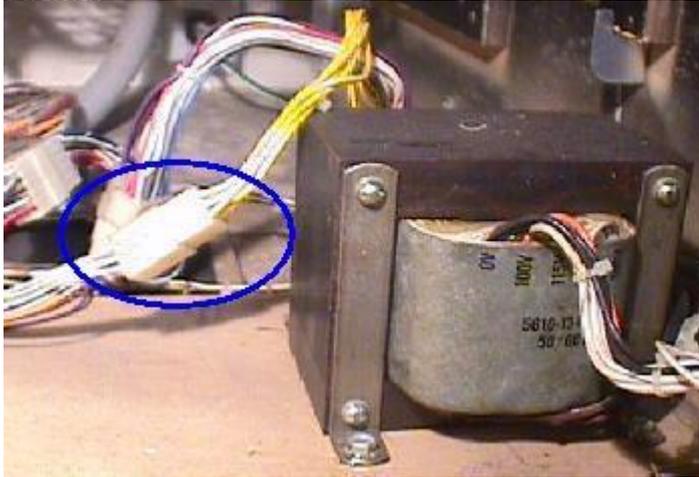
Conectores de .100".

Los utiliza la tarjeta CPU para la matriz de interruptores. Para completar el tema de conectores, estas son sus referencias.

- *.100" pines: Molex referencia #08-50-0114*
- *.100" carcasa blanca para conector hembra (12 pines), referencia #22-01-3**127***
- *.100" clavija polarizada, referencia #15-04-9210.*
- *.100" conector macho con bloqueo (12 pines), referencia #22-23-2**121**. Este es el tipo más recomendable.*
- *.100" conector macho sin bloqueo (12 pines), referencia #22-03-2**121**.*

* *En negrita el número que determina el número de pines, es este caso, 12.*

El transformador de una Indiana Jones. Fíjate en los cables amarillos que van desde el transformador hasta a un conector. Estos son los cables de la GI y aunque es poco frecuente, a veces este conector se quema.



El conector de GI del transformador.

Si estás teniendo problemas con la iluminación general, y no está quemado ningún conector de la tarjeta de drivers, hay un conector más que debes comprobar. Este es el conector que conecta el transformador al circuito GI, en el suelo del mueble, antes de que la alimentación llegue a la tarjeta. Usa un tipo diferente de conector Molex, con pines circulares. Es mucho menos frecuente que se queme este conector que los de la tarjeta, pero a veces sucede. Busca el conector que conecta los cables amarillo/blanco del transformador. Los pines circulares son de .093".

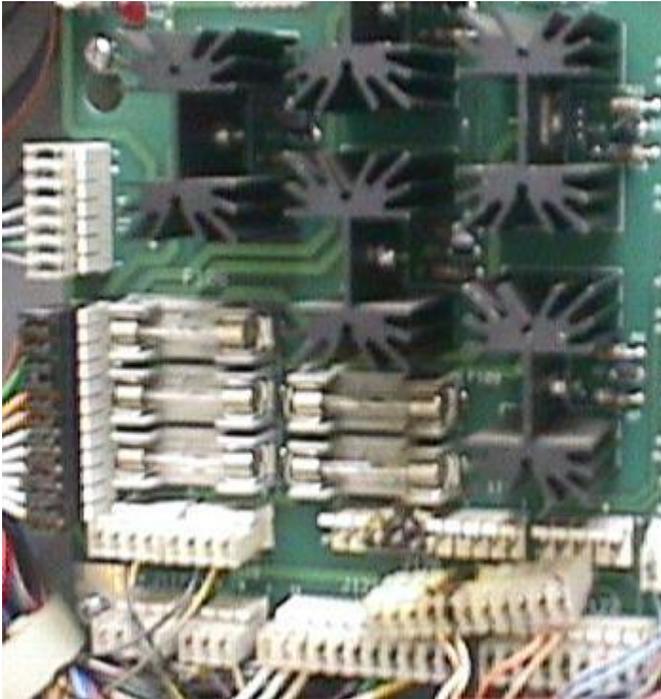
- Pines hembras Molex referencia #02-09-1119 (<http://www.molex.com/product/power/236ftmt.gif>).
- Pines machos Molex referencia #02-09-2118.

Ayudando a prevenir daños en el circuito GI.

Después de reparar la tarjeta y conectores relacionados con la GI, hay una cosa que se puede hacer para evitar daños futuros. El software de todos los pinballs WPC te permiten ajustar la intensidad de las lámparas GI cuando el juego está en modo atracción. En el menú de ajustes estándar ("Adjustments - Standard" (A.1)), ajusta el tiempo del modo ahorro de energía GI (Power Saver time) a 2 minutos (el tiempo mínimo permitido). También ajusta el nivel de ahorro de energía GI (Power Saver level) a "4" (el valor mínimo ajustable). Este sencillo ajuste hará que las lámparas GI sean automáticamente atenuadas a los dos minutos de estar el juego en modo atracción. Esto ayudará mucho a preservar los conectores GI. El pinball retornará de forma automática las luces a la intensidad normal cuando comience una nueva partida.

Izquierda: Una tarjeta driver WPC-S. Observa el conector quemado en J120.

Derecha: Una tarjeta driver WPC-95. Fíjate en los diodos utilizados en el circuito GI (D25 a D32). A partir de la Scared Stiff, estos diodos se quitaron y se pusieron puentes en su lugar porque se calentaban demasiado. En tarjetas drivers WPC-95 anteriores como la de la foto, quita y/o puentea estos diodos con cable 18 AWG (1 mm²). Estos dos juegos de 4 diodos se usaban sólo para la GI del cabezal (que van sin triac).

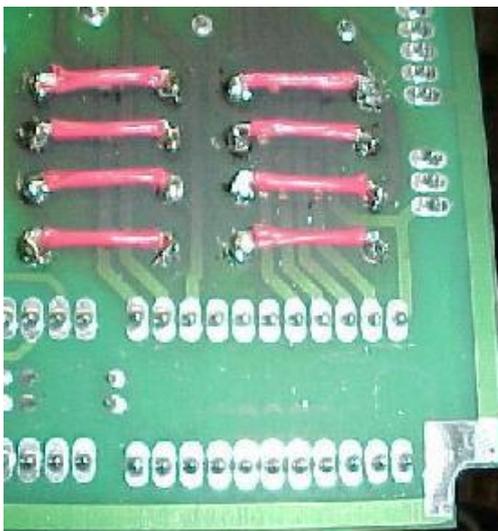


WPC-95 Diodos D25 a D32: Quitar y puentear.

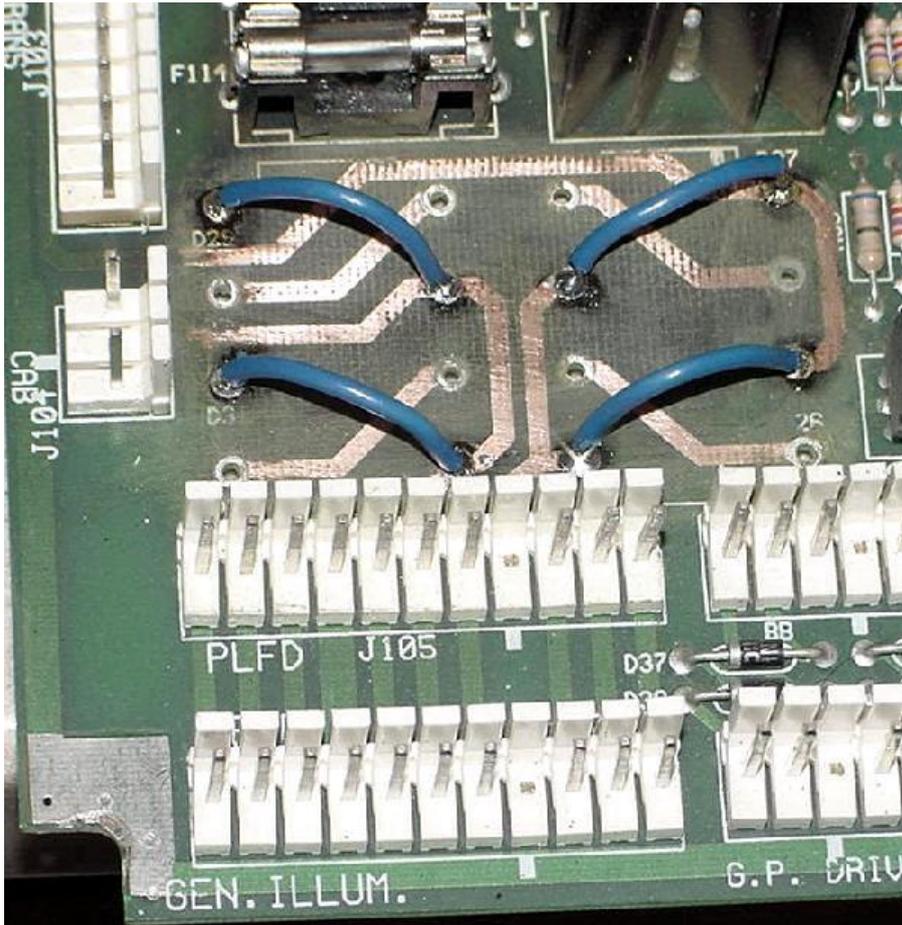
Williams usaba los diodos D25 a D32 en el circuito de iluminación general para convertir los 6.3 Vca a corriente continua. Cada una de las dos ristas de lámparas GI del cabezal (no controladas por la CPU) usaba cuatro diodos como puente rectificador. Esto causaba problemas ya que los diodos se calentaban demasiado y se quemaban con frecuencia, llegando incluso a dañar la tarjeta de drivers. Williams recomienda (empezando con Scared Stiff) quitar estos diodos y reemplazarlos con resistencias de cero ohm. Si no tienes estas resistencias o no quieres quitar los diodos, puedes hacer estos dos puentes entre conectores de entrada/salida con cable de 18 AWG (1mm²):

- J103 pin 11 -> J105 pin 5
- J103 pin 12 -> J105 pin 6

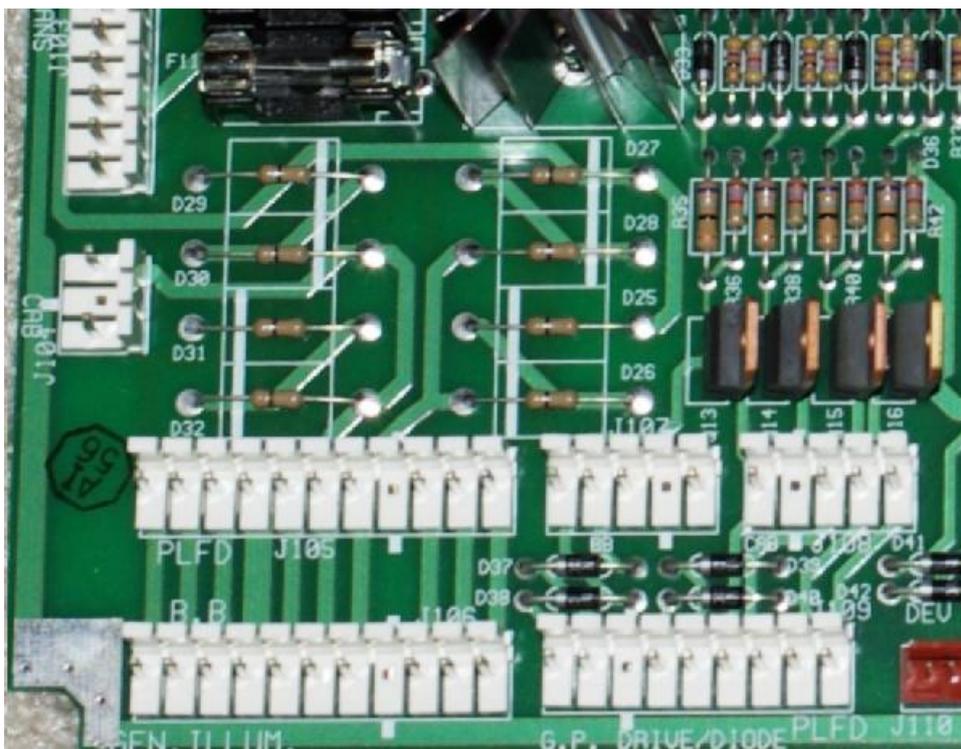
Reverso de una tarjeta driver WPC-95. El área ennegrecida corresponde a los diodos GI D25 a D32. En vez de quitar los diodos originales, simplemente se han puenteado con cable de 1 mm².



Mejor método: En esta alternativa se puentean por el lado de componentes de la tarjeta. Los diodos GI D25 a D32 se han quitado previamente, y sólo se necesitan cuatro puentes en vez de ocho como en el método anterior.



Esta es la alternativa elegante; resistencias de 0 ohmios en vez de diodos. Esta es una tarjeta driver WPC95 posterior que ya venía de fábrica con esas resistencias de 0 ohmios.



2c. Antes de encender la máquina: Test rápido y chapucero de transistores

Siempre que consigo un pinball, antes de encenderlo, realizo un test rápido de todos los transistores TIP102 de activación de solenoides. Lo hago aprovechando que ya estoy en el cabezal (examinando fusibles y conectores GI), y porque un transistor en corto puede causar bastante daño. Este es un procedimiento muy rápido para probar todos los transistores TIP102 que sólo lleva medio minuto:

- **El pinball debe estar apagado.**
- Ajusta el DMM (polímetro) para continuidad (pitido).
- Pon una punta en la palomilla de tierra del cabezal.
- Toca con la otra punta la lengüeta metálica de cada transistor TIP102.
- Si hay cero ohmios (pitido), el transistor está averiado! (en corto)

Antes de encender el pinball, primero cambio cualquier transistor TIP102 que no haya pasado esta prueba. Suelo cambiar también el transistor pre-driver asociado (mira en el capítulo [comprobar transistores y bobinas](#) para más detalles).

2d. Antes de encender la máquina: ¿Debo dejar el juego encendido?

Esta es una pregunta muy común. Después de todo, en los recreativos los pinballs están casi continuamente encendidos con un daño mínimo (¡que se sepa!). Por tanto ¿porqué no hacer lo mismo en casa?

Aunque las máquinas de pinball comerciales están preparadas para estar continuamente encendidas, yo te recomendaría que no dejaras tus máquinas encendidas cuando no las estés usando. Aquí van algunas de las razones:

- Los displays electrónicos (DMD y displays numéricos o alfanuméricos) tienen una vida limitada, que es proporcional al tiempo que han estado encendidos.
- Los circuitos de iluminación general tenderán a sobrecalentarse. En juegos que han estado encendidos largos periodos de tiempo aparecen con más frecuencia conectores y pines quemados.
- Las lámparas no duran eternamente, y no son siempre fáciles de cambiar.
- Las lámparas, displays, ventiladores, y transformadores atraen suciedad cuando están funcionando. Dejar el juego encendido significa aspirar suciedad del ambiente y depositarla en la máquina.
- El calor generado por las lámparas de iluminación general puede deformar los plásticos de decoración de la mesa o ayudar a decapar la pintura del backglass. Aunque este problema no es tan importante en juegos WPC como lo es en juegos más antiguos.
- La electricidad es un recurso muy valioso. ¡No la malgastes! Un juego WPC consume unos 2 amperios en modo atracción, esto representa más de 400 W de consumo.

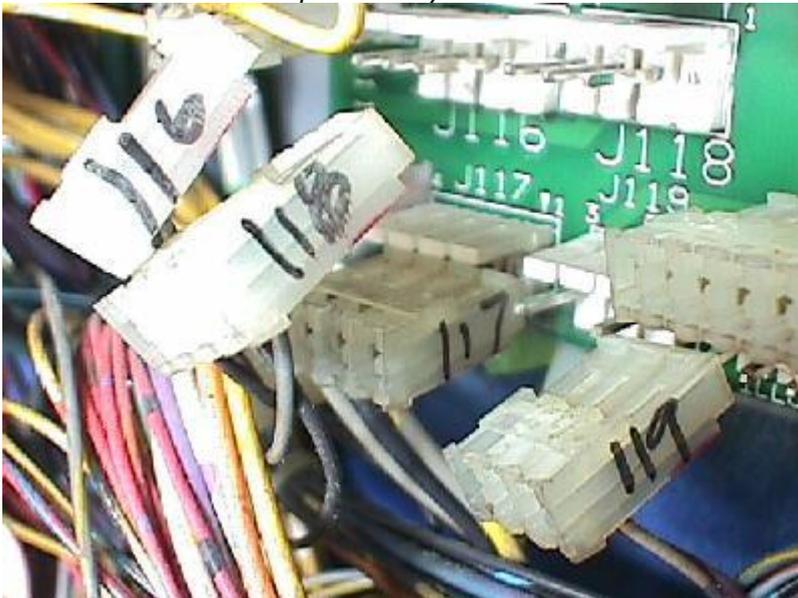
Conclusión: Dejar tu pinball permanentemente encendido puede salir mucho más caro que cualquier daño potencial producido por encenderlo y apagarlo cada vez que lo necesites.

Guías WPC, Segunda parte

3a. Cuando las cosas no funcionan: Desmontar la tarjeta driver/alimentación

La mayor parte de las averías electrónicas que pueden surgir en un pinball WPC serán en la tarjeta driver. Para poder hacer cualquier reparación el primer paso es desmontar la tarjeta. Es verdad que hay una serie que parece interminable de conectores con los que lidiar pero que no cunda el pánico, los conectores están codificados de manera que no es posible enchufarlos en el sitio equivocado (ial menos en la mayoría de los casos!). Para mayor seguridad y simplicidad, yo siempre etiqueto los conectores a medida que los voy desconectando. Admito que esto no es totalmente necesario pero si hay cualquier problema puedo eliminar la sospecha de que haya algún conector enchufado en el sitio incorrecto. Es algo que sólo lleva unos minutos y después no hay ninguna duda de donde va cada conector.

Usando un rotulador indeleble, etiqueta por un lateral todos los conectores a medida que los vayas desconectando.



Con un rotulador indeleble marca los conectores (en el lateral hay sitio para escribir). Una vez que todos los conectores estén fuera y etiquetados, afloja los tornillos de estrella que sujetan la tarjeta. ¡No necesitas sacar totalmente los tornillos! sólo aflojarlos ya que la tarjeta tiene ranurados que permiten extraerla con sólo aflojar los tornillos y tirando de ella hacia arriba y luego hacia fuera.

Nota: algunos conectores de la tarjeta de drivers (hasta tres) tienen la misma codificación de pines. Para minimizar el riesgo de confusión permíteme que insista en la conveniencia de marcarlos al desconectarlos.

3b. Cuando las cosas no funcionan: Reemplazar componentes

Si has encontrado un componente defectuoso, ahora viene la parte difícil; ¡cambiarlo! Los transistores, puentes rectificadores, y la mayoría de los chips no tienen zócalos, sino que están soldados directamente a la tarjeta. Se debe poner mucho cuidado al reemplazar cualquier componente.

En el documento: [introducción a la reparación de pinballs electrónicos](#) hay información sobre conocimientos básicos y herramientas necesarias para afrontar la tarea de sustituir componentes en una tarjeta de circuito impreso.

El objetivo es someter a la tarjeta a la cantidad justa de calor. Aplicar demasiado calor puede levantar o romper las pistas de la tarjeta. Aplicar insuficiente calor puede ocasionar que al sacar los componentes se desgarre la lámina metálica que recubre los taladros. Una tarjeta nueva es demasiado cara, por lo tanto las reparaciones hay que hacerlas con mucho tiento. Para sacar un componente defectuoso, simplemente corta las patillas que lo unen a la tarjeta, dejando en la tarjeta tanto de la patilla original como sea posible. Luego con unos alicates de punta fina, sujeta lo que queda de la patilla en la tarjeta mientras aplicas calor con el soldador y tira de ella para sacarla. Después puedes eliminar la soldadura sobrante con alguna herramienta de desoldadura.

Cuando cambies un chip, pon siempre un zócalo. Compra zócalos de buena calidad. ¡Evita zócalos "Scanbe" a toda costa! Es aconsejable un zócalo torneado de buena calidad.

3c. Cuando las cosas no funcionan: Comprobar transistores y bobinas

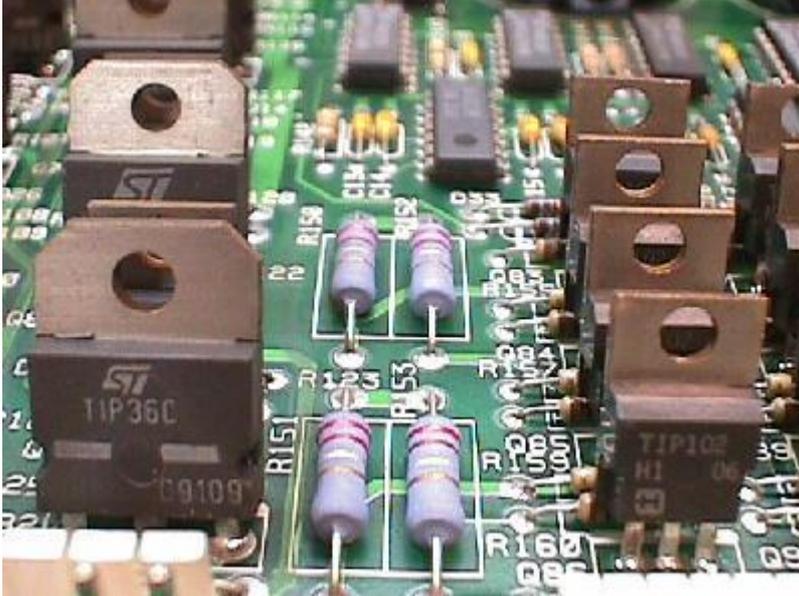
Si una bobina se queda energizada de forma permanente tan pronto como se enciende la máquina, la causa podría ser un corto en el transistor driver que la maneja. Si por el contrario una bobina no se energiza nunca y los fusibles están bien, la causa podría ser que su transistor driver esté abierto. Esta sección te ayudará en el diagnóstico de este tipo de averías.

¿Que hacen los transistores driver?

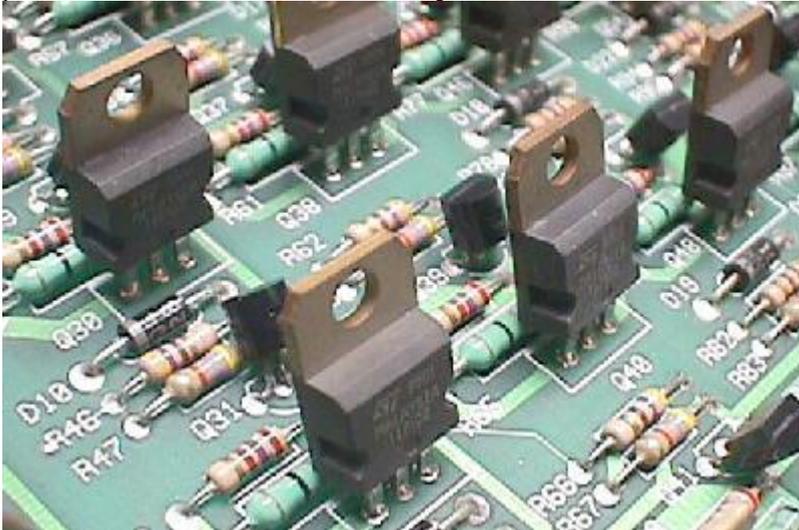
Básicamente, un transistor driver es un interruptor electrónico que cierra a tierra el circuito de cada bobina. En uno de los terminales de las bobinas siempre está presente el positivo de la alimentación. El transistor driver es controlado por el programa del juego, a través de un chip TTL (Transistor to Transistor Logic). Cuando el transistor es activado comienza a conducir, cierra a tierra el circuito de la bobina que de esta manera se activa. Los transistores driver también manejan las lámparas controladas y las lámparas flash, controlando el encendido y apagado de las mismas.

A veces los transistores driver quedan en corto internamente y conducen siempre. Esto provoca que una bobina o una lámpara flash quede permanentemente energizada o encendida tan pronto como se enciende el juego. Este problema también puede estar provocado por un fallo en el chip TTL que controla al transistor o por un transistor pre-driver en corto (aunque la causa más frecuente sea la de un transistor driver en corto). Para reparar la avería hay que cambiar el componente defectuoso e incluso de paso puede ser conveniente cambiar otros componentes asociados que podrían estar a punto de fallar al haber estado sometidos a un estrés excesivo.

Transistores TIP36 y TIP102 en la placa driver/alimentación.



Transistores TIP102, los pequeños transistores pre-driver 2N5401, y los diodos de bobinas en la tarjeta driver/alimentación.



Se usan básicamente cuatro tipos de transistores en la placa driver/alimentación del sistema WPC:

- **TIP36C** (PNP, NTE393): se usa como driver de las solenoides 1 a la 8 (y solenoides 29, 31, 33, 35 en algunos modelos). Son transistores de alta potencia usados para las solenoides más potentes (también se usan en la tarjeta Fliptronics para manejar la bobina de potencia de los flippers).
- **TIP102** (NPN, NTE2343): se usa como driver de las solenoides 9 a la 28 (y solenoides 30, 32, 34, 36 en algunos modelos, y solenoides/lámparas flash 37 a 44 en la Indiana Jones, Star Trek Next Gen, Demo Man, Roadshow y Twilight Zone). Son transistores de potencia media usados para la mayoría de los dispositivos (y para la bobina de mantenimiento de los flippers en la tarjeta Fliptronics). Del número 9 al 16 se usan para las solenoides de baja potencia, del 17 al 20 para lámparas flash, y del 21 al 28 para solenoides de propósito general o lámparas flash. Estos transistores también se usan para conmutar a tierra las filas de la matriz de lámparas.
- **TIP107** (PNP, NTE2344): se usa como driver de las columnas de la matriz de lámparas. El TIP107 conmuta los +18 Vcc en cada columna.
- **2N5401 y MPSD52** (PNP): se usan como pre-driver para los transistores TIP102. Los 2N5401, MPSD52 y NTE288 son transistores equivalentes.
- **2N4403** (PNP, NTE159): se usa como pre-driver en la tarjeta Fliptronics y también en la tarjeta auxiliar de drivers.

Pinballs con solenoides por encima del número 28 (Tarjeta Auxiliar de Drivers).

Aunque la tarjeta de drivers WPC sólo tiene capacidad para 28 solenoides/lámparas flash (de la 1 a la 28), se pueden encontrar modelos con solenoides numeradas hasta la 44. Los números 29 al 36, corresponden a los transistores de la tarjeta fliptronics preparada para controlar hasta cuatro flippers (cada flipper necesita dos transistores). Si el juego sólo tiene dos flippers, quedarán libres dos transistores de alta potencia (TIP36) y dos de potencia media (TIP102) que pueden ser utilizados para manejar otros dispositivos diferentes. Además algunos modelos (Indiana Jones, Twilight Zone, Demo Man, Roadshow y Star Trek Next Gen) utilizan una tarjeta auxiliar de 8 drivers, que contiene 8 transistores TIP102 adicionales para poder controlar más bobinas o lámparas flash. Es interesante destacar que esta tarjeta también contiene circuitos para controlar una novena columna de la matriz de lámparas, ampliando hasta 72 la capacidad de lámparas controladas del pinball (esto se usa sólo en la STNG, Twilight y Indy Jones).

La tarjeta auxiliar de drivers puede ser problemática, especialmente en la Star Trek Next Gen. En la Star Trek, esta tarjeta necesita alimentación de +50 voltios para el diodo volante ("tieback diode") de los distintos circuitos (debido a que controla solenoides y no sólo lámparas flash. El resto de los modelos que montan la tarjeta auxiliar de drivers, sólo la utilizan para manejar lámparas flash). La alimentación de 50 voltios se conecta a través de un cable fino violeta/amarillo que parte de la bobina de la diana abatible (en la parte de atrás del tablero), y llega a la tarjeta auxiliar. Si este cable se rompe, o si se rompe cualquier cable de los que pasan esta alimentación de bobina a bobina, puede pasar que dos bobinas de los desviadores del túnel de debajo del tablero se queden permanentemente energizadas (una vez que se activen por primera vez en la partida!) Si el problema no es localizado rápidamente, las bobinas y/o los transistores driver correspondientes pueden quemarse. Además aunque las bobinas no lleguen a engancharse, los transistores de la tarjeta auxiliar quedarán en corto después de un par de activaciones si el voltaje de +50 no está presente en la tarjeta. Si se quedan enganchadas las bobinas de los desviadores durante la partida, apaga el pinball y comprueba el cable violeta/amarillo mencionado anteriormente y los transistores TIP102 de la tarjeta auxiliar. Adicionalmente se pueden soldar dos diodos 1N4004 en las dos bobinas de los desviadores (en polarización inversa, con el lado banda del diodo en la patilla positiva de alimentación de la bobina).

Si un transistor de la tarjeta auxiliar está en corto, provocará que la bobina o lámpara flash que es controlada por el mismo se quede "enganchada" (siempre energizada o encendida) tan pronto como se encienda la máquina. Insistir en que esto es bastante frecuente en las bobinas de los desviadores de túneles en la STNG. Si esto ocurre, con la máquina apagada, comprueba primero las bobinas de los desviadores - deben tener una resistencia entre 7 y 9 ohmios (medidas sin desconectar del circuito), si es menor hay que cambiar la bobina. Luego mira en el manual que transistor de la tarjeta auxiliar controla la bobina en cuestión. No te molestes en comprobar el/los transistor(es) de la tarjeta auxiliar. Estos transistores *no* se pueden probar correctamente sin desoldarlos. Simplemente cambia el TIP102 y su pre-driver asociado 2N4403. Cambia *ambos* transistores a la vez! No escatimes en esto porque corres el riesgo de que se estropee de nuevo el transistor driver si la avería no estaba en el TIP102! Comprueba también todas las resistencias asociadas a estos dos transistores y el diodo 1N4004 (el diodo y las resistencias pueden comprobarse sin desoldarlas del circuito). Comprueba también la continuidad de las pistas de la tarjeta asociadas a los dos transistores, especialmente la pista de los 50 voltios del diodo volante.

Funcionamiento de los transistores driver.

Como ya hemos dicho, el transistor driver (un TIP102 o TIP36) cierra a tierra el circuito de una bobina o de una lámpara flash, energizándola.

A su vez cada transistor driver es activado por un transistor "pre-driver". En el caso de un TIP102 (el transistor driver más común en el WPC), el pre-driver es otro transistor más pequeño, un 2N5401/MPSD52 o 2N4403.

Si el transistor driver es un TIP36c, entonces el pre-driver es un TIP102 que a su vez tiene como pre-driver a un 2N5401/MPSD52 o 2N4403. El transistor TIP36c es el mayor de los drivers y controla las solenoides más potentes.

Los pequeños transistores pre-driver 2N5401/MPSD52 o 2N4403, son activados por un chip TTL (Transistor to Transistor Logic) 74LS374. Este chip es pues el primer eslabón de una cadena, que continúa con el transistor pre-driver que activa al TIP102 que puede actuar bien como driver, energizando el dispositivo final, o bien como pre-driver del TIP36c.

Esta cadena de transistores de menor a mayor es necesaria para aislar los circuitos de potencia de las bobinas, que operan a tensiones de hasta 50 voltios, del circuito de baja potencia de la lógica, que opera a 5 voltios. Además el chip 74LS374, que controla a los transistores, no puede suministrar la potencia necesaria para manejar directamente los transistores de potencia TIP102 o TIP36c.

Si CUALQUIERA de los componentes de la cadena está averiado la bobina o lámpara flash correspondiente funcionará mal.

Tengo una bobina (o lámpara flash) que está siempre energizada, ¿Qué es lo que tengo que cambiar?

Los procedimientos que vienen a continuación son para probar los transistores driver y pre-driver en cuestión. Si cualquiera de ellos está mal habrá que cambiarlo. Siempre que tengas que cambiar uno de estos dos elementos, driver o pre-driver, es recomendable cambiar ambos (o en el caso de un TIP36, cambiar los dos pre-drivers y el driver) Un transistor en corto habrá provocado un estrés en los demás transistores de la cadena que hace recomendable su sustitución.

En la parte interior de la tapa frontal del manual del juego, hay un listado de las bobinas usadas en la máquina. El listado incluye el transistor driver usado para cada bobina. Usa esta tabla para determinar que transistores podrían estar mal. También se puede mirar en los esquemas.

Si después de cambiar los transistores, la bobina o lámpara flash sigue haciendo lo mismo, cambia el chip TTL 74LS374. Este chip también puede estropearse (aunque esto es poco frecuente). El chip puede comprobarse con la función diodo del polímetro (máquina apagada, punta roja a tierra y punta negra pinchando en cada patilla del chip) Una lectura entre 0.4 y 0.6 se debe obtener en todas las patillas excepto en la de tierra y en la de alimentación.

También si el nuevo transistor TIP102 instalado está mal soldado, puede pasar que se ponga en corto otra vez. Esto suele pasar cuando el transistor original se desolda de forma precipitada, destruyendo el casquillo que recubre los taladros de la placa de circuito impreso. Después de soldar el nuevo transistor, comprueba que las tres patillas están bien conectadas a sus respectivas pistas. Utiliza el test de continuidad del polímetro para esto. Específicamente, si la patilla central del transistor no está bien conectada con el diodo (a través de una pista que va por el lado componentes de la tarjeta), el TIP102 funcionará una vez y luego se quedará "enganchado" con lo que volverá a estropearse de nuevo.

También es bueno medir la resistencia de la bobina asociada al transistor que hemos cambiado. Si la bobina se ha sobrecalentado, puede quemar el barniz aislante que recubre el hilo de la bobina. Esto puede cortocircuitar algunas espiras y disminuir la resistencia total de la bobina. Si la resistencia baja significativamente de los 3 ohmios, la bobina se convierte en un "corto", y acabará friendo el transistor driver asociado rápidamente.

Una bobina simplemente no funciona - ¿Qué es lo que está mal?

Los transistores driver pueden también "abrirse" y no conducir nunca, con lo que la bobina nunca se energizará. Si está presente el positivo en la bobina, esto es algo a considerar (pero mira primero los procedimientos de prueba que vienen a continuación para asegurarte de que la bobina está bien).

Primero comprueba que llega el positivo de alimentación a la bobina. Con el polímetro ajustado para medir tensión de continua, pon una punta de prueba en una de los terminales de la bobina, pon la otra punta a tierra (la moldura metálica del mueble suele ser una buena tierra). La lectura debe estar entre 20 y 75 voltios. Ahora cambia al otro terminal de la bobina, la lectura debe ser la misma.

Si no hay tensión en ninguno de los terminales, comprueba los fusibles. Recuerda también que el positivo de alimentación de las bobinas está conectado en "cadena margarita", es decir, con

un cable que va desde una bobina a la siguiente, después a la siguiente y así hasta llegar a la última bobina. Una posibilidad es que se haya interrumpido la cadena "aguas arriba" por algún cable roto o desoldado (es sencillo rastrear el cable del positivo de alimentación de bobina a bobina).

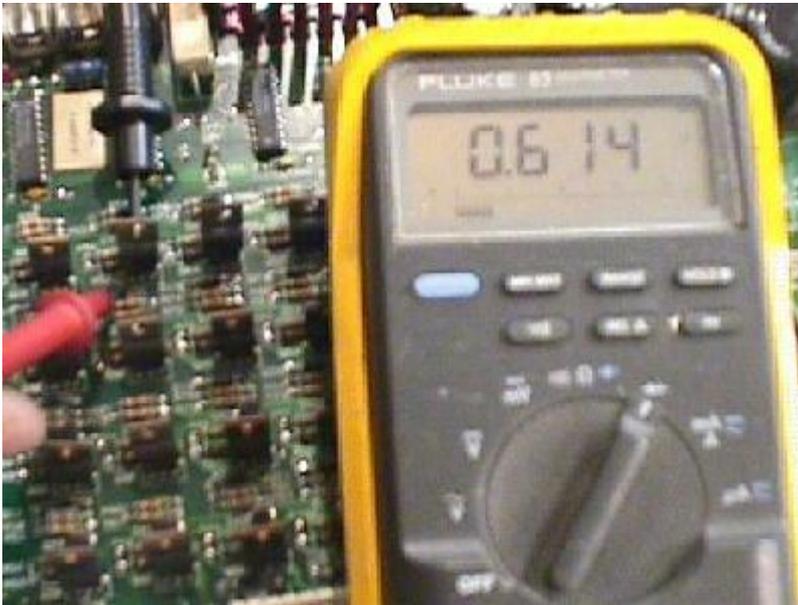
Si hay tensión en un terminal de la bobina pero en el otro no, la bobina está mal. Si no se aprecia que esté quemada, normalmente tendrá a un hilo roto, a menudo el que llega al terminal. En ocasiones se puede desenrollar el cable roto una vuelta, lijarse en el extremo (para eliminar el barniz aislante), y volverse a soldar en el terminal.

Observa que una bobina que tenga un fallo intermitente, puede tener un cable roto que haga que la bobina funcione a veces si y a veces no (según el cable haga contacto o no).

¿Son fiables al 100% los procedimientos de prueba de transistores?

En pocas palabras, no. Funcionan en un 98% de los casos, y son un excelente punto de partida, pero no son 100% seguros. Efectivamente, un transistor puede pasar la prueba como bueno pero estar en realidad mal. Estos procedimientos con polímetro prueban los transistores sin carga. Por eso, un transistor puede pasar la prueba y fallar después al conectarle su carga.

Probando un transistor en la tarjeta driver/alimentación. Fíjate que el polímetro está puesto en la posición prueba de diodos. Una de las puntas se conecta a la lengüeta metálica del transistor. Luego se mide con la otra punta puesta alternativamente en las patillas exteriores.



Procedimientos de prueba de transistores con el polímetro.

Si tienes la tarjeta driver/alimentación desmontada por cualquier razón (como para reparar conectores quemados), te recomiendo que pruebes todos los transistores. Sólo lleva un momento, y a la larga te puede ahorrar tiempo. Para probar un transistor, necesitarás un polímetro digital (DMM) puesto en la posición de prueba de diodos. NOTA: esta prueba de transistores con el DMM no es 100% segura. Un transistor puede pasar la prueba y en realidad estar mal (es raro, pero a veces ocurre). Sin embargo cuando un transistor no pasa la prueba entonces es seguro que está mal.

Probando los transistores SOLDADOS en la tarjeta.

- **TIP36C:** Pon la punta **roja** del DMM en la lengüeta metálica del transistor. Pon la punta negra alternativamente en cada una de las patillas exteriores del transistor. Deberías obtener lecturas comprendidas entre 0.4 y 0.6 voltios. Pon ahora la punta negra en la patilla central del transistor (colector), la lectura debe ser de cero voltios. A continuación, pon la punta **negra** del DMM en la patilla izquierda o superior del transistor (base). Con la punta roja en la patilla central la lectura debe estar entre 0.4 y 0.6 voltios. Con la punta roja en la patilla derecha o inferior la lectura debe ser de 0.2 voltios. Cualquier otro valor es signo de transistor defectuoso que habrá que cambiar.

- **TIP102:** Pon la punta **negra** del DMM en la lengüeta metálica del transistor. Mide con la punta roja puesta alternativamente en las patillas exteriores del transistor. Deberías obtener lecturas comprendidas entre 0.4 y 0.6 voltios. Pon ahora la punta roja en la patilla central del transistor (colector), la lectura debe ser de cero voltios. Cualquier otro valor es signo de transistor defectuoso que habrá que cambiar.
- **TIP107:** Pon la punta **roja** del DMM en la lengüeta metálica del transistor. Pon la punta negra alternativamente en las patillas exteriores del transistor. Deberías obtener lecturas comprendidas entre 0.4 y 0.6 voltios. Pon ahora la punta negra en la patilla central del transistor (colector), la lectura debe ser de cero voltios. Cualquier otro valor es signo de transistor defectuoso que habrá que cambiar.
- **2N5401, MPSD52, 2N4403** (pre-drivers): Pon la punta **negra** del DMM en la patilla central del transistor (este transistor no tiene lengüeta metálica). Mide con la punta roja puesta alternativamente en las patillas exteriores del transistor. Deberías obtener lecturas entre 0.4 y 0.6 voltios. Cualquier otro valor es signo de transistor defectuoso que habrá que cambiar.

Probando los transistores NO INSTALADOS en la tarjeta.

Sólo la prueba del TIP36c es ligeramente diferente cuando está fuera del circuito. Los demás transistores se prueban exactamente igual que cuando están soldados en la tarjeta. Colocando el transistor sobre la mesa de pruebas "de cara" (Con las marcas de identificación hacia arriba y la lengüeta metálica hacia abajo), la orientación en los transistores TIP es BCE (de izquierda a derecha, base- colector-emisor). La orientación en los pequeños transistores pre-drivers sin lengüeta es EBC (de izquierda a derecha, emisor-base-colector) con el lado plano puesto hacia arriba.

- **TIP36c:** Pon la punta **negra** del DMM en la patilla **izquierda** (base) del transistor. Pon la punta roja alternativamente en las otras dos patillas. Deberías obtener lecturas comprendidas entre 0.4 y 0.6 voltios. Pon ahora una punta en la lengüeta metálica y la otra en la patilla central del transistor (colector), la lectura deberá ser de cero. Cualquier otro valor es signo de transistor defectuoso.

La mayoría de los transistores se ponen en corto cuando se estropean. Esta avería provocará lecturas de cero o casi cero voltios, en vez de los 0.4 / 0.6 voltios.

Probando transistores y bobinas; un método sistemático de aislar el problema.

Cuando una bobina esté fallando, el siguiente procedimiento es un buen camino a seguir para aislar la avería. Comienza con lo más sencillo; usando los tests internos del sistema WPC. El siguiente paso es probar la propia bobina, para seguir aguas arriba en la tarjeta driver/alimentación. Este método "de adelante hacia detrás" permite encontrar la causa de la avería de una forma rápida y sistemática.

Pulsando el botón de empezar partida "start" durante la prueba de solenoides se obtiene importante información. En este ejemplo, estamos probando la bobina del lanzador automático (Auto Plunger) y se representan los colores de los cables de la bobina, los conectores y pines de la tarjeta, el calibre del fusible y su identificación, y los drivers que energizan la bobina. Q72 es un transistor TIP36 con Q60 (un TIP102) como pre-driver y Q56 (un MPSD52) como pre-driver del TIP102.



Probando transistores/solenoides en una máquina (casi) operativa, con los tests de diagnóstico.

Si el pinball se enciende, se pueden usar los diagnósticos WPC para probar la mayoría de los dispositivos.

- Pulsa el botón "Begin Test" (empezar prueba) situado en el interior de la puerta del monedero.
- Pulsa "Enter" para entrar en el menú principal.
- Selecciona "T.TEST MENU" y "T.4 SOLENOID TEST" para entrar en prueba de solenoides.
- Con los pulsadores "+" y "-" se van probando cada una de las bobinas que deberían energizarse. En máquinas de 1993 y posteriores se debe mantener apretado el interruptor de enclavamiento de la puerta del monedero (este interruptor se abre al abrir la puerta), de lo contrario los 50 voltios de las bobinas estarán desconectados y estas no se activarán. Asegúrate que estás en la opción "REPEAT" del test. La opción puede cambiarse pulsando "Enter".
- Presionado el pulsador de ayuda (el pulsador "start") durante la prueba de solenoides se obtiene numerosa información: Los colores de los cables de la bobina, los conectores y pines en la tarjeta driver/alimentación, el calibre del fusible asociado y su identificación; también los números de los transistores Driver y pre-driver asociados.

Alguna bobina falla durante el test de diagnóstico del WPC.

Si una solenoide no funciona durante la prueba de diagnóstico, esto es lo que hay que comprobar. Apaga la máquina antes de hacer estas comprobaciones.

- Comprueba todos los fusibles en la tarjeta driver/alimentación. La reparación puede ser tan fácil como cambiar un fusible.
- Busca la solenoide en cuestión y comprueba que no se ha soltado o cortado ningún cable (un problema bastante común).
- Asegúrate de que los extremos del arrollamiento de la bobina no se han soltado de los terminales de soldar. Si alguno está roto, se puede volver a soldar, pero antes debes lijar el barniz de aislamiento en el extremo del hilo.
- Comprueba el diodo de la bobina (diodo volante). El diodo de la bobina en todos los pinballs, excepto los pinballs WPC, está montado justo en la bobina, con el lado banda (cátodo) conectado en el extremo "vivo" de la bobina (el terminal al que llega el positivo de alimentación). Sin embargo, con el sistema WPC, Williams colocó estos

diodos en la tarjeta driver/alimentación exceptuando los diodos de las bobinas de los flippers. Esto incrementa la fiabilidad ya que el diodo no está sometido a la vibración y al calor que producen las bobinas. También elimina la necesidad de saber que cable de la bobina debe conectarse al cátodo del diodo cuando se cambia una bobina. En el WPC estos diodos se montan en la tarjeta de drivers cerca del transistor que energiza la bobina correspondiente.

Una prueba rápida para transistores TIP102.

Hay una manera sencilla de probar los TIP102 (sólo vale para este tipo de transistor), que permite probarlos todos en unos 20 segundos. Es algo menos fiable pero si un transistor no pasa la prueba seguro que está mal:

- El pinball debe estar apagado.
- Pon el DMM para medir continuidad (pitido).
- Pon una de las puntas en la malla de tierra del cabezal.
- Vete tocando con la otra punta las lengüetas metálicas de los transistores TIP102.
- Si suena el pitido (cero ohmios), el transistor está en corto!
- Al hacer esta prueba deja todos los conectores enchufados. Si algún transistor no pasa la prueba, desenchufa el conector asociado en el extremo inferior de la tarjeta y repite la prueba. Si el transistor ahora pasa la prueba, hay muchas posibilidades de que la bobina asociada esté en corto (algo que habremos detectado antes si hacemos el test de resistencia a las bobinas). Otra puntualización respecto a las lámparas flash - si un transistor TIP102 de lámpara flash está mal, normalmente todos los demás transistores de lámparas flash aparentarán estar mal al hacer esta prueba. Desenchufando los conectores de lámparas flash en la parte inferior de la tarjeta driver se podrá determinar que transistor es el que está realmente mal.

Fallo en el interruptor de enclavamiento de la puerta del monedero.

En la mitad de la producción de la Twilight Zone en 1993, Williams introdujo un interruptor de enclavamiento en la puerta del monedero. Este interruptor desconecta la alimentación de todas las bobinas cuando se abre la puerta del monedero (por razones de seguridad). Por eso en todos los juegos equipados con interruptor de enclavamiento, hay que tener cerrada la puerta del monedero cuando probamos las bobinas (o pulsar manualmente el interruptor).

Interruptor de enclavamiento defectuoso.

Puede suceder que el interruptor de enclavamiento esté mal, o que no se meta lo suficiente al cerrar la puerta del monedero. Esto impedirá que llegue tensión a las solenoides.

Si no funciona ninguna de las bobinas, y los fusibles están bien, comprueba que este interruptor esté bien. Un síntoma seguro es que los LED's testigos de la tensión de +50Vcc y +20Vcc en la tarjeta driver/alimentación estarán apagados si el interruptor de enclavamiento está abierto.

El interruptor está intercalado en el circuito de alimentación a bobinas y lámparas flash entre las salidas del transformador y la tarjeta driver/alimentación, por eso a la tarjeta sólo le llegarán estas tensiones cuando el interruptor esté cerrado.

Comprobando la alimentación en la bobina.

La mayoría de los pinballs (incluyendo los WPC) tienen el positivo de alimentación presente todo el tiempo en uno de los terminales de las bobinas (terminal "vivo"). Para activar la bobina el circuito del transistor driver, que está conectado al otro terminal, cierra el circuito a TIERRA. Al conmutar la tierra (y no el positivo), los transistores están sometidos a menos estrés. Sabiendo esto, si con la máquina encendida, ponemos a tierra el terminal correspondiente con un puente, la bobina se energizará.

- Enciende la máquina y déjala en el modo atracción.
- Levanta la mesa.
- Pon el DMM para medir voltaje de continua (100 Voltios).
- Pon la punta de prueba negra del DMM en un punto conectado a tierra (como el embellecedor metálico lateral).
- Pon la punta de prueba roja en cualquiera de los terminales de la bobina en cuestión.

- Deberás obtener una lectura comprendida entre 25 y 80 Vcc. Cambia la punta roja al otro terminal de la bobina, la lectura de voltaje debe ser la misma que antes. En las bobinas de los flippers, mide en los dos terminales exteriores. Si no aparece ningún voltaje, a la bobina le falta alimentación.
En una bobina de dos terminales, si sólo hay tensión en uno de ellos, la bobina está abierta (arrollamiento roto o quemado). En juegos con interruptor de enclavamiento, ¡asegúrate de que tienes cerrada la puerta del monedero!
(n.t.-Esta prueba presupone que la malla de tierra está convenientemente conectada a las partes metálicas de la máquina, esto no es siempre así ya que en ocasiones algunos operadores cortan la malla como medio rápido de eliminar un cortocircuito. La integridad del circuito de tierra es fácil de comprobar con la máquina apagada midiendo con el polímetro, debe haber continuidad entre las principales partes metálicas, la malla de tierra, el común de las tarjetas y la tierra del cable de alimentación)
- Si no está llegando el positivo de alimentación a una bobina (y las demás está bien), un cable debe estar suelto en algún sitio y hay que rastrear el cableado.

No hay alimentación en las bobinas, el fusible está bien y no hay cables sueltos.

Hace poco tuve un problema con una Safe Cracker (WPC-95) a la que le fallaban todas las bobinas de baja potencia (20 Vcc). El fusible estaba bien y llegaba alimentación a la tarjeta driver/alimentación, pero no había salida de la tarjeta hacia las bobinas.

Al final resultó que el condensador que filtra el voltaje de continua a la salida del puente rectificador, tenía una soldadura rota. Esto impedía que la tensión llegara más allá del puente correspondiente (debería haber visto antes que el LED testigo de la tensión de +20 Vcc estaba apagado!). Para reparar esta avería, soldé puentes con cables entre el rectificador y el condensador, como se describe en la sección [Reseteos aleatorios \(Puentes rectificadores y diodos\)](#).

Probando la bobina y la alimentación a la vez.

Esta prueba permite probar al mismo tiempo si la bobina está bien y tiene alimentación. Funciona en todos los juegos WPC tanto Fliptronics como no Fliptronics:

- La máquina debe estar encendida, en modo atracción y con la mesa levantada. La puerta del monedero debe estar cerrada si el juego es de 1993 o posterior.
- Conecta una punta de prueba tipo pinza de cocodrilo en el embellecedor metálico lateral.
- Pon un instante el otro extremo de la punta de prueba en el terminal de TIERRA de la bobina. Este es el terminal con un único cable soldado (normalmente marrón). En las bobinas de los flippers, es el terminal central.
(El cable del positivo en la mayoría de las bobinas es el cable violeta oscuro o el cable rojo).
- La bobina debería energizarse (sí accidentalmente tocas el terminal positivo de la bobina con la punta de prueba, el juego se reseteará y/o se fundirá un fusible, ya que estarías cortocircuitando el positivo de las solenoides con tierra).
- Si la solenoide no se energiza, entonces la solenoide está mal, el fusible correspondiente está fundido o bien el cable del positivo está suelto en algún sitio.
(Como en el caso anterior se asume que el circuito de tierra está convenientemente conectado).

Probando el transistor TIP102 y el cableado hasta la bobina.

Si una bobina que falla se energiza en la prueba anterior, el problema podría estar en el transistor. Se pueden probar los transistores TIP102 de esta manera: **iRealiza este procedimiento sólo con transistores TIP102! Se pueden ocasionar daños si se realiza esta prueba en otros transistores (como el TIP107 o el TIP36).**

- Enciende la máquina y pulsa el pulsador de prueba "test button" una vez. La puerta del monedero debe estar cerrada si el juego es de 1993 o posterior.
- Quita el cristal del cabezal y abre la placa lámparas para acceder a las tarjetas electrónicas en el interior del cabezal.
- Busca el transistor que controla la bobina en cuestión (mira en el manual).

- Engancha un extremo de una punta de prueba tipo pinza de cocodrilo en la malla de tierra en la parte inferior del cabezal.
- Pon un instante el otro extremo de la punta de prueba en la lengüeta metálica del transistor TIP102 (sólo funciona con estos transistores).
- La bobina debe energizarse.
- Si la bobina no se energiza, y la bobina se energizó en la prueba anterior, probablemente tienes un problema en el cableado. Un cable roto o un mal contacto en algún conector es normalmente la causa. También es posible que el transistor esté mal. Con el DMM prueba el transistor en la tarjeta. (Mira en [Procedimientos de Prueba de Transistores](#)).

Las pruebas anteriores se superaron, pero la bobina sigue sin funcionar.

Si la bobina pasó todas las pruebas anteriores, probablemente el problema esté en la tarjeta driver/alimentación. Se ha probado todo desde el TIP102 hasta la bobina. Sólo nos queda por probar el propio TIP102, su transistor pre-driver, y el chip que controla a los transistores. Tiene que ser uno (¡o más!) de estos dispositivos el que está causando el problema.

Instalando un transistor nuevo.

Si has determinado que el transistor driver de una bobina está mal, hay algunas cosas que conviene tener en cuenta. La mayoría de los transistores TIP102 tienen también un transistor "pre-driver", el 2N5401 para máquinas WPC-S y anteriores y el MPSD52 para máquinas WPC-95. Ambos transistores son básicamente iguales (puedes usarlos indistintamente). Ambos son también equivalentes al NTE288.

Si cambias un transistor TIP102, es una buena idea cambiar también el pre-driver correspondiente. Estará localizado cerca del transistor TIP102. Mira en los esquemas o en la ayuda del test de solenoides para determinar el/los transistores pre-driver asociados.

Las bobinas de alta potencia usan un transistor mayor como driver, el TIP36C. Estos transistores tienen dos pre-drivers: un TIP102 y un 2N5401 (o MPSD52). Como en el caso anterior, si el TIP36C ha fallado, es una buena idea cambiar también los transistores pre-driver correspondientes.

Cambiar los transistores pre-driver es, en cualquier caso, opcional (sí al probarlos están bien). Pero si el transistor driver ha fallado, es probable que el pre-driver esté algo tocado también (over-stressed).

¡No te olvides del Chip TTL 74LS374!

Si una bobina se ha quedado energizada durante algún tiempo (sin que se funda el fusible correspondiente, ¿calibre correcto?), el chip controlador 74LS374 podría también estar mal. Si después de cambiar los transistores driver y pre-driver, la bobina sigue sin funcionar, es el momento de cambiar el chip TTL 74LS374. Usa los esquemas y sigue hacia atrás la pista del transistor en cuestión hasta el 74LS374. Este será U2, U3, U4, o U5 en WPC-S y anteriores, o U4, U5, U6, o U7 en WPC-95.

Diodos de bobinas.

En todos los pinballs electrónicos, todas las bobinas controladas por la CPU deben tener un diodo de bobina (diodo volante). Este diodo es MUY importante. Cuando se desenergiza una bobina, se produce un pico de voltaje inverso inducido en la propia bobina que puede ser de hasta el doble del voltaje nominal. El diodo de bobina impide que estos picos dañen algún componente de la tarjeta driver/alimentación.

Si falta el diodo o está mal, se producen diversos problemas. Si el diodo está en corto, el fusible de la bobina se fundirá. Si el diodo está abierto o no está montado, pueden suceder cosas extrañas durante la partida (porque la tarjeta de drivers está absorbiendo el pico de voltaje inverso). La cosa puede acabar con el transistor driver o algún otro componente averiado.

En **juegos no WPC**, en ocasiones la patilla de algún diodo se rompe en la bobina debido a la vibración. También, al cambiar una bobina, se pueden soldar los cables incorrectamente (el cable del positivo debe soldarse al terminal de la bobina donde esté el "lado banda" del diodo). Para prevenir esto, **Williams movió los diodos de bobina a la tarjeta driver/alimentación**. Esto aísla el diodo de la vibración y elimina la posibilidad de soldar los cables de la bobina al revés. Esto se hizo en todas las bobinas **excepto** en la de los flippers.

*Los diodos en una bobina de un flipper **Fliptronics**. El cable rojo (inferior) es el positivo ("terminal vivo"). El cable amarillo (medio) es el que maneja la bobina de potencia, y el cable naranja maneja la bobina de mantenimiento.*



Colores de los cables de las bobinas de los Flippers.

Williams suele usar un juego de colores consistente para el cableado de los flippers (por desgracia, esto no es siempre así, como se puede ver en la foto de arriba). En el dibujo siguiente, los terminales de la bobina del flipper están etiquetados como "lug1", "lug2" y "lug3". Estos son los colores de los cables usados en la mayoría de los juegos:

Lug 1 (terminal exterior, lado banda del diodo, común de los dos arrollamientos, 50 voltios):

- *Flipper inferior izquierdo: Gris/Amarillo*
- *Flipper inferior derecho: Azul/Amarillo*
- *Flipper superior izquierdo: Gris/Amarillo*
- *Flipper superior derecho: Azul/Amarillo*

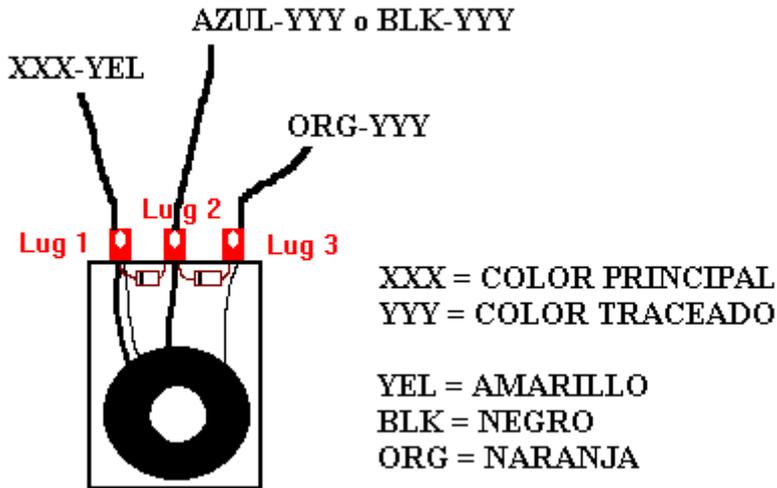
Lug 3 (terminal exterior, lado opuesto a banda del diodo, un arrollamiento):

- *Flipper inferior izquierdo: Naranja/Azul*
- *Flipper inferior derecho: Naranja/Verde*
- *Flipper superior izquierdo: Naranja/Gris*
- *Flipper superior derecho: Naranja/Púrpura*

Lug 2 (terminal central):

- *Flipper inferior izquierdo: Azul/Gris*
- *Flipper inferior derecho: Azul/Púrpura*
- *Flipper superior izquierdo: Negro/Azul*
- *Flipper superior derecho: Negro/Amarillo*

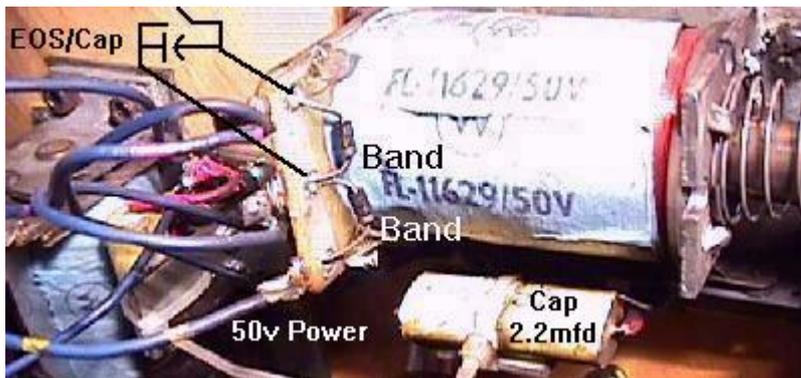
Cableado bobinas flippers. Recuerda que los colores especificados son los colores "usuales", pero la norma no se cumple en el 100% de los casos.



Los diodos de bobina en un juego **no Fliptronic**. El cable central y el cable totalmente azul del terminal superior van al interruptor EOS y al condensador de 2.2 mfd 250 voltios antichispas.

El cable azul/amarillo (inferior) es el positivo (puede ser gris/amarillo).

El cable azul/violeta (superior) va al botón del flipper y finalmente a tierra a través del relé de bloqueo.



Incluso en los juegos WPC, los diodos de bobina pueden fallar. Se pueden probar sin mucha dificultad en la propia placa. Van montados en la tarjeta driver/alimentación, cerca del transistor driver correspondiente (mira en los esquemas; es el diodo que está conectado directamente a una de las patillas del transistor driver)

Usa el DMM en la posición "diodo", para probar el diodo sin desoldarlo de la placa. Con la punta de prueba negra puesta en la patilla del lado banda del diodo y la punta roja en la otra patilla, debes obtener lecturas entre 0.4 y 0.6 voltios. Invierte las puntas (punta roja al lado banda) y se debe obtener una lectura nula. Si no obtienes estas lecturas, repite la prueba con una de las patillas del diodo suelta de la placa. Si así tampoco obtienes lecturas correctas, hay que cambiar el diodo.

Medir la resistencia de la bobina con el polímetro (DMM).

Después de cambiar un transistor driver, mide SIEMPRE la resistencia de la bobina asociada. Esto es importante. Si la bobina se ha sobrecalentado (debido a que su transistor driver se ha puesto en corto), puede haberse quemado una parte del barniz aislante que recubre el hilo de la bobina, esto puede provocar cortocircuitos entre espiras adyacentes y disminuir de este modo la resistencia total de la bobina. Si la resistencia cae por debajo de 3 ohmios, la bobina se comportará casi como un cortocircuito y el transistor asociado no tardará mucho en averiarse de nuevo.

Para medir la resistencia de la bobina, lo mejor es desoldar uno de los cables que llegan a los terminales de la bobina (para aislar la bobina del resto del circuito). Luego poner el DMM en la

escala mas baja de resistencia y medir con las puntas en los terminales de la bobina. La mayoría de las bobinas deben dar entre 5 y 15 ohmios, pero en algunas bobinas la resistencia puede ser tan alta como 150 ohmios, o tan baja como 3 ohmios. Si la bobina está significativamente por debajo de estos 3 ohmios, es muy recomendable cambiarla por una nueva del mismo tipo.

Montando una bobina nueva.

Muchas bobinas de repuesto vienen con un diodo soldado entre los terminales de conexión. En máquinas WPC, todas las bobinas, menos las de los flippers, tiene el diodo de bobina montado en la tarjeta driver. Por lo tanto, excepto en el caso de las bobinas de los flippers, si la bobina nueva viene con diodo, éste se puede quitar. De este modo, puedes soldar los cables en cualquier terminal de la bobina. También se puede dejar el diodo, pero entonces hay que tener cuidado a la hora de soldar los cables a la bobina. El cable verde (tierra) DEBE ir al terminal donde esté el ánodo del diodo (el lado que no tiene la banda marcada) El cable del positivo se conecta al terminal donde esté el cátodo (el lado marcado con una banda). Si pones los cables al revés se producirá un cortocircuito que estropeará el diodo y aunque todavía te quede el diodo montado en la tarjeta driver/alimentación, el corto puede dañar al transistor driver.

Puntos a probar cuando una bobina no funciona.

Si una bobina no funciona, aquí tienes una lista de pruebas que te ayudarán a determinar donde está el fallo.

Antes de empezar ¿está la bobina siempre energizada? (Truco: esto producirá calentamiento, mal olor e incluso humo). Si es así, probablemente esté mal el transistor driver. Apaga la máquina, comprueba el transistor y sustitúyelo en caso necesario. Mira el [Procedimiento de Prueba de Transistores](#) para más información.

Si la bobina simplemente no funciona, aquí va una lista de cosas a comprobar:

- ¿Están los cables de conexión de la bobina sueltos de los terminales?
- ¿Está la bobina mal? ¿Está rota alguna de las conexiones del hilo de la bobina con los terminales?
- ¿Está presente el positivo de alimentación en la bobina? Mira en [Comprobando la Alimentación en la Bobina](#) para más detalles.
- Si no hay alimentación en la bobina, comprueba el fusible asociado. Usa el auto-diagnóstico y el pulsador de ayuda para determinar que fusible alimenta a la bobina. Mira en [Probando transistores/bobinas con los tests de diagnóstico](#) para más detalles.
- Comprueba las bobinas del mismo grupo que la averiada (las que tienen uno de los cables del mismo color). ¿Funcionan bien? Si no, comprueba el fusible que alimenta a ese grupo de bobinas.
- El positivo de alimentación a las bobinas de un mismo grupo suele ir puentado de una bobina a otra. Si el cable se suelta en alguna bobina, la alimentación no llegará a las bobinas siguientes.
- Con el DMM seleccionado para medir continuidad, comprueba que la bobina está conectada al conector y pin correctos en la tarjeta driver/alimentación. Puedes saber cuales son en el modo diagnóstico con el test de solenoides.
- Comprueba el transistor driver. Cuando falla normalmente el transistor se queda en corto, aunque no siempre.
- Reasienta el cable plano que va de la CPU a la tarjeta driver. He visto ocasiones donde una bobina no funcionaba debido simplemente a que estaban sucios los pines bañados en oro de los conectores del cable plano.

3d. Cuando las cosas no funcionan: Reseteos aleatorios (puentes rectificadores)

¿Que es un reseteo aleatorio?

Los reseteos aleatorios son probablemente el mayor problema de los juegos WPC a WPC-S (y en menor medida también de los juegos WPC-95).

El juego aparentemente se apaga y luego se vuelve a encender (como si apagaras el juego y lo volvieras a encender rápidamente).

Esto sucede cuando los +5 Vcc, necesarios para todos los circuitos lógicos, caen momentáneamente por debajo de un nivel de seguridad, entonces un circuito especial llamado "perro guardián" (watchdog) provoca el reset de la CPU que controla el juego.

Lo más típico es que suceda en el momento de usar los flippers. El alto consumo de las bobinas de los flippers provoca una caída de tensión que repercute en otros componentes del sistema de alimentación. Si estos componentes van ya un poco justos, cae la tensión de +5 Vcc y el circuito del "perro guardián" resetea la máquina. Cuando esto sucede, los componentes de la fuente de alimentación se recuperan, la tensión de +5Vcc será de nuevo la correcta y el juego vuelve a encenderse. Estos reseteos aleatorios pueden ocurrir en cualquier momento, pero normalmente suceden en medio de las partidas, especialmente cuando los +50 Vcc de bobinas están siendo utilizados. (Cuando el problema es muy acusado, a veces el juego ni siquiera logra arrancar y entra un bucle apagándose y encendiéndose todo el rato).

¿Por que es tan común este problema en los juegos WPC y WPC-S?

Me hacen mucho esta pregunta: ¿Porque nunca me ha pasado esto con máquinas System11 de Williams? Cuando se diseñó el sistema WPC se decidió usar un dispositivo perro guardián para monitorizar el voltaje, lo cual era una novedad respecto a los sistemas anteriores. Este dispositivo de 3 patillas y pinta de transistor, es un MC34064 situado en la tarjeta CPU en U10. (Siendo el pin1=salida tensión de reset, pin2=entrada voltaje a monitorizar, pin3=gnd (común), y aunque se puede cambiar por un [Dallas DS1811-10](#) con encapsulado TO-92 con umbral de reset en 4.35 voltios, no lo recomiendo. Williams tomo la decisión de controlar el voltaje porque el nuevo chip ASIC implementado con el WPC (que sustituía los seis chips PIA del system11), requiere una alimentación de 5 voltios consistente. El temor era que si fallaban los 5 voltios, podría producirse un comportamiento errático del juego, causando cosas como que bobinas o flashes actuaran incorrectamente pudiendo incluso quedar permanentemente energizados. La parte negativa es que a medida que los juegos WPC van envejeciendo, los problemas de reseteos se van haciendo más frecuentes.

Primero comprobar lo más fácil.

¿Voltaje en la red apropiado?

Importante: Antes de empezar a indagar en los puentes rectificadores, **mide el voltaje de la red** con el polímetro ajustado para medir tensión alterna. ¡En América, comprueba que la tensión está entre 115 y 120 voltios! Si sólo tienes 112 voltios, esta puede ser la causa de los reseteos aleatorios. En Europa, si el juego está ajustado para 230 voltios y sólo tienes 210 puedes tener el mismo problema. Realiza las mediciones con la máquina encendida y en modo prueba.

Este problema sucede más frecuentemente cuando hay un alto consumo en la vivienda, o si el juego está enchufado en el mismo circuito que otro dispositivo de alto consumo. Los pinballs WPC consumen un máximo de 8 amperios (4 en Europa). La mayoría de los circuitos domésticos son de 10 amperios (o menos), por lo que dos pinballs en el mismo circuito pueden ir ya algo justos. No enchufes la máquina en el mismo circuito donde tengas enchufado otro aparato de alto consumo (como equipos de aire acondicionado, radiadores, termos eléctricos, etc).

*N.t En Europa para solventar el problema de una tensión de red insuficiente se pueden cambiar las conexiones en el transformador según los esquemas eléctricos del WPC para adaptarlo a la tensión de la red. **iiiSi te decides por esta vía tienes que ser extremadamente cuidadoso ya que un error aquí puede estropear todas las tarjetas electrónicas!!!** No lo hagas si no estás absolutamente seguro. El transformador viene normalmente preparado para 230 Voltios, pero admite también 218 y 208 voltios, cambiando las conexiones en el conector de entrada. Si te decides por esta vía suelta primero todos los conectores de salida del transformador y mide las tensiones en vacío, a continuación desenchufa la máquina y realiza los cambios en los puentes. Vuelve a enchufar y mide otra vez*

las tensiones en vacío, deberán ser ligeramente superiores a las medidas anteriormente. Si es así, desenchufa la máquina, conecta todos los conectores de salida del transformador, enchufa de nuevo y juega una partida de prueba a ver si se ha solucionado el problema.

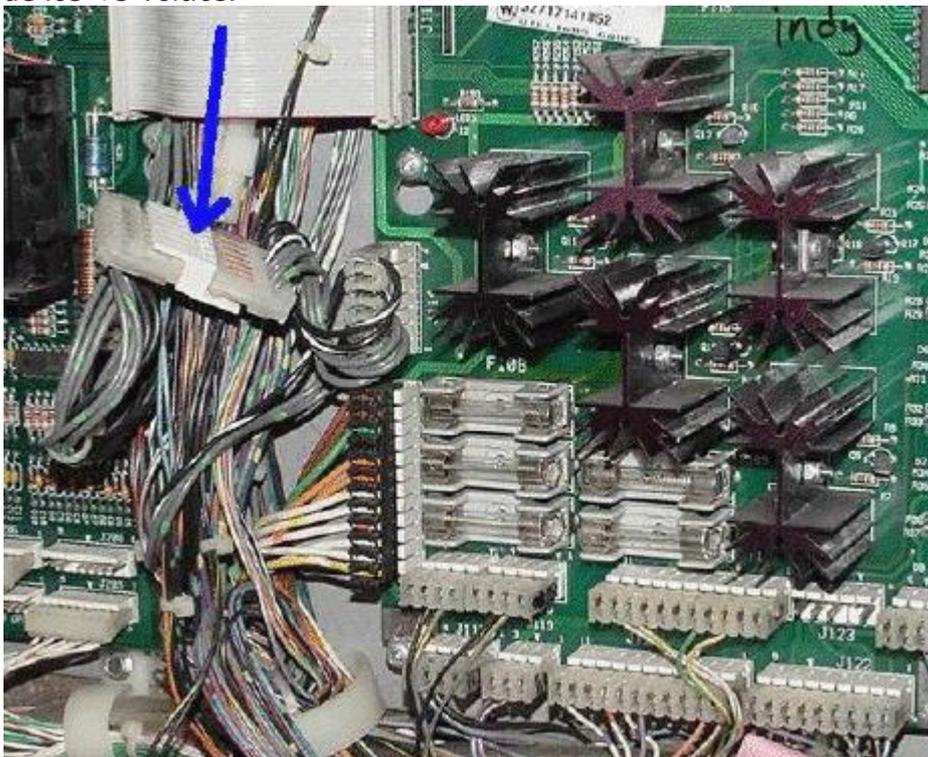
Comprobar las tensiones en la tarjeta driver.

El siguiente paso es asegurarnos de que las tensiones en la tarjeta driver son correctas. Partimos de que el voltaje de la red es adecuado (si estuviera bajo, cualquier tensión no regulada estará baja también, e incluso las tensiones reguladas pueden estar bajas también). En esta lista de comprobaciones, "TP" quiere decir Test Point (punto de prueba), que son pines en la tarjeta driver colocados como puntos de prueba para medir tensiones. Comprueba las tensiones con el juego en "modo atracción" (sin iniciar la partida). Recuerda que hay más información sobre las tensiones en la [primera parte](#) de este documento.

- +5 voltios CC: TP2 (TP101 en WPC95). Debe estar entre 4.92 y 5,1 voltios. Si cae por debajo de los 4.92 voltios, el juego es muy probable que se resetee con facilidad ya que esta es la tensión que el "perro guardián" (watchdog) evalúa. Cuando los reseteos suceden a menudo, el problema suele estar en el puente rectificador BR2 (diodos D7-D10 en WPC95) y en el condensador filtro C5 asociado (C9 en WPC95). A veces puede ser también que el regulador de voltaje de los +5 voltios esté fallando (Q1 LM323K o LM317 en WPC95). También es muy frecuente que el conector de entrada (J101 o J129 en WPC95) o el de salida hacia la tarjeta CPU (J114 o J101 en WPC95) desde la tarjeta de drivers, estén haciendo mal contacto **iEn este momento todavía no desconectes ni reasientes los conectores!**
iEsto es muy importante, tocar estos conectores ahora puede hacer que sea casi imposible de encontrar el problema, por lo tanto no los muevas aún!
- Comprueba los +5 voltios en la tarjeta CPU. Hay dos conectores que llevan la alimentación desde la tarjeta de drivers a la tarjeta CPU (y en ocasiones incluso hay otros dos conectores más en "Z"). Si estos conectores tienen algún problema, los +5 voltios estarán más bajos en la tarjeta CPU que en la tarjeta de drivers. El mejor sitio en la tarjeta CPU para medir los +5 es en el pin 32 de la EPROM (el último pin). Si la tensión de +5 en la tarjeta CPU está simplemente un poquito más baja que en la tarjeta de drivers, entonces el conector(es) de alimentación entre estas dos tarjetas necesita un cambio de pines con nuevos pines Trifurcon. Este problema es bastante frecuente y a veces simplemente cambiando los pines de estos dos conectores se pueden solucionar los problemas de reseteo (sin tener que cambiar ningún componente de la tarjeta de drivers).
- Pinballs con conector en "Z": Son concretamente Twilight Zone, Indiana Jones, Demo Man y Star Trek Next Generation. El conector en "Z" permite llevar los +5 voltios a la tarjeta auxiliar de 8 drivers A-16100, que sólo utilizan estos modelos. Se trata de un montaje tipo "margarita" con la unión en el conector que puede dar problemas. Si reasentando este conector cambian los +5V en la tarjeta CPU, es que el conector debe ser eliminado o hay que cambiar todos sus pines. El conector "Z" se utilizó para proporcionar un punto de toma de +5V para la tarjeta auxiliar de 8 drivers, sin tener que modificar el conexionado entre tarjetas existente. Eliminar este conector (soldando los cables entre si y aislando con termo-retráctil), no causará ningún problema y seguramente es una buena idea.
- Lo siguiente es reasentar el conector J101 (J129 en WPC95) en el lado derecho de la tarjeta de drivers. Enciende la máquina y vuelve a comprobar los +5V en el punto de prueba de la tarjeta de drivers. Si el voltaje ha subido, el conector J101 está mal. Cambia todos los pines del conector con nuevos pines tipo Trifurcon. Si el conector es tipo IDC, tendrás que cambiar la carcasa del conector también.
- Vuelve a comprobar la tensión en la tarjeta CPU el pin 32 de la ROM. A continuación reasienta el conector J114 (J101 en wpc95) en la parte inferior izquierda de la tarjeta de drivers. Comprueba otra vez los +5V en el pin 32 de la ROM. Si el voltaje ha subido, hay que cambiar el conector J114. Repite el procedimiento con el conector J210 de la tarjeta CPU, y también con el conector en "Z" (si el pinball tiene uno). De nuevo si el voltaje cambia después de reasentar cualquier conector, hay que cambiar todos sus pines con nuevos pines tipo Trifurcon. También es muy conveniente limpiar los pines machos con un cepillo de púas o bien cambiarlos sin más.

- Si la medida de los +5V en la tarjeta de drivers y en la tarjeta CPU es muy parecida y es de +4.92 o menor, intenta lo siguiente. Desenchufa los conectores de +5/12 voltios J114 (alimentación a la CPU), J116 (mueble), J117 (cabezal) y J118 (tablero), y mide de nuevo los +5V en punto de prueba TP2 de la tarjeta de drivers (en WPC95 son los conectores J101, J139, J138, J140/J141 respectivamente). Si todavía estás por debajo de los 4.92V, alguno de los componentes de la fuente de +5V, BR2/C5/C4/LM323K, es muy probablemente el responsable. Si la tensión de +5V sube con los cuatro conectores sacados, alguna tarjeta o dispositivo está achicando los +5V. Vuelve a enchufar los conectores uno a uno para intentar encontrar el culpable.
- +18 voltios CC (matriz de lámparas): TP8 (TP102 en WPC95). Este es un voltaje no regulado, por lo que puede variar entre 16 y 20 voltios. Si está bajo, comprueba el puente BR1 y los condensadores C6/C7 (diodos D11-D14 y condensadores C11/C12 en WPC95).
- +12 voltios CC regulados: TP3 (TP100 en WPC95). Esta tensión debería estar entre 11 y 13 voltios CC. Este voltaje deriva de los +18 voltios de la matriz de lámparas, y pasa por un regulador de 12 voltios (7812), varios diodos 1N4004 y un chip LM339. Si los +18V de la matriz están correctos en TP8 (TP102 en WPC95) pero esta tensión está baja, probablemente se deba a un fallo en el regulador 7812 en Q2.

El conector en "Z" en una Indiana Jones. Este conector que proporciona alimentación a la tarjeta de 8 drivers auxiliar, puede también causar los problemas de reseteo al ser otro conector más en la cadena de distribución de los +5 voltios.



Si cualquiera de los voltajes mencionados anteriormente está bajo, pueden ocurrir reseteos aleatorios. Pero realmente el voltaje más crítico son los +5 voltios. Recuerda que debe estar por encima de 4.92 voltios para evitar los reseteos. No obstante, aunque todos los voltajes estén bien, esto no implica que no se vayan a producir reseteos, ya que se están midiendo con el juego en modo atracción y no en pleno juego con las bobinas, luces, etc, funcionando a pleno rendimiento.

Por tanto es hora de realizar algunas medidas más pero ahora con los circuitos sometidos a un mayor estrés. Esto es un poco más difícil de hacer pero aquí está el procedimiento. Utiliza un polímetro sin autorango (o ajústalo a rango fijo si utilizas uno con autorango). También se puede utilizar un osciloscopio.

- Mide en TP2 (+5 voltios) en la tarjeta driver. Inicia una partida y sigue midiendo hasta que se produzca un reset a ver si se produce alguna variación en los +5 durante el mismo. No debería haber ningún cambio.
- Pasa ahora a medir en TP4 también en la tarjeta driver, esta es la señal de detección de paso por cero. Como en el caso anterior no debe permanecer constante sin ningún cambio incluso durante el reseteo.
- En la tarjeta CPU comprueba el pin 1 del integrado U10 (el pin de reset del MC34064). Si este pin pasa a estado bajo (cero lógico), la CPU se reseteará. U10 es el chip del circuito del perro guardián (watchdog), y cuando la tensión en el pin 2 (referencia) cae por debajo de 4.7 voltios, el MC34064 fuerza a la CPU para que se resetee poniendo a cero lógico el pin 1. Puedes medir en el pin 2 para comprobar si efectivamente la tensión cae por debajo de los 4.7 V y rastrear hacia atrás esta tensión desde el MC34064 para intentar averiguar cual es el componente que está causando el problema. Recuerda que si esto te lleva a un conector, para solucionar de forma segura el problema lo mejor es sustituirlo por completo (tanto los pines del conector macho como los del conector hembra).

¿Por qué puede caer la tensión en el pin 2 de U10 por debajo de 4.7 voltios? Hay muchos motivos potenciales que pueden provocar esto, como vamos a seguir viendo.

Comprobar los conectores (J101/J129, J102/J128, J114/J101, CPU J210, y transformador).

El primer conector a comprobar es el de entrada de alimentación J101 (J129 en WPC995) en la tarjeta de drivers. Este conector suministra la corriente alterna procedente del transformador a la tarjeta de drivers, que en última instancia da lugar a los +5 voltios CC, 18 voltios CC no regulados, y +12 voltios DC regulados (mediante los puentes rectificadores BR1 & BR2, varios condensadores de filtro y algunos circuitos reguladores de tensión). Si este conector presenta algún problema de mala conexión, puede provocar caídas de tensión en los +5 voltios originando los reseteos. Prueba a reasentar el conector, si el juego ahora funciona correctamente y los reseteos ya no se producen, sustituye los pines del conector con pines tipo Trifurcon de .156", y cambia también el conector macho en la tarjeta de drivers con pines machos de .156".

Comprueba también del mismo modo el conector que lleva la alimentación desde la tarjeta de drivers a la CPU. Es el conector J114 en WPC/WPC-S, o conector J101 en WPC-95. Lo mismo para el conector J210 en la tarjeta CPU y el conector en "Z" intermedio si la máquina lo tuviera.

Aunque no es algo que suela dar problemas, intenta también reasentar los conectores del transformador de entrada en la parte inferior del mueble. Si estas conexiones presentan alguna resistencia eléctrica, podría caer el voltaje que va hacia las tarjetas electrónicas. Con la máquina apagada, desenchufa y vuelve a enchufar estos conectores asegurándote que queden firmemente conectados. Hacerlo sólo lleva un momento, por lo que vale la pena intentarlo.

Otro conector problemático puede ser J102 (J128 en WPC95), entrada de 16 voltios CA a la tarjeta de drivers. Aunque es muy poco probable que sea la causa de los reseteos aleatorios, reasienta el conector a ver si algo cambia. Comprueba también el conector J112 (J127 en WPC-95), que también es una entrada a la tarjeta desde el transformador (9.8 voltios CA).

Si el problema del reseteo mejora o se soluciona después de reasentar un conector, lo habrás arreglado pero seguramente de forma TEMPORAL. Hay muchas posibilidades de que el problema regrese tarde o temprano. Para reparar esto de forma permanente hay que sustituir los pines del conector hembra con pines Trifurcon, y para mayor seguridad, conviene cambiar también los pines machos de la tarjeta, ya que es muy frecuente que estos conectores presenten pines defectuosos o soldaduras agrietadas (especialmente en la Twilight Zone). Debido a la edad y a la vibración estos pines pueden empezar a dar problemas y presentar algo de resistencia interna. Hay que insistir en que es muy conveniente usar pines tipo Trifurcon que se ciñen al pin macho en tres caras (proporcionando mucho mejor contacto y resistencia a la vibración.)

Desconectar el display de matriz de puntos.

Un display con problemas puede consumir más energía de lo normal hasta el punto de hacer caer el resto de tensiones de la máquina, favoreciendo así los reseteos. Para descartar que el display esté causando problemas, desconecta el cable de alimentación del display (¡pero no el cable plano!). Después enciende el juego e inicia una partida para comprobar si se sigue resetando la máquina ("a ciegas" ya que no funcionará el display). Si ya no sucede, hay que cambiar el display de matriz de puntos y/o la sección de alto voltaje de la tarjeta controladora del mismo (o repararla si fuera posible).

Los diodos de las bobinas de los Flippers.

Aunque no es un problema típico en juegos WPC, si los diodos de las bobinas de los flippers (hay dos por bobina) faltan o están dañados, se pueden producir también reseteos aleatorios. Esto es mucho más común en pinballs anteriores al WPC, pero también puede suceder, y además estos diodos son de cualquier forma necesarios. En la sección de [problemas con los flippers](#) de esta guía se muestra como hay que instalar estos diodos. Comprueba si hay diodos averiados o con las soldaduras rotas. En caso de duda lo mejor es cambiarlos sin más.

Aparte de los conectores, los mayores responsables de los reseteos aleatorios: Puentes rectificadores (o diodos en WPC-95), condensadores filtro, taladros metalizados rotos, y conectores J101/J129 en mal estado (otra vez)...

Los puentes rectificadores (y sus condensadores correspondientes) convierten la corriente alterna en corriente continua. Esto es de vital importancia, ya que todas las tarjetas electrónicas funcionan con corriente continua. Si la máquina funciona bien, pero se producen reseteos de forma aleatoria, a menudo se debe a puentes rectificadores o condensadores "fatigados" que es necesario cambiar.

En juegos WPC-S y anteriores, el puente rectificador BR2, sus condensadores filtro C5/C4 asociados y en menor medida los pines del conector J101 son seguramente los componentes más frecuentemente implicados en los reseteos aleatorios. Como regla general, si el voltaje de línea es bueno (por encima de 220 V), estas son las tres cosas que yo reemplazo primero cuando me enfrento a este problema. Cambio todos estos componentes al mismo tiempo (rectificador BR2, condensadores C5 y C4, y pines del conector J101). Es mi primera línea de ataque cuando afronto este tipo de avería, y el 95% de las veces funciona. En WPC-95 los reseteos son menos frecuentes pero si suceden los diodos D7, D8, D9 y D10, los condensadores C9/C1 y el conector J129 son los componentes a sustituir.

En pinballs WPC-S y anteriores también son muy frecuentes roturas en los taladros metalizados de puentes rectificadores y/o de sus condensadores asociados, que pueden llegar también a provocar reseteos aleatorios. Yo siempre sueldo puentes cableados entre el puente BR2 y el condensador C5 cuando tengo que cambiarlos (en el lado soldaduras de la tarjeta, un puente desde la patilla superior derecha de BR2 "+" y la patilla superior de C5 "+", y otro puente en diagonal entre BR2 "-" hasta la patilla inferior de C5 "-"). Además, una vez cambiado BR2 siempre compruebo la continuidad entre las patillas de alterna (AC) de mismo y los diodos del circuito detector de paso por cero (en el lado de componentes de la tarjeta midiendo entre la patilla inferior izquierda "~" de BR2 y la patilla derecha del diodo D3, y entre la patilla superior derecha "~" de BR2 y la patilla derecha del diodo D38).

Cuidado: cuando se cambia un puente rectificador es muy fácil dañar la placa. El puente tiene cuatro patillas bastante gruesas para soldarlo a la tarjeta. Si se aplica demasiado calor a la hora de desoldarlas para quitar el puente viejo, te puedes llevar los taladros metalizados arrancándolos de la placa. Esto perjudicaría la buena conexión entre el nuevo puente y la placa, lo que puede provocar futuros problemas de reseteos. Para minimizar este riesgo, CORTA primero las patillas del puente que vas a cambiar, dejando en la placa las patillas tan largas como puedas. A continuación calienta cada una de las patillas individualmente a la vez que tiras de ellas suavemente con un alicate, así vas sacando una a una. Esta es la mejor forma de quitar un puente sin dañar la placa.

Probando los puentes

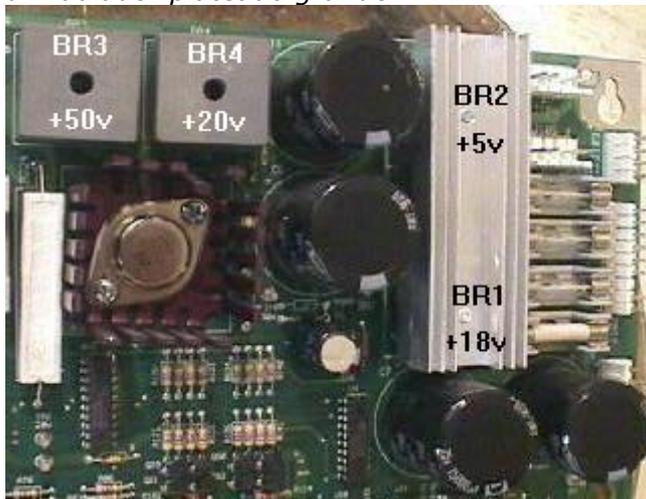
Hay que tener presente que aunque un puente rectificador pase los tests, no necesariamente significa que esté perfecto, después de todo, no se puede probar fácilmente un puente en condiciones extremas como puede ser durante un multibola con todas las bobinas trabajando a pleno rendimiento. Un puente rectificador defectuoso puede también provocar que la máquina de un falso mensaje de error diciendo que el fusible F114/F115 ha fallado (o F106/F101 en WPC-95), cuando en realidad los fusibles están bien. En la sección [Comprobar los fusibles](#) hay un listado de fusibles con sus correspondientes puentes rectificadores.

En WPC los puentes rectificadores se alojan en la tarjeta driver/alimentación (aunque también hay uno en la tarjeta Fliptronics en los juegos anteriores al WPC-95). Un puente rectificador consiste básicamente en cuatro diodos conectados entre sí en oposición dos a dos. El puente tiene dos entradas para la corriente alterna, y dos salidas (positivo y negativo) para la corriente rectificada. Estos diodos pueden estar encapsulados con epoxy y cubiertos con una envolvente metálica cuadrada. En este caso se habla de puente rectificador monolítico. Estos puentes monolíticos tienen cuatro terminales, dos para la entrada de alterna y otros dos para la salida de continua (positivo y negativo).

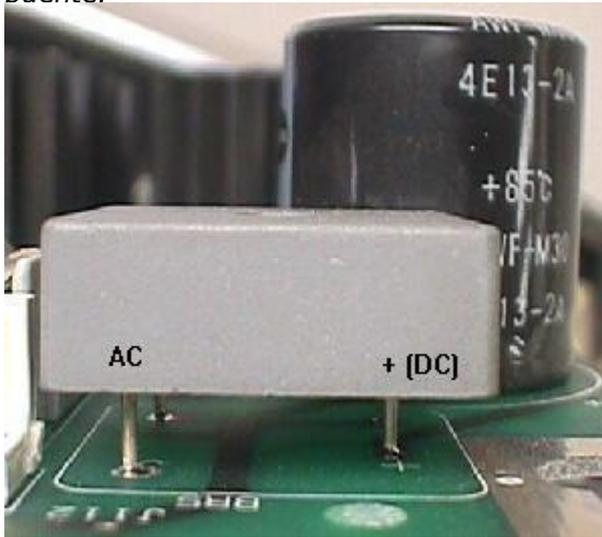
Un puente rectificador que falla puede tener algún diodo "en corto" o "abierto" ¡Ambas averías son bastante comunes! Un corto en algún diodo de un puente provocará que un fusible se funda tan pronto como encendamos el juego. Un diodo abierto provocará que el puente no suministre tensión o que esta sea muy baja. Si los fusibles están bien, pero no luce algún LED de la tarjeta driver/alimentación, podría deberse a algún puente con uno o más diodos abiertos.

A la hora de cambiar el puente rectificador BR2, ten cuidado de no romper las pistas del circuito impreso. Es muy frecuente encontrar daños en las pistas de BR2 porque este rectificador es reemplazado con relativa frecuencia. Además al ser un componente grande, la vibración también puede romper las pistas. Particularmente fijate en la pequeña pista en el lado de componentes de la placa, debajo de uno de los terminales de entrada de alterna de BR2. Esta pista va hasta el lado opuesto a la banda del diodo D3 (debajo del conector J109) como referencia para el circuito detector de paso por cero (zero cross). Si esta pista está rasgada o rota, los reseteos pueden continuar después de cambiar BR2. Después de soldar un puente BR2 nuevo, comprueba la continuidad de esta pista (desde la patilla inferior izquierda de BR2 hasta la patilla derecha de D3). Asimismo, comprueba la continuidad entre la patilla superior derecha de BR2 y la patilla derecha de D38. También es buena idea poner puentes cableados desde BR2 hasta el condensador de filtro C5, como se detalla [más adelante](#), porque los taladros metalizados donde se suelda BR2 pueden estar dañados.

Puentes rectificadores monolíticos en tarjetas driver/alimentación de la generación WPC-S y anteriores. De izquierda a derecha: BR3, BR4, BR2 (arriba), BR1 (abajo). BR2 y BR1 tienen encima un radiador plateado grande.



El puente rectificador BR5 usado por WPC-S y generaciones anteriores en las tarjetas driver/alimentación. Fíjate que la patilla "+" del puente está ligeramente desplazada. Fíjate también en que el puente está montado separado unos 6 mm de la tarjeta. Esto favorece la circulación de aire, mejorando la refrigeración del puente.

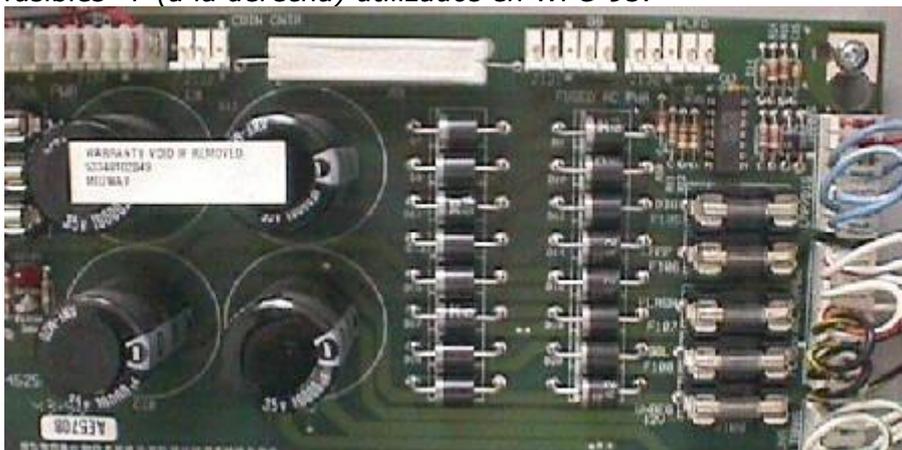


Puentes rectificadores en WPC-95.

Con la generación WPC-95, Williams decidió dejar de montar puentes rectificadores monolíticos. Se sustituyeron por puentes formados por cuatro diodos sencillos. Al usar diodos sencillos en vez de un puente encapsulado, el calor generado por cada componente se disipa mejor y la fiabilidad aumenta. El fallo del puente rectificador es muy corriente en WPC-S y en las generaciones anteriores. Sin embargo, tener que cambiar un diodo rectificador en el sistema WPC-95 es algo muy poco frecuente, aunque también es verdad que las máquinas de esta generación son algo más nuevas.

Los diodos utilizados por el WPC-95 tienen la referencia P600D (o 6A4 o 6A400). Son de 6 amperios 400 voltios. Un equivalente es el NTE5814.

Diodos D7 a D22 tipo P600D en una placa WPC-95 que sustituyeron a los puentes monolíticos MB3502W/MB352W. Fíjate también en los pequeños fusibles "T"(a la derecha) utilizados en WPC-95.



Los condensadores electrolíticos: los "socios de los rectificadores".

Cada puente rectificador lleva asociado un condensador electrolítico que actúa como filtro. Estos condensadores se necesitan para disminuir el rizado de la tensión de salida de los rectificadores, es decir, para conseguir una corriente continua más "plana" y adecuada para los circuitos electrónicos.

Aunque normalmente su expectativa de vida supera los 10 años, los condensadores electrolíticos tienen una vida limitada y acaban fallando con el tiempo. Un condensador de filtro que falle puede provocar reseteos aleatorios por el exceso de rizado la corriente continua (esto es más crítico en el +5Vcc) y por disminuir la capacidad de respuesta de las fuentes ante los picos de consumo. Por todo ello, cuando se cambia el rectificador BR2 en juegos anteriores al WPC95, es una buena idea cambiar también el condensador de filtro asociado C5 (15000 mfd 25 voltios). Sustituye también el condensador C4 (100 mfd 25 voltios) por uno que tenga algo más de capacidad (470mfd o 1000mfd).

Este condensador C4 es otra fuente potencial de problemas (C1 en WPC-95). C4 trabaja como es un refuerzo para los +5Vcc, ayudando a impedir que caigan cuando las distintas fuentes de alimentación están trabajando al límite (p.e en un multibola), además aporta estabilización extra a los +5Vcc después del regulador LM323K. Al igual que sucede con C5, el condensador C4 acaba perdiendo características y también hay que cambiarlo. Este condensador de 100mfd se puede sustituir por uno de 470mfd o incluso de 1000mfd para reforzar la capacidad de la fuente frente a las caídas de tensión (pero no aumentes mas de esos 1000mfd, porque se puede sobrecargar al regulador LM323k en el encendido de la máquina, acortando su vida útil).

Condensadores de filtro más pequeños en WPC-95. ¿Por qué?

Con el WPC-95, Williams cambio el condensador de 15000 mfd (en C5) usado en las generaciones WPC anteriores, por uno de menor capacidad de 10000 mfd (en C9), que con el tiempo, podría ser más propenso a fallar, a causa de este valor más bajo. De momento, al ser estas máquinas relativamente nuevas, esto no es ningún problema.

En general es mejor usar condensadores de mayor capacidad al proporcionar un mejor filtraje de la corriente rectificada. Sin embargo, cuanto mayor sea el valor del condensador mayor será el pico de corriente que tendrá que soportar el puente rectificador al encender la máquina. Esto se debe a que al encender la máquina, el condensador de filtro se comporta durante un instante casi como un cortocircuito, provocando un fuerte pico de corriente. Después, ha medida que el condensador se va cargando, la corriente va descendiendo hasta los valores normales de funcionamiento. Este pico de corriente puede ser hasta 10 veces mayor que la corriente final y el puente tiene que aguantarla en cada encendido. Este pico de arranque es directamente proporcional al voltaje y a la capacidad del condensador. Además los condensadores de alta capacidad son más caros, con lo que el cambio obedece a un intento de optimizar la relación coste/fiabilidad.

Lista de puentes rectificadores, condensadores de filtro y fusibles asociados.

Esta es una lista de estos dispositivos y su función. Todos están situados en la placa driver/alimentación si no se indica otra cosa.

Sistemas WPC-S y anteriores:

- **BR1**, C6 y C7 (15000 mfd @ 25v) con F114 y F115: para los +18 Vcc de lámparas controladas y para los +12 Vcc de la matriz de interruptores a través de un regulador de tensión. F114 es el asociado a BR1. F115 es sólo para la matriz de interruptores.
- **BR2**, C5 (15000 mfd @ 25v) con F113: +5 Vcc para todos los circuitos lógicos. **El puente y el condensador que más fallan y que causan la mayor parte de los problemas de reset asociados a las fuentes de alimentación.** Asociado también a los +5 está el condensador C4.
- **BR3**, C8 (100 mfd @ 100v) con F112: para los +50 Vcc de bobinas.
- **BR4**, C11 (15000 mfd @ 25v) con F111: para los +20 Vcc de lámparas flash.
- **BR5**, C30 (15000 mfd @ 25v) con F116: para los +12 Vcc no estabilizados (tarjeta de la puerta del monedero, controladora del DMD y tarjetas de la mesa).
- **BR1** (en tarjeta Fliptronics II), C2 (100 mfd @ 100v) con F901-F904: para los +50 Vcc de los flippers. Las primeras versiones de la tarjeta Fliptronics II venían con el condensador C2 instalado, pero después se dejó de montar. Esto se hizo así porque este condensador no es realmente necesario ya que las bobinas de los flippers no necesitan que los +50 voltios estén filtrados.

Sistema WPC-95:

- **D3, D4, D5, D6**, C8 (10000 mfd @ 35v) con F109: +12 Vcc no estabilizados (tarjeta de la puerta del monedero, controladora del DMD y tarjetas de la mesa).
- **D7, D8, D9, D10**, C9 (10000 mfd @ 35v) con F105: +5 Vcc para todos los circuitos lógicos. **Son los diodos y el condensador que más fallan y que causan la mayor parte de los problemas de reset asociados a las fuentes de alimentación.** Asociado también a los +5 está el condensador C1.
- **D11, D12, D13, D14**, C12 (10000 mfd @ 35v) con F106/F101: para los +18 Vcc de lámparas controladas y para los +12 Vcc de la matriz de interruptores a través de un regulador de tensión. F106 es el asociado a BR1. F101 es sólo para la matriz de interruptores.
- **D15, D16, D17, D18**, C10 (10000 mfd @ 35v) con F109: para los +20 Vcc de lámparas flash.
- **D19, D20, D21, D22**, C22 (100 mfd @ 100v) con F102/F103/F104: +50 Vcc para las bobinas.
- **D25 a D32**: +6.3 Vcc para el circuito de iluminación general. Fueron sustituidos por puentes a partir de Scared Stiff. Mira en la sección [Conectores Quemados](#) (WPC-95 GI diodos D25-D32 quitar y puentear) para más información.

Probando un puente rectificador (WPC-S y anteriores), con la tarjeta desconectada.

¡La prueba del puente con el juego apagado no es concluyente! Esto se debe a que el puente se prueba SIN carga y sólo se detecta si el puente está abierto o en corto (y por tanto, fundiendo el fusible). Un puente puede pasar bien la prueba y sin embargo ser la causa de los reseteos aleatorios. Además probar el puente sin desoldarlo de la tarjeta puede a veces llevar a resultados engañosos.

Un puente rectificador tiene cuatro terminales: dos terminales de entrada de corriente alterna, y dos de salida de corriente continua (positivo y negativo). En un lateral del puente, impresas sobre la carcasa metálica, hay dos etiquetas: "AC" (corriente alterna) y "+". En el lado de las soldaduras de la placa, marca con un rotulador indeleble estos dos terminales. Identificar a los otros dos terminales es fácil: Los terminales de entrada de corriente alterna están en diagonal, lo mismo ocurre con los terminales de salida de continua, por lo que el terminal negativo será el que esté en diagonal con la patilla positiva. Marca también estos terminales en la tarjeta con el indeleble. Para comprobar que lo has marcado bien, las dos patillas de continua (positivo y negativo) van conectadas respectivamente al positivo y negativo del condensador electrolítico. El siguiente procedimiento de prueba, con el puente soldado a la tarjeta, podría dar resultados falsos, como en el caso, por ejemplo, del puente BR2. Sin embargo es un test válido para la mayoría de los otros puentes rectificadores. Para probar el puente:

1. Pon el DMM (polímetro) en la posición diodo.
2. Pon la punta roja del DMM en uno de los terminales de alterna (AC).
3. Pon la punta negra del DMM en el terminal positivo de continua (DC). Deben haber entre 0.4 y 0.6 voltios.
4. Pon la punta roja del DMM en el otro terminal de alterna (AC). Repite el paso #3.
5. Pon la punta negra del DMM en uno de los terminales de alterna (AC).
6. Pon la punta roja del DMM en el terminal negativo de continua (DC). Deben haber entre 0.4 y 0.6 voltios.
7. Pon la punta negra del DMM en el otro terminal de alterna (AC). Repite el paso #6.

Si obtienes valores fuera del rango de 0.4 a 0.6 voltios en alguna de las pruebas anteriores, el puente está mal. Cuando esto sucede, lo más típico es que el valor obtenido en alguna de las medidas sea cero (puente en corto).

Probando el puente rectificador BR2 en carga (WPC-S y anteriores).

Este truco es de John Robertson y es un modo más concluyente de probar un puente. El procedimiento requiere un polímetro, una pareja de puentes de prueba con extremos en pinza de cocodrilo, y un diodo rectificador de 6 amperios (6A50 o 6A2 o 6A4, o cualquier equivalente). Este es el procedimiento:

1. Con la máquina apagada, engancha un extremo de uno de los puentes de prueba en la patilla "+" del puente BR2 en la tarjeta driver/alimentación. La patilla "+" es la patilla superior izquierda según miras la tarjeta (foto inferior). A menudo esta patilla "+" está marcada en el lateral del puente.
2. Engancha el otro extremo del puente de prueba a la punta ROJA del DMM.
3. Pon la punta NEGRA del DMM en la malla metálica de tierra en la parte inferior del cabezal.
4. Ajusta el DMM para medir tensión continua (DC, rango de 20 voltios).
5. Enciende la máquina. El DMM debe dar una lectura comprendida entre 12 y 13 voltios. Un valor por debajo de los 12 voltios indicará que el puente está mal (o las pistas de conexión del puente).

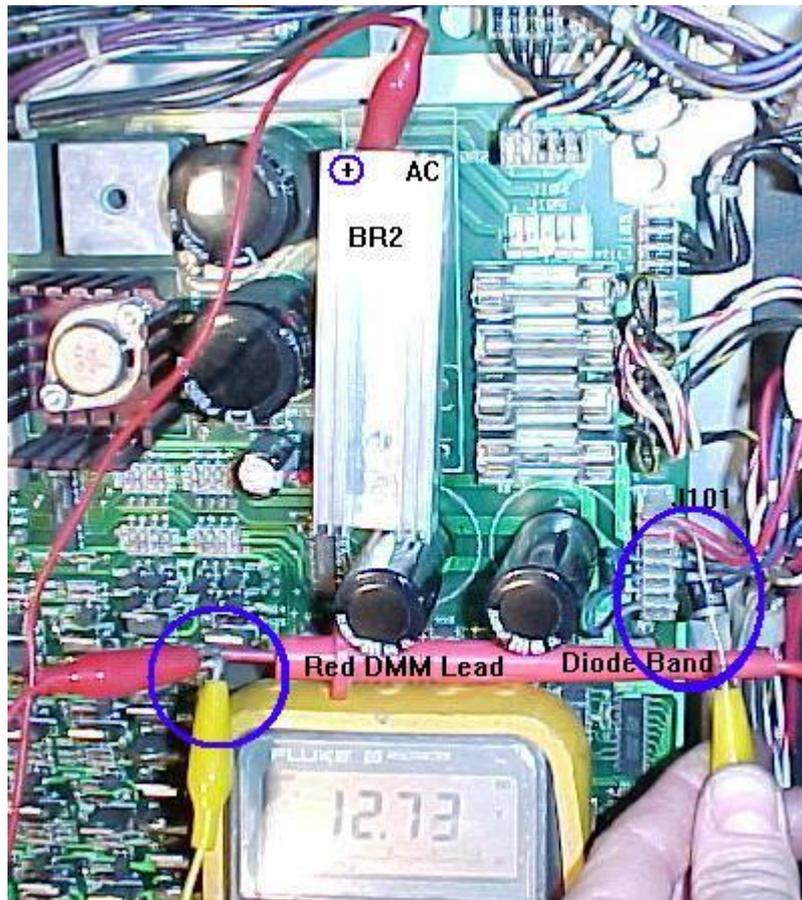
Enganchando la pinza de cocodrilo a la patilla "+" del puente BR2.

El otro extremo del puente de prueba se engancha a la punta roja del DMM.



6. Apaga la máquina. Coge el segundo puente de prueba, y engancha un extremo al LADO BANDA de un diodo de 6 Amperios.
7. Conecta el extremo que queda libre del segundo puente a la punta roja del DMM, donde ya estaba enganchado un extremo del primer puente (mira la foto inferior). Esto es lo mismo que conectarlo a la patilla "+" del puente BR2 (sólo que no hay suficiente espacio para conectarlo directamente en esa patilla al tener ya enganchado el primer puente).
8. Enciende la máquina.
9. Toca con el lado opuesto a la banda del diodo los pines 1 y 2 del conector J101 (los pines superiores). Observa que el conector tendrá parte metálica accesible en la parte superior, por lo que no hay que desconectarlo para la prueba.
10. Al realizar el paso anterior, observa la lectura del DMM. Si el voltaje cae cuando toques con la patilla del diodo en los pines 1 o 2 del conector J101, el puente BR2 está mal.

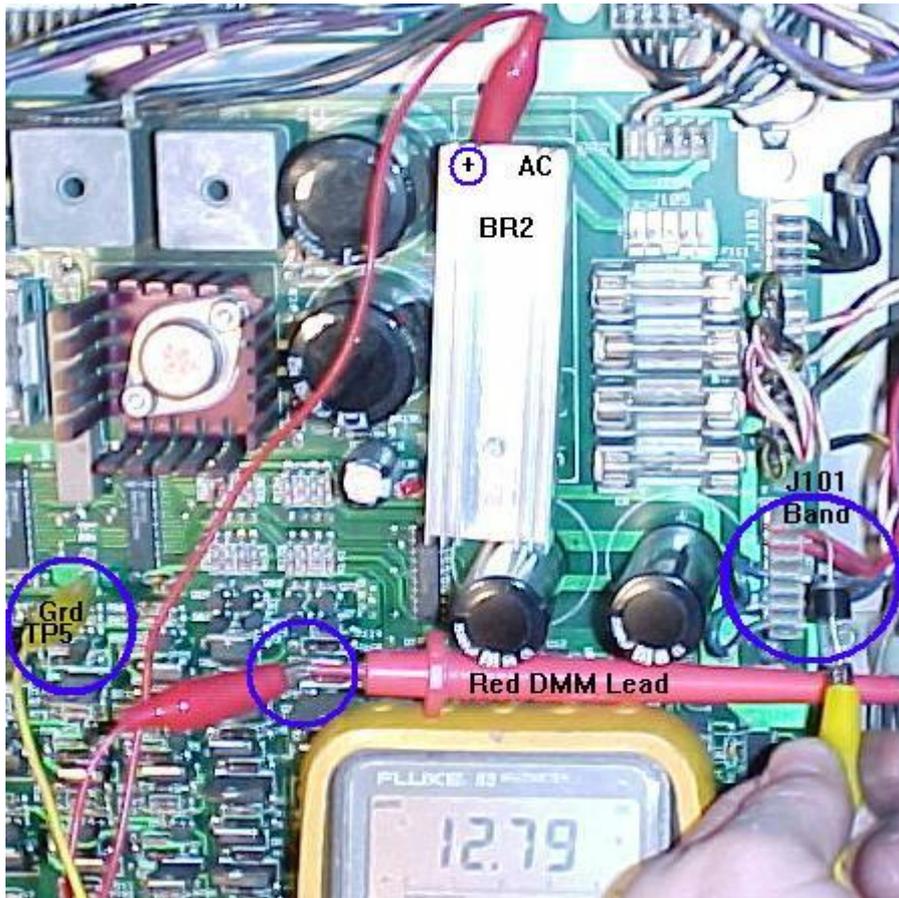
Se conecta un segundo puente (amarillo en la foto). Un extremo del mismo se engancha en el primer puente conectado a la punta roja del DMM. El otro extremo sujeta un diodo de 6 Amperios por el LADO BANDA. El voltaje no debe caer cuando tocamos con el otro extremo del diodo en los pines 1 o 2 del conector J101.



12. Apaga la máquina. Invierte la orientación del diodo de manera que ahora quede sujeto a la pinza de cocodrilo por el LADO OPUESTO A LA BANDA. Engancha el otro extremo de este puente a TP5 (tierra). Enciende la máquina. Toca con el lado banda del diodo los pines 1 y 2 del conector J101 (los pines superiores).
13. Al realizar el paso anterior, observa la lectura del DMM. Si el voltaje cae cuando toques con la patilla del diodo en los pines 1 o 2 del conector J101, el puente BR2 está mal.

Si el puente rectificador pasa estas pruebas, el problema suele ser que el condensador de filtro C5 (15000 mfd 25 voltios) está mal, o bien, una soldadura; rota en el puente y/o en el condensador, que puede arreglarse montando unos puentes con cables como se describe más adelante. También puede estar fallando el condensador C4.

El segundo puente se conecta ahora a TP5 (tierra), y el diodo se invierte. El voltaje no debe caer al tocar con el LADO BANDA del diodo los pines 1 o 2 del conector J101.



Comprobando un diodo (WPC-95)

Los puentes rectificadores con diodos sencillos que sustituyeron a los puentes rectificadores encapsulados en WPC-95 son todavía más fáciles de probar. Como en el caso anterior, estas pruebas sin desoldar el diodo del circuito pueden dar en algunos casos resultados falsos. Además, estas pruebas no son concluyentes! El diodo se va a comprobar SIN carga y sólo se detectará si el diodo está abierto o en corto (y por tanto, fundiendo fusibles). Un puente puede pasar bien la prueba y sin embargo ser la causa de los resets aleatorios.

1. Pon el DMM en la posición prueba de diodos.
2. Pon la punta negra del DMM en la patilla del lado banda del diodo.
3. Pon la punta roja en la otra patilla del diodo.
4. La lectura deberá estar entre 0.4 y 0.6 voltios.

¡Las pruebas de puentes rectificadores no funcionan siempre!

Si, desgraciadamente los tests anteriores no siempre localizan un puente defectuoso. Algún diodo del puente puede tener fallos intermitentes que provoquen resets aleatorios. Las pruebas anteriores sólo detectarán un fallo total, como un cortocircuito interno. Pero un diodo puede empezar a tener "goteras" provocando resets y no parecer que esté mal en las pruebas. Por eso el test más fiable es el que se realiza "en carga".

Luego ¿qué se puede hacer en estos casos? ¿Cómo puedes estar seguro que el problema está o no está originado por un puente defectuoso? Bueno realmente no hay ningún método infalible. Primero comprueba que el voltaje de la red es el adecuado. Luego repasa las soldaduras de los puentes/diodos y sus condensadores asociados. El siguiente paso sería sustituir los puentes/diodos implicados (BR2 o D7, D8, D9, D10 en WPC-95). Si continúan los resets, cambia los condensadores de filtro asociados (C5/C4 o C9/C1 en WPC-95). Si el juego se sigue reseteando, como último recurso sustituye el integrado U6 (U1 en WPC-95) que es un comparador de voltaje tipo LM339.

Sustituyendo un puente encapsulado o un diodo.

Es tan simple como cortar y sacar el componente antiguo, desoldar las patillas y soldar el nuevo. Cuando instales el puente nuevo, hay que dejar una separación de unos 7 mm (o incluso más) entre este y la placa. Esto permite que el aire circule por debajo del puente mejorando la refrigeración.

Remplazando BR1 y/o BR2 en juegos WPC-S y anteriores.

Si tienes que cambiar cualquiera de estos dos puentes, tendrás que lidiar con ambos porque comparten un único radiador largo y plateado. El hecho de compartir el mismo elemento de disipación del calor puede significar que si un puente ha fallado debido a un exceso de temperatura, son mayores las posibilidades de que el otro acabe fallando también. Por tanto, si uno cualquiera de ellos está mal, generalmente no es mala idea cambiar los dos. Para cambiarlos, tendrás que desoldarlos de la tarjeta driver/alimentación, y destornillar el radiador de la parte inferior de cada puente. Deberías encontrar una pasta blanca en la parte superior de los puentes que se pone para mejorar la transmisión de calor. Asegúrate de que pones de esta pasta antes de atornillar los nuevos puentes al radiador para proceder a su montaje (es mucho más fácil montar los puentes si ya están atornillados al radiador). Esta pasta se puede comprar en cualquier tienda de electrónica.

Alguna gente corta el radiador por la mitad cuando tiene que cambiar BR2/BR1 para hacer más sencillo cambiar un único radiador. Esta técnica se basa en la idea de que los taladros metalizados de la placa para estos puentes ya tienen suficiente estrés, por lo que cuanto menos soldaduras se hagan mejor, en consecuencia se corta el radiador por la mitad y sólo se cambia un puente.

La verdad es que yo NO recomiendo cortar el radiador por un motivo físico. El radiador viene a actuar como una especie de puente voladizo. Al ser un pinball un medio de mucha vibración, el puente tiende a vibrar y transmite esta vibración a los puntos de soldadura. Cuando el radiador es una única unidad tiene 8 puntos de sujeción y el efecto de vibración es mucho más reducido. Pero si lo cortamos aumenta este efecto que puede llegar a romper alguna soldadura o pero todavía, romper uno de los taladros metalizados de la placa. Por eso no recomiendo cortar este radiador.

Remplazando puentes y diodos.

El puente estándar que montan los juegos WPC es de 35 amperios 200 voltios. La referencia del fabricante es algo así como "MB3502W. MB significa encapsulado metálico (Metal cased Bridge). 3502 significa 35 amperios a 200 voltios). Mientras que W quiere decir patillas para soldar (Wired leads). Se puede montar cualquier puente de iguales características o superiores. Yo suelo usar de 35 amperios 400 voltios. La referencia de Williams es 5100-09690. Se pueden conseguir en tiendas de electrónica y asegúrate bien de que sean al menos de 35A 200V.

Los diodos de recambio en sistemas WPC-95 pueden ser el P600D, el NTE5814, o el 6A4. Son de 6 amperios 400 voltios. Se puede usar también una versión de menor voltaje, 6A2 o 6A200 (200 voltios). Se pueden encontrar en tiendas de electrónica.

Probando los condensadores de filtro (C5 o C9 en WPC-95).

La prueba de los condensadores de filtro en teoría es bastante sencilla. Con la máquina encendida y con el DMM ajustado para medir tensión de alterna, mide con las dos puntas de prueba puestas sobre las dos patillas del condensador (en esta prueba no importa en que orden se ponen las puntas, ya que estamos midiendo alterna). Si hay más de 0.20 voltios de alterna, el condensador está mal (alguna gente pone el listón más alto y considera que el condensador está mal si hay más de 0.10 voltios de alterna).

La dificultad de este test es que las patillas del condensador de filtro son casi imposibles de acceder con la tarjeta montada. Una alternativa es buscar en el esquema de la tarjeta driver/alimentación un punto de medida equivalente. La otra alternativa es cambiar, en caso de duda, el condensador de filtro en cuestión.

En el caso de C5 (+5 voltios y asociado al puente BR2), se puede medir con la punta roja en la patilla "+" del rectificador BR2 (con mucha precaución para evitar hacer un cortocircuito), y con la punta negra puesta a tierra. Conviene observar que si el rectificador BR2 está mal, también se verá un rizado excesivo (aunque C5 esté bien). Para no complicarme la vida, yo

suelo cambiar todos los condensadores asociados al +5V (C5/C4 o C9/C1 en WPC95) cuando cambio el puente BR2 o los diodos rectificadores del +5V en WPC95.

Cambiando los condensadores de filtro.

Si cambias uno de estos condensadores, utiliza uno de 15000 mfd 25 voltios (en cualquier generación WPC). Se pueden usar de más voltaje (pero son más caros). No uses uno de más de 15000 mfd de capacidad, debido al mayor pico de corriente de arranque que tendría que soportar el puente rectificador. Un valor inferior de 10000 o 12000 mfd también es admisible (pero no inferior a los 10000 mfd). Se pueden encontrar en tiendas de electrónica.

Repasando soldaduras de los puentes rectificadores.

A menudo los puentes pasan bien las pruebas, pero continúan los reseteos aleatorios. Esto puede deberse a problemas en las soldaduras (soldaduras frías, fisuradas o fatigadas). Como los puentes encapsulados (especialmente el BR2) y también los diodos sencillos pueden calentarse bastante, sus soldaduras también se calentarán un poco, y con el tiempo pueden llegar a ocasionar este tipo de problemas. Repasar estas soldaduras añadiendo un poco más de estaño solucionará este problema. Repasa también las soldaduras del condensador de filtro asociado, son soldaduras que se suelen romper.

El problema es el siguiente; la vibración y el calor pueden provocar que rompan o se fundan los puntos de soldadura. Esto puede derivar en conexiones falsas (intermitentes) que originen reseteos aleatorios del juego, y también otros problemas como fallos en bobinas o lámparas.

La dificultad para repasar las soldaduras es que las pistas que van por el lado de los componentes de la tarjeta, son muchas veces inaccesibles debido a los propios componentes. Estas pistas pueden tener un mal contacto con las soldaduras y dar lugar a los reseteos aleatorios. La mejor solución para este problema es soldar unos puentes con cables.

Seguro: Instalar puentes Rectificador/Condensador.

La tarjeta WPC driver/alimentación es una tarjeta de doble cara, es decir, tiene pistas a ambos lados de la tarjeta. Para mejorar las soldaduras y para facilitar la continuidad eléctrica entre las pistas que pasan de una cara a la otra de la tarjeta, los taladros donde se fijan los componentes llevan una especie de casquillo metálico, son los llamados taladros metalizados.

Repasar las soldaduras en el reverso de la tarjeta es una solución, pero no la definitiva. Como los puentes rectificadores y condensadores de filtro son grandes, las soldaduras no se pueden repasar fácilmente por la cara frontal (lado componentes). Esto a veces impide una buena conexión de las pistas de la cara frontal con los taladros metalizados. Para solucionar el problema, es recomendable añadir puentes con cables en el lado soldaduras de la tarjeta. Así se duplican las pistas que van por el lado de los componentes.

La pareja puente-condensador más crítica es BR2 y C5 (+5V). Puntea con dos cables de 1 mm² (18 AWG) por el lado de soldaduras de la tarjeta desde BR2 hasta C5 (patilla positiva de BR2 con patilla positiva de C5, y patilla negativa de BR2 con patilla negativa de C5). Esto ayudará a prevenir reseteos aleatorios. Esta mejora es aplicable también a las demás parejas puente-condensador.

Soldando los Puentes.

Antes de instalar los puentes, marca con un rotulador indeleble los puntos de conexión en la cara de soldaduras de la tarjeta driver/alimentación. Marca los puntos de soldadura de los terminales "+" y "-" del puente. La patilla positiva del puente es la que está desplazada respecto al cuadrado que formarían las patillas del mismo. La patilla negativa es la que está en diagonal con la positiva. La otra diagonal la forman las patillas de entrada de alterna. Marca también con el indeleble los puntos de soldadura del condensador (La patilla positiva suele ser la "superior", de todos modos suele estar marcada en el propio condensador). Comprueba dos veces, que los positivos y negativos que haz marcado están ya conectados entre si por pistas en la placa, hazlo midiendo continuidad con el DMM. ¡Si montas los puentes mal puedes ocasionar daños en la placa y en los componentes! Todos estos pasos previos harán que el montaje de los puentes sea más fácil y libre de errores.

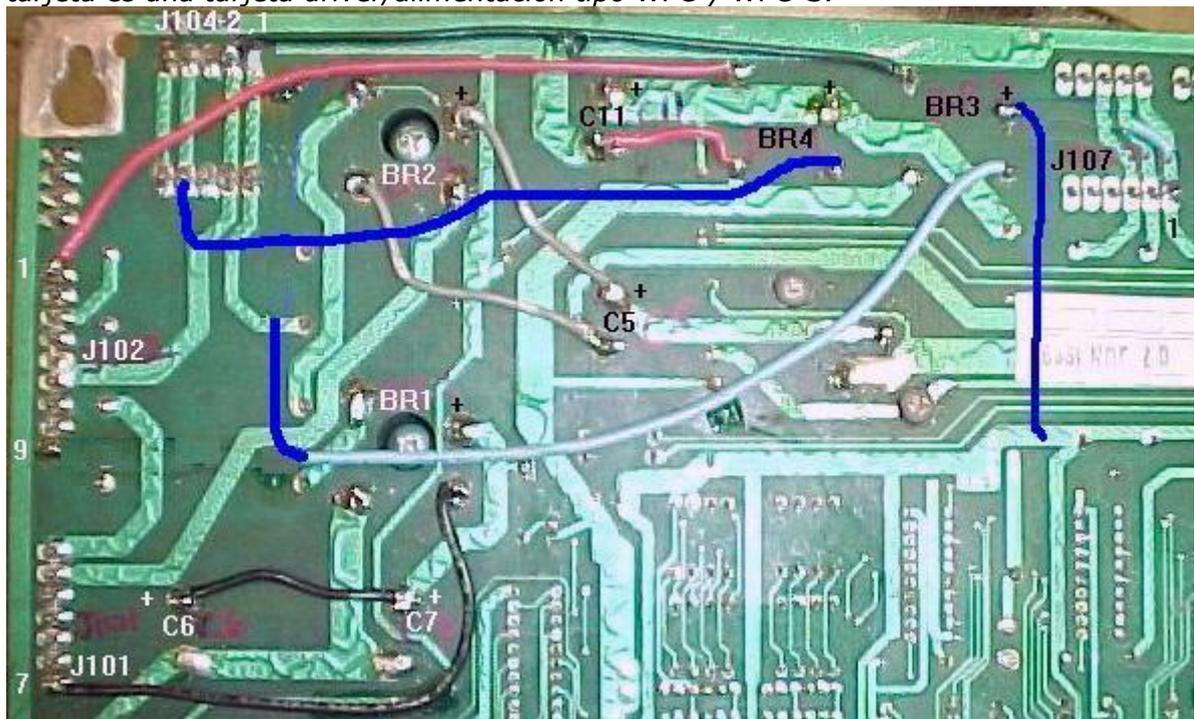
Puentes en la tarjeta driver WPC y WPC-S:

Esta es la lista de los puentes con cables que pueden soldarse en las tarjetas

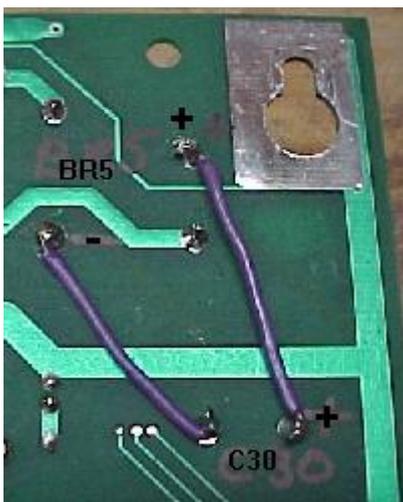
driver/alimentación WPC y WPC-S. Todas las referencias están tomadas mirando la tarjeta por el lado soldaduras, y el conector J104 "arriba":

- BR2 a C5 (dos puentes): Puentea la patilla positiva del puente BR2 con la patilla positiva del condensador C5. Haz lo mismo con las respectivas patillas negativas.
- BR1 (un puente): Puentea la patilla de alterna de BR1 (la que está justo debajo de la patilla positiva) con el pin 7 del conector J101.
- C6/C7: Puentea entre si las dos patillas positivas de los condensadores C6 y C7 (esto también ayudará al puente rectificador BR1).
- C6: Añade otro puente que vaya desde el polo positivo de C6 al TP8 (Test Point 8, 18V de corriente continua). Nota: Este puente no se muestra en la imagen de abajo.
- BR3 (tres puentes): Puentea la patilla de alterna de BR3 (la que está justo debajo de la patilla positiva) con el conector J104 pin 1. Puentea la otra patilla de alterna (a la izquierda de la patilla positiva) con el pin 2 del conector J104. Puentea la patilla positiva del puente BR3 con la pista del fusible de solenoides que está unos centímetros más abajo (Fíjate en la imagen).
- BR4 (tres puentes): Puentea la patilla negativa de BR4 con la patilla negativa de C11. Puentea la patilla de alterna de BR4 (la que está justo encima de la patilla negativa) con el pin 1 del conector J102. Puentea la otra entrada de corriente alterna de BR4 (la que está bajo la patilla positiva) con el conector J104 pin 4.
- BR5 a C30 (dos puentes): Puentea la patilla positiva del puente BR5 con la patilla positiva del condensador C30. Ídem con las patillas negativas.

La tarjeta con todos los puentes soldados. El puente más importante, es el que va de BR2 a C5 (cables grises). Observa como el "+" (patilla desplazada) del puente va al "+" del condensador. La patilla "-" del puente está en diagonal con la patilla "+". La tarjeta es una tarjeta driver/alimentación tipo WPC y WPC-S.



Probablemente el segundo puente más importante es el que une BR5 con C30. Observa que el "+" (patilla desplazada) del puente va a la patilla "+" del condensador. La patilla "-" del puente está en diagonal con la patilla "+". La tarjeta es una tarjeta driver/alimentación tipo WPC y WPC-S.



¿Es conveniente soldar también estos puentes en juegos WPC-95?

¡Sí! Aunque los juegos WPC-95 sustituyeron los puentes encapsulados por diodos sencillos (que tienen muchos menos problemas de soldaduras rotas o fatigadas), los puentes con cables son todavía una buena idea. En juegos WPC-95, los puntos más críticos son las soldaduras de los grandes condensadores electrolíticos de la tarjeta driver/alimentación.

Un ejemplo, Hace poco tuve un problema con una Safe Cracker (WPC-95) a la que le fallaban todas las bobinas de baja potencia (20 Vcc). El fusible estaba bien y llegaba alimentación a la tarjeta driver/alimentación, pero no había salida de la tarjeta hacia las bobinas.

Al final resultó que el condensador que filtra el voltaje de continua a la salida del puente rectificador, tenía una soldadura rota. Esto impedía que la tensión llegara más allá del puente correspondiente (debería haber visto antes que el LED testigo de la tensión de +20 Vcc estaba apagado!). Para reparar esta avería, soldé puentes con cables entre el rectificador y el condensador.

Recuerda que la tarjeta driver WPC95 sólo necesita los puentes para los condensadores de filtro. Los diodos *no* necesitan estos puentes (sólo los que conectan los diodos con los condensadores de filtro). Es el propio peso del condensador los que provoca el riesgo de rotura en las soldaduras del condensador (debido a la vibración). Las soldaduras de los diodos no tienen ese riesgo de rotura.

Puentes en la tarjeta driver WPC-95.

Como mínimo conviene hacer los puentes para el condensador de filtro de los +5V. En el resto de condensadores de filtro también se pueden realizar a voluntad:

- 5 voltios: Puente desde el lado opuesto a la banda de D7/D8 hasta la patilla negativa de C9, y desde el lado banda de D9/D10 hasta la patilla positiva de C9.
- 12 voltios no regulados: Puente desde el lado opuesto a la banda de D5/D3 hasta la patilla negativa de C8, y desde el lado banda de D4/D6 hasta la patilla positiva de C8.
- 12 voltios regulados y 18 voltios de la matriz de lámparas: Puente desde el lado opuesto a la banda de D11/D12 hasta la patilla negativa de C11/C12, y desde el lado banda de D13/D14 hasta la patilla positiva de C11/C12.
- 50 voltios bobinas: Puente desde el lado opuesto a la banda de D19/D22 hasta la patilla negativa de C22, y desde el lado banda de D20/D21 hasta la patilla positiva de C22.
- 20 voltios bobinas: Puente desde el lado opuesto a la banda de D16/D18 hasta la patilla negativa de C10, y desde el lado banda de D15/D17 hasta la patilla positiva de C10.

Cambiar el condensador del filtro C5/C4 (o C9/C1 en WPC-95).

Si el juego sigue reseteándose, es muy probable que el condensador del filtro C5 (15000 mfd @ 25v) o C9 (WPC-95, 10000 mfd @ 25v) necesite recambio. El condensador C5/C9 filtra y amortigua el rizado de los +5 Vcc. Si este condensador pierde capacidad, el rizado en los +5 Vcc empezará a ser excesivo. Esto se puede traducir en reseteos aleatorios.

En juegos WPC-S y anteriores, si se cambia el rectificador BR2, es una buena idea cambiar también el condensador de filtro C5 por un condensador nuevo (15000 mfd 25 voltios). En general a partir de 10 años de antigüedad comienza a ser buena idea cambiar este condensador (C9 en WPC-95). También cambia el condensador C4 (100 mfd 25 voltios) o C1 (WPC-95) por uno de 470 o 1000mfd.

Comprobar de nuevo los conectores asociados a los +5 Vcc.

Los conectores Molex principales de entrada o salida en la tarjeta driver asociados a los +5V pueden ocasionar bastantes problemas.

El voltaje procedente del transformador que será rectificado, filtrado y estabilizado para obtener los +5V, llega a la placa de drivers por el conector J101 (WPC-S y anteriores). En WPC-95 es J129.

También es muy importante el conector de salida que suministra +5 Vcc y +12 Vcc a la CPU, y a otras tarjetas, desde la tarjeta driver/alimentación. En WPC-S y anteriores, es J114. En WPC-95, es J101.

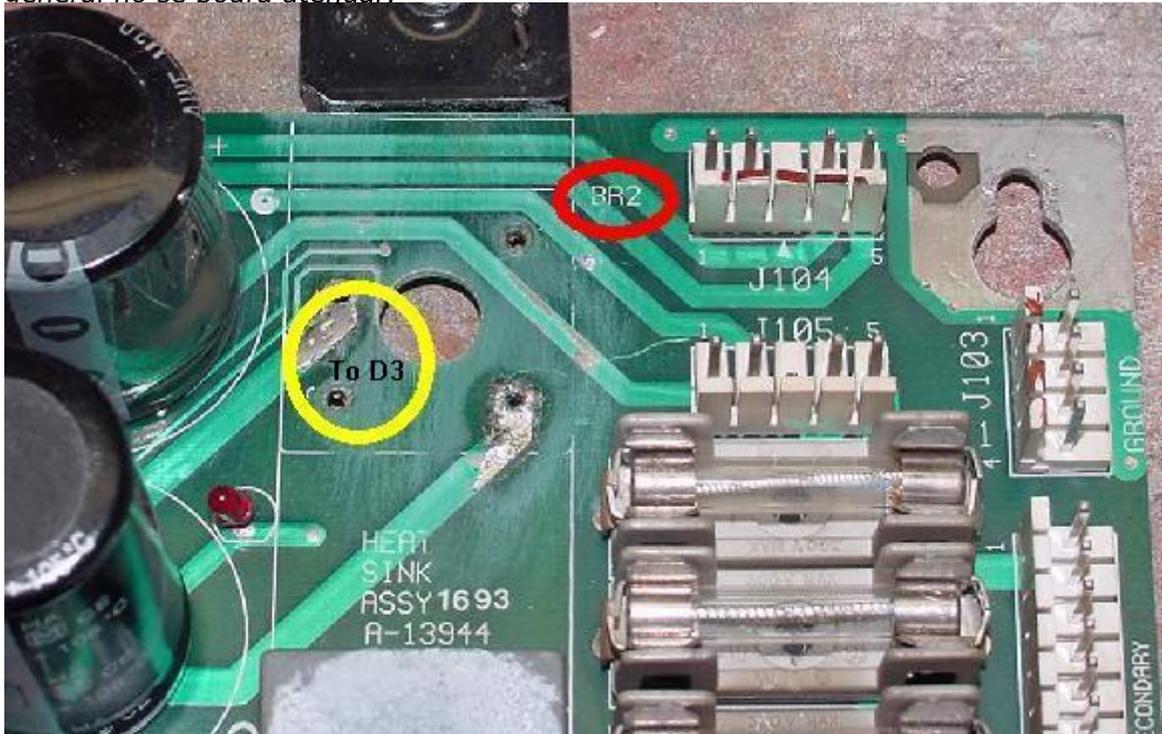
Asegúrate de que estos conectores están en buen estado. Comprueba posibles pines quemados o soldaduras frías, fatigadas o rotas (mira en la sección [Conectores Quemados](#)). Cualquier problema en estos conectores puede producir reseteos aleatorios.

El circuito detector de paso por cero y los reseteos en juegos WPC-S y anteriores.

El circuito detector de paso por cero cumple un par de funciones, una de las cuales puede tener influencia en el problema de los reseteos. Una parte de este circuito esta formada por los diodos D3 y D38 (situados justo debajo del conector J109), que están conectados a las pistas de alimentación de alterna de la tarjeta de drivers que van al rectificador BR2. Como este rectificador es sustituido con relativa frecuencia, a veces las pistas que van hasta los diodos D3/D38 se rompen. Esto provoca reseteos aleatorios (además de afectar al circuito de control de iluminación general cuya luminosidad no podrá atenuarse). Por lo tanto, siempre que cambies el rectificador BR2, comprueba que sigue habiendo continuidad entre las patillas de alterna de BR2 y el lado opuesto a banda de los diodos D3 y D38 (visto desde el lado componentes de la tarjeta, las pistas van desde la patilla superior derecha de BR2 hasta el lado derecho de D38, y desde la patilla inferior izquierda de BR2 hasta el lado derecho de D3).

Hay una prueba sencilla para estar seguro de que estas pistas no están rotas. Con el juego encendido, vete al menú de prueba de la iluminación general (G.I. test menu). Si las lámparas de iluminación general no pueden atenuarse (siempre están a tope independientemente del nivel de brillo ajustado), es muy probable que alguna de las pistas mencionadas estén rotas.

Lado componentes en una tarjeta driver WPC-S y anteriores.
Observa la pista rota (círculo amarillo) entre BR2 y el diodo D3, lo que se ve fácilmente porque el puente BR2 está quitado. Si esta pista está rota, el juego tendrá resets aleatorios el juego tendrá resets aleatorios y la iluminación general no se podrá atenuar.



Lado soldaduras en una tarjeta driver WPC-S y anteriores.
Observa la pista (círculo rojo) que va hasta el diodo y puede romperse fácilmente en BR2. Si esta pista se rompe, la iluminación general no se podrá atenuar (sólo podrá encenderse o apagarse, pero sin estados intermedios).



El juego continua reseteándose.

El regulador de 5 voltios, el comparador de voltajes y chips en la tarjeta CPU.

El regulador de la tensión de +5V en U1 (LM323 en WPC-S y anteriores) en la placa de drivers puede estar fallando. Este chip es relativamente barato y fácil de conseguir por lo que no es demasiado complicado cambiarlo (en WPC-95, el regulador de +5V está también en U1 pero es un LM317k). Este regulador falla a veces por lo que si nada de lo que hemos hecho hasta ahora ha funcionado, es el siguiente componente a sustituir.

También el chip comparador de voltajes LM339 marcado como U6 en la tarjeta driver (U1 en WPC-95) puede estar mal. Este chip está en el circuito detector de paso por cero (zero crossing). Si está defectuoso, también puede ocasionar reseteos aleatorios. Cámbialo y no te olvides de aprovechar para montar un zócalo.

Ya mucho menos frecuente es un fallo en los chips U1, U2, U3 de la tarjeta CPU (en todas las versiones WPC). Estos chips conectan directamente con la CPU y pueden presentar problemas de sobrecalentamiento que provoquen reseteos aleatorios.

Incluso he visto problemas de reseteo provocados por el chip de memoria RAM U8 de la tarjeta CPU (6264). Este es un chip bastante sensible a las descargas de electricidad estática por lo que puede resultar dañado al manipular la tarjeta CPU.

Fallos en el display de matriz de puntos o en la tarjeta controladora asociada.

Esto pasó en una Star Trek Next Generation, los síntomas incluían reseteos ocasionales, flippers débiles y lámparas con poca luminosidad. Se pusieron en práctica las soluciones habituales: cambio de puentes rectificadores y condensadores filtro, reconstrucción de flippers, etc, y nada funcionaba. Se sospecho que el transformador pudiera estar mal y se reconectó para 100 voltios como experimento (n.t: la tensión de red en USA es de 115 voltios). Al volver a encender el juego, empezó a salir humo instantáneamente de la tarjeta controladora del display. Inspeccionando la misma a fondo, se vio que muchos diodos y resistencias grandes de la tarjeta presentaban síntomas de sobrecalentamiento severo (el experimento con el transformador conectado para 100 voltios no duró lo suficiente como para provocar el daño observado sino que éste tenía que venir ya de tiempo atrás). Después de volver a poner el transformador para 115 voltios, se montó una tarjeta controladora de repuesto y todo empezó a funcionar bien: luces con el brillo apropiado, flippers con fuerza y no más reseteos aleatorios.

La explicación es que los circuitos de alimentación de alto voltaje de la tarjeta controladora del display estaban al límite: La tarjeta estaba "chupando" una considerable cantidad de corriente hasta el punto de sobrecargar al transformador y afectar al resto de tensiones de la máquina (había un indicio: con el juego encendido, la tensión en las entradas de alterna de los puentes rectificadores estaban en el límite inferior del rango aceptable).

Incluso tener un display con el gas semiagotado puede provocar reseteos aleatorios aunque la tarjeta controladora esté perfecta (mira en [Displays alfanuméricos y de Matriz de Puntos](#) para más detalles). El problema de reseteos debido a displays envejecidos y con poco gas se está haciendo más frecuente. Moraleja: cambia el display si ha llegado al final de su vida útil.

La lección de todo esto es que no todos los reseteos aleatorios se deben a problemas en la tarjeta de drivers. Chips defectuosos en la CPU o circuitos de alimentación en mal estado en la tarjeta controladora del display, pueden también provocar el problema. Fíjate en las resistencias grandes y en los diodos que están próximos a los transistores con radiador en la tarjeta controladora del display. Busca síntomas de sobrecalentamiento (tarjeta muy ennegrecida), incluso aunque la tarjeta esté funcionando. Para solucionar esto se puede reconstruir la sección de alto voltaje de la tarjeta como se describe más adelante en el capítulo [Displays alfanuméricos y de Matriz de Puntos](#).

También se debería cambiar el display cuando presenta síntomas de haber agotado su vida útil. Un display en mal estado puede consumir mucha energía, estresando a la tarjeta controladora y con posibilidad de tirar un poco abajo el resto de voltajes, lo que favorece la aparición de los temidos reseteos.

La caja de alimentación y los reseteos aleatorios.

El termistor.

El termistor es un componente que varía su resistencia con la temperatura. Cuando está frío se comporta como una resistencia de bajo valor pero cuando se calienta se convierte esencialmente en una resistencia de cero ohmios.

En el encendido de la máquina, el termistor, que todavía está frío, limita la corriente de conexión al actuar como una resistencia de bajo valor montada en serie con la alimentación. Se consigue así un encendido más "suave" bajando un poco la tensión que llega al transformador, lo que redundará en alargar la vida útil de los rectificadores. Una vez que se calienta, el termistor "se quita de enmedio" permitiendo que llegue toda la tensión de la línea al transformador.

En ocasiones el termistor se avería y no baja su resistencia cuando se calienta, comportándose como una resistencia permanente. Esto reduce el voltaje de entrada al transformador y resta capacidad a las fuentes para responder a los picos de demanda de corriente, favoreciendo la aparición de los reseteos. El termistor se encuentra en la "caja de alimentación" que está en el mueble justo detrás de la puerta del monedero. Esta caja también aloja el interruptor de encendido, el varistor, el filtro de línea y el fusible principal.

Con el juego encendido al menos un minuto (para dar tiempo a que caliente) y en modo atracción (sin jugar), no debe haber más de 1.0 voltio de corriente alterna entre las patillas del termistor. Resaltar que en el momento de encender el pinball, pueden aparecer hasta 5 voltios de alterna en el termistor. Pero este voltaje debe caer por debajo de un voltio una vez que el termistor se ha calentado. El termistor es la pastilla gris cableada en serie con el fusible. El termistor es un limitador de corriente de 8 amperios y 2.5 ohmios. No confundir con el varistor (MOV), que es el disco verde cableado en paralelo con la línea entre los terminales del filtro de línea. Hay que tener mucha precaución trabajando y midiendo dentro de la caja de alimentación y siempre que sea posible hay que hacerlo con el juego desenchufado pues hay 220 voltios de corriente alterna en algunas de las partes metálicas expuestas.

También es interesante medir la resistencia del termistor en frío y con el juego apagado, ajustando el polímetro en ohmios. La resistencia no debería superar los 2 o 3 ohmios. Si hay más conviene cambiarlo.

Pero la manera más fácil de determinar si el termistor es el componente que origina los reseteos es puentearlo temporalmente. Esto se hace fácilmente con un cable rematado con puntas tipo pinza de cocodrilo, sujeta las puntas a ambos extremos del termistor para puentearlo. A continuación enciende la máquina y prueba a ver si se repiten los reseteos. Si no se vuelven a producir es que el termistor está mal.

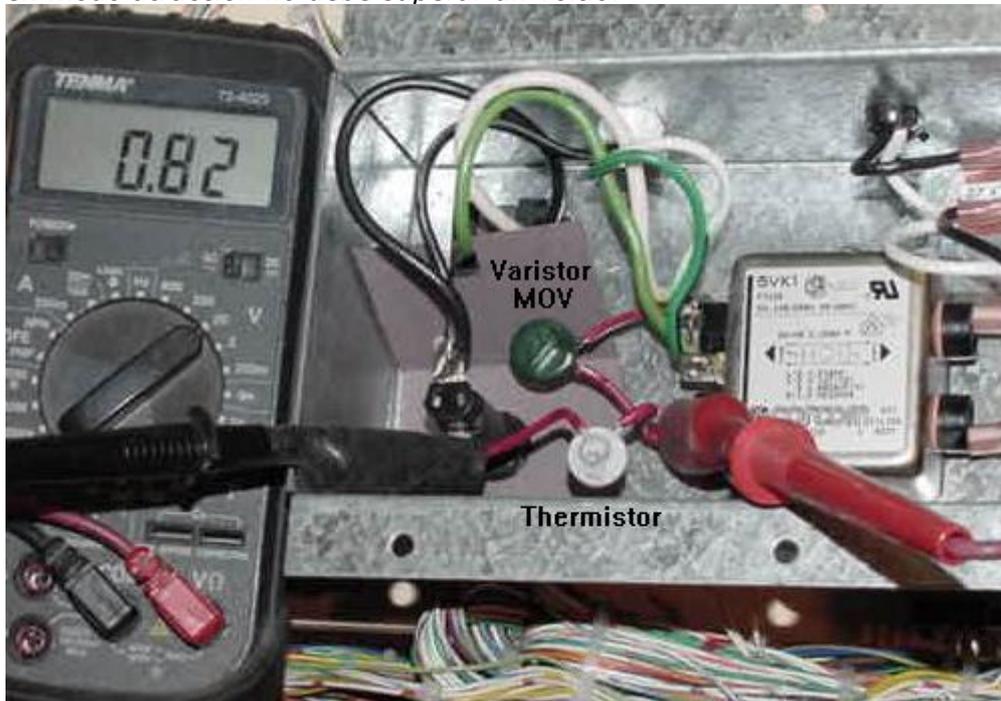
Destacar que el termistor fue eliminado en muchos de los juegos WPC-95 (pero no en todos). En estas máquinas no resultaba ya tan necesario porque los puentes rectificadores habían sido sustituidos por diodos y además los condensadores de filtro pasaron de 15.000 mfd a 10.000 mfd.

(n.t. El termistor también ayuda a impedir que "salte" el automático de la instalación al enchufar el pinball debido al pico de corriente que se produce provocado por el transformador y por la carga de los condensadores de las fuentes de alimentación. Si salta el automático muy a menudo cuando se enciende el pinball, es probable que el termistor esté mal o que simplemente falte).

La "caja de alimentación" justo detrás de la puerta del monedero.
Foto de J. Robertson.



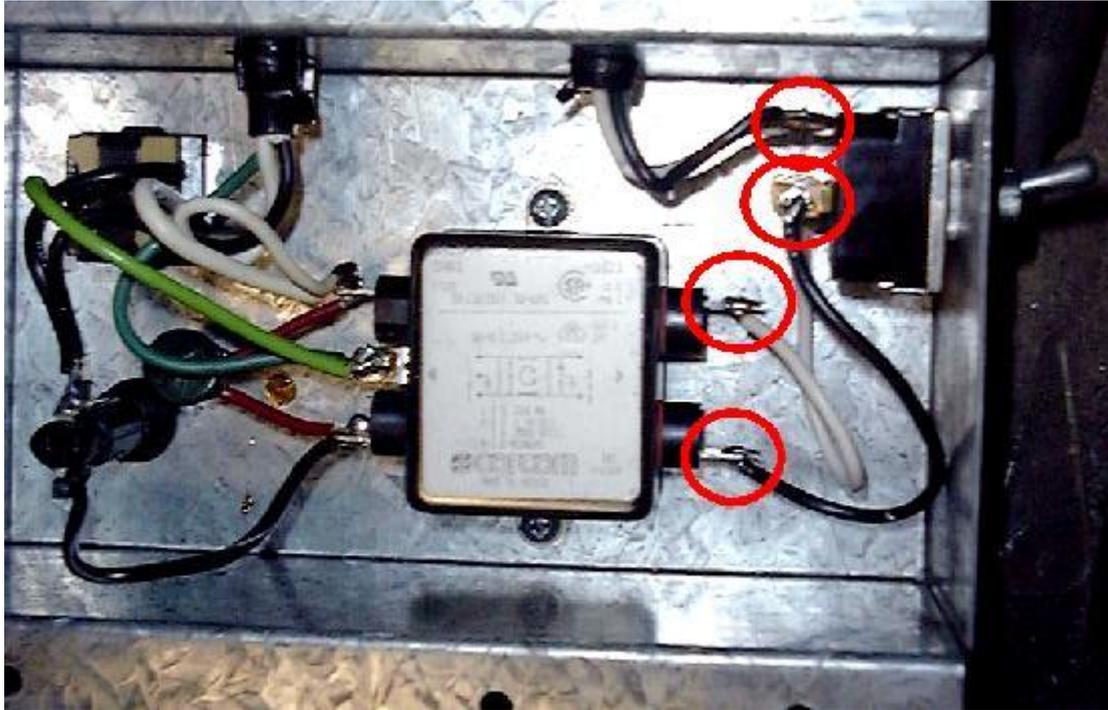
Midiendo la caída de tensión en alterna a través del termistor. Con el juego en modo atracción no debe superar un voltio.



Terminales dentro de la caja de alimentación.

Aprovechando la revisión de termistor y varistor, comprueba también los terminales de horquilla que se utilizan en las conexiones del interruptor de encendido y del filtro de radio frecuencia (RF). En ocasiones estos terminales se aflojan y acaban quemándose, provocando pérdida de potencia en la tarjeta de drivers y en consecuencia resets aleatorios. En vez de poner terminales nuevos puede ser mejor soldar los cables directamente, como se ve en la foto siguiente:

Una caja de alimentación donde los terminales del interruptor de encendido y del filtro RF se han eliminado y los cables se han soldado directamente (círculos rojos). Esto se hizo debido a que los terminales originales estaban quemados. Foto de J. Robertson.



Portafusibles de línea en mal estado.

Otra posible fuente de problemas en la caja de alimentación, aunque no muy habitual, es el fusible principal de línea. El portafusibles utilizado no es de una gran calidad y si tiende a "aflojarse", puede provocar los reseteos. También el propio fusible puede tener algo de resistencia que haga caer la tensión de alimentación.

Caja de alimentación con el fusible de línea y el filtro RF. En este caso el portafusibles tiene marcas evidentes de tener algún problema (observa las marcas de quemado por arco eléctrico en el lado derecho). En esta Twilight Zone cambiar el portafusibles solucionó los problemas de reseteos. El disco gris conectado al portafusibles es el termistor.



Puentes de ajuste del voltaje de línea (105 Voltios).

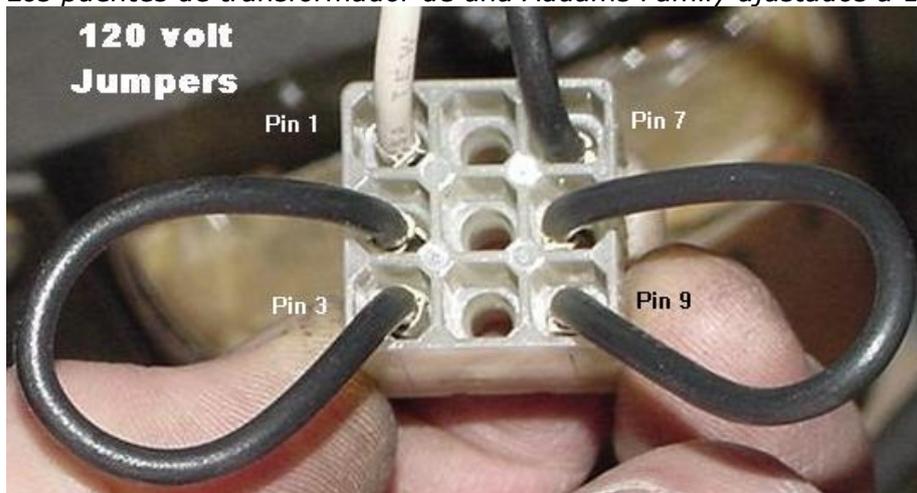
(n.t. Las indicaciones que siguen sólo son válidas para Estados Unidos y países donde la tensión de la red eléctrica sea de 120 voltios; no son válidas por tanto para España)

Si la máquina está enchufada a una toma de 120 voltios pero el voltaje real de la red es de 112 voltios o menos y el juego se está reseteando, el transformador se puede ajustar para "bajo voltaje de línea". Este ajuste es también conocido como ajuste "japonés" y es un ajuste para red de 105 voltios. No recomiendo este ajuste si la tensión está por encima de 112 voltios ya que hace trabajar más forzados a los componentes de la tarjeta de drivers, especialmente a los reguladores de tensión, y también posiblemente al propio transformador. Debo hacer hincapie en esto: ¡Se puede DAÑAR gravemente a la máquina si los puentes de ajuste del transformador están configurados de forma errónea!.

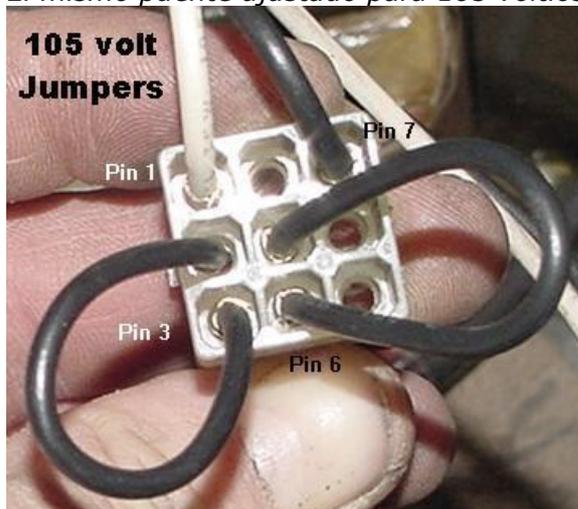
Sin embargo, se puede utilizar este recurso en situaciones donde la tensión de la red esté por debajo de 112 voltios. Esto implica reconexionar los conectores molex de pines de .093" redondos del transformador (se necesita un extractor de pines, disponible en Waldom Electronics part# W-HT-2038 o Radio Shack part# 274-223 (\$4.99). El puente que va entre los pines 8 & 9 de este conector se retira y se pone entre los pines 5 & 6. A continuación hay fotos de esta modificación en juegos pre-DCS WPC. HACER ESTO SOLO CUANDO EL VOLTAJE DE LA RED SEA DE 112 VOLTIOS O MENOS.

(n.t. Los pinballs destinados a Europa suelen venir ajustados para 230 Voltios, con posibilidad de ajustar a 218 voltios y a 206 voltios para casos de baja tensión en la red. Teniendo en cuenta que esto sólo se debe hacer cuando sea estrictamente necesario, es decir, si la tensión de la red es baja y además el juego se está reseteando sin que se haya podido solucionar el problema con las indicaciones de los párrafos anteriores de este capítulo, como nos recomienda el autor de las guías).

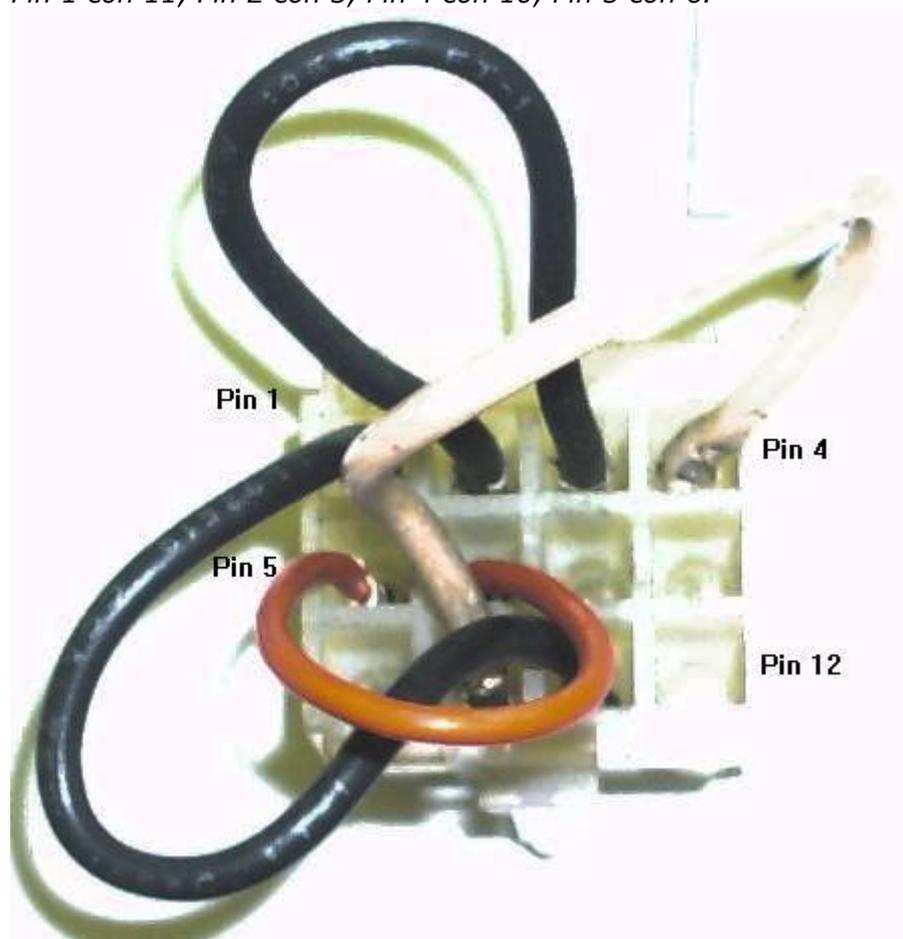
Los puentes de transformador de una Addams Family ajustados a 120 voltios.



El mismo puente ajustado para 105 voltios.



*Los puentes en una máquina WPC-S y posteriores ajustados para 105 voltios:
Pin 1 con 11, Pin 2 con 3, Pin 4 con 10, Pin 5 con 6.*



¿Aún persisten los resets? Un último recurso.

Lo que viene ahora es algo único de esta guía de reparación. Probablemente no habrás oído hablar sobre esto en ninguna otra parte. Y puede que haya una buena razón para ello. Esto es el último recurso sobre resets que puedo recomendar. No es que sea malo, es sólo que pienso que es absolutamente la última cosa que se debería intentar.

En los pinballs WPC y WPC-S, el regulador de 5 voltios es un LM323K. Estos reguladores tienen un rango de voltaje de trabajo variable entre 4.7 y 5.3 voltios. Es un margen demasiado grande, pero lamentablemente, es así como funcionan. El problema es que en un pinball WPC, cualquier valor de tensión en la CPU por debajo de 4.9 voltios hará que tengas problemas de resets. Efectivamente se puede sustituir el LM323K, pero realmente, si lo que tienes son 4.8 voltios, entonces el LM323k está trabajando correctamente dentro de sus especificaciones. Y estos reguladores LM323k se están volviendo cada vez más caros.

Aunque originalmente fue diseñado como un regulador de voltaje fijo, realmente el LM323k tiene la capacidad de variar el voltaje de salida. El encapsulado metálico del LM323k va conectado directamente a la masa en la placa controladora WPC (y WPC-S). Pero si el chasis metálico del LM323 se aísla de la masa, y luego se le suelda una resistencia de 22 ohmios 1/2 vatio con el otro extremo de la resistencia conectado a masa, esto aumentará el voltaje de salida del LM323k ligeramente. Descubrí que usando una resistencia de 22 ohmios 1/2 vatio el voltaje de salida aumentará hasta aproximadamente 5.15 voltios. Este debería solucionar cualquier problema persistente de reseteo (Date cuenta de que si aumentas el valor de la resistencia hasta digamos los 33 ohmios, conseguirás aproximadamente 5.25 voltios.) Esta alternativa funciona MUY BIEN en situaciones donde los resets siguen siendo un problema, y todas las otras opciones ya han sido intentadas.

Modificación de una placa WPC/WPC-S para aumentar los 5 voltios hasta 5.15 voltios. Aquí se pueden apreciar los puentes de refuerzo entre BR2/C5 (cables azules), y los círculos azules muestran las modificaciones realizadas para poder colocar una resistencia de 22 ohmios entre el chasis del rectificador LM323 y masa. Hay que realizar un puente entre los dos puntos rodeados por el círculo azul pequeño. Fíjate que la pista de masa se ha interrumpido alrededor del tornillo del LM323k, y la masa se conecta al tornillo mediante una resistencia de 22 ohmios 1/2 vatio. En algunas versiones de la placa WPC el LM323 tiene una pista de masa en el lado de los componentes que también deberá ser cortada. Comprueba siempre que entre el chasis metálico del LM323 y la masa no hay conexión eléctrica usando el zumbador del polímetro, para asegurarte que el regulador está aislado de la masa cuando realices esta modificación.



Lado de componentes de la placa controladora con el regulador de voltaje LM323k extraído. La línea azul muestra donde se cortó la pista para aislar de masa al encapsulado metálico del LM323K. Esto sólo es necesario en algunas versiones de la placa controladora.



También puede realizarse una modificación similar en una placa controladora WPC-95. En este caso el regulador de 5 voltios es un LM317, que es un regulador de voltaje de salida variable. Williams ajustó el voltaje a 5 voltios usando una resistencia de 750 ohmios 1/2 vatio en R1. Si

cambias esta resistencia R1 por una de 780 ohmios, aumentará el voltaje de salida del LM317 a 5.2 voltios. De nuevo esto debería solucionar cualquier problema persistente de resets.

Puede surgir la pregunta sobre si esto es necesario. Resulta que el LM323 y LM317 no tienen unas especificaciones de fábrica muy precisas. Su voltaje de salida puede variar enormemente entre dos reguladores idénticos. También a medida que los componentes electrónicos envejecen pueden consumir más energía. Por ello puedes encontrar necesario hacer la susodicha modificación para solucionar un problema persistente de resets. He comprobado que esta modificación funciona bien en pinballs testarudos WPC de cuatro flippers, y en condiciones donde el voltaje de la red está entre los 110 y los 115 voltios (Nota del Traductor: se trata de valores de voltaje doméstico en Estados Unidos. En Europa se utiliza un voltaje diferente: 220 V).

Otros problemas asociados a las alimentaciones.

El fusible F116 se funde continuamente en juegos WPC-S y anteriores.

Cuando un fusible F116 se funde continuamente en juegos y anteriores, casi siempre se debe a que el rectificador BR5 está mal. Cámbialo y comprueba que están bien las conexiones con el condensador de filtro C30.

Mensaje "Check Fuse F114/F115 o F106/F101" (comprueba fusibles...).

Este mensaje aparece cuando no hay tensión en la matriz de lámparas o de interruptores. En ocasiones el mensaje aparece y los fusibles están bien! Además de ser una de las posibles causas por la que el fusible F114 (F106 en WPC-95) se funda, un puente rectificador defectuoso puede provocar que la rutina de diagnóstico crea que el fusible correspondiente está fundido sin que realmente lo esté. Si el puente BR1 (o alguno de los diodos D11-D14 en WPC-95) tiene una soldadura en mal estado, aparecerá el mensaje al no llegar tensión a las matrices. La mejor solución en este caso es soldar unos puentes con cables para obtener una mayor fiabilidad, como se detalló anteriormente.

Este sería el paso a paso a seguir para determinar exactamente que es lo que falla cuando aparece el mensaje de error F114/F115 (o F106/F101) y los fusibles están bien. Con la máquina encendida y la puerta del monedero cerrada:

- Comprueba hay voltaje de alterna entre los pines 4 y 7 del conector J101 (pines 4 y 7 de J129 en WPC-95) en la tarjeta driver/alimentación. Este es el voltaje que llega del transformador y debe estar entre 13 y 18 Vca Si no hay tensión aquí, comprueba los conectores Molex en ambos extremos: transformador y tarjeta.
- Comprueba que haya voltaje de continua entre TP8 (TP102 en WPC-95) y tierra. El voltaje debe estar entre +16 y +18 Vcc. Si no hay tensión aquí, cambia BR1 (D11 a D14 en WPC-95). También puede ser que hayan soldaduras o taladros metalizados rotos en el puente BR1 (o D11 a D14 en WPC-95). En este caso lo mejor es poner unos puentes con cables en BR1 (como se describe en la sección de [Reseteos aleatorios](#)).
- Comprueba que haya voltaje de continua entre TP3 (TP100 en WPC-95) y tierra. El voltaje debe ser de +12 Vcc. Si no hay tensión aquí, comprueba los diodos D1 y D2 (1N4004, en todas las revisiones WPC).
- Si los diodos D1/D2 están bien, reemplaza Q2 (en todas las revisiones WPC), que es un regulador de voltaje tipo LM7812.
- Si lo anterior todavía no resuelva el problema, sustituye U20 (en todas las revisiones WPC) en la tarjeta CPU (ULN2803). A veces, al estropearse U20 se avería también U14 también en la tarjeta CPU (74LS374) (en WPC-95 es U23, un 74HC237 o 74HC4514). Cuando cambies un chip monta siempre un zócalo.
- Si la avería sigue sin resolverse, y el juego tiene una tarjeta de interruptores ópticos debajo de la mesa, Cambia los chips LM339 de esta tarjeta. No te olvides de montar zócalos.
- Si el voltaje todavía no es el correcto, o BR1 (o diodos D11 a D14 en WPC-95) se calienta MUCHO, comprueba todos los transistores TIP107 en la tarjeta driver/alimentación. Si todos están bien, comprueba/cambia los chips ULN2803 en U19 (U11 en WPC-95), y 74LS374 en U18 (U10 en WPC-95).

Otra prueba, en juegos WPC-S y anteriores, es desenchufar los conectores J114, J116, J117, J118, cambiar el fusible y encender la máquina. Si el fusible se funde, lo más seguro es que el puente rectificador correspondiente esté averiado y que haya que cambiarlo. Si el fusible no se funde, el problema no está en las tarjetas. En este caso lo más frecuente es un cable derivado a tierra, que hay que localizar para subsanar la avería.

Puente BR1 o Diodos D11-D14 (WPC-95) de +18 Vcc sobrecalentados.

Este es un extraño problema que se da en algunas ocasiones. El puente de los +18 Vcc de las lámparas controladas se calienta excesivamente. He llegado a ver la placa driver/alimentación negra en esa zona debido al calor. Esto sucede porque la matriz de lámparas demanda más potencia que la que puede manejar el circuito. Eventualmente puede llegar a fundirse el fusible. El puente BR1 o los diodos D11-D14 en WPC-95 pueden aguantar este sobrecalentamiento durante un tiempo hasta que acaban estropeándose.

La razón de que ocurra esto es simple; por algún motivo, una (o varias) de las columnas de las lámparas controladas se quedan encendidas permanentemente. Recuerda, que las lámparas controladas son de 6.3 voltios, pero el circuito que las alimenta es realmente de +18 Vcc. Esto es así porque las lámparas funcionan de forma estroboscópica (se encienden y se apagan muy rápidamente). Si una columna de la matriz de lámparas se "atasca" y se queda siempre encendida, recibe los +18 Vcc y las lámparas absorben mucha más corriente. Esta sobrecorriente hace que el puente rectificador se ponga muy caliente (y que el fusible asociado pueda fundirse).

Para solucionar esto, comprueba lo primero todos los transistores TIP107 driver de las columnas de la matriz de lámparas (mira la sección; [Comprobando transistores](#)). Si ninguno de estos transistores están en corto, el siguiente sospechoso es el integrado ULN2803 en U19 (U11 en WPC-95), o tal vez el 74LS374 en U18 (U10 en WPC-95). Si los transistores TIP107 están OK, el ULN2803 es seguramente el responsable. Una manera fácil de saber si la matriz de lámparas tiene algún problema es fijarse en las lámparas controladas al encender la máquina. Si cualquiera de las lámparas flashea justo en el momento del encendido, podría haber un problema en el chip ULN2803.

Explosión del condensador C11 de +20 Vcc (C10 en WPC95).

En ocasiones el condensador de +20 Vcc (tarjeta driver/alimentación, C11 en WPC-S y anteriores, C10 en WPC-95) puede explotar! Esto puede suceder si los 50 +Vcc de las solenoides de alta potencia, se ponen en corto con los +20 Vcc del circuito de lámparas flash, esto normalmente pasa porque un diodo o transistor de las bobinas de los flippers está en corto en la tarjeta fliptronics. La tensión resultante de +70 Vcc no podrá ser soportada por el condensador que estallará. También puede pasar esto enchufando mal alguno de los cables planos de interconexión entre las tarjetas del cabezal. Por último, también puede explotar C11 si el conector J124 de la tarjeta driver se enchufa en los pines destinados al J128 (tienen el pin ciego de codificación en la misma posición).

Si cuando se activan los flippers, alguna de las lámparas flash luce débilmente, es probable que haya algún diodo o transistor de bobina de flipper mal.

Una medida que se puede tomar para prevenir esta avería, es montar un diodo de bloqueo en la tarjeta driver/alimentación en serie con la resistencia cerámica de 10 watios R224 (o R9 en WPC-95). Para hacer esto, primero desuelda la patilla inferior de la resistencia R224 (es la patilla que está justo encima de TP7). Suelta el ánodo (lado opuesto a banda) de un diodo 1N4004 (o 1N4007) a la patilla suelta de la resistencia. Luego suelda el cátodo (lado banda) del diodo al taladro de la placa donde estaba originalmente la patilla de la resistencia que desoldaste. Esto impedirá retornos de corriente hacia el condensador.

3e. Cuando las cosas no funcionan: Problemas con los flippers

Los flippers conectan al jugador con el juego del pinball. Tener unos flippers que funcionen a la perfección es vital para poder disfrutar del juego. Aquí van algunos de los problemas frecuentes con los flippers y sus soluciones.

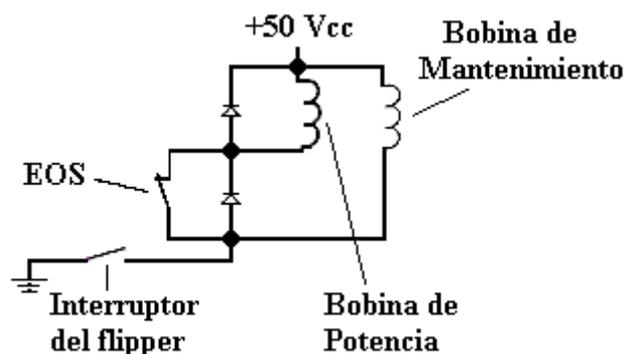
Recuerda que casi todos los flippers (cualquiera que sea el pinball) tienen interruptores de final de carrera, conocidos como EOS (end of stroke). Con ellos la máquina sabe cuando un flipper está totalmente extendido para desconectar la bobina de potencia. Cuando un EOS está mal, surgen problemas más o menos serios dependiendo de la generación WPC. En cualquier caso y aunque el flipper siga funcionando, cuando un interruptor EOS falla debe ser siempre reparado.

Como funciona un flipper.

Las bobinas de los flippers son realmente bobinas dobles. Esta bobina doble se compone de una "bobina de potencia", que es un arrollamiento de pocas vueltas y de cable delgado, y de una "bobina de mantenimiento", que es un arrollamiento de muchas vueltas y de cable aún mucho más delgado. La bobina de potencia tiene una resistencia eléctrica baja proporcionando la potencia necesaria para impulsar la bola con fuerza. La bobina de mantenimiento tiene una resistencia más alta y no proporciona tanta potencia, como contrapartida también se calienta mucho menos. La bobina de potencia se desactiva cuando el flipper llega a la posición superior, entonces queda sólo activada la bobina de mantenimiento que permite mantener el flipper levantado por tiempo indefinido sin sobrecalentamiento.

Para ver de forma sencilla como trabaja la doble bobina de un flipper, examinemos como funciona un flipper no Fliptronics: Al pulsar el botón del flipper, se cierra el circuito a tierra y se energizan las dos bobinas. Cuando el flipper alcanza su máxima extensión, el interruptor EOS que está normalmente cerrado, abre y elimina a la bobina de potencia del circuito. La bobina de mantenimiento seguirá activada mientras se mantenga pulsado el botón del flipper, lo que permite que el flipper se mantenga arriba pero evitando el sobrecalentamiento. Observa como los diodos de las bobinas están conectados en polarización inversa.

Un diagrama simplificado del circuito de un flipper no Fliptronics.



Interruptores EOS: ¿Normalmente cerrados o normalmente abiertos?

Los flippers en juegos pre-Fliptronics son directos y llevan interruptores de final de carrera (EOS) normalmente cerrados y de alto voltaje. Por contra, los flippers Fliptronics son electrónicos (activados a través de transistores) y llevan interruptores EOS de bajo voltaje y **normalmente abiertos**.

¿Problema mecánico o eléctrico?

Lo primero a la hora de afrontar un problema en un flipper es identificar si el fallo tiene un origen mecánico o eléctrico. Por ejemplo, si un flipper se queda atascado en su posición más elevada ¿es un problema de agarrotamiento mecánico, o es un problema eléctrico? Este es un caso fácil de dilucidar, apaga la máquina y si el flipper vuelve a su posición de reposo el problema es eléctrico. Si el flipper se queda arriba el problema es mecánico. Esta sencilla comprobación te puede ayudar mucho para resolver las averías.

Numeración y potencia de las bobinas de los flippers.

Si se funden los fusibles o se estropean los transistores TIP36 y/o TIP102 en la tarjeta fliptronics, una de las cosas a comprobar es la resistencia de las bobinas de los flippers. Las resistencias "nominales" se indican a continuación para cada tipo de bobina de flippers que se pueden encontrar en pinballs WPC. El valor alto de resistencia (bobina de mantenimiento) debe estar dentro del +/- 10% del valor nominal, mientras que el valor bajo de resistencia (bobina de potencia) debe estar dentro del +/- 3% del valor nominal.

Para medir la resistencia de las bobina utiliza un polímetro ajustado para medir ohmios, con una de las puntas fija en el terminal común de las bobinas (el que tiene los dos cables) y poniendo la otra punta alternativamente en los otros terminales. La bobina de potencia es la que tiene la resistencia más baja (cable más grueso) ¡En ningún caso su resistencia debe ser inferior a 3.8Ω (ohmios) en un pinball WPC! Por debajo de esto empiezan a fundirse los fusibles y se corre mucho riesgo de que se averíen los transistores de la tarjeta fliptronics que manejan las bobinas de los flippers. Del mismo modo, la bobina de mantenimiento (cable fino) no debe tener nunca una resistencia inferior a 120Ω, o como en el caso anterior se pueden empezar a fundir fusibles y fallar transistores.

Este es el listado de los diferentes tipos de bobinas ordenadas de más débiles a más fuertes:

- FL-11753: usada en flipper pequeños, como el flipper "Thing" de la Addams Family. 9.8Ω/165Ω. Normalmente envuelta en papel de bobina amarillo.
- FL-11722: usada en flippers donde no se necesita mucha potencia, como el flipper superior derecho de la Twilight Zone. 6.2Ω/160Ω. Papel de bobina verde.
- FL-11630: fuerza de flipper "estándar", como se usaba en los pinballs anteriores al WPC como Earthshaker, Whirlwind, etc. 4.7Ω/160Ω. Papel de bobina rojo.
- FL-15411: bobina potente, usada en los flipper inferiores en Addams Family, Twilight Zone, etc. 4.2Ω/145Ω. Papel de bobina naranja.
- FL-11629: la bobina más potente de flipper Williams. Usada sobre todo en los pinballs WPC más recientes. 4.0Ω/132Ω. Papel de bobina azul.

Los diodos del Flipper.

Todos los pinballs WPC tienen diodos en las bobinas de los flippers. Asegúrate que estos diodos están orientados como los de la foto de abajo.

*Los diodos en una bobina de un flipper **Fliptronics**. El cable rojo (inferior) es el positivo ("terminal vivo"). El cable amarillo (medio) es el que maneja la bobina de potencia, y el cable naranja (superior) maneja la bobina de mantenimiento.*



Colores de los cables de las bobinas de los Flippers.

Williams suele usar un juego de colores consistente para el cableado de los flippers (por desgracia, esto no es siempre así, como se puede ver en la foto de arriba). En el dibujo siguiente, los terminales de la bobina del flipper están etiquetados como "lug1", "lug2" y "lug3". Estos son los colores de los cables usados en la mayoría de los juegos:

Lug 1 (terminal exterior, lado banda del diodo, común de los dos arrollamientos, 50 voltios):

- Flipper inferior izquierdo: Gris/Amarillo
- Flipper inferior derecho: Azul/Amarillo
- Flipper superior izquierdo: Gris/Amarillo
- Flipper superior derecho: Azul/Amarillo
- (En pinballs fliptronics, el color base para cables en este terminal a veces es el rojo)

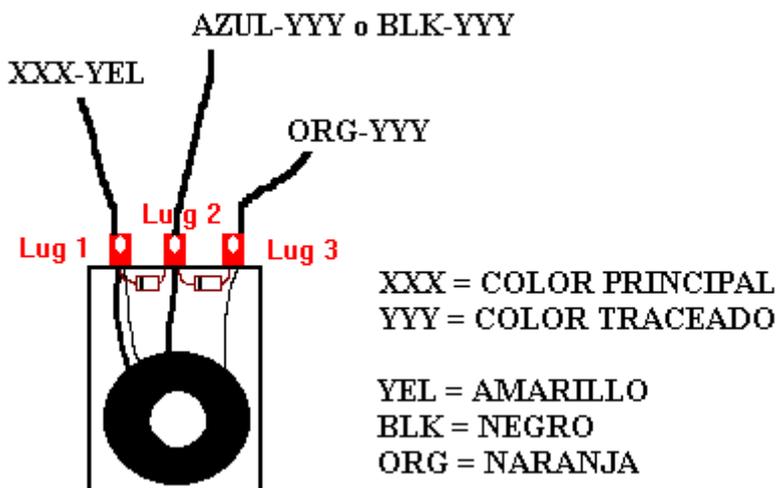
Lug 3 (terminal exterior, lado opuesto a banda del diodo, un arrollamiento):

- Flipper inferior izquierdo: Naranja/Azul
- Flipper Inferior derecho: Naranja/Verde
- Flipper Superior izquierdo: Naranja/Gris
- Flipper superior derecho: Naranja/Púrpura

Lug 2 (terminal central):

- Flipper inferior izquierdo: Azul/Gris
- Flipper inferior derecho: Azul/Púrpura
- Flipper superior izquierdo: Negro/Azul
- Flipper superior derecho: Negro/Amarillo

Fliptronics Cableado bobinas flippers. Recuerda que los colores especificados son los colores "usuales", pero la norma no se cumple en el 100% de los casos.



Los diodos de bobina en un juego **no Fliptronics**. El cable central y el cable totalmente azul del terminal superior van al interruptor EOS y al condensador "anti-chispa". El cable azul/amarillo (inferior) es el positivo (puede ser gris/amarillo). El cable azul/violeta (superior) va al botón del flipper y finalmente a tierra a través del relé de bloqueo.



Fliptronics frente al "estilo clásico" de los flippers.

En 1991 con la Addams Family, Williams cambió el estilo "clásico" de sistema de flippers (que apenas se había modificado desde su invención en 1947), introduciendo un sistema electrónico controlado por CPU llamado "Fliptronics". Para ello desarrolló una tarjeta electrónica dedicada que se alojó en la esquina superior izquierda del cabezal (justo encima de la tarjeta CPU).

Cuando el jugador aprieta el botón del flipper, la tarjeta Fliptronics energiza con 70 voltios la bobina de potencia del flipper (El sistema Fliptronics utiliza el mismo tipo de bobina doble que se utilizaba para los flippers en los sistemas anteriores). A continuación la tarjeta Fliptronics espera a que se *cierre* el interruptor de final de carrera (EOS) del flipper que ahora son de bajo voltaje (mientras que en el sistema clásico los interruptores EOS *abrían* cuando el flipper llegaba al final de su recorrido y además eran alta potencia). Tan pronto como detecta el cierre del EOS, la tarjeta Fliptronics energiza la bobina de mantenimiento al mismo tiempo que desenergiza la bobina de potencia. Esto permite que el jugador pueda mantener el botón del flipper apretado durante mucho tiempo sin que se queme la bobina. En el caso de que por algún fallo el interruptor EOS no llegue a cerrar después de un corto periodo de tiempo (EOS mal ajustado o roto), la tarjeta Fliptronics asume que el flipper debería estar ya arriba y actúa como si hubiera cerrado el EOS (energizando la bobina de mantenimiento y desenergizando la de potencia), de esta manera se impide que la bobina se queme. Esta es una de las ventajas del sistema Fliptronics pues el flipper puede funcionar aunque el EOS esté roto o desajustado.

En esencia el interruptor EOS pasa a ser redundante y ya no es imprescindible, aunque Williams lo mantiene porque se consigue un mejor "tacto" con los flipper cuando el EOS funciona bien. Sin embargo en el sistema "clásico" un EOS defectuoso acarrea problemas como flippers débiles, bobinas quemadas y/o fusibles fundidos. El sistema fliptronics consigue evitar esto.

El sistema fliptronics permite también que la CPU maneje los flippers, permitiendo que el juego accione los flippers en lugar del jugador. Esto se ha usado con maestría en pinballs como la Addams Family con su característica "thing flip" y en Monster Bash's con su "phantom flip". También la CPU puede mover los flippers en la rutina de búsqueda de bola.

Otra ventaja del sistema Fliptronics es que puede ofrecer al diseñador algún transistor extra para manejar otras bobinas. Por ejemplo si el juego tiene sólo dos flippers, quedan cuatro transistores libres ya que la tarjeta fliptronics viene equipada con 8 transistores para manejar hasta cuatro flippers (2 transistores por flipper). Esto se aprovechó por ejemplo en la Theatre of Magic y en Tales of the Arabian Nights (que son juegos de 2 flippers); los diseñadores agotaron todos los transistores disponibles en la tarjeta driver y aprovecharon los transistores libres de la tarjeta fliptronics para controlar bobinas que no eran de flippers.

Fliptronics I frente a Fliptronics II.

El primer sistema Fliptronics se empezó a usar en la Addams Family y es conocido como "Fliptronics I". Este es el único juego que usa este tipo de tarjeta. Todos los juegos posteriores a la Addams Family (incluyendo Addams Family Gold) utilizan la tarjeta "Fliptronics II". Las diferencias entre las dos versiones de tarjeta son pequeñas. La diferencia principal es que la tarjeta Fliptronics II lleva incorporada una fuente de alimentación de 70 Vcc para alimentar las bobinas de los flippers, mientras que la tarjeta Fliptronics I utiliza una tarjeta aparte (que va montada en el lado derecho del cabezal) para alojar la dicha fuente.

Como la tarjeta Fliptronics I sólo se usa en la Addams Family, mucha gente hace acopio de estas tarjetas para repuesto (a pesar de que es una tarjeta relativamente fácil de reparar), ya que al usarse sólo en la Addams es un repuesto difícil de encontrar. La buena noticia es que una tarjeta Fliptronics II se puede montar en una Addams Family sin realizar ninguna modificación (por lo que no tiene ningún sentido buscar repuesto de tarjetas Fliptronics I).

Este es remapeado de conectores a realizar para montar una tarjeta Fliptronics II en una Addams Family (gracias a M.McAndrew por la información). Cabe destacar que usar una tarjeta Fliptronics II en una Addams Family no supone ninguna diferencia en el juego de la máquina.

Tarjeta Fliptronics:

- Fliptronics II J902 = Fliptronics I J802
- Fliptronics II J905 = Fliptronics I J805
- Fliptronics II J906 = Fliptronics I J806
- Fliptronics II J904 = Fliptronics I J804
- Fliptronics II J903 = Fliptronics I J803 (cable plano)
- Fliptronics II conectores no usados: J901, J907

Tarjeta de drivers (sólo en lo que afecta a la sección de alimentación a los flippers):

- J111 - Desconectar el conector (no se usa)
- J112 - Dejar conectado
- J110 - Dejar conectado
- J109 - Dejar conectado

Tarjeta de alimentación a los flippers (pequeña tarjeta hacia la mitad del lado derecho del cabezal):

- J901 - Dejar conectado
- J902 - Dejar conectado
- J903 - Dejar conectado

¿Que puede pasar si conecto mal los cables de la bobina del flipper?

Si los cables de la bobina de un flipper se conectan de forma incorrecta en un pinball fliptronics, la propia bobina y/o la tarjeta fliptronics pueden resultar dañadas.

Lo primero que va a ocurrir es que se fundirá un fusible en la tarjeta fliptronics. Cuando pasa esto lo primero es apagar la máquina y soldar los cables de forma correcta en la bobina (mira la información en este mismo capítulo sobre el conexionado de las bobinas). A continuación cambia los dos diodos 1n4004 en la bobina del flipper afectado y repón el fusible. Ahora puedes intentar encender el juego a ver si hay suerte y funciona. Si no funciona correctamente hay muchas posibilidades de que el transistor driver TIP36 de la bobina de potencia haya quedado en corto (con lo cual la bobina del flipper permanecerá energizada de forma continua) o bien abierto (la bobina no funcionará nunca). En este caso hay que cambiar el transistor y de paso comprobar también con el polímetro todos los diodos 1n4004 en la tarjeta Fliptronics correspondientes al flipper afectado. También hay bastantes posibilidades de que el transistor de la bobina de mantenimiento TIP102 y los transistores 2n4403 puedan estar dañados, por lo que conviene probarlos también con el polímetro. Por último, comprueba las pistas de la tarjeta fliptronics que vienen del conector J902. A menudo las pistas correspondientes a la bobina de mantenimiento están quemadas (esto pasa cuando se invierten los cables de la bobina de potencia con los de la bobina de mantenimiento, las pistas correspondientes a la bobina de mantenimiento tienen que soportar la corriente de la bobina de potencia y no están preparadas para ello).

Flippers: Resolución de problemas.

Si el flipper(s) no funciona en absoluto...

Juegos no Fliptronics:

- Comprueba los fusibles de flippers F101 y F102 en la tarjeta driver.
- Comprueba la tensión en los terminales de la bobina. Para ello ajusta el polímetro para medir tensión de continua, pon la punta negra a tierra (en la guía metálica del mueble por ejemplo) y la punta roja en cualquiera de los tres terminales de la bobina. Debería haber entre 50 y 75 voltios de continua. Si no hay tensión es que un fusible está fundido o que hay algún problema en el conector o en el propio cable que va a la bobina. Si hay tensión pero falta en alguno de los terminales es que la bobina tiene alguno de los arrollamientos roto y hay que cambiarla.
- Otra forma de probar la bobina es hacer un puente momentáneo entre tierra y el terminal central de la bobina del flipper con el juego encendido y en modo atracción, esto debería activar la bobina.
- También se puede medir la resistencia de las bobinas del flipper con el polímetro. Para ello con el juego apagado haz lo siguiente:
 - De los tres terminales de la bobina del flipper, uno de los exteriores tiene conectados tanto el cable grueso como el fino, además del lado banda de uno de los diodos. Este es el terminal "común" de las dos bobinas (Bobina de potencia: cable grueso. Bobina de mantenimiento: cable fino).
 - Pon una de las puntas del polímetro en el terminal común.
 - Pon la otra punta en el otro terminal con el cable grueso. La lectura de ser de unos 3 ohmios. Esta es la bobina de potencia. Si da "abierto" (resistencia infinita) entonces la bobina de potencia está mal.
 - Mueve ahora la punta al terminal con el cable fino. La lectura será también de unos 3 ohmios; mueve a mano el flipper hasta llevarlo a su posición de máxima extensión, abriendo así el interruptor EOS. La resistencia debe pasar a ser de unos 125 ohmios.
Si con el flipper en posición de reposo se obtienen más de 5 ohmios, seguramente el interruptor EOS está algo sucio o picado y presenta algo de resistencia. Eso es más frecuente en flippers con bobinas potentes, en los que el EOS sufre más desgaste.
Si al llevar el flipper a su máxima extensión, la resistencia no pasa de 3 a 125 ohmios, eso quiere decir que el interruptor EOS no está abriendo como es debido y esto debe ser solucionado para evitar que la bobina acabe quemándose.
Por último si con el flipper extendido la resistencia es infinita, la bobina de mantenimiento está mal.
- Limpia los contactos del pulsador y del interruptor EOS del flipper que falle con una lima metálica pequeña (¡ojo! sólo en juegos no fliptronics). Comprueba que el interruptor EOS **normalmente cerrado** está bien ajustado. El interruptor debe abrir unos 3 milímetros antes de que el flipper llegue al final de su recorrido Si este interruptor está sucio o siempre abierto, puede que el flipper correspondiente falle totalmente.
- Comprueba los diodos del flipper. Para hacer esto, hay que desoldar o cortar una de las patillas del diodo para soltarla del terminal de la bobina. Luego con el polímetro ajustado para test de diodos, pon la punta negra en el lado banda del diodo y la roja en el otro extremo. Debes obtener una lectura entre 0.4 y 0.6 voltios. Invierte las puntas y no debe haber ninguna lectura. Si pasa la prueba, vuelve a soldar el diodo en el terminal correspondiente.
- Comprueba el relé DPDT de bloqueo de los flippers en la tarjeta driver/alimentación. Cuando este relé está energizado, sus contactos, que están en serie con los botones de los flippers, cierran a tierra el circuito de todos los flippers, permitiendo su funcionamiento. Cuando la partida acaba, la CPU desenergiza el relé y los flippers no pueden ser accionados. El transistor Q99 (2N5401) es el driver del relé, si el transistor estuviera en corto, los flippers funcionarían aún cuando la partida haya terminado. Por el contrario si el transistor se abre, los flipper no funcionarían nunca.
Hay dos puentes de prueba, W4 y W5, en la tarjeta driver/alimentación que NO deben estar metidos, si los puentes están puestos, los flippers funcionarían aunque la partida

haya acabado (sin embargo, en juegos Fliptronics WPC-S y anteriores estos puentes si que deben estar metidos). Si sospechas del relé de bloqueo puedes probar a poner los puentes de prueba, si los flippers vuelven a funcionar es que algo falla en este relé.

Juegos Fliptronics y WPC-95:

- Comprueba los fusibles de los flippers en la tarjeta Fliptronics. En WPC-95 los fusibles están en la tarjeta driver.
- Utiliza el software interno de diagnóstico WPC para probar los interruptores de los flippers (EOS y pulsadores). Abre la puerta del monedero y presiona el pulsador "BEGIN TEST", vete al "TEST MENU" opción "SWITCH EDGES ", aparecerá un gráfico tipo matriz. Los interruptores de los flippers están conectados directamente a la tarjeta CPU (en WPC-95) o a la tarjeta Fliptronics (en juegos anteriores) por medio de interruptores directos, y no a través de la [matriz de interruptores](#) (las máquinas no-Fliptronics tienen los pulsadores de los flippers y los EOS cableados directamente a las bobinas de los flippers sin que estén conectados a ninguna tarjeta). Esto se traduce en que cuando se prueba un flipper en un sistema Fliptronics, dos de los círculos de la columna de la derecha de la matriz (fuera del recuadro) deben cambiar a cuadrados, el del pulsador y el del EOS. Este es el orden de esa columna. De arriba a abajo:
 - Interruptor EOS del flipper inferior derecho
 - Pulsador del flipper inferior derecho
 - Interruptor EOS del flipper inferior izquierdo
 - Pulsador del flipper inferior izquierdo
 - Interruptor EOS del flipper superior derecho
 - Pulsador del flipper superior derecho
 - Interruptor EOS del flipper superior izquierdo
 - Pulsador del flipper superior izquierdo

Si el interruptor EOS no funciona en un flipper Fliptronics, comprueba la continuidad con el polímetro desde el interruptor a la tarjeta CPU (WPC-95), o a la tarjeta Fliptronics (juegos anteriores). En estos últimos, los EOS van al conector J905 de la tarjeta Fliptronics y los pulsadores al J906. En máquinas WPC-95, los EOS van al conector J208 de la tarjeta CPU y los pulsadores al J212. Los juegos no Fliptronics tienen los pulsadores de los flippers y de los EOS cableados directamente a las bobinas de los flippers y no van conectados a ninguna tarjeta.

- En máquinas con sistema Fliptronics, si el pulsador del flipper no funciona en el test de diagnóstico, comprueba las [tarjetas opto del flipper](#). Estas tarjetas fueron implementadas en medio de la producción de la Addams Family (la mayoría de las Addams Family las tienen, pero las primeras en producirse no). Si tu juego monta brazos de plástico para activar los optos, comprueba que no estén deformados y que al pulsar el botón del flipper dejan libre totalmente el hueco entre emisor y receptor del opto. ¡Si no es así el flipper nunca se energizará!
- En juegos Fliptronics anteriores a WPC-95, podría haber un problema muy poco frecuente en la tarjeta Fliptronics: La señal del pulsador del flipper puede quedar cortada en el chip de entrada de interruptores U5 (74HCT244) y U2 (74HCT374).
- Reasienta el cable plano que va de la tarjeta CPU a la tarjeta Fliptronics (con cuidado para no conectar mal el cable plano y/o doblar algún pin). Este cable puede provocar un mal funcionamiento de los flippers y a menudo sólo con reasentar el cable se soluciona el problema.
- Aleteo del flipper (con el botón del flipper pulsado de forma continuada, al llegar arriba el flipper empieza a oscilar arriba y abajo de forma repetida o solamente un par de veces). Esto suele pasar porque la bobina de mantenimiento está mal. O también puede deberse a algún problema con los transistores asociados TIP102 y/o 2N4403 y/o 1N4004 en la tarjeta Fliptronics. Más información un poco mas adelante.

Los pulsadores de los flippers Fliptronics usan optos. Fíjate en el brazo de plástico que se mueve entre los optos con forma de "U". Originalmente Williams los hacía de metal, pero empezó a ponerlos de plástico para ahorrar costes. La versión de plástico puede llegar a deformarse de manera que no llegue nunca a librar el opto, causando que el flipper falle.



Si el botón del flipper funciona bien en modo diagnóstico, pero el flipper no funciona...

En todos los juegos WPC:

- Comprueba los +50 Vcc en la bobina del flipper. Para ello pon el polímetro para medir corriente continua. Pon la punta negra a tierra (directamente en la malla de tierra o en cualquier parte metálica). Pon la punta roja alternativamente en los distintos terminales de la bobina. Debe haber entre 50 y 80 Vcc en cada terminal. La ausencia de voltaje puede deberse a que la puerta del monedero está abierta (en juegos a partir de 1993), un fusible está fundido, la fuente de alimentación está estropeada, o hay problemas en el cableado (roturas) o en los conectores
- Comprueba la propia bobina. Para hacerlo, enciende la máquina y déjala en modo atracción. Luego pon un extremo de una punta de prueba a tierra, y durante un instante toca en el terminal central de la bobina con el otro extremo de la punta de prueba. La bobina debería activarse. Esto funciona tanto en juegos WPC Fliptronics como en juegos WPC no Fliptronics.
- Otra forma de probar la bobina es midiendo su resistencia. Pon el polímetro preparado para medir ohmios. Con la máquina apagada, este es el procedimiento:
 - Fíjate en los tres terminales de soldar que tiene la bobina del flipper. Uno de los terminales exteriores tiene soldados un cable fino y otro un poco más grueso que salen de las bobinas dobles. Este es el terminal común (cada cable va a una bobina diferente).
 - Pon una de las puntas del DMM en el terminal común.
 - Pon la otra punta del DMM en el terminal central. Lo que estamos midiendo es la bobina de potencia. Debe haber un poco menos de 4 ohmios.
 - Pon las puntas del DMM en los dos terminales exteriores de la bobina. En juegos Fliptronics, debes tener unos 125 ohmios. En máquinas no Fliptronics, habrá un poco más de 4 ohmios, hasta que, moviendo el flipper con la mano hasta su máxima extensión, se abra el interruptor EOS. En ese momento la resistencia subirá hasta unos 125 ohmios.
 - Si no obtienes aproximadamente estas lecturas, la bobina del flipper está mal. Normalmente suele fallar más la bobina de mantenimiento que la de potencia.
- Prueba los diodos de la bobina del flipper. Para ello tienes que soltar o cortar lo más cerca posible del terminal de la bobina, una de las patillas del diodo. Luego con el

DMM en posición de prueba de diodos. Pon la punta de prueba negra del DMM en el lado del diodo marcado con una banda (cátodo) y la roja en la patilla opuesta. La lectura debe ser de unos 0.5 voltios. Invierte las puntas y no debe aparecer ninguna lectura. Si el diodo está bien sólo queda volver a soldar la patilla suelta.

Si el flipper funciona, pero...

Juegos no Fliptronics:

- El flipper "aletea" (sube y baja continuamente) cuando se mantiene pulsado el botón. En juegos no fliptronics esto puede deberse a que el interruptor EOS, que debe estar cerrado cuando el flipper está en reposo, no haga buen contacto. Bien porque los propios contactos estén desajustados o quemados, o porque alguno de los cables del EOS esté suelto o roto.
También puede pasar que la bobina de mantenimiento esté mal. La bobina de mantenimiento es la que tiene el cable más fino. En ocasiones se rompe el cable en uno de los terminales. Comprueba la bobina con el polímetro (como se indicaba anteriormente). A veces la rotura del cable no es franca provocando fallos intermitentes.
- El aleteo de un flipper también puede originarse si el interruptor EOS está mal ajustado. Si la lámina móvil del EOS no hace suficiente fuerza contra la otra lámina, puede producirse el aleteo. A veces la mejor manera de ajustarlo es con la máquina encendida y accionando el flipper con el pulsador porque las holguras en el mecanismo del flipper pueden cambiar el comportamiento del EOS según se suba el flipper a mano o eléctricamente con la bobina (trabajando con la máquina encendida se debe tener mucho cuidado de no cortocircuitar el EOS, que trabaja con la tensión del flipper, con cualquier otro interruptor de la matriz de interruptores que trabajan con una tensión más baja).
Comprueba también que las láminas de los interruptores de los pulsadores tienen la tensión adecuada y están limpios. Por último, prueba a cambiar el tope del flipper (coil stop), si estuviera muy desgastado puede causar también aleteo en el flipper.
- El flipper parece funcionar bien, pero se calienta mucho llegando a oler a chamusquina e incluso a humear, además, a menudo el flipper se atasca en la posición superior: El interruptor EOS no abre cuando el flipper está arriba, o bien el condensador del EOS está en corto.
- El flipper funciona pero no realiza la función de cambio de pasillo (lane change), es decir, la CPU no acusa cuando pulsamos el botón del flipper. Esto casi siempre es debido a un fallo en los chips de la tarjeta de drivers U7 (flipper izquierdo) o U8 (flipper derecho) que son optoacopladores 4n25. En los juegos Fliptronics estos chips ya no se necesitaban y fueron retirados de la tarjeta driver junto con el relé de bloqueo de flippers.

Juegos Fliptronics:

- Cuando se activa no se mantiene arriba (el flipper "aletea"): Esto puede ser debido a que el transistor TIP102 driver de la bobina de mantenimiento esté mal, o que esté rota la propia bobina de mantenimiento. La bobina de mantenimiento es la del cable delgado. Si se rompe, es fácil que se vea a simple vista pues suele romper en la unión con la patilla de soldar. Antes de cambiar el transistor, prueba primero la bobina, siguiendo alguno de los procedimientos anteriores.
- La bobina del flipper se calienta mucho después de llevar un rato jugando: Esto puede pasar por culpa de un opto sucio en la tarjeta del pulsador del flipper. Podría ser también un chip LM339 mal en las posiciones U4 y/o U6 en la tarjeta Fliptronics (o U25/U26 de la tarjeta CPU en WPC-95). Una forma fácil de discriminar donde está la avería es intercambiar las tarjetas de los dos pulsadores de los flippers, y ver si el problema se traslada al otro flipper. Un opto sucio en esta tarjeta puede engañar al sistema y parecer que el jugador está apretando y soltando rápidamente el botón del flipper, haciendo que se sobrecaliente la bobina.
- El flipper parece funcionar bien, pero se calienta mucho llegando a oler a chamusquina e incluso a humear, además, a menudo el flipper se atasca en la posición superior: El transistor TIP102 de la bobina de mantenimiento está en corto y hay que cambiarlo.
- Cuando se empieza una partida, todos los flippers se activan durante un instante, luego no funcionan más: Esto puede pasar si están desenchufados los conectores de

las tarjetas de optos de los pulsadores en la tarjeta Fliptronics. Con el conector sacado, el sistema "piensa" que todos los pulsadores de los flippers están actuados. Los flippers dejan de funcionar al fundirse el fusible de +50 Vcc.

- El flipper se queda levantado durante un instante después de soltar el botón del flipper (bajada retardada): Esto sucede en juegos Fliptronics que montan actuadores de plástico para activar los optos del flipper. A veces el plástico pierde elasticidad, y no vuelve a su posición de manera rápida al soltar el botón. Cambia el actuador plástico. Una solución temporal es usar un elástico para dar una tensión adicional al actuador.

Si uno o ambos flippers están débiles...

Juegos no Fliptronics:

- [Reconstruir los flippers](#). Las horas de juego, con el consiguiente desgaste en los componentes del flipper es la principal causa de flippers débiles. Un flipper con el émbolo abombado rozando con el casquillo de la bobina es una causa típica de flippers débiles.
- Comprueba que hay sobre 1/16" (aproximadamente 1.5 mm) de holgura vertical en el flipper. Para comprobarlo, desde la cara superior de la mesa, coge la paleta del flipper y tira un poco hacia arriba. Debe haber algo de juego. Si no es así, el flipper podría estar rozando contra el cojinete de nylon del eje. Esta holgura se ajusta en la parte inferior de la mesa desplazando el punto donde la mordaza de la biela sujeta al eje del flipper.
- Comprueba que el interruptor EOS (final de carrera) está bien ajustado. En los juegos no Fliptronics, el EOS debe estar cerrado hasta que quede entre 1/16" y 1/8" para llegar al tope (entre 1.5 y 3 mm). Si el EOS abre demasiado pronto, puede hacer que el flipper sea un poco más débil.
- En juegos no Fliptronics, limpia con una lima los contactos de los EOS y de los botones de los flippers. Estos contactos son de tungsteno para alto voltaje, y tendrás que usar una lima metálica fina para poder limpiarlos. Los puntos de contacto de los EOS a menudo presentan marcas y están muy sucios, lo que hace que su resistencia aumente.
- Comprueba los conectores de alimentación de las bobinas de los flippers. En juegos no Fliptronics, son los conectores J109 y J110 en la tarjeta driver/alimentación. Una alta resistencia en estos conectores hará que llegue menos voltaje a las bobinas.
- Comprueba el puente rectificador y el condensador de filtro que suministra la tensión a las bobinas (BR3 y C8). Un diodo abierto en el puente, o una soldadura fatigada pueden provocar también el efecto de flipper débil. Soldar puentes con cables entre el puente y el condensador es una buena idea. Este es un problema raro, pero a veces sucede y afecta por igual a los dos flippers. Mira en la sección, [probando puentes rectificadores](#) para más información.

Juegos Fliptronics:

- [Reconstruir los flippers](#). Las horas de juego, con el consiguiente desgaste en los componentes del flipper es la principal causa de flippers débiles. Un flipper con el émbolo abombado rozando con el casquillo de la bobina es una causa típica de flippers débiles.
- Comprueba que hay sobre 1/16" (aproximadamente 1.5 mm) de holgura vertical en el flipper. Para comprobarlo, desde la cara superior de la mesa, coge la paleta del flipper y tira un poco hacia arriba. Debe haber algo de juego. Si no es así, el flipper podría estar rozando contra el cojinete de nylon del eje. Esta holgura se ajusta en la parte inferior de la mesa desplazando el punto donde la mordaza de la biela sujeta al eje del flipper.
- Comprueba que el interruptor EOS (final de carrera) está bien ajustado. En juegos con flippers electrónicos (Fliptronics), el interruptor EOS debe cerrar prácticamente cuando el flipper llegue al final de su recorrido y no demasiado pronto. Si el EOS cierra demasiado pronto, puede hacer que el flipper sea un poco más débil.
- En juegos WPC Fliptronics y posteriores, Prueba a limpiar las lentes del interruptor óptico en "U" de las tarjetas de los botones de los flippers. Usa un bastoncillo de algodón y un poco de limpia cristales diluido. Asegúrate también de que la barra que

activa el opto se aparta totalmente al darle al botón del flipper, dejando libre el espacio entre las dos lentes. Si todavía uno de los flippers está débil, prueba a intercambiar las tarjetas de los pulsadores de los flippers. Si el problema se traslada al otro flipper, es que la tarjeta tiene algún problema. Comprueba el interruptor óptico con el polímetro. Con la máquina encendida y el aparato de medida puesto para medir voltios, mide entre los pines marcados como SW1 y SW2 del conector de la tarjeta de optos y tierra. Con el botón del flipper apretado, la tensión debe estar por debajo de 0.7 voltios (por debajo de 1V es admisible). Una tensión mayor es síntoma de opto sucio o defectuoso. Si la limpieza no soluciona el problema, cambia el interruptor óptico. NOTA los últimos pinballs WPC-95 usan un interruptor óptico con disparador Trigger Schmitt incorporado (3 patillas en el receptor, 2 en el emisor) que soluciona este problema. El opto con disparador no oscilará como puede hacer uno normal que puede cerrar y abrir de forma muy rápida y continua si está sucio, con el resultado de un flipper débil. Este tipo de opto cuando se ensucia simplemente deja de funcionar.

- En máquinas WPC Fliptronics hasta WPC-S, reemplaza los chips LM339 U4 y/o U6 en la tarjeta Fliptronics. En juegos WPC-95, cambia U25 y/o U26 en la tarjeta CPU (estos juegos no tienen tarjeta Fliptronics). Aunque no es muy frecuente, un fallo en estos chips puede dar lugar a flippers débiles. Hazlo como último recurso. Mira en "[WPC Fliptronics Optos de los Flippers](#)" para más información.
- Comprueba los conectores de fuerza de las bobinas de los flippers. En máquinas WPC Fliptronics hasta WPC-S, estos conectores son los J907 y J902 en la tarjeta Fliptronics. En juegos WPC-95 son los conectores J119 y J120 en la tarjeta driver/alimentación. Comprueba que las soldaduras de los pines en la tarjeta, los pines hembras y machos de los conectores y la unión de los cables con los pines estén en buen estado.
- En máquinas WPC Fliptronics hasta máquinas WPC-S, comprueba el rectificador de la tarjeta Fliptronics (BR1). En máquinas no Fliptronics, comprueba el puente y el condensador que suministra voltaje a todas las bobinas (BR3 y C8). Un diodo abierto en estos puentes rectificadores puede ser la causa del flipper débil. También puede ser una soldadura fría o rota en estos componentes. Es raro, pero de hecho pasa, y en este caso afectaría a AMBOS flippers por igual. Mira en [Probando Puentes Rectificadores](#) para más información.

Mientras juegas a la máquina, un flipper está cada vez más débil. Cuanto más tiempo está la máquina encendida, más débil está el flipper, incluso aunque no uses los flippers...

Juegos Fliptronics:

- *Puede deberse a suciedad o fallo del interruptor óptico en "U" de las tarjetas de los botones de los flippers. Prueba a limpiar las lentes con un bastoncillo de algodón y un poco de limpia-cristales diluido. Asegúrate también de que la barra que activa el opto se aparta totalmente al darle al botón del flipper, dejando libre el espacio entre las dos lentes. Si todavía uno de los flippers está débil, prueba a intercambiar las tarjetas de los pulsadores de los flippers. Si el problema se traslada al otro flipper, es que la tarjeta tiene algún problema.*
- *En máquinas WPC Fliptronics hasta WPC-S, reemplaza los chips LM339 U4 y/o U6 en la tarjeta Fliptronics. En juegos WPC-95, cambia U25 y/o U26 en la tarjeta CPU (estos juegos no tienen tarjeta Fliptronics). Aunque no es muy frecuente, un fallo en estos chips puede dar lugar a flippers débiles. Hazlo como último recurso. Mira en "[WPC Fliptronics Optos de los Flippers](#)" en la sección matriz de interruptores para más información.*

Las bobinas del flipper se calientan mucho...

Juegos no Fliptronics:

- Comprueba que el interruptor EOS (final de carrera) está bien ajustado y que sus contactos están bien limpios. El EOS debe estar cerrado hasta que quede entre 1/16" y 1/8" para llegar al tope (entre 1.5 y 3 mm), en ese momento debe abrir. Si el EOS no abre, no se desconectará la bobina de potencia con el consiguiente calentamiento.

Juegos Fliptronics:

- En juegos WPC Fliptronics y posteriores, si hay una lectura marginal de algún pulsador los flippers, provocará que la bobina de potencia del flipper afectado oscile rápidamente energizándose y desenergizándose continuamente. La bobina de mantenimiento nunca llega a entrar. Este problema hará que la bobina del flipper se caliente mucho en poco tiempo. Primero intenta limpiar los optos de los pulsadores de los flippers. Si esto no funciona, sustituye los chips LM339 de la tarjeta Fliptronics en U4 y/o U6 (o en U25 y/o U26 en la tarjeta CPU si la máquina es WPC-95).
- Un fenómeno parecido puede pasar si los +12 Vcc de alimentación a la tarjeta de los optos están mal regulados. Aunque extraño, el regulador de voltaje tipo 7812 en la tarjeta driver/alimentación puede fallar o también el condensador de filtro correspondiente.

Un flipper se atasca en la posición superior...

Si el flipper se atasca en la posición superior, apaga la máquina. Si el flipper cae, el problema es eléctrico. Si el flipper sigue arriba, el problema es mecánico.

Flipper atascado por problema mecánico:

- Comprueba los interruptores EOS y la biela o manivela del flipper. A menudo está desgastada la goma que recubre la uñeta de la biela que contacta con el interruptor EOS. Esto provoca que la biela se quede trabada en el extremo del EOS que puede llegar incluso a romperse. En ["Reconstruir los Flippers"](#) hay información para solucionar este problema. También si el tope del flipper está muy machacado, se incrementa ligeramente la carrera del émbolo. Esto hará que sea más fácil que la biela se trabe en el EOS.
- La paleta o bate (la parte que golpea la bola) está demasiado apretada contra el cojinete guía del flipper. Esto causa un excesivo rozamiento de la paleta y de la biela contra el cojinete. Debe haber una holgura aproximada de 1/32" (entre 0.8 y 1 mm). Si la paleta del flipper no tiene un poco de movimiento vertical, esta holgura está mal ajustada. Utiliza la herramienta de ajuste de flipper incluida con el juego para arreglar esto, si no la tienes utiliza un juego de galgas o cualquier cosa que te sirva de referencia para ajustar esa holgura (mira en ["Reconstruir los Flippers"](#) para más información).
- Comprueba que el muelle de retorno no esté roto o que simplemente falte.

Flipper atascado por problema eléctrico:

Juegos no Fliptronics:

- Comprueba que el interruptor del botón del flipper esté bien ajustado y no se queda siempre cerrado.

Juegos Fliptronics:

- Si el juego lleva tarjeta de optos para los botones de los flippers, comprueba la misma. Una avería en esta tarjeta, suciedad en los optos, o desajuste en el brazo actuador podrían ser la causa del problema. En particular en las tarjetas en el que el actuador es de plástico, el actuador tiende a doblarse y puede llegar a un punto en que no llegue a interrumpir bien el rayo de luz del opto en "U". Si esto pasa, el flipper se energizará tan pronto se inicie la partida aunque no apretemos el botón. Si el actuador es metálico esto es fácil de arreglar simplemente doblándolo. Pero si el actuador es de plástico, hará falta aplicar calor con una pistola de calor o un secador, para hacer que recupere la forma y vuelva a entrar bien en la ranura del opto en "U". También si el flipper se energiza nada más tocar el botón (pulsador demasiado sensible), es muy posible que el actuador de plástico necesite también un poco de calor para hacerle recuperar la forma.
- Reasienta el cable plano que conecta la CPU con la tarjeta fliptronics (con cuidado de no conectarlo mal). Algunas broncas con los flippers tienen origen en una mala conexión de este cable plano y a veces se soluciona el problema simplemente reasentándolo.

- Además de atascarse, el flipper se calienta mucho llegando a oler a chamusquina: Esto quiere decir que el transistor TIP102 de la bobina de mantenimiento está en corto y hay que cambiarlo.
- El flipper se energiza por sí sólo al comenzar la partida o al encender la máquina y se queda atascado: El transistor TIP36 de la bobina de potencia está en corto y hay que cambiarlo. También puede ser el transistor TIP102 que controla la bobina de mantenimiento. (Normalmente si el que está en corto es el TIP36, el flipper sube con mucha potencia, mientras que si es el TIP102, la subida es algo más lenta y en ocasiones ni siquiera llega a subir (sobre todo cuando el flipper no está muy fino mecánicamente). De cualquier modo es bueno probar los dos transistores. Por último, también una avería en el chip U2 de la tarjeta Fliptronics (74LS374) puede provocar que el flipper se energice tan pronto como se enciende la máquina.
- SOLO para The Addams Family: La Familia Addams fue el primer pinball de Williams equipado con el sistema Fliptronics, y el único en usar la tarjeta "Fliptronics I" (todos los juegos posteriores montaron la tarjeta "Fliptronics II"). La tarjeta Fliptronics I tiene una característica peculiar. Si los dos diodos de las bobinas del flipper derecho (superior o inferior) faltan o están mal, tan pronto como se pulse el botón del flipper derecho durante una partida, los dos flippers del lado derecho se atascarán en la posición superior! y no se liberarán hasta que se le dé al botón del flipper izquierdo! Esto podría también pasar si un diodo está mal en la bobina del flipper inferior y otro en la bobina del flipper superior. Este problema también puede darse en el flipper izquierdo, también a causa de fallos en los diodos. Para arreglarlo, comprueba que los diodos de las bobinas de los flippers están montados y funcionando correctamente. Además, si alguno de estos diodos están mal puede llegar a averiarse algún transistor de la tarjeta Fliptronics I. Si después de comprobar los diodos el problema persiste, revisa los transistores de la tarjeta Fliptronics.

Pequeña guía de reparación de la tarjeta Fliptronics II.

La tarjeta Fliptronics es bastante robusta y es bastante raro que sea necesario cambiar un chip en esta tarjeta. Normalmente las averías vendrán dadas por fallos en los transistores driver TIP36 y TIP102, en los transistores pre-driver 2N4403, en los diodos 1N4004 o bien en alguna resistencia.

La tarjeta fliptronics puede manejar hasta cuatro flippers, para ello dispone de cuatro transistores grandes tipo TIP36 que son los drivers de las bobinas de potencia de los flippers (un TIP36 para cada flipper). Encima de cada TIP36 hay una resistencia de 220 ohmios y 1/2 vatio.

También tiene ocho transistores tipo TIP102, de los cuales cuatro se usan como pre-driver de los TIP36, mientras que los otros cuatro manejan las bobinas de mantenimiento de los flippers. Al lado de cada TIP 102 hay una resistencia azul de 2.6k, 1w, y debajo otra resistencia de 56 ohmios 1/4 vatio.

A su vez hay ocho transistores pequeños tipo 2N4403 que se usan como pre-driver de los TIP102. Adicionalmente, junto a cada uno de estos transistores hay un diodo 1N4004 y dos resistencias (1k y 470 ohmios de 1/4w).

Cuando hay un problema eléctrico en los flippers, lo primero es asegurarse de que hay alimentación en las tres patillas de la bobina del flipper en cuestión (midiendo cada una de ellas respecto a tierra debe dar sobre 70 voltios CC). Si falla la tensión en alguna de las bobinas, comprueba que están bien los fusibles en la tarjeta fliptronics. Si están bien es muy posible que la bobina del flipper esté mal.

Si están bien las tensiones, comprueba las tarjetillas de optos de los pulsadores de los flippers. Intercambia las tarjetas entre los flippers derecho e izquierdo y mira si el problema se traslada al otro flipper, si es así, hay algún problema con la tarjeta en cuestión.

Si sigue igual lo siguiente es reasentar todos los conectores de la tarjeta, especialmente el del cable plano.

Con la máquina encendida y la puerta del monedero cerrada, coge un cable que tengas preparado con pinzas de cocodrilo y engancha un extremo a tierra. A continuación ve tocando con el otro extremo la parte metálica de cada uno de los transistores TIP 102 de la tarjeta fliptronics (¡pero *no* los TIP36!). Los flippers deberán energizarse (si el juego no tiene 4

flippers alguno de los TIP102 puede que no haga nada).

Recuerda que cada TIP102 controla la bobina de potencia o la de mantenimiento de un flipper. El transistor TIP102 situado más a la derecha controla la bobina de potencia del flipper inferior derecho. El siguiente TIP102 (Q11) controla la bobina de mantenimiento del flipper inferior derecho. Siguiendo hacia la izquierda Q10 controla la bobina de potencia del flipper inferior izquierdo, y Q9 la bobina de mantenimiento de este mismo flipper.

Esta prueba no sirve para comprobar los transistores, pero es muy buena para comprobar el cableado desde la tarjeta Fliptronics hasta los flipper, las bobinas de los flippers y la alimentación (fusibles). También es buena para identificar que transistores están controlando a que flippers.

Si el (los) problema(s) con los flippers sigue presente, lo siguiente es hacer unas comprobaciones sencillas en la tarjeta Fliptronics, empezando por las resistencias:

- Comprueba las cuatro resistencias de $220\ \Omega$ que están encima de los transistores TIP36.
- Comprueba las resistencias azules grandes de $2.6\ \text{k}\Omega$ que están junto a cada transistor TIP102 (dan una resistencia de $2.1\ \text{k}\Omega$ cuando están soldadas en la placa). Si dan un valor menor de $2.1\ \text{k}\Omega$, desuelda una patilla y vuelve a probar (ahora deben dar sobre $2.6\ \text{k}\Omega$).
- Comprueba las resistencias de $56\ \Omega$ 1/4 vatio. que están debajo de cada TIP102.
- Comprueba las resistencias de $1\ \text{k}\Omega$ y las de $470\ \Omega$, 1/4 vatio., que están junto cada transistor 2N4403.

Si cualquiera de estas resistencias está abierta o da una lectura extraña hay que cambiarla.

A continuación comprueba los diodos 1N4004 que están junto a los 2N4403 con el polímetro ajustado para prueba de diodos. Con la punta negra colocada en el lado banda del diodo la lectura debe estar entre 0.4 y 0.6 voltios. Si se obtiene una lectura extraña hay que cambiar el diodo en cuestión.

Lo siguiente es probar los transistores 2N4403, TIP102 y TIP36. En el capítulo [comprobar transistores](#) de esta guía se explica como comprobarlos con el polímetro. Recuerda que cuando un transistor no pasa estas pruebas entonces es seguro que está mal, sin embargo en algunas ocasiones un transistor defectuoso puede pasar las pruebas (porque puede funcionar bien "en vacío" y fallar "en carga"). En caso de duda lo mejor es cambiarlo sin más.

Los componentes que hemos probado hasta ahora son los que fallan con más frecuencia en una tarjeta Fliptronics. Es mucho más raro que fallen los circuitos integrados. Por eso no es recomendable ponerse a cambiar chips hasta realizar las pruebas anteriores.

Si no funciona la bobina de potencia de un flipper o por el contrario se queda energizada permanentemente (y estás seguro que la propia bobina está bien), se puede cambiar sin más toda la cadena de componentes asociados: TIP36, TIP102, 2N4403 y el diodo 1N4004. (n.t. alternativamente se pueden cambiar los componentes uno a uno partiendo del elemento de más potencia y eléctricamente más cercano a la bobina, el TIP36, y si no se soluciona el problema ir cambiando componentes "hacia atrás", es decir, TIP102, 2N4403 y 1N4004)

Del mismo modo, si la bobina de mantenimiento no funciona o está energizada permanentemente (y estás seguro que la propia bobina está bien), se puede cambiar todos los componentes asociados TIP102, 2N4403 y el diodo 1N4004. (n.t. como en el caso anterior se pueden cambiar los componentes uno a uno partiendo del elemento de más potencia, el TIP102, y si no se soluciona el problema ir cambiando componentes "hacia atrás", es decir, 2N4403 y 1N4004)

Un problema ilustrativo con una placa Fliptronics lo tuve una vez con un flipper que "aleteaba". Normalmente este problema viene dado por problemas asociados a la bobina de mantenimiento. En este caso concreto la propia bobina y sus transistores asociados estaban bien y el fallo provenía del diodo 1N4004 asociado al TIP102. Midiendo en circuito la resistencia de $2.6\ \text{k}\Omega$ 1 vatio., daba una resistencia baja ($1.8\ \text{k}\Omega$). Desoldando un extremo de la resistencia y volviendo a medir ya daba un valor correcto ($2.6\ \text{k}\Omega$). Volví entonces a probar el diodo y encontré que daba una lectura de 1.2 voltios (en vez del valor normal entre 0.4 y

0.6). Cambié entonces el diodo y el problema del aleteo desapareció. Previamente había cambiado los transistores TIP102/2N4403 sin conseguir solucionar el problema.

Por último, si existe un problema de flippers débiles normalmente la causa será mecánica o estará en la propia bobina. Pero aparte de eso, en el sistema fliptronics las tarjetillas de los optos de los pulsadores de los flippers también pueden originar el problema de flipper débil (los optos pueden estar algo sucios o envejecidos y oscilar on-off muy rápidamente y de forma inapreciable mientras se mantiene el botón del flipper pulsado. Esto se manifiesta en forma de flipper débil). Si se ha descartado todos los problemas anteriores, se pueden cambiar los comparadores LM339 de la tarjeta fliptronics. Estos chips son los que leen el estado de los optos de los pulsadores de los flippers y si están mal pueden llegar a provocar el problema de flipper débil (aunque es una avería muy poco frecuente).

3f. Cuando las cosas no funcionan: La matriz de lámparas

Las lámparas controladas por la CPU (no las lámparas de iluminación general), se gobiernan con una estructura similar a la matriz de interruptores. Esto es, mediante una matriz de ocho filas y ocho columnas. Esto proporciona un total de 64 lámparas controladas de forma individual por la CPU. Estas lámparas están alimentadas con +18 Vcc, pero como las lámparas funcionan de forma estroboscópica (se encienden y se apagan muy rápidamente), la tensión final que llega a las lámparas es de unos 6 Voltios.

Las columnas de la matriz de lámparas están controladas por transistores TIP107 que dejan pasar o cortan los +18 Vcc hacia las lámparas muchas veces por segundo. Las filas de la matriz están controladas por transistores TIP102 que conmutan las filas a tierra. Debido a que los TIP107 suministran la corriente (en vez de drenarla a tierra como los TIP102), los transistores TIP107 de las columnas suelen averiarse más a menudo que los transistores TIP102 de las filas.

Lámparas que no funcionan.

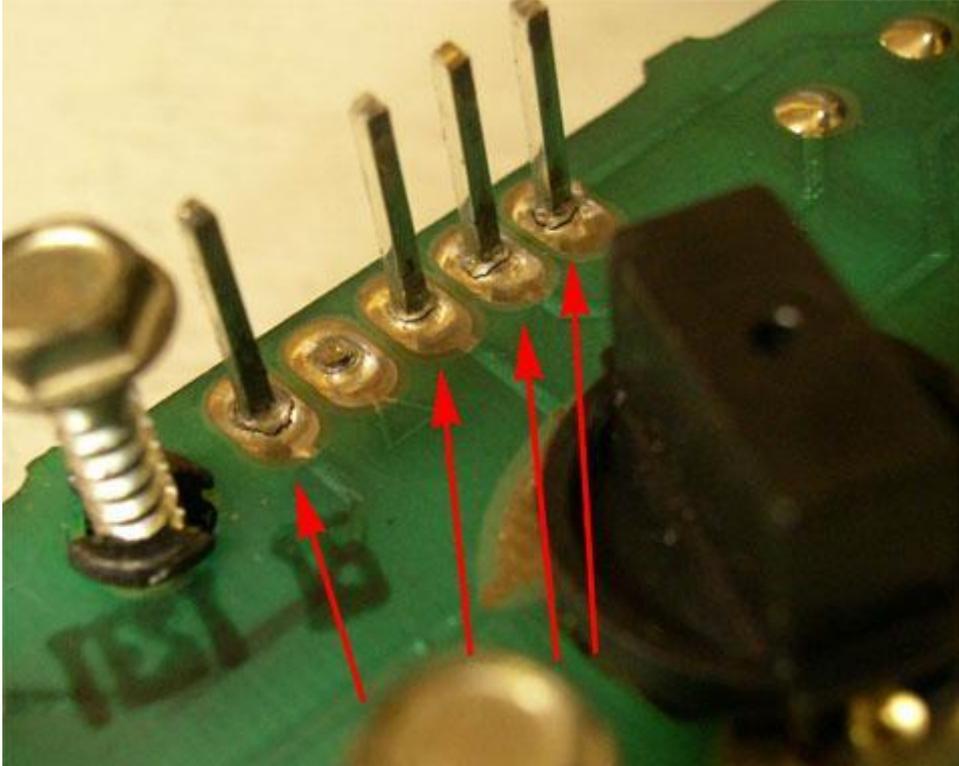
Si alguna lámpara concreta no funciona (pero la mayoría de las otras sí, indicando que la matriz de lámparas está funcionando correctamente) y la lámpara no está fundida, hay varias cosas a comprobar.

Si la lámpara va montada en un portalámparas estándar de bayoneta, el portalámparas puede estar algo "flojo" y empezar a fallar. Cuando las distintas partes del portalámparas se aflojan, puede penetrar aire y humedad entre ellas favoreciendo la corrosión de manera que el contacto será cada vez peor.

Por otro lado, estos portalámparas están cableados en "cadena margarita" (los cables van pasando de un portalámpara a otro, de ese al siguiente, etc), si se rompe un cable "aguas arriba", esto puede afectar a varios portalámparas y no sólo al que está más próximo a la rotura.

Las lámparas que van montadas en un circuito impreso tienen problemas diferentes. Uno muy común es el de soldaduras rotas en los pines de los conectores, la solución es resoldar los pines de la placa. También los diodos que montan estas placas pueden estar averiados o rotos (estas tarjetas suelen estar sometidas a bastante vibración). Otro problema común es que a veces el portalámparas no hace buen contacto en la placa debido a suciedad o a la pérdida de tensión de las láminas de contacto. Por último, los conectores hembras también pueden dar problemas al utilizar el sistema de cuchillas de desplazamiento del aislante.

Los pines del conector de una placa de lámparas. Las roturas en las soldaduras de estos pines impedirán que funcionen las lámparas. Todos los pines señalados en la foto necesitan ser resoldados. Foto por Tx.



Lámparas demasiado brillantes

Cuando un transistor o un diodo se averían, generalmente quedan en corto. Si un transistor de una columna de la matriz de lámparas queda en corto, hará que todas las lámparas de esa columna estén siempre encendidas y muy brillantes. Esto pasa debido a que la tensión de la matriz de lámparas es realmente de +18 Vcc que están conmutando rápidamente de manera que sólo están presentes en cada instante en una de las columnas de la matriz. Como resultado a las lámparas sólo les llega un neto de unos +6 Vcc que es la tensión que requieren. De esta manera las lámparas nunca llegan a tener los +18 Vcc de la alimentación, pues son apagadas antes de llegar a ese valor. Si un transistor estuviera en corto, una columna de lámparas estaría con los +18 Vcc de forma permanente y cualquier lámpara que se encienda en esa columna brillará muy intensamente.

Si el que está en corto es un transistor de una fila, todas las lámparas de la misma estarán encendidas siempre, aunque con un brillo normal. Todas las lámparas controladas deben parpadear en el modo atracción, y también en modo diagnóstico en la prueba "All Lamps Test". Si algunas lámparas están siempre encendidas podría haber un problema de transistores en la matriz de lámparas. Si unas cuantas lámparas fallan, comprueba primero que no estén fundidas y también mira los fusibles. Si por el contrario un grupo de lámparas queda siempre encendido, mira en el manual del juego si son todas de la misma fila o columna. En ese caso, comprueba el transistor correspondiente (mira en la sección [Comprobando transistores y bobinas](#)).

No funciona ninguna lámpara de la matriz (o están muy oscuras).

Si fallan todas las lámparas de la matriz, lo primero es comprobar el fusible correspondiente. Si fallan los +18 voltios, ninguna lámpara de la matriz lucirá y el LED testigo de los +18V estará apagado. Esta alimentación llega a través del puente rectificador BR1 y el fusible F114; el testigo de tensión es el LED6 y el punto de prueba es TP8 (en WPC-95 el rectificador son los diodos D11-D14, el fusible es F106, el testigo es el LED102 y el punto de prueba es TP102).

Si el fusible está bien, el LED testigo está encendido y en el punto de prueba hay +18 voltios, pero la matriz no funciona o las lámparas están muy oscuras, apaga la máquina y reasienta el cable plano que va de la CPU a la placa de drivers (sácalo y vuélvelo a meter en ambos extremos), a veces con esto se soluciona el problema.

El fusible de la matriz de lámparas se funde continuamente.

Si el fusible de la matriz de lámparas (+18) se funde continuamente (F114 o F106 en WPC-95), lo mejor es aislar la parte electrónica del resto del juego; así podremos determinar si hay un corto en el cableado o en algún diodo externo, o por el contrario el problema está en la propia tarjeta de drivers que podría tener un rectificador averiado.

Para ello en máquinas WPC-S y anteriores, hay que desenchufar los conectores J133-J138. En máquinas WPC-95, son los conectores J121-J126.

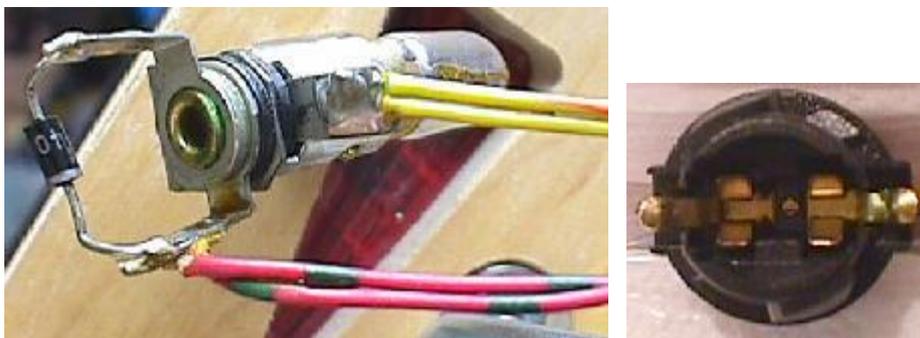
Una vez estén los conectores desenchufados hay que cambiar el fusible y encender la máquina. Si el fusible se vuelve a fundir, el problema está seguramente en el puente rectificador BR-1 (WPC-S y anteriores) o en uno de los diodos D11-D14 (WPC-95). Mira en el capítulo [Reseteos aleatorios \(diodos y puentes rectificadores\)](#) donde se explica como probar o cambiar estos componentes.

Si por el contrario el fusible no se funde, empieza a enchufar los conectores uno a uno. Cuando se funda el fusible, sabremos que el problema está en alguno de los elementos correspondientes a ese conector en concreto. Normalmente será un portalámparas en corto, incluso puede ser alguna lámpara en corto (si está recién cambiada puede venir mal de fábrica). De cualquier modo, es cuestión de rastrear los cables del conector afectado hasta localizar el corto.

Izquierda: Lámpara del tipo 44/47, portalámparas y diodo.

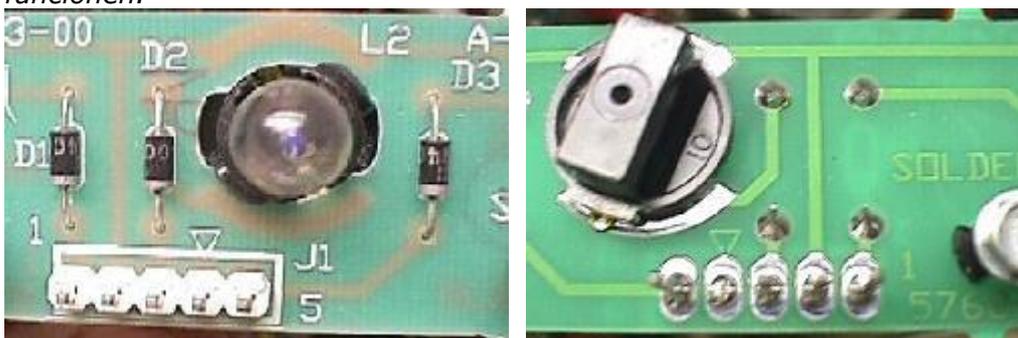
Fíjate en la orientación del diodo, el extremo marcado con la banda blanca va soldado en la patilla "interior" del portalámparas. El otro extremo va en la patilla exterior.

Derecha: El portalámparas usado para las lámparas tipo 555. Las pequeñas láminas metálicas que sobresalen hacia fuera del porta a menudo se doblan y no hacen un buen contacto con la tarjeta a la que van conectados. Cuando esto suceda dóblalas en sentido contrario para mejorar el contacto.



Izquierda: El lado de componentes de una tarjeta de lámparas. Fíjate en los diodos asociados con cada lámpara y en el uso de bombillas tipo 555. En ocasiones el diodo se puede romper impidiendo que funcione la lámpara.

Derecha: El lado de soldaduras de una tarjeta de lámparas. Observa las soldaduras de los pines del conector Molex. A menudo estas soldaduras presentan problemas de fatiga o rotura, impidiendo que las lámparas funcionen.



*Comprobando un diodo en una tarjeta de lámparas.
La punta negra está en el lado del diodo marcado con la banda.*



Diodos de Lámpara.

Cada una de las lámparas controladas tiene un diodo asociado. Si el diodo está en corto puede provocar que al encenderse la lámpara en cuestión se enciendan otras lámparas de la misma fila o columna o incluso de filas o columnas distintas. Esto se puede ver con el test colectivo de lámparas ("All Lamps Test"), la fila o columna afectada lucirá el doble en cada barrido de la matriz de lámparas (una vez lucirá cuando le corresponde y una segunda vez al activarse otra fila o columna con la que está haciendo corto)

Otra forma de probar es con el test individual de lámparas ("Single Lamp test"). Si en algún momento se encienden dos lámparas a la vez, entonces hay algún corto en el cableado o algún diodo o transistor defectuoso.

Si un diodo de lámpara está roto (abierto) o desconectado, la lámpara correspondiente no lucirá. Esto sucede en ocasiones en las placas de lámparas (con lámparas tipo 555). Si el diodo está soldado de forma demasiado "tirante", se puede llegar a romper debido a la vibración.

Dos lámparas en vez de una.

Si uno o varios diodos de lámpara están en corto o montados incorrectamente, un transistor TIP107/TIP102 de la matriz está en corto, o hay un corto en algún otro punto de la matriz (cableado, etc.), puede pasar que dos lámparas actúen al unísono. Esto se puede ver en el test individual de lámparas (Single Lamp Test). En esta prueba sólo deberá lucir una lámpara de cada vez (la que se muestra en pantalla). Durante la prueba los botones "+" y "-" permiten ir cambiando de lámpara. Si en algún momento del test se encienden DOS lámparas en vez de una, es muy probable que tengas alguno de los problemas apuntados anteriormente.

Es bastante sencillo determinar donde está el problema. Primero, con el manual en la mano, determina en que filas o columnas está las lámparas afectadas. Alguna relación debe haber entre ellas (estarán en la misma fila o columna). Siguiendo el procedimiento apuntado en [Probando transistores](#), comprueba los transistores TIP107 y TIP102 asociados con las filas y columnas afectadas.

Si los transistores están bien, el siguiente paso es buscar un corto en algún diodo de lámpara o en algún otro punto de la matriz externo a la tarjeta driver/alimentación. Esto es fácil de comprobar; simplemente saca los conectores de la matriz de lámparas en la tarjeta driver/alimentación (como se muestra un poco más abajo). Con un DMM puesto para medir ohmios, mira si las filas/columnas afectadas están en corto entre ellas midiendo en los conectores de la matriz. Si dos líneas dan una resistencia pequeña (cerca de cero ohmios), hay un corto entre ellas que hay que localizar. Los cortocircuitos se producen a veces cuando al

soldar debajo de la mesa, caen restos de soldadura sobre las tarjetas de lámparas, portalámparas, etc. Otra posibilidad es que el corto esté en algún diodo de lámpara.

Probando un diodo de lámpara.

Para probar un diodo de lámpara, pon el DMM en la posición de "prueba de diodos". Pon la punta de prueba negra en la patilla del diodo correspondiente al lado banda y la punta roja en la otra patilla. La lectura obtenida debe estar entre 0.4 y 0.6 voltios. Invierte las puntas poniendo la punta roja en el lado banda. La lectura ahora debe ser nula. Si las lecturas son distintas, hay que cambiar el diodo de lámpara 1N4004. No es necesario sacar la bombilla o desoldar el diodo para realizar esta prueba. Los diodos soldados en las placas de lámparas se pueden probar de la misma manera.

Conectores comunes.

En la tarjeta driver/alimentación hay varios conectores de la matriz de lámparas que son intercambiables. Este es el desglose:

WPC y WPC-S

- J133, J134, J135 = Filas de la matriz de lámparas (todos van cableados en paralelo)
- J136 (pequeño, sólo 3 pines), J137, J138 = Columnas de la matriz de lámparas (J137 y J138 están cableados en paralelo)

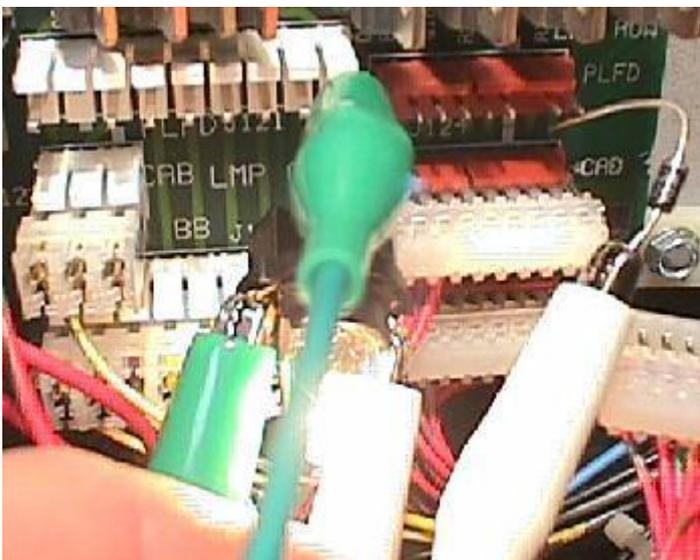
WPC-95

- J124, J125, J126 = Filas de la matriz de lámparas (todos van cableados en paralelo)
- J122 (pequeño, sólo 3 pines), J121, J123 = Columnas de la matriz de lámparas (J121 y J123 están cableados en paralelo)

Con esto presente, en un juego WPC-95 por ejemplo, los conectores J124, J125 y J126 pueden usarse indistintamente ya que son idénticos a todos los efectos.

*Probando las **filas** de la matriz de lámparas usando dos puntas de prueba tipo pinza de cocodrilo, una lámpara 555 con su portalámparas y un diodo 1N4004. Un extremo de la punta verde está fijo en el pin 1 de J121 (en WPC-95) o J137 (WPC y WPC-S) en la tarjeta driver/alimentación y el otro extremo muerde uno de los terminales del portalámparas.*

*En cuanto a la punta blanca, un extremo va en el segundo terminal del portalámparas, y el otro extremo muerde al diodo por el lado opuesto a la banda blanca. Luego se va tocando con el **lado banda** del diodo cada uno de los pines del conector J124 (en WPC-95) o J133 (en WPC y WPC-S). Con la máquina en modo prueba, en el test "all lamp test", la lámpara debe lucir cuando se toca cada uno de los pines.*



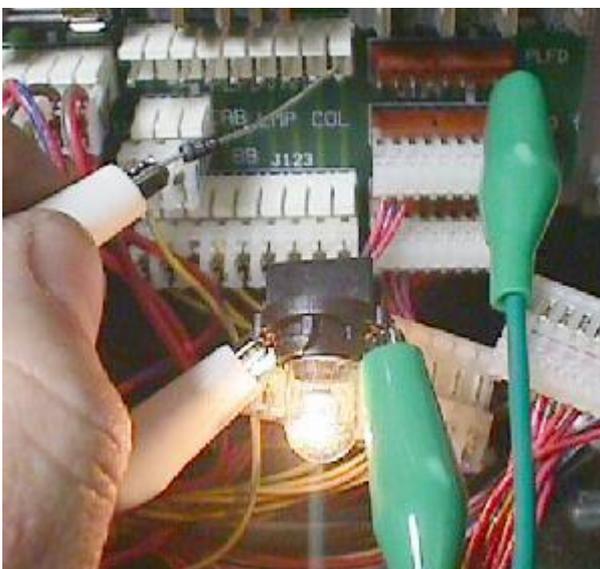
Probando las filas de la matriz de lámparas.

Si sospechas que está mal algún transistor TIP102 de las filas de la matriz de lámparas, puedes probarlo así:

1. Quita el backglass y abate el panel del display para tener acceso a la tarjeta driver/alimentación.
2. Enciende la máquina.
3. Cuando haya arrancado el juego, presiona el pulsador "Begin Test" en el interior de la puerta del monedero. Vete al menú de Test y dentro de éste a "All Lamp Test" (prueba de todas las lámparas).
4. Desenchufa el conector de filas J133 (o J124 en WPC-95) y de columnas J137 (o J121 en WPC-95). Están en la parte inferior derecha de la tarjeta.
5. Fija una pinza de cocodrilo de una de las puntas de prueba al pin 1 de J137 (o J121 en WPC-95). El pin 1 es el de más a la derecha según se mira a la tarjeta.
6. Conecta el otro extremo de la punta de prueba a un terminal de un portalámparas para bombilla 555. Puedes quitarlo provisionalmente de alguna placa de lámparas i asegúrate primero de que funcione correctamente!
7. Conecta una segunda punta de prueba al otro terminal del portalámparas.
8. Con el otro extremo de esta segunda punta de prueba, agarra un diodo 1N4004 por el lado opuesto a la banda blanca.
9. Toca con el otro extremo del diodo (lado banda) el pin 1 del conector de fila J133 (o J124 en WPC-95). Aquí también el pin 1 es el de más a la derecha.
10. La lámpara debe destellar.
11. Mueve el extremo del diodo al siguiente pin del conector de fila J133 (o J124 en WPC-95). De nuevo la lámpara debe destellar.
12. Repite el paso anterior hasta que hayas probado todos los pines de J133 (o J124 en WPC-95). Cada uno de los pines corresponde a una fila de la matriz.

Si alguna de las filas probadas no hace que la lámpara se encienda, la columna está mal (io tienes el diodo de prueba al revés!). Si no enciende o luce muy brillante, puede haber problemas en el transistor de fila TIP102 correspondiente. Comprueba el transistor como se describe en [Probando Transistores y Bobinas](#).

*Probando las **columnas** de la matriz de lámparas usando dos puntas de prueba tipo pinza de cocodrilo, una lámpara 555 con su portalámparas y un diodo 1N4004. Un extremo de la punta verde está fijo en el pin 1 de J124 (en WPC-95) o J133 (WPC y WPC-S) en la tarjeta driver/alimentación y el otro extremo muerde uno de los terminales del portalámparas. En cuanto a la punta blanca, un extremo va en el segundo terminal del portalámparas, y el otro extremo muerde al diodo por el lado banda. Luego se va tocando, con el extremo del diodo **opuesto a la banda blanca**, cada uno de los pines del conector J121 (WPC-95) o J137 (WPC y WPC-S). Con la máquina en modo prueba, en el test "all lamp test", la lámpara debe destellar cuando se toca cada uno de los pines.*



Probando las columnas de la matriz de lámparas.

Si sospechas que algún transistor TIP107 de las columnas de la matriz de lámparas está mal, puedes probarlo así:

1. Quita el backglass y abate el panel del display para tener acceso a la tarjeta driver/alimentación.
2. Enciende el juego.
3. Cuando haya arrancado el juego, presiona el pulsador "Begin Test" en el interior de la puerta del monedero. Vete al menú de Test y dentro de éste al test "All Lamp Test".
4. Desenchufa el conector de filas J133 (o J124 en WPC-95) y de columnas J137 (o J121 en WPC-95). Están en la parte inferior derecha de la tarjeta.
5. Fija una pinza de cocodrilo de una de las puntas de prueba al pin 1 de J133 (o J124 en WPC-95). El pin 1 es el de más a la derecha según se mira a la tarjeta.
6. Conecta el otro extremo de la punta de prueba a un terminal de un portalámparas para bombilla 555. Puedes quitarlo provisionalmente de alguna placa de lámparas iasegúrate primero de que funcione correctamente!
7. Conecta una segunda punta de prueba al otro terminal del portalámparas.
8. Con el otro extremo de esta segunda punta de prueba, agarra un diodo 1N4004 por el lado banda.
9. Toca con el otro extremo del diodo (lado opuesto a la banda blanca) el pin 1 del conector de columna J137 (o J121 en WPC-95). Aquí también el pin 1 es el de más a la derecha.
10. La lámpara debe destellar.
11. Mueve el extremo del diodo al siguiente pin del conector de columna J137 (o J121 en WPC-95). De nuevo la lámpara debe destellar.
12. Repite el paso anterior hasta que hayas probado todos los pines de J137 (o J121 en WPC-95). Cada uno de los pines corresponde a una columna de la matriz.

Si alguna de las columnas probadas no hace que la lámpara se encienda, la columna está mal (¡o tienes el diodo de prueba al revés!). Si no enciende o luce muy brillante, puede haber problemas en el transistor de columna TIP107 correspondiente. Comprueba el transistor como se describe en [Probando Transistores y Bobinas](#).

Problemas más frecuentes asociados a las lámparas.

- Bombilla mal. Cualquier bombilla puede fundirse. Suele ser algo que se ve a simple vista, pero no siempre es así. Prueba la bombilla con el polímetro puesto en continuidad. Pon las puntas de prueba en los terminales de la bombilla. Si no hay continuidad la lámpara está mal.
- Cable suelto en el portalámparas. Esto sucede bastante a menudo y hay que volver a soldar el cable en la patilla correspondiente del portalámparas.
- Soldadura rota en los pines de los conectores de las placas de lámparas. Volviendo a soldar los pines afectados se suele solucionar el problema.
- Diodo suelto en el portalámparas. Si el diodo de lámpara está desconectado del zócalo, la lámpara no se encenderá.
- Diodo roto en una placa de lámparas. Esto puede pasar debido a la vibración haciendo que la lámpara correspondiente no luzca.
- Portalámparas corroído o en mal estado. Sacar y volver a colocar la lámpara en su porta a menudo soluciona este problema. En los portalámparas enchufables tipo 555, dobla las lengüetas de contacto ligeramente para conseguir un mejor contacto.
- Fusible fundido. Si fallan varias luces, comprueba si comparten el mismo fusible que puede estar fundido.
- Conector quemado en la tarjeta driver/alimentación. Esto sucede más frecuentemente con los conectores de las lámparas GI (iluminación general). Mira en [Conectores GI quemados](#) para más información.
- Transistor de columna o fila averiado. Los transistores TIP107 que controlan las columnas suelen ser los que más fallan, aunque también pueden fallar los TIP102 que controlan las filas. En este caso, fallarán todas las lámparas de una misma columna o fila, que no se encenderán o lucirán con un brillo excesivo.
- Dos lámparas actúan como una. Suele ser síntoma de diodos de lámpara en corto o mal conectados. También puede pasar por fallo en los transistores de columna o fila.

Puente BR1 o Diodos D11-D14 (WPC-95) de +18 Vcc sobrecalentados.

Este es un problema que se da en algunas ocasiones. El puente rectificador de los +18 Vcc de las lámparas controladas se calienta excesivamente. He llegado a ver la placa driver/alimentación negra en esa zona debido al calor. Esto sucede porque la matriz de lámparas demanda más potencia que la que puede manejar el circuito. Eventualmente puede llegar a fundirse el fusible F114 o F106 (WPC-95). El puente rectificador puede aguantar este sobrecalentamiento durante un tiempo hasta que acaba estropeándose.

La razón de que ocurra esto es simple; por algún motivo, una (o varias) de las columnas de las lámparas controladas se quedan encendidas permanentemente. Recuerda, que las lámparas controladas son de 6.3 voltios, pero el circuito que las alimenta es realmente de +18 Vcc. Esto es así porque las lámparas funcionan de forma estroboscópica (se encienden y se apagan muy rápidamente). Si una columna de la matriz de lámparas se "atasca" y se queda siempre encendida, recibe los +18 Vcc y las lámparas absorben mucha más corriente. Esta sobrecorriente hace que el puente rectificador se ponga muy caliente (y que el fusible asociado pueda fundirse).

Para solucionar esto, lo primero comprueba todos los transistores TIP107 driver de las columnas de la matriz de lámparas (mira la sección: [Comprobando transistores](#)).

Todos los transistores de lámparas están bien ¿qué es lo que pasa entonces?

Si ninguno de los transistores de la matriz está en corto, el siguiente sospechoso es el integrado ULN2803 en U19 (o U11 en WPC-95), o tal vez el 74LS374 en U18 (o U10 en WPC-95). Si los transistores TIP107 están OK, el ULN2803 es seguramente el responsable. Una manera fácil de saber si la matriz de lámparas tiene algún problema es fijarse en las lámparas controladas al encender la máquina. Si cualquiera de las lámparas flashea justo en el momento del encendido, podría haber un problema en el chip ULN2803.

Si la matriz de lámparas sigue sin funcionar, lo siguiente es comprobar los chips LM339 en U15/U16 (U16/U17 en WPC-95). Si alguno de estos chips LM339 está mal, una parte de la matriz de lámparas no funcionará. Si falla toda la matriz, comprueba también que las resistencias R150-R153/R172-R173 (R225, R228, R231, R234, R237, R240 en WPC-95) estén bien referenciadas a tierra (un extremo de todas estas resistencias está conectado a tierra). Del mismo modo, los condensadores C13-C20 (C32-C39 en WPC-95) también tienen un extremo conectado a tierra.

3g. Cuando las cosas no funcionan: la matriz de interruptores

Los interruptores son una parte fundamental de cualquier pinball. En los pinballs electrónicos informan a la CPU de lo que ocurre en el juego y esta activa los distintos elementos en consecuencia; display, solenoides, lámparas, etc. Si un interruptor que activa una bobina se queda atascado en la posición de cerrado (por ejemplo el interruptor de un bumper), la CPU descartará dicho interruptor y no activará nunca la solenoide del bumper, evitando así que se quemara la bobina.

El programa del WPC tiene una rutina de chequeo de interruptores que interpreta que un interruptor está mal si pasan 30 partidas sin que sea activado, o bien, si sucede el caso contrario y el interruptor está activado siempre. El programa creará un informe de pruebas (test report) que se muestra al encender el juego o al pulsar el botón de test en el interior de la puerta del monedero. Por eso, cuando una característica determinada del juego es difícil de conseguir y pasan 30 partidas sin se active el interruptor asociado, se pueden producir falsos errores de diagnóstico. Para comprobar la veracidad del informe de pruebas, quita el cristal de la mesa, y activa el interruptor en cuestión a mano durante una partida, o en modo diagnóstico dentro de la prueba "flanco de interruptores" (switch edge test).

Casi todos los interruptores en un juego WPC están organizados en una matriz llamada matriz de interruptores. Esta matriz está organizada en 8 columnas y 8 filas, para una *capacidad total*

de 64 interruptores. Cada punto de cruce columna-fila corresponde con un interruptor. Fuera de la matriz quedan los interruptores directos, que incluyen a todos los relacionados con los flippers (EOS y pulsadores), los interruptores de diagnóstico y los interruptores de los monederos.

Algunos modelos como la Twilight Zone tienen una matriz de 72 interruptores. Para conseguir ampliar la matriz sin tener que modificar las tarjetas, los técnicos de Williams usaron un pequeño truco: le añadieron a la matriz una novena columna controlada por un driver de solenoide. La Star Trek (The Next Generation) y la Indiana Jones utilizan también la novena columna propia de los super-pins.

Diagnosticando la matriz de interruptores: ¿Donde está el fallo?

Para localizar un fallo en la matriz de interruptores lo primero es determinar si el problema está en la tarjeta CPU o bien es un problema externo. Para ello hay que ir al test de interruptores (T.1 Switch Test) y realizar una serie de pruebas. La información que viene a continuación describe como hacer estas pruebas. Es una información bastante extensa y detallada pero la idea general es bastante simple: hay que dividir la matriz de interruptores en sus distintas partes (tarjeta CPU, cableado/interruptores y tarjetas de optos) para determinar donde está el fallo y de esta manera poder repararlo.

Como comentaba antes, lo primero es ir al [test de interruptores \(T.1 switch test diagnostics\)](#) para determinar si el problema afecta a un interruptor individual, a una fila o columna completa o bien a interruptores ópticos. Yo siempre recomiendo tener el manual a mano a la hora de enfrentarse a problemas relacionados con la matriz de interruptores. En el manual encontrarás el diagrama de la matriz, con información de la situación de cada interruptor en las distintas filas y columnas, colores de los cables, conectores, interruptores ópticos, etc. Es una información fundamental para diagnosticar este tipo de averías.

Recuerda que la matriz de interruptores es una matriz de 8 filas X 8 columnas (excepto en la TZ, IJ y ST:TNG que tienen 9 columnas). Si sólo falla un único interruptor, normalmente es fácil de arreglar con [esta información sobre interruptores](#).

Si son varios los interruptores que fallan dentro de la misma fila o columna, el problema suele ser un cable roto ya que los interruptores de una misma fila o columna se cablean en forma de [cadena de margarita \(daisy chain\)](#) (el cable va a un interruptor, de este al siguiente y así hasta completar la fila o columna. Por eso si se abre el cable en un punto, todos los interruptores "aguas abajo" dejarán de funcionar).

En el caso de que falle una fila y/o una columna entera, o si aparece el error "ground row/column short" (fila o columna cortocircuitada a tierra), entra en el test de interruptores (T.1 switch test) y desconecta todos los conectores correspondiente a los interruptores en la tarjeta CPU. Luego efectúa estas pruebas: [Columnas](#) y [Filas](#). Con esto puedes averiguar si el problema está en la tarjeta CPU (por ejemplo un chip ULN2803 en corto); si está en el algún interruptor del tablero (como un falso contacto o un diodo en corto), o en una de las tarjetas de optos que van montadas debajo del tablero (si es que el juego las utiliza lo cual es más que probable en pinballs WPC).

Cuando el interruptor que falla es un [Interruptor óptico](#), tendremos que aplicar otras técnicas de reparación. No todos los juegos utilizan este tipo de interruptor, conocido familiarmente como "opto", pero la gran mayoría si que los usan. A partir de una época se empezaron a utilizar mas extensivamente, por ejemplo, a partir de la Indiana Jones, todos los pinballs WPC utilizan optos para la detección de bolas en el carril del sumidero (ball trough).

Los pinballs comprendidos entre la Indiana Jones y la Demotion Man utilizan una primera versión de tarjetas para los optos del sumidero que se cambió en juegos posteriores (debido a los problemas que ocasionaba tener montados los chips LM339 directamente en dichas tarjetas).

Lo complicado en las averías relacionadas con los optos es que el problema puede estar en el propio opto (bien en el transmisor bien en el receptor), o ser un fallo de la tarjeta que controla los optos que va montada debajo del tablero. A menudo desconectando estas tarjetas de optos se puede determinar si los fallos en la matriz vienen provocados por un problema en las mismas, se trataría de ver si con ellas desconectadas el test de interruptores se comporta de un modo diferente. [Aquí](#) encontrarás más información sobre reparación de interruptores ópticos.

Una vez que hemos localizado donde está el problema (tarjeta CPU, interruptores del tablero o tarjetas de optos del tablero), las cosas se nos pondrán un poco más fáciles. Los problemas de interruptores pueden ser muy sencillos o por el contrario muy complicados de diagnosticar, a veces lo mejor es pedir la ayuda de un profesional, pero siguiendo una aproximación sistemática un "manitas medio" puede reparar incluso problemas que son ya un poco complicados.

En el resto de este capítulo, se tratan diversos aspectos del funcionamiento de los interruptores, con problemas típicos y soluciones.

Interruptores dedicados (Directos).

En el sistema WPC hay una serie de interruptores, llamados dedicados o directos, que no forman parte de la matriz de interruptores. Estos interruptores incluyen los pulsadores de diagnóstico de la puerta del monedero y los interruptores de los propios monederos, también los pulsadores y los EOS de los flippers. Como estos interruptores no pasan a través del chip ULN2803 de la tarjeta CPU que controla la matriz, cuando hay un daño en este chip los interruptores directos seguirán funcionando en un 99% de los casos. Esto es muy útil porque se podrá seguir entrando en los test de diagnóstico aunque haya un fallo total en la matriz de interruptores.

Los interruptores directos tienen un funcionamiento muy sencillo, un extremo va cableado a tierra (cable negro) y el otro extremo a la tarjeta CPU (o a la tarjeta fliptronics en algunos casos como se verá más adelante). Cuando un interruptor directo no funciona suele deberse a un cable roto o bien a un defecto en el propio interruptor. Los interruptores directos sólo usan los chips U16, U17 (LM339) y U15 (74LS240) de la tarjeta CPU, entrando a través del conector J205. Una forma sencilla de probarlos es poner a tierra cada pin de J205 con el juego en modo test, así podremos determinar si el problema está en la tarjeta CPU o es externo.

Los chips que controlan la matriz de interruptores.

Las columnas de la matriz están controladas por un único chip ULN2803 de 18 patillas situado en la tarjeta CPU en la posición U20. Las filas están controladas por dos chips LM339 en la tarjeta CPU en las posiciones U18 y U19.

Los interruptores directos están controlados por dos chips LM339 en las posiciones U16 y U17 también en la tarjeta CPU. Esto es aplicable a todas las generaciones WPC.

En pinballs WPC-S y WPC-95, el chip U20 que controla las columnas está montado sobre un zócalo. En los pinballs WPC hasta 1994 el chip no lleva zócalo. Cuando se produce un corto en algún punto de la matriz hay muchas posibilidades de que este chip resulte dañado (afectando a un grupo de interruptores o a todos!), no es extraño por tanto tener que cambiarlo. Williams se dio cuenta del problema, y comenzó a montarlo sobre zócalo a partir de WPC-S. En las tarjetas CPU WPC-S, el chip ULN2803 está debajo de la plaquita de las baterías. ULN2803 es equivalente al NTE2018. En ocasiones, al fallar U20 se estropea también el chip U14 que es un 74LS374 (U23 en WPC-95, un 74HC237).

Los chips LM339 que controlan las filas de la matriz tienden a fallar bastante menos. LM339 es equivalente al NTE834. Tampoco suelen fallar mucho los chips LM339 que controlan los interruptores directos.

Las tarjetas de interruptores ópticos, que tienen casi todos los juegos WPC debajo de la mesa de juego, tienen también chips LM339. Si alguno de estos chips fallan, la matriz de interruptores funcionará mal. Cuando te encuentres con un problema de interruptores que no puedas aislar, cambia todos los chips LM339 de estas tarjetas de optos aprovechando para montar zócalos. Los juegos Indy Jones, Judge Dredd, Star Trek, Popeye y Demo Man utilizan también chips LM339 en las tarjetas de optos del sumidero (a partir de WCS94 se dejaron de montar los chips LM339 en estas tarjetas). Por tanto los juegos citados tienen una segunda tarjeta de optos con problemas potenciales relacionados con los LM339.

La alimentación a la matriz de interruptores y su fusible asociado.

Si el fusible F115 (WPC-S o anteriores) o el fusible F101 (WPC-95) se funde, la matriz de interruptores no funcionará (y, por tanto, fallarán todos los interruptores de la mesa). Este fusible suministra los +12 Vcc que necesita la matriz para funcionar.

Comprobando la alimentación en el punto de prueba TP3 de la tarjeta driver (TP100 en WPC95).

Con el polímetro puesto para medir voltios de continua (DC) y con la máquina encendida, puedes comprobar en TP3 (Test Point 3) la tensión de +12 Vcc de la matriz de interruptores (TP100 en WPC95). Mide con la punta roja puesta en TP3 y la negra puesta en la malla de tierra. Si no hay +12 Vcc en TP3, la matriz de interruptores no funcionará. En ese caso, si la máquina es WPC-S o anterior, comprueba si hay +18 Vcc en la patilla "+" del puente rectificador BR1 (la patilla con la muesca) en la misma tarjeta. En ocasiones las soldaduras de este puente pueden fallar y fallar por eso la alimentación a la matriz de interruptores (mira en la sección "Reseteos aleatorios" de este documento, y suelda puentes con cables tal y como se explica en la misma). Si están los 18 voltios en el puente pero no hay tensión en TP3 (TP100 en WPC95), el fallo debe estar en el regulador de 12 voltios Q2 (LM7812), o en alguna pista defectuosa de las que conectan estos componentes.

Fallos aleatorios en la matriz de interruptores por unos 12 voltios "débiles".

En algunos juegos WPC, un puente rectificador BR1 o un regulador 7812 débiles en la tarjeta de drivers, pueden ocasionar algunos problemas de comportamiento errático de la matriz de interruptores. Cuando la máquina hace cosas extrañas como hacer un "slam tilt" o activar sin motivo los slingshots, los flippers u otras bobinas, el motivo puede ser que la tensión de la matriz se quede algo escasa en algunos momentos. Este efecto puede ser más acusado cuando hay muchas lámparas controladas encendidas. Prueba a quitar el conector J133 (para anular las lámparas controladas del tablero) y comprueba si el problema desaparece. Si es así, reconstruye la sección de alimentación de 18/12 voltios (BR1, C6, C7 y Q2 7812), e instala también puentes cableados entre BR1 y sus condensadores asociados (como se describe en el capítulo [reseteos aleatorios](#)).

Por ejemplo en el juego Theatre of Magic (ToM), he observado a veces un comportamiento errático de la matriz de interruptores debido a fallos esporádicos en los 12 voltios (normalmente debido a pistas rotas o en mal estado en torno al rectificador BR1).

Fallos aleatorios en la matriz de interruptores debido a los cables planos.

Un problema en los cables planos que conectan la tarjeta CPU con la tarjeta de drivers, la tarjeta fliptronics, la tarjeta de sonido y la tarjeta del display, puede provocar un comportamiento errático en el juego. Si la máquina está haciendo cosas sin sentido como activar bobinas cuando no corresponde, etc, antes de meterte con cosas más complicadas, intenta simplemente reasentar los cables planos en sus conectores, asegurándote además de que estén correctamente enchufados. Esta sencilla operación soluciona en muchas ocasiones problemas de comportamiento errático que siempre son difíciles de diagnosticar.

¿Cómo sabe el WPC que la matriz de interruptores no funciona?

El interruptor número 24 de los pinballs WPC es un interruptor que está siempre cerrado (always closed). Este interruptor se usa exclusivamente para vigilar el funcionamiento de la matriz. El sistema chequea cíclicamente este interruptor y comprueba que efectivamente está cerrado, si en algún momento detecta que el interruptor se ha abierto, la CPU sabe que hay algún problema en la matriz. De esta manera, si fallan los +12 Vcc de alimentación a la matriz o hay algún conector suelto, el sistema de autodiagnóstico informará del fallo.

Los conectores de los interruptores en la tarjeta CPU (válido para todas las revisiones WPC).

- J206,J207: Columnas de la matriz (pin1=columna1)
- J208,J209: Filas de la matriz (pin1=fila1)
- J212: Filas y columnas (pins 1-3 son las columnas 1-3; 4,6-8 son las filas 1-4), conecta con la tarjeta de interfase de la puerta del monedero. Aquí también está el interruptor 24 "siempre cerrado" (columna 2, fila 4).
- J205: Interruptores directos, conecta también con la tarjeta interfase de la puerta del monedero.

Fallos en el chip U20

Cortocircuitando la matriz de interruptores con los +50 Vcc.

Con las prisas, muchas veces se hacen reparaciones con la máquina encendida. Si la puerta

del monedero está cerrada, o el juego no tiene en la puerta del monedero un interruptor de enclavamiento, es fácil unir accidentalmente con el destornillador u otra herramienta, una patilla de una bobina (+50 Vcc) con una patilla de un interruptor. Cuando esto ocurre se funde el fusible de la matriz de interruptores (F115 en WPC-S y anteriores, o F101 en WPC-95), y lo que es peor, queda achicharrado el chip ULN2803 en U20 en la tarjeta CPU, y hay que remplazarlo. Si el juego es WPC-S o posterior, el chip va sobre un zócalo. Si es anterior al WPC-S, tendrás que desoldar el U20 averiado, soldar un zócalo y montar un ULN2803 nuevo. Incluso a veces hay que cambiar también el 74LS374 en U14, asociado a U20 (en WPC-95 es U23, un 74HC237).

Cortocircuitando la matriz de interruptores con los 6.3 voltios de iluminación general (G.I).

Aunque 6.3 voltios no es mucho voltaje en comparación con los 12 voltios de la matriz de interruptores, cortocircuitar la iluminación general con la matriz también puede ocasionar daños. Por ejemplo, en la Indiana Jones el slingshot izquierdo tiene un portalámparas de G.I. muy próximo a las remaches del interruptor del slingshot. En caso de que se toquen, puede haber fallos en el chip U20 de la CPU, por ejemplo averiando la columna tres de la matriz (cable verde/marrón). Para empeorar las cosas a veces estos fallos provocan todo tipo de síntomas extraños, el chip U20 no se avería totalmente pero empieza a funcionar de una manera errática, por ejemplo una fila entera de la matriz puede empezar a activarse y desactivarse de forma continua (o incluso todas las filas). En definitiva, los cortocircuitos con la iluminación general pueden acarrear problemas de funcionamiento errático en la matriz de interruptores.

Análisis de fallos que pueden estropear el chip U20.

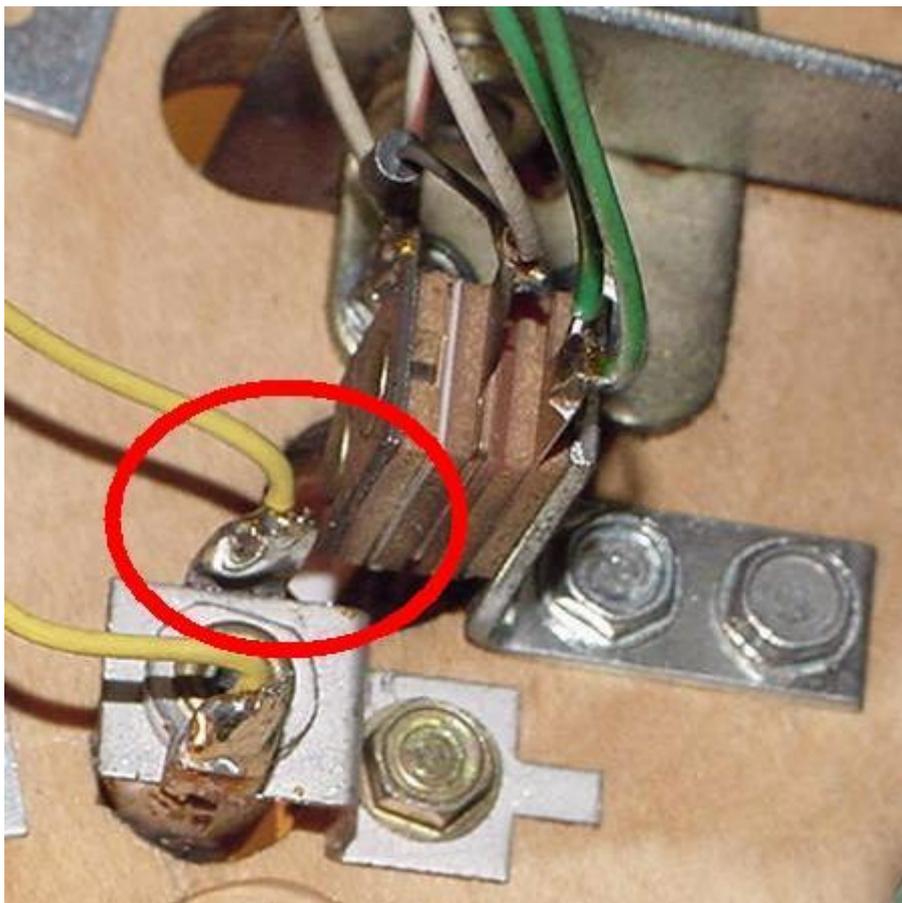
Un método para averiguar si hay un corto permanente entre la matriz de interruptores y una alimentación ajena a la misma es quitar el chip U20 y a continuación encender el juego. Con todos los conectores de interruptores enchufados en la tarjeta CPU, utiliza el polímetro para comprobar si en los pines 18 al 11 del zócalo de U20 (columnas 1 a la 8 respectivamente) hay algún voltaje superior a 12 voltios de continua (esa es la tensión normal que debe haber en un juego sano con U20 quitado). Si aparecen tensiones mayores en algún pin, es síntoma de que hay un corto en la columna correspondiente en algún lugar del tablero (o algún error en el conexionado del cableado). Este corto puede ser con el circuito de lámparas flash, con el circuito de bobinas o con la iluminación general (6.3 voltios de alterna).

Del mismo modo, con U20 fuera de la placa, los pines 1 al 8 del zócalo de U20 (todas las filas de la matriz) deben tener unos +12 Vcc.

Además de los cortocircuitos, hay otras cosas que pueden hacer que falle el chip U20. Si el juego funciona bien durante unos minutos y luego U20 vuelve a fallar, el problema podría estar provocado por un fallo en el chip U14/U23 de la tarjeta CPU. Los chips LM339 de las tarjetas de optos del tablero también pueden provocar fallos en U20. Una prueba sencilla es desenchufar todos los conectores de los interruptores en la tarjeta CPU. Si el chip U20 vuelve a fallar después de un tiempo, hay que sospechar de U14 (WPC) o U23 (WPC-S/WPC95). En caso contrario, el problema está en el tablero.

Mark Clayton describe un método para diagnosticar el origen de un problema que afecte al chip U20 analizando el propio chip U20 averiado. Midiendo resistencia entre pines del chip se puede ver que columnas han sido afectadas para así seguir la pista hacia atrás revisando todos los interruptores de estas columnas. El chip U20 es un ULN2803 y básicamente está formado por 8 transistores Darlington encapsulados. Hay que medir la resistencia de cada canal a través del chip (o también con el test de diodos), comenzando por el pin 1 (esto es, pin 1 con pin 18, pin 2 con pin 17, etc.) La punta roja se pone en los pines 1 al 8 y la punta negra en los pines 18 al 11. La medida que se obtiene puede variar dependiendo de cada polímetro (con el test de diodos la mayoría de aparatos darán lecturas entre 0.4 y 0.6), pero al final lo que buscamos es una o varias medidas que difieran significativamente de las demás. Recuerda que los pines 1/18 corresponden con la columna 1, pines 2/17 con la columna 2, y así sucesivamente. Esta es una prueba rápida que puede ayudar a delimitar el área donde buscar el origen del fallo del chip.

El interruptor del slingshot izquierdo de la Indiana Jones está muy cerca de un portalámparas de iluminación general. Si se tocan, el chip U20 puede dejar de funcionar totalmente o como mínimo empezar a tener problemas haciendo que la matriz de interruptores tenga un comportamiento errático.



Filas o columnas cortocircuitadas a tierra ("Ground Shorts") y el chip U20.

Como estamos viendo, el chip U20 (ULN2803) es un punto frecuente de fallos relacionados para la matriz de interruptores. Si en el autodiagnóstico nos aparece que hay filas o columnas cortocircuitadas a tierra (especialmente cuando hay varias filas o columnas afectadas), puede deberse a fallos en U20 o incluso en el siguiente chip que es el U14 (74LS374) (U23 en WPC-95/WPC-S, un 74HC237/74HC4514 respectivamente) ambos en la tarjeta CPU. Mucho menos frecuente es que fallen los chips LM339, que son U18, que controla las filas 1,2,3,4, y U19, que controla las filas 5,6,7,8. Por eso lo más aconsejable es cambiar primero U20, luego U14/U23 si no se soluciona el problema y por último U18/U19.

Otra cosa a tener en cuenta son los chips LM339 que van en las tarjetas de optos del tablero que también puede fallar. Para comprobarlo desconecta las tarjetas de optos y mira cambia algo. Si es así, podrás asociar el problema a una tarjeta en concreto. Recuerda que los pinballs entre Indy Jones y Demo Man utilizan chips LM339 en la tarjeta de optos del sumidero que también pueden fallar.

Después de reparar el chip U20 y/o U14, El fusible no se funde más, pero hay muchos errores de interruptores en el informe de diagnóstico.

Esto es muy frecuente. La CPU tiene todavía memorizados estos fallos detectados cuando se fundió el fusible. Para limpiar este buffer de fallos, entra en modo diagnóstico y selecciona el primer test de interruptores (T.1, switch edges). Activa manualmente los interruptores que aparecían en el informe de diagnóstico. Los interruptores deben ser detectados sin problemas y aparecerá su identificación en el display. Después sal del modo diagnóstico y los errores deberán haber desaparecido. ¿Otra alternativa es simplemente jugar unas partidas! puede que esto sea todo lo que se necesita para limpiar el buffer de fallos del informe de diagnóstico.

Más sobre filas o columnas cortocircuitadas a tierra y otras averías extrañas en los interruptores.

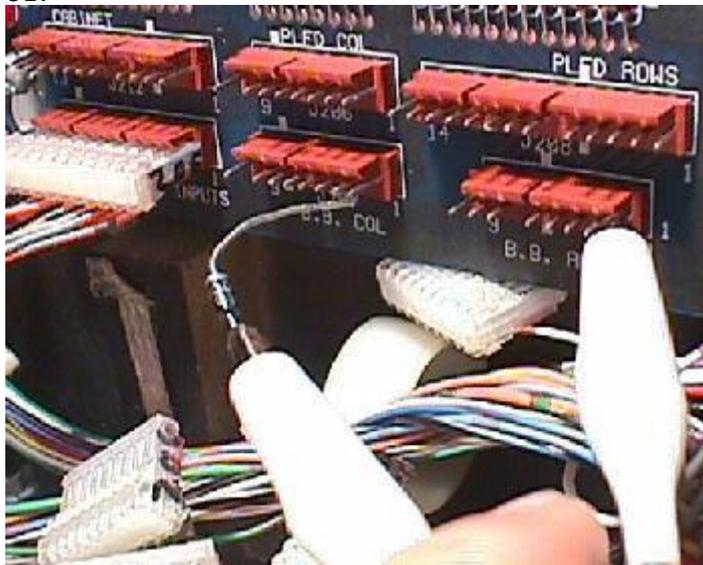
En los interruptores, los errores de cortocircuitos a tierra suelen ser los más difíciles de reparar. Cuando el autodiagnóstico nos informa de que hay una fila o columna cortocircuitada a tierra lo primero que piensa uno es que algún cable de los interruptores está tocando una parte metálica. Efectivamente esa puede ser la avería ipero en realidad no suele ser el caso! Es mucho más frecuente que el problema sea una avería en la electrónica (como hemos visto antes, el chip U20, o bien el U14/U23 defectuosos en la tarjeta CPU. También los chips LM339 de las tarjetas de optos del tablero.

Si el corto a tierra es permanente, hay una manera sencilla de saber si es real o bien se debe a fallos en los chips de la electrónica. Con la máquina apagada y desenchufa todos los conectores de filas y columnas en la tarjeta CPU (J205, J212, J206/207 y J208/J209). A continuación mide continuidad con el polímetro entre los cables de cada fila y columna respecto a tierra. Si te da abierto es que realmente no hay un corto a tierra y el problema está en la electrónica. Si por el contrario te da continuidad, hay que rastrear el cable en cuestión desde el conector, pasando por todos los interruptores de la fila o columna afectada, hasta encontrar la puesta a tierra.

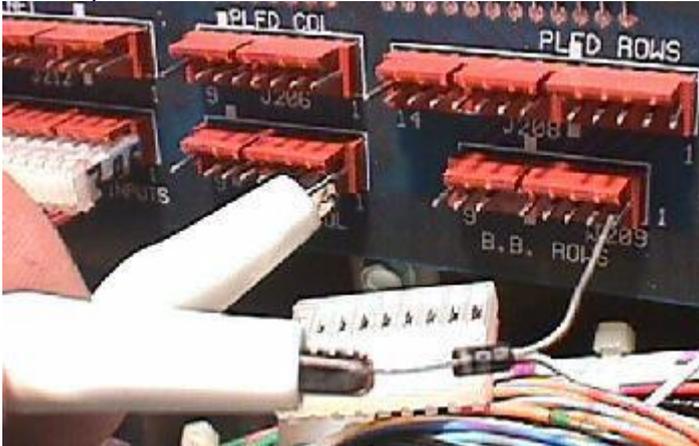
Si no hay un realmente un problema de interruptor a tierra, se pueden realizar algunas pruebas para intentar localizar el problema. Con todos los conectores de interruptores desenchufados en la tarjeta CPU, entra en el test de interruptores T.1 donde debes ver que ningún interruptor está activado. Si una fila entera de interruptores está activada, es casi seguro que el chip LM339 correspondiente a esa fila está mal (U18/U19). Si está activada una columna entera de interruptores, todo apunta a que el chip U20 está averiado. Si sólo uno o dos interruptores están activados, prueba a enchufar de nuevo los conectores y a soltar el cable plano que va entre la CPU y la tarjeta de drivers. Si con esto se soluciona el problema, el fallo está en la tarjeta de drivers! Podría ser un fallo en los chips U7/U8 (4N25) de esta tarjeta, que se usan en juegos anteriores al fliptronics para detectar que los flippers se han activado. Los juegos con fliptronics no necesitan tener estos chips montados.

Hay una prueba muy efectiva para probar si la matriz de interruptores funciona correctamente a nivel de tarjeta CPU. El procedimiento se describe con más detalle más adelante en este capítulo, pero básicamente consiste en ir puenteando en los conectores de la CPU con todos los conectores de la matriz desenchufados. Como se puede ver en las fotos siguientes:

*Probando las **columnas** de la matriz de interruptores con un diodo y una punta de prueba. La punta de prueba se sujeta al pin 1 de J209, y no se mueve durante la prueba. Con la pinza del otro extremo de la punta de prueba se sujeta al diodo por el extremo opuesto a la banda. A continuación, con el **lado banda** del diodo, se va tocando cada pin del conector J207. Poniendo el test "switch levels", se debe ver como se van cerrando los interruptores 1, 21,31,..., hasta el 81.*



Probando las **filas** de la matriz de interruptores con un diodo y una punta de prueba. La punta de prueba se sujeta al pin 1 de J207 y no se mueve durante la prueba. Con la otra pinza se sujeta al diodo por el lado banda. Luego, con el extremo del diodo **opuesto a la banda**, se va tocando cada pin del conector J207. Poniendo el test "switch levels" se debe ver como se cierran los interruptores 11 al 18.



Si alguna fila o columna no funciona al realizar los tests anteriores, entonces hay algún problema en la tarjeta CPU, normalmente será una avería en el chip U20 y posiblemente también pueden fallar U14/U23. Otra avería típica es la corrosión en las pistas si ha habido algún derrame de ácido en las pilas, por tanto hay que tener esta posibilidad en cuenta también.

Si por el contrario al hacer los tests todo funciona correctamente, entonces el problema está en el tablero. Esto muchas veces viene provocado por fallos en las tarjetas de optos. Estas tarjetas usan chips LM339 que cuando fallan confunden a la matriz de interruptores. Esta avería se reporta como fila cortocircuitada a tierra (ground row short) u otros mensajes aún más confusos.

Para tratar de averiguar si el fallo viene de la tarjeta de optos, entra en el test de interruptores y desenchufa el conector que da alimentación a la tarjeta de optos del tablero. Normalmente es el conector largo, que además de proporcionar alimentación de 12 voltios a la tarjeta, contiene también los cables de las filas y columnas que se usan para los optos. Los interruptores ópticos son normalmente cerrados y se abren cuando algo bloquea la luz que va de emisor a receptor. El estado de cerrado se visualiza como una "caja" en la representación de la matriz en pantalla. Al quitar alimentación a la tarjeta de optos, todos los optos pasan a estado de abierto, cambiando de "cajas" a "puntos" (que es como se representan los interruptores abiertos). Si al hacer esto desaparece el corto a tierra de la matriz, es casi seguro que hay un LM339 mal en la tarjeta de optos.

También es muy conveniente comprobar que lleguen realmente 12 voltios a la tarjeta de optos. Si sólo hay 11 voltios o menos, pueden producirse fallos esporádicos y diagnósticos erráticos de fallos de interruptores. Como vimos anteriormente, cuando los 12 voltios están algo bajos normalmente es por fallos en el puente BR1 o en el regulador LM7812 de la tarjeta de drivers.

Si los 12 voltios están bien y no se encuentra la avería, se pueden cambiar a modo preventivo todos los chips LM339 de la tarjeta de optos, aprovechando para poner zócalos. Estos chips son económicos y como además resultan difíciles de probar con el polímetro, a veces es mejor cambiarlos sin más en caso de duda.

La novena columna de la matriz de interruptores en la Indy Jones, Twilight Zone y Star Trek Next Gen.

En estos pinballs la matriz de interruptores de 8x8 se quedaba pequeña porque necesitaban más de 64 interruptores, por eso tienen una novena columna que permite disponer de 8 interruptores adicionales. Esto se consigue utilizando una pequeña tarjeta de adicional de 8 drivers, que va montada en el cabezal arriba a la derecha. Hay otros dos juegos que utilizan esta tarjeta auxiliar (Roadshow, Demo Man), pero que no tienen una novena columna en la matriz de interruptores (sólo la usan para ampliar la capacidad de manejar bobinas o flashers).

NOTA IMPORTANTE: Esta novena columna de interruptores no aparece en el test de interruptores! La activación de los interruptores correspondientes no se verá reflejada en los test estándar. Williams puso test especiales específicos para poder probarlos (por ejemplo, "Clock Test" para la TZ y "Rt Gun Test" para la STNG). También conviene tener en cuenta que si el cable plano que va desde la CPU hasta esta tarjeta auxiliar falta o está mal, la novena columna no podrá funcionar.

En la Twilight Zone, los optos del reloj están controlados por esta novena columna. Esta columna no está controlada por los circuitos lógicos de la tarjeta CPU como el resto de la matriz, sino que se maneja directamente desde el programa y a través de la tarjeta auxiliar de drivers como hemos visto. Para evitar posible interferencias, cuando se esté intentando solucionar un problema en la matriz de interruptores es mejor desconectar el reloj. De todos modos, la CPU no activa estos optos durante los test de interruptores y si resulta que al desconectar el reloj se solucionan los problemas, entonces es que el fallo está realmente en la novena columna, normalmente por algún problema en la tarjeta de drivers auxiliar o en el cableado correspondiente a la misma.

Distribución de interruptores en la novena columna (TZ, IJ, STNG):

	TZ Col 9 Gray-Wht Q? J5-1	IJ Col 9 Vio-Wht Q11 J5-4	STNG Col 9 Vio-Wht Q11 J5-1
Row 1 Wht-Brn	Clock 15 Min	Wheel Pos 1	N/A
Row 2 Wht-Red	Clock 0 Min	Wheel Pos 2	Left Gun Mark
Row 3 Wht-Org	Clock 45 Min	Wheel Pos 3	N/A
Row 4 Wht-Yel	Clock 30 Min	Mini PF Left Lim	N/A
Row 5 Wht-Grn	Clock Hour 1	Mini PF Rght Lim	Rght Gun Home
Row 6 Wht-Blue	Clock Hour 2	N/A	Rght Gun Mark
Row 7 Wht-Vio	Clock Hour 3	N/A	Left Gun Home
Row 8 Wht-Gray	Clock Hour 4	N/A	N/A

Estas son las cosas a comprobar en la tarjeta auxiliar de drivers si está fallando la novena columna de la matriz:

1. ¿Están encendidos los LEDs de la tarjeta auxiliar? (Deben estar encendidos).
2. Comprueba la resistencia R37. Asegúrate que lleguen +12V a uno de los extremos de la resistencia.
3. Comprueba el otro extremo de R37 con una sonda lógica (u osciloscopio). Debería haber una señal de impulsos. Si no hay impulsos seguramente falla el transistor Q12 (un problema bastante habitual).
4. Comprueba ahora la resistencia con la sonda lógica, también deben verse impulsos. En caso contrario seguramente falla el chip U1.
5. Comprueba la resistencia R18. Aquí también deben aparecer impulsos, si no pueden estar fallando Q1 o D1.
6. Comprueba el pin 2 del chip U1. Otro punto donde deben aparecer los impulsos, de no ser así puede fallar o estar mal insertado el conector de cable plano (o alguna pista rota en la tarjeta).

He cambiado el fusible F115 (o F101 en WPC-95) pero se sigue fundiendo.

Si tras cambiar el fusible de +12 voltios de la matriz (F115 o F101 en WPC-95), este vuelve a fundirse, haz estas comprobaciones.

Con el juego apagado, reemplaza el fusible F115 (o F101), y desconecta los conectores J205, J206, J207, J208, J209 y J212, situados en la parte inferior de la tarjeta CPU (puede que alguno no esté usado).

Si el fusible F115 (o F101) se funde con estos conectores desenchufados, el problema está localizado en las tarjetas electrónicas del cabezal. Si no se funde y el LED testigo de los +12 Vcc está encendido en la tarjeta driver/alimentación, el problema está fuera de estas tarjetas en algún lugar del circuito de los interruptores.

Si el problema está en las tarjetas del cabezal, apaga otra vez el juego y desenchufa el conector J114 (o J101 en WPC-95) en la tarjeta driver/alimentación, repón el fusible y vuelve a encender el juego. Si el fusible no se funde entonces tienes un problema en la tarjeta CPU. Esto significa que probablemente esté mal el chip U20 (ULN2803A) de esta tarjeta. Cambia el chip U20 (¡monta de paso un zócalo!) y vuelve a probar, el problema probablemente se habrá solucionado. En ocasiones hay que cambiar también el chip U14 de la tarjeta CPU (U23 en WPC-95).

Si el fusible sigue fundiéndose con J114 desconectado, entonces el problema está en la tarjeta driver/alimentación (esto es mucho menos frecuente). Mira en la sección [fusibles](#) para buscar más información sobre otros problemas que pueden motivar que este fusible se funda.

Si el fallo es exterior a las tarjetas del cabezal, es muy probable que tengas un corto exterior en algún lugar de la mesa, puede ser en algún interruptor al que se le haya soltado un cable, en alguna de las tarjetas usadas para los interruptores ópticos a la que le haya podido caer encima una tuerca, tornillo, restos de soldaduras, etc.

Para descartar las tarjetas de optos, desconecta el conector de alimentación de estas tarjetas (suelen montarse debajo de la mesa y llevan un LED testigo de tensión). Después enciende el juego con todos los conectores de la CPU metidos, si el fusible sigue fundiéndose, las tarjetas de optos están descartadas. Si no se funde, haz pruebas para determinar en qué tarjeta está el fallo (si hay varias). Una vez localizada, revisa con una lupa los conectores y las pistas y si es necesario, cambia todos los integrados LM339 de la misma.

Si el problema no está en estas tarjetas, revisa cuidadosamente el cableado de los interruptores buscando cables sueltos o pelados, posible contacto con patillas de lámparas o de solenoides que estén cerca de las patillas de los interruptores, etc.

Si no puedes encontrar nada, este procedimiento te ayudará a encontrar donde está el corto:

1. Saca el chip U20 de su zócalo en la tarjeta CPU. Si no tiene zócalo lo mejor es cambiar U20 y montar un zócalo.
2. Enciende la máquina. Con U20 fuera, el informe de fallos estará a tope, pasa de ellos.
3. Con el DMM puesto en voltios de continua (DC), pon la punta de prueba negra a tierra. La moldura metálica lateral del mueble es un buen punto, también lo es la malla de tierra.
4. Pon la punta de prueba roja del DMM en el pin 11 del zócalo de U20.
5. Si la medida está por encima de ~13 Vcc, como por ejemplo 18 (lámparas flash) o incluso 70 Vcc (bobinas), hay un corto permanente en la matriz de interruptores. Comprueba todos los interruptores de la columna correspondiente buscando el corto.
6. Repite los pasos 5 y 6 pin a pin, hasta llegar al pin 18 (inclusive) del zócalo. El pin 11 corresponde a la columna 8, el 12 a la columna 7 y así sucesivamente.
7. Si no aparece ningún voltaje mayor de 13 Vcc, pon de nuevo la punta roja en el pin 11 del zócalo de U20.
8. Actúa todos los interruptores de la columna correspondiente. Si al actuar alguno la medida se va por encima de ~13 Vcc, comprueba el interruptor correspondiente buscando el corto.
9. Repite los pasos 8 y 9 pin a pin, hasta llegar al pin 18 (inclusive) del zócalo.

Numeración de los interruptores.

Cada interruptor tiene un número asociado. Este número viene referenciado en el manual del juego, y también se puede ver en modo diagnóstico en la prueba "flancos de interruptores" (switch edge). El número tiene siempre dos dígitos: el primero es el número de columna en la matriz de interruptores, y el segundo el número de fila. Por ejemplo, el interruptor "42" está conectado a la columna 4, y a la fila 2. Cuando fallan varios interruptores esto resulta útil para ver si están en la misma fila o columna.

Las pruebas de interruptores usan este esquema de la matriz para mostrar que interruptores están activados. Las dos columnas de puntos exteriores al recuadro representan los interruptores directos; la columna exterior izquierda corresponde a los interruptores de la puerta del monedero, y la exterior derecha a los interruptores de los flippers.

Los puntos que están dentro del recuadro representan a los interruptores de la matriz de 8 por 8.

Un cuadrado significa interruptor cerrado, un punto interruptor abierto. Fíjate en que falta última columna a la derecha dentro del recuadro; este juego no usa la octava columna de la matriz de interruptores.

El display también muestra el número de interruptor y los colores de los cables del último interruptor activado (WHT-BRN blanco-marrón y GRN-BRN verde-marrón).

"T.2" significa que estamos en la opción #2 del menú de pruebas (Test menu).



Pruebas de interruptores T.1, T.2 y T.3

T.1 "Switch Edges" (Flancos). En este test al activar/desactivar un interruptor aparece en la pantalla el nombre, el número y el color de los cables de conexión del interruptor activado/desactivado.

T.2 "Switch Levels" (Niveles). En este test se hace un escaneo cíclico de toda la matriz de interruptores, apareciendo en pantalla información de todos los interruptores que estén cerrados.

T.3 "Single Switches" (Individual). En este test al seleccionar un interruptor, este queda aislado del resto de la matriz y se puede probar de forma exclusiva. Para ello el WPC bloquea las señales al resto de interruptores de manera que sólo escanea la columna y fila del interruptor seleccionado.

Probando los interruptores con el test por flancos.

Para probar los interruptores con este test del sistema WPC, presiona dos veces el interruptor "Begin Test" (comenzar pruebas), y vete a "Test Menu". Selecciona el test T.1 "Switch Edges" (Flancos interruptor). Activa los interruptores **usando una de las bolas** (esto simula mejor una partida real), en el momento en que se activa un interruptor debe aparecer en el display la descripción, el número y el color de los cables de conexión del mismo.

En ocasiones no podemos entrar en modo diagnóstico: presionamos el botón "Enter" de la puerta del monedero y no pasa nada. Esto suele suceder porque el propio interruptor "Enter" está averiado. Con el tiempo y la suciedad, estos interruptores tienden a corroerse y empiezan a hacer mal contacto llegando a dejar de funcionar del todo. Cuando pasa esto lo más fácil es puentear los cables que van al interruptor para ver si así podemos entrar en modo diagnóstico. En caso afirmativo, el interruptor está mal es necesario cambiarlo o [repararlo](#).

Si haciendo el puente tampoco entramos en modo diagnóstico, puede haber un cable roto, estar mal insertado algún conector en la tarjeta interfase del monedero (en un lateral del mueble cerca de la puerta), o bien el conector J205 en la tarjeta CPU.

Comprobando roturas en el cableado de los interruptores "aguas arriba" (interruptores cableados "en cadena margarita").

Los interruptores de una misma fila o columna de la matriz están cableados en orden y formando una cadena. Por ejemplo, en la fila uno de la matriz, el cable procedente del conector de la tarjeta CPU llega al interruptor 11, del 11 va al 21, después al 31 y así sucesivamente hasta acabar en el 81 (columna 8 fila 1). Por lo tanto si el cable se rompe en el interruptor 31, fallarán todos los interruptores "aguas abajo" (41, 51, 61, 71, 81). Este es uno de los fallos en la matriz de interruptores más fáciles de "pillar".

La rotura de cables también puede producirse en el conector de la CPU. En ocasiones esto ocurre de forma no visible al romperse el cobre ipor dentro del aislamiento!

Si aparece un interruptor mal.

Si un interruptor no funciona comprueba lo siguiente:

- Si fallan también el resto de los interruptores "aguas abajo" de la misma fila o columna comprueba el cableado "aguas arriba". Los interruptores van cableados en cadena margarita (daisy chain). Si en una fila o columna se rompe un cable, dejarán de funcionar todos los interruptores de esa fila o columna que estén "aguas abajo" del punto de ruptura.
- Si es un micro-interruptor, comprueba el actuador (la varilla o la lámina que entra en contacto con la bola). Prueba a actuar el micro con la mano. Al actuar el contacto interno, se debe escuchar un "click" característico. Si no lo hace, el micro-interruptor está seguramente roto. Si el micro parece estar bien, comprueba que está bien ajustado. Estos micros se regulan cambiando su posición en el soporte ranurado. Solamente se debe doblar el actuador cuando, por alguna circunstancia, se agota el margen de ajuste del soporte.
- Comprueba que los cables que van al interruptor son los apropiados, están bien soldados y no están partidos.
- Para comprobar la integridad de los cables que llegan al interruptor, con la máquina apagada mide la continuidad entre los cables de este interruptor y los de otros dos interruptores que funcionen y que sean uno de la misma columna (cable blanco-XXX) y otro de la misma fila (cable verde-XXX).
- Si es un interruptor de láminas, comprueba que el contacto cierra bien. Limpia los puntos de contacto con una tarjeta de cartón (no uses una lima ya que los puntos de contactos están bañados en oro). Pon la tarjeta entre las láminas, cierra los contactos y tira de la tarjeta deslizándola entre los contactos. Esto es todo lo que se necesita para limpiar interruptores con contactos bañados en oro.
- Comprueba que el interruptor trabaja bien eléctricamente. Con la máquina apagada y el DMM ajustado para medir continuidad, pon una punta de prueba en la patilla del "común" del interruptor (la patilla con el diodo soldado por el extremo de la banda). Pon la otra punta en la patilla con el cable verde-XXX (normalmente abierto). El DMM sólo debe pitar cuando el interruptor esté actuado, y no debe pitar cuando el interruptor no lo esté. Mueve la punta de prueba desde la patilla del cable verde-XXX a la patilla con el cable blanco-XXX (normalmente cerrado). Ahora sucederá al contrario y el DMM pitará cuando el interruptor esté desactivado, y no debe pitar cuando esté activado.
- Comprueba el diodo del interruptor. Asegúrate de que el diodo esté conectado correctamente y de que funciona (más sobre esto un poco más abajo).
- Comprueba los otros interruptores de la misma fila o columna. Un integrado ULN2803 controla las columnas y un LM339 controla las filas, a menudo una de las puertas de estos chips pueden fallar. Esto afectaría a todos los interruptores de una fila o columna en particular.

Si el interruptor está mal, sustitúyelo. Si todos los interruptores de una columna concreta fallan, cambia el ULN2803 en la tarjeta CPU en U20. Si fallan todos los interruptores de una fila, cambia el LM339 en U18 o U19.

Un método rápido y sencillo de diagnosticar fallos en la matriz de interruptores.

Supongamos un sencillo caso donde tenemos uno o más interruptores que no funcionan. Lo primero sería buscar en el manual la tabla que representa la matriz de interruptores. También hay un dibujo donde aparece el número y la posición en el tablero de todos los interruptores.

Necesitaremos apuntar el número de los interruptores que fallan mirando para ello el informe del autodiagnóstico (test report).

En el caso más sencillo los interruptores que fallan estarán en la misma fila o columna. En nuestro ejemplo, supongamos que la mitad de los interruptores de la columna 4 están fallando.

(Si la avería afecta a interruptores de distintas filas/columnas, simplemente hay que repetir los siguientes pasos para cada fila o columna).

En la tabla de la matriz del manual, veremos que arriba se nos indica el color del cable de la columna (columna 4, Verde/Amarillo (Green/Yellow)) y el pin de la tarjeta CPU desde donde sale. Con esta información, sigue estos pasos:

1. Para las columnas comprueba los conectores J206/J207 en la tarjeta CPU y asegúrate de que todos los pines están haciendo buen contacto (las filas tienen los conectores J208/J209). En estos conectores el primer pin corresponde con la primera columna o fila. Son conectores Molex de 0.1" (.100"), y en ocasiones los cables están en mal estado o sueltos. A veces este conector ha sido reparado o sustituido. Originalmente son conectores IDC de desplazamiento del aislante. Si estuvieran en mal estado lo mejor es cambiarlo por un conector Molex .100" de crimpar (crimp-on).
2. Levanta el tablero y localiza el interruptor más cercano (en el área más próxima al jugador) que tenga el mismo color que los interruptores que fallan (en nuestro ejemplo sería el verde/amarillo). En esta zona estará normalmente el último interruptor dentro del cableado de la cadena margarita ("daisy chain"). Puedes estar seguro que es el último interruptor de la cadena si sólo tiene un cable verde/amarillo conectado, todos los demás interruptores de la columna tendrán dos cables verde/amarillo, uno que viene del interruptor anterior (o de la CPU en el caso del primer interruptor), y otro que va al siguiente interruptor (de ahí el término cadena margarita). Comprueba el cable buscando fallos obvios como cables sueltos o rotos. Comprueba el diodo del interruptor y como está conectado el interruptor en relación al diodo (hay fotos mas adelante de como van conectados los interruptores y sus diodos asociados).
3. Ahora empieza a retroceder en la cadena, siguiendo para ello el cable verde/amarillo, hasta encontrar el siguiente interruptor. Muchas veces se acaba encontrando una rotura en el cableado de la cadena que provoca que todos los interruptores "aguas abajo" hayan dejado de funcionar. Un cable roto o suelto es probablemente la avería más común cuando hablamos de interruptores que no funcionan.
4. Si llegamos hasta el primer interruptor de la cadena y no hemos encontrado ninguna rotura en el cable verde/amarillo, entonces tenemos un problema más complicado. En ocasiones el cable puede tener una rotura interna por debajo del aislante que no puede ser localizada a simple vista. La única manera de localizar esto es midiendo continuidad con el polímetro poniendo una punta en el conector de la CPU (J206 pin 4 en nuestro ejemplo y la otra punta en cada interruptor comprobando que haya continuidad).
5. Si la continuidad del cable es buena entre todos los interruptores, el problema puede estar en la tarjeta CPU. Vuelve al pin 4 del J206 y mide continuidad hasta el chip al que se conecta (en este caso U20 pin 15 como se nos indica en la parte superior del gráfico de la matriz de interruptores). Incluso se puede medir el camino completo poniendo una punta en el último interruptor de la cadena y la otra punta en el pin 15 de U20, así probaremos todo el camino desde el chip de la CPU hasta el último interruptor en el tablero, Si la continuidad es buena, hay que sospechar del propio chip U20 (un ULN2803) que es un punto frecuente de fallos en la matriz de interruptores.

Estas son las conexiones de las columnas de la matriz de interruptores en los conectores y el chip U20 de la tarjeta CPU:

- Columna 1 (J206/207 pin 1): U20 pin 18
- Columna 2 (J206/207 pin 2): U20 pin 17
- Columna 3 (J206/207 pin 3): U20 pin 16
- Columna 4 (J206/207 pin 4): U20 pin 15
- Columna 5 (J206/207 pin 5): U20 pin 14

- Columna 6 (J206/207 pin 6): U20 pin 13
- Columna 7 (J206/207 pin 7): U20 pin 12
- Columna 8 (J206/207 pin 9): U20 pin 11

Este sencillo método de diagnóstico puede ser un buen punto de partida para encontrar fallos en la matriz de interruptores y también puede ser aplicado a la matriz de lámparas.

Error "Slam Tilt Stuck Closed "

Al encender la máquina aparece el aviso de error "slam tilt stuck closed " (interruptor de falta de golpe atascado en cerrado), y la máquina ya no sale de ahí. Normalmente esto se debe a que alguno de los interruptores de falta de golpe (slam tilt) está siempre cerrado, aunque también puede deberse a algún problema en la tarjeta CPU. Los interruptores de falta de golpe son unos interruptores de láminas con un pequeño contrapeso colocado en el extremo de la lámina más larga, estos interruptores se colocan en puntos estratégicos para prevenir excesos violentos por parte del jugador. En juegos WPC se suelen colocar en la puerta del monedero y en el interior del mueble. La falta de golpe penaliza con la partida entera y no sólo con la bola en juego como hace la falta del péndulo.

Para aislar el problema, apaga la máquina y desconecta todos los conectores de la parte inferior de la tarjeta CPU (J205, J206, J207, J208, J209 y J212). Enciende de nuevo el juego, si el error ha desaparecido, el problema está fuera de la tarjeta CPU. En caso contrario, el error está en la tarjeta CPU y normalmente estará relacionado con los chips de la matriz ULN2803 o LM339.

Sale el error "Upper Flipper Switch Bad" (Interruptor de flipper superior mal) y el pinball no tiene ningún flipper superior

Todos los pinballs WPC con sistema Fliptronics (a partir de la Addams Family), usan tarjetas con interruptores ópticos en los pulsadores de los flippers. Cada una de estas tarjetas tiene DOS interruptores ópticos. Uno para controlar el flipper inferior y el otro para el flipper superior. La misma tarjeta se usa en todos los juegos, tengan o no flippers superiores.

Incluso aunque no haya flipper superior, el programa de chequeo comprueba estos interruptores y puede detectar un fallo en el opto que corresponde al flipper superior e informar de ello en el informe de autodiagnóstico (test report). Si te resulta molesto, siempre puedes intentar solucionar el problema cambiando el opto, pero lo más corriente es que el opto esté simplemente sucio, o que al pulsar el botón del flipper, el actuador de plástico o metal que está en medio de la "U" del opto, no llega a salir fuera del todo. El problema a veces se soluciona simplemente doblando un poco el actuador hasta que al pulsar se libere totalmente el espacio entre el emisor y el receptor del opto.

Interruptores fantasmas: interruptores en corto o mal cableados.

Este es un problema extraño. Jugando una partida, la bola pasa por el pasillo interior derecho y se energiza una banda de rebote, o al pasar la bola por una rampa, ocurre una falta. Es decir, un interruptor cierra y ocurre un suceso que no está relacionado con ese interruptor.

Este es un síntoma típico de un corto entre interruptores de la matriz o de interruptores mal cableados. Estos fallos confunden a la CPU y provocan este funcionamiento errático. Por ejemplo, esto puede suceder por una bola "voladora" que aterrice sobre dos interruptores cortocircuitándolos. Este problema también puede pasar después de una reparación mal rematada cuando se conecta mal un cable o un diodo al interruptor. También un diodo de interruptor averiado puede ocasionar esta avería. En cualquier caso hay que encontrar donde está el problema y desafortunadamente, no siempre resulta obvio. La matriz funciona mal, por lo que los tests que proporciona la máquina serán sólo una ayuda limitada.

Primero hay intentar que localizar el interruptor "fantasma", es decir, el interruptor que desencadena un suceso sin relación. En muchas ocasiones no será un único interruptor sino varios. Comienza una partida con el cristal quitado, activa los interruptores con la mano, y busca el interruptor fantasma. Una vez localizado, busca en el manual del juego el número de fila y columna del mismo. Pongamos por ejemplo que sea el interruptor 53 (columna 5, fila 3) el que provoca el cierre en falso de otro interruptor. Busca entonces los otros tres interruptores que completan el "cuadrado" en esa fila y columna. Estos son el interruptor con el número inverso, en este caso el 35 (columna 3, fila 5), y los interruptores 33 (columna 3,

fila 3), y 55 (columna 5, fila 5). El corto será posiblemente entre alguno de esos cuatro interruptores.

Por ejemplo, supongamos que en un interruptor uno de los cables de las filas está soldado por el lado erróneo del diodo, en un caso así podría pasar lo siguiente: Si se activa el interruptor mal cableado (#1) y al mismo tiempo está activado otro interruptor de la misma columna (#2) cuando además también está activado otro interruptor (#3) de la misma fila, se activará en falso el interruptor que comparte columna con el interruptor #3 y fila con el interruptor #2. Por ejemplo, si el interruptor de la fila 3 y columna 3 (f3c3) está mal cableado, si f3c3, f2c3 y f3c6 estuvieran activos al mismo tiempo, entonces f2c6 también se activaría (en falso).

Esto se ve mejor con un ejemplo real que sucedía en una Terminator 2 (Bill Johnson): cuando se activaba el interruptor 'right ramp entry' (entrada a la rampa derecha), se activaba también el interruptor 'left ramp made' (rampa izquierda conseguida), aunque realmente no había ninguna bola que hubiera pasado por la rampa izquierda.

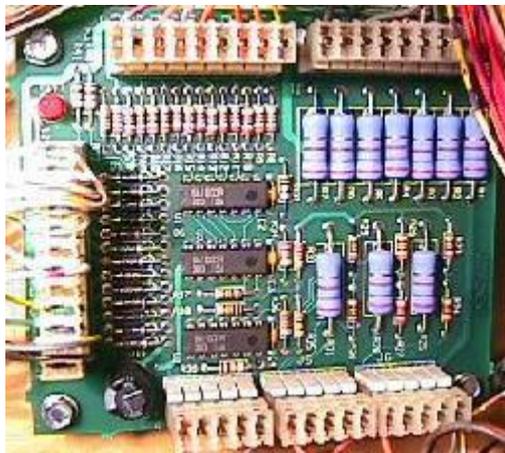
Esto sucedía porque la pistola tenía mal soldado un cable en el interruptor 'gun home' (pistola en reposo). Como la pistola en reposo tiene activados los interruptores 'gun home' y 'gun mark', se daba la situación descrita en el párrafo anterior.

Comprueba el cableado de los interruptores en las piezas nuevas de repuesto.

En algunas ocasiones se suministran piezas nuevas de repuesto con los interruptores mal cableados incluso en repuestos originales de Williams/Bally! Si se montan así empezarán a suceder problemas de interruptores fantasma. Comprueba siempre el cableado de los interruptores en rampas y otras piezas de repuesto que vengan con los interruptores ya montados.

La tarjeta de 10 drivers de optos usada en Indiana Jones y muchos otros juegos WPC.

Los tres integrados son chips LM339. El conector de alimentación de esta tarjeta está a la izquierda, cerca de la fila de diodos. Estas tarjetas se montan debajo del tablero.



Interruptores fantasma e interruptores ópticos.

Si alguno de los interruptores fantasma es un interruptor óptico, podría haber un problema en la tarjeta de optos correspondiente.

Además de interruptores mecánicos convencionales, el WPC de Williams utiliza también interruptores ópticos que van controlados por las tarjetas driver de optos, montadas debajo de la mesa. Estas tarjetas montan chips LM339 y si alguno de estos chips falla, le mandará señales falsas a la CPU. Esto es interpretado como un fallo de columna o fila en la matriz, cuando en realidad es un fallo de la tarjeta driver de optos. Esta avería puede provocar que algunos interruptores (ópticos o no) actúen de forma errática.

Si hay un problema de interruptores fantasma, lo primero que se puede intentar es desconectar la alimentación a la tarjeta de optos. Cuando el conector de alimentación esté desenchufado (normalmente es el conector más cercano a la fila de diodos y se puede sacar con la máquina encendida), el LED de la tarjeta se apagará. Vuelve entonces a probar los interruptores. Si el problema ha cambiado, hay algo mal en la tarjeta. Si el problema sigue igual, vuelve a conectar la alimentación y tendrás que buscar en otro sitio.

Si la tarjeta de optos está mal, cambia todos los chips LM339 (lo más normal es que hayan dos o tres). Estos chips no son fáciles de probar, así que lo más fácil es cambiarlos todos sin más (aprovechando para montar zócalos).

Algunos juegos como The Shadow tienen muchos optos y montan una tarjeta "opto24". Esta tarjeta puede controlar hasta 24 optos y como en el caso de las tarjetas de optos más pequeñas utilizan chips LM339, pero además tienen un chip temporizador tipo 555 que también puede fallar y originar problemas intermitentes en los interruptores ópticos.

Fallo de alimentación en los optos y la matriz de interruptores.

Si está fundido el fusible de los 12 voltios no regulados (fusible F116 en WPC-S y anteriores, o F109 en WPC-95), faltará tensión en el emisor de los interruptores ópticos. Esto se traducirá en que todos los optos marcarán como cerrados al no llegar a los receptores el haz de luz (el receptor del opto funcionará aunque los emisores no tengan tensión). Esto puede provocar todo tipo de problemas extraños cuando se enciende el juego. Por ejemplo, la bobina de un elevador (upkicker) que esté disparando continuamente porque la CPU cree falsamente que hay una bola dentro al ver que el interruptor óptico está cerrado (porque no le llega luz al receptor). Un poco más abajo en "Los interruptores ópticos se han vuelto locos" hay más información.

Diodo de interruptor estropeado.

Cada interruptor de la matriz tiene un diodo 1N4004 soldado. Este diodo puede estar en corto aunque esto no es una avería muy frecuente. **Importante:** Si un diodo de interruptor está en corto, todos los interruptores de una columna o fila concreta se comportarán de una manera extraña. Si por el contrario un diodo de interruptor está abierto, el interruptor afectado no funcionará. Ten esto presente a la hora de diagnosticar problemas en la matriz de interruptores.

Prueba segura de diodos.

Una forma de probar con seguridad un diodo es desconectar una patilla, sacándolo así del circuito. Luego utiliza el polímetro ajustado en la posición "prueba de diodos". Con la punta negra puesta en el lado banda del diodo y la roja en el otro extremo, debes obtener una lectura entre 0,4 y 0,6 voltios. Invertiendo las puntas la lectura debe ser nula. Si pasa este test puedes volver a conectar el diodo, si no lo pasa tendrás que cambiarlo.

Probando un diodo de interruptor en un micro interruptor sin desoldarlo. Observa que el destornillador mantiene activado al interruptor y que el cable verde (tierra) ha sido desconectado.



Probando un diodo de micro-interruptor sin desoldarlo.

Puedes probar el diodo de un micro-interruptor sin desoldar ninguna patilla. Esta técnica presupone que el interruptor está cableado con la configuración estándar: el cable verde (tierra) conectado a la patilla central, el lado banda del diodo a la patilla más separada de la patilla central, y el otro extremo del diodo junto a los otro(s) cable(s) a la patilla más cercana (como se ve en la foto anterior).

- Desconecta el cable verde (tierra) de la patilla central del interruptor. La conexión debería ser tipo faston. Si el cable está soldado a la patilla del interruptor, ignora este test y haz el test anterior "prueba segura de detección de fallos". Ajusta el polímetro para prueba de diodos.
- Conecta la punta negra del polímetro en lado banda del diodo, y la punta roja en el otro extremo.
- Activa el interruptor. La lectura en el polímetro debe estar comprendida entre 0.4 y 0.6.
- Invierte las puntas del polímetro (la punta roja ahora en el lado banda del diodo), y mantén el interruptor activado. La lectura debe ser nula.

Probar el diodo de un interruptor de láminas.

Probar el diodo de un interruptor de láminas es mucho más sencillo. No hay que desconectar ningún cable y el interruptor no tiene que estar activado. Esta técnica presupone que el interruptor está cableado con la configuración estándar: el cable verde (tierra) conectado a la patilla central, el lado banda del diodo conectado solo, y el otro extremo del diodo junto a los otro(s) cable(s) a la otra patilla del interruptor (como se ve en la foto siguiente).

- Deja conectados el diodo y todos los cables del interruptor.
- Asegúrate de que el interruptor no esté activado.
- Ajusta el DMM para prueba de diodos.
- Conecta la punta negra del DMM al lado banda del diodo, y la punta roja al otro extremo. La lectura en el DMM debe estar comprendida entre 0.4 y 0.6.
- Invierte las puntas del DMM (la punta roja ahora en el lado banda del diodo). La lectura debe ser nula.

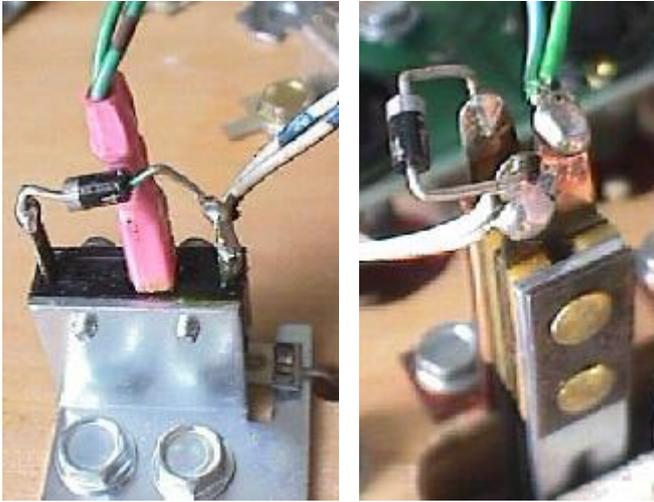
Probando un diodo de interruptor en un interruptor de láminas, sin desconectar el diodo. No es necesario ni activar el interruptor ni desconectar ningún cable.



Montar un diodo de interruptor nuevo.

En caso necesario puedes sustituir el diodo estropeado con un diodo 1N4004 (también valen el 1N4002 o el 1N4001). Es muy importante montarlo con la banda orientada en el mismo sentido que el antiguo (suponiendo que el antiguo estuviera bien!). Si no estás seguro, compara la orientación del diodo con la de otro diodo de un interruptor que funcione. La mayoría (aunque no todos!) de los interruptores tienen el cable verde-XXX (tierra) conectado a la patilla central del interruptor (normalmente abierto). El cable blanco-XXX (fila) conectado a la patilla más cercana a la patilla central (normalmente cerrado). El lado banda del diodo va conectado en solitario a la patilla más separada (común) de la patilla central, y el otro extremo del diodo va a la misma patilla que el cable blanco-xxx. **Este montaje estándar tiene algunas excepciones.** En el manual del juego vendrá especificada cualquier conexión de micro-interruptor no estándar (El interruptor de posición cero de la cabeza en Bride of Pinbot es una de esas excepciones).

*Observa la orientación del lado banda del diodo en estos interruptores. En un micro-interruptor, el cable de tierra (verde) va normalmente en la patilla central. El cable "vivo" (blanco) y el otro extremo del diodo van en la patilla **más cercana** a la patilla central. El lado banda del diodo se conecta en solitario en la tercera patilla del micro-interruptor. Los interruptores de láminas utilizan el mismo método de conexión (tierra al centro, lado banda del diodo en solitario). Cabe destacar que hay algunas excepciones a esta forma de conexión.*

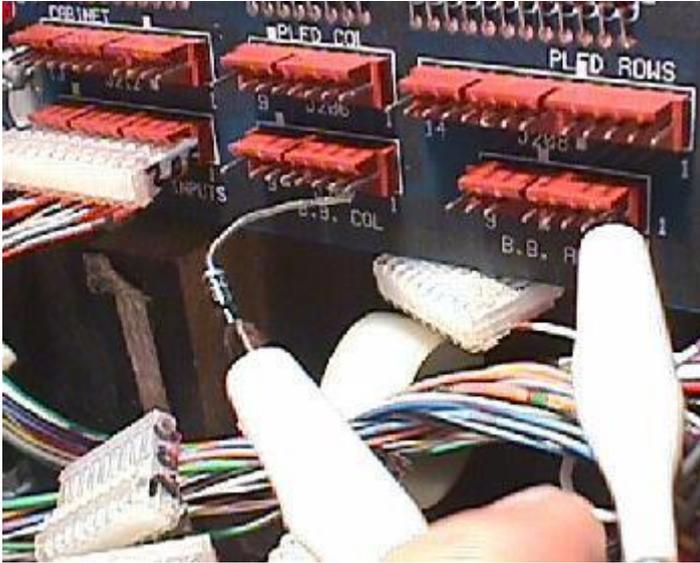


Inversión accidental en las patillas de columna y fila en un micro-interruptor (interruptor mal cableado).

Si se cambia un micro-interruptor, se puede cometer el error de soldar los cables de las columnas y de las filas invertidos. En este caso, el interruptor funcionará pero será confundido con otro. Por ejemplo, pongamos que el interruptor 48 es un micro-interruptor y tiene los cables invertidos, el sistema todavía acusará el cierre de este interruptor, pero con un número equivocado (como quizás el 68). Esto puede ser un problema difícil de localizar, ya que el interruptor acusa el cierre en el test de interruptores y parece trabajar correctamente.

Un interruptor mal cableado puede también dar lugar a otros problemas, como provocar que un único interruptor active varios interruptores a la vez. En un caso así, normalmente se busca el fallo en los diodos de interruptor, en los chips LM339 y ULN2803 de tarjetas CPU o de optos, etc, pero en ocasiones el problema es tan simple como que el cableado de algún interruptor está invertido. Esto pasa sobre todo cuando se cambia un interruptor y accidentalmente se cablea al revés. Acuérdate de esto cuando te enfrentes a algún problema de interruptores.

Probando las **columnas** de la matriz de interruptores con un diodo y una punta de prueba. La punta de prueba se sujeta al pin 1 de J209, y no se mueve durante la prueba. Con la pinza del otro extremo de la punta de prueba se sujeta al diodo por el extremo opuesto a la banda. A continuación, con el **lado banda** del diodo, se va tocando cada pin del conector J207. Poniendo el test "switch levels", se debe ver como se van cerrando los interruptores 1, 21, 31, ..., hasta el 81.



Probando las columnas de la matriz de interruptores (válido para todas las revisiones WPC).

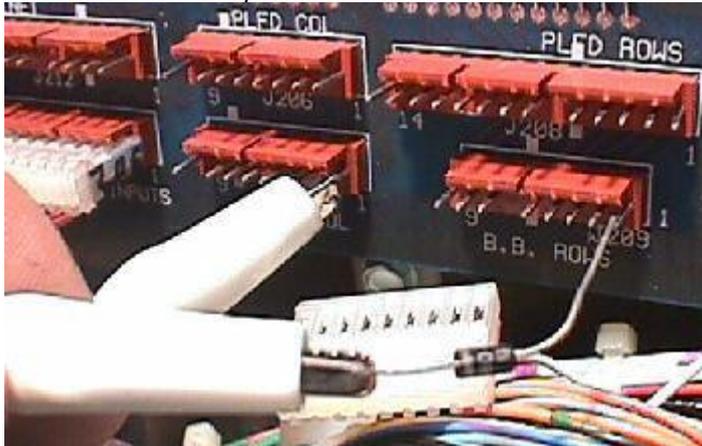
Para probar las columnas, sigue este procedimiento:

1. Para tener acceso la tarjeta CPU, retira el backglass y el display (no hace falta desconectarlo, sólo sacarlo de su alojamiento y colocarlo con cuidado sobre el cristal de la mesa). Enciende la máquina. Una vez que el sistema arranque, presiona el pulsador "Begin Test" en el interior de la puerta del monedero. Muévete por el menú hasta llegar a los tests y selecciona el test T.2 "Switch Levels" (Niveles de interruptores). Desconecta los conectores J212, J206, J207, J208 y J209 (en la parte inferior de la tarjeta CPU). Conecta una de las pinzas de cocodrilo de la punta de prueba al pin 1 de J209. El pin 1 es el pin de más a la derecha según se mira la placa. Con el otro extremo de la punta de prueba, sujeta un diodo 1N4004, por el extremo opuesto a la banda. Toca con el extremo del lado banda del diodo el pin 1 de J207. De nuevo, el pin 1 es el de más a la derecha mirando la placa de frente. (El diodo es opcional aunque recomendable, pero se puede hacer la prueba pinchado directamente en los pines). En el display se deberá ver que el interruptor 11 se cierra. Mueve el diodo a siguiente pin de J207. En el display se deberá ver que el interruptor 21 se cierra.
2. Repite el paso anterior hasta el pin 9 de J207. En el display debe verse como cierran los interruptores 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81 de forma sucesiva a medida que mueves el diodo, pin a pin, por el conector J207.

Nota: en algunos juegos WPC, las columnas 8 y/o 7 no están usadas. En estos casos puede que no salga ninguna indicación en el display al probar los pines de los interruptores 81 y/o 71.

Si al probar una columna particular no se cierra el interruptor correspondiente, o si ya está cerrado antes de tocar el pin con el diodo, sustituye el integrado ULN2803 en U20 de la tarjeta CPU.

Probando las **filas** de la matriz de interruptores con un diodo y una punta de prueba. La punta de prueba se sujeta al pin 1 de J207 y no se mueve durante la prueba. Con la otra pinza se sujeta al diodo por el lado banda. Luego, con el extremo del diodo **opuesto a la banda**, se va tocando cada pin del conector J209. Poniendo el test "switch levels" se debe ver como se cierran los interruptores 11 al 18.



Probando las filas de la matriz de interruptores (válido para todas las revisiones WPC).

Para probar las filas, sigue este procedimiento:

1. Para tener acceso la tarjeta CPU, retira el backglass y el display (no hace falta desconectarlo, sólo sacarlo de su alojamiento y colocarlo con cuidado sobre el cristal de la mesa).
2. Enciende la máquina.
3. Una vez que el sistema arranque, presiona el pulsador "Begin Test" en el interior de la puerta del monedero. Muévete por el menú hasta llegar a los tests y selecciona el test T.2 "Switch Levels" (Niveles de interruptores).
4. Desconecta los conectores J212, J206, J207, J208 y J209 (en la parte inferior de la tarjeta CPU).
5. Conecta una de las pinzas de cocodrilo de la punta de prueba al pin 1 de J207. El pin 1 es el pin de más a la derecha según se mira la placa.
6. Con el otro extremo de la punta de prueba, sujeta un diodo 1N4004, por el lado banda. Toca con el extremo opuesto a la banda del diodo el pin 1 de J209. De nuevo, el pin 1 es el de más a la derecha mirando la placa de frente. (El diodo es opcional aunque recomendable, pero se puede hacer la prueba pinchado directamente en los pines).
7. En el display se deberá ver que el interruptor 11 se cierra.
8. Mueve el diodo a siguiente pin de J209. En el display se deberá ver que el interruptor 12 se cierra.
9. Repite el paso anterior hasta el pin 9 de J209. En el display debe verse como cierran los interruptores 11 al 18 de forma sucesiva a medida que mueves el diodo, pin a pin, por el conector J209.

Si al probar una fila particular no se cierra el interruptor correspondiente, o si ya está cerrado antes de tocar el pin con el diodo, sustituye el integrado LM339 correspondiente. Estos son los integrados que controlan las filas:

- Filas 1,2,3,4 = U18
- Filas 5,6,7,8 = U19

Probando las filas y columnas de la matriz de interruptores con una sonda lógica.

Si dispones de una sonda lógica, es fácil probar la matriz de interruptores:

1. Para tener acceso la tarjeta CPU, retira el backglass y el display (no hace falta desconectarlo, sólo sacarlo de su alojamiento y colocarlo con cuidado sobre el cristal de la mesa).
2. Enciende la máquina.

3. Una vez que el sistema arranque, presiona el pulsador "Begin Test" en el interior de la puerta del monedero. Muévete por el menú hasta llegar a los tests y selecciona el test T.2 "Switch Levels" (Niveles de interruptores).
4. Desconecta los conectores J212, J206, J207, J208 y J209 (en la parte inferior de la tarjeta CPU).
5. Con la sonda lógica conectada a la alimentación y a tierra, sondea desde el pin 1 hasta el nueve de J207 (el pin 1 es el de más a la derecha mirando la placa de frente). Cada pin corresponde a una columna de la matriz. Todos los pines deben dar pulsos en la sonda lógica. Si no aparecen pulsos, el integrado ULN2803 en U20 está mal.
6. Con la sonda lógica conectada a la alimentación y a tierra, sondea desde el pin 1 hasta el nueve de J209 (el pin 1 es el de más a la derecha mirando la placa de frente). Cada pin corresponde a una columna de la matriz. Todos los pines deben estar en un nivel lógico ALTO. Si algún pin no está en nivel alto, su integrado LM339 en la tarjeta CPU está mal (U18 corresponde a las filas 1,2,3,4 y U19 a las filas 5,6,7,8)

Cortocircuito en la matriz de interruptores ¿está localizado en la tarjeta CPU o en la mesa?

Uno de los errores de diagnóstico que aparecen con frecuencia en los juegos WPC es "switch matrix row shorted" (fila de la matriz de interruptores en corto). Esto puede suceder por diversas causas (mira más abajo), pero la gran pregunta es esta: ¿el corto está en la tarjeta CPU (en algún componente como los chips LM339 en U18-U19 o el ULN2803 en U20), o fuera de la tarjeta (debido a un interruptor que está derivado a tierra)? La forma más fácil de determinar esto es desconectar los cuatro conectores de la matriz de interruptores que van a la mesa, conectores J206-J209, situados en la parte inferior derecha de la tarjeta CPU. Si el corto desaparece entonces el fallo está en la mesa. Por el contrario si el corto sigue produciéndose, el problema está en la tarjeta.

Resumen de posibles averías, externas a la tarjeta CPU, en la matriz de interruptores.

Cuando haya un problema en la matriz de interruptores, lo primero es realizar los tests de columnas y filas explicados anteriormente. Si la tarjeta pasa los tests, el problema probablemente esté en el cableado. Cabe destacar que la mayoría de los fallos de interruptores son indicados como fallos de fila (en ocasiones incluso cuando son en realidad un fallo de columnas). A continuación se enumeran ocho formas diferentes en las que la matriz puede fallar. En todas son de gran ayuda los tests internos "switch level" o "switch edge". (n.t) Un detalle a tener en cuenta es que a veces los cortocircuitos se producen cuando la mesa está en su posición normal y desaparece al elevarla para inspeccionar la parte inferior del tablero.

1. Columna cortocircuitada a tierra.

Cuando un cable de una columna se pone a tierra (típicamente por tocar en una parte metálica), y cualquier interruptor de esa columna se cierra, TODOS los interruptores de la misma FILA que el interruptor que ha cerrado aparecerán como cerrados en el test de interruptores. Si no hay ningún interruptor cerrado en la columna que está puesta a tierra, en el test de interruptores todo funcionará normalmente. Para encontrar el corto, ten en cuenta que los interruptores de una misma columna están cableados en "margarita" formando una cadena que sigue el orden numérico (p.e en la columna 1 sería: Conector-interruptor 11-12-13-14-15-16-17-18). Vete a uno de los interruptores centrales de la columna y abre la cadena desoldando el cable de la columna afectada (p.e el 15), si continua el fallo ya sabes que el corto está hacia la CPU, si no estará hacia el interruptor 18. Continúa el proceso hasta que llegues al punto donde se produce el cortocircuito.

2. Fila cortocircuitada a tierra (por el ánodo del diodo).

Cuando el ánodo (lado opuesto a la banda) del diodo de algún interruptor está cortocircuitando a tierra, el test de interruptores mostrará que están activados todos los interruptores de la misma fila del interruptor afectado (con independencia de que estén cerrados realmente o no). Para localizar el corto, ten en cuenta que los interruptores de una misma fila están cableados en "margarita" formando una cadena que sigue el orden numérico (p.e en la fila 1 sería: Conector- interruptor 11-21-31-41-51-61-71-81). Vete a uno de los interruptores centrales de la fila y abre la cadena

desoldando el cable de la fila afectada (p.e el 51), si continua el fallo ya sabes que el corto está hacia la CPU, si no estará hacia el interruptor 81. Continúa el proceso hasta que llegues al punto donde se produce el cortocircuito.

3. **Fila cortocircuitada a tierra (por el cátodo del diodo)**

Este caso es similar al anterior en cuanto a síntomas y también en la forma de localizar el corto.

4. **Columnas cortocircuitadas entre ellas.**

Cuando los cables de dos columnas distintas están cortocircuitados entre si, el test de interruptores no mostrará ningún problema mientras no se cierre ningún interruptor de las columnas afectadas. Pero en el momento que se cierre cualquier interruptor de una de las columnas, en el display se verá como se cierran dos interruptores: el interruptor activado y además el interruptor de la otra columna en corto que ocupe la misma fila. Por ejemplo, si la columna 2 y la columna 4 están cortocircuitadas entre ellas, cerrando el interruptor de la columna 2 fila 3 se verá como se cierra también el interruptor de la columna 4 fila 3.

5. **Filas cortocircuitadas entre ellas.**

Cuando los cables de dos filas distintas están cortocircuitados entre si, el test de interruptores no mostrará ningún problema mientras no se cierre ningún interruptor de las filas afectadas. En el momento que se cierra cualquier interruptor de una de las filas, en el display se verá como se cierran dos interruptores: el interruptor activado y además el interruptor de la otra fila en corto que ocupe la misma columna. Por ejemplo, si la fila 1 y la fila 4 están cortocircuitadas entre ellas, cerrando el interruptor de la fila 1 columna 3 se verá como se cierra también el interruptor de la fila 4 columna 3.

6. **Columna y fila cortocircuitadas entre si.**

Cuando los cables de una columna y de una fila están en corto, el test de interruptores mostrará siempre cerrado el interruptor que está en la intersección de la fila con la columna, incluso aunque en realidad no esté cerrado. Todos los demás interruptores funcionarán correctamente. Por ejemplo, columna 1 y fila 3 en corto, el interruptor 13 estará siempre cerrado. Y aunque en este caso es normal que nuestra primera sospecha recaiga sobre el interruptor ipero en este caso no es la causa del problema!

7. **Diodo abierto en un interruptor.**

Si algún diodo de interruptor está abierto, el interruptor afectado no funcionará.

8. **Diodo en corto en un interruptor.**

Un diodo en corto funcionará sin problemas siempre que sea el único interruptor que esté activado. Por el contrario si hubiera otros interruptores cerrados en esa fila o en otras columnas, se pueden producir falsas lecturas de interruptores.

¡Los interruptores ópticos se han vuelto locos!

Los interruptores ópticos son un poco más complicados que los interruptores estándar. Todos los optos necesitan +12 Vcc para funcionar. Si falla totalmente la alimentación de estos 12 voltios, o se vuelve intermitente, o cae a un voltaje demasiado bajo, la matriz de interruptores se puede comportar como si se hubiera vuelto loca. A veces esto se muestra en el test de interruptores con los interruptores ópticos abriéndose y cerrándose muy rápidamente.

Esto lo puede provocar una soldadura fría o rota en los conectores que van a las tarjetas de optos. Con la máquina en prueba de interruptores, tira suavemente de los cables y mueve los conectores que llegan a las tarjetas de optos (van montadas debajo de la mesa). Comprueba también los conectores en el extremo de la tarjeta driver.

El problema puede estar originado también por soldaduras falsas en la tarjeta driver en el condensador C30 y puente BR5 (WPC-S y anteriores), o condensador C8 y diodos D3, D4, D5, D6 (WPC-95). Esto sucede con mayor frecuencia en juegos WPC-S y anteriores. Soldar puentes entre rectificador y condensador puede ser una buena solución para atajar el problema.

Si un gran número de optos parecen estar afectados, y la alimentación de +12 Vcc parece estar bien, podría tratarse de un problema de la tarjeta CPU. El chip U20 (ULN2803) de esta tarjeta podría estar fallando (este chip va montado en zócalo en juegos WPC-S y posteriores).

Interruptores de los flippers, EOS e interruptores de diagnóstico.

En juegos WPC-95, los interruptores de los flippers están cableados directamente a la tarjeta CPU, en juegos WPC-S y anteriores generaciones Fliptronics, estos interruptores están cableados directamente a la tarjeta Fliptronics.

Los interruptores de diagnóstico (en el interior de la puerta del monedero) están cableados directamente a la tarjeta CPU en todas las revisiones WPC. Los interruptores de diagnóstico, así como los interruptores de los monederos, **no van** nunca a través de la matriz de interruptores y por ello reciben el nombre de interruptores directos o dedicados. Entran en la CPU a través de dos operacionales LM339: U16 y U17.

En juegos WPC-95 todos los interruptores de los flippers (pulsadores y EOS) forman un grupo de ocho interruptores directos a la tarjeta CPU (lo que da la posibilidad de un máximo de cuatro flippers) y entran a través de dos chips LM339, el U25 y U26.

En WPC-95, los interruptores EOS van al conector J208 en la tarjeta CPU, y los interruptores ópticos de los pulsadores de los flippers van al conector J212 también de la tarjeta CPU. En juegos anteriores, los EOS van al conector J906 y los optos de los pulsadores al conector J905 ambos de la tarjeta Fliptronics II. Los interruptores de diagnóstico y los interruptores de los monederos en todos los juegos WPC van al conector J205 de la tarjeta CPU.

En juegos anteriores al sistema Fliptronics, Los interruptores EOS y los pulsadores de los flippers NO van a ninguna tarjeta electrónica sino directamente a los mismos flippers. Estos interruptores simplemente cierran a tierra el circuito de las bobinas de los flippers.

Mantenimiento de interruptores.

Estos son algunos consejos para el mantenimiento de los interruptores en una máquina WPC:

- Micro-interruptores: no necesitan mantenimiento. Un micro-interruptor se debe ajustar deslizando el conjunto del micro en su soporte. ¡No dobles la varilla actuadora! Afloja los dos tornillos que sujetan el micro a su soporte, desplaza el conjunto hasta conseguir que la varilla sobresalga la altura precisa. Cuando consigas el ajuste deseado aprieta los tornillos, pero no demasiado fuerte para no agarrotar el mecanismo interno del micro. Recuerda que intentar ajustar doblando la varilla debe ser sólo un último recurso cuando sea imposible ajustarlo de otra manera.
- Interruptores de láminas: limpia los puntos de contacto con una tarjeta de cartón insertada entre las láminas de contacto. Aprieta ligeramente las láminas mientras mueves la tarjeta. ¡Nunca uses una lima para limpiar estos contactos, los puntos de contacto tienen un baño en oro que se perdería! Reajusta la separación entre contactos para un funcionamiento óptimo.
- Interruptores ópticos: para limpiar las lentes del transmisor y del receptor, usa un bastoncillo de algodón humedecido en agua, o en agua con un poco de limpia-cristales diluido.

Notas sobre micro-interruptores.

Por desgracia, los micro-interruptores sufren desgaste y tienen por tanto una vida limitada. El síntoma más visible es el desgaste en la punta de plástico sobre la que actúa el brazo metálico del micro-interruptor, pero aún más frecuente es el desgaste de las piezas internas. Los micro-interruptores están diseñados para durar 100.000 maniobras. Después, las partes mecánicas empiezan a dar problemas que se traducen en fallos intermitentes y agarrotamiento, hasta el punto de llegar a inutilizarlos totalmente. Es ese punto la única solución es cambiar el micro-interruptor.

Teniendo esto en cuenta, casi todos los micro-interruptores de un pinball WPC que haya tenido una vida comercial estándar, estarán cerca del final de su vida útil! La mayoría de los pinballs WPC habrán jugado al menos 10.000 partidas y en algunos casos muchas más. Pensando en algo tan simple como el interruptor del carril de lanzamiento de la bola, habrá tenido un mínimo de 3 maniobras por partida (3 bolas), y seguramente algunas más debido a las bolas extras y multibolas. Eso quiere decir que con 25.000 partidas, este micro habrá tenido un mínimo de 75.000 maniobras (y seguramente muchas más). Por eso, casi todos los micros de un pinball estarán cerca del final de su vida útil (teniendo en cuenta que los micros de las rampas y de los pasillos tendrán una media mayor de maniobras por partida). No es una visión

muy optimista pero ante un micro que de problemas repetidos, y una vez descartado que sea un problema de ajuste, a veces es mejor cambiarlo el micro interruptor sin más.

También son muy típicos los problemas relacionados con el activador metálico que puede estar doblado en exceso, o haber desgaste en los pequeños pines sobre los que pivota el actuador, impidiendo que el micro trabaje correctamente.

Otra cosa importante a recordar cuando trabajamos con micro-interruptores es que un calor excesivo, cuando se sueldan los cables o el diodo, puede dañarlos internamente, hay que recordar que estos micros son casi enteramente de plástico. Estos daños se suelen manifestar luego en forma de fallos intermitentes o agarrotamiento en los micros. Por tanto hay que soldar con cuidado en estos micros.

Conectores de interruptores en el sistema WPC.

Los conectores que se enchufan por la parte inferior de la tarjeta CPU corresponden a la matriz de interruptores. Originalmente son del tipo .100" IDC (Insulation Displacement Connector/ Conectores de desplazamiento del aislante). Si se tira de los cables para desenchufarlos (en vez de tirar del propio conector) pueden salirse. En ese caso puede ser una buena idea cambiar el conector por un conector Molex de crimpar.

Algunas referencias son:

.100" terminal pin: Molex part# 08-50-0114.

Digikey part# WM2200-N.

Mouser tiene estos:

- .100" clavija de polarización, part# 15-04-9210.
- .100" pines sin bloqueo (12 pines), part# 22-03-2**121**.
- .100" carcasa blanca (12 pines), part# 22-01-3**127**: Mouser.

* El texto en negrita denota el número de pines, en este caso 12.

Fin de la segunda parte de las guías WPC.

Guías WPC, Tercera Parte

3h. Cuando las cosas no funcionan: Interruptores ópticos de infrarrojos (optos)

Desde 1982, Williams comenzó a emplear en sus pinballs diodos emisores de luz (LED's) de infrarrojos para sustituir a los interruptores mecánicos tradicionales en algunos puntos críticos. Es una tecnología similar a la usada en los mandos a distancia de los televisores, videos, etc. Los interruptores ópticos (optos) tienen dos grandes ventajas frente a los interruptores mecánicos convencionales: no tienen partes móviles, y pueden colocarse en espacios más estrechos. También presentan algunas desventajas; se componen de dos piezas (en vez de una única pieza como un micro interruptor): un transmisor (un LED que emite la luz infrarroja), y un receptor (un fototransistor sensible a la luz infrarroja). Otra desventaja es que cuando se ensucian (con el infame polvillo negro de pinball), dejan de funcionar, quedando siempre activados. Por último los LEDs pueden también quemarse como las bombillas.

Diversos tipos de interruptores ópticos (optos) usados en los pinballs de Williams. Los optos en forma de "U" se usan en los flippers Fliptronics, el reloj de la Twilight Zone, etc. Integran el emisor y el receptor en un mismo soporte.

Los optos de pie van en dos piezas independientes: el de la tarjeta verde es el emisor y el de la tarjeta azul el receptor. El LED emisor es más alargado y sobresale más del soporte.

El LED suelto que se ve en la foto es un repuesto de LED emisor para optos de pie y vale también para las tarjetas de optos que se montan en la canaleta del drenaje, etc. Las especificaciones de este repuesto se pueden ver en la foto.

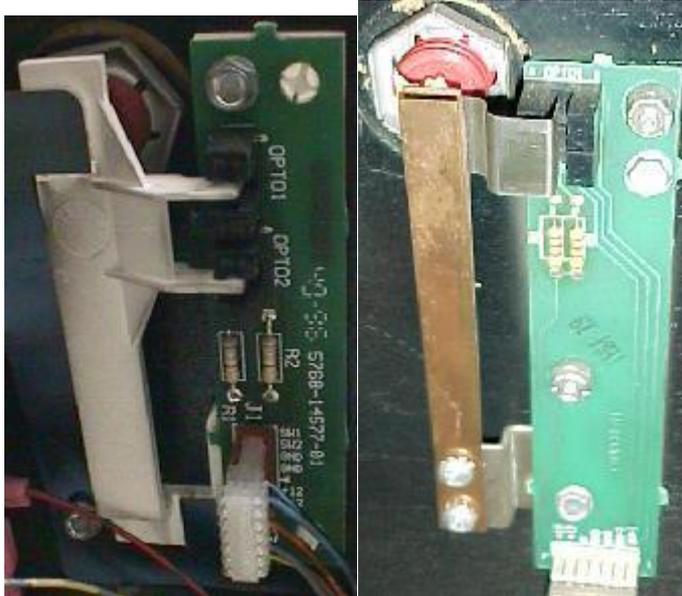


Izquierda: Tipo 2 de tarjeta de opto de flipper. Fíjate en la orientación de los optos y en el actuador plástico que entra horizontalmente en la "U". Este estilo de tarjeta se usó en pinballs WPC desde Indiana Jones a Cactus Canyon (con una pequeña revisión con el WPC95, que monta optos en "U" de 5 pines tipo trigger Schmitt).

Los actuadores de plástico pueden ocasionar problemas, ya que tienden a combarse y a perder firmeza.

Derecha: Tipo 1 de tarjeta de opto de flipper. Cambia la orientación de los optos y el actuador que es metálico y entra verticalmente en la "U". Este tipo se usó en pinballs WPC desde Addams Family hasta Twilight Zone.

Nota: ¡Cuando compres una tarjeta de repuesto, asegúrate de que es del tipo adecuado! En muchos casos se monta el tipo 2, que es más reciente. Todas las versiones de tarjeta de optos de flippers del sistema WPC son compatibles a nivel de conector.



Donde se usan los optos.

Williams usaba los optos en muchas aplicaciones, por ejemplo en los botones de los flippers WPC Fliptronics.

Las primeras tarjetas de optos de flippers se empezaron a montar en mitad de la producción de la Addams Family, (la mayoría de las Addams lo montan, pero los primeros modelos no). Las rampas es otro sitio donde se suelen encontrar optos. La mayoría de las dianas abatibles en pinballs anteriores a 1990 llevan interruptores ópticos (se dejaron de usar en ese tipo de dianas porque la vibración tendía a provocar la rotura de los pines del opto). Todos los pinballs WPC-DCS (1993) y posteriores usan optos en la canaleta del drenaje. Otro lugar donde se suelen montar optos es en los "juguetes" como el reloj de la Twilight Zone o el baúl del Teatro de la Magia.

Las dos partes que forman un interruptor óptico.

Todos los optos están compuestos de dos partes; un emisor y un receptor. El emisor es un LED de infrarrojos (LED significa diodo emisor de luz). El receptor es un fototransistor sensible a la luz infrarroja. Una vez que se enciende el pinball, los emisores están emitiendo continuamente la luz infrarroja hacia el receptor, cuando el rayo de luz es interrumpido por el paso de la bola (o de algún mecanismo), esto es interpretado como interruptor "activado" o "abierto" (los optos trabajan al revés que el resto de interruptores, aquí abierto es activado). Debido a que el emisor está siempre emitiendo luz (y de esta forma calor) es la parte que falla el 98 % de las veces que un opto se estropea, el receptor raramente falla.

En optos de pie, normalmente el LED emisor se monta con un pie BLANCO de plástico en una pequeña tarjeta VERDE. El receptor se suele montar con un pie NEGRO en una pequeña tarjeta AZUL.

Limpiando los interruptores ópticos.

La avería más frecuente asociada a los optos es que se ensucian y empiezan a funcionar mal. Para limpiar un opto utiliza un bastoncito de algodón empapado con limpia-cristales diluido, después sécalo con un bastoncito limpio y seco. No utilices sprays limpiadores ni sprays de aire comprimido ya que pueden dañar el opto.

Probando los interruptores ópticos.

Probar interruptores ópticos es hasta cierto punto igual que probar interruptores mecánicos, lo más fácil es utilizar el software de prueba del WPC. Presiona el botón "Begin Test" de la botonera situada en la parte interior de la puerta del monedero, y vete al menú de Test. Selecciona el test "switch edge" (flanco de interruptor).

Prueba el opto interponiendo algo entre emisor y receptor, un beep te avisa si el opto funciona bien. En el display se debe visualizar el nombre del interruptor que estás probando. También en el display, tienes un esquema que representa la matriz de interruptores, los optos no activados se representan como "bloques" sólidos y los optos activados se representan con puntos, es decir, que los optos funcionan al revés que el resto de interruptores; cuando un opto se activa (por ejemplo por el paso de la bola) se "abre" y cuando está "en reposo" está cerrado, esto es así porque el estado normal de un opto es "cerrado" (el rayo de luz está llegando al receptor) y cuando se corta el rayo de luz el interruptor óptico se "abre".

Si un opto falla lo primero a mirar es la tensión de +12 voltios. Si se funde el fusible de +12V, los optos se quedarán sin alimentación y no funcionarán.

Si falla la tensión comprueba los fusibles F115 y F116 (F101 y F109 en WPC-95) situados en la tarjeta driver-alimentación.

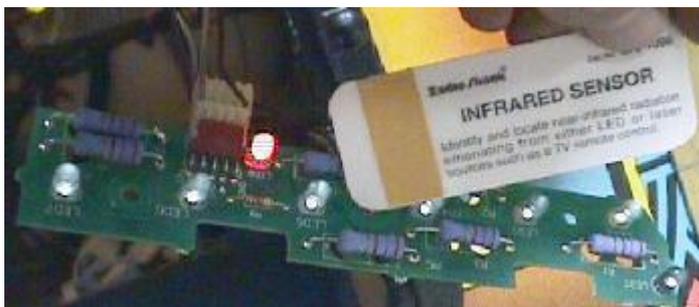
Si la tensión de +12 cae por debajo de los 11 voltios los interruptores ópticos pueden fallar de forma intermitente! Cuando esto sucede, normalmente se debe a un fallo en el puente rectificador BR5 (diodos D3-D6 en WPC-95); mira en la sección de [Reseteos Intempestivos](#) de este documento para más información.

Si los +12 voltios están bien y los demás optos del pinball funcionan correctamente, probablemente el fallo esté en el emisor del opto que falla. Si tienes un lápiz de luz es fácil probar el receptor: entra en el menú de tests y pon el test de flanco de interruptores, luego bloquea el emisor con un trozo de cinta aislante negra (sin pegarla a la lente para no ensuciarla). Ahora apunta al receptor con el lápiz de luz y el interruptor debe "cerrar", cuando apartes la luz el interruptor debe "abrir".

El receptor de un opto casi nunca falla, esto es debido a que sólo es un sensor sensible a la luz infrarroja que no emite luz y por tanto no puede "quemarse".

Hay un método sencillo para probar el emisor de un interruptor óptico: En tiendas especializadas de electrónica venden "sensores de infrarrojos" que son de la forma de una tarjeta de crédito y son ideales para probar el emisor. Si pones el sensor en frente del emisor de un opto, puedes ver si dicho emisor está emitiendo luz; la luz se verá en la banda coloreada del sensor. También las cámaras digitales equipadas con pantalla LCD sirven para ver la luz infrarroja.

Probando los emisores de una tarjeta optos de la canaleta del drenaje. El LED emisor puede verse encendido en la foto, pero no a simple vista. Esa es la razón por la que una cámara digital o un sensor de infrarrojos resultan tan útiles. Como se ve en la foto, los LED de infrarrojos rojo y azules están encendidos, pero a simple vista se verían apagados.



Optos en últimos pinballs WPC.

Los pinballs WPC utilizan optos con fotocélulas de resistencia lineal, pero los últimos pinballs WPC montan fotocélulas de puerta a transistor. Este transistor interno puede averiarse aunque la fotocélula esté bien, en este caso el emisor del opto superará el test con el sensor de infrarrojos y el opto sin embargo funcionará mal y es necesario remplazarlo.

El emisor y el receptor están bien ¿que más puede fallar?

Si el emisor y receptor del opto parecen estar bien, hay que comprobar la tarjeta de optos asociada. Todos los interruptores ópticos funcionan a través de una tarjeta de optos que lleva circuitos integrados LM339 funcionando como comparadores de voltaje. Si todo lo demás está bien, cambia TODOS los chips LM339 de la tarjeta de optos ¡aprovecha para poner zócalos! hay normalmente de 2 o 4 de estos chips en las tarjetas de optos.

Optos en los flipper Fliptronics.

Las tarjetas de optos en los botones de los flippers se implementaron a mediados de la producción de la Addams Family. Si un flipper Fliptronics no funciona y no es problema de la bobina, del transistor o del cableado, el fallo puede estar en esta tarjeta de optos. Cada botón de flipper tiene una de estas tarjetas que tienen dos optos en "U" que detectan cuando se pulsa el botón. Siempre tienen dos optos, es decir que vienen preparadas para manejar dos flippers cada una, incluso si el pinball no tiene cuatro flippers.

Usa el sensor de infrarrojos (o la cámara digital) para determinar si el emisor del opto está funcionando. Si sospechas que el opto está funcionando mal, intercambia las tarjetas de optos izquierda u derecha para ver si el problema se traslada al flipper opuesto. Nota: **¡ambas** tarjetas deben estar conectadas para que este test funcione! La alimentación a las tarjetas se puentea a través de la tarjeta del flipper izquierdo ¡si no se conecta la tarjeta izquierda la derecha no funcionará!

Si uno de los optos en alguna tarjeta está mal y esa tarjeta sólo gobierna un flipper, se puede intercambiar los dos optos de la tarjeta, ya que uno de los optos está inutilizado. Marca el opto defectuoso y su posición en la tarjeta. Como regla general el opto "superior" de la tarjeta del flipper (el que queda más lejos de las dos resistencias) es el opto del flipper inferior. Con el desoldador saca los dos optos y suelda el opto que está bien en la posición que ocupaba el opto defectuoso.

La única pega de hacer este intercambio, es la posibilidad de que el software de diagnóstico detecte un error de interruptor relacionado con el opto defectuoso; muchos pinballs de Williams chequean este interruptor, y lo marcarán como defectuoso en el informe de autodiagnóstico (test report) ¡aunque el segundo opto no se use!

Flippers débiles y LM339's defectuosos en la tarjeta Fliptronics.

Como es típico en los interruptores ópticos, los optos de los flippers llevan asociados chips LM339. En pinballs WPC fliptronics hasta la generación WPC-S, los chips U4 y U6 (LM339) están en la tarjeta Fliptronics II. En WPC-95, estos chips LM339 están en la tarjeta CPU en las localizaciones U25 y U26.

En caso de fallo de estos chips, no funcionarán los optos asociados. Si tienes problemas con algún opto, intercambia las dos tarjetas de optos de flipper para aislar el problema, si el problema persiste sin cambios hay que sospechar de los chips LM339. Estos chips pueden presentar también problemas de "fugas", esto hará que los flippers se vuelvan muy débiles.

Si hay una lectura intermitente de los optos de los flippers, se puede producir una rápida oscilación en la bobina de potencia que se energizará y desenergizará muchas veces en un muy corto espacio de tiempo y la bobina de mantenimiento no entrará nunca. Este problema originará un rápido calentamiento de la bobina del flipper.

Longitud de onda.

Los optos tienen básicamente dos longitudes de onda diferentes: 880 nM y 940 nM. El estándar antiguo son los optos de 880 nM, pero en los últimos años la industria se ha pasado a los optos de 940 nM. Williams usa 880 nM en casi todos sus pinballs, pero ahora los optos de 880 nM son difíciles de encontrar. El nuevo estándar de 940 nM minimiza los falsos disparos debidos a la luz solar y a las lámparas de incandescencia, y pueden operar con distancias mayores entre emisor y receptor. Además los optos 940 nM trabajan mejor en ambientes

severos (alta humedad y polución). Lo único malo del nuevo estándar es que los nuevos emisores de 940 nM trabajan mal con los antiguos receptores de 880 nM.

Recambios para emisores (LEDs de infrarrojos).

Los emisores LED de infrarrojos tienen la referencia industrial QED123 (Fairchild, MOT y QT brands). Son LEDs de 5mm, el color puede variar desde rosado hasta amarillo o azul. Tienen un lado plano, que denota la patilla que corresponde al cátodo "K", que es la patilla más corta. El lado plano del LED está normalmente marcado también en el circuito impreso. La patilla del otro lado debe ser más larga, y corresponde con el ánodo "A". En los pinballs WPC, normalmente el cable negro de la matriz de interruptores va al cátodo del LED y el cable gris al ánodo.

(n.t. Si utilizas un LED de infrarrojos equivalente pero con otra referencia, hay que tener cuidado porque la distribución de las patillas puede cambiar. Lo mejor es consultar la hoja de características del componente en concreto).

Recambios para receptores (Foto-transistores).

Los foto-transistores tienen la referencia industrial QSD124 (Fairchild, MOT y QT brands). Son LEDs de 5mm habitualmente de color negro. También tienen un lado plano, que denota la patilla del emisor "E" del transistor, que es la patilla más corta. La otra patilla debe ser más larga y es el colector. Normalmente en los pinballs WPC, el cable naranja de la matriz de interruptores va al emisor "E" (lado plano) y el cable gris va al colector "C".

(n.t. Si utilizas un foto-transistor equivalente pero con otra referencia, hay que tener cuidado porque la distribución de las patillas puede cambiar. Lo mejor es consultar la hoja de características del componente en concreto).

WPC-95's Optos en "U" de cinco patillas.

A partir del WPC-95, Williams comenzó a montar optos en "U" tipo Trigger Schmitt (cinco patillas en total, tres para el receptor y dos para el emisor). Los optos Trigger Schmitt no oscilan (activarse y desactivarse rápidamente) cuando las lentes se ensucian o envejecen (o funcionan o no funcionan, pero no oscilan).

El problema con los antiguos optos de 4 patillas cuando se ensucian o fallan es el riesgo de oscilación. La oscilación puede provocar que las bobinas de los flippers estén trabajando continuamente durante la partida (como si el jugador estuviera apretando y soltando el pulsador continuamente y de una forma extraordinariamente rápida). Como consecuencia las bobinas se calientan demasiado y pueden hacer que el flipper vaya muy débil (porque cuando el jugador presiona el pulsador del flipper, la oscilación sigue actuando y las bobinas no se energizan adecuadamente).

Los antiguos optos en "U" de 4 patillas pueden además causar otros problemas en pinballs que usan los flippers para controlar algún juguete de la mesa. Por ejemplo en la Indiana Jones, un opto del flipper sucio o fallón puede provocar que el mini-playfield "Path of Adventure" (POA) tienda a ir a tirones cuando el jugador trata de moverlo con los pulsadores del flipper. Además es una avería que crea confusión porque en el modo test, el POA actúa normalmente (debido a que los pulsadores de los flippers no participan en este test). Si el POA va a tirones tanto en el juego normal como en el modo test, también podrían estar mal los dos optos de 4 patillas que monta el POA.

Por ese problema de oscilación, con el WPC-95 Williams se pasó al opto trigger Schmitt de cinco patillas en "U".

Esto solucionó el problema de la oscilación provocada por optos sucios o averiados, haciendo más sencilla la localización de averías relacionadas con los optos de los pulsadores de los flippers. Los nuevos optos de cinco patillas funcionan o no funcionan, pero no tienen el problema de la oscilación.

Repuestos de optos en "U" de cinco patillas.

Desafortunadamente los optos en "U" de cinco patillas son mucho más difíciles de encontrar que sus primos de cuatro patillas. La referencia de Williams para estos optos es 5490-14575-00 (o QTE734), y son llamados "IC Opto Integ Schmitt 10mA". El único suministrador que conozco para este tipo exacto de optos

es http://www.infineon.com/cgi/ecrm.dll/ecrm/scripts/prod_ov.jsp?oid=15122&cat_oid=-8408, referencia SFH9340 ("active low"). La alineación de la quinta patilla no es exactamente

la misma, pero de todos modos debería valer. Repuestos de optos de cinco patillas se pueden conseguir en <http://www.pbliz.com/id43.htm>.

Repuestos de optos en "U" de cuatro patillas.

Los optos en "U" son algo caros (comparados con los micro-interruptores). Por ejemplo, sustituir los ocho optos en "U" del reloj de la Twilight Zone puede valer una pasta.

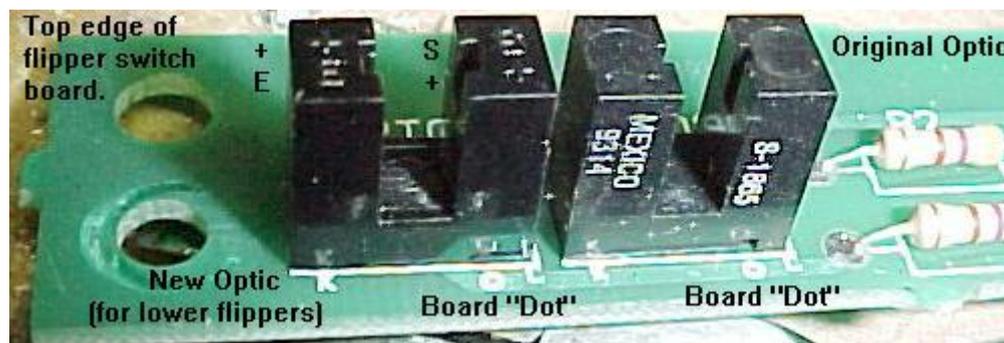
La referencia industrial para los optos de cuatro patillas en "U" es QVE11233, con una sensibilidad estándar de .0110. Por desgracia Williams requiere una sensibilidad mayor para sus aplicaciones. Esto se traduce en que los optos baratos que tienen las tiendas de electrónica podrían no funcionar adecuadamente, ya que su sensibilidad no es lo bastante alta. Si vas a comprar alguno de estos optos en "U", ten esto en cuenta. La referencia que debes buscar es la QVE11233.0086, donde .0086 es el nivel de sensibilidad mejorado respecto al estándar. Este es el opto exacto que se usa en el reloj de la Twilight Zone, una de las aplicaciones más críticas dentro de los optos de Williams. Esto significa que un QVE11233.0086 debería funcionar perfectamente en cualquier otro lugar!

Como nota adicional, los optos originales de Williams estaban fabricados por Motorola, pero sobre 1996, la división de optos se segregó en una nueva compañía llamada QT Optoelectronics. Posteriormente en 2001, Fairchild compró QT. ¿En que se traduce todo esto? Bueno, la consecuencia es que los los optos en "U" "originales" de Motorola ya no se consiguen, pero hay todavía un buen stock de optos en "U" de QT (que son idénticos a los originales de Motorola, diferenciándose sólo en el nombre). Lo malo es que Fairchild ha dejado de fabricar la antigua línea de optos, y no va a hacer más duplicados exactos de los optos en "U" originales de Motorola/QT. Fabrican optos similares, pero la disposición de las patillas y las especificaciones son ligeramente diferentes (iaunque pueden funcionar!)

Optos en "U" genéricos de la marca QT, con la sensibilidad de .0086 están disponibles en Mouser (<http://www.mouser.com/>, referencia 512-QVE11233, \$0.90) y en Digikey (<http://www.digikey.com/>, referencia QVE11233QT-ND, \$0.90). Por desgracia, estos no funcionan en la mayoría de las aplicaciones de pinballs de Williams.

Un repuesto de opto en "U" que funciona en el 100% de los casos y en el que coincide el punto del opto con el punto de la tarjeta, está disponible en [mailto:dragster_73@hotmail.com?subject=U optos from WPC fixit doc](mailto:dragster_73@hotmail.com?subject=U+optos+from+WPC+fixit+doc), Prestige Industries (800-456-7277 <http://www.pinball4u.com/>) o Competitive Products (800-562-7283 <http://www.competitiveproducts.com/>). Por cerca de \$5 cada uno (marca QT, patillas largas, válido para el reloj de la Twilight Zone), Este es un repuesto muy bueno para casi todas las aplicaciones de pinballs de Williams.

Una tarjeta de optos de flippers de Williams. El opto "superior" (flipper inferior) ha sido sustituido. Fíjate en los "puntos" marcados en la tarjeta. Muchas veces los optos de repuesto vienen marcados con un punto o una muesca que se debe alinear con el punto de la tarjeta, si el nuevo opto no tuviera esta marca, hay que alinear la patilla "S" y "+" del opto con el punto de la tarjeta.



Instalando optos en "U".

Hay dos posiciones distintas en las que podemos montar un opto en "U". Montarlos al revés (con las patillas cambiadas) normalmente no estropeará el opto, pero desde luego !no funcionará! La mayoría de los optos vienen marcados con un punto o una muesca en un lateral. Este punto o muesca debe alinearse con el punto serigrafiado en la tarjeta (hay algunas excepciones a esta norma, como el opto #276-142 de Radio Shack "U", donde el punto del opto se debe montar en oposición al punto de la tarjeta, pero este caso es poco frecuente).

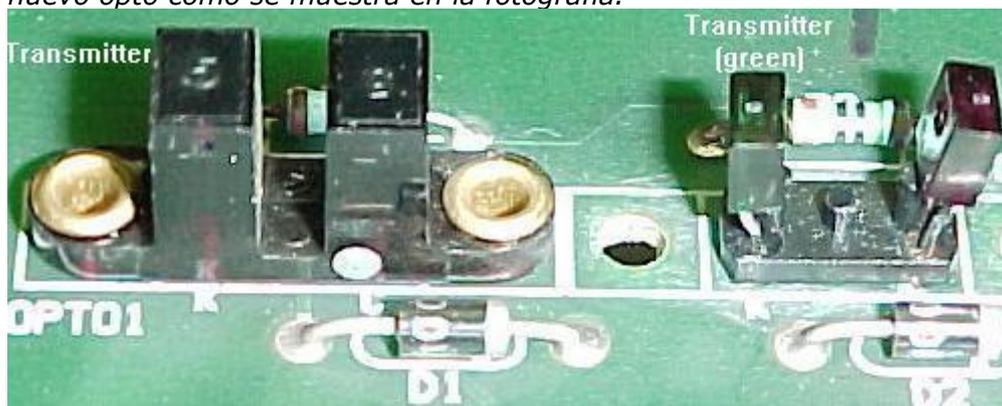
Si el opto nuevo no tiene ni punto ni muesca, debería tener marcas como "S", "E" y "+" en las patillas del opto. En este caso hay que alinear la patilla "S/+" con el punto de la tarjeta.

Después de instalar el opto nuevo, al encender la máquina se puede verificar que se ha montado bien con una tarjeta de infrarrojos o con la cámara digital, el nuevo opto debe tener el emisor en la misma posición relativa que el opto adyacente.

El opto en "U" de la izquierda es original de Williams (en este caso de una No Good Gofers). Este estilo de carcasa de opto en "U" es a veces difícil de encontrar.

Pero la carcasa se puede sacar y reutilizar, colocando dentro nuevos optos "suelos".

Los optos de la derecha se han sacado de otro opto en "U" con diferente carcasa y se han montado individualmente. La carcasa original se puede montar a continuación en su sitio, o bien, se puede descartar y dejar el nuevo opto como se muestra en la fotografía.



Alternativa para recambio de optos en "U" : Reutilizando la carcasa.

La carcasa negra de los optos en "U" puede ser reutilizada, montando en su interior nuevos optos "suelos". Los optos pueden sacarse de un opto en "U" nuevo con un estilo de carcasa diferente, o bien puedes comprarse por separado. La carcasa del opto se saca fácilmente desde abajo usando un pequeño destornillador. Los optos quedan entonces accesibles para ser sustituidos individualmente. Al hacer esto, se debe tener identificar cual es el emisor antes de sacar los optos originales, para insertar el emisor y receptor nuevos en las mismas posiciones, y la carcasa ser montada con el punto en la posición correcta. En algunos casos ni siquiera es necesario montar la carcasa (si no hay riesgo de que alguna bola pueda golpearlo, y no le llega la luz ambiente). Gregg Woodcock vende optos suelos en users.sisna.com/woodcock/wmsoptos.htm. El emisor (los de Gregg son rojos) va en los taladros marcados con "A" y "K". El receptor (los de Gregg son claros) va en los taladros marcados con "C" y "E".

3i. Cuando las cosas no funcionan: Detectores de bola inductivos y magnéticos (Sensores Eddy e interruptores Reed)

En 1993 Williams empezó a usar "sensores eddy" para detectar el paso de la bola por alguna parte del tablero. Un sensor eddy es un interruptor electrónico; NO tiene partes móviles. Puede detectar cuando una bola de acero pasa cerca de él, y conmuta entonces como un interruptor mecánico tradicional. Star Trek Next Generation y Theatre of Magic utilizan este tipo de sensores, que se suelen reservar para lugares donde no es viable el uso de un interruptor mecánico por motivos técnicos o estéticos.

Una tarjeta de control de un sensor eddy como las usadas en Theatre of Magic. Van montadas por debajo del tablero. Fíjate en el potenciómetro de ajuste y en el LED testigo de activación. El conector de la izquierda va hasta el sensor.



A menudo los sensores eddy se desajustan y pierden sensibilidad, como consecuencia pueden fallar y no activarse cuando la bola pasa por encima de ellos en el tablero. Ajustar un sensor eddy es bastante sencillo, basta con hacer lo siguiente:

- En la tarjeta de control del sensor eddy, situada debajo del tablero, gira el potenciómetro en sentido contrario a la agujas del reloj hasta que el LED se encienda.
- A continuación gira el potenciómetro en el sentido de las agujas del reloj justo hasta que el LED se apague.

Para probar el sensor, vete al test de flanco de interruptores (switch edges), luego mueve una bola por la zona de la mesa por encima del sensor y el interruptor debe activarse.

Izquierda: un sensor eddy con conector. Este es un sensor pequeño usado en los pasillos de algunos pinballs.

Derecha: otro tipo de sensor eddy. Este sensor se usa en la Theatre of Magic y cubre una zona más ancha.



Segunda generación de sensores Eddy.

Algunos juegos construidos entre 1996 y 1997 (como Circus Voltaire) utilizan una segunda generación de sensores Eddy. En vez de tener un potenciómetro de ajuste de sensibilidad, son sensores con capacidad de auto-ajuste. Esta capacidad aumenta la fiabilidad del sensor, pero por contra necesitan más componentes electrónicos lo que aumenta el riesgo potencial de averías.

***Sensores Eddy en la Twilight Zone.**

El sensor eddy que origina los mayores problemas en la Twilight Zone es el sensor en el canal del drenaje (switch# 26). Fíjate en que estos sensores se usaban ya en la Twilight Zone. Los sensores en la TZ son diferentes a los usados posteriormente en otros pinballs, y NO tienen potenciómetro de ajuste y tampoco tienen capacidad de auto-ajuste (incluso Williams hacia

mención a ellos con otro nombre, como tarjeta "Trough Proximity"). El sensor del canal de drenaje está formado por dos tarjetas: la tarjeta del sensor y la tarjeta driver (la tarjeta driver es la que tiene los dos conectores molex). La única manera que hay de ajustar este sensor eddy es moviendo la tarjeta del sensor aproximándola a alejándola de la bola. Esto puede resolver a veces algún problema.

Otro problema frecuente en la TZ son falsos contactos en los conectores molex que unen la tarjeta del sensor con la tarjeta driver. Muchas veces basta desconectarlos y volverlos a conectar para resolver el problema. Si no, puede ser necesario repasar la soldadura de los pines machos del conector en la tarjeta driver, ya que puede estar rota alguna de las uniones soldadas. También puede estar frito el integrado TDA0161 (Williams part number 5370-13452-00) de esta tarjeta. Puedes cambiar el chip o incluso la tarjeta entera que no sale excesivamente cara.

Modificando el sensor Eddy de la Twilight Zone.

Ray Johnson (http://www.aros.net/~rayj/action/tech/tz_prox.htm) nos aporta una modificación guay que añade un pequeño potenciómetro de ajuste a la tarjeta del sensor. De esta manera se puede ajustar la sensibilidad del sensor. Estos son los pasos:

1. Consigue un pequeño potenciómetro de montaje en circuito impreso. Elige el de menor resistencia que puedas encontrar (sobre 100 ohmios sería lo ideal, pero los más pequeños suelen ser de 1k ohmios). Este tipo de potenciómetro suele ser muy sensible, por eso es mejor uno de baja resistencia que permita un ajuste más preciso. Por término medio, el potenciómetro se ajustará entre 20 y 30 ohmios, comprueba por tanto el potenciómetro con un polímetro para asegurarte de que se puede ajustar fácilmente este valor.
2. Con la máquina apagada, desmonta la tarjeta del sensor, está sujeta con dos tornillos de cabeza hexagonal a la parte inferior del tablero.
3. En el lado componentes de la tarjeta, corta la pista entre el pin del conector y el sensor. Esta es la única pista en este lado de la tarjeta por lo que no tiene pérdida. Usa un cuchillo afilado o algo similar, después comprueba con un polímetro que no hay continuidad después de hacer el corte.
4. Raspa con cuidado el aislamiento de la pista que va hacia el sensor. Quita el suficiente aislamiento para poder soldar un cable en la parte metálica descubierta de la pista.
5. En el lado de soldaduras de la tarjeta, marca con un indeleble de punta fina la posición de las tres patillas del potenciómetro. En esas marcas, taladra 3 agujeros en la tarjeta con una broca muy pequeña (1,5 mm. o más pequeña).
6. Instala el potenciómetro metiendo las patillas a través de los agujeros que haz taladrado en la tarjeta. Dobla las patillas del potenciómetro en la otra cara de la tarjeta para que el potenciómetro quede sujeto.
7. En el lado componentes de la tarjeta, suelda dos pequeños puentes cableados al potenciómetro. El primer cable debe venir desde el pin del conector del que sale la pista. El segundo cable se suelda en el otro lado de la pista, donde raspaste el aislamiento. Conecta los otros extremos de los cables al potenciómetro. Uno va a la patilla central y el otro a una de las patillas laterales (no importa cual).

La modificación ya está terminada. Vuelve a montar la tarjeta del sensor y conecta el cable que va a la tarjeta driver. Con la tarjeta del sensor en su sitio, se debería tener un fácil acceso para ajustar el potenciómetro con un destornillador de precisión. Enciende ahora la máquina para ajustarlo. Sin ninguna bola en la canaleta de drenaje (ball trough):

- Gira el potenciómetro justo hasta que el LED de la tarjeta driver se encienda.
- Ahora gira el potenciómetro en sentido contrario justo hasta que el LED se apague.

Comprueba el funcionamiento dejando caer una bola de acero en la canaleta de drenaje. El LED se debe encender. Alejando la bola del sensor, el LED se debe apagar.

Interruptores magnéticos Reed (más allá de los sensores Eddy).

A partir de la NBA Fastbreak, Williams dejó de usar los sensores Eddy. El motivo de esto es que los sensores Eddy sensor mostraban problemas de fiabilidad. Incluso los últimos sensores auto-ajustables no eran todo lo fiables que se requería.

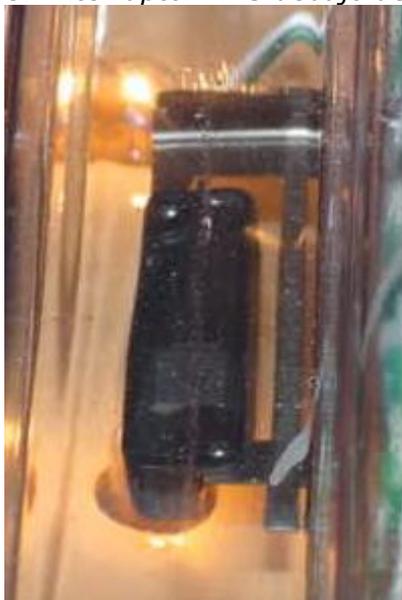
Williams los sustituyó con sensores magnéticos de láminas Reed (Magnetic Reed Switch, MRS), introducidos con la NBA Fastbreak. Este estilo de interruptor está encapsulado en una envolvente de epoxy negro, de unas 2 pulgadas de largo por 1/2" de ancho (5x1 cm. aprox). Como el sensor Eddy, los MRS conmutan cuando una bola está cerca del interruptor.

Interruptores MRS, referencia 20-10293 de Williams ("9937" es el código del fabricante).



Las ventajas del MRS son grandes; NO hay necesidad de ningún circuito adicional para que funcione el interruptor (a diferencia del sensor Eddy). Además es difícil que un interruptor MRS rompa, falle o tenga desgaste prematuro, ya que son muy fiables. Son también más baratos, en parte gracias a que no necesita ninguna tarjeta adicional ni siquiera un diodo!, un MRS se conecta directamente a la matriz de interruptores como un interruptor normal. Williams utiliza los MRS debajo de rampas de plástico y debajo de los tableros.

Un interruptor MRS debajo de una rampa en la Cactus Canyon.



Sin embargo los interruptores MRS tienen también algunos inconvenientes. El primero de ellos es que no son tan rápidos como un sensor Eddy, por lo que pueden dejar de detectar el paso de la bola cuando esta se mueve muy deprisa. Por este motivo, a menudo Williams monta dos MRS en paralelo para asegurar mejor la detección de la bola. Además la bola debe rodar justo por encima del MRS para ser detectada (tienen un "campo" mas estrecho que un sensor Eddy). Como el interruptor tiene sólo 1/2" de ancho, este es otro motivo por el que se suelen montar dos interruptores en paralelo. Por último, el MRS debe estar muy cerca de la bola para poder detectarla. Si se monta debajo del tablero, sólo pueden detectar la bola a través del espesor de un insert o de una rampa de plástico, y no a través de la madera (que aparentemente es

demasiado densa). El montaje de los MRS debajo del tablero se realiza a menudo mediante gomas que ciñen el MRS.

3j. Cuando las cosas no funcionan: Problemas en el sumidero de bolas (multibola aleatorio)

El sumidero de bolas (ball trough) es la canaleta o carril donde se almacenan las bolas que se cuelan. Hasta 1993, Williams utilizó un diseño convencional con interruptores mecánicos para detectar la presencia de las bolas y dos bobinas para moverlas; una para llevar la bola desde el agujero de drenaje hasta la canaleta, y otra para llevarla desde la canaleta hasta el pasillo del lanzador.

En 1993, comenzando con la Indiana Jones, Williams introduce un nuevo diseño que sólo depende de la gravedad para llevar las bolas al sumidero, con lo que se ahorra una de las bobinas (la bobina del agujero del drenaje ya no es necesaria). El nuevo diseño también incluye interruptores ópticos en vez de mecánicos. La nueva canaleta está diseñada para ser universal y poder así ser usada en cualquier pinball, independientemente de número de bolas usadas en cada pinball, pudiendo alojar de una a seis bolas (dependiendo del juego, la mayoría usa entre 4 y 6 bolas).

Las dos placas de optos usadas en cada lado del carril para detectar las bolas.

Especial atención a las resistencias azules grandes de la placa de arriba. Estas resistencias pueden romperse por las vibraciones. Esto hace que la placa detecte bolas no existentes o por el contrario detecte bolas cuando no las hay.



Problemas en el sumidero (Multibola aleatorio, bolas no detectadas, juegos que no arrancan).

Cuando se comenzó a usar el carril con detectores ópticos en Indiana Jones, Star Trek Next Generation, Judge Dredd, Popeye, y Demolition Man, Williams atornilló las placas con los optos directamente al lateral del carril. Las vibraciones se transmiten directamente a las placas y esto causa problemas y roturas en las resistencias azules de dos vatios y en los LEDs infrarrojos. Esto provoca que el juego comience a añadir más bolas al juego cuando no debe (Multiball aleatorio), o que el juego no termine (al no detectar la bola cuando se cuelan).

Para arreglar el problema, Williams rediseñó los puntos de unión de las placas opto. En lugar de atornillarlas directamente al rail, se alargaron los agujeros de unión y se insertaron gomas que a su vez estaban unidas a las placas optos. De esta forma se consigue que las placas "floten" gracias a las gomas de forma que se reducen considerablemente las vibraciones.

Un ejemplo, en Star Trek Next Generation si el fusible 103 de la tarjeta de alimentación está fundido (3A Slow Blow), el juego no comenzará y constantemente soltará bolas. El fusible 103 alimenta la bobina que controla el separador de bolas de debajo del tablero. Al no funcionar este separador, el juego no puede cargar las bolas cuando quiere, y el juego reintentará cargar y recargar las bolas continuamente.

Diseños posteriores de la placa de optos.

Para conseguir que las placas de optos sean más resistente todavía a las vibraciones, a partir de World Cup Soccer en 1994, Williams movió todos los componentes electrónicos fuera de estas placas y las colocó en una placa separada. Ya no se romperán más las resistencias azules de dos vatios. Desafortunadamente, Indiana Jones, Star Trek Next Generation, Judge Dredd, Popeye y Demolition Man, todas usan las antiguas placas de optos con las deficiencias de diseño y los problemas causados por las vibraciones.

Muestras en la canaleta del sumidero (De Indiana Jones a Cactus Canyon).

Otro problema en el diseño del carril de almacenamiento de bolas son las "muestras". Cuando las bolas caen desde el tablero al carril pueden en algunas ocasiones crear muestras en el metal. Esto causa que las bolas se pueden atascar en su caída hasta el fondo del carril. En este momento la máquina puede dar varios tipos de fallos. Los más comunes son cuando se comienza una partida nueva y al pulsar el botón de Start la máquina nos responde con un "pinball missing", o cuando una bola en juego se cuelga, que la máquina no la detecte y el juego no termine. También pueden causar multibolas aleatorias

A primera vista parecería que el problema sólo estaría localizado donde impacta la bola cuando cae desde la mesa. Pero realmente no es así, donde las bolas reposan se desarrollan también pequeñas muestras por el rozamiento cuando impacta la bola que cae en la bola que descansa.

Para arreglar esto, se puede utilizar una herramienta tipo Dremel o una manual para suavizar las muestras del metal. Después de nivelar las diferencias, lijar los laterales del hueco en forma de "V" con una lija 220 o 320, esto hará que las bolas se deslicen suavemente hasta el fondo del carril. Si esto no funciona, lo mejor es buscar un rail de recambio, referencia A-16809-2. Este recambio ha sido mejorado y debe durar mucho más que el antiguo.

El círculo grande marca la zona donde todas las bolas chocan cuando entran en el sumidero. Pero el verdadero problema son los dos círculos pequeños que marcan pequeñas muestras que provocan que la bola se atasque en ellas y no bajen hasta el final del carril.



Comprar un Kit completo de sumidero de bolas.

Si quieres evitar todos estos problemas debidos al diseño del carril y de las placas de optos acopladas a él, puedes pedir un kit de recambio completo, con la Ref. A-18244. Este kit incluye dos placas de optos completas, y todos los accesorios necesarios para montarlas. Este kit viene a costar unos 45 €.

Modificar el montaje de las placas de optos nosotros mismos.

Modificar el montaje original de las placas de optos se puede conseguir por mucho menos dinero. Las piezas necesarias pueden ser encontradas gracias a la referencia de Williams, o compradas en alguna ferretería (medidas expresadas en pulgadas 1" = 2.54 cms):

- (6) Cilindros de metal con medidas, 3/16" de diámetro exterior y 3/16" de largo, Ref. Williams 02-4975, 0.25€ cada.
- (6) Arandelas de goma con medidas 3/16" diámetro interior y de 1/4" hasta 7/16" de diámetro exterior, Ref. Williams 23-6626, 1€ cada una.
- (6) Tornillos de montaje de las placas (del mismo tamaño que los originales, de 3/4" de longitud).

Estas piezas pueden ser encontradas en una ferretería decente. Las gomas en la sección eléctrica. La medida importante es el diámetro interior de las gomas (3/16"). Y los cilindros de metal pueden obtenerse buscando alguna tubería con esa medida y cortándola en trocitos de la longitud que buscamos. Y los tornillos podemos utilizar los que están montados originalmente.

Las arandelas de goma y los cilindros de metal que entran dentro de las gomas. Se necesitan tres cilindros/gomas para cada una de las dos placas de optos.



Después de comprar las piezas necesarias (de algún sitio con piezas de Williams o de otra parte), tenemos que modificar un poco las placas para instalarlas. Usando una dremel u otra herramienta agrandaremos los agujeros de las placas de optos para poder instalar la combinación de goma + cilindro. Con cuidado de no estropear la placa ni de cortar ninguna pista haremos el agujero necesario para que entre la arandela de goma. Después introduciremos en los agujeros las arandelas y los cilindros de manera que al atornillar la placa no entre en contacto con las partes metálicas del carril, ni con los tornillos. De esta forma la placa solo hará contacto con las gomas, que absorberán gran parte de las vibraciones causadas con los impactos de las bolas, ahorrándonos de ahora en adelante muchas de las averías que causan estas vibraciones.

Mas causas de multibolas aleatorias: Las resistencias de las placas de optos.

En Indy Jones, Star Trek Next Generation, Judge Dredd, Demo Man, y Popeye, las placas de optos llevan soldadas unas resistencias azules de gran tamaño. Estas resistencias se puede romper o las soldaduras que las sujetan. Si esto pasa lo más sencillo es sustituirlas por unas nuevas. Son resistencias de 270 ohmios 2 vatios (no sustituir por resistencias de menos de 2 vatios). Puedes encontrar estas resistencias en cualquier tienda de electrónica.

Los diodos ópticos u optos.

Los optos se pueden romper fácilmente debido a las famosas vibraciones que hemos comentado antes. Cada conjunto óptico esta compuesto de dos piezas; un transmisor (que emite luz infrarroja) y un receptor (o fototransistor que detecta luz infrarroja). El receptor raras veces se estropea. Los LED transmisores son los que están en la placa más cerca de la puerta de las monedas, es decir la placa a la que tenemos mejor acceso. El LED transmisor se encuentra también fácilmente en las tiendas de electrónica pues son los mismos que se utilizan en los mandos a distancia de los televisores. Al montarlos hay que fijarse, el LED tiene una parte plana que hay que orientar en la misma dirección que un dibujo que hay en la placa para ayudarnos.

El LED receptor tambien se puede encontrar fácilmente en las tiendas de electrónica. La parte plana del receptor hay que orientarla hacia el borde más superior de la placa. (para evitar errores hay que fijarse en que sentido estan montados los optos viejos antes de desoldarlos de la placa, ya que esta placa no tiene dibujos para ayudarnos).

El nuevo diseño de carril de Williams y las resistencias azules.

Si usamos el nuevo carril de Williams (Ref.#A-16809-2), y usamos los tres agujeros de montaje, será necesario mover una de las resistencias azules a la parte de atrás de la placa. Otra opción es comprar el kit completo (Ref. A-18244) que lleva las dos placas de optos

incluidas y adaptadas al nuevo diseño del carril. También se pueden montar las dos placas antiguas usando solo los dos agujeros exteriores de montaje.

Malas conexiones de las placas optos.

Otro problema puede ser los conectores de las placas. De nuevo provocado por las vibraciones, las soldaduras de los conectores de las placas pueden romperse y causar conexiones intermitentes. Para arreglarlo solo hay que resoldar estos puntos de los conectores

Testeando los optos del sumidero.

Una vez que hemos arreglado los problemas de las placas y del carril, conectamos las placas transmisora y receptora a sus respectivos conectores, sin unirlos al carril. Bajamos las luces de la sala y con la máquina encendida, nos vamos al menú de test, y al test T1 de switches. Usando un detector de infrarrojos (MCM o Radio Shack) chequeamos si todos los LEDs emisores de infrarrojos funcionan. (Truco del traductor: Si no tenemos un detector de infrarrojos podemos chequear los emisores enfrentando las dos placas y pasando todos los LEDs emisores por delante de un LED receptor que sepamos que funciona.

Después de esto, testaremos los receptores. Con una pequeña linterna, iluminaremos cada uno de los LEDs receptores. Estos deben registrar el correspondiente contacto en el test T.1 (La habitación debe estar en penumbra) (Truco del traductor: También podemos testear los receptores enfrentándolos uno a uno a un LED transmisor que sepamos que funciona). Después de esto apagaremos el juego y atornillaremos las dos placas de nuevo al carril.

Ahora haremos un nuevo test. Este test es una buena forma de chequear que todo funciona como debe. Con todas las bolas fuera del carril, encendemos la máquina y nos iremos al menú de test switch T.1. Todos los switches deben mostrar un cuadrado en la pantalla, que indica que el interruptor óptico está cerrado. Debe haber un número de cuadrados igual al número de optos que tenga el carril (Mira el manual para saber que número tienen los interruptores optos de tu juego). Si la pantalla no tiene cuadrados en los optos del carril, seguramente hayas perdido la alimentación de +12 voltios que alimenta los optos. Comprueba los fusibles F115 y F116 (F101 y F109 en WPC-95) en la placa controladora de alimentación (Power driver board).

Ahora desliza suavemente una bola por el carril y observa que causa que cuando pasa por cada opto interrumpe la luz infrarroja y abre el interruptor correspondiente, en la pantalla el cuadrado se convierte en un punto. Cuando la bola esta parada en el final del carril (ultimo opto), empuja con la mano el eje de la bobina que pone en juego la bola y comprueba el opto de lanzamiento que está por encima del último opto de la canaleta. Este opto sólo ve las bolas cuando la bobina las impulsa para salir fuera de la canaleta, o si hubiera dos bolas atascadas, una encima de la otra, al final de la canaleta.

Llena completamente el carril de bolas, y después quítalas una a una. Hazlo varias veces y así podrás aislar cualquier problema en cualquiera de los interruptores ópticos del carril chequeando que los cuadrados de la pantalla se conviertan en puntos.

Por último, quita todas las bolas del carril y cierra la puerta del monedero. Pulsa los botones de los flippers mientras están en el test "Switch edges". Mira que ninguno de los cuadros de la columna de optos cambie a punto. Este test de flippers causa vibraciones que pueden revelar problemas intermitentes en los optos. Puedes continuar probando golpeando con la palma de la mano en el tablero cerca de los flippers (no es tan malo como suena) Si alguno de los optos parpadea, es que hay algún problema causado por las vibraciones (resistencias azules rotas o sueltas o fallos en los LEDs ópticos). Si no falla nada, deja el juego en modo test durante 20 minutos (algunos juego salen del modo test automáticamente a los 15 minutos) sin bolas. Quédate cerca donde puedas oír si la máquina hace algún ruido. Si oyes un "bong" algún interruptor ha sido activado. En la pantalla queda reflejado el último interruptor abierto/cerrado. Mira si ha sido alguno de los interruptores optos. Este test permite que la máquina se caliente y salgan a la luz algunos fallos que en frío no se detectarían.

Si todos los optos se activan correctamente al paso de la bola y no tiemblan cuando hacemos vibrar el tablero y el juego no activa ningún opto mientras esta en modo test durante 20 minutos, las placas de optos han pasado el test. Si hay algún multibola aleatorio probablemente sea un problema de muescas en el rail del sumidero (mirar arriba).

3k. Cuando las cosas no funcionan: Displays alfanuméricos y de Matriz de Puntos

Las pantallas de matriz de puntos son una de las cosas más chulas de una pinball WPC. Nos dicen la puntuación además de mostrarnos animaciones gráficas y videojuegos dentro del juego de pinball.

Los primeros tres juegos WPC son los únicos que no tienen Matriz de puntos. Funcionan con marcadores alfanuméricos al estilo de las máquinas más antiguas (Funhouse, Harley Davidson y The Machine:BOP).

Problemas en los marcadores alfanuméricos WPC.

Estos tres primeros juegos WPC que utilizan marcadores alfanuméricos, tienen un problema común. Las resistencias R48 y R49 (39k ohm) de la placa de marcadores, suelen fallar y quedar abiertas o dar valores incorrectos. Esto causa que los marcadores del juego funcionen muy débilmente o no funcionen nada. Antes de cambiar los marcadores, hay que reemplazar estas resistencias con una más resistente al calor (de 1 o 2 vatios). Para conseguir más información de como reparar estas versiones de marcadores, mirar la guía de reparación de las máquinas Williams System 11. Toda la información que contiene este documento es perfectamente aplicable a estos tres juegos WPC (algunas referencias de componentes pueden variar).

*Ejemplo de pantalla de matriz de puntos estropeada.
Le faltan un conjunto de puntos en la parte inferior izquierda.*



Pantallas de matriz de puntos (Dot Matrix Displays DMD).

El inconveniente de las pantallas de matriz de puntos es que se van degradando con el uso. El paso del tiempo hace que estas pantallas pierdan gas y fallen. Debido al alto voltaje al que funcionan estas pantallas, el ánodo o el cátodo dentro del cristal a veces se rompe. Esto da lugar al escape del gas y de imperfecciones que a menudo hacen que la pantalla no luzca como debe. Por ejemplo puede que una pantalla no funcione al encenderse la máquina y cuando se caliente el gas empiece a lucir al expandirse este. El problema es fácil de resolver. Hay que cambiar la matriz entera lo que nos lleva unos 5 minutos y nos cuesta en torno a 150€. No hay otra forma de arreglar una matriz vieja sin gas.

Pero las malas noticias cuando estas pantallas no funcionan bien es como afectan al resto de componentes. Cuando una matriz empieza a dar problemas de media iluminación o de imperfecciones, causa un aumento del consumo importante (causa de resets intempestivos del juego) que hace que la placa de alimentación de la matriz funcione al límite. Si el DMD no se sustituye puede llegar a quemar su correspondiente placa de alimentación.

La moraleja de esta historia es que se debe reemplazar una matriz de puntos estropeada, sin gas, tan pronto como sea posible. No pospongas lo inevitable. Puedes conseguir un DMD de uno de los proveedores que aparecen en la página de recambios [parts and repair sources](#) . El conjunto completo cuesta sobre unos 150€.

¿Hay que comprar la pantalla más su placa o solo la pantalla?

Se puede comprar sólo la pantalla que arreglará el problema de las pantallas sin gas. Esto nos costará aproximadamente la mitad de precio del conjunto completo. Pero yo aconsejo comprar el conjunto completo, gástate algo más y compra las dos cosas. Separar la pantalla de la placa que le acompaña es un trabajo de chinos. Además en algunas pantallas no es posible separar el cristal de la placa sin desoldar los pines, lo cual complica el trabajo de tal forma que no merece la pena el esfuerzo.

¿Todas las pantallas de matriz de puntos son equivalentes?

La respuesta corta es "SI". Pero hay que tener en cuenta que hay DMDs de diferentes tamaños. Williams siempre ha usado el modelo de 128x32 columnas/filas (Data East por ejemplo ha usado además de este modelo otros con tamaños de 128x16 y de 192x64). Y sí, una matriz de 128x32 es equivalente y se puede usar en cualquier juego Gottlieb, Sega, Data East, Stern o Williams WPC/WPC-S/WPC-95 e intercambiarse entre ellos cualquiera que sea el fabricante de la matriz de puntos. (Data East/Sega/Stern tienen una placa de control adicional unida a la parte trasera de sus DMDs que no se usa en los juegos Williams). Y también hay que señalar que los DMDs de algunos fabricantes (como Babcock) necesitan 12 voltios para funcionar, aunque la mayoría no.

¿Entonces se puede arreglar una pantalla de matriz de puntos?

Esta es una pregunta con trampa. Algunas veces las pantallas fallan por otros problemas que no son el escape del gas. Los circuitos controladores de la pantalla puede fallar (son sensibles a la electricidad estática). Esto causa normalmente que la pantalla muestre "basura". Otros problemas que se pueden observar incluyen la delaminación de la superficie de las piezas montadas en la placa de circuitos (aunque esto es arreglable). También puede haber soldaduras rotas en los pins de alimentación del DMD, haciendo que la pantalla no funcione. (Aunque arreglar esto es a veces casi imposible porque el cristal de la pantalla esta por medio).

Un ejemplo de un problema con el cable de datos en un juego WPC (Demolition Man). Se puede ver la palabra "Game Over". Reconectando el cable de datos puede arreglar esto. Puedes pulsar en la imagen para una versión más grande y en esta se pueden ver unos puntos negros en las esquinas de esta pantalla - esto indica que la pantalla empieza a perder fuerza (gas). Además del cable de datos de la pantalla hay que chequear también el cable de datos entre la cpu y la tarjeta de alimentación.



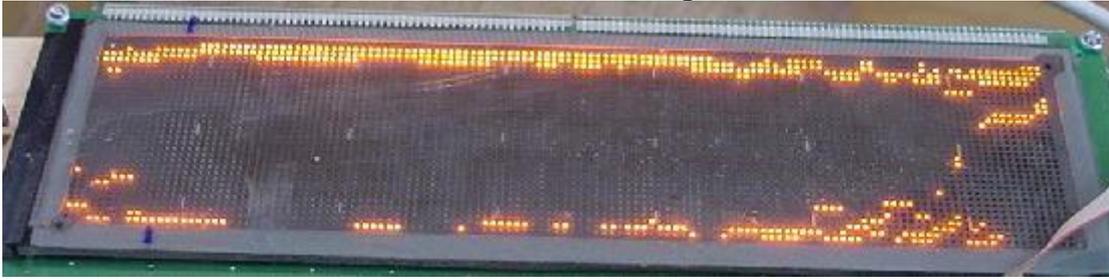
Otro ejemplo de pantalla con basura que fue arreglado reconectando el cable entre la CPU y la tarjeta de alimentación (gracias a Wil por la imagen).



Problemas de pantallas blancas, con basura o con líneas en diagonal (Reconectando cables de datos)

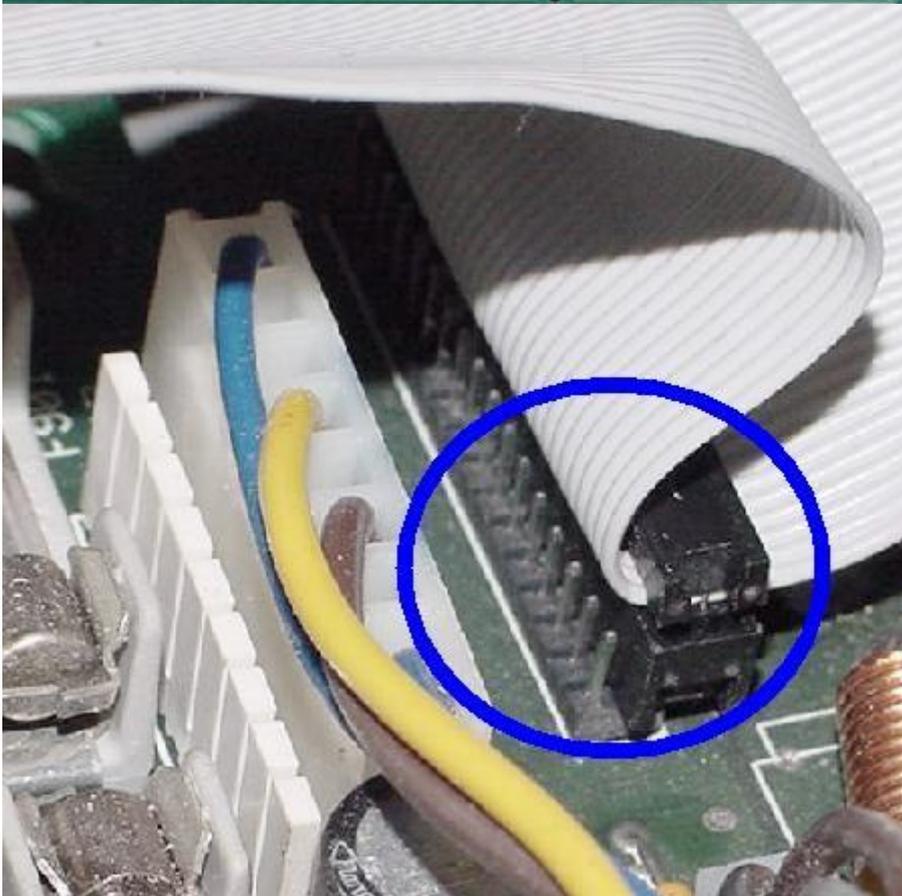
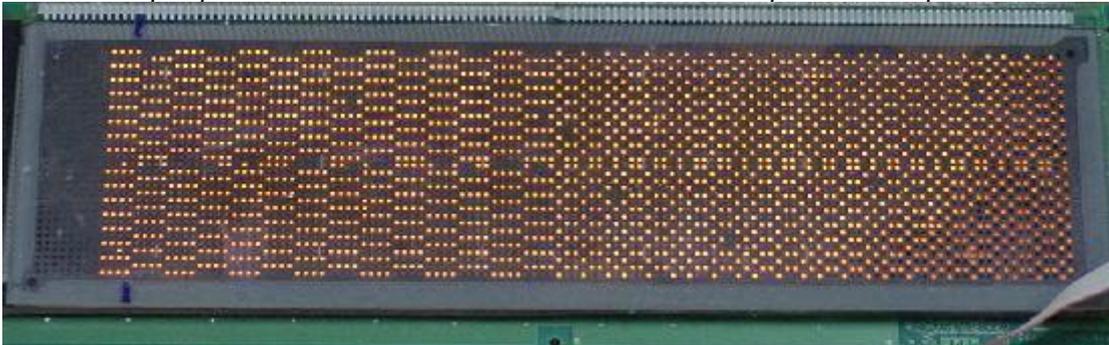
Este problema esta causado por un mal contacto del cable de datos del DMD. Una pantalla en blanco (suponiendo que los voltajes y los fusibles están bien) es normalmente causado por la conexión al revés del cable de datos. Pantallas con basura o con líneas diagonales es un problema del cable de datos que va de la placa CPU a la placa fliptronics (la que controla los flippers) hasta la tarjeta de sonido y al controlador de la pantalla DMD. Este cable tiene conectores con baño de oro que necesitan ser reconectados (quitarlos y volverlos a conectar) para que se limpien y hagan buen contacto. Mientras que en estos conectores el reconectarlos puede significar una limpieza de estos en el resto de cables si al reconectarlos se arregla algún problema, puede ser que haya problemas en los pines del conector y puede ser que sea necesario reemplazarlos. Mirar en la página [Pinball Connector](#) para ver información de como hacerlo.)

Otro ejemplo de un cable de datos sucio o desconectado de la placa controladora del DMD. Reconectar el cable normalmente lo arregla.



Cuando estemos reconectando los cables de datos, hay que tener cuidado de no insertar el cable desplazado un pin. Esto puede pasar fácilmente, haciendo que los pines 1 y 2 estén fuera del conector (o que los pines 1,2 estén conectados a los pines 3,4). Esto hará que haya problemas en la pantalla como que muestre basura (pero afortunadamente se arreglarán en cuanto conectemos correctamente el cable). También hay que tener cuidado de no conectar el cable al revés. Esto es fácil porque el cable tiene una línea roja que indica el lugar donde hay que conectar los pines 1,2 estando también indicado en los pines de la placa. El cable en el que puede pasar esto más fácilmente es el cable que va al DMD, quedándose la pantalla en negro (no funciona).

Esto es lo que pasa si conectamos el cable de sonido desplazado un pin.



En general hay que tener cuidado al reconectar los cables de datos. No es raro encontrarse con algún conector estropeado por algún anterior técnico descuidado que ha intentado reconectar un cable de datos y ha doblado algún pin del conector.

Finalmente, las líneas verticales o diagonales aleatorias pueden producirse por que los 12 voltios no lleguen a la pantalla. Este voltaje viene directamente de la placa de alimentación (mirar la parte de "Test de los voltajes del DMD" más a bajo para diagnosticar este problema). Algunas pantallas necesitan 12 voltios para funcionar (pantallas marca Babcock), mientras que otras no lo necesitan.

Faltan líneas verticales u horizontales.

Otro problema común es que en la pantalla DMD nos encontremos con que no se ilumina alguna línea horizontal o vertical. Este problema es más común en las pantallas con estilo "pin" en la conexión con el cristal DMD. Estos tipos de pantallas tienen pines en ángulo recto que unen directamente el DMD con su placa. Estos pines se pueden romper debido a la vibración justo por donde se unen al borde del cristal de la pantalla. Debido a este problema casi todos los fabricantes han cambiado sus diseños uniendo la placa y el cristal con un cable plano cosa que soluciona completamente el problema.

Si faltan algunas líneas, y el cristal de la pantalla es estilo "pin", los pines pueden ser arreglados usando una pasta conductiva "epoxy". Esto funciona bien pero es una reparación difícil. Cuando fallan mas de dos líneas horizontales / verticales ya no es el mejor método.

Diagnosticar otros problemas de la pantalla de matriz de puntos (DMD).

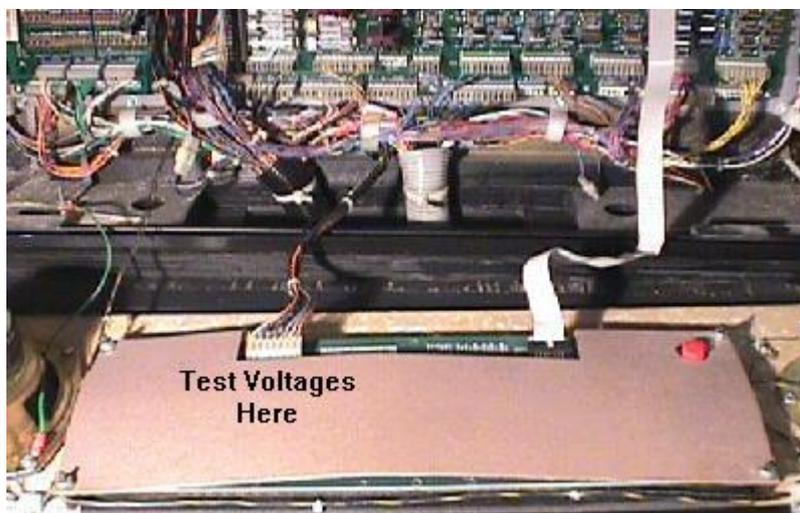
Si estás seguro que la pantalla funciona, aquí tienes algunas otras cosas que chequear cuando un DMD no funciona.

Comprueba los fusibles F601 y F602 (en todos los juego WPC). El fusible F601 se encarga de la línea de +62 voltios, y el F602 es usado para los voltajes de -113 y -125 voltios. En WPC-S y antes estos fusibles son de 3/8 amperios y tipo americano 31,2 mm (antiguamente Williams usaba fusibles lentos (slow-blo), pero hacia 1994 cambió a fusibles rápidos (fast-blo) así que se puede usar cualquiera de los dos tipos. En WPC-95, estos fusibles son T0.315 amperios y de 5x20mm.

Las pantallas de matriz de puntos son las mismas en todos los juegos WPC.

Aunque hay tres placas controladoras de DMD diferentes, el circuito de voltaje es idéntico para las tres. Pincha [aquí](#) para ver los esquemas de los circuitos de alto voltaje que alimentan los DMDs (se muestran las referencias para todos los tipos de placas controladoras de DMD).

Es fácil chequear los voltajes en la misma pantalla DMD en la placa controladora. Usa la documentación para saber cual es el pin 1 y cual el 8.



Testeando los Voltajes del DMD.

Si los fusibles están bien en la placa controladora del DMD (o la placa de audio/video en los juegos WPC-95), se debe chequear la alimentación del DMD. Los voltajes usados son +62, +12, +5, -113 y -125 (con una variación del +/- 10%).

Chequea estos voltajes en la matriz de puntos con la pantalla conectada, o en el conector J604 en la placa controladora. El pin out en el DMD es:

- Pin 1: -125 voltios (entre -110 y -130 voltios)
- Pin 2: -113 voltios (entre -98 y -118 voltios)
- Pin 3: Llave (Key)
- Pin 4: Masa
- Pin 5: Masa
- Pin 6: +5 voltios (entre 4.9 y 5.2 voltios)
- Pin 7: +12 voltios (entre 10 y 14 voltios)
- Pin 8: +62 voltios (entre 58 y 68 voltios)

Todos los voltajes deben estar muy cerca de las medidas indicadas (con una posible variación de +/- 10% voltajes. En particular con los pines 1 y 2, deben tener una diferencia de 12 voltios, esto es importante. Por ejemplo si medimos -98 y -110 los voltajes son correctos. Y si medimos -118 el otro voltaje debe ser -106. Si no hay esta diferencia de 12 voltios probablemente necesitaremos reconstruir la sección de alto voltaje del controlador del DMD. Si los faltan los -125 v, deben faltar también los -113. Y si los +62v están por encima de los +70v, hay probabilidades de que alguien haya aumentado el voltaje cambiando los diodos zener 1N4759 de la placa controladora para compensar una matriz de puntos que tenga muy poco brillo al perder gas. (Esto es más común en las máquinas reimportadas de nuevo a EEUU desde otros países).

Si alguno de los voltajes está bajo, intenta desconectar el conector de alimentación del DMD y mide de nuevo los voltajes. Si ahora miden correctamente, la pantalla esta mal o la sección de alto voltaje de la placa controladora esta fallando y es incapaz de mantener la alimentación a la pantalla.

Recuerda que los voltajes que suministra la placa controladora del DMD son -125, -113 y +62. Los +5 y +12 voltios vienen de la placa de alimentación principal. Si faltan los 5 voltios y el juego enciende, hay un problema en el conector. Si faltan los 12 voltios también puede haber un problema en el conector o la pantalla esta absorbiendo la tensión (Mide la tensión directamente en el conector, si vuelven los 12v, entonces la pantalla esta mal). Si no quizá falla la sección de 12v de la placa de alimentación general. (Mide los 12 voltios en la placa de alimentación y después en el DMD, si es diferente hay un problema en el conector. Y si tienen el mismo voltaje y está por debajo de 10v, el problema está en la placa de alimentación general.

Los -125 y -113 voltios tienen el mismo voltaje.

La pantalla DMD no funcionará si los -125 voltios y -113 voltios miden igual. Estos dos altos voltajes negativos tienen que tener una diferencia entre ellos de 12 voltios. Esta diferencia en el voltaje esta causada por el diodo D6 (D3 en WPC-95), un diodo 1N4742 de 12 voltios. El fallo de este diodo también estropea el transistor Q7 (conocido como Q7 en todas las generaciones WPC, un MJE15030). La diferencia de 12v entre los -113v y -125v debe existir o la pantalla DMD no funcionará.

Los +62v caen a +12v bajo carga.

Cuando esto pasa, chequea el transistor Q3 (en todas las generaciones WPC). Este transistor probablemente este en corto. También chequea el diodo D3.

Los +62v no miden +62 voltios.

En los juegos WPC-S y versiones anteriores, el voltaje positivo de corriente continua viene de un pequeño puente rectificador de diodos BR1 que esta físicamente bajo la resistencia R9 (1.8k 5W). A causa del calor generado por esta resistencia de 5w y el puente rectificador, la pista del circuito se puede quemar y romper bajo la resistencia R9. Como la rotura está debajo de la resistencia es difícil verla. Si te faltan los +62v chequea esta pista. Si los +62v están por encima de los +70v, hay probabilidades de que alguien haya aumentado el voltaje cambiando

los diodos zener 1N4759 de la placa controladora para compensar una matriz de puntos que tenga muy poco brillo al perder gas. (Esto es más común en las máquinas reimportadas de nuevo a EEUU desde otros países).

Los -125v están muy altos.

Otro problema es cuando los -125v miden mucho más, por ejemplo -140v. Este problema esta causado normalmente por una pista rota en el circuito. Estas pistas son frágiles, y los altos voltajes del controlador del DMD causan mucho calor que hace que se quemen las pistas. Chequea con el polímetro la continuidad de todas las pistas.

Los altos voltajes negativos están bajos, la pantalla DMD apenas luce.

Cuando los voltajes negativos están bajos, p.e. -102 y -93 voltios y la pantalla DMD apenas luce. Se acaba de reconstruir la sección de alto voltaje del controlador, así que lo descartamos. Chequeamos la resistencia R26 (47k ohmios) y está abierta (rota). También chequeamos la resistencia R30 (120 ohmios) y lee 1k ohmios (hay que desoldar una patilla para chequearla). Después de sustituir las resistencias, los voltajes se restablecen a -112 y 100 voltios y el DMD vuelve a lucir brillante y bien.

Reconstruyendo la sección de alto voltaje del DMD.

Si los fusibles están bien y la pantalla también está bien (probada en otro juego), es el momento de reconstruir la sección de alto voltaje de la placa controladora del DMD. Pero antes de hacer esto, hay que levantar el tablero y comprobar todas las conexiones del transformador en la parte baja de la máquina. Aunque es un problema raro puede ser que alguno de los conectores se haya roto, desconectado o esté oxidado.

Después de comprobar esto, la mejor idea es reemplazar todos los componentes de la sección de alto voltaje (la lista de componentes la puedes encontrar en dmdhv.htm). También puedes encontrar todos los componentes en un kit disponible en [Great Plains Electronics](http://GreatPlainsElectronics.com) por alrededor de unos 10€ por kit. Es una forma muy económica de reconstruir la sección de alto voltaje. Los componentes a reemplazar son los siguientes:

- Q6 (MJE15031 o NTE55): Controla los -125 voltios (y suministra el voltaje a los -113 voltios).
- Q7 (MJE15030 o NTE54/BUV27/BUV28): Controla los -113 voltios.
- Q3 (Q1 en WPC-95, MJE15030 o NTE54/BUV27/BUV28): Parte de la sección de +62 voltios.
- Q4, Q5 (MPSD52 o 2N5401/NTE288): Parte de la sección de -125 voltios.
- Q2, Q10 (Q2, Q3 en WPC-95, MPSD02 o 2N5551/NTE194): Parte de la sección de +62 voltios.
- D4, D5 (D1, D18 en WPC-95, 1N4758 or NTE5090, 56 voltios): Parte de la sección de -125 voltios.
- D6 (D3 en WPC-95, 1N4742 o NTE142, 12 voltios): Parte de los -113 voltios.
- D3 (D2 en WPC-95, 1N4759 or NTE149, 62 voltios): Parte de los +62 voltios.
- Q1 (2N3904, WPC-S y anteriores).
- R4, R5 (120 ohm 1/2 w). Normalmente bien pero reemplázalas si se ven quemadas.

Chequear/cambiar las resistencias.

También hay que chequear los valores de las resistencias. Las resistencias o funcionan o no y son muy sencillas de comprobar (no como los transistores). Todas las resistencias deben medir con una diferencia máxima de +-10% de su valor. Hay que reemplazar las resistencias que midan diferente o que parezcan quemadas. Las resistencias de 5w soportan la mayoría de la carga; si funcionan pero están rotas, cámbialas. Hay que montarlas con bastante altura respecto de la placa para facilitar el flujo de aire alrededor de ellas y con ello facilitar su refrigeración. Recuerda, aunque midan correctamente, cambia las resistencias si tienen aspecto dañado.

- 1.8k ohmios, 5 w: R9 en WPC-S y anteriores (R44 en WPC-95).
- 4.7k ohmios, 5 w: R8 en WPC-S y anteriores (R43 en WPC-95).
- 120 ohm, 5 w: R11 en WPC-S y anteriores (R28 en WPC-95).
- 120 ohm 0.5 w R4, R5 en WPC-S y anteriores (R30, R31 en WPC-95).
- 47k ohmios 0.5 w R3, R6, R12, R13 en WPC-S y anteriores (R25, R26 R27, R29 en WPC-95).

Una alternativa para reconstruir la sección de alto voltaje.

Si el kit de Ed en www.greatplainselectronics.com está por encima de nuestras habilidades técnicas, hay una alternativa a la reconstrucción de la sección de alto voltaje. Es comprar una placa prefabricada que esencialmente hace lo mismo. La placa DMD-HVP (Dot matrix display-high voltage power) está disponible en www.pinball-parts.com por alrededor de unos 50 euros. Esta placa se sustituye a la sección de alto voltaje de la placa controlador DMD y se instala en 5 minutos sin necesidad de soldar. No importa si la placa original está fundida ya que esta la reemplaza totalmente. En resumen es una buena alternativa para aquellos que tienen más dinero que tiempo, o que no sean muy buenos con el soldador. Solo funciona en pinballs anteriores a WPC95.

Componentes del DMD por voltaje.

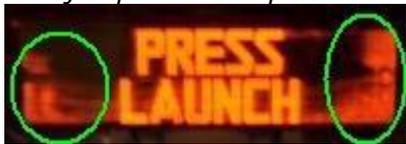
Aquí esta la misma lista de componentes, organizados por voltaje. Si solo falta uno de los respectivos voltajes, se pueden sustituir solo los componentes que le corresponden (aunque se recomienda cambiar todos los componentes):

- -125 voltios: transistor MJE15031 Q6 (todas las versiones WPC). transistores MPD52 Q4, Q5 (todas las versiones WPC). Diodos 1N4758 D4, D5 (D1 y D18 en WPC-95). Todos estos componentes también suministran el voltaje a la sección de -113 voltios. Así, que hay que cambiar los componentes de -113v también.
- -113 voltios: Transistor MJE15030 Q7 (todas las versiones WPC). Diodo 1N4742 D6 (D3 en WPC-95), que convierte los -125v en -113v.
- +62 voltios: Transistor MJE15030 Q3 (Q1 en WPC-95). Transistores MPD02 Q2, Q10 (Q2, Q3 en WPC-95). Diodo 1N4759 D3 (D2 en WPC-95).

Lo más importante cuando arreglemos la sección de alto voltaje.

Lo más importante cuando arreglemos la sección de alto voltaje del controlador DMD es esta: CAMBIAR TODOS LOS COMPONENTES. Esto es debido a que si cambiamos todos los componentes menos uno y este falla, puede causar que todos los demás fallen también. Este riesgo no compensa, así que cuando arreglemos la sección de alto voltaje cambiaremos todo. A la larga compensará en tiempo y en dinero.

Un ejemplo de una pantalla borrosa.



Pantallas borrosas.

El problema de la pantalla borrosa es raro. La pantalla puede pasar todos los test internos perfectamente, pero cuando se muestran gráficos grandes o lucen muchos LEDs, la pantalla se comporta de manera extraña. Esto es causado normalmente por problemas de calor. Arreglarlo es tan sencillo como añadir pasta térmica a los tres transistores con disipador MJE. Hay que asegurarse también que están bien sujetos al disipador. Chequea también las grandes resistencias de 5w. Si la medición difiere más de un 5% de su valor, cámbialas. Por último algunas soldaduras frías en la sección de alto voltaje pueden causar también este efecto de pantalla borrosa. Si nada de esto funciona, reconstruir la sección de alto voltaje normalmente deberá resolver este problema (mirar arriba).

Líneas horizontales onduladas en el DMD.

Si las líneas horizontales del DMD se ven con un efecto ola u ondulado puede ser causado por condensadores en mal estado. En WPC-95 estos condensadores son C28, C42 en la placa de audio y video. En WPC-S y anteriores los condensadores son C4, C7 en la placa controladora DMD. Estos condensadores son de 150mf 160v. Esos condensadores pueden ser difíciles de encontrar pero se pueden cambiar sin problemas por unos más comunes p.e. 220 mf 160v (recuerda que se pueden sustituir por condensadores de más capacidad no de menos). Si se utilizan condensadores de 220 mf, no escoger los más grandes ya que debido a su peso y a las vibraciones se pueden romper las soldaduras.

Y si esto no soluciona el problema de las líneas onduladas, intenta cambiar los condensadores pequeños de la sección de alto voltaje. En WPC-S y anteriores estos condensadores son C6, C9 y C10 (0.1 mf 500v) en la placa controladora del DMD. En WPC-95 los condensadores son C29, C30 y C31 (0.1 mf 200v). Si cualquiera de estos condensadores falla se puede ver un efecto de línea ondulada.

Soldaduras cristalizadas.

Si una pantalla DMD no visualiza los gráficos correctamente y los voltajes están bien, puede mirar lo siguiente. Es común que en las soldaduras de los diodos zener de la sección de alimentación se cristalicen, y esto causa problemas debido a la excesiva resistencia y al calor que se produce por esto. Esto causa que falle el DMD y se puedan dañar los circuitos de alimentación. Estos diodos zener son D3, D4, D5, D6 (D1, D2, D3, D18 en WPC-95) en la placa controladora del DMD.

Un chip 6264 de memoria RAM defectuoso puede causar este problema.



Columnas del DMD siempre encendidas.

Si una columna o dos de la pantalla DMD quedan siempre encendidas (como vemos en la foto de arriba), hay posibilidades de que el problema esté en el chip RAM de la placa controladora DMD. Esta en la posición U24 (WPC-S y anteriores).

Esto claro siempre que el problema no esté en la pantalla en si misma (probar la pantalla si es posible en otro juego para comprobarlo). Si el problema no está en la pantalla sustituir el chip 6264 RAM por uno nuevo y el problema deberá desaparecer.

Faltan líneas en una pantalla DMD.

En la primera generación de pantallas DMD se usaron pines para conectar el cristal del DMD al circuito. Debido a la vibración estos pines se pueden romper y provocan que líneas completas del DMD no se enciendan nunca (faltan líneas horizontales o verticales). Si más de un pin de la pantalla se rompe puede dejar una pantalla en buen estado totalmente inservible. Este problema ya no ocurre en las nuevas pantallas DMD que ahora usan un cable flexible en lugar de pines para las conexiones.

En estos pines rotos de la pantalla, no hay suficiente material para volver a soldar los pines al cristal de la pantalla. Pero se puede usar otra técnica para recuperar la conectividad. Podemos usar masilla conductora (conductive epoxy), que básicamente pega el pin roto con el cristal de la pantalla. Esta masilla lleva elementos conductores que hacen que funcione como una soldadura, y básicamente es la única forma de recuperar un pin roto. Se pueden recuperar pantallas con uno o dos pines rotos, si hay más pines rotos puede no funcionar correctamente. Al aplicar la masilla hay que tener cuidado de no pegar dos pines juntos. El éxito de esta técnica no es del 100% pero normalmente funciona. Por cierto, esta masilla conductora es bastante cara.

También se puede usar masilla conductora para arreglar pantallas DMD en las que falten líneas y que en lugar de pines lleven cable flexible y se haya separado este cable del cristal de la pantalla. Es aún más difícil que lo anterior, pero puede funcionar.

Imagen de una fila reparada usando masilla conductora. La rotura está justo en el borde del cristal de la pantalla. Esta pantalla usa tanto el cable flexible (hacia la placa del circuito) como los pines de metal (en el cristal de la pantalla). Pero como se ha comentado antes la masilla conductora repara mejor los pines de metal que las conexiones de cable flexible)



Problema: La pantalla se ve borrosa. Mientras jugaba a mi Twilight Zone, un día la pantalla se empezó a ver borrosa. A los 5 minutos la pantalla se volvió ilegible. Los puntos alrededor de los que estaban activos empezaron a parpadear.

Respuesta: El chip ASIC de la placa de la CPU no estaba haciendo buen contacto con su zócalo. El chip ASIC es el más largo que hay en la placa CPU. Después de sacarlo, limpiar todos sus pines y volverlo a colocar en el zócalo, el problema desapareció. Otra cosa a probar es reconectar los cables de datos en sus conectores.

Problema: En la pantalla alfanumérica de una Funhouse, el carácter 16 de la pantalla repite lo que aparecía en los anteriores 15 caracteres.

Respuesta: Hay que sustituir el correspondiente chip 6184 de la placa de alimentación. Si es en la primera pantalla corresponde al chip U8 y si es en la segunda el chip es el U5.

Problema: La pantalla de mi Twilight Zone muestra líneas verticales aleatoriamente. Al principio solo era durante el juego, pero ahora ocurre desde que se enciende la máquina. Ahora el problema se ha empeorado todavía más. En cuanto enciendo la máquina los cuatro flippers se energizan.

Respuesta: El problema está en un cable de datos defectuoso. Hay un cable que va desde la placa CPU hasta la placa fliptronics y a la tarjeta de sonido y a la tarjeta de video. Si el cable falla en algún pin, o el cable esta al revés en algún conector, este problema se puede dar. Este cable transporta los datos y direcciones hasta estas placas. Puede ser que los conectores estén sucios así que desconectarlo limpiarlo y conectarlo de nuevo puede arreglar el problema. Otra posible causa puede ser la falta de 12v en la placa controladora de la pantalla.

***Problema: La pantalla DMD está muerta (no enciende).**

Respuesta: Si todas las tensiones de alimentación al display están bien y la pantalla DMD de nuestro pinball se quede completamente a ciegas, en este caso se recomienda comprobar la

resistencia R8, es una resistencia cuadrada de color blanco que está justo encima del conector J-604, su valor es de 4,7K ohm y de 5 vatios. La mayoría de estos casos se resuelve cambiando esta resistencia.

**(n.t) Esto último no figura en la versión original, es una aportación de nuestro amigo flashbyte gracias!*

3L. Cuando las cosas no funcionan. LEDs y avisos sonoros en el encendido

Luces LED en la placa CPU.

Existen unos LEDs (Diodo emisor de luz. -Ligth Emitting Diode-) de diagnostico en todas las placas CPU de la generación WPC. Estos LEDs se iluminan y nos indican si hay algún problema y que es lo que causa este problema. Estas luces se pueden comprobar en cuanto se enciende la máquina. También hay LEDs en el resto de placas de alimentación, pero solo los LEDs de la CPU tienen función de diagnóstico. En las placas CPU de la serie WPC-S los LEDs están numerados de D19 a D21 y en la serie WPC los LEDs están numerados de LED201 a LED203.

Códigos de iluminación de los LEDs de la CPU.

WPC-S y anteriores usan una numeración "Dx" para sus LEDs de la CPU. WPC-95 usa una numeración "LED20x".

- D19/LED201 (inicialización): al encenderse la máquina debe estar encendido durante unos 3 segundos (1 segundo en WPC95), y luego apagarse y permanecer apagado. Cuando D19/LED201 está encendido no funciona el circuito de blanking (y no funcionará ninguna de las bobinas).
- D20/LED203 (diagnostico): Después de que se apague el LED D19/LED201, el LED D20/LED203 debe estar permanentemente parpadeando. Esto indica que la CPU está funcionando.
- D21/LED202 (+5vdc): este LED debe estar SIEMPRE encendido. Indica que la placa de la CPU esta alimentada por los +5v de corriente continua.

Códigos de diagnostico de problemas de encendido de CPU en D20/LED203. Si D20 no parpadea continuamente, aquí están los códigos de diagnostico:

- parpadea UNA vez: ROM de la CPU U6/G11 defectuosa.
- parpadea DOS veces: chip de RAM CMOS U8 defectuoso.
- parpadea TRES veces: chip de seguridad WPC U9 defectuoso (pre WPC-S), o chip PIC de Seguridad G10 defectuoso (WPC-S/WPC95)

WPC-S y anteriores. LEDs de placas de alimentación, Puntos de test (TP), y fusibles.

Para referencia, TP5 es masa.

- **LED1/TP3:** +12 voltios DC de la matriz de interruptores. Debe estar siempre encendido. Si está apagado, chequea el fusible F115. También puede estar causado por un chip U20 defectuoso en la placa CPU (mirar la sección de [matriz de interruptores](#) para más detalles). La alimentación alterna se origina en el conector J101 pines 4,5 y 6,7. Pasa a través del fusible F114, puente rectificador BR1, condensadores C6 y C7, LED6/TP8 (18 voltios continua), diodos D1 y D2, rectificador de voltaje Q2, Fusible F115, LED1/TP3 (12 voltios continua), y al conector J114 pines 1,2. También antes de los diodos D1 y D2, el circuito se bifurca hacia el chip U6 LM339 y los LED2/LED3.
- **LED4/TP2:** +5 voltios DC circuito digital. Debe estar siempre encendido. Si está apagado el juego no se encenderá. Chequea el fusible F113 (o el puente rectificador BR2 y el condensador C5). Aunque no suele fallar también hay un rectificador de voltaje LM323 en Q1, un chip LM339 en U6 ("cero cruzado"), y dos diodos 1N4004 en D3 y D38. La corriente continua se origina en el conector J101 pines 1 y 2. Va a través del fusible F113, puente rectificador BR2, condensador C5, rectificador de

voltaje Q1, LED4/TP2 (5 voltios continua), y al conector J114 pines 3,4. También después del fusible F113, la corriente alterna continua a través de los diodos D3 y D38 y al chip LM339 U6. Entonces esta alimentación "cero cruzado" vuelve a la línea de +5 voltios antes del conector J114.

- **LED5/TP7:** +20 voltios de continua del circuito de lámparas de flash. Normalmente encendido. En Twilight Zone y posteriores, este LED se apaga cuando la puerta de las monedas se abre. Si está apagado hay que chequear la puerta del monedero y el fusible F111 (o el puente rectificador BR4 y el condensador C11). Recorrido: La corriente alterna se origina en el conector J102 pines 1,2 y 3,4. Después pasa al fusible F111, puente rectificador BR4, condensador C11, LED5/TP7 (20 voltios corriente continua), y después al conector J107 pines 5,6 (Y J106 y J108).
- **LED6/TP8:** +18 voltios corriente continua del la matriz de lámparas. Normalmente encendido. Si está apagado chequear el fusible F114 (o el puente rectificador BR1 y los condensadores C6, C7). Aunque no suele fallar, hay un regulador de voltaje en Q2 (LM7812), un chip en U6 (LM339) y dos diodos en D1 y D2 (1N4004). Recorrido: La corriente continua se origina en el conector J101 pines 4,5 y 6,7. Después pasa a través del fusible F114, puente rectificador BR1, condensadores C6 y C7, LED6/TP8 (18 voltios continua), diodos D1 y D2, rectificador de voltaje Q2, fusible F115, LED1/TP3 (12 voltios de continua), luego pasa al conector J114 pines 1,2. También, antes de los diodos D1 y D2, el circuito se divide hacia el chip U6 LM339 y a los LED2/LED3.
- **LED7/TP1:** +12 voltios de continua del circuito de alimentación. Debe estar encendido. Si está apagado chequear el fusible F116 (o el puente rectificador de diodos BR5 y el condensador C30). Recorrido: La corriente alterna se origina en el conector J112 pines 1,2 y 3,5. Pasa a través del fusible F116, puente rectificador BR5, condensador C30, LED7/TP1 (12 voltios continua), y después al conector J118/J117/J116 pin 2.
- **TP6 (sin LED):** +50 voltios de alimentación de bobinas. La alimentación alterna se origina en el conector J102 pines 5,6 y 8,9. Luego pasa a través del fusible F112, puente rectificador BR3, condensador C8, TP6 (50-70 voltios continua), después al los fusibles F103/F104/F105 (y F102/F102), luego al conector J107, J106 J108, y J109.
- **LED2 (sin punto de test (TP)):** Este LED no está siempre instalado. Es un sensor de voltaje alto/bajo. Normalmente esta encendido, pero parpadea con las lámparas del tablero.
- **LED3 (sin punto de test (TP)):** Este LED no está siempre instalado. Es un sensor de voltaje alto/bajo. Normalmente apagado, pero parpadea con las lámparas del tablero.

LEDs, puntos de test (TP) y fusibles de la placa de alimentación WPC-95.

Como referencia, el TP107 está conectado a masa.

- **LED100/TP100:** +12 voltios corriente continua regulada. Debe estar encendido. Si está apagado hay que chequear los fusibles F101 y F106 (o los diodos D11-D14 y los condensadores C11, C12). Si el fusible F101 está fundido, la causa puede ser un chip U20 defectuoso en la placa de la CPU (mirar la sección [matriz de interruptores](#) para más detalles). No suele fallar. También hay un regulador de voltaje (LM7812) en Q2 y dos diodos (1N4004) en D1 y D2. Si el fusible F101 está fundido, se puede sospechar del regulador de voltaje Q2. La corriente alterna comienza en el conector J129, pines 6,7 y 4,5. Después pasa a través del fusible F106, diodos D11-D14, condensadores C12, C11, LED102/TP102 (18 voltios de continua), diodos D1-D2, rectificador de voltaje Q2, fusible F101, LED100/TP100 (12 voltios de continua), y por fin al conector J101 pines 1,2.
- **LED101/TP101:** +5 voltios de corriente continua. Si está apagado el juego no arrancará. Hay que chequear el fusible F105 (o los diodos D7-D10 y el condensador C9). Aunque no suele fallar, chequear el regulador de voltaje LM317 en Q1, el chip LM339 en U1, y los dos diodos 1N4004 en D23, D24. La corriente alterna comienza en el conector J129 pines 1,2. Pasa a través del fusible F105, diodos D7-D10, condensador C9, rectificador de voltaje Q1, LED101/TP101 (5 voltios continua), después a los conectores J101 pines 3,4 J138 pin 4, J129 pin 4, J140 pin 4, J141 pin 4.
- **LED102/TP102:** +18 voltios de continua de iluminación. Debe estar encendido (También puede parpadear con las luces). Si está apagado, chequear el fusible F106 (o los diodos D11-D14 y los condensadores C11, C12). La corriente alterna comienza en el conector J129 pines 6,7 y 4,5. Pasa a través del fusible F106, diodos D11-D14,

condensadores C12,C11, LED102/TP102 (18 voltios continua), diodos D1-D2, rectificador de voltaje Q2, fusible F101, LED100/TP100 (12 voltios continua), y al conector J101 pines 1,2.

- **LED103/TP103:** +12 voltios de continua no regulada. Debe estar siempre encendido. Si está apagado chequear el fusible F109 (o los diodos D3-D6 y el condensador C8). La corriente continua se origina en el conector J127 pines 1,2 y 3,5. Pasa a través del fusible F109, diodos D3-D6, condensador C8, LED 103/TP103 (12 voltios continua), y después a los conectores J138 pin 2, J139 pin 2, J140 pin 2, J141 pin 2.
- **LED104/TP104:** +20 voltios de continua (lámparas de flash). Normalmente encendido. Este LED se apaga cuando se abre la puerta del monedero. Si está apagado, chequear la puerta del monedero y el fusible F107 (o los diodos D15-D18 y el condensador C10). La corriente alterna comienza en el conector J128 pines 1,2 y 3,4. Pasa a través del fusible F107, diodos D15-D18, condensador C10, LED104/TP104 (20 voltios continua), y después a los conectores J133 pines 5 y 6, J134 pin 5.
- **LED105/TP105:** +50 voltios de continua (bobinas). Normalmente encendido. Este LED se apaga cuando la puerta del monedero se abre. Si está apagado chequear la puerta del monedero y el fusible F108 (o los diodos D19-D22 y el condensador C22). La corriente alterna comienza en el conector J128 pines 8,9 y 5,6. Después pasa a través del fusible F108, diodos D19-D22, condensador C22, LED105/TP105 (50-70 voltios continua), fusibles F102, F103, F104 y a los conectores J134 pines 1,2,3, J135 pines 1,2,3.

Pitidos de error en la tarjeta de sonido WPC pre-DCS (WPC alfanumérico, WPC matriz de puntos y WPC fliptronics).

- 1 Pitido: Tarjeta de sonido OK
- 2 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U9
- 3 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U18
- 4 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U15
- 5 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U14

Pitidos de error en la tarjeta de sonido WPC-DCS y WPC-S.

- 1 Pitido: Tarjeta de sonido OK
- 2 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U2
- 3 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U3
- 4 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U4
- 5 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U5
- 6 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U6
- 7 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U7
- 8 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U8
- 9 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido U9

Tarjeta Audio/Video WPC-95.

LED501: +5 voltios continua, normalmente PARPADEANDO (pero a menor velocidad que el LED203 de la CPU).

Pitidos de error en la tarjeta Audio/Video:

- 1 Pitido: Tarjeta Audio/Visual OK
- 2 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido S2
- 3 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido S3
- 4 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido S4
- 5 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido S5
- 6 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido S6
- 7 Pitidos: Fallo en la ROM de sonido S7
- 10 Pitidos: Memoria RAM estática errónea

3m. Cuando las cosas no funcionan: Error "Factory Settings Restored" (Configuración de fábrica restaurada). Problemas con las pilas.

Cuando se compra un pinball WPC usado y se enciende por primera vez, normalmente lo primero que sale en la pantalla es un error "Factory Settings Restored" (Restaurada la configuración por defecto). Este mensaje indica que la memoria RAM de la CPU en U8 ha perdido las opciones de configuración del juego.

Casi siempre este error está producido por que las 3 pilas "AA" están gastadas. Estas pilas deben ser cambiadas cada año con pilas alcalinas de buena calidad. (Las pilas son baratas pero la corrosión causada por las pilas puede salir muy cara). Las tres pilas deben proporcionar al menos +4 voltios de alimentación al chip U8 de memoria para evitar la pérdida de datos. Cuando la alimentación baja de estos 4 voltios, se pueden producir resets de esta memoria (y el mensaje de "Factory Settings Restored").

Un compartimiento de pilas dañado. A primera vista parece correcto pero un examen detallado revela que los dos contactos de la izquierda están corroídos, esto causa un contacto defectuoso con la pila).



Cambiando las pilas.

Si tu máquina está funcionando y es el momento de cambiar las pilas, puedes seguir el siguiente procedimiento:

- Enciende el juego.
- Quita el cristal del frontal para acceder a la placa CPU
- Fíjate bien en la orientación de las pilas (Todos los terminales positivos van hacia arriba o a la derecha en las máquinas WPC-S)
- Quita las baterías viejas y recíclalas.
- Comprueba los terminales por si hubiera corrosión. (puedes limpiarlos con un papel de lija medio si detectas corrosión). Si el compartimiento está dañado habrá que sustituirlo.
- Con un rotulador indeleble apunta la fecha en las pilas nuevas.
- Instala las pilas nuevas.
- Apaga el juego.

Si instalas las pilas con el juego encendido no perderás los ajustes ni los records de la máquina. Si la apagas sin pilas si los perderás.

Más datos sobre las pilas y mediciones de voltaje.

En todos los modelos de WPC (excepto en WPC-S), las pilas se instalan con el polo positivo hacia arriba. En WPC-S, el polo positivo va hacia la derecha. Para no perder la memoria ni los records, cambia las pilas con la máquina encendida. Después de instalar las nuevas pilas, apagar el juego. Ahora vamos a medir con un polímetro el voltaje de las pilas para comprobar que están instaladas correctamente y hacen buen contacto. Ponemos el terminal negro del polímetro en el polo negativo de la primera pila, y el terminal rojo el polo negativo de la última pila. Debemos medir entre 4.5 y 4.8 voltios.

Un punto débil: el portapilas.

Si después de cambiar las pilas, sigues teniendo un error "Factory Setting Restored" podemos empezar a sospechar del portapilas. Usa un polímetro para medir el voltaje de las pilas en la placa CPU. Con el juego apagado, pon el terminal negro a masa (por ejemplo en uno de los tornillos que sujetan la placa de la CPU). Y después pones el terminal rojo en cada una de los polos positivos de las pilas (los extremos superiores). En cada una de las tres pilas te debe medir valores diferentes, 1.5, 3.0, 4.5 para cada una de las pilas. Si no te dan estos valores podemos sospechar de uno de los terminales del portapilas. Estos pueden estar corroídos si las pilas no se sustituyen habitualmente. En este caso hay que reemplazar el portapilas o lijar y limpiar los terminales para quitar la corrosión.

Una sola pila puede estropear un pinball WPC. En esta imagen vemos una pila "sulfatada" por la parte de abajo. Esta corrosión ha caído sobre el chip y el zócalo que están por debajo de la pila.

El portapilas, el zócalo y el chip deben ser cambiados.

También la placa de la CPU debe ser limpiada con una mezcla de agua y vinagre al 50% (un medio ácido) para neutralizar la pila alcalina, y después aclarado con agua. Después de un secado de varios días (Si queda aunque solo sea una gota de agua, nos podemos despedir de la placa), hay que lijar las partes y las pistas corroídas, y reemplazar los componentes afectados. Si no limpiamos de esta forma la placa, la corrosión volverá.

El mejor portapilas, cuando haya que cambiar uno defectuoso, es el de plástico negro que llevan las pinballs WPC-S y posteriores. La referencia de Williams es # A-15814. Este nuevo diseño es mucho mejor que el usado en máquinas anteriores a WPC-S.



Si el portapilas está bien, y seguimos sin alimentación de baterías. Diodo D2 defectuoso o problema en RAM U8)

Si seguimos con problemas, lo siguiente a chequear es el diodo D2; este es un pequeño diodo de cristal, a la derecha del diodo D1. Con la máquina apagada y las pilas nuevas, mediremos con un polímetro (negro a masa) la punta con la banda roja del diodo D2 de la placa CPU. Y después la otra punta. El lado de la banda debe medir unos 0.5 voltios menos que el otro lado (que debe ser de unos 4.3 voltios). Si uno de los dos lados no mide o los dos lados miden lo mismo, con seguridad el diodo está mal. El diodo D2 es un 1N4148 o un 1N914.

Lo siguiente a revisar es el voltaje del chip U8 de RAM. Con el juego apagado debes tener un voltaje de 4.3 en los pines 26, 27 o 28 del chip U8. Si no los tienes el chip no está alimentado y el juego arrancará mostrando el mensaje "Factory Settings Restored". Notad que el pin 28 del chip U8 está al contrario que el pin 1 y el pin 1 es el que está marcado con el "punto" en la parte de arriba del chip.

Puede seguir habiendo problemas a pesar de haber instalado pilas nuevas y tener los voltajes correctos. Si el juego continua dando el mensaje de "Factory Setting Restored" o "Set Time and Date", puede ser que el chip de memoria RAM U8 esté defectuoso. En algunos casos un chip U8 defectuoso causa que las pilas se agoten rápidamente (en pocas semanas). También hay que comprobar varias veces el compartimiento de las pilas ya que cualquier mínima corrosión puede hacer que el voltaje sea correcto pero que limite la intensidad y cause problemas. El chip U8 es un 6264-L o un chip de RAM 2064.

Las pilas se agotan muy rápido.

En las máquinas WPC las pilas suelen durar años. Si las pilas se agotan rápidamente (en unos días), probablemente el diodo D1 esté mal. Si falla este diodo, las pilas intentan alimentar a la placa de CPU entera (en lugar de al chip U8 de RAM). Esto provoca que se agoten rápidamente. El diodo D1 es un diodo pequeño de cristal, al lado del diodo D2. En la generación WPC-S y anteriores está a la derecha del chip grande U9. En WPC-95, está justo debajo del compartimiento de pilas.

También hay que chequear el diodo D2. Con el juego apagado y las pilas nuevas instaladas, pon el polímetro midiendo continua y el terminal negro a tierra. Con el terminal rojo mide las dos puntas del diodo. El lado con una banda debe medir 0.5 voltios menos que el otro lado (que debe estar a unos 4,3 voltios) Si solo uno de los lados mide correctamente entonces el diodo esta mal. D2 es un diodo 1N4148 o 1N914.

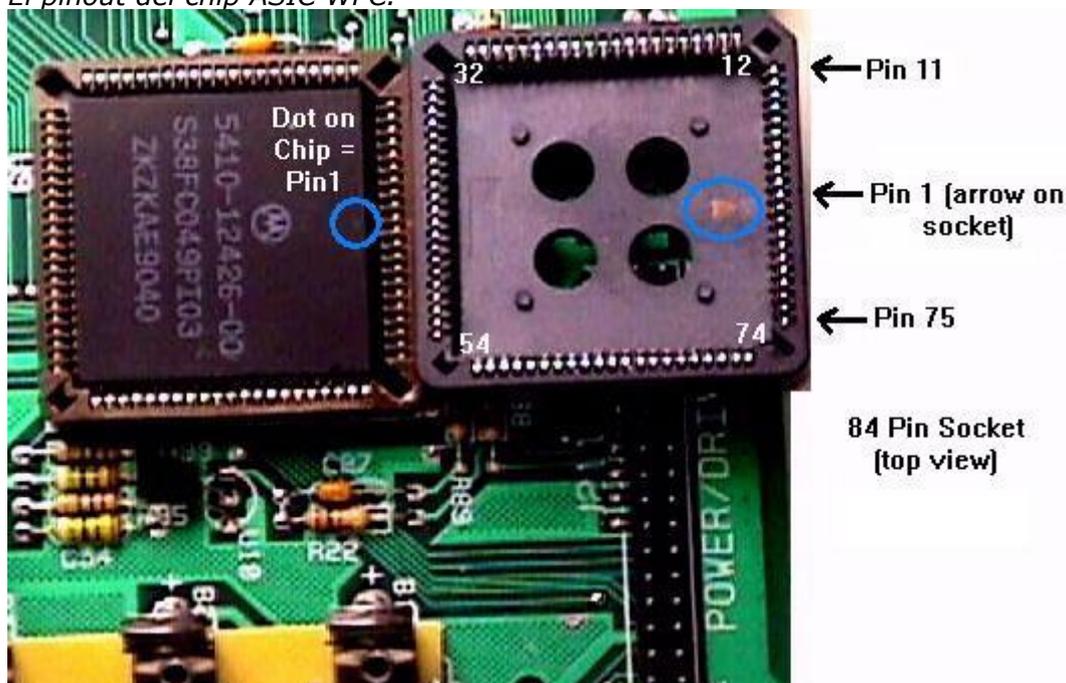
Las pilas se calientan.

Otro problema que puede ocurrir es que las pilas se calienten. Si no se arregla esto las baterías seguramente se corroerán e incluso pueden llegar a explotar. Esto ocurre cuando la corriente se invierte y las baterías se cargan. Este problema es causado por un diodo D2 defectuoso (1N4148).

¿Alimentan las pilas algún componente más?

Pues sí. Además del chip de RAM U8, las pilas también suministran corriente al chip ASIC (Application Specific Integrated Circuit) un chip grande de 84 pines en la posición U9 dentro de un socket PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier). A causa de que el microprocesador principal 6809 (el cerebro del juego en la placa CPU) tiene un reloj poco preciso, la información del reloj WPC está generado por el chip U9 ASIC. Un polímetro puede medir el voltaje de las pilas en los pines 1, 22, 43 y 64 del chip. Si no miden 4 voltios, hay que sospechar del socket PLCC del chip U9. Estos sockets son delicados y se pueden corroer fácilmente por unas pilas sulfatadas.

El pinout del chip ASIC WPC.





¡El reloj de mi máquina va muy lento!

Hay un reloj interno que mantiene la fecha y la hora del sistema WPC. En los ajustes de la máquina se puede activar la visualización del reloj y se mostrarán en la pantalla de puntos. Si notas que el reloj va mas lento de lo debido (se atrasa), o el juego no es capaz de recordar la fecha y la hora cada vez que enciende, las baterías están agotándose y se tienen que cambiar. Si sigues teniendo este problema mira los conectores del portapilas. Pueden estar corroídos y causar resistencia y menor voltaje al chip U8.

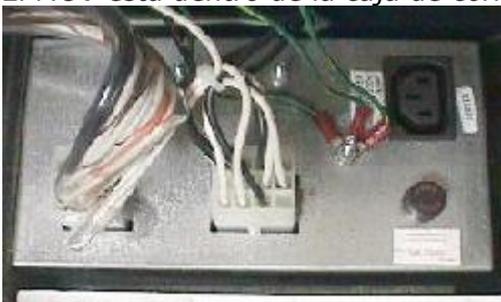
3n. Cuando las cosas no funcionan: Descargas atmosféricas y sobretensiones.

Todas las máquinas de Williams WPC son sistemas muy resistentes. Están bien protegidas contra sobretensiones producidas por ejemplo por tormentas y rayos. Hay varias líneas de defensa contra sobretensiones:

- Excelente masa.
- MOV (metal oxide varistor)
- Fusible de línea
- Transformador de corriente (todos los voltajes pasan por el transformador)
- Puentes rectificadores

Si una sobretensión alcanza una maquina WPC, normalmente se fundirá el fusible de la línea y el MOV. Que el daño alcance más allá es muy difícil. Para reparar la máquina solo tienes que cambiar los dos componentes, el fusible y el MOV:

El MOV está dentro de la caja de corriente.



El MOV es un disco verde soldado entre los terminales



El MOV (metal oxide varistor) (varistor de metal óxido) está diseñado para tener gran resistencia. Pero cuando el voltaje pasa de lo permitido, internamente se cortocircuita. Esto funde el fusible de línea inmediatamente y la máquina deja de recibir alimentación, salvando todo menos el fusible y el propio MOV. Pequeñas sobretensiones y picos pueden ser absorbidos por el MOV sin estropearse pero si son muchas el MOV acabara fundiéndose.

El MOV está situado en la caja de metal que hay al lado de la puerta de las monedas. Si necesitas cambiarlo, estos son los valores que se necesitan:

- Europa (220/240 voltios): MOV de 275 voltios.
- Norte América (115 voltios): MOV de 150 o 130 voltios.

El valor es el voltaje a partir del cual el MOV se cortocircuita. Cuanto menor sea el valor mayor es la protección. Pero recuerda que el circuito de alimentación tiene más protecciones contra las sobretensiones además del MOV, así que si elegimos un valor muy bajo, puede que tengamos que cambiarlo por pequeñas sobretensiones. En las tiendas de electrónica no debe ser muy difícil encontrarlo

3o. Cuando las cosas no funcionan: Problemas con el sonido.

La tarjeta de sonido A-12738 anterior al DCS.

La primera tarjeta de sonido del sistema WPC, anterior al sistema DCS (anterior a la Indiana Jones, y utilizada desde Funhouse hasta Twilight Zone) tiene la referencia A-12738. Esta tarjeta tiene una CPU 68B09E, un sintetizador de sonido FM de 8 voces YM2151/YM3012 (hardware de sonido de 8-bits), un DAC AD-7524 para procesar muestras digitales de 8-bits y un chip CVSD 55536 para las voces. Esta tarjeta de sonido A-12738 tiene unas prestaciones similares a la tarjeta de sonido D-11581 del System11, pero con mucha más memoria ROM (lo que permite muchas más voces, música y efectos sonoros). La circuitería de entrada/salida (I/O) también está mejorada, permitiendo a la tarjeta CPU un mayor control de la tarjeta de sonido.

Line-Out.

La tarjeta A-12738 previa al DCS, tiene una toma de salida de línea ("line out"), a través del conector J509. Es una toma de la señal analógica mezclada (desde los tres dispositivos de generación de sonido, sintetizador, DAC y voces) antes de que esta vaya a los circuitos de control de volumen y al amplificador final. El pin 1 del conector J509 es la masa analógica, y el pin 3 es la salida de sonido.

Por desgracia, se necesita hacer algo más que simplemente enchufarse en el conector J509 para tener un "line out" operativo. En pinballs anteriores al DCS: En el lado componentes de la tarjeta, suelta la resistencia R102 en el extremo que conecta con el pin 3 de J509. En el lado de soldaduras, conecta un puente entre el negativo del condensador C21 y el taladro a la izquierda de la resistencia R102 (que conecta con el pin 1 de J509). Esto proporciona un line-out operativo en J509 con los pines indicados anteriormente. El line-out que se consigue con esta modificación es de nivel fijo y no se verá afectado por el control de volumen del pinball.

Para tener un line-out en un pinball WPC DCS (anteriores al WPC95), simplemente añade un conector molex macho de dos pines de .156" al conector J6 de la tarjeta de sonido (el pin izquierdo es audio y el derecho es masa).

En pinballs WPC-95, simplemente añade el conector molex de dos pines al conector J509 de la tarjeta de sonido J509 (el pin izquierdo es masa y el derecho es audio). El line-out en pinballs DCS y WPC95 se controla directamente desde los botones de control de volumen del pinball en el interior de la puerta del monedero.

Control del Volumen.

La tarjeta de sonido pre-DCS, A-12738, tiene un chip específico para el control del volumen (U5, un Z-pot electrónico) que permite comandos software para controlar el volumen. En esta tarjeta de sonido existe la opción de instalar un potenciómetro convencional tipo resistivo para realizar esta función. Para ello hay que quitar el puente W9 de la tarjeta A-12738 para desconectar el circuito de control por software. Luego se conecta un potenciómetro (cualquiera entre 5k y 200k ohmios debería funcionar) en el conector J507:

- J507 pin 2: A la patilla central de potenciómetro (cursor)
- J507 pin 4: A la patilla exterior del potenciómetro (masa analógica)

Consejos generales de reparación del sonido.

El sonido en los pinballs WPC es muy robusto; es algo que no suele fallar. No obstante, aquí van algunas cosas que pueden fallar relacionadas con el sonido:

- ¿No funciona el sonido o funciona de modo intermitente? Comprueba el altavoz grande en la parte inferior del mueble. Si una de las patillas está desconectada, o el altavoz está roto el sonido podría no llegar a los otros altavoces! En ocasiones los fastos de conexión del altavoz inferior están algo flojos y cuando una solenoide del tablero se activa el sonido se puede cortar de forma intermitente.
- Re-asienta los conectores de cable plano de la tarjeta de sonido. Sorprendentemente, esto soluciona muchos de los problemas de sonido del sistema WPC.
- ¡Comprueba que los chips EPROM no tienen pines doblados y que están bien insertados! Esto es bastante frecuente. Las EPROMs son casi los únicos chips que van en zócalos en la tarjeta de sonido, y con cierta frecuencia la gente quita/cambia/actualiza los chips (sobre todo los coleccionistas), y a veces al volver a colocar los chips en los zócalos, un pin o varios pueden doblarse y no entrar bien en el zócalo. Si esto ocurre, simplemente saca el chip, pon bien la patilla doblada y reinserta el chip con cuidado. Un problema peor sucede cuando se inserta el chip al revés (el rebaje en la EPROM debe coincidir siempre con el rebaje en el zócalo). Esto estropearía el chip de la EPROM de forma irreversible. Cualquiera de estos dos casos, pin doblado o chip insertado al revés, pueden provocar que la tarjeta de sonido no funcione o que funcione de forma intermitente.
- Altavoces fundidos: en efecto, esto sucede más a menudo de lo que podría pensarse. A veces los operadores ponen el volumen tan alto que llegan a fundir los altavoces. Se pueden probar los altavoces (con el pinball apagado) usando una batería de 9 voltios. Durante un instante conecta la batería a las patillas del altavoz. Si el altavoz está bien

debes oír el tirón en del cono del altavoz. Comprueba todos los altavoces, a veces si un altavoz está fundido, los demás tampoco funcionan.

- Amplificador principal mal: En los juegos pre WPC-DCS, la tarjeta de sonido monta un chip LM1875 como amplificador principal. El chip tiene un disipador grande montado encima. A menudo, este componente falla por sobrecalentamiento y cuando sucede, el síntoma es que el sonido funciona bien hasta que el pinball coge temperatura tras unos cinco minutos de estar funcionando. Luego el sonido empieza a cortarse intermitentemente. Puedes pinchar con una sonda lógica en las patillas del LM1875. Si en una de las patillas el beep de la sonda coincide con el corte del sonido, el LM1875 está probablemente mal. El LM1875 en la posición U1 en la tarjeta de sonido del WPC (no se usa en pinballs WPC-DCS ni WPC-95).
- Amplificadores principales mal: En juegos WPC-DCS y WPC-95, los amplificadores TDA2030A son también bastante frágiles. En WPC-DCS están en U27 & U28 y en WPC-95 en U5 & U6 (no se usan en juegos anteriores al DCS).
- Comprueba también los dos amplificadores operacionales TL084. Dependiendo de la revisión de la tarjeta de sonido, estos amplificadores de audio pueden tener efecto sobre algunos de los sonidos que amplifican. En WPC estos operacionales son U7 y U8, en WPC-DCS son U21 y U29, y en WPC-95 son U1 y U2.
- Diodos rectificadores mal en la tarjeta de sonido. Con frecuencia tienden a fugar y pueden original problemas intermitentes antes de averiarse totalmente.

Volumen a TOPE y no se puede bajar.

El control de volumen de todos los pinballs WPC es electrónico. En juegos anteriores al DCS, se controla a través de un potenciómetro electrónico prom. Este E-pot es un X9503, localizado en U5 en la tarjeta de sonido. Si los botones para subir y bajar el sonido no funcionan, y el volumen está atascado en el máximo, este es el primer componente que se debe comprobar. También el condensador C18 (47 mfd, 25 voltios) que está conectado al E-pot puede ser la causa del fallo y hay que comprobarlo. Como se mencionaba anteriormente, el control de volumen electrónico puede deshabilitarse quitando el puente W9 de la tarjeta de sonido A-12738 que desconecta el circuito de control de volumen por software. Luego conecta un potenciómetro (cualquiera entre 5k a 200k ohmios debería funcionar) en el conector J507:

- J507 pin 2: A la patilla central del potenciómetro
- J507 pin 4: A la patilla exterior del potenciómetro (masa analógica)

Ruido de Fondo y Pitido Estridente.

Una Tarjeta de sonido con problemas puede producir mucho ruido de fondo. El cuádruple amplificador operacional TL084 (U7 y U8 en WPC, U21, U29 en WPC-DCS, U1 y U2 en WPC-95) puede ser el responsable. También el amplificador TDA2030A (U27 y U28 en WPC DCS, U5 y U6 en WPC-95) puede provocar esto. Finalmente los condensadores grandes de 4700 mfd y 35 voltios (o 10,000 mfd en WPC-95/WPC-DCS), también pueden originar este problema. Comprueba también que no haya soldaduras rotas en estos condensadores (puedes soldar puentes con cables, como se explicaba en otro capítulo de esta guía para los puentes rectificadores de la tarjeta power-driver).

Otro problema que he visto en una tarjeta de sonido WPC DCS es un pitido realmente fuerte que se producía tan pronto como se encendía el pinball (en este caso era una Jackbot). El control de volumen no conseguía bajar el pitido y el sonido normal del juego podía oírse por detrás de pitido. El pitido era tan fuerte que obviamente era difícil aguantar con el juego encendido más de unos segundos.

Lo primero que hice es aislar la CPU de la sección amplificadora. Esto se consigue desconectando el cable plano de la tarjeta de sonido y sacando las EPROMs de sonido. De esta manera la CPU de la tarjeta de sonido no puede ejecutar código y básicamente se separa a la CPU del amplificador. El pitido continuaba, indicando que el problema no estaba en el procesamiento digital del sonido, sino en la amplificación del mismo.

Mirando los esquemas se ve que los únicos componentes que no están involucrados en el procesamiento digital del sonido son el par de amplificadores operacionales TL084 y los amplificadores TDA2030A. En este caso era un TL084 averiado el que estaba causando el problema.

Zumbidos y ruido de fondo, los Condensadores de Filtro de la Tarjeta de Sonido.

Estos condensadores provocan a menudo fallos menores en el sonido como zumbidos y ruido de fondo. En estos condensadores son comunes las roturas en las uniones soldadas. Soldar puentes con cables desde las pistas de la placa directamente hasta las patillas de estos condensadores soluciona con frecuencia muchos problemas (como se explicaba antes para los puentes rectificadores de la tarjeta power-driver).

- WPC-95: C36 y C37, son de 10,000 mfd a 35 voltios.
- WPC-DCS: C20 y C21, son de 10,000 mfd a 35 voltios.
- WPC: C24 y C25, son de 4700 mfd a 35 voltios.

Sonido débil y con chirridos o ruido de fondo en los primeros pinballs WPC-95.

Los primeros pinballs WPC-95 (Scared Stiff por ejemplo) tienen dos condensadores montados en C47 y C51 en la tarjeta A/V. Estos dos condensadores están localizados entre los chips U5/U6, cerca de los conectores J505/J504. En pinballs posteriores del WPC-95, estos dos condensadores fueron eliminados. Si uno de estos primeros pinballs WPC-95 tiene ruido de fondo o un sonido débil con chirridos, un primer paso para intentar solucionar el problema es eliminar estos dos condensadores. No cuesta nada y a menudo soluciona el problema.

Cortes intermitentes de sonido y estridencias.

Después de estar jugando a un pinball WPC durante un rato (5 minutos o más), el sonido empieza a cortarse o en algunos casos empieza a sonar un tono muy estridente que puede hacerse más y más fuerte hasta llegar a fundir el altavoz (o tus tímpanos). Si apagas el juego y lo vuelves a encender el problema vuelve a aparecer muy pronto. En ocasiones puedes jugar durante un buen rato sin que suceda. A veces, los radiadores de los amplificadores TDA están muy mal unidos al propio amplificador, y esto provoca un sobrecalentamiento en los mismos poniéndose al rojo vivo. La solución es simplemente soltar los radiadores, poner grasa térmica (la pasta blanca conductora del calor) y volver a montar el radiador, utilizando una arandela de presión o una tuerca autoblocante para prevenir que pueda aflojarse.

Chip Amplificador TDA2030A.

Este es un chip bastante frágil utilizado en pinballs WPC-DCS y WPC-95. Viene en dos versiones; la TDA2030 y la TDA2030A. Es mucho mejor la versión TDA2030A, ya que la TDA2030 no tiene potencia suficiente y puede distorsionar el sonido cuando el volumen es muy alto.

Zumbido ruidoso en los altavoces.

Problema: un zumbido molesto en los altavoces que no cambiaba en intensidad al incrementar el volumen del pinball. Esto a menudo es producido por los grandes condensadores de filtro en la tarjeta de sonido (como se mencionaba anteriormente). En los primeros pinballs WPC, son los condensadores C24 y C25. En pinballs WPC-DCS, son C20 y C21. Por último en WPC-95, son C36 y C37. Para solucionar este problema, comprueba que no haya soldaduras rotas en las patillas de estos condensadores. Soldar puentes con cables directamente desde las pistas de la placa hasta las patillas de estos condensadores soluciona con frecuencia el problema (como se explicaba para los puentes rectificadores de la tarjeta power-driver).

"Pops", chip LM1875 sobrecalentado y altavoces en corto.

Problema: en pinballs WPC anteriores al DCS, la tarjeta de sonido funcionaba, pero cortocircuita los altavoces. Primero los altavoces empezaron a hacer "pop" (no muy fuerte), más o menos cada segundo. Finalmente los altavoces acabaron cortocircuitándose y se estropearon. Además el radiador de chip LM1875 de la tarjeta de sonido se ponía muy caliente. Midiendo voltaje de continua en los altavoces, se encontró que había 40mV (No debería haber voltaje de continua).

Solución: Al principio parecía que el LM1875 estaba mal. Pero el problema real estaba en los condensadores que alimentan al LM1875. Se cambiaron los condensadores C46-C47 (1 mfd Tant), C20 (10 mfd), C22 (22 mfd), C23 (.22 mfd), y el problema desapareció. El radiador de LM1875's ya no se calentaba.

El toque de atención aquí era el voltaje de continua en los altavoces, que señalaba a los condensadores. Debe haber cero voltios de continua en los altavoces. Un voltaje tan pequeño como 5mV de continua en los altavoces puede hacer que el LM1875 se caliente demasiado.

Repuestos de altavoces.

Todos los altavoces en un pinball WPC son de 4 ohmios. No se debe utilizar altavoces que no sean de este valor.

El altavoz que con más frecuencia se estropea es el tweeter del cabezal (el altavoz derecho mirando según nos ponemos para jugar). Es un pequeño altavoz de 3.5" con un condensador puesto en el terminal negativo del altavoz (el condensador actúa de filtro dejando pasar sólo las frecuencias altas del sonido).

Una fuente en Internet para conseguir altavoces de repuesto (mejorados) es PinballPro.

Error de Interfase en la Tarjeta de Sonido y Problemas de Checksum en las ROMs del sonido.

Este es un problema bastante raro. Cuando se enciende el pinball aparece el mensaje "sound board interface error" o "sound ROM checksum" en el display. No obstante, a menudo el juego aparentemente funciona.

La primera cosa a intentar es reasentar todos los conectores de cable plano. Si con esto no se soluciona, normalmente el problema será un fallo en las ROMs de sonido. Si el error persiste, apaga el pinball y saca TODAS las ROMs de la tarjeta de sonido. Enciende el pinball y en vez de oír un "bong", como es lo habitual, debes escuchar dos "bongs". Apaga el pinball y reinstala la primera ROMs de sonido (U9, U2, o S2, dependiendo de la generación WPC). Vuelve a encender el pinball y se deben escuchar tres "bongs". Sigue añadiendo una ROMs cada vez. Si hay un problema en una de las ROMs de sonido, aparecerá en el display el mensaje de error de checksum o de interfase cuando reinstalemos la ROM problemática. Si sucede esto hay que cambiar la ROM en cuestión.

Fusible fundido en la tarjeta de sonido.

Un usuario nos comenta, "En la tarjeta de sonido de mi Terminator 2, A-12738-(50013 en este caso), el fusible F501 se fundía cada vez que encendía el pinball. La avería estaba en el diodo D2 que estaba en corto. Sospecho que cualquiera de los diodos D1-D4 de la tarjeta A-12738 que quede en corto provocará que se funda el fusible."

Música y Efectos Mal Balanceados.

Esta es una historia que nos cuenta Phil Brown: Rastreando una avería, decidí intercambiar las tarjetas de sonido entre una Addams Family y una Funhouse para intentar determinar si el problema estaba localizado en la tarjeta de sonido. Después de hacerlo, al empezar una partida en la Addams me di cuenta que las voces y los efectos sonaban mucho más alto que la música, como si el balance entre ellos hubiera cambiado. Al empezar una partida en la Funhouse me encontré con lo contrario - era mucho más difícil oír las voces de Rudy's sobre la música. Esto despertó mi curiosidad y echando un vistazo a los esquemas de la tarjeta de sonido de la Funhouse, parece que hay cuatro fuentes de sonido, CVSD, CH1, CH2 y DAC. Justo antes del punto donde todas son mezcladas, van a través de cuatro resistencias, R22-R25. En los esquemas, R25 y R22 son de 150k, mientras que R23 y R24 son de 120k ohmios. R23/R24 son las salidas de CH1 y CH2, que supongo que son los canales de música. Las otras dos son la salida de CVSD y DAC, que supongo que corresponden a las voces y a los efectos de sonido. También miré los esquemas en el libro "WPC Theory of Operation" y venía igual. Luego miré la lista de piezas en los manuales de la Funhouse y de la TAF - entonces mi teoría se confirmó. Esto es lo que encontré:

R#	Schem.	Funhouse	Addams
R25	150k	120k	120k
R24	120k	150k	56k
R23	120k	150k	56k
R22	150k	120k	120k

Por lo tanto, al menos en estas dos máquinas, Williams ha cambiado los valores de estas resistencias para cambiar el balance entre voces/efectos de sonido y música. En la Funhouse le han dado más caña a las voces y a los efectos, mientras que en la Addams le han dado más caña a la música. Esto significa que las tarjetas de audio WPC no son tan intercambiables entre distintos pinball como pensaba; funcionar si que funcionan pero pueden sonar muy diferentes.

p. Cuando las cosas no funcionan: Problemas en la Iluminación General (GI).

Nota: esta sección no cubre los problemas de los conectores de iluminación general quemados que se tratan extensamente en [Conectores quemados de GI \(y Diodos GI en WPC-95\)](#).

El Mayor Problema con la Iluminación General en Pinball WPC.

Después del problema de conectores quemados (mira en [Conectores quemados de GI](#)), la mayor fuente de problemas asociados a la GI son las pistas rotas en la tarjeta de drivers! Es típico encontrar tarjetas con los pines cambiados en los conectores de GI, pero ¿se comprobó la continuidad de estos pines, uno por uno, hasta los fusibles y los triacs? Yo me encuentro con este problema constantemente en tarjetas donde se han cambiado los conectores y en las que los casquillos de los taladros de los pines del conector están rotos. Está bien cambiar los pines de los conectores, pero si no hay continuidad hasta los triacs o los fusibles, la GI no funcionará. En todas las tarjetas que he arreglado, nunca he visto un triac mal, pero constantemente veo pistas rotas entre las que van a los pines del conector, impidiendo que la GI funcione correctamente.

Es algo muy fácil de comprobar. Pon el DMM para medir continuidad, y comprueba la continuidad entre los pines del conector y los fusibles y los triacs. Necesitarás los esquemas para saber a que fusible y triac corresponde cada pin. Si no te funciona alguna sección de la GI, y tienes todos los fusibles bien, es bastante probable que tengas un problema de pista rota en la tarjeta (lo más corriente es una rotura en el casquillo del taladro de uno de los pines del conector).

Control de la Iluminación General por la CPU.

Cuando se enciende un pinball WPC, las lámparas de la GI no se encienden inmediatamente (a diferencia de la mayoría de los demás pinballs electrónicos). Sólo cuando la tarjeta CPU ha arrancado totalmente e inicializado el juego, se encienden las lámparas de la GI. Esto pasa porque la iluminación general es controlada por la CPU a través de triacs en la tarjeta de drivers. La única excepción a esto sucede en pinballs WPC-95. En estos las lámparas de GI del cabezal no están controladas por triac; por eso se encienden tan pronto como se enciende el pinball (las lámparas GI de la mesa siguen estando controladas por triacs y no se encienden hasta que el juego se inicializado totalmente). Por eso la intensidad de las lámparas GI del cabezal no puede controlarse con la CPU y están siempre a tope.

Las especificaciones de los triacs utilizados para los circuitos GI tienen bastante margen. Por ejemplo cualquiera de los siguientes vale: BT138-600E, BTA12-600, NTE5671 (800v 16amp), NTE56010 (800v 15amp), o NTE56008 (600v 15amp).

Las Lámparas GI no Atenúan.

Utilizando el test de diagnóstico de iluminación general (GI), se puede ajustar el brillo de las distintas secciones de GI desde muy tenue hasta muy brillante (1=máxima atenuación, 8=máximo brillo). Si esta opción no funciona (es decir, las lámparas GI permanecen con el mismo brillo independientemente de como estén ajustadas), puede ser que falle el circuito de detección de paso por cero (zero-cross). El circuito de detección de paso por cero se utiliza para varios propósitos, uno de lo cuales tiene que ver con el reset del sistema y otro con el control de brillo de las lámparas de iluminación general. En la tarjeta driver parte del circuito de detección de paso por cero está formado por los diodos D3 y D38 (localizados justo debajo del conector J109), ambos están alimentados desde la tarjeta driver por pistas que van hasta el puente rectificador BR2. Como BR2 es un componente que se cambia con cierta frecuencia, a veces las pistas que van a D3/D38 se rompen. Esto provoca que las lámparas de iluminación general no puedan atenuarse (y también resets aleatorios del juego). Por tanto, cuando tengas que cambiar el puente rectificador BR2, asegúrate de medir continuidad con el DMM entre las dos patillas de alterna (AC) del puente rectificador y las patillas del lado "opuesto a banda" de los diodos (mirando en el lado de pistas la patilla arriba izquierda de BR2 va a D38, mirando en el lado componentes la patilla inferior izquierda de BR2 va a D3). Gracias a Jerry Clause por la información.

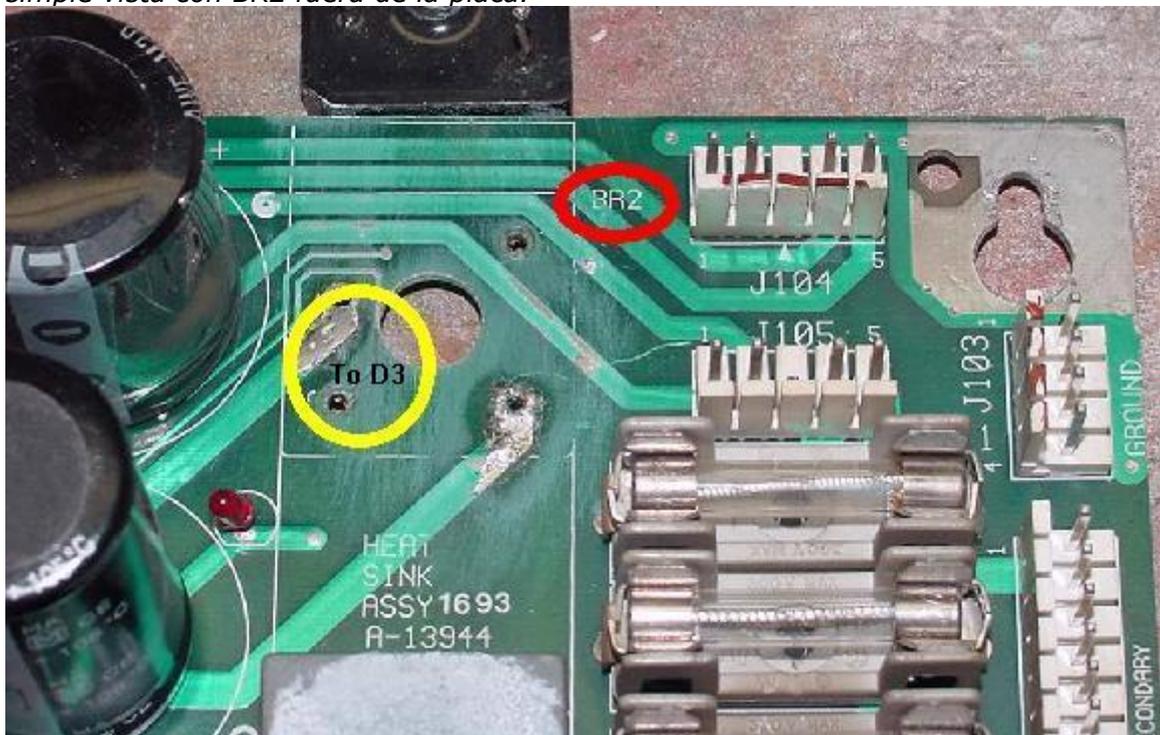
Triacs.

Los Triacs permiten que el software pueda controlar la intensidad de los circuitos GI. En esto está implicado el chip U1 (74LS374) de la tarjeta de drivers, que dispara los Triacs a través de transistores PNP que actúan como drivers. Cuando una salida del chip está a nivel bajo, la puerta del triac correspondiente está a nivel alto, y el triac deja paso de corriente.

Con la máquina encendida, midiendo tensión de alterna con el polímetro, conecta la punta negra a tierra y ve tocando con la punta roja el tornillo que sujeta el radiador de cada uno de los triac, la lectura debe estar en torno a 1 voltio de alterna (o un poco menos) si todas las cadenas de lámparas de GI están encendidas. Esto es un indicador de que el Triac está funcionando bien. Toca también cada uno de los radiadores, deben estar algo calientes. Si alguno está frío, probablemente no se esté encendiendo y puede ser el responsable de un fallo en la cadena de lámparas correspondiente (pero mi experiencia es que el triac rara vez es la causa del fallo - lo habitual es que el problema esté en el conector de entrada J115, el fusible, una pista rota o los conectores de salida).

Un triac es parecido a un interruptor. Tiene un pin de entrada, un pin de salida y una "puerta" de control ("gate"). Cuando la puerta está a nivel lógico alto hay conducción entre la entrada y la salida del triac (interruptor cerrado). Para encender una sección de lámparas GI, el chip U1 (74LS374) pone a nivel bajo el pin correspondiente, esto hace que el transistor PNP driver del triac se ponga a conducir, el colector del transistor se pone a 5 voltios y como está conectado a la puerta del triac "gate", el triac queda "encendido". Cuando esto sucede el voltaje de alterna del conector J115 (que viene del secundario del transformador), que está siempre presente en la entrada del triac pasa a la salida y completa el circuito para encender las lámparas correspondientes. Los triacs pueden encenderse y apagarse muchas veces por segundo, esto permite "recortar" la onda de la corriente alterna tanto como queramos y de esta forma ajustar la tensión que llega a las lámparas. En definitiva esto es lo que permite ajustar el brillo final de las mismas.

Lado componentes de una tarjeta driver (WPC-S y anteriores). Observa la pista rota (círculo amarillo) entre BR2 y el diodo D3, esto se puede ver a simple vista con BR2 fuera de la placa.



Lado soldaduras de una tarjeta driver (WPC-S y anteriores). Observa la pista (círculo rojo) que va al diodo D38, y que puede romperse con facilidad en BR2.

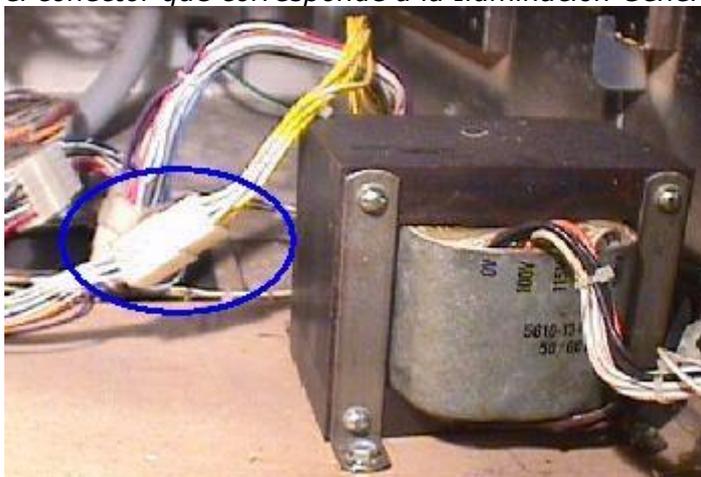


Si las lámparas GI siguen sin poder atenuarse, cambia el chip del circuito detector de paso por cero LM339 en U6 (o U1 en WPC-95) de la tarjeta driver. Esto normalmente solucionará el problema (asumiendo que no hay pistas rotas en la placa). El fallo también puede estar en el chip 74LS374 en U1 (o U2 en WPC-95). Ten en cuenta que si hay problemas en el circuito detector de paso por cero afectará a todas las secciones de GI, si el fallo no ocurre en todas las secciones, entonces hay que sospechar de los triacs de las secciones que no pueden atenuarse y/o de los transistores driver correspondientes a estos triacs.

La Iluminación General no Funciona (y todo parece estar bien en la tarjeta driver).

Si los conectores, pistas y fusibles GI en la tarjeta driver están bien, lo siguiente a comprobar es el conector GI que viene del transformador que está en el mueble. A menudo con solo desenchufar y enchufar este conector varias veces los pines se limpian y vuelven a hacer buen contacto.

En el transformador, el conector con los cables amarillos es el conector que corresponde a la Iluminación General.



Probando los Triacs de Iluminación General.

Los triacs de la tarjeta de drivers son los dispositivos que controlan la intensidad de las lámparas de las cadenas de GI. Nunca he tenido que cambiar ninguno, pero por si acaso este es el método para probar un triac.

Un triac es básicamente un Rectificador Controlado de Silicio o tiristor, SCR (Silicon Controlled Rectifier), que es bipolar (lo que lo hace muy apropiado para la corriente alterna). Un SCR tiene un Cátodo (etiquetado a menudo con "K"), Ánodo y Puerta (en vez de Base, Colector y Emisor como en el caso de los transistores). Por eso el triac tiene tres terminales, que se etiquetan como **Puerta**, "**Terminal Principal 1**" (MT1, Main Terminal 1) y "**Terminal Principal 2**" (MT2, Main Terminal 2). MT1 es el Cátodo y MT2 el Ánodo.

El test normal de diodos de un multímetro no es apropiado para probar un triac (o un SCR), porque estos dispositivos necesitan una señal de disparo. Todo lo que puedes deducir con la prueba de diodos del DMM es si el triac está cortocircuitado, pero nada más.

Debido a esto, para probar un triac, se necesita algún tipo de fuente de energía externa. La forma más fácil de hacerlo es usando una pila de 9 voltios. Esta es la manera de conectar la pila y la lámpara de prueba (555 o #44) para realizar el test. Probablemente haya que hacerlo con el Triac desoldado de la placa.

- Triac MT1 (Cátodo): al negativo de la pila.
- Triac MT2 (Ánodo): a un extremo de la lámpara de prueba.
- Puerta del Triac: se conecta a MT1 (Cátodo) a través de una resistencia de 50 ohmios.
- El otro extremo de la lámpara: al terminal positivo de la pila.

Ahora mueve un instante la resistencia desde la Puerta hasta MT2 (Ánodo). La lámpara debe encenderse. Pon de nuevo la resistencia en MT1 (Cátodo), la lámpara debe permanecer encendida.

Como un Triac es bipolar, invierte la polaridad intercambiando los cables que van a la pila y repite el test anterior. Debe funcionar de la misma manera.

Cortocircuitos en la Iluminación General (Fusibles fundidos en la GI).

Si un fusible se funde y se vuelve a fundir cuando lo reponemos, entonces es que hay un corto en algún lugar. Lo primero es determinar si el problema está en la propia tarjeta Driver o fuera de ella. Desconecta el conector de salida de GI correspondiente a la cadena que alimenta el fusible (J119, J120, J121 o J105, J106 en WPC95), cambia el fusible y enciende el pinball. Usando un polímetro, comprueba que hay tensión (sobre 6.3 voltios de alterna) en la sección correspondiente. En pinballs WPC-S y anteriores:

- GI Sección 1: J120 pin 1 y J120 pin 7 (fusible F110).
- GI Sección 2: J120 pin 2 y J120 pin 8 (fusible F109).
- GI Sección 3: J120 pin 3 y J120 pin 9 (fusible F108).
- GI Sección 4: J120 pin 5 y J120 pin 10 (fusible F107).
- GI Sección 5: J120 pin 6 y J120 pin 11 (fusible F106).
- GI Sección 5: J119 pin 1 y J119 pin 3 (fusible F106).

Si con el conector quitado no se funde el fusible y el voltaje en la tarjeta driver es correcto, entonces el cortocircuito está en algún lugar del cabezal o de la mesa. Algunas causas frecuentes de cortocircuitos en las cadenas de GI son restos de soldadura u objetos metálicos (arandelas, tuercas, etc) que han caído sobre algún portalámparas, cables pelados tocando alguna parte metálica, terminales del portalámparas tocando un cable ajeno o alguna parte metálica, un portalámparas cortocircuitado o incluso una lámpara cortocircuitada.

Con el pinball apagado y con el conector todavía quitado, usa el polímetro para probar si dan continuidad con tierra alguno de los dos cables que alimentan a la cadena de lámparas de GI problemática (ten en cuenta que con que haya una lámpara insertada, si uno de los cables da continuidad con tierra, el otro también lo dará). Si un cable da continuidad con tierra, examina bien todo su recorrido buscando donde se produce el contacto, puede ser que el cable esté pelado en alguna zona y haga contacto o también puede ser que un terminal de portalámparas esté tocando una pieza metálica. Si no encuentras nada, quita todas las lámparas de la cadena y mide continuidad con tierra en cada uno de los dos cables de la misma, mide también continuidad entre ellos. Si hay continuidad entre los dos cables de la cadena, o bien hay todavía alguna lámpara metida, o bien hay un corto entre ellos (probablemente en alguno de los portalámparas).

Si no hay continuidad, reconecta el conector y comienza a probar las lámparas, si una lámpara

brilla mucho más que el resto puede estar defectuosa.

Si por el contrario hay algún corto en la cadena con todas las lámparas quitadas, inspecciona cada portalámparas cuidadosamente, tanto por fuera como en su interior. Un truco es ir desconectando de los portalámparas uno de los cables de la cadena para aislar secciones e ir "acorralando" el corto en áreas cada vez más pequeñas hasta localizarlo, es un proceso algo tedioso pero en ocasiones es la única forma de localizar el corto.

Otro buen truco es coger un fusible fundido y soldar cables desde los extremos del fusible hasta un portalámparas que tengas de repuesto o usado, y con una lámpara #44 o #47 que estés seguro que está bien. Al soldar los cables hazlo de manera que todavía se pueda meter el fusible en un portafusibles. Ahora mete el fusible fundido en el portafusibles que controla la cadena de GI en cuestión. Si todas las lámparas de esta cadena están quitadas, la lámpara que hemos puesto con el fusible fundido debe permanecer apagada. Si la lámpara se enciende (y todas las lámparas de la cadena están quitadas), es que tienes un corto en algún lugar de la cadena GI. Entonces puedes dejar el pinball encendido y menear los cables correspondientes a la cadena a ver si la lámpara se apaga. Este método te puede ayudar a localizar el corto sin necesidad de fundir un montón de fusibles en el proceso.

3q. Cuando las cosas no funcionan: Informe de fallos (Test Report), punto de aviso de Fallo de Diagnóstico, y comportamiento errático del juego.

El autodiagnóstico del sistema WPC es muy bueno. Puede detectar problemas en tu pinball incluso antes de que te hayas dado cuenta de ellos. Cuando enciendes un pinball WPC, si el autodiagnóstico detecta un problema, te avisará con el mensaje "test report" en el display. Presionando el botón "begin test" en el interior de la puerta del monedero comenzará a mostrarse en el display el informe de prueba completo. Cada fallo se mostrará durante unos segundos. Cuando no aparece el mensaje "test report" al encender el juego, el autodiagnóstico no ha detectado ningún fallo y "piensa" que todo está funcionando al 100%.

La mayoría de los fallos detectados se refieren a interruptores que han sido marcados como defectuosos. Cuando un interruptor no se ha activado en las últimas 30 partidas el autodiagnóstico considera que el interruptor está mal. Por eso en ocasiones un interruptor que está bien aparece como defectuoso en el informe de fallos, cuando lo que realmente sucede es que el interruptor está en un sitio que es difícil de alcanzar por el jugador (un ejemplo típico es el interruptor de la cueva del bigfoot en la White Water).

Cuando aparezcan interruptores mal en el informe de fallos, vete al test de flancos de interruptores ("switch edge" test) y activa el interruptor haciendo pasar una bola por el mismo (para descartar problemas de ajuste). Así verás si el interruptor está bien o no. Si el interruptor funciona se reseteará el contador de 30 del interruptor en cuestión y dejará de aparecer como defectuoso en el informe de fallos.

ROM's con software de prototipo e interruptores defectuosos.

Si un pinball tiene instalado en la EPROM un software correspondiente a una versión de prototipo, puede pasar que interruptores inexistentes aparezcan en el informe de fallos. Esto sucede por ejemplo con las primeras versiones del software de la Twilight Zone y de la Judge Dredd. La única manera de corregir este fallo es actualizarse a la última versión del software disponible. Tendrás que "quemar" una EPROM para ello (con una programadora de EPROM's). Las últimas versiones del software de cada pinball WPC están disponibles en la página web de The Pinball Factory (los actuales propietarios de los derechos de Williams/Bally) en: <http://www.planetarypinball.com>.

El Punto del Diagnóstico en los Créditos.

Si estás viendo un pinball WPC que ya está encendido (por ejemplo en un recreativo), fíjate si hay un punto en la pantalla justo después del número de créditos que aparece en el display en modo atracción. Si aparece un punto a la derecha del número de créditos, significa que el autodiagnóstico ha detectado algún fallo en ese pinball. Si no hay ningún punto probablemente el pinball funciona correctamente, aunque hay que tener en cuenta que no todas las averías son detectadas por el sistema de autodiagnóstico.

Una Getaway con barras verticales en el display a intervalos regulares de 8 puntos - con toda probabilidad un cable plano está roto o hay un problema en algún conector



El juego hace cosas extrañas.

Los pinballs WPC utilizan cables planos para conexión de datos y direcciones entre las tarjetas CPU, drivers, fliptronics, sonido y controladora del display. Estos cables planos son algo frágiles y se pueden dañar con relativa facilidad. Además sus conectores están bañados en oro y es bueno reasentarlos de vez en cuando.

A veces cuando el juego hace cosas raras se debe a un problema en algún cable plano. Por ejemplo, una serie de líneas verticales en el display, o bobinas y lámparas que no funcionan cuando deben, o que suene más de un beep cuando encendemos el pinball (lo que significa problemas en la tarjeta de sonido). A menudo con sólo reasentar los cables planos se soluciona el problema.

Ten cuidado a la hora de manejar los cables planos. Es fácil estropearlos especialmente en la unión del cable con el conector plano. El cable plano que se estropea más frecuentemente es el que tiene cuatro conectores y que une la CPU, fliptronics, sonido y controladora del display. Un conductor abierto en el cable plano puede causar la pérdida de un bit de datos o de direcciones provocando fallos en el sonido y en el display. Cosas como líneas verticales en el display o sonidos inconsistentes. A veces estos cables pueden fallar por envejecimiento y recalentamiento debido al calor que se genera en el cabezal.

3r. Cuando las cosas no funcionan: Reparando una CPU "muerta" o que no arranca.

En pinballs WPC no es una avería habitual pero a veces sucede que en la tarjeta CPU están bien todas las tensiones (+5 y +12 voltios), el LED testigo de los +5 (en que está más abajo de los tres) está encendido, pero el LED central de diagnóstico no está en intermitencia. El cuadro se completa con que el LED de blanking (el superior) no hace nada (no parpadea al encender el juego). Si un pinball presenta estos síntomas estamos ante un caso de CPU "muerta".

Significado de los LEDs de diagnóstico de la tarjeta CPU (válido para todas las revisiones del WPC).

Los juegos WPC-S y anteriores utilizan una nomenclatura "Dx" para los LEDs de la CPU. Los juegos WPC-95 usan la nomenclatura "LED20x".

- D19/LED201 (blanking): al encender el pinball debe permanecer encendido durante unos 3 segundos (1 segundo en WPC-95), y luego apagarse y permanecer apagado. Cuando D19/LED201 está encendido, el circuito blanking está deshabilitado (lo que impide que se energicen las bobinas).
- D20/LED203 (diagnóstico): Una vez que se apaga D19/LED201, D20/LED203 debe quedarse en intermitencia mientras el juego esté encendido. Esto indica que la CPU está "corriendo".
- D21/LED202 (+5 Vcc): Este LED debe estar siempre encendido. Indica que la CPU tiene los +5 voltios de alimentación.

D21/LED202 debe estar **siempre** encendido, ya que es el testigo de la tensión de +5 voltios en la tarjeta CPU ¡La tarjeta nunca puede funcionar sin estos +5 voltios de alimentación!

Códigos del LED de la CPU D20/LED203 (diagnóstico) en el encendido.

Cuando la CPU tiene problemas de arranque y el LED D20/LED203 no está en intermitencia de continuo, observa lo que hace ese LED al encender el pinball:

- D20/LED203 hace UN parpadeo: fallo en la ROM de la CPU, U6/G11.
- D20/LED203 hace DOS parpadeos: fallo en la RAM de la CPU, U8 CMOS RAM.
- D20/LED203 hace TRES parpadeos: fallo en el chip WPC U9 (en pinball anteriores al WPC-S), o en el chip de seguridad PIC G10 (WPC-S y posteriores).
- D20/LED 203 no hace ningún parpadeo.
Si D20/LED203 (diagnóstico) nunca parpadea (ni siquiera una vez) y simplemente está apagado, mira lo que hace D19/LED201 (blanking). ¿Está encendido y permanece así? En ese caso la primera cosa a sospechar es que esté mal la ROM localizada en U6 (o G11 en WPC-95).

Un punto a comprobar cuando una CPU no arranca es la ROM. Si la ROM del juego (el chip que almacena el programa que corre en la CPU) está mal, la CPU no arrancará (incluso aunque todo lo demás esté bien en la tarjeta CPU). Realmente los pinballs utilizan un tipo especial de ROM que son las memorias EPROM. Estas memorias son iguales a las memorias ROM pero con la ventaja que se pueden borrar (con luz ultravioleta) y volver a grabar para actualizar el programa.

Algunas preguntas que hay que hacerse son ¿Se ha actualizado recientemente la ROM a una nueva versión? ¿Está el chip de la ROM correctamente instalado? (Sin pines doblados). Un punto importante es que el chip de la ROM tiene una muesca y debe insertarse de forma que coincida con la muesca del zócalo. ¿Tiene el chip de la ROM el tamaño correcto? (Si por ejemplo el pinball debe llevar un chip de 4 megas (27040) EPROM y se usa un chip de 2 o de 8 megas, no funcionará aunque el programa "quepa!"). En caso de dudas lo mejor es verificar que la ROM está bien. Los chips EPROM pueden sufrir un borrado accidental y perder el programa, sobre todo si se ha caído la etiqueta que cubre la ventana transparente de cuarzo que lleva este tipo de chips, también puede ser que se hayan programado incorrectamente. La verificación se puede hacer fácilmente con un programador de EPROMs comprobando el checksum, o instalando la EPROM sospechosa en otro pinball del mismo modelo que se sepa que funciona bien.

Información básica sobre la tarjeta CPU del WPC.

La tarjeta CPU del WPC es bastante densa. Tiene un chip a medida ASIC que controla la mayoría de las funciones de entrada/salida de la tarjeta (el chip grande y cuadrado). La verdad es que el propio chip casi nunca falla, lo que realmente puede dar muchos más problemas es su zócalo; el zócalo puede dañarse fácilmente por corrosión si las pilas fugan o si se ha intentado extraer el chip sin la herramienta adecuada.

La siguiente sección de la tarjeta es la matriz de interruptores que engloba a la mayoría de los componentes del tercio inferior de la tarjeta (y de ahí que sea raro que sea la causa de que una CPU no arranque).

Otros componentes de la tarjeta CPU son la propia EPROM del juego (no suele fallar), y el chip U8 que es un chip de memoria RAM tipo 6264 (en todas las revisiones del WPC). Este chip es muy sensible a la electricidad estática. Un 6264 defectuoso puede ocasionar un comportamiento muy errático de la CPU y siempre es sospechoso cuando la tarjeta CPU falla debido a su sensibilidad a las descargas de electricidad estática.

También los chips TTL que están en la parte superior de la CPU (U1,U2,U3) pueden fallar. Más allá de esto no hay mucho más en la tarjeta CPU del WPC! El chip U10 de reset (34064) y U5 (74LS14) asociado al reloj, no suelen fallar.

La rotura de pistas en reparaciones previas o la corrosión de la placa por fugas en las pilas son las averías más frecuentes.

CPU Muerta: Lo primero comprobar el puente de ajuste del tamaño de ROM.

Esto no es aplicable a las CPU tipo WPC-95 o WPC-S. Si la tarjeta CPU procede de una Funhouse, Bride of Pinbot, o Harley Davidson, el puente W1 (tamaño de ROM) puede estar ajustado para EPROM de 1 Mega. El resto de modelos utilizan EPROM más grandes de 2, 4 o 8 megas. Si en U6 está instalada una EPROM mayor de 1 Mega y la tarjeta CPU está configurada con el puente W1 para la EPROM de 1 Mega, la tarjeta CPU no funcionará. Por eso, antes de meterse a reparar la tarjeta ¡hay que comprobar el puente W1!

Para más detalles mira en el capítulo [Tarjetas electrónicas WPC](#).

CPU muerta: el siguiente paso es desconectar los cables planos.

Con la máquina apagada, desconecta todos los cables planos de la tarjeta CPU. Esto aislará la CPU del resto de tarjetas, a saber, la controladora del display, la tarjeta de sonido, la tarjeta fliptronics (si existe), la tarjeta de drivers, y cualquier otra que pueda conectarse a la CPU. Los cables planos conectan en J201, J202, J211 y J204 (este último sólo en algunas máquinas). Ya puestos, conviene desconectar también los conectores J205 a J209, y el J212. Con esto el único conector que debe quedar conectado es J210 (el conector de alimentación a la tarjeta CPU).

Una vez esté todo desconectado menos el conector J210, enciende la máquina. Si la tarjeta CPU arranca bien, el LED inferior (+5 voltios) debe quedar encendido, el LED del medio (diagnóstico) debe estar en intermitencia todo el rato, y el LED superior (blanking) debe estar apagado. Si esto es lo que sucede, apaga la máquina y vete conectando los cables, uno a uno, y encendiendo la máquina cada vez para ver cual da el fallo.

Comienza reconectando el cable plano que va de la CPU a la tarjeta de drivers. Luego sigue conectando el resto de cables planos. Si cualquiera del resto de cables planos impide que la CPU arranque, es probable que el problema esté en los chips TTL de la partes superior de la tarjeta que hacen de buffer separador entre la tarjeta CPU y "el exterior" (U1, U2, U3 en todas las revisiones WPC).

Nos vamos al banco de trabajo.

Si el paso anterior no resuelve nada, es el momento de sacar la tarjeta CPU de la máquina. Nunca trates de reparar una CPU muerta montada en la máquina. Es mucho mejor y más fácil repararla en el banco de trabajo. Arreglarla en el banco de trabajo se traduce en que hemos aislado la CPU averiada del resto del sistema ¡incluyendo la fuente de alimentación!

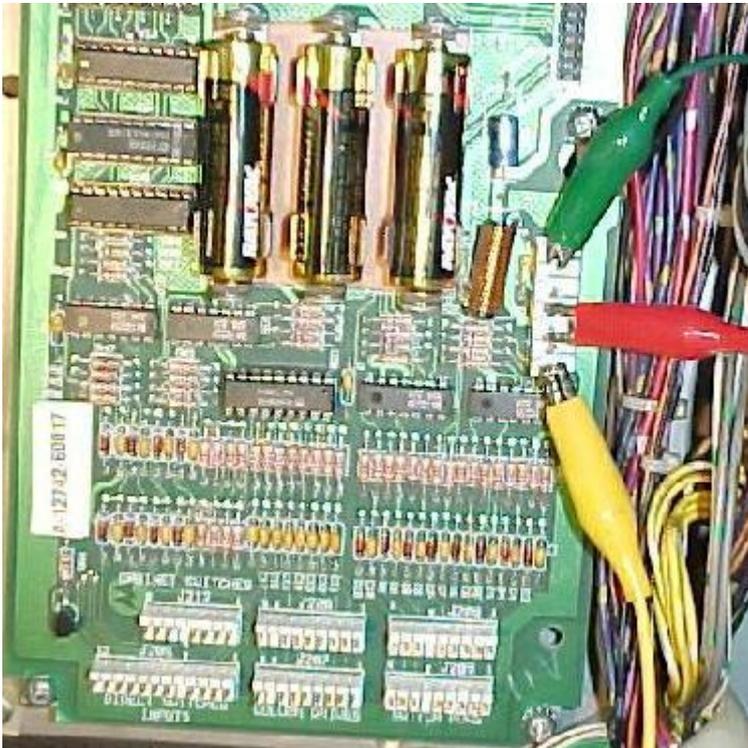
Izquierda: una fuente conmutada de un video juego. Todos los voltajes y la tierra están claramente marcados en las bornas de salida.

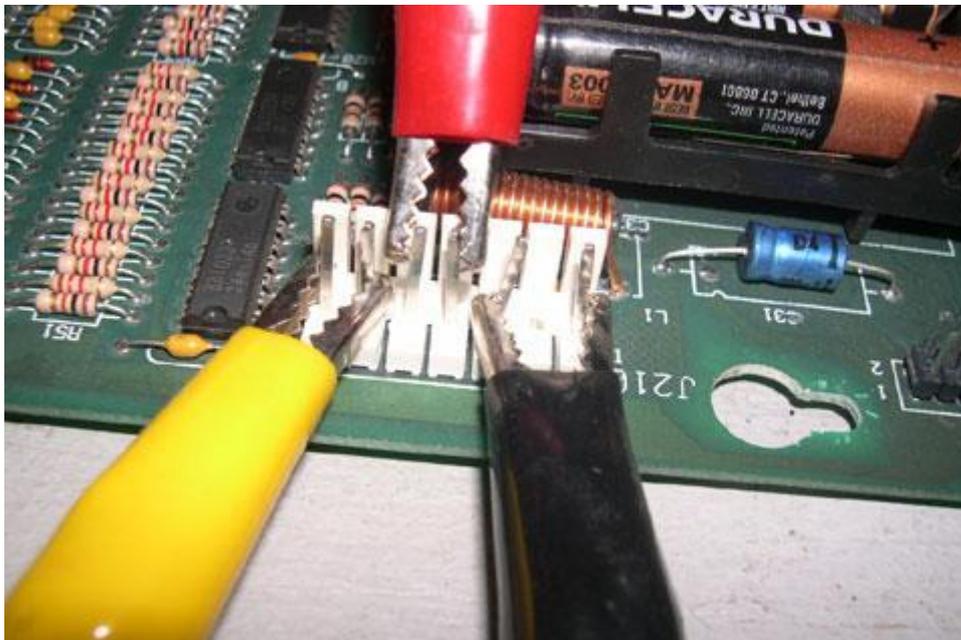
Derecha: una fuente de alimentación de ordenador. Lo mejor es medir con el polímetro para comprobar que voltajes entrega, pero en el 99% de los casos, rojo = +5 voltios, amarillo = +12 voltios, y negro = tierra. No obstante, compruébalo bien con el DMM.



Para probar la CPU en el banco de pruebas lo mejor es usar una fuente conmutada de algún video juego o una fuente de alimentación de algún ordenador antiguo. Se necesitan +5, +12 voltios y tierra (común). En fuentes de ordenadores viejos la mayoría de las veces el cable rojo = +5 voltios, cable amarillo = +12 voltios, y el negro = tierra (común).

La tarjeta CPU conectada a una fuente externa. En el conector J210, la pinza verde (o negra) es el común, la roja los +5 voltios, y la amarilla los +12 voltios.





Una vez tienes una fuente adecuada, conéctala a la tarjeta CPU usando pinzas de cocodrilo. Esta es la disposición de los pines en el conector J210 de la CPU. Fíjate que el pin 1 es el de la parte superior del conector. Esto es válido para todas las versiones de la tarjeta CPU WPC y WPC-95:

- Pins 1,3 = tierra (común)
- Pin 2 = Llave
- Pins 4,5 = +5 Vcc
- Pins 6,7 = +12 Vcc

Con la CPU en el banco de trabajo y aislada del resto de la máquina es mucho más fácil probar la tarjeta.

Reasentar el chip U9 ASIC WPC.

Te sorprendería con que frecuencia esto puede resolver el problema. Una CPU muerta puede "resucitar" repentinamente después de quitar y volver a insertar este chip en U9. Se necesita una herramienta especial para poder sacar este chip grande y cuadrado sin dañarlo. Esta herramienta se puede conseguir en tiendas especializadas. ¡NO trates de sacar el chip sin la herramienta adecuada! El chip tiene una muesca en una de las esquinas para marcar la posición correcta para insertarlo. ¡Hay que ser cuidadoso! Estropear el chip ASIC o su zócalo es muy fácil, y es un chip muy caro y difícil de conseguir. Ten precaución a la hora de insertar el chip en la posición correcta, si se coloca mal se puede dañar el chip (y por supuesto la CPU no funcionará). Hay una muesca en una esquina del chip que debe cuadrar con una muesca en el zócalo. Cuando se presiona para insertar el chip este debe encajar perfectamente. Hay que tener cuidado de que esté perfectamente alineado para no dañar ningún pin del chip y/o del zócalo.

Utilizando la herramienta correcta para extraer el chip ASIC de la tarjeta CPU.

pic by Tx.



Secuencia de LEDs en el arranque.

Al dar alimentación a la tarjeta CPU en el banco de pruebas, una CPU que funcione bien se debe comportar igual que si estuviera conectada en la máquina: Los tres LEDs flasearán un instante, después los dos LEDs de arriba se apagarán (mientras que el LED inferior permanecerá encendido todo el tiempo), y luego el LED del medio empezará a hacer una rápida intermitencia. Si eso es lo que sucede, entonces la tarjeta CPU está "arrancando" y "corriendo" bien. Esto significa que el LED de arriba está apagado, el del medio está encendiendo y apagando de forma rápida, mientras que el LED inferior está encendido. Cualquier otro comportamiento es síntoma de que algo no va bien en la tarjeta CPU.

Zócalo mal en U9.

Aunque no es ni mucho menos la avería más frecuente, el chip ASIC en U9 puede tener el zócalo mal. No resulta fácil ni divertido cambiar un zócalo de 84 pines! Además tampoco son fáciles de conseguir. Por eso, antes de decidirte a cambiar el zócalo, con el chip insertado comprueba muy bien la continuidad entre los distintos pines.

Comprobar la línea de Reset y la IRQ.

Hay que asegurarse de que el pin de Reset 37 del chip de la CPU en U4 (en todas las revisiones WPC) funciona correctamente. Cuando se da tensión a la CPU, el pin debe estar un momento en estado bajo (cero voltios), y luego debe ir a estado alto (~ 4.5 voltios). Esto es debido a que la línea de reset se mantiene baja durante un instante para permitir que los +5 voltios se estabilicen, luego pasa a estado alto permitiendo que arranque la CPU. Esto se puede comprobar con un DMM. Si el pin 37 nunca pasa a estado alto, la tarjeta CPU no arrancará! Si esto sucede sospecha del chip de reset U10 (34064) y de la pista que une a ambos.

Comprueba también la señal IRQ en el pin 3 de U4. Debe también arrancar en estado bajo y pasar después a estado alto.

Comprobar la señal de reloj (clock).

Con una sonda lógica o un osciloscopio, comprueba también que esté bien la señal de reloj en los pines 34 y 35 de la CPU en U4 (6809). Si falta la señal de reloj, la CPU no arrancará. La señal de reloj viene del chip ASIC en U9 (pines 81,82), y de U5 (74LS14). Debajo hay una foto de como se ve la señal de reloj en un osciloscopio.

La señal de reloj de la CPU del WPC vista en el osciloscopio.



Tirando a ciegas.

Si no se localiza la avería, se puede intentar la reparación cambiando sin más algunos componentes. En este caso, los chips en U1, U2 (74LS244) y U3 (74LS245) y en ocasiones U5 (74LS14) son los primeros candidatos para ser reemplazados cuando nos enfrentamos a una CPU muerta. Los chips U1 y U2 están conectados a las líneas del bus de direcciones. El chip U3 está conectado al bus de datos.

Si cambiando estos chips no se consigue nada, lo siguiente a intentar es cambiar U5 (74LS14), que es parte del circuito de la señal de reloj (si la señal de reloj es buena, este chip no debe ser la causa de la CPU muerta!)

Se puede cambiar también U7 (74LS244) y U12 (74LS240) que van conectados también a las líneas de datos. Comprueba las resistencias R95 y R99 (1 megohmio) para asegurarte de que dan el valor correcto. Por último también se puede cambiar U10 (un transistor MC34064 que es parte del circuito de reset).

Líneas de datos y de direcciones.

Una avería frecuente es la rotura de las pistas de las líneas del bus de datos y de direcciones de la CPU. Esto puede pasar si se maltrata la tarjeta (golpes, torsiones, ...), en tarjetas reparadas de forma chapucera, por corrosión por derrame de las pilas, etc.

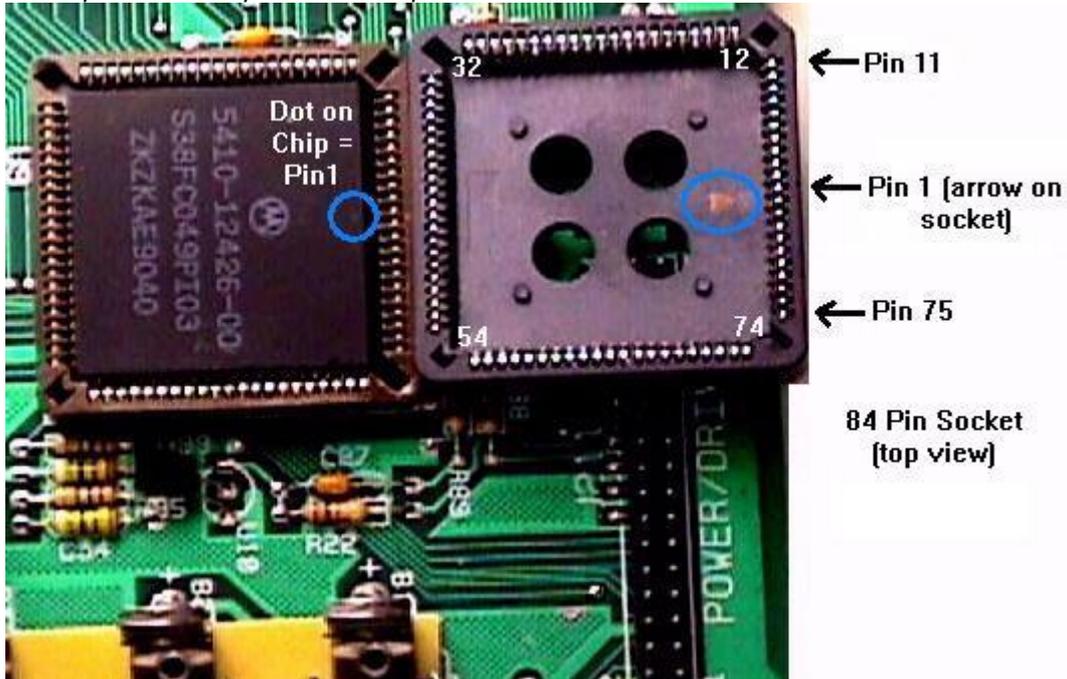
Utilizando el DMM hay que comprobar continuidad en las líneas de direcciones A0-A12 entre el chip 6809 de la CPU en U4, la ROM G11 y el chip de memoria RAM en U8. Del mismo modo hay que hacerlo con las líneas de datos D0-D7.

También debe haber continuidad entre la línea A13 del chip ROM G11 y el chip de la CPU en U4.

Después de hacer esto, comprueba continuidad en las líneas A0-A15 del bus de direcciones y las líneas D0-D7 del bus de datos, entre el chip de la CPU en U4 y el chip ASIC en U9.

Si falla la continuidad en cualquiera de estas líneas, la CPU no funcionará! Si hay alguna pista mal se puede reparar con cable tipo hilo a modo de puente para recuperar la línea afectada.

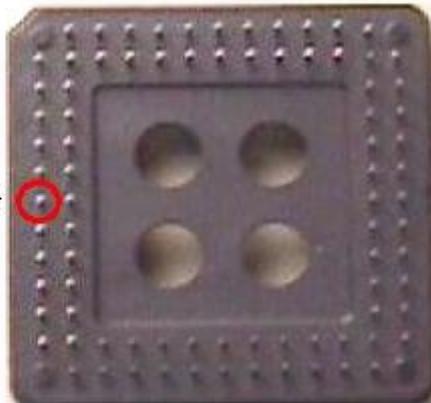
La disposición de pines del chip ASIC del WPC.



Zócalo de 84 pines
(vista inferior)
Los pines empiezan a contarse en sentido horario a partir del pin 1 (alternativamente)

Pin 1 →

Los pines exteriores son impares,
los pines interiores son pares.



3s. Cuando las cosas no funcionan: Consejos diversos y juegos específicos

Problema: El reloj del pinball se atrasa. El reloj del pinball parece que va muy lento, al 25% del tiempo real. He comprobado que sólo avanza 6 horas al día. Se que unas pilas débiles pueden hacer que se retrase el reloj, pero con pilas nuevas el problema no se soluciona.

Respuesta: Lo primero ¡comprueba de nuevo las pilas! Asegúrate de que están colocadas correctamente. Si la del medio se monta al revés, será bajo el voltaje de respaldo de memoria y aunque los ajustes y estadísticas no se perderán, el reloj se verá afectado cada vez que se quite tensión al pinball. (Todas las pilas van montadas en el mismo sentido con sus polos alineados).

Las funciones de reloj de tiempo real se manejan con U9 (El chip ASIC) y U21 (un CMOS 4584), junto con el cristal de 32.768KHz. Me he encontrado con las dos patillas del cristal X1 soldadas en la misma pista, y parecía como si viniera de fábrica así. Después de resoldar las patillas en su posición correcta, el reloj empezó a funcionar bien.

El cristal de 32.768 Khz. es muy común y se usa para todo: desde relojes de pulsera, ordenadores o cualquier cosa que lleve un reloj de tiempo real. La razón de esta frecuencia particular es que es potencia de 2 (2 a la 15 es 32.768).

Esta frecuencia resulta pues muy fácil de dividir por dos, quince veces, por medio de flip-flops o cualquier otra red de divisores binarios, para obtener finalmente un pulso por segundo. Con el cristal cortocircuitado, el oscilador oscila libremente con una frecuencia determinada por la red RC que además derivará con la temperatura y los pequeños cambios de voltaje, produciendo un funcionamiento errático del reloj.

Problema: No se pueden meter las iniciales en una Funhouse.

En el pinball funciona todo bien, pero no deja cambiar de letra con los flippers para grabar las iniciales cuando se consigue un record. Sin embargo, el botón de start si funciona correctamente como "enter" y los flippers funcionan perfectamente durante la partida.

Respuesta: hay dos optoacopladores (optos) 4N25 en la tarjeta de drivers en U7 y U8. Si estos chips fallan, no se pueden seleccionar las iniciales cuando se quiere grabar un record. Este modelo no tiene flippers a transistor (fliptronic) y estos optos sólo están para las funciones "extras" como seleccionar las iniciales. Por eso una avería en estos optos no impide que los flippers sigan funcionando normalmente aunque no se puedan usar para las funciones extras.

Con la llegada de la tarjeta Fliptronics, estos optos (que ya no eran necesarios) dejaron de montarse en la tarjeta de drivers.

Problema: En una Twilight Zone aparecen líneas verticales de forma aleatoria en el display de matriz de puntos. Al principio lo hacía de forma ocasional durante la partida, pero ahora aparecen desde que enciendo la máquina. El problema parece ir a peor y ahora nada más que enciendo el pinball los cuatro flippers se energizan.

Respuesta: En este caso el problema lo puede ocasionar uno de los cables planos que unen las distintas tarjetas electrónicas. Concretamente el cable plano que va desde la tarjeta CPU a las tarjetas fliptronics, de sonido y a la controladora del display. Si los conectores del cable plano están mal insertados (por ejemplo desplazado un pin respecto a su posición correcta), o simplemente está roto, todos estos síntomas pueden darse. Los cables planos manejan el flujo de datos entre la CPU y el resto de tarjetas (líneas del bus de datos y del bus de direcciones), si uno de estos cables está dañado, mal insertado o tiene suciedad en los conectores, el pinball puede hacer todo tipo de cosas extrañas como estas. A menudo simplemente reasentando los conectores (desconectándolos y volviendo a conectarlos) se puede solucionar el problema. Otra causa potencial de problemas en el display es la pérdida de los 12 voltios en la tarjeta controladora.

Problema: Los flippers y el display "murieron" mientras jugaba una partida. En mi Indiana Jones los flippers simplemente dejaron de funcionar y el display de matriz de puntos enciende sólo una línea vertical que además está siempre encendida. La iluminación general está bien, lo mismo que las lámparas controladas. Cuando apagué el pinball y lo volví a encender, el juego empezó a sacar bolas continuamente.

Respuesta: Los +12 voltios están fallando, probablemente debido a un fusible fundido en F116, o quizás se ha estropeado el puente rectificador BR5. El display necesita los +12 voltios para funcionar, y los +12 voltios también alimentan los interruptores ópticos (de ahí el fallo de los flippers y lo de sacar bolas continuamente). Si los +12 voltios estuvieran bien, desenchufa el cable plano que va a la tarjeta de sonido y a la tarjeta fliptronics, dejando sólo conectado el cable plano en la controladora del display. Ahora prueba si el display funciona y puedes ver el informe de fallos.

Problema: Mensaje extraño de error cuando enciendo mi Creature from the Black Lagoon.

Me sale el mensaje "check switch #F6 U.R. Flipper" (comprueba el interruptor #F6 del flipper superior derecho). Lo curioso es que este pinball no tiene flipper superior derecho.

Respuesta: Cada tarjeta de los pulsadores de los flippers tiene dos optos. Uno va cableado a la entrada de flipper inferior y el otro a la entrada de flipper superior, estos siempre es así incluso en modelos que no tienen flippers superiores. Si la tarjeta del pulsador tiene un opto que da

problemas, puede salir este mensaje, incluso aunque el pinball no tenga el flipper al que se refiere el mensaje de error. Revisa el opto que puede estar sucio o con problemas en soldaduras-conectores. Si no se soluciona el opto puede tener alguna avería interna y habría que cambiarlo.

Problema: La sirena del cabezal en una Getaway está girando todo el tiempo cuando entro en modo test. El condensador C11 (15,000 mfd 25 voltios) en la tarjeta de drivers se pone muy caliente hasta llegar a humear.

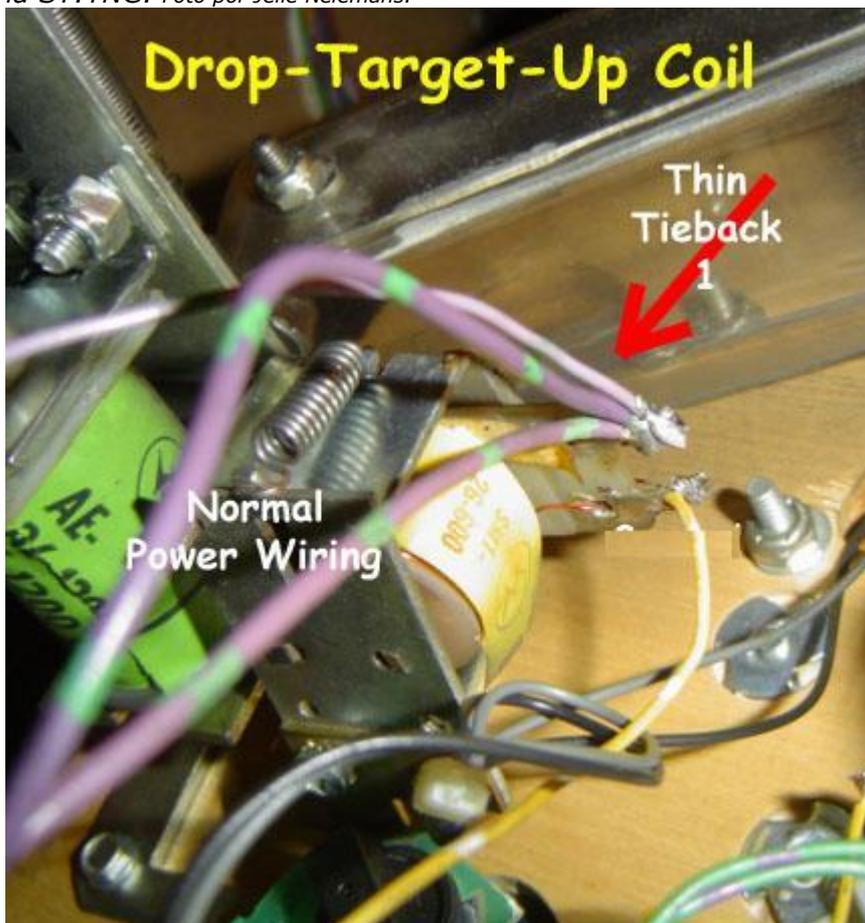
Respuesta: Monta un diodo 1N4004 en el extremo inferior de la resistencia cerámica grande que hay justo encima del punto de prueba (TP) de los +20 voltios en la tarjeta de drivers. Monta el diodo con el lado banda mirando hacia la tarjeta de drivers. El lado opuesto del diodo va al extremo inferior de la resistencia cerámica. Este diodo evita que los picos de corriente inversa de la sirena lleguen a la tarjeta de drivers y dañen el condensador C11.

Problema: En la Star Trek Next Generation la bobina de un desviador se queda siempre energizada.

La Star Trek Next Generation (ST:TNG) utiliza más bobinas que transistores tiene la tarjeta alimentación-drivers para manejarlas. La solución adoptada por Williams fue añadir una pequeña tarjeta auxiliar de drivers, montada en el cabezal por encima y a la derecha de la tarjeta de drivers principal. Esta tarjeta auxiliar puede manejar hasta 8 bobinas más con sus 8 transistores de potencia TIP102. La tarjeta necesita +50 voltios para el voltaje "tieback diode" de los diodos de protección de los transistores que absorben los transitorios de desconexión de las bobinas. Este voltaje llega por un fino cable violeta/amarillo que se conecta a una de las bobinas de la diana abatible en la parte trasera del tablero. Si este cable se suelta, o si cualquier otro cable de este ramillete de +50V de las bobinas se suelta, puede provocar que las bobinas de los desviadores se queden siempre energizadas (una vez que se activan por primera vez en la partida). Si no se localiza rápido el problema, la bobina del desviador y su transistor driver TIP102 (normalmente Q15 o Q16) se puede quemar. Los transistores de la tarjeta de drivers auxiliar empezarán a fallar al cabo de una o unas pocas activaciones si el voltaje "tieback" no está presente en la tarjeta.

Respuesta: Si los desviadores de los túneles se quedan bloqueados durante el juego, comprueba el cable violeta/amarillo del cable "tie-back" que se conecta a una de las bobinas de la diana abatible. Este cable va conectado en ramillete con el resto de bobinas que control la tarjeta auxiliar de drivers. No es mala idea añadir un segundo cable de respaldo desde alguna de las bobinas del ramillete, sólo para prevenir una rotura del cable "tie-back". Adicionalmente se pueden soldar dos diodos 1N4004 a la bobina de cada desviador (el lado banda del diodo al terminal de la bobina con el cable más delgado). Comprueba también que las bobinas de los desviadores son del tipo correcto, esto es muy importante (son AE-25-1000, pero confirma siempre estas cosas en el manual). Para probar las bobinas, desuelda un cable de cada una de ellas y mide resistencia entre terminales con el polímetro. Debería ser de unos 12 ohmios y no menor. Otro problema común es cuando se baja el cabezal para mover el pinball, los cables planos pueden verse tensados y salirse ligeramente de su conector en la tarjeta pero no desenchufarse totalmente, si falla la conexión parcialmente (sólo algunas líneas del cable plano), una bobina de desviador (o cualquier otra) puede bloquearse y acabar quemándose arruinando al mismo tiempo su correspondiente transistor driver en la tarjeta auxiliar de drives.

El cable "tie back" en una de las bobinas de la diana abatible en la ST:TNG. Foto por Jelle Nelemans.



Problema: Los cañones de la Star Trek Next Generation funcionan de manera intermitente, o también al encender el pinball, un cañón (o ambos) está todo el rato girando de un lado a otro sin parar (esto se puede aplicar a muchos otros pinballs con cañones similares como Terminator2, o incluso a otros mecanismos móviles como los Trolls en la Medieval Madness).

Respuesta: El movimiento de los cañones provoca desgaste en la conducción de los cables que llegan a los mismos. Este desgaste acaba produciendo roturas en los cables que se traducen en fallos intermitentes de conexión. Normalmente estas roturas no son visibles porque quedan ocultas por el aislamiento que cubre los cables. Los cables suelen romperse en la zona de las bridas de sujeción o en algún otro punto en ángulo. Comprobar la continuidad de los cables con el polímetro es útil pero no siempre se descubre así el fallo porque este puede ser intermitente. En caso de duda lo mejor es cambiar el cableado (este es un punto débil de este modelo). Venden un kit de repuesto en [Pinball Heaven](#).

Otra cosa a comprobar son los optos de cada cañón en el test de interruptores (estos optos le dicen a la CPU cuando hay una bola cargada en el cañón). Un fallo en alguno de estos optos también puede provocar comportamientos erráticos en el juego.

Finalmente, a veces el émbolo de la bobina del expulsor del cañón se magnetiza y se atasca en la posición de disparo (sobre todo en el test de inicio de la máquina). Esto bloquea el opto del cañón y confunde a la CPU que cree que el cañón tiene una bola dentro que no puede expulsar. Cambia el émbolo para solucionar este problema.

Problema: En mi ST:TNG (Star Trek Next Generation) tengo problemas de multibolas aleatorios y ya he revisado y realizado todas las mejoras en el sumidero que se describen anteriormente en este documento.

Respuesta: Esto puede producirse por una serie de problemas que incluyen interruptores ópticos sucios o averiados en los túneles de debajo de la mesa, o también fallos en el funcionamiento de la diana abatible que está debajo de la nave Borg.

Problema: En la STTNG (Star Trek: The Next Generation), cuando enciendo el pinball está constantemente intentando cargar bolas en los túneles de debajo del tablero.

Partiendo de tener las 6 bolas en el sumidero, al inicializarse el pinball, saca una de las bolas y la tira hacia los túneles del lado izquierdo por debajo del tablero. La bola acaba en el túnel superior y luego saca una segunda bola que acaba de nuevo en el túnel superior. Ahora sucede lo extraño, el pinball escupe una de las bolas del túnel superior y deja que se cuele. Tan pronto como la bola entra en el sumidero, una nueva bola es expulsada del mismo y lanzada con la catapulta para acabar de nuevo en el túnel superior. Así sigue en un bucle sin fin, sacando bolas, metiéndolas en el túnel superior y desde donde son expulsadas volviendo de nuevo al sumidero ¿porque pasa esto?

Respuesta: al iniciarse la máquina intenta colocar las bolas en los túneles para tenerlas preparadas para cargar los cañones (carga una bola debajo de cada uno de los cañones). De hecho debe colocar una bola en el túnel superior, otra bola en el túnel debajo del cañón izquierdo y otra debajo de cañón derecho. Las tres bolas restantes se quedan en el sumidero con lo que el pinball está listo para iniciar la partida.

Comprueba que el fusible 103 en la tarjeta de drivers-alimentación no esté fundido (3A fusión lenta), si este fusible falla el pinball estará todo el rato sacando bolas tal y como describes. El fusible 103 alimenta la bobina que controla el desviador superior de los túneles. Si este desviador no funciona, la máquina no puede cargar las bolas debajo de los cañones y se queda todo el rato intentándolo.

Como prueba puedes intentar esto: vete a los ajustes específicos (feature) y ajusta ambos cañones a "Broken=Yes". Esto deshabilitará los cañones. Si con esto la máquina arranca bien, entonces es que hay un problema con los interruptores ópticos de los cañones o con los desviadores de los túneles. Habilita cada cañón por separado a ver cual es el que origina el problema o si son ambos (lo que apuntaría a una causa común como el desviador superior o un interruptor óptico sucio o averiado en el túnel superior).

Problema: Me faltan las ranas en mi Scared Stiff ¿Donde puedo conseguirlas?

Respuesta: Las ranas que se utilizan en la Scared Stiff son juguetes estándar con una ligera modificación. La parte inferior de la rana está taladrada y preparada para la varilla roscada de sujeción. Con frecuencia faltan las ranas y sus correspondientes varillas. Se pueden conseguir en tiendas especializadas.

Problema: Como puede evitar el desgaste del tablero alrededor de los agujeros?

Respuesta: Cliffy (www.passionforpinball.com) y Mantis Amusements (mantisamusements.com) venden protectores metálicos específicos para cada modelo para impedir el desgaste.

Problema: En una Shadow los interruptores ópticos del Battlefield fallan intermitentemente. Los sensores detectan bien la bola cuando está en los laterales del battlefield, pero no cuando la bola está en el centro. Curiosamente, el problema desaparece cuando juegas sin el cristal.

Respuesta: El rayo de luz (infrarroja) que emite el emisor óptico es demasiado ancho y cónico. Tan ancho que, aunque la bola se interponga entre transmisor y receptor, la luz rebota en el cristal (que está muy cerca del battlefield) y sigue llegando al receptor óptico, con lo que el interruptor no se entera del paso de la bola. Por eso cuando quitamos el cristal el problema desaparece. La solución es poner un trozo de tubo termo-retráctil negro (sin darle calor) sobre el transmisor del interruptor óptico a modo de guía para la luz (y en el receptor también en caso necesario), para concentrar más la luz y que no se produzca este efecto de rebote en el cristal.

Problema: No funciona ninguno de los pulsadores de la puerta del monedero en una Whitewater.

No funcionan ni los pulsadores de ajuste de volumen, ni los pulsadores de diagnóstico.

Hay un cable común de tierra que va de un pulsador a otro uniendo los cuatro pulsadores de la puerta del monedero. Comprueba que el cable no está roto. También si la máquina no tiene los +12 voltios digitales, estos pulsadores no funcionarán. Comprueba los fusibles F114 y F115. El LED rojo testigo de estos 12 voltios en la tarjeta de alimentación-drivers también debería estar encendido.

Problema: En una Indiana Jones, El mini-playfield "the Path of Adventure" va a tirones, cuando se mueve en una de las direcciones durante la partida, sin embargo funciona bien cuando lo pruebo en modo test.

Respuesta: El PoA (Path of Adventure) se mueve con los pulsadores de los flippers durante la partida. Si los optos en "U" de los pulsadores están sucios o fallando, esto puede provocar que el PoA vaya a tirones cuando se mueve a izquierda o derecha.

Por otro lado hay también dos optos en "U" en la tarjeta de interruptores del PoA (que va montada en la parte de atrás del panel trasero del tablero), y estos también pueden estar fallando.

Con un bastoncito de algodón y algo de agua jabonosa limpia todos estos optos. Después vete a los test y entra la prueba del POA. ¿Va a tirones en modo test? Si es así, hay algún fallo en los optos de la tarjeta de interruptores del POA, repasa las soldaduras o simplemente cambia los optos.

Vuelve a probar el PoA en modo test, si ahora funciona bien pero sigue yendo a tirones durante la partida, repasa las soldaduras o cambia los optos del pulsador del flipper correspondiente (si el PoA va a tirones hacia la izquierda el problema estaría en la tarjeta de optos del flipper izquierdo).

Otro modo de saber si el problema está en los optos de los pulsadores de los flippers es intercambiar las tarjetas de los flippers izquierdo y derecho, y mirar si el problema se traslada al otro lado.

Resaltar que en modo test se utilizan los pulsadores del monedero para mover el PoA en vez de los pulsadores de los flippers como se hace durante el juego. Por eso una anomalía en el movimiento del PoA que sólo se manifieste durante la partida y no en modo test, es casi seguro que está motivada por problemas en los optos de los flippers.

Problema: En el "juguete" principal de la Bride of Pinbot, el pinball no muestra la "cara" correcta durante la partida.

Respuesta: Debajo del tablero, hay una pequeña tarjeta con un relé montado. Este relé controla la dirección de giro del motor, lo que en última instancia determina la cara que presenta. Es habitual que las soldaduras de las patillas del relé se rompan, ocasionando que el relé a veces no pueda energizarse, y falle el sistema durante la partida. Resuelda las uniones soldadas del relé con la placa para arreglar esto.

Problema: En la Tales of the Arabian Nights (ToTAN), después de hacer seis "Tiger loops" y encender la bola extra, la máquina se resetea!

Respuesta: Esto parece deberse a un problema en el software de todas las versiones del código de la ROM de la CPU. El problema se manifiesta cuando el interruptor 45 (el loop derecho interior) no funciona. Una vez que se enciende la bola extra el software "compensa" el interruptor que no funciona nada menos que reseteando la máquina! Para solucionar esto hay que arreglar el interruptor 45.

Problema: En una Roadshow, la cuchilla del buldózer no quiere subir.

Los interruptores Eddy de delante del buldózer y de la cabeza de Ted funcionan perfectamente. La cuchilla del buldózer también funciona perfectamente en modo test.

Respuesta: Comprueba los dos optos en "U" en la tarjeta de optos del bulldózer, que determinan la posición de la cuchilla. Si cualquiera de estos optos en "U" están averiados o sucios, la cuchilla no funcionará correctamente. A veces estos optos parecen funcionar bien en modo test, pero si están empezando a fallar, en vez de dar 0 ò 5 voltios francos, dan un valor intermedio (como 0,4 voltios). Para solucionarlo, primero intenta limpiar los optos con un bastoncillo de algodón y agua jabonosa. Si persiste el problema cambia los optos en "U".

Problema: Le falta la sirena de arriba del cabezal a una Getaway.

Respuesta: [HAPP Controls](#) fabrica buenos repuestos para esta sirena de 12 voltios. La referencia 95-0115-10UC. Es una sirena roja con un anillo cromado y una base separada de montaje. El motor de HAPP es de continua motor y el original es de alterna. Para convertir el voltaje a continua, utiliza un puente rectificador de 35 amperios y 200 voltios (como los que se usan en la tarjeta de drivers). Conecta los dos cables que vienen de la pequeña tarjeta controladora de la sirena a las patillas de alterna (AC) del puente. Conecta los dos cables que vienen de la sirena a las patillas "+" y "-" del puente.

Problema: En una Indy500, las dianas luminosas tienen roto la pestaña del plástico activador del opto (la parte que pasa entre el opto en "U" para activarlo).

Respuesta: Usa un poco de cinta americana o cinta aislante y pégala a ambas caras del trozo de plástico que queda en la diana, de manera que quede sobresaliendo un poco quedando la cinta pegada al plástico y a si misma. Luego corta la cinta con una cuchilla dejando lo necesario para sustituir la pestaña rota. Observa que la razón de que la pestaña de plástico se rompa suele ser que faltan alguna de las dos almohadillas que van en cada lado de la diana para evitar que la pestaña de plástico golpee contra la parte trasera del opto. Estas almohadillas pueden reemplazarse fácilmente con nuevas almohadillas de 3/16", sobre 5 mm, (hechas con espuma tipo burlete) para evitar nuevas roturas en el futuro.

Problema: En una Johnny Mnemonic, no funciona el guante.

Respuesta: Primero, recuerda que el motor del guante funciona con los mismos 20 voltios que el circuito de lámparas flash. Por tanto, si la puerta del monedero está abierta, el motor no funcionará. Mas todavía, si la puerta del monedero está abierta cuando se enciende el juego, el test de arranque fallará, impidiendo que funcione el guante (hasta que se resetee el pinball). En la última Johnny que tuve, hice un puente en el interruptor de enclavamiento de la puerta del monedero para que los 20 voltios del circuito de flashes no se desconectara al abrir la puerta (los 50 voltios de las bobinas seguían desconectándose con la puerta abierta). Encuentro que esto era mucho más práctico para trabajar en el pinball (mientras trabajo suelo dejar la puerta del monedero abierta para desconectar los 50 voltios).

El guante utiliza cuatro interruptores ópticos en forma de "U" (para situarse en los ejes X/Y), dos microinterruptores para localizar las posiciones central y tope izquierda, y un interruptor dentro de la mano magnética. Prueba estos interruptores con el test de flancos de interruptores en el menú de prueba T.1.

Uno de los microinterruptores sirve para fijar la posición central de la mano (en el sentido alante-atrás). El otro fija la posición tope izquierda. Comprueba que ambos micros funcionan bien en el test T.1 activándolos a mano. Luego comprueba que cuando el guante se mueve estos micros realmente cierran en el momento adecuado.

Lo siguiente es comprobar los cuatro optos en "U" del guante. Estos cuatro optos informan a la CPU sobre la posición X e Y del guante. Están montados en dos pequeñas placas de circuito impreso, situadas detrás del panel trasero que cierra la mesa (saca hacia delante la mesa para poder llegar a ellas). El guante se mueve con un sistema de varillas roscadas (tipo accionador de puertas de garaje genie), (una varilla para el movimiento en el eje de las X y otra para el movimiento en el eje de las Y). Cada varilla tiene un actuador metálico que gira entre los dos optos en "U". Las varillas roscadas se pueden girar a mano para probar. En el test T.1, comprueba que ambos optos de cada eje ("A" y "B") funcionan bien (estos optos son de la

variedad de cinco patillas). Simplemente con que falle uno de ellos, el guante entero no funcionará, y saldrá un error de autodiagnóstico cuando se enciende el juego (o al entrar en los menús). Los errores asociados a estos optos son "No X Movement Detected" y "No Y Movement Detected". Esto significa que hay algún problema asociado alguno de estos optos. Si alguno no funciona nunca o falla intermitentemente, simplemente cámbialo por uno nuevo (mira [aquí](#) para información sobre repuestos).

El problema también puede venir de los pequeños conectores Molex de .100" que conectan las tarjetas de los optos. A menudo simplemente reasentando estos conectores se soluciona el problema. También es bueno mirar en las tarjetas si hay soldaduras rotas en los pines machos que reciben el conector (un problema relativamente frecuente en este tipo de pines). En último extremo se pueden cambiar los conectores.

Otro punto a comprobar es la tarjeta del motor de dirección del guante que está debajo del tablero. A veces se encuentran soldaduras rotas en los pines del conector de la tarjeta. Repasando las soldaduras se soluciona este problema.

Por último comprueba el interruptor de la mano. Está localizado dentro del imán, en la parte inferior del guante. Para verificarlo acerca y aleja una bola del pinball. El interruptor está etiquetado como "F5" en la matriz de interruptores en la columna más a la derecha. Es un interruptor inductivo que detecta la bola por proximidad por eso es importante probarlo con una bola de verdad y no con cualquier otra cosa.

Después de verificar que todos los interruptores funcionan sin problemas, comprueba en el test de solenoides que el imán del guante funciona bien.

Por último, asegúrate de que tienes la última versión de la ROM de la CPU con el programa del pinball. La última revisión es la 1.2. Si tienes cualquier otra es muy conveniente que te actualices (El número de revisión de la ROM de la CPU se muestra en el display cuando se inicia el pinball, también cuando se entra en los diagnósticos).

Problema: Los LEDs del cofre de mi Scared Stiff están rotos ¿Donde puedo conseguir unos de repuesto?

Respuesta: Los LEDs del cofre son LEDs rojos tamaño estándar tipo T-1. Cualquier LED tipo T1 debería funcionar, pero estos son algunos que imitan a los originales de [mouser.com](#):
part# 604-L934SRCD, KingBright super bright LED lamps T-1 red water clear, \$0.34.
part# 351-3230, LED lamps T-1 red water clear, \$0.25 (como segunda elección).

Problema: No funciona la lámpara de neón en una Circus Voltaire.

Respuesta: Lo primero comprueba que están presentes los 12 voltios de entrada al transformador de la lámpara de neón (¿está fundido el fusible?) La manera más sencilla de comprobarlo es midiendo en el conector Molex que va al transformador (debajo del tablero), o en la tarjeta de alimentación-drivers. Si los voltios están ahí y el tubo de neón no está dañado, lo más probable es que el transformador esté averiado.

El transformador de neón se alimenta con 12 voltios de continua que se convierten en un voltaje muy alto en la salida (cerca de 1500 voltios, a baja corriente). Debido a este alto voltaje y para cumplir las especificaciones UL de seguridad, Williams tuvo que remachar una envoltura de plástico cubriendo el transformador! Para acceder al transformador, hay que taladrar los remaches una broca pequeña de 3 mm (1/8") o machacar las cabezas de los remaches (en la SWE1, no intentes quitar el plástico decorativo "light saber handle", está pegado con silicona al plástico que cubre el transformador y no se pueden separar sin destruir el plástico decorativo!)

Una vez que se han quitado los remaches, el transformador se puede desmontar y probar. ¿Está presente el alto voltaje en la salida (1500 voltios de corriente continua)? Cuidado al medir que son muchos voltios (aunque de baja intensidad), si el rango de tu polímetro no llega a medir tensiones tan altas, prueba a cambiar el transformador sin más. La

forma más barata es comprarlo en tiendas no especializadas en pinball. Si el nuevo transformador no cabe en la ubicación del original, se puede reconstruir el cableado para montarlo en otro sitio debajo del tablero. Si haces esto ten cuidado de usar cables especificados para al menos 2000 Voltios (estos cables necesitan mejor aislamiento; mira en el cable original que va al neón si necesitas una referencia).

Las especificaciones básicas del transformador original son estas:

- Modelo: VT 1510-12
- Voltaje de entrada: 12 Vcc (+/-10%)
- Voltaje de salida: 1500V
- Corriente de entrada: 650 mA (Máx)
- Driving Distance: Tubo de neón entre 0,3 y 1,5 metros (1-5 ft), en base a tubos de 12mm
- Corriente de salida: 10 mA
- Temperatura de funcionamiento: 0° to 104°F
- Longitud: 38,1 mm (1.5 in)
- Anchura: 25,4 mm (1.0 in)
- Altura: 57,15 mm (2.25 in)
- Mounting: 1.15 in.
- Peso: 85 gr (3.0 oz)

El transformador original para Star War Episode 1 (part number 04-10947) todavía puede encontrarse. El transformador original para Circus Voltaire (y SWE1) era el modelo Ventex VT12D5, pero parece que han cambiado sus referencias y la nueva referencia equivalente sería VT1510-12. Un recambio válido sería el modelo Ventex NPS-12D5 que cabe en el alojamiento original y funciona bien. Sus especificaciones principales son entrada 12 Vcc a 0,6 Amperios, y salida 1500V 5mA. Se pueden conseguir en www.ventextech.com/lowv.htm. Observa que el conector de salida se debe cambiar a conector Molex. Otra fuente para conseguir transformadores es www.sunsupply.com/transformers/winind.html.

Después de conseguir el recambio prueba el nuevo transformador utilizando el polímetro y puntas de prueba de agarrar (tipo pinzas de cocodrilo) colocadas en los 12 voltios de entrada y en el tubo de neón. Comprueba que todo está bien sujeto y aislado antes de encender el pinball para probar (recuerda los 1500 voltios de la salida!)

Después de comprobar que el nuevo transformador está funcionando bien, vuelve a montar la rampa. Puedes utilizar pequeños tornillos en vez de remaches si no tienes los remaches adecuados o no tienes remachadora.

Probar el propio tubo de neón, sin usar el transformador de alto voltaje no es nada fácil ya que no se puede probar con el polímetro. Existen unos aparatos pequeños inductivos para probarlos - el tubo brillará al acercarle el probador inductivo si todavía tiene gas dentro. Otra forma de probarlos es ponerlos debajo de una línea de alta tensión de noche para ver si brillan (¡y de paso asustarte de cuanta energía hay en las inmediaciones de las líneas de alta tensión!).

Problema: En una Getaway High Speed2 la bola no acelera bien cuando entra en el super charger, y se funde el fusible F103 después de unas vueltas. Además parece que los tres imanes dan pulsos independientemente de que opto se activa en el supercharger.

Respuesta: Clive sugiere que el problema puede estar en uno o ambos chips CMOS de la tarjeta del acelerador, o en los operacionales LM339 de esa tarjeta. Comprobando los optos del acelerador con la prueba de interruptores, verifica que todos los optos funcionan bien y que no se activan varios al probar uno de ellos. Si pasan bien el test, los chips LM339 probablemente estén bien. Esto deja a los chips CMOS U2 (4011) y U3 (4071) como principales sospechosos, prueba a cambiarlos a ver si eso soluciona el problema.

Problema: ¿Donde puedo conseguir repuesto para la lámpara estroboscópica de la Attack from Mars?

Respuesta: Aunque se pueden conseguir lámparas estroboscópicas (strobe lights) en tiendas de lámparas, es difícil conseguir el repuesto correcto para la AFM. La cadencia adecuada de la lámpara de la AFM es de 6,25 destellos por segundo, mientras que la lámpara estroboscópica estándar no permite más de 2 o 3 destellos por segundo. Lo que se necesita es una lámpara tipo herradura de "baja presión". La clave está en esto último, porque la baja presión permite que el condensador asociado tenga tiempo suficiente para el ciclo carga-descarga y conseguir destellos de 6,25 veces por segundo. La lámpara adecuada se puede conseguir en <http://www.pinbits.com/> (vete a la sección de recambios para la AFM). Cuando la montes no toques el cristal con los dedos.

No obstante, antes de dar por mala a la lámpara, comprueba la tarjeta de la fuente de alimentación que está debajo de la caja metálica. Para ello desenchufa antes la máquina. De todas maneras necesitarás sacar la placa para llegar a la lámpara estroboscópica. Yo me encontré con dos patillas rotas en la pequeña caja azul en una reparación reciente.

Problema: En la Medieval Madness la máquina no siempre se entera cuando la bola golpea a los trolls.

Respuesta: Hay dos motivos principales por los que el interruptor de la cabeza de los trolls funcione de forma intermitente, o que incluso falle siempre. La primera es una rotura en las conexiones soldadas de los cables del interruptor. La segunda es que los puntos de contacto de las láminas del interruptor se han aflojado lo que produce fallos intermitentes en el mejor de los casos. Para solucionar este último problema desmonta el conjunto del interruptor e intenta aplanar con un pequeño martillo, la parte trasera del punto de contacto para eliminar el juego con la lámina.

Problema: En la Monster Bash a veces ocurre un slam tilt (falta por golpe) cuando la bola se cuelga por el pasillo exterior derecho.

Respuesta: Comprueba el interruptor detrás de Frank, una bola aérea puede cortocircuitarlo provocando este problema (sólo cuando las dianas de Frank están levantadas).

Problema: Como linkar dos NBA Fastbreak?

Respuesta: (de Louis Koziarz) La opción de unir dos NBA Fastbreak se hace con el puerto serie de la tarjeta Audio/Video. Instalar un puerto serie en un pinball WPC-95 es sencillo, y te puedes ahorrar dinero si lo haces tu mismo en vez de comprar el kit. Originalmente la tarjeta A/V del WPC-95 viene sin los dos chips del puerto serie, por eso hay que conseguir esos chips e insertarlos en las posiciones U22 y U24 de la tarjeta A/V. U22 es un chip MAX239 RS-232, y U24 es un 16C450 UART (se puede usar un buffer 16C550 que es equivalente).

La disposición de pines del conector serie de la tarjeta A/V está en la página 9 de los esquemas, y es la siguiente:

- J607-1 - Tierra (Ground)
- J607-2 - Salida TX (TX output)
- J607-3 - Entrada RX (RX input)
- J607-4 - CTS
- J607-5 - RTS
- J607-6 - DTR
- J607-7 - DSR
- J607-8 - Llave (sin conectar, se usa para evitar errores de conexión)
- J607-9 - RI
- J607-10 - DCD

Para la operación básica de puerto serie RS-232, sólo se necesitan las tres primeras patillas, con esto se debería tener acceso al sistema. Si no estás familiarizado con la interfase RS-232,

consigue una copia de los esquemas del WPC-95, que te ayudarán a comprender como trabaja el sistema.

Si los chips están montados correctamente, el sistema debería detectar automáticamente el puerto y empezar a enviar las auditorias a través del puerto. Puede que haga falta habilitar los printouts en el menú de ajustes, no recuerdo si esta opción se habilita automáticamente.

Esto es todo lo que hay que hacer. NBA Fastbreak aprovecha este puerto con una configuración null-modem para linkar dos máquinas y permitir enfrentamientos mano a mano (las líneas TX y RX deben ir cruzadas, es decir, TX de un pinball al RX del otro y viceversa). Los pinballs linkados funcionan así: El primer jugador presiona Start, y el display muestra el mensaje "Waiting for 2nd player" (esperando por el segundo jugador). Ahora puedes empezar una partida normal (un sólo pinball) apretando ambos botones de los flippers, o empezar un mano a mano dándole al Start en la segunda máquina. Las partidas linkadas se dividen en cuatro cuartos, con un descanso. La duración de cada cuarto se puede ajustar en los menús. La duración es constante, no hay límite en el número de bolas porque se juega por tiempos. Si se le va la bola a un jugador, el pinball sirve otra sin penalización (a parte del tiempo que se gasta sin posibilidad de puntuar). Los jugadores seleccionan sus equipos y la partida comienza. A pesar de estar compitiendo, los jugadores trabajan juntos para completar los modos. Por ejemplo, el jugador 1 puede completar los dos tiros izquierdos de "in the paint", y el jugador 2 los dos derechos, con lo que empezaría el multibola asociado. Si entre ambos jugadores consiguen acabar todos los modos y llegar al modo wizard final, competirán entre ellos por el anillo. En caso de empate habrá prórroga con un tiempo extra de juego.

Problema: ¿Que tipo de motores se usan en las juegos WPC?

Respuesta: Mira en este enlace [gearbox.htm](#).

Problema: La tarjeta Eddy Sensor autoajustable en una Monster Bash o Circus Voltaire tiene el LED en intermitencia (en vez de encenderse al aproximarse la bola al sensor y apagarse cuando no hay ninguna bola cerca).

Respuesta: El LED de la tarjeta flashará si 1) No está la bobina (sensor) conectada en la tarjeta Eddy Sensor autoajustable, 2) La bobina conectada no es la adecuada (no tiene la resistencia correcta), 3) Los condensadores C1 y C2 de la tarjeta no son los adecuados (no tienen la capacidad correcta).

Como puede ser que los condensadores tengan un valor incorrecto? Si la tarjeta Eddy fue cambiada de una Circus Voltaire a una Monster Bash (o viceversa), esto puede suceder. Comprueba en el manual que los valores de capacidad son los correctos.

Problema: En mi Twilight Zone, sale el error: "clock is broken". ¿Como lo puedo arreglar?

Respuesta: En muchas TZ, este problema pasa por la alta temperatura a la que trabaja el reloj debido a las lámparas #86 estándar de iluminación del reloj. Para resolver el problema seguramente habrá que cambiar los optos en "U" (junto con las resistencias de alimentación de 470 ohmios 1/2 watio R1-R8, y el conector de .100 de la interconexión entre tarjetas), además hay que hacer algo para bajar la temperatura del reloj.

Hay dos tendencias para conseguir reducir el calor que se genera dentro del reloj: Montar en cada una de las lámparas #86 de iluminación general, o montar LEDs de alta luminosidad en vez de las lámparas #86 originales. Cualquiera de estos métodos es válido pero si no se hace algo, el calor interno que se acumula en el reloj acabará "friendo" los optos en "U" y otros componentes, con lo que saldrá el fatídico mensaje de error "clock is broken" (el reloj está roto).

[Rottendog Amusements](#) y [Pin Lizard](#) venden tarjetas del reloj rediseñadas con LEDs de alta luminosidad ya instalados. Con estas tarjetas el calor interno dentro del reloj se puede reducir de unos 70 °C a menos de 40 °C. De cualquier forma simplemente cambiando las lámparas

por LEDs en las tarjetas originales, el calor se puede reducir a unos 50 °C. Además de la reducción del calor se consigue bajar el consumo de unos 8 vatios a 1 vatio (como se documenta en PBliz).

Para cambiar las lámparas originales por LEDs, lo primero es conseguir 4 LEDs blancos de 5 mm de alta luminosidad (PBliz recomienda Digi-Key, part# CMD333UWC-ND). Cuanto más brillante sea el LED, mejor resulta para esta aplicación. También necesitarás cuatro resistencias de 1/2 vatio y 100 ohmios (o 133 ohmios) que se deben montar en las localizaciones D1-D4 de la tarjeta. Dobra las patillas de los LEDs como se muestra en [esta](#) fotografía. Esto repartirá la luz de forma más uniforme por la cara frontal del reloj (pincha [aquí](#) y [aquí](#)). Observa que los LEDs pueden montarse en cualquier dirección; no hay que prestar atención a la polaridad ya que la tensión de las lámparas es realmente de corriente alterna. Debido precisamente a esto, lo ideal es montar los LEDs de forma que dos estén encendidos y los otros dos apagados durante cualquier semiciclo de la corriente alterna, de esta manera la luz será mucho más homogénea (mira en las fotos para ver está disposición).

Ten en cuenta que simplemente cambiando a LEDs no se arreglan tarjetas que ya estaban averiadas. A menudo las tarjetas originales con los años tienen pistas rotas o quemadas, optos en "U" averiados, resistencias R1-R8 dañadas, el conector de .100" de interconexión entre las dos tarjetas o el conector exterior puede estar dañado, tener soldaduras rotas, etc. También la apariencia del reloj con los LEDs es bastante diferente a la que tiene con las lámparas #86; es como una luz más azulada. Hay gente a la que no le gusta el resultado, además hay gente a la que no le gusta cambiar el diseño original.

Hay otra modificación que se puede hacer en el reloj para aliviar los problemas de sobrecalentamiento que mantiene la apariencia original del mismo. Consiste en montar cuatro diodos 1N4004 en las localizaciones D1-D4 de la tarjeta del reloj (originalmente Williams monta resistencias de cero ohmios en lugar de diodos). Con esto se puede mantener las lámparas #86 originales ya que los diodos disminuirán la corriente que consumen las lámparas y en consecuencia bajará la temperatura interna.

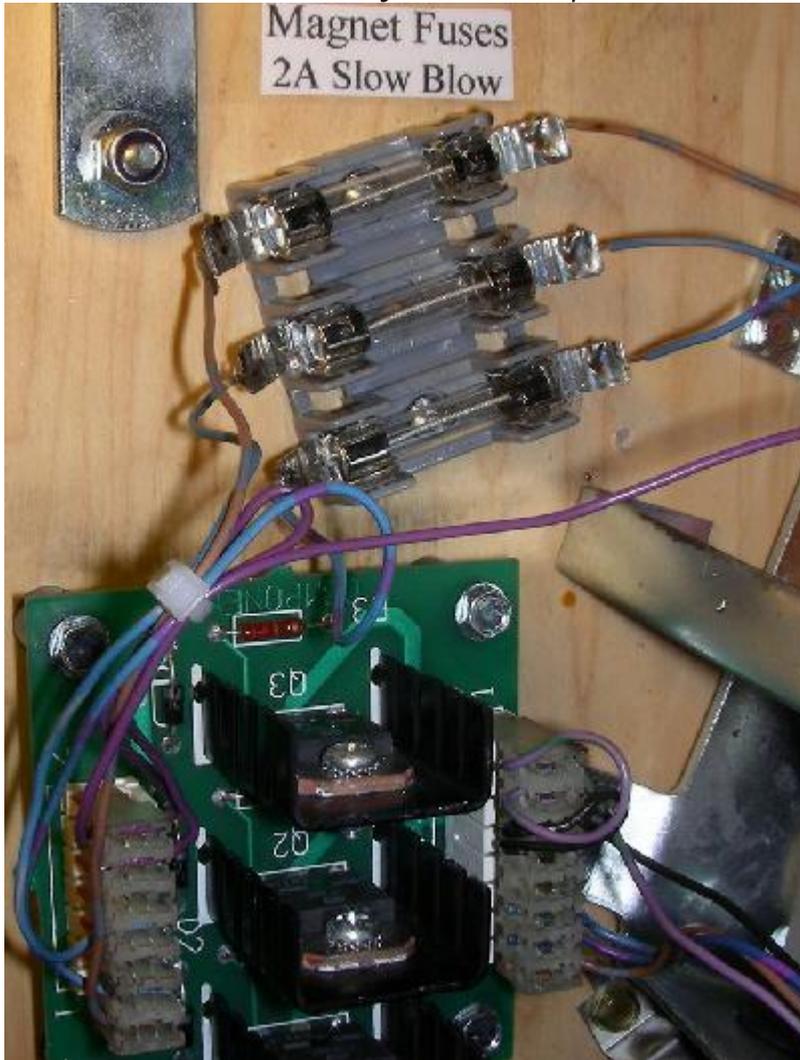
Monta los diodos D2, D3 con las bandas de polaridad puestas de forma inversa a como vienen serigrafiadas en la tarjeta original del reloj. Esto se hace para que que las lámparas uno y cuatro tengan tensión en una mitad del ciclo de corriente alterna y las lámparas dos y tres en el ciclo contrario, consiguiendo una iluminación más uniforme. Esta mod consigue que el consumo de las lámparas baje de 8 a 6 vatios, reduciendo el calor generado sin modificar el aspecto original del reloj. Si te decantas por esta opción se recomienda taladrar en la parte superior de la carcasa de plástico dos agujeros 4 o 5 mm directamente encima de las dos lámparas #86 de la parte superior, para favorecer la ventilación (no se necesitan agujeros en la parte inferior porque ya están las entradas de los conectores).

Problema: ¿Como se puede evitar el peligro de que los electroimanes de la Addams Family acaben quemando el tablero?

Respuesta: Los tres electroimanes que hay bajo el tablero se manejan con una pequeña tarjeta con tres transistores TIP36 que también va montada debajo del tablero. Estos electroimanes se energizan de forma alternativa para conseguir ese fabuloso efecto de que la bola está como poseída (the power). Si alguno de estos transistores queda en corto el electroimán correspondiente quedará siempre energizado, y esto podría generar el suficiente calor como para quemar el tablero en esa zona.

Para impedir que esto pueda suceder, es una buena idea montar 3 fusibles de 2 amperios de fusión lenta (slow-blow), uno para cada electroimán. Así si alguno se queda energizado de forma permanente, el fusible correspondiente se fundirá antes de que el electroimán llegue a calentarse tanto como para quemar el tablero.

Montando tres fusibles debajo del tablero para los electroimanes de la Familia Addams.



4a. Acabado Final: Reconstruyendo los flippers

Con independencia de la habilidad de cada uno jugando al pinball, lo primero que todo el mundo reconoce en una máquina de pinball son los flippers. Cualquiera puede decirte si un pinball tiene los flippers buenos y potentes o débiles, fallones y medio muertos. Los flippers son la interfase entre el juego y la persona que está jugando. Aunque no hagas mucho más por tu máquina, al menos ten unos flippers buenos. Los pinballs con buenos flippers son divertidos. Los flippers con flippers chungos no lo son (sea el modelo que sea).

Los flippers van perdiendo fuerza porque sus partes móviles sufren mucho desgaste por el gran número de maniobras que realizan. Con el desgaste, los mecanismos pierden las holguras de diseño y eso se traduce en que cada vez se utiliza más energía de la bobina en mover los propios mecanismos y va quedando menos disponible para propulsar la bola. Reconstruir los flippers es la solución para recuperar la fuerza y el tacto originales.

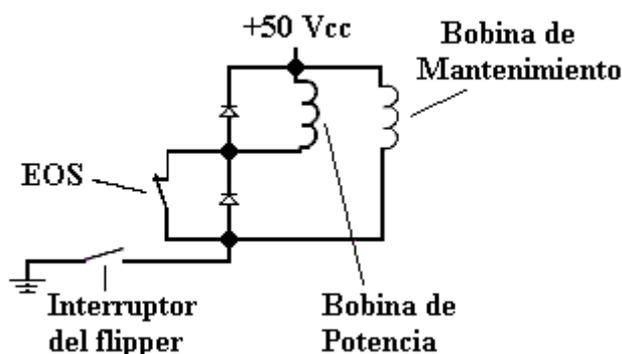
Como funcionan los flippers.

Una bobina de flipper son en realidad dos bobinas en un único paquete. Una de las bobinas es la de alta potencia y consiste en unas pocas vueltas de cable relativamente grueso, lo que le confiere una baja resistencia y en consecuencia mucha potencia. La otra bobina es de baja potencia y se llama "de mantenimiento", en este caso está construida con muchas vueltas de un cable mucho más fino, por lo que tiene mucha más resistencia. Esta bobina es importante para mantener el flipper arriba cuando el jugador mantiene apretado el pulsador del flipper (de ahí su nombre), ya que la bobina de potencia se desactiva cuando el flipper llega a la posición superior.

Para ver más fácil como funciona el sistema de doble bobina de los flippers lo mejor es examinar el funcionamiento de la versión sin tarjeta Fliptronics (mira el esquema simplificado abajo): cuando se cierra el contacto del pulsador del flipper ambas bobinas se energizan y al llegar el flipper a su posición superior se abre el contacto normalmente cerrado del interruptor EOS (End of Stroke Switch, es decir interruptor de final de carrera). Esto desconecta la bobina de potencia del circuito y el flipper se queda levantado sólo por la acción de la bobina de mantenimiento.

La finalidad última de este sistema es tener potencia suficiente para impulsar la bola y al mismo tiempo que se pueda tener el flipper permanentemente levantado sin que se quemen las bobinas.

Un diagrama simplificado del circuito del flipper en un pinball sin fliptronic.



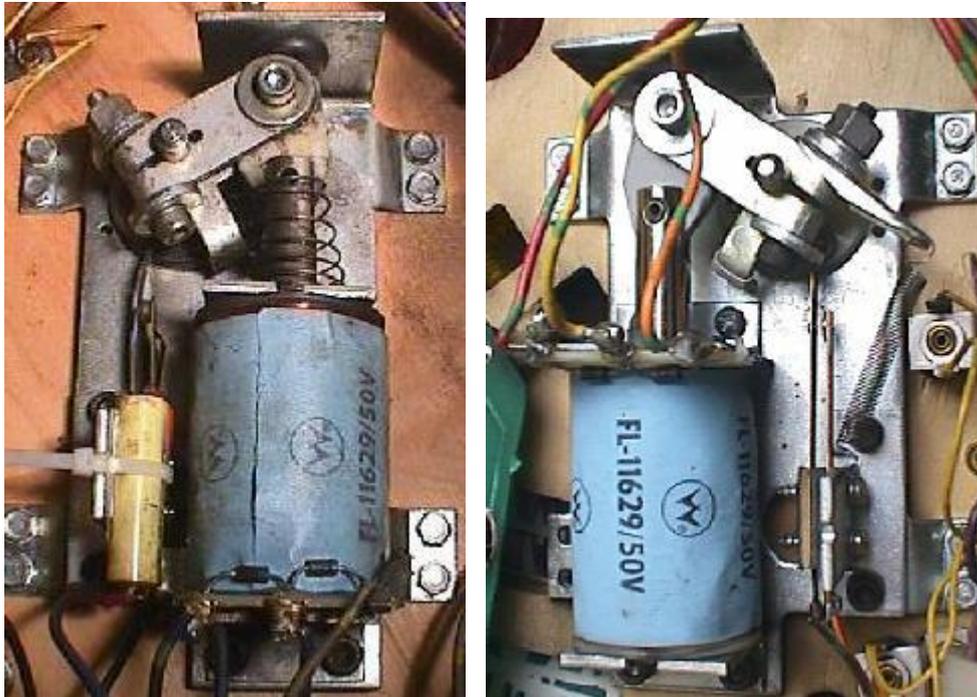
Interruptores EOS: ¿Normalmente abiertos o normalmente cerrados?

Los pinballs anteriores a la tarjeta fliptronics tienen un interruptor de final de carrera (EOS, End of Stroke Switch) normalmente cerrado y de alta intensidad.

Los flippers con tarjeta Fliptronics son una versión con control electrónico de los flippers explicados anteriormente. La diferencia principal consiste en que los flipper fliptronics utilizan interruptores EOS normalmente abiertos y de baja intensidad (frente a los anteriores al fliptronics que eran normalmente cerrados y de alta intensidad)

Izquierda: Un flipper WPC sin Fliptronics. Fíjate en el condensador que se monta como apagachispas para minimizar el arco que se forma en el EOS cuando desconecta la bobina de potencia. También en el muelle de retorno que se utiliza. El EOS es un interruptor **normalmente cerrado** de tungsteno de alta intensidad. Por cierto la bobina de la foto está mal montada ¿sabes porque?

Derecha: Un flipper Fliptronics recién reconstruido. En estos desaparece el condensador y cambia el estilo del muelle de retorno. El EOS es un interruptor normalmente abierto, con contactos bañados en oro de baja intensidad. En este caso la bobina si está bien montada.



La respuesta a la pregunta anterior ("que falla en la bobina del flipper de la izquierda?"): La respuesta es que la bobina de la izquierda está montada al revés!. Los terminales de la bobina deben quedar arriba como en la foto de la derecha, lo más lejos posible del tope del flipper para alejarlos del punto donde se origina una mayor vibración en el flipper. En cada maniobra del flipper el émbolo golpea contra el tope, lo que produce mucha vibración, esta vibración puede llegar a soltar los cables de los terminales. Para minimizar esto, la bobina se monta de manera que los terminales quedan en el extremo opuesto del tope, como se ve en la foto de la derecha. Cabe destacar que muchos pinballs WPC anteriores al Fliptronics ivenían con las bobinas mal montadas de fábrica!

Flippers WPC sin Fliptronics.

Cuando el jugador pulsa el botón del flipper, se energiza la bobina de potencia y el flipper sube hasta el tope. Un instante antes de llegar al tope una patilla solidaria a la biela del flipper debe abrir el interruptor de final de carrera (EOS), para desconectar la bobina de potencia.

En esta versión el EOS es un interruptor de alta intensidad normalmente CERRADO. Una vez que se desconecta la bobina de potencia queda sólo conectada la bobina de mantenimiento que consume mucho menos. Esto permite que el jugador pueda tener todo el rato el botón apretado sin que se queme la bobina del flipper. Si la bobina de potencia quedará energizada más de unos segundos, se calentaría hasta empezar a humear y se acabaría quemando.

Los interruptores EOS en flippers sin Fliptronic utilizan un condensador de 2.2 mfd 250 voltios (referencia 5045-12095-00) como apagachispas, para ayudar a minimizar el arco que se produce entre los contactos del EOS al desconectar la bobina de potencia. Al funcionar cortando directamente la corriente a la bobina potencia, los EOS en estos modelos están sometidos a mucho desgaste y necesitan un mantenimiento periódico. El arco que se produce va quemando y produciendo "picaduras" en el interruptor EOS, esto aumenta la resistencia entre sus puntos de contacto lo que revierte en arcos cada vez más grandes (que

aceleran el desgaste del EOS). Este deterioro progresivo en los EOS provoca que los flippers vayan cada vez más débiles. En estos flippers los puntos de contacto del EOS están hechos de Tungsteno para soportar mejor el desgaste y deben limpiarse con una lija pequeña de forma periódica.

Flippers WPC con sistema Fliptronics.

La tarjeta Fliptronics permite que la CPU tenga un pleno control sobre los flippers. Si el interruptor EOS switch está dañado o roto, la tarjeta Fliptronics puede seguir desconectando la bobina de potencia (mediante un temporizado) lo que incrementa la fiabilidad del sistema.

El EOS pasa a ser ahora un interruptor de baja intensidad normalmente ABIERTO. Cuando el flipper está llegando a su posición superior la patilla de la biela del flipper provoca el cierre del interruptor EOS.

Cuando el jugador aprieta el botón del flipper, la CPU conecta la bobina de potencia. Cuando el interruptor EOS cierra el contacto, la CPU la vuelve a desconectar. Si por algún motivo el EOS no llega a cerrar, la CPU desconecta igualmente la bobina de potencia al cabo de unos milisegundos. La bobina de mantenimiento está conectada desde el momento que el jugador aprieta el botón del flipper y hasta que lo vuelve a soltar.

El control por programa de las bobinas de los flippers a través de la tarjeta Fliptronics proporciona un nivel extra de fiabilidad al sistema. La CPU ahora puede controlar ahora el funcionamiento del EOS y si detecta algún fallo informa de ello al operador a través de un mensaje de error de diagnóstico. Pero aunque el operador no haga nada para solucionarlo, el sistema seguirá funcionando correctamente gracias a la desconexión temporizada. Además el EOS es ahora un interruptor de baja corriente con contactos bañados en oro que requieren menos mantenimiento que la versión de tungsteno.

Numeración y potencia de las bobinas de los flippers.

Cuando vayas a reconstruir los flippers de un pinball, mira en el manual y comprueba que las bobinas de los flippers son las correctas. A menudo los operadores cuando cambian las bobinas montan la que tienen más a mano que no siempre es la adecuada. Utiliza siempre el tipo de bobina que recomienda el manual, un tipo de bobina incorrecto puede causar bastantes problemas. En el listado siguiente se incluyen las resistencias de cada tipo de bobina de flipper y puede ser útil para comprobar una bobina de la que se desconfíe. En cada tipo el valor más alto de resistencia tiene una tolerancia de un 10%, mientras que el valor más bajo tiene una tolerancia del 3%. Para medir la resistencia de una bobina, pon una punta del DMM en la patilla central de la bobina y la otra punta en una de las patillas exteriores (en una mide la bobina de potencia y en la otra mide la de mantenimiento).

Este es el listado de las bobinas de los flippers ordenadas de más débil a más fuerte:

- FL-11753: se usa en flippers pequeños, como el flipper "Thing" en la Addam's Family. 9.8 ohmios/165 ohmios. Normalmente con envoltorio de color amarillo.
- FL-11722: se usa en flippers que no necesitan mucha potencia, como el flipper superior derecho de la Twilight Zone. 6.2 ohmios/160 ohmios. Normalmente de color verde.
- FL-11630: fuerza de flipper "estándar", se utiliza sobre todo en flippers algo más antiguos como Earthshaker, Whirlwind, etc. 4.7 ohmios/160 ohmios. Normalmente de color rojo.
- FL-15411: para flippers potentes, se utiliza por ejemplo en los flippers principales de la Addam's Family, Twilight Zone, etc. 4.2 ohmios/145 ohmios. Normalmente de color naranja.
- FL-11629: la bobina de flipper más potente de Williams. Se utiliza en la mayoría de los pinballs WPC más recientes. 4.0 ohmios/132 ohmios. Normalmente de color azul.

Kits para reconstrucción de Flippers.

Williams vendía un kit completo que contenía todas las partes que se necesitan para reconstruir dos flippers. Incluyendo piezas como el conjunto completo de biela, émbolo y acoplamiento derecho e izquierdo, casquillos (tubos), topes, interruptores EOS con sus condensadores (en kits no fliptronics), y otras piezas. La referencia Williams es A-13524-8

para flippers sin fliptronics, y A-13524-1, pero ya son casi imposibles de conseguir. Alternativamente se pueden conseguir fácilmente kits de reconstrucción en [tiendas on-line especializadas](#).

Otra alternativa es comprar sólo las piezas que necesitas (las más usadas son émbolo, casquillo, bielas y topes).

Reconstruyendo flippers con o sin Fliptronics.

Con independencia de que el pinball tenga flippers Fliptronics o no, el proceso de reconstrucción es el mismo (excepto en la parte de limpieza y ajuste de los interruptores EOS). Estos dos estilos de flippers incluso comparten las mismas piezas (excepto los EOS y los muelles de retorno que son diferentes).

Intenta conseguir las piezas correctas.

Cuando Williams cesó la producción de máquinas de pinball en 1999, el número de compañías que hacía piezas para flipper había disminuido a UNA. Eso significa que si compras piezas de flippers WPC a cualquiera de los suministradores de repuestos para pinball, lo más seguro es que las piezas sean las mismas. Hay una razón para mencionar esto - Los émbolos (núcleos de bobina) cambiaron de longitud con el Pinball 2000 (los topes siguieron siendo igual), y la única compañía que fabricaba esta pieza cambió sus especificaciones. El problema es que cuando montamos un émbolo de Pinball 2000 en un pinball WPC, el recorrido del flipper se acorta. Esto significa que el juego no va a ser el mismo que el que tenía el pinball de nuevo; la carrera del flipper es más reducida y el pinball se vuelve mucho más difícil de jugar.

[Pinball Life](#) (y en menor medida [Pinball Resource](#)) han tenido esto en cuenta y han empezado a suministrar émbolos y topes fabricados con las especificaciones originales WPC. Por este motivo yo recomiendo comprar los repuestos para flippers a estos proveedores. Aunque comprendo que esto no es siempre posible y más adelante veremos como se pueden usar repuestos para flipper 'WPC genéricos' (con especificaciones de Pinball 2000) en un pinball WPC y conseguir el recorrido correcto del flipper.

En el caso de Pinball Life, han dividido los kits de reconstrucción para pinballs WPC en tres categorías:

- Williams/Bally Flipper Rebuild Kit - 02/1988 a 08/1991 (#pbl_0288-0891). Este kit es el adecuado para los siguientes pinballs: Funhouse, Harley Davidson, Bride of Pin-bot, Gilliagan's Island, Terminator2, Party Zone, Hurrincane (Williams #A-13524-1). Todos son pinballs sin Fliptronics.
- Williams/Bally Flipper Rebuild Kit - 02/1992 a 04/1993 (#pbl_0292-0493). Este kit es buenos para los siguientes pinballs: Getaway, Addams Family, Black Rose, Doctor Who, Fish Tales, Creature from the Black Lagoon, Whitewater, BS Dracula, Twilight Zone (Williams #A-13524-7). Son pinballs con Fliptronics con un recorrido largo de flipper.
- Williams/Bally Flipper Rebuild Kit - 08/1993 a 10/1998 (#pbl_0893-1098). Este es el kit adecuado para pinballs WPC desde Indiana Jones hasta Cactus Canyon (Williams #A-13524-8). Son también pinballs con Fliptronics, pero el recorrido del flipper se recortó ligeramente en comparación a la Twilight Zone y pinballs anteriores.

Izquierda: Conjunto de Flipper con la bobina y el tope desmontados.

Derecha: El tope de la bobina. Observa en la fotografía de arriba como esta algo abombada la parte que recibe el impacto del émbolo.

Debajo se ve un tope que ha sido repasado con una lima para volver a planificarlo, aunque lo más recomendable es poner un tope nuevo y no intentar reparar el antiguo.



Paso 1: Desmontar el tope de bobina.

Con una llave allen de 3/8", quita los dos tornillos de 10-32 x 3/8" que fijan el tope en su sitio. Esto liberará la bobina y la podrás sacar del conjunto. De momento, desmonta el tope y aparta la bobina a un lado. (Usa llaves en medidas inglesas, pulgadas, siempre que puedas, hay medidas métricas que pueden valer para salir del paso, pero es mucho mejor trabajar con llaves en pulgadas)

Examina el tope de bobina. Con el tiempo la cabeza del tope tiende a abombarse debido al desgaste que produce el golpeo del émbolo contra el tope. Si este es el caso, lo mejor es cambiar el tope. Sujetando bien el tope con una mordaza, se puede repasar lijando la cabeza para eliminar el abombamiento y las rebabas del borde. El problema de hacer esto es que se incrementa el recorrido del émbolo, lo que además de aumentar la carrera del flipper puede llegar a provocar que la pieza de acoplamiento entre émbolo y biela pegue contra el soporte superior de la bobina con lo que el acoplamiento acabaría rompiéndose pronto. Otro efecto posible de aumentar la carrera del émbolo es que la patilla que mueve el interruptor EOS se quede enganchada en el mismo (dejando el flipper atascado en la posición superior).

Teniendo en cuenta que los topes de bobinas no salen tan caros, lo mejor es cambiarlos antes que intentar repararlos. Para pinballs WPC-DCS y WPC-95, utiliza el tope referencia #A-12390. Para pinballs WPC anteriores al DCS e incluso para pinballs system 11, utiliza el tope referencia #A-12111. Si utilizas la versión más reciente de tope #A-12390 en un pinball WPC anterior al DCS, el flipper tendrá menos recorrido que el del diseño original.

Para fijar el tope en su sitio se usan dos tornillos allen negros de 10-32 x 3/8". Si hay mucho desgaste en el tope, puede haber problemas para que la patilla que mueve el EOS, llegue realmente a mover el contacto, especialmente en pinballs con Fliptronics.

El mecanismo del flipper con el conjunto de la biela desmontado. Puede verse el eje del flipper sobresaliendo después de atravesar el tablero y el cojinete de nylon.



Paso 2: Desmontar el conjunto de la biela.

En flippers Fliptronics, lo primero es quitar el muelle de retorno en el extremo de la biela. Luego con una llave allen y una llave fija de 3/8" (con el nuevo estilo de biela puede que no se necesite la llave fija), afloja (pero sin sacar del todo) el tornillo que aprieta la biela al eje del flipper. Después sujetando la biela, gira y tira hacia fuera del bate del flipper (la pieza de plástico que golpea la bola) por el lado del tablero de juego hasta que consigas sacarlo del todo (el bate sale con el eje en una pieza). Con esto el conjunto de la biela queda libre y se puede sacar.

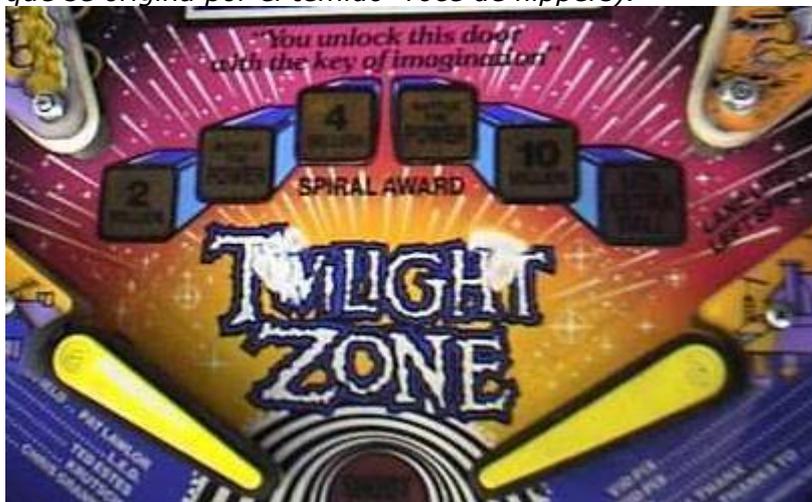
Paso 3: Comprobar el desgaste del soporte delantero de la bobina.

Si el pinball ha jugado mucho y tiene desgastado el casquillo de la bobina (el tubo que sirve de guía al émbolo) y/o abombado el tope, el émbolo puede golpear el soporte delantero de la bobina. Cuando esto pasa el agujero del soporte tiende a deformarse y agrandarse. También puede pasar lo mismo tras lijar el tope o el émbolo para eliminar el abombamiento producido por el desgaste, al aumentar la carrera del émbolo. En cualquier caso cuando esto sucede hay que cambiar el soporte delantero de la bobina.

Paso 4: Comprobar la goma de tope de retorno del émbolo.

Una pieza a la que no se le suele prestar mucha atención es la goma negra que hace de tope para el acoplamiento del émbolo. Esta pequeña goma suaviza el retorno del flipper a su posición de reposo. Si la goma está muy gastada puede causar problemas. La primera consecuencia será un aumento de la carrera del flipper, también sufrirá más el acoplamiento del émbolo (al golpear más fuerte en el retorno del flipper). Por último los flipper no quedarán bien alineados cuando estén extendidos. En caso de duda lo mejor es cambiar la goma sin más.

Una muestra del efecto de "roce de flippers" sobre el tablero (fíjate en el desgaste en la palabra "Twilight"). Esto se origina por el roce del bate del flipper sobre el tablero debido a un cojinete de flipper desgastado o roto, este roce provoca este tipo de desgaste característico. (Realmente en este caso el desgaste no está originado por los flippers sino simplemente por el excesivo número de horas de juego, pero vale como muestra porque el desgaste causado es muy parecido al que se origina por el temido "roce de flippers").



Paso 5: Cambiar el cojinete de nylon del flipper.

El cojinete del flipper es una pieza de nylon que sirve de guía al eje del flipper que pasa a través de ella. Es muy frecuente que esta pieza se rompa o que tenga un desgaste excesivo. Esto puede provocar que el bate del flipper roce contra el tablero. Si esto sucede, se puede producir un desgaste horrible que arruinará el trabajo artístico. Es fácil de saber si hay que cambiar un cojinete, con la biela desmontada, mueve el bate del flipper de lado a lado. Debe haber algo de juego, aunque no excesivo. El cojinete debe sobresalir por encima del tablero aproximadamente 1/8" (~3,2 mm). Si el cojinete no sobresale lo suficiente, es fácil que el bate empiece a rozar contra el tablero. Para curarse en salud, cambia sin más los dos cojinetes ino merece la pena arriesgarse a que se estropee la mesa!

Izquierda: Cojinete de nylon para flipper de Williams, vista superior y lateral.

Derecha: La foto superior muestra como el cojinete del flipper debe sobresalir aproximadamente 1/8" por encima del tablero (unos 3,2 mm).

En la foto inferior se ve un cojinete roto que no llega a sobresalir del tablero, esto ocasiona que el bate del flipper roce contra el tablero.



Para cambiar el cojinete del flipper, hay que desmontar la base sobre la que va montado todo el conjunto. Esto permite acceder a los tres tornillos de 6-32 x 3/8" con tuercas que sujetan el cojinete a la base. Las tuercas van montadas en la parte inferior de la base por lo que son inaccesibles al menos que se desmonte la base.

Izquierda: Observa que el agujero del acoplamiento del flipper está agrandado. Además el tubo termorretráctil negro que recubre la patilla que mueve al interruptor EOS está muy desgastado por el continuo roce con el EOS.

También está desgastado el casquillo espaciador del acoplamiento (abajo a la izquierda) aunque a simple vista no lo parezca.

Derecha: Observa que la punta del émbolo está desgastada y abombada. También se observa que el metal del émbolo está bastante picado.



Paso 6: Cambiar o reconstruir la biela.

La biela está formada por 3 componentes principales: el émbolo o núcleo, el acoplamiento y la biela propiamente dicha o mordaza. Una vez que la tenemos separada del resto del flipper podemos proceder a reconstruirla (si prefieres comprar bielas completas de repuesto y cambiar todo el conjunto te puedes saltar lo que viene a continuación).

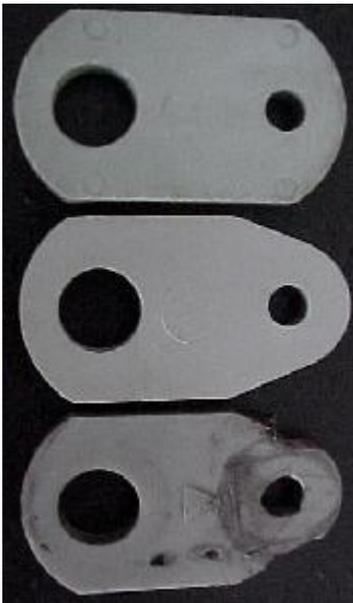
Saca el tornillo allen que sujeta el conjunto émbolo/acoplamiento a la mordaza para separar estas piezas (a veces se necesita un destornillador para abrir un poco la pieza para que pueda salir el conjunto émbolo/acoplamiento).

Antes de seguir, comprueba el agujero en la mordaza por donde pasa el tornillo que acabamos de sacar para liberar el émbolo/acoplamiento. Con el desgaste el agujero puede estar agrandado (ovalado), lo que haría que esta pieza fuera inservible. Incluso si se cambia el émbolo/acoplamiento, el agujero ovalado creará un "juego" en el conjunto que causará problemas. Comprueba también el propio tornillo que acabamos de sacar, a menudo presenta desgaste en la parte central lo que también origina holguras. En caso de que sea así hay que cambiar el tornillo.

Arriba: Nuevo estilo de acoplamiento de flipper, más grueso y compacto.

Medio: Estilo antiguo de acoplamiento, más fino; esta es la versión recomendada para el nuevo estilo de muelle de retorno. Al no ser tan grueso, es más difícil que se atasque dentro de la mordaza. Además es un acoplamiento más versátil que puede utilizarse en la mayoría de los pinballs de Williams (y de Data East!) desde mediados de los 80 en adelante.

Abajo: Un acoplamiento del estilo antiguo machacado por usarse con el estilo de muelle de retorno que va montado en el émbolo. Este es el motivo por el que Williams cambió en su momento al nuevo estilo de acoplamiento, el muelle de retorno montado en el émbolo simplemente acababa haciendo polvo el acoplamiento. Al cambiar de posición el muelle de retorno Williams volvió al estilo antiguo.



Mira el estado del pequeño **casquillo del acoplamiento** (flipper link spacer bushing), que debe estar dentro del agujero del acoplamiento. Un casquillo nuevo debe tener un diámetro exterior de 0,310 pulgadas (7,874 mm) y un diámetro interior de 0,090 pulgadas (2,286 mm). Si tienes un buen calibre puedes comprobar si estás dentro de la tolerancia. Sólo con que tengas un desgaste de 0,003 pulgadas" (0,08 mm) es conveniente cambiar el casquillo. En caso de duda lo mejor es cambiarlo sin más.

Cambia el émbolo y el acoplamiento, ya que un conjunto émbolo/acoplamiento no es demasiado caro y reparar el émbolo no vale mucho la pena. No obstante si optas por repararlo, esto es lo que puedes hacer: lija y bisela la punta del émbolo para eliminar el abombamiento. Con un saca-bocados, quita el pin metálico que mantiene al acoplamiento en su sitio. Monta un acoplamiento nuevo y vuelve a colocar el pin en su sitio. Asegúrate de que el nuevo acoplamiento se mueve libremente.

Monta el conjunto émbolo/acoplamiento sin olvidarte de meter el casquillo en el agujero del acoplamiento. Recuerda que el tornillo allen que fija esta pieza a la biela debe ir con la tuerca situada del mismo lado que la patilla (mira las fotos). No aprietes demasiado el tornillo, una vez sujeto el conjunto émbolo/acoplamiento, éste debe oscilar libremente en la biela.

Un conjunto émbolo/acoplamiento nuevo con un casquillo también nuevo. Observa que a la patilla de la biela se le ha colocado un tubo termorretráctil nuevo (blanco), el tornillo cabeza allen también es nuevo.



Paso 7: Comprobar y/o cambiar el tubo termorretráctil que recubre la patilla de la biela.

Te puedes saltar este paso si has montado una biela nueva. La función principal de la patilla es accionar el interruptor de final de carrera (EOS) cuando el flipper está llegando al final del recorrido. Esta patilla metálica viene de fábrica recubierta con tubo termorretráctil para evita un desgaste excesivo del interruptor EOS. Cuando este recubrimiento está desgastado, se produce contacto metal-metal (entre la patilla y el EOS) y esto acabará destrozando la lámina del EOS. Cuando esto ocurra lo más probable es que la patilla se acabe engancho con el EOS impidiendo que el flipper retorne a su posición de reposo (aunque el muelle de retorno esté bien).

El tubo termorretráctil también proporciona aislamiento eléctrico entre la patilla y el interruptor EOS. Esto es especialmente importante en modelos sin sistema Fliptronics (ya que aquí el EOS es un interruptor que maneja tensiones y corrientes altas). Un tubo termorretráctil desgastado o que simplemente haya desaparecido puede ser causa de todo tipo de comportamientos extraños en el juego.

Siempre se debe cambiar el tubo termorretráctil cuando se reconstruyen los flippers. Puedes quitar los restos del antiguo usando un cutter. El tubo que se usa es de 1/4" de diámetro (~6,35 mm) y 1/2" de longitud (~12,7 mm). Colócalo en la patilla y dale calor con un secador de pelo o similar para encoger el termorretráctil y que quede bien ceñido. Después corta el sobrante con un cutter.

Montando el conjunto de biela, émbolo y bobina del flipper. Observa el útil blanco para ajustar el flipper (flipper tool) y darle la holgura necesaria.



Paso 8: Comprobar el tipo de bobina del flipper.

A menudo, los operadores no ponen la bobina adecuada cuando cambian una bobina. Verifica en el manual del pinball que los flippers tienen montado el modelo de bobina recomendado por el fabricante (un mismo pinball puede montar distintos tipos de bobina en cada flipper).

Paso 9: Volver a montar el conjunto de la biela y de la bobina/casquillo.

Una vez reconstruida la biela (o sustituida por una nueva), es hora de volver a montarla. Pasa el émbolo a través del soporte delantero de la bobina. Comprueba que la patilla de la biela queda hacia abajo (hacia el tablero). Pasa el eje del flipper a través del cojinete y por el agujero de la mordaza de la biela. No aprietes todavía mucho la mordaza, sólo muy ligeramente para fijar pero permitiendo el movimiento relativo del eje del flipper en la mordaza si se fuerza un poco con la mano.

Pon un casquillo nuevo en la bobina del flipper (el tubo de plástico). Si no puedes sacar el casquillo viejo de la bobina cambia la bobina (eso es que ha habido deformación por calor, de otra manera el casquillo tendría que salir deslizándose sin demasiados problemas). El casquillo de la bobina debe montarse introduciéndolo por el lado contrario a los terminales de la bobina y de forma que al final sobresalga aproximadamente 1/8" (~3 mm) por el lado de los terminales.

Monta la bobina en su sitio, debe ponerse de forma que sus terminales queden en el lado contrario del tope (es decir, más cerca de la biela). Fíjate en el pin de nylon "tab" que sobresale de la bobina que debe encajar con un rebaje en el soporte de la bobina. La parte que sobresale del casquillo de la bobina debe introducirse también en el taladro del soporte. Monta el tope del flipper con sus dos tornillos allen, estos tornillos deben quedar bien apretados (pero sin pasarlos).

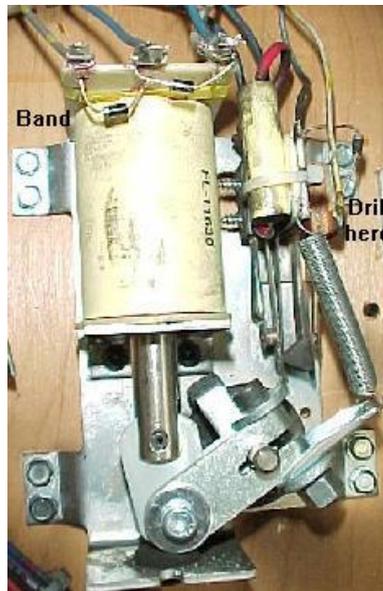
Paso 9b: En los flippers más antiguo, cambia el muelle de retorno por un muelle del tipo más moderno.

Williams cambió el tipo de muelle de retorno en 1992. Antes, había un tipo de muelle en forma de cono que iba metido en el émbolo. El problema con esta disposición era que se acababa comiendo el acoplamiento, y además el muelle se iba debilitando y podía acabar rompiéndose debido al constante roce con el acoplamiento.

Para evitar estos inconvenientes, Williams hizo dos cambios cuando se pasó al sistema Fliptronics. Por un lado cambiaron el tipo de acoplamiento que pasó a ser más grueso y con los puntos de contacto más redondeados. Además dejaron de usar el muelle colocado en el émbolo, situando el nuevo tipo de muelle fuera del mismo donde sufre menos desgaste y no afecta al acoplamiento.

Izquierda: Aquí se ve que un muelle del tipo antiguo que se ha debilitado dificultando el retorno del flipper. Observa además como se ha comido el acoplamiento (el nuevo tipo de muelle ayuda a evitar esto).

Derecha: Un flipper del viejo estilo reconvertido. Para ello hay que usar una biela del tipo Fliptronics, y hacer un taladro de 1/16" (~1,5 mm) en el soporte metálico que sostiene el condensador del flipper.



Para cambiar al nuevo estilo de muelle de retorno en pinballs antiguos, hay que cambiar la biela poniendo una del tipo Fliptronics. A continuación hay que hacer un taladro de 1/16" (~1,5 mm) en el soporte del condensador. Este taladro sujetará uno de los extremos del muelle del nuevo estilo. Las referencias Williams para el conjunto completo de la biela son #A-15848-L (Izquierda), y #A-15848-R (Derecha). Las referencias de sólo la mordaza son #A-17050-L (Izquierda), y #A-17050-R (Derecha).

Paso 10: Comprobar la holgura del flipper arriba-abajo.

Williams suministraba con cada pinball un plástico blanco a modo de "herramienta" para ayudar a ajustar la holgura arriba-abajo. Este espaciador encaja entre el cojinete del flipper y la biela (mira la foto de un poco más arriba) y tiene un grosor de .030" (0,75 mm), más o menos el grosor de 3 tarjetas de visita. La idea es que hay que dejar un poco de holgura entre el cojinete del flipper y la biela de forma que el bate del flipper tenga un poco de juego vertical, esta holgura debe ser tal que el bate no cabecee (mucha holgura) ni tampoco tienda a atascarse al calentarse (poca holgura). A mi personalmente no me gusta ajustar el flipper con esta herramienta, simplemente me aseguro de que quede un poco de juego arriba-abajo (al tirar del bate en sentido vertical) para que se pueda mover sin problemas pero sin que tampoco llegue a cabecear.

Utilizando un palillo de dientes como herramienta para alinear el flipper.



Paso 11: Alinear el bate del flipper.

En la cara superior del tablero hay un pin cilíndrico insertado justo debajo de los flippers. Este pin se utiliza en fábrica para facilitar la alineación de los flippers durante el montaje del tablero. Un truco que utiliza mucha gente es poner un palillo de dientes dentro del pin a modo de referencia y apoyar el flipper en él (con la goma montada o no, dependiendo del pinball). Esto te da una referencia de donde debe quedar el flipper para conseguir buena alineación. No es una buena idea intentar sacar el pin hacia fuera para alinear el flipper, simplemente utiliza un palillo. No hace falta arriesgarse a estropear el tablero.

Por desgracia el método del palillo no es realmente la manera correcta de alinear el flipper. La mejor manera para ajustar la posición final de los flippers es utilizar una regla o perfil recto y coger como referencia las guías laterales que conducen la bola a los flippers desde los pasillos de retorno. Cuando la bola sale de estas guías y pasa al flipper, debe hacerlo de la forma más continua posible, sin pegar ningún bote ni hacer extraños, para ello el ángulo de inclinación de los flippers debe coincidir con el de las guías de retorno, lo cual se consigue fácilmente con una regla o perfil recto.

Ambos flippers en la posición superior. Observa como quedan simétricos.



Paso 12: Comprueba la alineación del flipper en la posición superior.

Una vez alineado el bate en la posición inferior, extiende los dos flippers hasta su posición superior. Deben quedar con la punta a la misma altura, si no es así, puede ser que no estuvieran bien alineados abajo y habría que repetir el paso anterior. Si están bien alineados abajo, la diferencia de recorrido puede deberse a diferencias en el émbolo o en el tope entre ambos flippers (sobre todo si no los has cambiado sino lijado para eliminar el abombamiento). También una goma de tope de retorno del émbolo desgastada puede ser la causa de que los flippers queden desalineados cuando están extendidos.

Paso 13: Comprueba/Ajusta el recorrido del flipper.

Desde la posición de reposo hasta estar totalmente extendido el recorrido del flipper debe ser de 2 3/8" (~6 cm, concretamente 60,33 mm), medido en el centro de la punta del bate del flipper. Si es menor que eso, el pinball no jugará bien (al menos no como fue diseñado). Esto a menudo se debe a haber montado recambios incorrectos para émbolo, acoplamiento o tope (si hay demasiado recorrido, lo más normal es que se deba a piezas del flipper desgastadas). No hay que desesperarse, un recorrido demasiado corto puede ser corregido fácilmente.

Midiendo el recorrido del flipper desde reposo hasta la máxima extensión. Debe ser de 2 1/4 pulgadas (unos 60 mm).



Para corregir un recorrido demasiado corto, utiliza unos alicates de pico de loro para doblar el soporte de la goma de tope de retorno que determina la posición de reposo del flipper. Dobla sólo un poco y vuelve a comprobar la carrera para ver si ya da los 60 mm (2 3/8") de carrera. Observa que la posición de reposo del flipper necesitará volver a ser ajustada después de esto, por tanto hay que volver a repetir los pasos 11 y 12.

Doblando el tope de reposo del flipper para conseguir más carrera del bate (60 mm).



Paso 14: Apretar la mordaza.

Una vez ajustado el flipper ya podemos apretar la mordaza contra el eje (que sólo habíamos apretado muy ligeramente para facilitar el ajuste). Con el flipper posicionado correctamente, aprieta (muy fuerte) de forma que la mordaza agarre fuertemente el eje del flipper (tampoco demasiado porque puedes romper el tornillo allen o la propia mordaza). Utiliza para ello una llave allen y una llave fija de 3/8" (n.t: la llave allen también debe ser en pulgadas). Si habías utilizado un espaciador y/o un palillo de dientes ya los puedes retirar.

Paso 15: Limpiar y ajustar el interruptor EOS.

Limpiar y ajustar el interruptor EOS (end of stroke, final de carrera) es el último paso para reconstruir los flippers. Esto es MUY importante, especialmente en pinballs sin tarjeta fliptronics en los que el interruptor EOS es el único responsable de desconectar la bobina de potencia del flipper, por eso si no está bien ajustado y el interruptor EOS no llega a abrir, la bobina puede llegar a quemarse. También si el interruptor EOS está sucio y no hace un buen contacto, el flipper tenderá a estar cada vez más débil. Por todo eso es crítico que el interruptor EOS esté bien ajustado y limpio en pinballs que no tienen el sistema Fliptronics. En pinballs con fliptronics el interruptor EOS es menos crítico, pero también hay que prestarle atención.

En pinballs sin fliptronics, se puede limpiar los contactos del EOS con una lima. Una vez que se hayan lijado se deben eliminar los restos de limadura que puedan haber quedado en los contactos. En estos pinballs el interruptor EOS es normalmente cerrado, por tanto se debe ajustar para que abra el contacto cuando el flipper está aproximadamente a 1/8" (~3 mm) del tope final de su recorrido.

En pinballs con fliptronics, utiliza un trapo empapado en alcohol para limpiar los contactos. Un método alternativo es limpiarlos con una tarjeta de visita deslizándola entre los contactos mientras mantenemos estos cerrados. En estos pinballs el interruptor EOS es normalmente abierto, por tanto se debe ajustar para que cuando el flipper esté totalmente extendido el contacto esté cerrado. El contacto debe cerrar cuando el flipper esté cerca (a unos 3 mm) del tope final de su recorrido.

Hay que asegurarse de que el interruptor EOS no se traba con la biela cuando el flipper está totalmente extendido.

Por último, enciende el juego y entra en el modo test. Cierra la puerta del monedero (para que llegue tensión a los flippers) y aprieta los botones de los flippers para ver que todo vaya bien. Comprueba OTRA VEZ que los EOS están bien ajustados y reajusta en caso necesario.

Referencias de repuestos.

- Kits de reconstrucción de flippers (para los dos flippers). Incluye todas las piezas que vienen a continuación y algunas otras. Referencia A-13524-8 para flippers fliptronics y #A-13524-1 para flippers no-fliptronics.
- Conjunto de biela (con émbolo y acoplamiento): #A-15848-L (Izquierda), o -R (Derecha).
- Sólo la propia biela: #A-17050-L (Izquierda), o -R (Derecha).
- Émbolo y acoplamiento: #A-10656 es la referencia del estilo antiguo que tiene un acoplamiento más fino y estrecho y un émbolo más pequeño. El nuevo estilo A-15847 tiene un acoplamiento más robusto con una forma más cuadrada, pero la longitud total del conjunto émbolo/acoplamiento es mayor (por eso el nuevo estilo A-15847 puede recortar el recorrido del flipper si se monta en pinballs anteriores al fliptronics). Debido a que estos dos estilos del conjunto émbolo/acoplamiento tienen longitudes diferentes, deben usarse con el tope apropiado, si no el recorrido del flipper puede ser menor que el de diseño (haciendo que el pinball juegue raro).
- Acoplamiento de nylon: #03-8050 (ó 03-8753 que es el acoplamiento más fino).
- Tope del flipper: para pinballs WPC-95, utiliza la referencia #A-12390. Para pinballs WPC-S y WPC (incluso para pinballs system 11), utiliza la referencia #A-12111. Si se usa un tope del nuevo estilo #A-12390 en juegos WPC más antiguos, el flipper tendrá menos recorrido. Los toques utilizan dos tornillos allen negros de 10-32 x 3/8".
- Interruptor EOS: Versión no-Fliptronics #03-7811. Versión Fliptronics #SW-1A-193.
- Casquillo de la bobina (tubo): #03-7066-5, con una longitud de 2 3/16" (~55,5 mm)
- Casquillo del acoplamiento: #02-4676
- Cojinete del flipper: #03-7568 (utiliza tres conjuntos tornillo-tuerca de 6-32 x 3/8")

Todos estos repuestos se pueden conseguir en tu distribuidor local Williams o en los distribuidores que aparecen en la página web [parts and repair sources](#). (n.t ó también en la página de [repuestos](#) de TecnoPinball)

4b. Acabado final: Nuevos casquillos de bobinas

Cambiar los casquillos (tubos) de todas las bobinas principales tiene un gran impacto para conseguir un juego vivo. Si no reconstruyes totalmente los flippers, al menos cambia los casquillos de las bobinas de los flippers. Ello marcará una gran diferencia en la fuerza final de los flippers. Cambia también los casquillos de los elementos de acción como son los bumpers y las bandas de rebote. El juego será mucho más ágil.

En resumen, no te lo pienses mucho y cambia los casquillos de los flippers, bumpers, bandas de rebote y en general de los elementos que le dan "acción" a la bola.

4c. Acabado final: Protegiendo los plásticos de las bandas de rebote

Las esquinas de los plásticos de las bandas de rebote se rompen con frecuencia. Esto sucede porque están justo encima de los flippers y sufren muy directamente los impactos de las bolas "voladoras" que a veces salen de los flippers con mucha fuerza. Para proteger estos plásticos, lo mejor es poner una arandela redonda de 3/16" por 1" (aprox. 5 mm de diámetro interior y 25mm de diámetro exterior). De esta manera la bola golpeará en el metal en vez de en el plástico protegiéndolo de posibles impactos de la bola.

Una arandela montada debajo del plástico de una banda de rebote.



Observa que la arandela se instala entre el poste metálico y el poste de plástico, es decir, se desmonta el plástico de la banda de rebote, luego se desmonta el poste metálico que mantiene el poste de plástico en su sitio, a continuación se mete la arandela en el poste metálico por debajo de la tuerca fija. Vuelve a montar el conjunto poste metálico/arandela/poste de plástico y finalmente reinstala el plástico de la banda de rebote.

(n.t en la mayoría de tiendas de repuestos de pinball vende arandelas de plástico transparente que realizan esta función y que son algo más "estéticas". Mucha gente opta por fabricárselas ellos mismos).

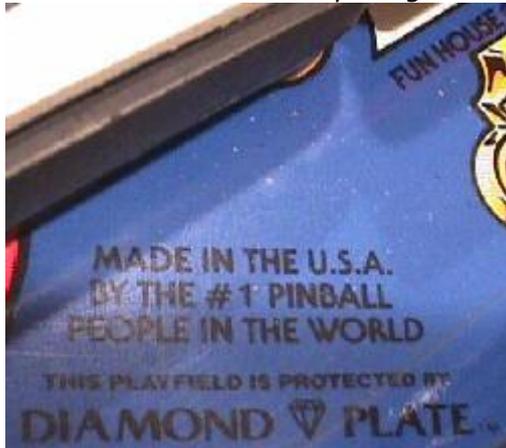
4d. Acabado final: Limpiando y encerando el tablero

Mantener el tablero limpio es vital en un pinball ya que la suciedad hará que la bola vaya más lenta y aumentará el desgaste del tablero.

Williams recomienda usar Novus 2 para limpiar los tableros. Este producto trabaja realmente bien y deja un acabado brillante. Es bastante suave y limpia rápido y bien. Puede usarse tanto en el tablero como en las rampas de plástico. Se puede conseguir en la mayoría de tiendas especializadas en repuestos para pinballs.

Hay otros productos disponibles para limpieza de tableros que no deberías usar. Me vienen a la cabeza Millwax y Wildcat 125. Evita estos productos. Millwax y Wildcat no son realmente ceras, son limpiadores con una cantidad extremadamente pequeña de cera y muchos disolventes para mantener el producto en una forma líquida fácil de aplicar. Además tanto Millwax como Wildcat contienen altos niveles de derivados del petróleo. Williams recomienda no utilizar estos productos en sus máquinas. Mira este boletín de servicio fechado en [Octubre 1989](#).

Un tablero de Funhouse protegido con Diamond Plate.



Si el tablero es Diamondplate, encerarlo después de la limpieza es opcional. Desde Terminator 2, todos los tableros de Williams están protegidos con Diamondplate. En pinballs anteriores, el tablero tendrá la leyenda "protected by Diamondplate" en uno de los pasillos exteriores si es realmente Diamondplated. Diamondplate es básicamente una capa de poliuretano usada originalmente para proteger suelos de madera.

Una buena cera fuerte como **Treewax** o **Meguires Carnauba Wax** trabajarán muy bien, incluso en tableros Diamondplate. La velocidad de la bola aumentará y el desgaste del tablero será menor. Ambas tipos de cera son simplemente eso; ¡ceras! que no tienen muy poco o nada de detergentes o limpiadores en ellas. Te darás cuenta de lo que cuesta eliminarlas o pulirlas una vez que han sido aplicadas (según las instrucciones) ¡Esto es bueno! significa que aguantarán muy bien el paso de la bola. A mi me gusta dar un re-encerado rápido a los tableros cada cien partidas con estas ceras.

Por último recordar que una bola picada u oxidada puede actuar como papel de lija sobre el tablero y dañarlo muy deprisa. Cambia cualquier bola que no esté como un espejo, no son demasiado caras y no merece la pena ahorrar en ello poniendo en peligro un valioso tablero.

4e. Acabado final: Las gomas del tablero

Unas gomas del tablero limpias (y BLANCAS) contribuirán de forma decisiva a tener el pinball en un estado inmejorable. Muchos vendedores especializados ofrecen kits de gomas; sólo tendrás que seleccionar el pinball y podrás comprar el juego de gomas con el tamaño exacto para tu pinball. No olvides de comprar las gomas de los flippers y de la punta del lanzador si el kit no las incluye.

Yo te recomendaría no usar gomas negras para tus pinballs. Tienen un peor aspecto y son más duras, por lo que el rebote de la bola será diferente; ¡ibotan menos!

Las gomas negras son bastante comunes en pinballs de Williams posteriores a 1995. Para los operadores las gomas negras ofrecen sus ventajas, especialmente son más "sufridas" en cuanto a que no se nota tanto la suciedad en ellas ino deja de ser una ilusión porque la suciedad sigue estando presente!

Para pinballs particulares yo no las recomendaría, las gomas blancas dan una apariencia más brillante al pinball y para estos juegos modernos que no tienen muchas gomas, las gomas blancas pueden dar un juego más vivo al rebotar más.

Algunos pinballs fueron diseñados y lucen mejor con gomas negras, como por ejemplo Scared Stiff. Otros pinballs (como Circus Voltaire, 1997) se diseñaron con gomas blancas, pero se le pusieron gomas negras en fábrica al entrar en producción.

Unas gomas limpias rebotan mucho más que unas sucias, y cuanto mejor reboten las gomas, más divertido resulta el juego. Si quieres aprovechar unas gomas usadas puedes intentar limpiarlas (sólo si no están demasiado sucias), para ello puedes usar CERA. Meguires Carnauba Wax, TreWax o incluso Novus#2, funcionan perfectamente para limpiar gomas ligeramente sucias. Simplemente saca las gomas, encéralas bien con un trapo limpio y finalmente quita el exceso de cera. La cera mantendrá las gomas suaves y protegidas de los rayos UVA. Si la goma no está demasiado sucia ni siquiera necesitas sacarlas de su sitio. Para las gomas más sucias, inténtalo con alcohol, Limpiador de llantas Westley's Bleche White, o Goof-off (pero ten cuidado con el Goof-off, porque daña el plástico). Si las gomas de los flippers empiezan a estar desgastadas, dales la vuelta y podrás seguir usándolas un tiempo.

Fin de la tercera parte del documento de reparación del WPC.

- * [Ir a la Primera Parte](#)
- * [Ir a la Segunda Parte](#)
- * [Ir a la Tercera Parte](#)
- * [Ir a la Versión Original](#)
- * [Ir a Marvin's Marvelous Mechanical Museum](#)

