



## Introducción a la Reparación de Pinballs Electrónicos

by [cfh@provide.net](mailto:cfh@provide.net), 24/11/04.  
Copyright 1999-2004, all rights reserved.  
Traducido por Juaney

### **Alcance.**

Este documento es una introducción a las guías Marvín de reparación de pinballs, constituyendo una primera aproximación a las técnicas generales de reparación de pinballs electrónicos. Aquí se detallan conocimientos y herramientas básicas especialmente para la reparación de las tarjetas de circuito impreso (PCB, Printed Circuit Board).

(n.t Esta es una traducción del documento original en inglés que puedes encontrar en <http://www.pinrepair.com>. La traducción está hecha sobre la actualización de fecha 24/11/04 y se publica en Internet con la autorización expresa del autor de la versión original ¡Gracias Clay por tu magnífico trabajo y por autorizar la publicación de esta traducción!)

### **¡IMPORTANTE!**

Un conocido servicio profesional de reparación me comentó la gran cantidad de tarjetas electrónicas que reciben totalmente arruinadas y sin posibilidad de reparación debido a malas reparaciones previas realizadas por gente sin experiencia. Este documento intenta ser una ayuda para paliar este problema.

### **¡No sobreestimes tus habilidades!**

Las guías Marvin de reparación pueden dar a entender que la reparación de tarjetas es una tarea sencilla y darte una falsa sensación de confianza. Hay que ser prudente ya que es fácil arruinar una tarjeta con una reparación mal hecha y comprometer seriamente la posibilidad de una futura reparación por parte de un servicio especializado; la mayoría de estos servicios no aceptan tarjetas que han sido "chapuceadas" previamente.



# Índice

## 1. Antes de Empezar.

- a. [Introducción a la reparación de pinballs](#)
- b. [¿Debo meterme a reparar tarjetas de circuito impreso?](#)
- c. [¿Como aprender a soldar?](#)
- d. [La práctica hace al maestro](#)

## 2. Herramientas Necesarias.

- e. [Buena iluminación y lupas](#)
- f. [Usa una buena estación de soldadura](#)
- g. [Elige el estaño adecuado!](#)
- h. [Herramientas para desoldar](#)
- i. [El DMM \(Polímetro Digital\)](#)
- j. [La sonda lógica](#)
- k. [Tenazas de engarzar \(crimpar\)](#)

## 3. Como Usar las Herramientas.

- l. [Símbolos electrónicos](#)
- m. [Breve introducción a los transistores.](#)
- n. [Breve introducción a los circuitos integrados "lógicos".](#)
- o. [Componentes y como usar el DMM \(midiendo voltaje, continuidad, resistencia, capacidad, diodos, transistores y circuitos integrados\)](#)
- p. [Como usar una sonda lógica](#)
- q. [Soldando en una tarjeta electrónica](#)
- r. [Como desoldar en una tarjeta electrónica \(cambiando chips\)](#)
- s. [Algunas direcciones de proveedores](#)



## 1a. Antes de empezar: Introducción a la reparación de pinballs

Antes de emprender una reparación, siempre hay preguntas que nos hacemos, si son cosas tan sencillas como "¿Como se quita el cristal del tablero?" o "¿Como se quita el backglass? te queda mucho camino por andar y te recomiendo que te lo tomes con calma, si tienes prisa quizás sea mejor que pienses en un profesional para que repare tus pinballs.

Una de las preguntas básicas es "¿Que equipo se necesita para reparar pinballs?" Este documento cubre principalmente el material electrónico que se necesita y como usarlo. Las otras guías de reparación de Marvin cubren las herramientas básicas no electrónicas que se necesitan para cada sistema de pinballs.

Por eso aquí sólo daremos una lista somera de las herramientas no electrónicas:

- Destornilladores: dos phillips (#1 y #2), dos de cabeza plana (uno pequeño y otro mediano).
- Destornilladores o manerales de cabeza hexagonal: Un juego completo, para pinballs españoles con medidas métricas (milímetros), para pinballs americanos con medidas inglesas (pulgadas).
- Llaves fijas: un juego completo, como en el caso anterior en mm o pulgadas.
- Llaves Allen: un juego completo, mm o pulgadas.
- Una buena lámpara portátil.
- Flexstone o lija fina **isólo para pinballs electromecánicos!** para limpiar contactos.
- Un útil para ajustar contactos (puedes hacerte uno en plan casero).

Además de las herramientas también se necesita una cierta dosis de "sentido común" para reparar pinballs. Los pinballs suelen estar muy bien diseñados, por eso, antes de cambiar nada es mejor pensárselo dos veces, todo es mejorable, pero la mayoría de las veces es mejor respetar el diseño original. Por poner un ejemplo, si te encuentras con un conector quemado, lo mejor es cambiarlo y no soldar los cables directamente a la placa, pasando del conector!

Como apunta mi colega Kirb, "Vamos a empezar por el principio; ¿Sabes lo que son los voltios y los amperios? ¿Sabes que la electricidad puede matarte? ¿Te asusta la idea de mirar en el interior de un pinball cuando está encendido? Piensa en todo esto antes de lanzarte a reparar un pinball tu mismo, quizás sea mejor recurrir a un profesional. Para todos aquellos lo bastante locos (como yo) para gastar su tiempo reparando pinballs, es una buena idea aprender primero como hacerlo." Espero que este documento, junto con un poco de sentido común, pueda evitar algunos problemas a los principiantes.

---

## 1b. Antes de empezar: ¿Debo meterme a reparar tarjetas de circuito impreso?

Soldar los cables de las bobinas o de los interruptores es una cosa, pero meterse a reparar tarjetas de circuito impreso (PCB) es otra historia. Antes de intentar reparar cualquier tarjeta, deberías responderte estas preguntas:

- ¿Tienes alguna experiencia en soldadura con estaño?
- ¿Tienes alguna experiencia en soldadura de tarjetas electrónicas?
- ¿Tienes las herramientas adecuadas para este trabajo?
- ¿Tienes la paciencia necesaria para hacer las cosas "despacio y con cuidado"?

Si la respuesta a alguna de estas preguntas es "NO", ¡ALTO! seguramente lo mejor es que no intentes reparar tarjetas de circuito impreso y lo dejes en manos de un profesional. Al final ahorrarás tiempo y dinero (¡cuidado con los falsos profesionales!).

Ten en cuenta que la mayoría de las tarjetas electrónicas de los pinballs son muy caras y eso en el caso de que las puedas conseguir. Por eso una reparación que acabe con una tarjeta inservible, te acabará saliendo mucho más cara que lo que te hubiera costado mandarla a un servicio de reparación profesional. En algunos casos, una reparación mal hecha acaba en un pinball total o parcialmente inutilizado.

**Esta es la clave de este documento. ¡No pienses que porque todos los procedimientos que aquí se describen parecen fáciles, cualquiera puede llevarlos a la práctica! No te confíes demasiado. Una reparación "chapucera" puede arruinar una tarjeta y la mayoría de los servicios profesionales de reparación no aceptan tarjetas que hayan sido previamente "chapeadas".**

---

## 1c. Antes de empezar: ¿Como aprender a soldar?

Soldar en los cables de conexión de bobinas e interruptores es una cosa, aquí una soldadura puede valer aunque sea un poco chapucera. Soldar tarjetas de circuito impreso es otra historia muy diferente, aquí una mala soldadura puede arruinar la tarjeta. También el equipo y la técnica difieren un poco en ambos casos.

Recuerdo mis primeros pasos cuando aprendí a soldar. Mi padre me enseñó con un soldador de punta fina, algunos clips y algo de estaño con alma de resina. Yo tendría unos 10 años y fue bastante divertido. Lo primero que me dijo es que intentara hacer una caja con los clips. Con la ayuda de unas tenazas de punta fina, construí una de las caras de la caja. Luego soldé las uniones de los clips..., cuando acabé tenía una curiosa caja en 3-D y mi orgullo por las nubes.

Nostalgia aparte, esta fue una buena primera experiencia. Me permitió dar mis primeros pasos en soldadura a costa únicamente de unos cuantos clips. Si eres novato en esto de soldar ¡¡ten cabeza y práctica primero!! lo de hacer "cajas" con clips puede ser un buen comienzo.

---

## 1d. Antes de empezar: La práctica hace al maestro.

Si tienes pensado tener máquinas de pinball, aprender a soldar es casi obligado; saber hacer soldaduras básicas en solenoides e interruptores es fundamental. Debido a la vibración a la que se ve sometido un pinball, no es raro que un cable se suelte, además tarde o temprano habrá que cambiar una bobina o un interruptor estropeado, cuando esto suceda necesitaremos saber como manejarnos con el soldador.

La soldadura básica no es complicada. Tener las herramientas adecuadas es el 75% del trabajo, un buen soldador e idealmente una buena estación de soldadura facilita las cosas (como se describe más abajo).

Un buen trabajo de soldadura en una bobina o interruptor empieza con una buena conexión \*mecánica\*, es decir, el cable debe fijarse primero a la lengüeta correspondiente de la bobina o interruptor! Después de esto, soldar el cable es sólo cuestión de calentar con el soldador la lengüeta y el cable \*juntos\*, y a continuación aplicar una pequeña cantidad de soldadura. Hay que intentar aplicar la soldadura sobre el cable y la lengüeta, nunca directamente sobre la punta del soldador. Se trata de intentar que la soldadura fluya sobre el cable y la lengüeta, para ello es fundamental haberlas calentado previamente a la temperatura correcta (sin quemar nada). Una vez conseguido esto, hay que retirar el soldador para no calentar demasiado y que la soldadura no se "escurra" fuera de la unión que queremos soldar. Es importante que la unión no se mueva mientras enfría, de otra manera corremos el riesgo de producir una soldadura "fría" que será una fuente futura de problemas (una soldadura fría hace mal contacto). También se puede producir la soldadura fría si no precalentamos adecuadamente el cable y la lengüeta.

Una vez que se dominan las técnicas básicas de soldadura, el siguiente paso (quizás!) es aprender a soldar en tarjetas de circuito impreso (PCB). Si nunca has soldado en PCB, no hagas tus primeros intentos en una valiosa tarjeta de pinball, haz primero algunas prácticas con tarjetas inservibles procedentes de algún desguace.

Es fácil conseguir tarjetas inservibles. Las empresas operadoras de recreativas suelen tener cientos de ellas, también los servicios de reparación de electrodomésticos, se pueden sacar de algún viejo ordenador, etc. Tarjetas para practicar no deberían ser muy difíciles de encontrar, pero incluso en el extremo de tener que pagar algo por ellas, merecería la pena antes de arriesgarse a estropear una valiosa tarjeta de pinball.

---

---

## 2a. Herramientas necesarias: Buena iluminación y lupas.

¡Un buen trabajo de reparación de tarjetas precisa de una buena iluminación! Si no tienes una buena iluminación en tu taller, compra algunos apliques para doble tubo fluorescente largo. Yo personalmente prefiero la luz fluorescente para el taller, es barata (tanto a la hora de comprar como en cuanto a consumo), y tiene buen rendimiento (y es "más blanca" que la luz de lámpara incandescente).

*Una versión "incandescente" de la ingeniosa lámpara con lupa.*



### **Compra una buena lupa.**

Una buena lupa te permitirá ver las placas de circuito impreso con gran detalle para ver la calidad de las reparaciones. Se suelen usar dos tipos de lupas; una se fija a la cabeza y necesita una fuente de luz externa, para enfocar mueves la cabeza hasta situarte a la distancia apropiada respecto al objeto que estás observando. La otra alternativa (más deseable en mi opinión) es una lupa montada en un brazo ajustable y con una fuente de luz incorporada (como un flexo con lupa). Esta última es la que yo prefiero porque la encuentro extremadamente útil para localizar defectos en las tarjetas de circuito impreso (pistas defectuosas, malas soldaduras, etc), hay versiones con lámpara de incandescencia y otras que montan tubos fluorescentes circulares (mejores en mi opinión).

Si quieres una opción más económica, existen lupas iluminadas de mano que no van mal y que tienen la ventaja de caber en el bolsillo (es como una linterna con lupa).

---

## 2b. Herramientas necesarias: Usa una buena estación de soldadura.

¡Para hacer reparaciones en tarjetas PCB, es muy importante tener las herramientas adecuadas! Si, se que esto supone un buen desembolso pero la inversión merece la pena, NO compres herramientas baratas. Una buena estación de soldadura puede durar toda la vida, y hace que el trabajo de soldar sea MUCHO más fácil. **Compra una buena estación de soldadura.** Una soldador cualquiera no vale para trabajar en tarjetas de circuito impreso. Una buena estación de soldadura es lo apropiado para este trabajo. Para fundir metal en las proximidades de los delicados componentes electrónicos se requiere una herramienta un poco más especializada. Cuando se suelda en tarjetas, se tiene que aplicar una cantidad muy precisa de calor durante un periodo corto de tiempo a un área también muy precisa. La mejor forma de hacer esto es con una estación de soldadura de buena calidad. Las estaciones de soldadura son buenas porque te permiten ajustar con exactitud la temperatura de soldadura. Además la punta está bien puesta a tierra y bien aislada de la alimentación (para proteger a los chips de descargas electrostáticas).

Personalmente prefiero las estaciones de la marca Weller (made in USA). Weller hace incluso una estaciones económicas bajo el nombre de Weller Ungar. Si tu presupuesto es escaso, la marca Tenma (no fabricada en USA) es decente. Compres la marca que compres hazte con un juego de puntas de repuesto. Yo prefiero las puntas tipo formón (1/16" de ancho), en vez de las puntas cónicas.

(n.t. En España la marca JBC tiene un merecido prestigio pero no es precisamente barata, hay muchas otras alternativas más económicas, pero recuerda en cualquier caso que lo barato a veces sale caro).

**Izquierda:** Modelo Tenma con indicador de temperatura a leds. Cuesta entre \$60 y \$80. Buena relación calidad-precio.

**Derecha:** Modelo 921ZX de Weller/Ungar también con indicador a leds. Cuesta entre \$90 y \$120.



### **Lo importante es el control de temperatura, no la potencia!**

Lo más importante en una estación de soldadura es el control preciso de la temperatura, no vale una escala absurda sin ningún punto de referencia (como "de 1 a 10"). Una escala de temperatura real es importante. Las soldaduras se hacen mejor entre los 300-400 °C, pero una buena estación suele ser regulable entre 150-450 °C. Una estación que no tenga escala de temperatura probablemente funciona variando simplemente la potencia pero sin controlar realmente la temperatura y eso es una gran diferencia.

En un soldador de hierro estándar sin regulación de ningún tipo, los vatios expresan la potencia que se usa para calentar el hierro. Por ejemplo un soldador que tenga 25 vatios mientras esté enchufado estará consumiendo esa potencia (como una bombilla de 25 vatios), y estará

generando calor de forma continua. Este calor irá calentando la punta del soldador hasta alcanzar su temperatura máxima (el punto de equilibrio donde el calor que se disipa en el aire es igual al que genera el elemento calefactor). Tan pronto como la punta del soldador se ponga en contacto con un metal, la punta le cederá calor rápidamente. Cuanto mayor sea la potencia del soldador, más rápido recuperará temperatura. Cuando el soldador lleva un rato encendido sin utilizar, estará MUCHO MAS CALIENTE de lo que se necesita para soldar. Por este motivo, una vez que haya calentado, no tengas más de cinco minutos el soldador encendido sin usar. De lo contrario se calentará demasiado y la punta envejecerá prematuramente, y aplicarás demasiado calor cuando hagas la soldadura.

Ese es el motivo por lo que los soldadores de hierro estándar son inadecuados ino hay manera de controlar la temperatura del soldador! Por eso hace falta una buena estación de soldadura, con ajuste REAL de temperatura (no de potencia). El control monitoriza continuamente la temperatura y regula el calefactor para mantenerla en el valor deseado. Además una buena estación de soldadura proporciona un alto nivel de aislamiento que resulta fundamental para no arruinar los chips sensibles a las cargas electroestáticas.

### **No me sobra el dinero; merece la pena gastar 100€ en una estación de soldadura?**

SI iaunque tengas que esperar a conseguir una en oferta! No obstante, si uno realmente no tiene dinero para una estación de soldadura decente, un soldador de baja potencia (25 vatios o menos) puede valer. No te vayas a más de 25 vatios. Eso es una solución para salir del paso, pero a la hora de reparar tarjetas de circuito impreso una buena estación de soldadura con control de temperatura te facilitará mucho las cosas.

---

## **2c. Herramientas necesarias: ¡Elige el estaño adecuado!**

Usar el estaño adecuado es MUY importante en la reparación de tarjetas. Estas son las especificaciones del que necesitas:

- Alma de resina desoxidante ¡No vale de ningún otro tipo! 60% estaño, 40% plomo (fórmula 60/40).
- 0,8 milímetros de diámetro para tarjetas (1 mm para bobinas).

El alma de resina desoxidante y la fórmula 60/40 son muy importantes. No vale de ningún otro tipo para reparación de tarjetas. Por ejemplo, la soldadura que se usa en fontanería (95/5) no vale.

El diámetro del estaño también es importante. Todo lo que pase de 0,8 mm es demasiado grueso, y al trabajar con él se tenderá a poner demasiada soldadura en la tarjeta. No obstante es bueno tener estaño de mayor diámetro (1 mm) para soldar cables a bobinas y otros trabajos de soldadura más "gruesos".

(n.t la soldadura clásica de estaño-plomo está cada vez más restringida debido a la normativa comunitaria RohS, que afecta al equipamiento electrónico y restringe fuertemente el uso del plomo, una alternativa es la soldadura de aleación estaño-plata-cobre).

---

## **2d. Herramientas Necesarias: Herramientas para desoldar.**

Para hacer reparaciones en tarjetas de circuito impreso, se necesita un sistema para desoldar los componentes averiados. ¡Cuando preguntes precios de desoldadores, pregunta también por el precio de puntas de recambio! Con frecuencia las puntas de recambio son muy caras. Como tarde o temprano te hará falta cambiar la punta, es una buena idea comprar una o dos puntas de recambio cuando compres un desoldador.

Las puntas de recambio vienen con distintos diámetro de agujero. El diámetro estándar es sobre 1 mm (.040"), este diámetro valdrá para la mayoría de los trabajos en tarjetas de pinball. Personalmente yo tiendo a usar diámetros de 1,25 o incluso de 1,50 mm, ya que para desoldar los pines de los conectores Molex de .156", el diámetro de 1 mm se queda algo corto.

### **Malla de desoldar.**

Una herramienta de desoldar muy común y económica es la malla de desoldar. Se trata de una malla flexible de cobre de unos 6 mm de ancho. Se pone sobre la unión que vas a desoldar y luego se pone la punta del soldador encima de la malla. A medida que se calienta la malla, va absorbiendo la soldadura que se va fundiendo debajo. Una vez desoldada una unión, no se puede usar el mismo trozo de malla otra vez.

El principal inconveniente de la malla de desoldar es el calor, se necesita más calor para desoldar con esta técnica que con otros sistemas. Además no es muy rápido, si tienes que desoldar bastante, necesitarás tiempo y paciencia. Personalmente no la recomendaría, pero vale perfectamente para pequeñas cosas y es barata.

**Izquierda:** Una bomba de vacío para desoldar, conocida popularmente como "chupón".

**Derecha:** Un desoldador con "pera" de succión.



### **El desoldador con pera de succión.**

Para el aficionado medio, esta es una buena herramienta para desoldar. Consiste simplemente en un soldador con una punta hueca y una pera de succión. Para desoldar primero se deja calentar el soldador durante unos 15 minutos, después se comprime la pera y se mantiene así, se pone la punta sobre la unión que se quiere desoldar y cuando la soldadura se ha fundido (un par de segundos), se libera la pera y la soldadura es absorbida (es el mismo principio de funcionamiento de las estaciones de desoldar). Una forma fácil de desoldar a una mano que no requiere mucha práctica.

Pero este estilo de desoldador tiene el mismo inconveniente que los soldadores de temperatura no regulable: no se puede ajustar la cantidad de calor aplicada! Debido a esto, la utilización de este desoldador tiene sus riesgos; demasiado calor y se pueden levantar las pistas y terminales del circuito impreso. Hay que tener siempre esto presente. No obstante, con un poco de práctica, el desoldador de pera puede valer perfectamente. Es difícil encontrar nada mejor por el precio que cuesta, y personalmente lo encuentro mucho más fácil de usar que la mayoría de las otras herramientas de desoldar de bajo coste. Pero debido a que se puede aplicar demasiado calor al usarlo, si eres novato practica primero con tarjetas de desguace hasta que le cojas el truco.

Hay que usar siempre puntas en buen estado, una punta atascada o deformada puede llegar a ser inservible, si compras este desoldador es buena idea comprar algunas puntas de repuesto.



## **Bombas de vacío para desoldar (chupones); herramienta ideal para novatos (y no tan novatos)**

Una herramienta muy común para desoldar son los "chupones". Es como una jeringa larga con una punta de teflón (compra puntas de repuesto si compras un chupón). Muchos técnicos usan esta herramienta porque es barata y funciona bien. La mayor pega es que se necesitan las dos manos para desoldar con un chupón, una para manejar el soldador y otra para el chupón. Los hay de diversos tamaños y existen versiones anti-estáticas. Lo preferible es un tamaño grande y en versión anti-estática.

La mayor ventaja del chupón es que se puede usar la estación de soldadura para calentar la unión que se va a desoldar. De esta manera se tiene control de la temperatura. Por eso es muy recomendable para iniciarse en el mundo de la reparación de tarjetas. No obstante, la práctica siempre es necesaria; si eres novato practica primero con tarjetas de desguace hasta que le cojas el truco.

*Estación de desoldar Tenma con indicador digital de temperatura.*



## **Estaciones de desoldar, mejores aunque bastante más caras.**

Si el dinero no es problema, o se va a hacer mucho trabajo de desoldadura, hay que considerar la posibilidad de adquirir una estación de desoldar. Estas estaciones tienen una pequeña bomba de vacío conectada a un soldador con punta hueca. Trabajan de una forma muy parecida al desoldador de pera, con la diferencia de que se sustituye la pera manual por la bomba de vacío para succionar el estaño fundido, y que el desoldador tiene control de temperatura. Con la estación de desoldar se aplica sólo la cantidad de calor precisa y se realiza mejor el trabajo de desoldar. También existen estaciones de desoldar que utilizan aire comprimido para producir la succión (en vez de una bomba eléctrica de vacío). Con estas se trabaja mejor, pero se necesita un suministro de aire comprimido (vale un pequeño compresor) con lo que son mucho menos portátiles.

No voy a hacer mucho hincapié en destacar las ventajas de estas estaciones respecto a las herramientas de desoldar más económicas que hemos visto antes, si se tiene mucho trabajo por delante una estación de este tipo es una opción a considerar, ya que hará que el trabajo sea mucho más fácil y rápido.

*Estación de desoldar MPJA #12790TL.*



### **Accesorios y repuestos que conviene tener.**

Sea cual sea el tipo de herramienta de desoldar que elijas, conviene tener algunas puntas de repuesto. De nuevo, yo recomendaría puntas de 1 mm (.040") o incluso de 1,25 mm (.050").

Además las estaciones de desoldar tienen un filtro en el tubo de aspiración de la soldadura y conviene tener algunos de estos filtros de repuesto. Otro repuesto es la junta de goma que sella el tubo de aspiración con el adaptador en "Y", que con el tiempo tiende a acartonarse y romperse en trozos.

Por último, muchas estaciones de desoldar ofrecen un kit de herramientas que incluye un juego de limas circulares de miniatura. Se usan para limpiar y desatascar la punta del desoldador y el adaptador en "Y" de restos de soldadura. Es buena idea adquirir uno de esos kits si no viene ya incluido con la estación.

### **Comprar una estación de desoldar usada en subastas de Internet.**

A veces se encuentran estaciones de buena calidad en Ebay. Como con todo, hay que tener cuidado cuando se compra en subastas en la red. Casi es seguro que la estación necesitará punta nueva para el desoldador, nuevo filtro y junta, y que no estará el kit de herramientas original. En ocasiones el elemento calefactor y/o la bomba de vacío estarán averiados! Por eso conviene hacer preguntas al vendedor y averiguar el precio de los recambios necesarios. Recuerda también que muchas veces la estación se está vendiendo porque algo no funciona bien, pero a veces se consiguen chollos porque alguna gente no sabe resolver alguna avería sencilla, como envejecimiento o atascos del tubo de aspiración o del adaptador en "Y" .

### **Para aprender ¡PRACTICAR!**

Desoldar tiene su arte y como en todo se necesita algo de práctica para cogerle el truco. Consigue algunas tarjetas de desguace y practica quitando componentes de ellas, así no tendrás que experimentar con las tarjetas "buenas". Mira también la sección de [consejos para desoldar](#).

---

## 2e. Herramientas necesarias: El Polímetro digital.

"DMM" son las iniciales de Digital Multi Meter, es decir, el Polímetro digital (o multímetro digital). Esta es LA HERRAMIENTA con mayúsculas que se necesita para la reparación de pinballs electrónicos. El polímetro se usa más que ninguna otra herramienta en las reparaciones. Un DMM sirve para muchas cosas, pero en reparación de pinballs lo usaremos sobre todo para:

- Medir "continuidad" (si dos puntos están eléctricamente conectados).
- Medir tensiones.
- Medir resistencias.
- Probar diodos.
- Probar transistores.
- Medir capacidad (no todos los DMM's pueden medirla).

La reparaciones de averías electrónicas no deberían ni siquiera intentarse sin tener a mano un DMM decente. La marca por excelencia en DMM's es Fluke, aunque es muy cara, pero para reparación de pinballs, no necesitaremos tanta calidad y bastará con un polímetro decente.

### **Características que debe tener el DMM.**

Como en casi todo cuanto más mejor, pero estos son las capacidades mínimas que debe tener el DMM: Todos miden voltaje en alterna y continua (AC/DC), y resistencia (ohmios), las otras opciones a considerar son:

Muy recomendables:

- Zumbador de continuidad (el famoso "beep").
- Prueba de diodos.

Opcional, pero bueno de tener:

- Medida de capacidad (hasta 20,000 mfd, menos de eso es poco útil).
- Prueba de transistores.
- Sonda lógica.
- Medida de intensidad (en alterna y continua)

No se necesitan:

- True RMS (útil para medidas de alta precisión de tensiones en alterna).
- Puerto RS-232 (para conexión a PC).
- Medida de temperatura.

**Izquierda:** DMM Fluke 83 con auto rango. Destaca la sencillez del selector y la funda protectora amarilla.

**Derecha:** DMM Tenma 72-4025. Este polímetro no tiene auto rango. En este caso el selector tiene muchas más opciones! Este polímetro viene con una funda protectora gris y es mucho más barato que el Fluke, aunque de inferior calidad. No obstante es un buen polímetro, tiene todo lo que necesitamos y la relación calidad-precio es buena.



### ¿Auto rango?

Los DMM con auto rango son ideales para principiantes, ya que los de rango manual requieren del usuario un mayor conocimiento previo de lo que se va a medir. Por ejemplo, si queremos medir una resistencia de 1 megohmio pero el DMM está ajustado en el rango de 10k ohmio, la lectura indicará "abierto" (resistencia infinita). En este caso el DMM se tiene que ajustar a un rango de resistencia mayor. Esto significa que se debe tener un conocimiento previo del valor que se va a medir para ajustar el DMM en consecuencia (en este caso basado en los esquemas o en el [código de colores](#) de las resistencias).

En el caso de un DMM con auto rango, el aparato hace un test inicial a la resistencia y determina automáticamente el rango apropiado. Todo lo que tiene que hacer el usuario es ajustar el DMM para medir "resistencia" con el selector.

### ¿Cuales son las desventajas de los DMM's con autorango?

El auto rango tiene también algunas desventajas. La primera es el precio ya que son más caros que los de rango manual. La segunda es la velocidad, la medida en un DMM auto rango tarda un poco más en presentarse al usuario, este pequeño retraso no tiene más importancia \*a no ser\* que estemos midiendo un valor "pulsante", por ejemplo, un voltaje que sube y baja continuamente. Un DMM auto rango no será lo bastante rápido para leer el voltaje, ajustar el rango adecuado, volver a leer el voltaje y visualizarlo en el display. En estos casos un DMM de rango manual trabajará mucho mejor. Este es el motivo por el que muchos reparadores "veteranos" no quieren un DMM auto rango, no obstante, los DMM auto rango de calidad tienen la posibilidad de desconectar el auto rango, y trabajar como un DMM de rango manual.

### Puntas de prueba y Pinzas.

Algunos DMM's vienen con puntas de prueba acabadas en rosca que permiten cambiar el extremo de la punta roscando el tipo de punta que se precise para cada trabajo. Además de la típica punta redonda y fina, conviene tener puntas tipo pinza que permitan "agarrar", como las pinzas de cocodrilo. Personalmente encuentro muy prácticas estas puntas de prueba con rosca. Otra alternativa es tener el juego de puntas de prueba "estándar" (los de punta redonda y fina que vienen con la mayoría de los DMM's) y puentes acabados en pinzas de cocodrilo en ambos extremos.

### **Las gangas en DMM's no son tanto chollo.**

Confía en mí que ya pase por ello ¡compra un multímetro decente! Los muy baratos se rompen fácilmente, y pueden dar falsas lecturas. Si vas a lidiar con la electrónica, tener un buen DMM vale la pena. Por unos 60€ te puedes hacer con un buen multímetro. Si tiene opción de funda de goma anti-golpes, es buena idea comprarla (si no viene ya incluida). Además los DMM con funda anti-golpes suelen ser los mejores.

---

## **2f. Herramientas necesarias: La sonda Lógica.**

¿Que demonios es una "sonda lógica?" Básicamente, una sonda lógica es un dispositivo barato y pequeño que muestra cuando un circuito está a cero o a +5 voltios. Claro que con un DMMs se puede hacer esto también, pero si el circuito está funcionando a pulsos algo rápidos, el DMM no puede medirlo correctamente (aún con rango manual). El trabajo de la sonda lógica es mostrar estos voltajes y pulsos y la relación entre ellos. La sonda lógica está especialmente indicada en rastrear averías en circuitos lógicos (la mayoría de los que puedes encontrar en un pinball electrónico)

Para entender porqué estos "pulsos" son importantes, es necesario controlar algunos conceptos básicos del hardware de los ordenadores. Simplificando las cosas un pinball electrónico no deja de ser un ordenador especializado. Los ordenadores son básicamente circuitos lógicos que sólo manejan "ceros" y "unos". Eléctricamente un "cero" equivale a cero voltios de CC (0,8 voltios o menos). Un "uno" es básicamente +5 voltios DC (2.4 voltios o más). La rapidez y la frecuencia con que un determinado circuito va de cero a +5 voltios puede determinar su forma de trabajo. Una sonda lógica puede mostrar si un pin de un chip determinado está "bajo" (cero voltios), alto (+5 voltios), o funcionando a pulsos. Los pulsos también pueden ser "descendentes" (cuando se pasa de "uno" a "cero") o "ascendentes" (cuando se pasa de "cero" a "uno"). La sonda lógica visualiza los pulsos con 3 LED's, y en ocasiones con un tono.

Hay que precisar que una sonda lógica sólo indica el estado del punto del circuito que estemos midiendo ¡es cosa de cada uno saber si ese estado es el correcto o no!

### **¿Son iguales todas las sondas lógicas?**

Básicamente sí, la mayoría de las sondas lógicas tienen 3 leds (cero, uno y pulsos), y un interruptor (selección CMOS/TTL). Unas sondas son más rápidas que otras, para pinballs, se necesita una sonda que llegue hasta los 5 mHz (o más), aunque la mayoría de las sondas pueden medir esta frecuencia. También algunas sondas pueden emitir un tono (como el beep del test de continuidad de los DMM's), lo que puede ser bastante práctico a la hora de trabajar.

*La sonda lógica osziFOX de The Wittig Technologies.*



### La mejor sonda lógica.

Wittig Technologies fabrica la que para mi es la mejor sonda lógica. Su nombre comercial es osziFOX Probescope, y es una "soda estilo osciloscopio". Es una sonda de 5MHz con una pequeña pantalla LCD que en el que se puede ver la forma de onda de la señal. Incluso admite conexión a PC o a Palm Pilot IIIc, a través del puerto serie (aumentando sus prestaciones como osciloscopio). Funciona con una alimentación de 9 a 13 voltios CC (como la mayoría de las sondas lógicas). La gran ventaja de esta sonda es que dibuja en la pantalla la forma de onda de las señales de pulsos, aunque sigo recomendando una sonda lógica "estándar", este tipo de sonda es una pasada, para alguien que esté iniciándose en las reparaciones electrónicas puede ser de gran ayuda para "ver" como son las señales. Personalmente encuentro muy útil esta posibilidad de ver las señales (aunque no sustituye a un osciloscopio real que tiene unas prestaciones mucho mayores).

---

## 2g. Herramientas necesarias: Tenazas de Engarzar (Crimpar).

Esta es una herramienta totalmente necesaria en reparación de pinballs electrónicos. Una tenazas de engarzar te permite sustituir los conectores Molex de una forma fácil y precisa, este tipo de conector se usa masivamente en pinballs electrónicos. También se necesita un extractor de pines, para poder liberar de sus carcasas los pines de los conectores.

*La tenaza de crimpar BCT-1.*

*Picture by aerelectric.com*



Estas son las herramientas mínimas que necesitas para trabajar con conectores:

- Tenaza de crimpar. Necesaria para cualquiera de los tipos de pin de los conectores Molex. La tenaza de Aeroelectric's BCT-1, vale para todos los tamaños y es una excelente tenaza. Extractor de pines redondos de .093" (0,093 pulgadas). Extractor de pines redondos de .062" (Opcional pues es un tamaño mucho menos usado que el de .093").
- Extractor de pines de .156" para conectores directos a las aristas de las tarjetas: sólo los he usado para pinballs de Gottlieb system80, por lo que seguramente no te será demasiado útil a no ser que trabajes con esta clase de pinballs.

(n.t. Las medidas de los extractores de pines son las estándar para pinballs americanos).

Diferentes tamaños de mordaza de la tenaza BCT-1 adecuados para diferentes tamaños de pines. Las hendiduras "C", "D", y "E", se usan para engarzar el cable desnudo al pin del conector Molex. Estas hendiduras tienen la forma apropiada para que las "aletas" del pin curven rodeando al cable y caigan en el centro del mismo, sujetándolo fuertemente y haciendo un contacto óptimo. Las hendiduras "A" y "B" tienen una forma circular más suave y pueden usarse para crimpar las aletas de sujetar el aislante, pero la recomendación de Molex es usar las hendiduras C, D y E también para el aislante.

Picture by [aeroelectric.com](http://aeroelectric.com)



Para más detalles acerca de conectores y tenazas de crimpar mira en <http://www.pinrepair.com/connect>














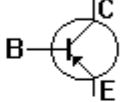

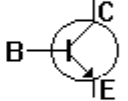
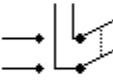

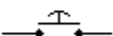

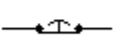




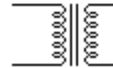
Un pin de conector Molex crimpado de forma correcta. Picture by [aeroelectric.com](http://aeroelectric.com)



### 3a. Como usar las herramientas: Símbolos Electrónicos.

Estos son algunos de los símbolos más frecuentes que te puedes encontrar en los esquemas eléctricos de un pinball.

*¿Leer esquemas eléctricos? Un pequeño diccionario...*

 Cable/Conductor	 Masa (chasis)	 Diodo
 Cables sin conectar	 Tierra	 Diodo Zener
 Cables conectados	 Enchufe/	 L.E.D.
	 Generador c.a.	
	 Bateria	
 Contacto SPST	 Fusible	 Transistor PNP
 Contacto SPDT		 Transistor NPN
 DPDT	 Resistencia	
 Momentáneo N.O	 Resistencias Variables	
 Momentáneo N.C	 Condensador	 Circuito Integrado (IC)
 Inducción	 Condensador Variable	
 Transformador		

©1997 Robert Lyon Richards

### 3b. Como usar las herramientas: Breve Introducción a los transistores.

Los transistores se usan masivamente en los pinballs electrónicos. Los hay de muy diversos tipos, pero nos centraremos en los más usuales para no salirnos de lo básico. ¿Que es un transistor? Los transistores son unos pequeños componentes electrónicos que pueden funcionar como amplificadores de señal (muy usados en audio) y también simplemente como interruptores para activar o desactivar cosas. El transistor es el componente más importante de la electrónica. Por ejemplo, el transistor casi el único componente que se usa para fabricar un procesador Pentium. El chip del procesador Pentium contiene unos 3,5 millones de ellos. En los pinballs electrónicos los transistores se usan fundamentalmente como interruptores para activar o desactivar las lámparas, bobinas, etc.

El transistor bipolar tiene tres patillas, El colector (C), la base (B), y el emisor (E). La base es la que controla el encendido/apagado del transistor.

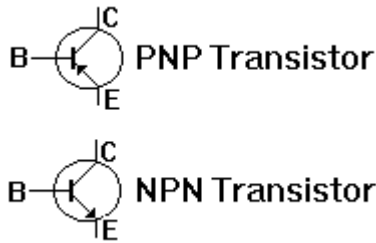
Si la base se polariza directamente, se establece un camino entre el colector y el emisor por donde la corriente puede circular (equivale a un interruptor cerrado). Si la base está polarizada inversamente, la corriente no puede circular entre colector y el emisor (equivale a un interruptor abierto). El descrito sería el funcionamiento del transistor como interruptor cuando trabaja sólo en dos puntos: el punto de corte (interruptor abierto) y el de saturación (interruptor cerrado).

El transistor también puede trabajar en zonas intermedias, la corriente que circula por la base se amplifica y se traduce en una corriente mucho mayor circulando entre colector y emisor, de esta manera con una pequeña corriente en la base podemos controlar una corriente mucho mayor



entre colector y emisor. Este sería el funcionamiento de transistor como amplificador, en este caso puede trabajar en cualquier punto entre el corte y la saturación.

*Símbolos de transistor bipolar: Fíjate en que la flecha puede apuntar hacia dentro o hacia fuera, dependiendo de que el transistor sea del tipo NPN o PNP.*



La flecha en el símbolo del transistor está siempre en la patilla del emisor, y apunta siempre en el sentido convencional de la corriente (de positivo a negativo). Un truco para recordarlo:

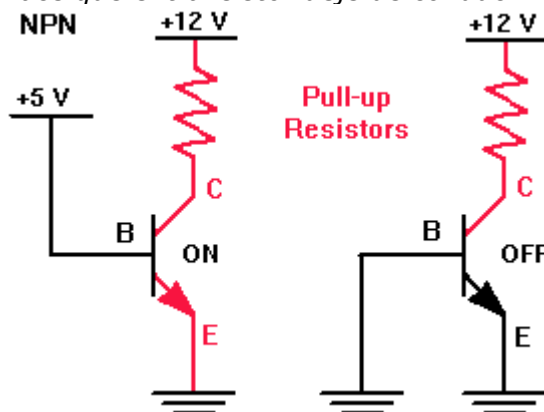
**NPN = Not Pointing iN.** (n.t. No Pincha la base)  
**PNP = Pointing iN Pointer.** (n.t. Pincha la base)

Los transistores NPN y PNP funcionan esencialmente de la misma manera, solo que con la polaridad invertida. Esto implica que los transistores NPN tiene una mayor respuesta en frecuencia que los PNP (porque el flujo de electrones es más rápido que el de "huecos"). Cuando un transistor NPN funciona correctamente, siempre hay una caída de tensión constante de unos 0,6 voltios entre la base y el emisor. Es decir, la base es siempre unos 0,4 a 0,6 voltios más positiva que el emisor. Esto se aprovechará a la hora de probar transistores usando el DMM (multímetro digital).

Los transistores bipolares se usan mucho en los pinballs electrónicos como drivers de lámparas y bobinas. Con una pequeña corriente entre base y emisor (corriente de control procedente de un circuito integrado o de otro transistor), pueden manejar una corriente mucho mayor entre emisor y colector (corriente de carga para activar lámparas y bobinas).

Los transistores tipo Darlington (por ejemplo, el TIP102 y TIP36c) son realmente dos transistores en un mismo encapsulado, dispuestos en cascada de forma que el emisor del primero está conectado a la base del segundo. Se conocen como un par Darlington, y puede usarse de la misma manera que cualquier transistor simple (emisor común, emisor seguidor, etc.) La ventaja de estos transistores es que pueden manejar corrientes mayores por lo que se usan como drivers de las bobinas más grandes como la de los flippers y los elevadores. El punto débil de los transistores Darlington es una reducida velocidad de conmutación.

*Como una pequeña corriente maneja una corriente mucho mayor en un transistor NPN. En el primer dibujo la base está polarizada directamente al estar unida al +5V (al ser NPN la base es positiva) y esto hace que el transistor conduzca entre colector y emisor. En el segundo dibujo la base está polarizada inversamente al estar conectada a masa, y esto hace que el transistor deje de conducir.*



Las resistencia Pull-up (resistencia de carga) puede ser en nuestro caso una lámpara (o una bobina) que se encenderá o se apagará controlada por la base del transistor.

### 3c. Como usar las herramientas: Pequeña introducción a los chips lógicos.

Queramos o no, si hacemos reparaciones de tarjetas de circuito impreso, uno debe saber "de que van" los circuitos lógicos. Este documento no pretende cubrir todos los detalles de este tipo de chips ¡hay libros sobre ello!, es sólo una pequeña introducción con las cosas más básicas que se necesitan.

*Dos métodos diferentes de marcar el pin número 1 de un chip.*

*El chip de la izquierda (74LS107) tiene un pequeño punto impreso marcando el pin 1. El chip de la derecha (74LS02) tiene una muesca y el pin 1 siempre es el de la izquierda de la muesca (mirando la parte superior del chip, como en la foto, y con la muesca orientada hacia arriba). El chip de la izquierda también tiene un código de fecha de fabricación "8146"; este chip se fabricó en la semana 46 de 1981.*



#### ¿Dónde está el Pin Uno?

Todos los chips tienen un "pin 1". Es importante encontrarlo porque es el punto de referencia para numerar el resto de los pines. También es la referencia a la hora de insertar el chip en la tarjeta o en un zócalo ¡Si se pone un chip "al revés" como mínimo no funcionará!

El pin 1 en todos los chips está marcado de alguna manera. A menudo hay un pequeño punto impreso en la carcasa para marcarlo. Otras veces hay una muesca en el chip, en este caso el pin 1 es el de la izquierda de la muesca (mirando el chip por su cara superior (como en las fotos) y con la muesca hacia arriba. ¡En algunos chips hay tanto punto y como muesca! (pa' no perderse vamos)

El pin uno también está marcado en todos los zócalos. Generalmente se marca con una muesca en la barra lateral. Esta muesca ayuda a no equivocarse cuando se cambia un chip ¡para no enchufarlo al revés! Algunos zócalos en vez de la muesca utilizan una barra lateral rebajada para marcar el pin uno.

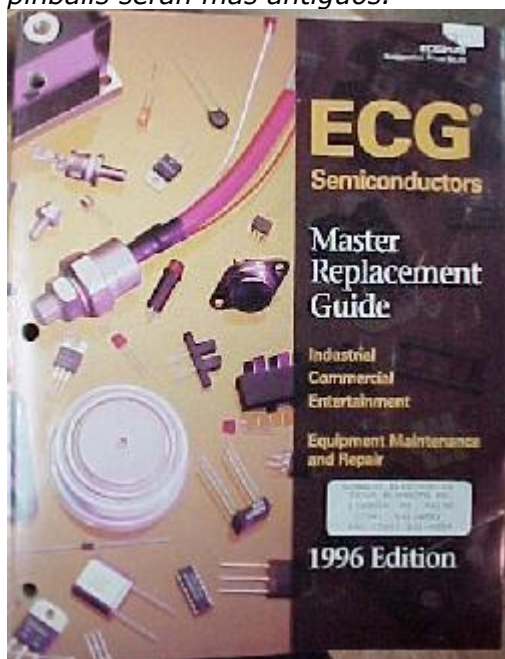
A menudo la tarjeta de circuito impreso tiene una marca impresa para señalar el pin uno de cada chip. Puede ser un rectángulo que marca la posición del chip, con una muesca en un lado del rectángulo que determina la situación del pin 1. Otras veces la marca es tan simple como un "1" o un "punto" cerca de la patilla uno del chip.

#### ¿Como se numeran los demás pines? (¿dónde está el último pin?).

Una vez que hemos situado el pin 1, ya podemos situar todos los demás. Los pines se numeran secuencialmente a partir del pin 1, cuando llegamos al último pin de un lado del chip, el siguiente número es el pin que está directamente enfrente (en el otro lado del chip) y los pines continúan numerándose en el sentido contrario. Esto quiere decir que el último pin es el que está justo enfrente del pin 1.

Otra forma de verlo es numerar como si el chip fuera un reloj: mirando el chip a lo largo con la muesca arriba, la muesca serían las 12, el pin 1 las 11, y el resto de pines se van numerando en sentido contrario a las agujas del reloj.

Una guía de equivalencias ECG de 1996. Seguramente no vas a necesitar una mucho más moderna, ya que la mayoría de los chips que necesites buscar para reparar tarjetas de pinballs serán más antiguos.



**Consigue una guía de equivalencias NTE o ECG (Data Backer, etc).**

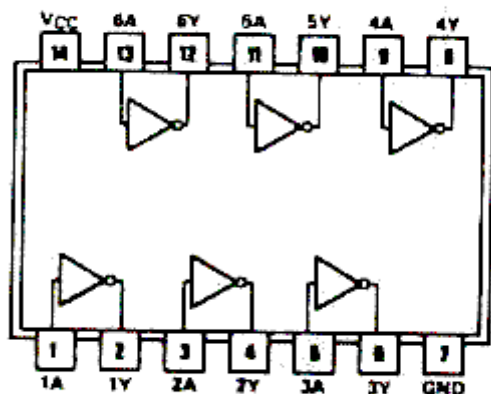
Se pueden conseguir en cualquier tienda de electrónica. A menudo versiones antiguas de estas guías se pueden conseguir por poco dinero o incluso gratis. No vas a necesitar la versión más reciente, ya que la mayoría de los chips que se usan en pinballs electrónicos ya llevan bastante tiempo en el mercado.

*Información sacada de la guía ECG .*

*Fíjate en que además de la numeración de los pines, se muestran que pines son los de alimentación al chip (tierra (GND) y +5 voltios (VCC)), además de que es lo que hace el chip y la función del resto de las patillas. En este caso se trata del chip 7406, Un séxtuple inversor/separador con salida en colector abierto de "alto" voltaje (30V no están mal para un chip TTL).*

**Diag. 8 14-Pin DIP See Fig. D6**

**ECG7406**



**Hex Inverter/Buffer with Hi-Volt (30 V) Open Collector Output**

La guía de equivalencias no es tan necesaria como ayuda para encontrar repuestos, aunque desde luego es muy útil para esto, como por la información de la disposición de los pines y la información sobre que es lo que hace el chip y lo que hace cada patilla del chip. Es una información que conviene tener a mano. Por ejemplo, el pin de tierra (Gnd) cambia de unos chips a otros, también la alimentación de +5 voltios (Vcc). Es algo muy útil de tener cuando te enfrentas a la tarea de reparar tarjetas de circuito impreso.

### Guías de referencia de chips "Online".

Hay también guías de referencia en Internet con el patillaje y más datos de los chips. Aunque no son tan buenas como las guías ECG/NTE, las guías "online" son cómodas, rápidas y igratis!. Un buen enlace es: <http://www.embeddedlinks.com/chipdir>.

### Explicación de los chips TTL.

El tipo más común de los chips usados en máquinas de pinball son los chips TTL. Estos chips son un conjunto de chips estándar muy usados en todo tipo de circuitos electrónicos. La familia TTL de circuitos integrados fue introducida en los 80 por Texas Instruments. TTL son las iniciales de *Transistor to Transistor Logic (Lógica transistor-transistor)*, este nombre deriva de que se usen dos transistores para manejar cada salida del chip, uno para poner la salida a nivel bajo (cero lógico), y otro para poner la salida a nivel alto (uno lógico). Los chips con tecnología TTL son más rápidos que los chips de las antiguas familias RTL (*Resistor Transistor Logic*) y DTL (*Diode Transistor Logic*), por contra consumen más que los chips con tecnología MOS (*Metal Oxide Semiconductor*) usada en la mayoría de chips VLSI (*Very Large Scale Integrated circuit*).

La familia TTL tiene varias sub-familias que ofrecen diferentes prestaciones en cuanto a velocidad y consumo. Esta tabla es un pequeño sumario de estas ordenadas empezando por las más antiguas:

Subfamilia		Retardo (ns)	Potencia (mW)
básica		10	10
Baja Potencia (Low-power)	L	35	1
Schottky	S	3	18
Schottky de baja potencia	LS	9	2
Rápida (Fast)	F		
Schottky Avanzada	AS	1.5	10
Schottky Avanzada de Baja Potencia	ALS	4	1
CMOS de alta velocidad (High-speed CMOS)	HCT		

El término *Schottky* se refiere a una tecnología para hacer chips más rápidos. Dentro de cada tipo de chips TTL, el chip de baja potencia (Low-power) es hasta 3 veces más lento que su equivalente de mayor consumo, pero consume unas 10 veces menos. La subfamilia Schottky de baja potencia (LS) es la más usada dentro de la familia TTL.

Los chips TTL tienen una nomenclatura estándar que puede empezar por 74xx o 54xx. Todos los fabricantes de chips usan esa nomenclatura.

Como ejemplo pongamos el chip SN74LS00. El prefijo SN indica que el chip está fabricado por Texas Instruments; cada fabricante tiene su propio código de prefijo. A partir de ahí, el resto del nombre del chip nos dice su función(74: TTL de uso general, LS: Schottky de baja potencia, 00: cuádruple puerta NAND ). Códigos de letras adicionales se pueden encontrar como prefijos o sufijos añadidos a este código básico, por ejemplo, RSN indica chips resistentes a la radiación fabricados por Texas Instruments, y SNM indica que se han usado procedimientos de control de calidad según la especificación militar MIL-STD-883.

El código numérico 74xx indica que el chip cumple los requerimientos de la industria civil, pudiendo funcionar en un rango de temperaturas comprendido entre 0 y 70 °C, mientras que el

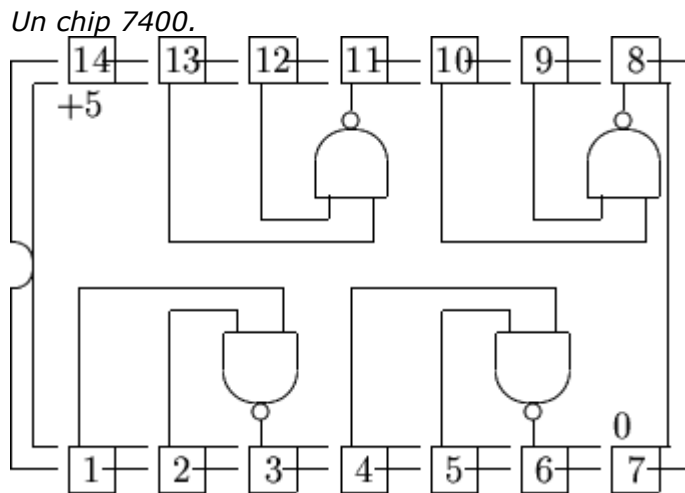
código 54xx indica que el rango de funcionamiento va de -55 a 125 °C como se requiere para la mayoría de las aplicaciones militares y algunas aplicaciones especiales de la industria civil.

Algunos chips TTL típicos:

- 7400 (o 5400) Cuádruple puerta NAND de 2 entradas.
- 7402 (o 5402) Cuádruple puerta NOR de 2 entradas.
- 7404 (o 5404) Seis inversores.
- 7408 (o 5408) Cuádruple puerta AND de 2 entradas.

La descripción de estos circuitos está basada en la guía *"The TTL Data Book"* publicada por Texas Instruments. Existen muchas guías semejantes de chips TTL, Data Becker, National Semiconductor, etc.

Junto con la descripción y especificaciones de cada chip, las guías adjuntan el esquema interno del chip. A cada entrada o salida le corresponde una patilla del chip que se numeran de acuerdo a la disposición del encapsulado "doble en línea"; por ejemplo, en un chip de 14 patillas, tendremos la patilla p1, p2, p3, y así hasta la patilla p14. En todos los chips hay dos patillas reservas para alimentación (power) (+5 voltios) y tierra (ground) (0 voltios); El resto de las pines se reparten para las conexiones de entrada y de salida.



Por ejemplo, considerando el chip 74LS00 (diagrama de arriba); tiene cuatro puertas NAND. Las entradas de la primera puerta NAND son p1 y p2, y su salida es p3. Las entradas de la segunda puerta NAND son p4 y p5, y su salida es p6. Las otras dos puertas NAND se conectan desde p8 hasta p13, y los pines 7 y 14 son tierra y alimentación respectivamente.

### **Chips HCT .**

La mayoría de los chips TTL que se usan en pinballs son de la subfamilia "LS", pero estos chips son cada vez más difíciles de encontrar. La buena noticia es que los más recientes chips HCT pueden reemplazar directamente a los chips con tecnología LS en la mayoría de los casos (si no en todos). La "T" en "HCT" indica un nivel de interfase LS, aunque realmente sean dispositivos CMOS. No obstante antes de sustituir cualquier chip de cualquier subfamilia por otro de una subfamilia distinta, es muy aconsejable leer las especificaciones para asegurarnos de su compatibilidad.

### **Chips CMOS.**

Los chips CMOS suelen tener la nomenclatura de 40XX o 45XX. La familia lógica CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductors), representó en su momento un paso adelante respecto a la familia TTL. Su característica más notable es que puede operar con voltajes más altos que la tecnología TTL (normalmente +12 voltios). También pueden trabajar como chips ANALÓGICOS, cosa que no pueden hacer los chips TTL que siempre trabaja como chips DIGITALES. Los TTL's son digitales porque sólo funcionan con sólo dos estados válidos: Low (0) y High (1) (BAJO/ALTO). Por contra los chips CMOS pueden trabajar en multitud de estados.

Por ejemplo, comparando un chip CMOS 4069 (séxtuple inversor), que es equivalente **funcionalmente** al chip TTL 7404 (no son compatibles "a nivel de pin", es decir, no se puede poner un 4069 para remplazar a un 7404). En este caso, sabemos que si una entrada determinada está en estado "ALTO" (1) en el TTL 7404, entonces su salida es invertida y estará en estado "BAJO" (0) ¡A fin de cuentas eso es lo que hace un inversor! Pero en un CMOS 4069 la cosa será algo diferente; para empezar la entrada puede estar en cualquier valor dentro del rango del voltaje de operación, pongamos que el chip trabaja entre 0 y +12 voltios. Entonces si el voltaje de entrada a una puerta determinada es digamos +4 voltios, entonces la salida será +8 voltios, que es el inverso relativo al voltaje de operación (+12 voltios).

Debido a esta naturaleza analógica los chips CMOS son útiles en audio y video, o en cualquier circuito donde los voltajes de entrada no son "blanco o negro", es decir, ceros o unos.

---

### **3d. Como usar las herramientas: Componentes y como usar el DMM (midiendo voltaje, continuidad, resistencia, capacidad, diodos, transistores y circuitos integrados).**

#### **Medir Voltaje**

Un multímetro digital (DMM) tiene dos puntas de prueba, una negra y otra roja. La punta negra debe conectarse al "COM" (común) del multímetro. Esto es importante cuando se mide tensiones en continua.

Comentar de nuevo que si el DMM es de rango manual, el rango debe ajustarse siempre por encima de la tensión "esperada" del circuito. Cuando se mide voltaje en continua (DC Direct Current ó CC Corriente Continua), la punta negra se pone a tierra o al común del circuito (0V), y la punta roja se pone en el punto donde se quiere medir el voltaje. Si lo que se mide son voltajes de alterna (AC Alternating Current ó CA Corriente Alterna), el orden de las puntas no tiene importancia (ya que en corriente alterna la polaridad cambia muchas veces por segundo).

#### **Medir Continuidad**

El test de continuidad es el más básico y el que seguramente repitamos más veces cuando usemos el DMM. Con este test se comprueba si dos puntos están eléctricamente conectados entre si. La continuidad ideal sería la equivalente a una resistencia de cero ohmios, pero la mayoría de los DMM's consideran que hay continuidad cuando la resistencia es menor de 75 ohmios.

**La medida de continuidad con el DMM se debe hacer siempre SIN TENSIÓN**, es decir, con la máquina apagada.

Por ejemplo, yo siempre que cambio un chip en una tarjeta, monto un zócalo (esto hace mucho más fácil cambiar el chip si se vuelve a estropear). Antes de insertar el nuevo chip en el zócalo, compruebo cada pin del zócalo con el test de continuidad para asegurarme que la conexión con las pistas del circuito impreso es buena. Esto me asegura de que no he roto ninguna pista al desoldar el chip antiguo y que las soldaduras del zócalo están bien hechas. Con el DMM ajustado para medir "continuidad", puedo comprobar dos puntos con las puntas de prueba del DMM. Con una punta puesta en un pin del zócalo, y la otra punta puesta en la pista que conecta con ese pin del zócalo, debería sonar un "pitido" indicando que hay continuidad. Si no suena quiere decir que los dos puntos no están conectados (o están conectados con una resistencia alta).

Si tu multímetro no tiene test de continuidad, simplemente usa el test de resistencia ajustando el rango más bajo de ohmios. Cero ohmios significa que hay buena continuidad (o cerca de cero, digamos menos de 1 ohmio, hay que tener en cuenta que las propias puntas de prueba tienen su resistencia, aunque esta sea muy baja). La desventaja de no tener test

de continuidad es que es necesario MIRAR el DMM para ver si hay continuidad. Con el test de continuidad, uno sólo tiene que OÍR el pitido, en vez de mirar el multímetro. Esto se traduce en que se puede chequear la continuidad de una serie de puntos de forma mucho más rápida.

## **Resistencias**

### **Midiendo resistencia (Probando resistencias).**

El test de resistencia es parecido al de continuidad, aunque ahora lo que nos interesa saber es el valor de la resistencia que estamos probando. Si estamos usando un DMM con rango manual, hay que saber el valor nominal de la resistencia que estemos probando para poder ajustar el rango del DMM en consecuencia (por ejemplo, si el DMM lo ajustamos al rango de 10 k $\Omega$  y estamos probando una resistencia de 12 k $\Omega$ , el DMM no podrá medirla).

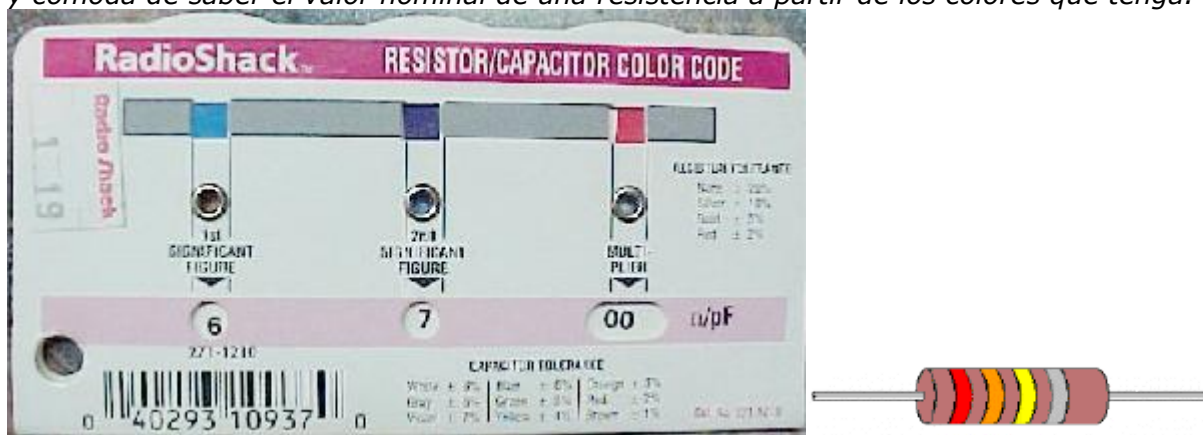
Las resistencias a veces se pueden medir montadas en la tarjeta, es decir sin tener que desoldar una patilla, simplemente poniendo las puntas en cada extremo de la resistencia. Esto no se puede hacer cuando la resistencia que vamos a medir está en paralelo con otras o con algún otro componente como condensadores que falseen la medida. Tampoco se puede medir resistencia cuando las placas están con tensión, cualquier voltaje en el circuito falseará la medida y además se pueden producir averías si lo intentas.

**La medida de resistencia con el DMM se debe hacer siempre SIN TENSIÓN**, es decir, con la máquina apagada.

### **¿Tienen polaridad las resistencias?**

Las resistencias NO tienen polaridad, por eso a la hora de medirlas es indiferente como coloquemos las puntas roja y negra en la resistencia. Asimismo, cuando montamos una resistencia cualquier orientación es buena, se puede soldar en cualquier sentido. Esto diferencia a las resistencias de otros componentes como los diodos, transistores y la mayoría de los condensadores que si tienen polaridad.

*Plantilla para decodificar el código de colores de resistencias y condensadores, una forma rápida y cómoda de saber el valor nominal de una resistencia a partir de los colores que tenga.*



### **Tabla de colores para resistencias.**

Esta es una tabla con la codificación por colores válida para las tres primeras "bandas de color" de cualquier resistencia. Las dos primeras bandas nos dicen el valor numérico mientras que la tercera banda es el factor multiplicador:

<b>Color bandas 1,2,3</b>	<b>Bandas 1,2: Valor</b>	<b>Banda 3: Factor Multiplicador)</b>
<b>Negro</b>	0	1
<b>Marrón</b>	1	10
<b>Rojo</b>	2	100
<b>Naranja</b>	3	1 000 (1k)
<b>Amarillo</b>	4	10 000 (10k)

<b>Verde</b>	5	100 000 (100k)
<b>Azul</b>	6	1 000 000 (1meg)
<b>Violeta</b>	7	
<b>Gris</b>	8	
<b>Blanco</b>	9	

### Colores de la cuarta banda.

La cuarta banda indica la tolerancia de la resistencia; la tolerancia se expresa en tanto por ciento y nos dice la desviación máxima que puede tener el valor REAL de la resistencia respecto a su valor nominal. Estos son los colores:

- No hay 4ª banda = 20% de tolerancia
- Plata = 10% de tolerancia
- Oro = 5% de tolerancia
- Rojo = 2% de tolerancia

### Ejemplos de resistencias.

Con el código de colores en la mano, vamos a poner estos ejemplos de como puede cambiar el valor de las resistencias aunque tengan casi los mismos colores:

- Amarillo, Violeta, Negro, Plata = 47 ohmios, 10% de tolerancia
- Amarillo, Violeta, Marrón, Plata = 470 ohmios, 10%
- Amarillo, Violeta, Rojo, Plata = 4700 (4.7k) ohmios, 10%
- Amarillo, Violeta, Orange, Oro = 47,000 (47k) ohmios, 5%
- Amarillo, Violeta, Amarillo, Plata = 470,000 (470k) ohmios, 10%
- Amarillo, Violeta, Verde, Rojo = 4,700,000 (4.7meg) ohmios, 2%
- Amarillo, Violeta, Azul = 47,000,000 (47meg) ohmios, 20% tolerancia (al no tener la cuarta banda)

Con la información del código de colores es fácil ajustar correctamente para medir una resistencia un DMM con rango manual. Recuerda que hay que ajustar el rango por encima del valor de la resistencia, nunca por debajo. Si una resistencia está fuera de su banda de tolerancia (por arriba o por abajo) lo mejor es sustituirla sin más.

### Tabla on-line de colores para resistencias.

Esta tabla online resulta muy cómoda para calcular el valor de las resistencias a partir de su código de colores: <https://www.digikey.es/es/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-resistor-color-code-4-band>.

### Potencia de las resistencias.

El código de colores no dice nada acerca de la potencia de las resistencias. Las resistencias pequeñas utilizadas en circuitos lógicos son normalmente de 1/4 o 1/2 vatios. Las resistencias usadas en las fuentes de alimentación suelen ser más grandes con potencias de 1 a 10 vatios. Generalmente, cuando mayor es el tamaño físico de una resistencia, mayor es su potencia y es mayor corriente que la puede atravesar sin que se quemé.

Si en un circuito una resistencia determinada viene especificada como de 2 vatios, sólo una resistencia de 2 vatios o MAYOR (5, 10, ..., vatios) funcionará bien. Si montamos una resistencia de menos potencia seguramente se calentará demasiado y se quemará. A menudo las resistencias de mayor potencia están marcadas (p.e. "5w" por 5 vatios), sin embargo las resistencias más pequeñas no suelen llevar ninguna indicación sobre su potencia.

### Tolerancias.

Las resistencias más comunes en los pinballs tienen una tolerancia del 10%. Para poner un ejemplo una tolerancia del 10% significa que si un circuito una resistencia determinada viene especificada como de 33k (33.000) ohmios, se pueden considerar como correctos valores comprendidos entre 29.7k y 36.3k ohmios (3300 ohmios en cualquier dirección). Es

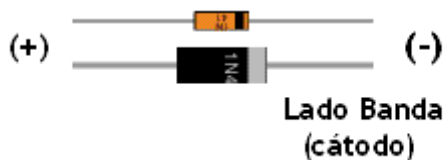


mejor usar una resistencia cuyo valor se aproxime más al nominal de 33k ohmios pero cualquier resistencia que esté dentro del  $\pm 10\%$  de tolerancia debería funcionar bien.

*A la izquierda midiendo un diodo con la punta negra del DMM en el "lado banda".*



*Un par de diodos típicos, la banda serigrafiada en el diodo sirve para marcar el cátodo (-) , el lado opuesto es el ánodo (+)*



## **Diodos y Puentes**

Los diodos se utilizan mucho en los pinballs. Un caso típico en los pinballs electrónicos es el diodo de bobina. Este es un diodo que debe estar montado en cada bobina (aunque algunos modelos, como los pinballs WPC de Williams, montan los diodos de bobina en la tarjeta de drivers en vez de montarlos en la propia bobina). El diodo de bobina sirve para eliminar el voltaje inverso que se genera debido al campo electromagnético: Cuando una bobina es desenergizada, el campo magnético remanente genera un voltaje inverso en la bobina que tiende a mantener la corriente (digamos que la bobina "se resiste" a ser apagada). Cuando se controla la bobina con un transistor (driver), las desconexiones pueden ser muy rápidas, con lo que el voltaje inverso es aún mayor pudiendo llegar a alcanzar centenares de voltios. Estos voltajes inversos pueden llegar a dañar el transistor e incluso otros componentes electrónicos. Para evitar todo esto se monta el diodo de bobina, este diodo se conecta inversamente cortocircuitando la bobina, cuando la bobina se energiza el diodo no hace nada (no conduce porque está polarizado inversamente), pero cuando se desconecta la bobina y empieza a surgir el voltaje inverso, el diodo pasa a estar polarizado directamente y empieza a conducir, así se "mata" la sobretensión inversa cortocircuitando la propia bobina antes de que esta tensión llegue a alcanzar valores peligrosos.

### **Probando diodos.**

Los diodos no siempre se pueden probar montados en el circuito. A menudo (aunque no siempre) hay que desoldar una patilla del diodo para poder probarlos correctamente. Esto también se aplica a los diodos de bobina (es necesario "abrir" una de las patillas del diodo para probarlos). Probar diodos es muy sencillo con el test de diodos del DMM.

**El test de diodos del DMM se debe hacer siempre SIN TENSIÓN**, es decir, con la máquina apagada.

Coloca la punta negra del DMM en el lado banda del diodo, y la punta roja en el otro extremo. La lectura debe estar comprendida entre 0,4 y 0,8 voltios (hay conducción). Si la lectura está fuera de ese rango de valores, desuelda del circuito una patilla del diodo y

prueba de nuevo. Si la lectura sigue estando fuera de ese rango, lo más probable es que el diodo esté mal y es necesario cambiarlo.

La prueba anterior sirve para comprobar si el diodo funciona correctamente en polarización directa, ahora falta probarlo en polarización inversa. Para ello mide el diodo con las puntas al revés (la punta roja en el lado banda del diodo), ahora la lectura en el DMM debe ser nula (no hay conducción). Si la lectura es cualquier otra, desuelda del circuito una patilla del diodo y prueba de nuevo. Si la lectura no es nula, el diodo está mal.

### **¿Tienen polaridad los diodos?**

La respuesta es "sí" por eso a la hora de medir es muy importante que punta del DMM conectamos en el lado banda y que punta en el otro extremo como explicábamos en el apartado anterior. También es muy importante la orientación del diodo cuando se suelda en el circuito.

La característica principal del diodo es que permite el paso de la corriente en un sentido (cuando está polarizado directamente, es decir, positivo en ánodo y negativo en cátodo), mientras que no deja circular la corriente en el sentido contrario (cuando está polarizado inversamente), es decir, que es el equivalente a las válvulas de retención de los circuitos hidráulicos.

### **Valores característicos.**

Los datos más importantes de la mayoría de los diodos son el amperaje y el pico de corriente inversa que pueden soportar. Cuando tengamos que cambiar un diodo, se puede poner otro de un tipo diferente siempre que su amperaje y voltaje sean igual o mayores. Por ejemplo, un diodo 1N4001 es de 1 amperio 100 voltios, este diodo puede sustituirse por un 1N4004, que es de 1 A, 400 V (el 1N4004 es el diodo más común en pinballs). Esto también es aplicable a los puentes rectificadores (básicamente cuatro diodos en el mismo encapsulado).

Esto no se puede aplicar a los diodos zener. Estos son un tipo especial de diodos que sólo pueden ser sustituidos por otro zener del mismo voltaje. En este caso sólo el amperaje puede ser aumentado. Por ejemplo, un 1N4738 es un diodo zener de 8.2 voltios y 1 amperio. Un 1N4196 (8.2 V 10 A) puede ser un sustituto porque sigue siendo de 8.2 voltios y sólo cambia el amperaje.

### **Probando puentes rectificadores.**

Un puente rectificador consiste en cuatro diodos encapsulados dentro de una "caja negra". El trabajo que realiza un puente es rectificar la corriente alterna para convertirla corriente continua. Es un componente con el que es frecuente tener que lidiar en reparaciones de pinballs electrónicos. ¡Es importante resaltar que probar un puente \*no\* es concluyente para estar seguros al 100% de que el puente esté bien! Este se debe a que se prueba cuando no está en carga, así puede suceder que el puente supere las pruebas con el DMM, pero que aún así falle cuando esté funcionando en carga. Sólo cuando la avería es que el puente está cortocircuitado (y por tanto fundiendo fusibles) o abierto (y por tanto la tensión en la salida será baja o incluso cero) se verá claramente en la prueba que el puente está mal. Además probar un puente "en circuito" (mientras está todavía soldado a la tarjeta) a menudo nos dará resultados confusos y/o erróneos.

Un puente tiene cuatro terminales: dos terminales de entrada de corriente alterna (AC), y dos de salida de corriente continua (DC), positivo y negativo. En un lateral del puente, impreso en la carcasa metálica, debería haber dos etiquetas: "AC" y "+" (además el terminal "+" suele estar en una posición desplazada respecto a los otros tres terminales). Averiguar la disposición de los otros dos terminales es sencillo: el otro terminal de alterna está en diagonal respecto al terminal marcado como "AC". El terminal negativo (-) está en diagonal respecto al terminal positivo. Recuerda que probar un puente que está soldado a la placa puede dar resultados engañosos.

Para probar un puente:

1. Pon el DMM en prueba de diodos.
2. Pon la punta negra del DMM en el terminal "+" (positivo) del puente.

3. Pon la punta roja del DMM en cualquiera de los terminales AC. La lectura del DMM debe estar entre 0,4 y 0,6 voltios. Pon ahora la punta roja en el otro terminal AC, de nuevo la lectura debe estar entre los 0,4 y 0,6 voltios.
4. Pon la punta roja del DMM en el terminal "-" (negativo) del puente.
5. Pon la punta negra en cualquiera de los terminales AC. La lectura del DMM debe estar entre 0,4 y 0,6 voltios. Pon ahora la punta negra en el otro terminal AC, de nuevo la lectura debe estar entre los 0,4 y 0,6 voltios.

Si en alguno de los pasos de la prueba los valores obtenidos están fuera del rango de 0,4 a 0,6 voltios, el puente está mal. Lecturas comunes en puentes defectuosos son el valor cero (algún diodo del puente está en corto) o obtener un valor nulo (algún diodo está abierto).

## **Transistores y Chips**

Los transistores, en su aplicación más extendida, son básicamente interruptores electrónicos. Los chips TTL (Lógica Transistor-Transistor), que son muy usados en pinballs electrónicos, son básicamente un grupo de transistores empaquetados en un chip.

### **Probando transistores.**

La prueba de transistores es bastante parecida a la prueba de diodos ya que se utiliza el modo prueba de diodos del DMM. En las Guías del WPC se habla extensamente sobre la forma de [probar transistores](#).

Algunos DMM tienen una prueba específica de transistores que funciona muy bien, pero es necesario desoldar el transistor del circuito para poder realizarla, lo cual es un serio inconveniente.

### **Probando Chips.**

La prueba de diodos del DMM sirve también para probar la mayoría de los chips lógicos TTL. Es mejor hacer la prueba con el chip fuera del circuito, pero la mayoría de las veces eso resulta poco práctico.

**En cualquier caso se debe hacer siempre SIN TENSIÓN**, es decir, con la máquina apagada.

Para probar un chip con este método necesitas saber cual es la patilla del común de alimentación del chip (ground) (si no lo tienes claro mira en [pequeña introducción a los chips lógicos](#)). Luego pon la punta ROJA del DMM en esa patilla (aunque suene raro porque es polaridad inversa). Con la punta roja en el común, vete pinchando los demás pines con la punta negra del DMM (exceptuando +Vcc, que es el pin del positivo de alimentación). Las lecturas del DMM en cada pin debe estar entre 0,4 y 0,6 voltios. Si aparece algún valor diferente es probable que el chip esté mal. El mayor indicador de un chip defectuoso sería una lectura menor de 0,2 voltios, síntoma de que el chip esté en corto.

*El probador de chips LBT-10.*



Una forma más fiable de probar chips es usar un probador específico como el LBT-10. Si el chip en cuestión se puede sacar de la placa, lo podemos probar fácilmente con esta herramienta. El LBT-10 vale para toda la familia TTL (7400 a 74xxx con sus correspondientes subfamilias LS, S, HTC, etc.). También vale para chips CMOS (series 40xx y 45xx), lo cual es un "extra" muy interesante! Este probador funciona muy rápido y es muy fácil de usar. Es un producto muy recomendable, sus únicas desventajas son el precio y la necesidad de remover los chips del circuito para poder probarlos.

### **Reemplazar un chip.**

Como regla general un 74LS04, sólo debería ser cambiado por otro 74LS04, aunque en ocasiones no hace falta poner un chip exactamente igual; los números lógicamente siempre deben coincidir (porque definen la función del chip), pero en ocasiones un chip de otra subfamilia, y por tanto con potencia o velocidad diferentes, puede funcionar bien. Esto no quiere decir que un circuito que originalmente monta un 7404 vaya a funcionar siempre con un 74HTC04 (por ejemplo), en la mayoría de las ocasiones funcionará pero no siempre será así. Tienes más información en este mismo documento en la [pequeña introducción a los chips lógicos](#).

## **Condensadores**

Los condensadores almacenan la carga eléctrica. Una de sus aplicaciones típicas es como filtros en las fuentes de alimentación pues consiguen que la tensión rectificada sea más plana y suave (con menos ruido y picos de tensión). Los condensadores de las fuentes de alimentación suelen ser grandes lo que los hace adecuado para circuitos de baja frecuencia y altas corriente, estos condensadores se cargan cuando la tensión tiende a subir (limitando el pico de subida) y se descargan cuando la tensión tiende a bajar, es decir que se oponen a los cambios de tensión y actuando como estabilizadores de tensión. También es frecuente ver condensadores, en este caso pequeños, cerca de cada chip y en paralelo con la alimentación. En esta aplicación los condensadores se montan para absorber las perturbaciones o el ruido de alta frecuencia, uno de los mayores enemigos de los circuitos electrónicos.

### **Valores y terminología.**

La unidad de capacidad eléctrica es el faradio, pero como es una unidad muy grande se usan submúltiplos de éste como el microfaradio, que es una millonésima parte de un faradio:

- F : Faradio.
- mF : milifaradio, la milésima parte del faradio.

- $\mu\text{F}$  o mfd : microfaradio, la milésima parte del milifaradio (millonésima del faradio).
- nF : nanofaradio, la milésima parte de un microfaradio.
- pF : picofaradio, la milésima parte de un nanofaradio.

Por ejemplo, 0,039 microfaradios ( $\mu\text{F}$ ) es lo mismo que 0,00039 milifaradios (mF) o 39 nanofaradios.

### Medir capacidad - Probando condensadores.

La medida de condensadores es delicada. el problema es que la mayoría de los condensadores tienen que probarse a plena carga para determinar con seguridad si están bien o mal y los test de capacidad de un DMM **no pueden probarlos en carga**. Además una patilla del condensador debe desoldarse para medirlo correctamente.

*Probando un condensador electrolítico de 1000  $\mu\text{F}$ . El DMM indica 1128  $\mu\text{F}$ , esto quiere decir que probablemente el condensador esté bien. Observa que se ha desoldado una patilla del condensador para realizar la medida.*



Si se prueba con el DMM un condensador de por ejemplo 1000  $\mu\text{F}$ , el valor de capacidad obtenido debe ser superior para darlo por bueno. Si el valor obtenido está por debajo del valor nominal del condensador, lo mejor es cambiarlo.

**El test de capacidad del DMM se debe hacer siempre SIN TENSIÓN y con el condensador DESCARGADO.**

Otro planteamiento más radical es simplemente cambiar el condensador sospechoso por uno nuevo. Esto puede ser algo costoso pero muchas veces al final resulta ser lo más rentable!

### El mejor probador de condensadores - el medidor ESR.

Hay otra forma de probar condensadores y es utilizando el medidor ESR (Resistencia Serie Equivalente) o medidor de baja resistencia, esta es de hecho la mejor manera de probarlos. Este ingenioso dispositivo permite probar los condensadores montados en circuito con mucha fiabilidad. Al no tener que soltar ninguna patilla, se pueden probar todos los condensadores de una placa en un tris-tras.

### ¿Tienen polaridad los condensadores?

La respuesta es "a veces", es decir, algunos condensadores tienen polaridad y otros no. Los condensadores con polaridad tienen serigrafiada alguna marca para marcar la patilla positiva o la negativa. Los condensadores sin polaridad no tienen marca alguna de positivo o negativo. En ocasiones, una de las patillas (en un condensador nuevo) es más larga que la otra marcando así la polaridad.

Para probar un condensador con polaridad, la punta roja del DMM debe colocarse en la patilla positiva del condensador.

### Cambiar un condensador por otro de valor similar.

En la mayoría de los casos es correcto cambiar un condensador por otro de mayor voltaje (aunque de la misma capacidad), por ejemplo, un condensador de 1  $\mu\text{F}$  y 16 voltios se

puede sustituir por otro de 1 uF y 25 voltios. Sin embargo no se debe cambiar un condensador por otro de distinta capacidad, a no ser que los valores sean muy parecidos, por ejemplo, un condensador de 0,49 uF se puede cambiar por uno de 0,5 uF. Nunca se debe poner un condensador sin polaridad en un circuito donde esté especificado un condensador con polaridad.

---

### 3e. Como usar las herramientas: La sonda lógica.

Aprender a manejar una sonda lógica tiene algo de truco. Lo primero es encontrar una alimentación para la sonda. La mayoría de sondas funcionan con una alimentación de +5 a +12 Voltios de corriente continua (Vcc). La sonda vendrá con un cable negro que se conecta a masa (la malla o el común, 0 V, de las tarjetas), y con un cable rojo que se conecta al +5 o al +12 Vcc de las tarjetas. Una vez tenemos alimentada la sonda ya podemos empezar a "sondear" los chips de las tarjetas del pinball (con el pinball encendido). Si la sonda tiene un interruptor-selector "TTL/CMOS", hay que ponerlo en "TTL".

#### **Buscando los mejores puntos para alimentar la sonda.**

Como las sondas lógicas se deben alimentar desde las propias tarjetas que se van a probar, hay que ser muy cuidadoso a la hora de buscar los puntos apropiados para sujetar los clips de alimentación de la sonda, comprueba siempre con el DMM (multímetro) que la tensión sea correcta antes de conectar la sonda.

¡En realidad cuando llegas a un punto de la reparación en el que necesitas usar una sonda lógica, ya tienes que haber comprobado los voltajes de la tarjeta! (Ante una avería en una tarjeta electrónica revisar las tensiones de alimentación es una comprobación básica).

Las sondas tienen dos pinzas para su alimentación: negra para masa y roja para positivo (de +5 a +12 voltios). Con la máquina apagada, sujeta estas pinzas a los puntos de la tarjeta que has comprobado que tienen una tensión correcta para la sonda. Luego enciende la máquina. En máquinas de pinball, yo prefiero buscar la alimentación para la sonda en la tarjeta de drivers. Utilizo el punto de prueba (TP o Test Point) de +5 Vcc para la punta roja y sujeto la negra en el punto de prueba del común (0V) o incluso en la palomilla que une las mallas de tierra en el cabezal.

*La sonda osziFOX de The Wittig Technologies en acción.*

*En el display puedes ver el aspecto de una señal de "pulsos" (onda cuadrada).*



#### **"Sondeando" con la sonda lógica.**

Antes de empezar tenemos que poner el selector "TTL/CMOS" en la posición "TTL". Luego, una vez que hayamos conectado los cables alimentación de la sonda, podemos empezar a pinchar pines con la puntera metálica de la sonda. ¡CUIDADO! Hay que poner los cinco sentidos para no tocar

nunca dos pines al mismo tiempo produciendo un cortocircuito entre ellos ino olvides que estamos trabajando en una tarjeta que tiene tensión!

Cuando esto sucede, yo personalmente apago la máquina y la vuelvo a encender (esperando que no se haya estropeado nada, que es lo que normalmente pasa).

La sonda lógica nos dirá si el pin que estamos probando está en estado "alto" (a +5 voltios), "bajo" (a cero voltios), o "pulsante" (cambiando rápidamente de alto a bajo y viceversa). Esta información es muy útil para rastrear averías como veremos a continuación. Por ejemplo, con una sonda lógica se puede ver si el chip de la CPU está "vivo" (hay pulsos), o si está bloqueado en un estado alto o bajo.

Por desgracia, una sonda lógica sólo nos indica estados lógicos: cero o uno (cero es cualquier voltaje entre 0 y +0,8 voltios, uno es cualquier voltaje entre +2.4 y +5 voltios) ¡Es cosa nuestra saber interpretar si ese estado es el correcto!

Las sondas lógicas sencillas suelen tener tres LED's (algunas tienen también un zumbador). Los 3 LED's indican:

- ROJO: Estado lógico alto (un 1 binario). En tecnología TTL se considera alto cualquier voltaje comprendido entre +2.4 y +5 Vcc.
- VERDE: Estado lógico bajo (un 0 binario). En TTL cualquier voltaje entre los 0 y + 0.8 Vcc.
- AMARILLO: Tren de pulsos (moviéndose rápidamente entre el 0 y el 1 binarios).

### **Utilizando la sonda lógica.**

Para este ejemplo, usaré un pinball WPC de Williams/Bally (1990-1999).

Antes de empezar, los esquemas del pinball son totalmente necesarios a la hora de afrontar reparaciones en la electrónica. Así que cógelos y abre el esquema de la tarjeta CPU. La tarjeta ya ha sido comprobada y tiene los voltajes de alimentación correctos (hay un buen voltaje de +5 voltios, ¿correcto?). La sonda lógica hay que conectarla para darle alimentación, desde algún punto del sistema de tarjetas (en un pinball WPC, el mejor sitio son los puntos de prueba, Test Points, de la tarjeta de drivers).

Enciende el pinball (asegúrate de que el selector "TTL/CMOS" de la sonda lógica esté en "TTL") y comprueba la sonda tocando con la punta cualquier punto de la tarjeta donde estén los +5 Voltios de alimentación. El LED rojo debe encenderse fijo, indicando un estado "alto" (algunas sondas también emiten un tono para indicar el estado alto). En un pinball WPC, a mi personalmente me gusta testear el pin 40 del chip U4 (alimentación de +5 voltios al chip de la CPU).

Lo siguiente es probar un punto de tierra o común en la tarjeta, El LED verde debe encenderse fijo, indicando un estado "bajo". En el ejemplo de un pinball WPC, yo lo pruebo en el pin 1 de U4 (el común del chip de la CPU) .

Ahora que la sonda lógica está comprobada ies hora de empezar el trabajo! Mira en el esquema y busca el pin de RESET de la CPU. En nuestro ejemplo, mirando en los esquemas de la tarjeta CPU del WPC, el procesador (CPU) es un chip 68B09 en la posición U4 de la tarjeta. En el esquema se etiqueta el pin de reset como "RST", y es el pin 37 del chip U4. Toca con la punta este pin de RESET; la sonda lógica debe indicar un estado alto (LED rojo). En el momento de encender el pinball, la línea de reset debe permanecer en estado bajo durante un instante y luego ponerse en estado alto y permanecer así. Esto es bastante general a todas las líneas de reset en cualquier CPU; cuando la línea de reset es llevada a estado bajo, la CPU se resetea, luego debe volver a estado alto para que la CPU pueda arrancar normalmente.

En un sistema WPC se puede desconectar la tarjeta CPU con el pinball encendido; para ello saca el conector J210 de alimentación a la tarjeta. Esto quitará tensión a la CPU. Con la sonda lógica puesta en el pin 37 de U4, el pin debe pasar a bajo. Vuelve a conectar J210, y la CPU arrancará. El pin 37 de U4 debería, después de un breve momento, pasar a alto y permanecer así.

Bastante sencillo ¿verdad? Bueno, ahora vamos a pinchar los pines 8 al 23 de U4 (cualquiera de ellos, no necesariamente todos). Estas son las líneas del bus de direcciones de A0 a A23, respectivamente. La sonda lógica debe mostrar estos pines como señales de pulsos. Del mismo modo los pines 24 a 31 son las líneas D0 a D7 del bus de datos. En cualquiera de ellos debe haber también una señal de pulsos. Probando estas líneas de datos y direcciones comprobamos que la CPU está "haciendo su trabajo", accediendo a memoria y moviendo datos.

### **Un ejemplo de la vida real (más diversión con la sonda).**

Vamos a coger un ejemplo sacado de la vida real de como la sonda lógica puede ser muy útil para rastrear averías en la electrónica de los pinballs. En este ejemplo, un pinball WPC de Williams está mostrando en el display el mensaje "row 1 switch matrix short" (cortocircuito en la línea 1 de la matriz de interruptores). Hemos llegado a la conclusión de que la avería no está en la mesa (ya que desenchufando todos los conectores de las filas de la matriz de interruptores en la tarjeta CPU, J208, J209 y J212, el error sigue apareciendo al encender el pinball).

### **Probando en las entradas.**

Con la sonda lógica conectada, entra en el modo diagnóstico en el primer test de interruptores (switch edges). Ahora busca los chips de la FILAS de la matriz de interruptores en el esquema (switch rows). En el caso de un pinball WPC, son chips LM339 (cuadruple comparador) en U18 y U19. Concretamente, el pin 11 de U18 es la entrada de la fila uno de la matriz de interruptores, el pin 9 es la fila dos, el pin 5 es la tres, y el pin 7 es la cuatro. Para asegurarte de que ningún interruptor de la fila uno esté activado, desenchufa los conectores J208, J209 y J212 (los conectores de las filas de la matriz de interruptores). En el display deben aparecer todos los interruptores abiertos (puntos). Pon la sonda lógica en el pin 11 de U18 (fila uno de la matriz). Este pin debería estar en estado alto.

Para simular un cortocircuito en la fila uno de la matriz (una avería bastante común), vamos a valernos de un puente, un cable con pinzas de cocodrilo en los extremos será perfecto para ello. Conecta uno de los extremos del puente en el pin 1 del conector. Conecta el otro extremo a tierra (palomilla de tierra en la parte inferior del cabezal). En el display deben aparecer inmediatamente todos los interruptores de la fila uno como cerrados ("cuadrados").

Ahora vuelve a pinchar con la sonda el pin 11 de U18. El pin debe estar en estado bajo. Quita el puente entre tierra y pin 1 de J208, el pin 11 de U18 debe pasar a estado alto otra vez. Ahora saca los conectores J206 y J207 (los conectores de las columnas de la matriz de interruptores). Conecta el puente entre el pin 1 de J208 y el pin 1 del conector J206 (La columna 1 de la matriz de interruptores). En el pin 11 debería aparecer ahora una señal "alta con pulsos bajos" (la mayor parte del tiempo estará alta pero con pasos intermitentes a bajo).

### **Probando en las salidas.**

Una vez probado el "lado entradas" de la fila uno de la matriz hay que pasar a probar las salidas. Mirando de nuevo en los esquemas vemos que a la entrada del pin 11 de U18 le corresponde la salida en el pin 13. Veníamos de la prueba anterior con todos los conectores la matriz quitados; ahora vamos a quitar el puente que teníamos en el pin 1 de J206 y pinchamos con la sonda en el pin 13 de U18. El pin debe estar en estado alto.

Puenteamos otra vez entre el pin 1 de J208 y el pin 1 de J206. El pin 13 de U18 debe tener ahora una señal pulsante. Además el display debe indicar ahora que el interruptor de la fila 1 columna 1 (switch 11) está cerrado (un "cuadrado").

### **Conclusión.**

Con todos los conectores de la matriz desenchufados, sabemos que el pin de entrada 11 de U18 debería estar alto (y pasar a bajo si la fila uno se cortocircuita a tierra). Si esto no se cumple, el problema podría ser tan sencillo como un pista rota o una avería en el diodo D3.

Si la entrada de U18 se comporta correctamente, pero la salida no, la conclusión es que el chip U18 está averiado y debe ser sustituido.

Usando esta técnica de sondear entradas y salidas y de comparar los resultados obtenidos con los resultados teóricos esperados, podemos localizar chips averiados con relativa facilidad. ¡La única dificultad en todo esto, es que la persona que está reparando el pinball debe saber como tienen que ser las señales en una máquina que funciona correctamente! Este es el gran problema. Para



deducir como deben ser la señales hay que valerse de los esquemas o de probar en un pinball similar que esté funcionando. Aquí la experiencia es la mejor maestra, conocimientos previos de electrónica serán también muy valiosos para interpretar los esquemas y trabajar con la sonda lógica nos allanará mucho el camino a la hora de adquirir la experiencia necesaria.

---

### **3f. Como usar las herramientas: Soldando en una tarjeta electrónica.**

Aquí encontrarás algunos consejos sobre lo que hay hacer (y lo que no) a la hora de soldar en tarjetas electrónicas. NOTA: utiliza sólo soldadura 60/40 (estaño/plomo) de alma de resina! con el soldador adecuado (como se explicaba en los apartados anteriores).

#### **¿Que es exactamente la soldadura de estaño?**

La soldadura de estaño es la unión de dos superficies metálicas con la ayuda de una aleación (soldadura) con un punto de fusión menor que los metales que queremos unir (esto es diferente a otro tipo de soldaduras en la que se unen las dos superficies metálicas alcanzando su temperatura de fusión). La soldadura de estaño se usa en fontanería y en electrónica.

La aleación que conocemos como "soldadura" o "estaño" está realmente formada por varios metales. En fontanería y electricidad se utiliza normalmente aleaciones de plomo y estaño (aunque esto va a cambiar en el futuro porque en fontanería cada vez se usa menos la tubería metálica y en electrónica se va a sustituir el plomo debido a los problemas medioambientales que genera su uso).

La soldadura electrónica utiliza tradicionalmente una aleación de 60% de estaño y 40% de plomo, con un núcleo hueco relleno de resina (también llamada pasta de soldar) que facilita la distribución uniforme del estaño, evitando al mismo tiempo la oxidación.

La resina se funde a una temperatura más baja que la aleación estaño-plomo y prepara las superficies para facilitar su soldadura. Lo consigue removiendo el óxido de los metales que van a unirse y además previene que estos se oxiden con las altas temperaturas que se alcanzan en el proceso. Incluso los metales a prueba de corrosión como el acero inoxidable pueden llegar a oxidarse.

Al soldar, la soldadura derretida une las superficies metálicas disolviéndose en los metales y formando una amalgama (mezcla) con ellos. Con frecuencia la unión soldada es más resistente que los propios metales que se han unido.

Pero esta mezcla de metales sólo puede suceder si las superficies están libres de óxido y de otros contaminantes. El óxido puede quitarse lijando previamente las partes a unir, pero además es necesaria una limpieza química ya que al calentar las piezas se puede formar óxido. El alma de resina es el agente de limpieza química.

La resina normalmente es suficiente cuando soldamos piezas nuevas o que han sido pre-estañadas (el pre-estañado es la técnica de añadir soldadura a una pieza antes de unirla con otra). Pero hay algunas condiciones donde la resina no es suficiente.

El ejemplo perfecto de esto es cuando se intenta soldar un circuito impreso que tienen restos producidos por corrosión de pilas. El óxido producido por esta corrosión impide que la soldadura se una con el metal. El óxido actúa además como aislador térmico. Incluso una delgada capa de óxido puede reducir el flujo de calor desde la punta del soldador hacia las partes metálicas que queremos soldar. La única forma de soldar en un circuito con restos de corrosión de batería es lijar previamente para eliminar estos restos, hasta dejar el metal brillante (asumiendo que los restos de corrosión han sido lavados primero con una disolución de agua con vinagre para neutralizar las bases que se forman con la corrosión por pérdida de líquido en las pilas).

Cuando la soldadura no se pega bien a las superficies a soldar, tiende a formar bolitas como si fuera mercurio. Si la soldadura no tiene facilidad para pegarse al metal, tiende a pegarse consigo misma. ¡En una mala soldadura, la unión puede estar sólo sostenida por la resina! Las buenas soldaduras tienen una concavidad muy pequeña y no forma de bola. La soldadura fundida tiende a fluir hacia la fuente de calor, si las partes a unir están bien limpias, aplicamos la cantidad de calor apropiada y usamos una buena soldadura de 60/40 con alma de resina, la soldadura fluirá a través de la unión con facilidad. Además en soldadura es falso eso de que "cuanto más mejor", demasiada soldadura suele ser más bien un problema.

### **Soldaduras "frías".**

Otra cosa que debemos controlar a la hora de soldar es evitar la cristalización de la soldadura cuando esta se solidifica, lo que puede suceder por ejemplo cuando las partes que vamos a soldar están demasiado frías. Los cristales formados tienen una resistencia alta produciéndose en definitiva una mala unión que es conocida como "soldadura fría". Para prevenirlo debemos mantener calientes las partes a soldar antes, durante y después de aplicar la soldadura.

### **Una conexión limpia.**

La conexión que vamos a soldar debe estar bien limpia. Si la parte del circuito donde vamos a soldar tiene trazas de óxido, corrosión o soldadura antigua, hay que limpiarla bien antes. Utiliza una lápiz de lijar (se pueden conseguir en tiendas de pintura para automóviles) o un cepillo metálico pequeño o incluso papel de lija de grano fino (400). In some cases, the green "solder mask" may need to be sanded off the copper traces to solder. En tiendas de electrónica especializadas se puede conseguir productos limpiadores y desengrasantes. El alcohol también trabaja muy bien para la limpieza de las partes a soldar. En muchas ocasiones las conexiones estarán limpias pero no siempre será así; cuando haya suciedad hay que limpiarlas bien la partes a unir ANTES de intentar soldar. La resina presente en la soldadura terminará de remover el óxido que no puedas quitar, pero no pienses que la resina solucionará todos los problemas de suciedad porque no será así. La soldadura no pegará bien si hay suciedad y en consecuencia no podrás conseguir buenas uniones.

### **Lo primero una buena conexión mecánica.**

Los componentes deben asegurarse antes de intentar soldarlos, por una parte la soldadura de estaño no es tan fuerte y no se debe confiar mucho en ella para mantener las cosas en su sitio, por otra parte te será mucho más fácil soldar si las piezas no pueden moverse.

Cuando montes los componentes, dobla sus patillas de manera que entren rectas en los taladros de la tarjeta. El componente se debe introducir con suavidad, sin forzar las patillas ya que se pueden dañar fácilmente. ¡Comprueba que el valor del componente es el correcto antes de soldarlo! Si el componente tiene polaridad (muchos de los condensadores y todos los diodos y transistores la tienen), verifica que lo estás montando bien orientado. Algunos componentes se montan ajustados contra la tarjeta aunque esto no siempre es así; cualquier componente que tenga tendencia a calentarse debe soldarse dejando un poco de espacio libre entre la placa y el propio componente para que pueda circular el aire y no se queme ni se "chamusque" la propia placa. Esto se aplica especialmente a resistencias, diodos y transistores. Antes de soldar un componente comprueba dos veces que el valor, la orientación y la posición son correctos, si hay un error es más fácil de remediar antes que después de que has hecho la soldadura.

### **Examina bien las conexiones antes de desoldar.**

Antes de comenzar trabajos de soldadura en cualquier tarjeta, inspecciona a fondo la conexión donde vas a trabajar de manera que tengas claro que es lo que debes unir con la nueva soldadura. Esto es especialmente importante cuando hay otros puntos de soldadura muy cerca del que tienes que soldar. Hazte una nota mental y cerciórate de que no realizas "puentes" no deseados entre la conexión que estás soldando y otras conexiones adyacentes. Sin este examen previo, a veces es difícil de saber si dos puntos de soldadura deben estar unidos o no.

### **"Estaña" la punta del soldador.**

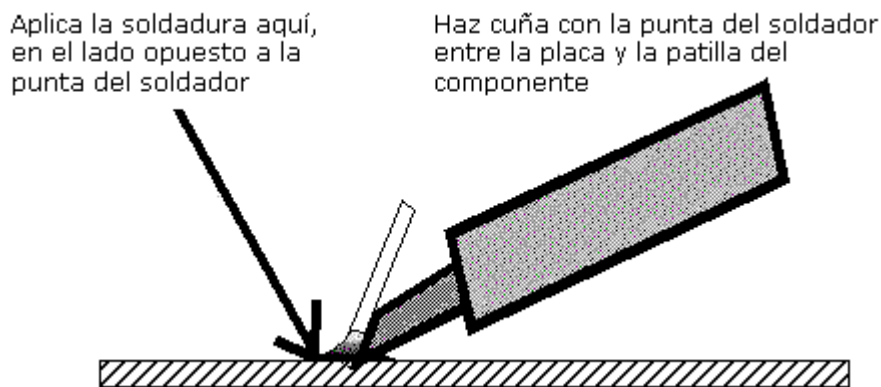
Cuando el soldador esté ya lo bastante caliente, aplica un poco de soldadura para estañar la punta. Luego limpia el exceso de soldadura con un trapo limpio. Esto "estañará" la punta dejándola recubierta con una brillante capa de soldadura. La soldadura no debe formar bolas y resbalar hasta caerse de la punta. Haz esto lo primero justo cuando el soldador haya calentado. Así se evita la formación de óxido en la punta y facilitará la transmisión de calor desde la punta

del soldador hasta la unión que estamos soldando. Hazlo a menudo mientras estés soldando para mantener la punta del soldador siempre en las mejores condiciones.

### Calienta primero la unión.

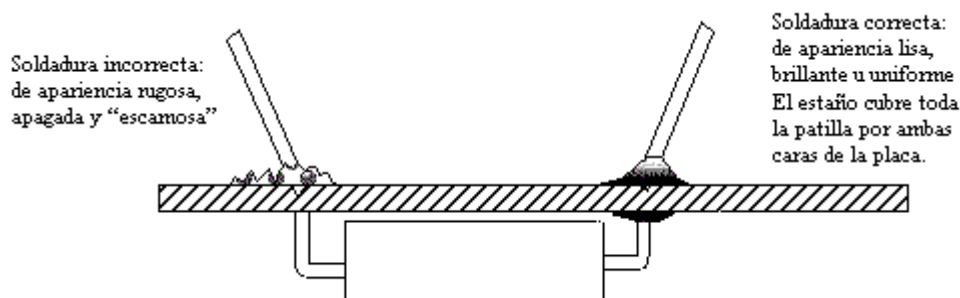
El principal truco para soldar bien es calentar primero las piezas que se van a soldar y luego aplicarles la soldadura. La soldadura debe derretirse estando en contacto con la piezas (NO se debe aplicar la soldadura directamente a la punta del soldador).

Calienta con la parte estrecha de la punta del soldador la conexión que vayas a soldar. No ataques la conexión con la punta en perpendicular sino con un cierto ángulo (para tener una mayor superficie de contacto). Es mejor calentar la propia placa (las almohadillas que circunscriben los taladros de la placa) que el componente que vamos a soldar (muchos componente electrónicos son sensibles al calor), pero cuidado, demasiado calor puede levantar las finas pistas de la placa. Permite que la unión se caliente un poco (un par de segundos), luego aplica la soldadura a la **UNIÓN (ino a la punta del soldador!)**. Yo suelo aplicar la soldadura en la almohadilla de la placa para que se extienda al fundirse por la propia almohadilla y por la patilla del componente. Una vez que la soldadura empieza a fundirse, quito la punta del soldador con cuidado, procurando que no se mueva el componente.



### Más sobre soldaduras frías.

Hay un par de cosas importantes que tener en cuenta. Primero, deja que la unión funda el estaño, no la propia punta del soldador. Segundo, mantén la unión estable hasta que se solidifique la soldadura. Si no tienes en cuenta alguno de estos puntos podrías crear una "**soldadura fría**" (una unión que tenderá a la fatiga, a romper o a dejar de ser conductora prematuramente; el término "fría" viene porque estas soldaduras tienden a producirse cuando las partes a soldar no han sido calentadas lo suficiente para realizar bien la soldadura). Una soldadura fría se traduce en una mala conexión eléctrica. **Cuando el estaño se solidifica debe quedar brillante.** Una soldadura gris o apagada indica que no se ha aplicado el calor suficiente, o que la unión se ha movido mientras el estaño estaba solidificándose aún.



### No aplicar demasiado calor.

Si se aplica demasiado calor al soldar en placas de circuito impreso se pueden "levantar" (delaminar) las pistas. Las pistas son tiras finas de metal que conectan eléctricamente los componentes entre si. Estas pistas están básicamente pegadas con epoxy a la placa de circuito impreso. Si aplicas mucho calor a las "almohadillas" de la placa, estas se pueden levantar junto

con las pistas que lleguen a ellas. Una pista levantada puede ser algo muy tedioso de reparar y esta es la forma más fácil de estropear una placa cuando soldamos en ella.

### **Ni mucho ni poco: la cantidad justa de calor.**

Una de las cosas más importantes que debemos recordar en relación a soldar en tarjetas de circuito impreso es aplicar sólo la cantidad de calor que se necesita. Do "sobrecalientes" la unión ya que esto puede levantar o romper las pistas. Tampoco hay que quedarse cortos pues si no aplicamos suficiente calor podemos caer en el fenómeno de la "soldadura fría". Este es el motivo por el que se necesita una cierta práctica para soldar bien, para conseguir un buen "tacto" para soldar con la cantidad apropiada de calor (ni mucho ni poco), para ello práctica primero con tarjetas de desguace. Si la unión que queremos soldar está limpia y la punta del soldador está estañada, será más fácil soldar con la cantidad justa de calor. Una soldador con control de temperatura puede ser un buen aliado pero no es imprescindible para lograr buenas soldaduras.

### **La cantidad apropiada de estaño.**

Cuando sueldes no apliques estaño en exceso ni tampoco demasiado poco (como antes ni mucho ni poco, sólo lo justo). Si la "almohadilla" queda como "arrugada" una vez hecha la soldadura, es que se ha aplicado demasiado poco estaño. Si lo que queda es una "montaña" redonda de estaño, es que nos hemos pasado metiendo estaño. Lo que debe quedar es una pequeña "colina" de soldadura en la almohadilla. Como antes, la práctica hace el maestro para coger el truquillo. Ante la duda, es mejor pasarse un poco que quedarse corto.

**Izquierda:** Flux remover con su efectivo cepillo aplicador.

**Centro:** La resina brillante después de soldar. Hay que quitar todo ese exceso de resina.

**Derecha:** El producto ha hecho su trabajo y el exceso de resina ha desaparecido.



### **Corta las patillas de los componentes.**

Una vez realizada la soldadura corta con un alicate cortador el sobrante de las patillas de los componentes. Realiza el corte cerca del punto que haya quedado cubierto por el estaño. ¡No cortes el montículo de estaño! para evitar debilitar la soldadura.

### **Quita los restos de resina después de soldar.**

Una vez que hayas acabado de soldar quita los restos de resina. Estos restos se manifiestan como un área brillante alrededor de las uniones (mira las fotos de arriba). Algunas veces estos restos pueden ser algo conductores sobre todo si contienen trazas metálicas, pudiendo llegar a cortocircuitar las pistas. La mejor manera de eliminar estos restos es con un producto específico (Rosin flux remover) que se puede conseguir en tiendas de electrónica especializadas. También se puede usar acetona o alcohol isopropílico al 99% y un cepillo de dientes, que trabajan bastante bien también. No tienes tampoco que volverte loco limpiando, puedes estropear pistas con una limpieza demasiado agresiva. Por supuesto, deja que se seque bien la tarjeta antes de darle tensión.

### **Inspecciona la unión soldada.**

Al terminar, inspecciona la soldadura. Utiliza una lupa (o mejor aún una lámpara con lupa) para

asegurarte de que la soldadura es buena. Comprueba también que el estaño no se ha corrido hasta ninguna pista o punto de soldadura adyacente, si fuera así desuelda para corregir el error.

---

### 3g. Como usar las herramientas: Desoldando en tarjetas (cambiando chips).

Desoldar es todo un arte y se necesita mucha práctica para perfeccionarlo. Por tanto coge unas cuantas tarjetas de desguace y vamos a probar ese flamante desoldador.

#### **¡IMPORTANTE: Ten esto siempre presente cuando al desoldar!**

¡El mayor problema relacionado con la desoldadura es acabar estropeando la tarjeta de circuito impreso! La mayoría de las tarjetas no aguantarán más de una o dos desoldaduras en un mismo punto. Un exceso de calor provocará que se levanten o rompan las pistas. Una vez que esto sucede la reparación se hace mucho más difícil, sobre todo debido a que a veces es difícil de ver que la pista está rota. Una tarjeta puede arruinarse fácilmente si nos pasamos con el calor.

#### **¡Monta siempre un zócalo!**

Cuando tengas que cambiar un chip, siempre monta un zócalo nuevo de alta calidad. Insistiendo en lo de antes, las tarjetas no soportan demasiadas desoldaduras en un mismo punto. Un zócalo de buena calidad solucionará el problema para siempre, ya no se necesitará nunca más soldar o desoldar en ese mismo punto.

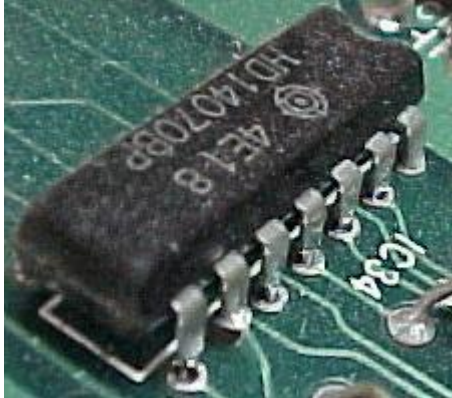
#### **Desoldando "a lo chapuza".**

A menudo, el novato tiene las herramientas adecuadas para desoldar pero no la técnica correcta, e intenta remover el chip averiado "a lo chapuza". Usualmente ataca a la tarjeta directamente y comienza a desoldar el componente usando su flamante desoldador. Esto suele acabar con pistas y puntos de soldadura rotos o levantados. A veces el novato ni siquiera se da cuenta de lo que ha pasado, suelda un zócalo nuevo para el chip (eso sí que es correcto), pero lo peor está por llegar. ¡Ahora la(s) pista rota o levantada no puede verse porque está debajo del zócalo! La tarjeta no funciona y acaba en manos de un servicio profesional de reparación. Estos se vuelven locos porque reparar las "chapuzas" de otros es algo que consume mucho tiempo, y al final la factura es de órdago.

**La forma "chapucera":** aquí los puntos de soldadura se han desoldado usando alguna herramienta de desoldar. El trabajo parece bueno, la fila de taladros inferior parece estar libre de estaño, pero no te dejes engañar ...



**La forma "chapucera":** aquí se ha levantado el chip con un pequeño destornillador (y el destornillador puede haber roto una pista al hacer palanca!). El problema es que los puntos de soldadura parecían limpios de soldadura, pero los pines del chip están todavía sujetos a los pequeños casquillos metálicos que atraviesan la tarjeta recubriendo los taladros. ¡Esto significa que a medida que se levanta el chip se lleva la(s) pista con él!  
Observa el segundo pin inferior (empezando por la izquierda); ¿ves como el punto de soldadura (almohadilla) y la pista han sido separadas de la tarjeta?



### **Desoldando: el camino "CORRECTO".**

La mejor forma de desoldar es simplemente cortar el componente defectuoso y luego desoldar las patillas una a una. Aunque en ocasiones esto no es precisamente fácil (como cuando tenemos que cambiar un zócalo en mal estado), resulta ser siempre la mejor manera de desoldar componentes. Puede haber ocasiones en las que no quieras cortar el componente antiguo. Por ejemplo, si se necesita el chip por alguna razón (puedes no estar seguro de que realmente esté mal), o cuando el componente sencillamente no se puede cortar. Pero en la mayoría de los casos no merece la pena complicarse la vida y lo mejor es "cortar por lo sano", recuerda que lo más importante es no dañar la tarjeta; los chips suelen ser baratos, las tarjetas no.

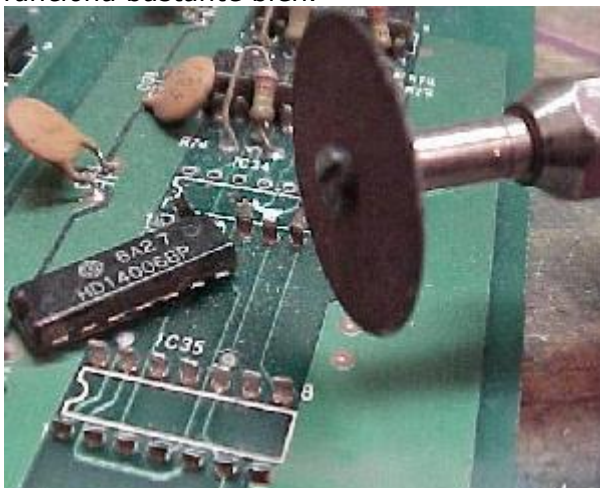
### **Que herramientas utilizar para cortar los componentes.**

Lo mejor son alicates corta-alambres de corte recto (no los tradicionales alicates o los de corte diagonal). Sean del tipo que sean es mejor que sean largos y estrechos en su parte cortante, para poder cortar mejor entre las patillas de los chips. Intenta cortar las patillas de los chips tan a ras del chip como puedas, de manera que los trozos que quedan en la tarjeta sean lo más largos posibles.

Otro método para cortar las patillas es usar un minitaladro tipo Dremel con un disco cortador. Trabaja muy bien pero no es muy recomendable para novatos pues se puede cortar fácilmente más de la cuenta.

*Un chip cortado con una Dremel.*

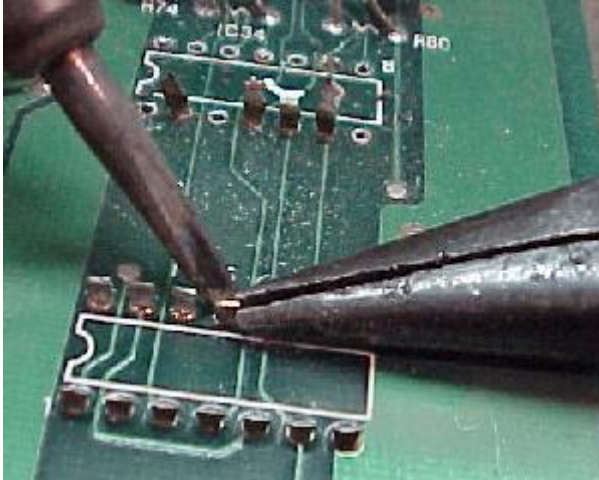
*Fíjate que se intenta dejar lo más largo posible el extremo de las patillas que queda en la tarjeta. Una Dremel no es quizás la mejor manera de cortar un chip para desoldarlo, pero funciona bastante bien.*



### Quitando las patillas que han quedado en la tarjeta.

Ahora que el cuerpo del chip está fuera, podemos ir quitando las patillas una a una. Con el soldador calienta las patillas y extráelas con la ayuda de unos alicates de agarrar. Si puedes disponer de unas pinzas hemostáticas (se usan mucho en medicina), encontrarás que son ideales para esta tarea.

*Quitando los pins uno a uno con un soldador un unos alicates de agarrar.*



### Limpiando los restos de soldadura de los taladros.

Cuando hayas sacado todas las patillas, usa tu herramienta de desoldar favorita para limpiar los restos de soldadura de los taladros. Más abajo tienes algunos consejos sobre el uso de determinadas herramientas de desoldadura.

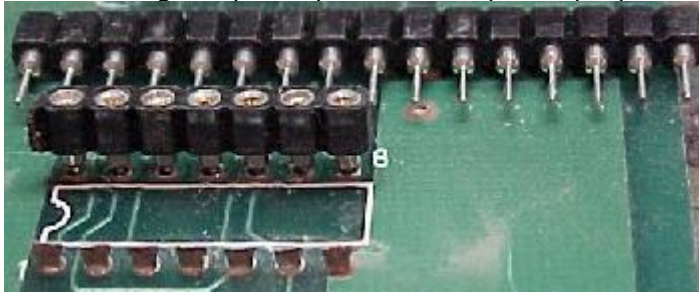
*¡Las almohadillas de soldadura después de desoldar un chip de la forma correcta!*



### Montando zócalos del tipo "tira de pines" (Pin Strip Sockets).

Este tipo de zócalo también es conocido como zócalos SIP (Single Inline Package). Cómpralos lo más largos posibles, ya que se pueden cortar después al tamaño que necesites. De esta manera no necesitas tener zócalos de un tamaño determinado. El motivo de que este tipo de zócalo sea tan bueno es que una vez montados en la placa puedes seguir viendo todas las pistas (no queda ninguna "escondida" por el propio zócalo). Así, si por casualidad se rompe una de las pistas, se puede localizar el fallo de una manera mucho más sencilla. Además este tipo de zócalo se puede soldar también por la parte superior de la tarjeta (lado componentes), además de por la parte inferior. De esta manera si el casquillo metálico que recubre cada taladro de la tarjeta (para asegurar la continuidad eléctrica), está roto o dañado de algún modo, puede ser necesario soldar el zócalo en ambas caras de la tarjeta para asegurar la continuidad eléctrica entre el lado componentes y el lado de las soldaduras. Este problema es bastante frecuente en tarjetas antiguas.

*Zócalos de tira de pines torneados. Observa el buen acceso a los puntos de soldadura y que además ninguna pista queda oculta por el propio zócalo.*



*Si no utilizas zócalos torneados, ten cuidado con las distintas calidades. El zócalo de la izquierda podemos decir que es de una calidad "media". El zócalo de la derecha es de una calidad excelente. Observa como el de la derecha tiene láminas de presión en ambas caras de cada uno de los pines (en contraste con los que sólo las tienen en una de las caras). Este zócalo hace pues doble contacto en cada pin con un área ancha de entrada para facilitar la inserción del chip.*



### **Casquillos metálicos que recubren los taladros (soldando en ambas caras de la tarjeta).**

La mayoría de las tarjetas de pinballs son de "doble cara". Esto significa que tienen pistas en los dos lados de la tarjeta. Si una pista tiene que atravesar la tarjeta de un lado a otro, se utiliza un casquillo metálico ceñido al interior del taladro para asegurar la continuidad eléctrica entre las dos caras (plated through holes). Estos casquillos se montan al fabricar la tarjeta y facilitan que las pistas puedan atravesar la tarjeta a través de los taladros. If a component doesn't go through the hole, plated through holes are soldered closed to help maintain their electrical continuity.

El problema con estos casquillos es que son fáciles de levantar o romper al desoldar. Si un componente es difícil de desoldar, a veces el casquillo se deslaminan y sale al sacar el componente defectuoso ¡Esto significa que la ÚNICA conexión entre las pistas en ambas caras de la tarjeta es la patilla del propio componente que atraviesa el taladro! En este caso la única forma de asegurar la continuidad entre las pistas es soldar el nuevo componente (o zócalo) en AMBAS caras de la tarjeta.

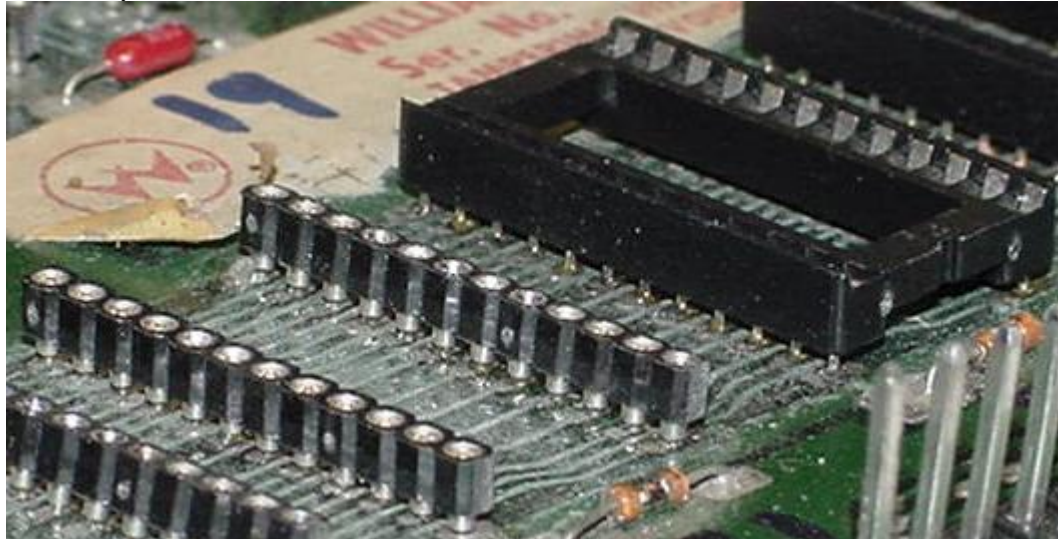
Este es un buen motivo para usar zócalos de tira de pines torneados. Este tipo de zócalo permite soldar fácilmente en ambas caras de la tarjeta. En algunas tarjetas de las más antiguas (especialmente tarjetas de Bally y Williams entre 1977 y 1985), utiliza siempre este tipo de zócalo y suelda sistemáticamente en ambas caras de la tarjeta. En estas tarjetas los casquillos son muy frágiles y una fuente de problemas a la hora de cambiar componentes, lo mejor es asegurarse soldando siempre por ambas caras.

Si prefieres usar zócalos más económicos que los de tira de pines torneados, móntalos algo levantados en el lado componentes de la tarjeta, es decir, las patillas del zócalo sólo deben



sobresalir lo mínimo por el otro lado de la tarjeta (por el lado de soldaduras). De esta manera el zócalo puede ser soldado en ambos lados de la tarjeta (con mucho cuidado en el lado componentes para no estropear el zócalo).

*Aquí están los dos tipo de zócalos. El zócalo en línea (SIP) son los ideales, permiten un acceso total a la tarjeta en el lado de componentes. Además resulta mucho más fácil soldarlos por las dos caras de la tarjeta cuando sea necesario. El zócalo más económico de plástico que se ve detrás de los SIPs también valen, pero no te olvides de montarlos un poco levantados como se ve en la foto. De esta manera si algún casquillo rompe, el zócalo se puede soldar también por el lado componentes de la tarjeta (aunque ya no será tan sencillo de hacer).*



### **Consejos generales para desoldar.**

Aquí van algunos trucos que te vendrán bien sea cual sea la herramienta que utilices para desoldar.

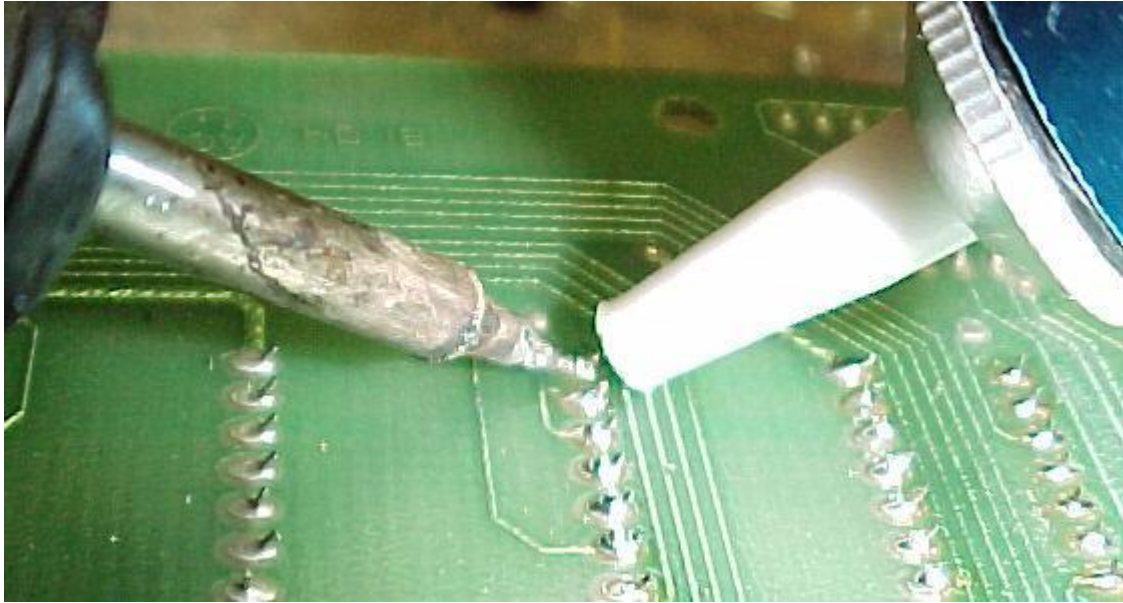
- Si una "almohadilla" de soldadura no se puede desoldar bien lo mejor es resoldarla primero! Por extraño que parezca, esto funciona muy bien. Con el soldador añade algo de soldadura nueva a la unión. Así tendrás mucha soldadura para calentar toda la unión y distribuir bien el calor. Esto hace que sea mucho más sencillo desoldar.
- ¡Para desoldar no apliques demasiado calor! Recuerda que un calor excesivo levantará las pistas del circuito impreso y se puede arruinar fácilmente una placa. ¡Si te lleva mucho tiempo o calor desoldar una unión, estás haciendo algo mal!
- Piensa en alguna forma de fijar la placa mientras estás soldando. Existen unos sargentos tamaño mini con gomas en diente de sierra especiales para placas de circuito impreso.

### **Utilizando un "chupón" como herramienta.**

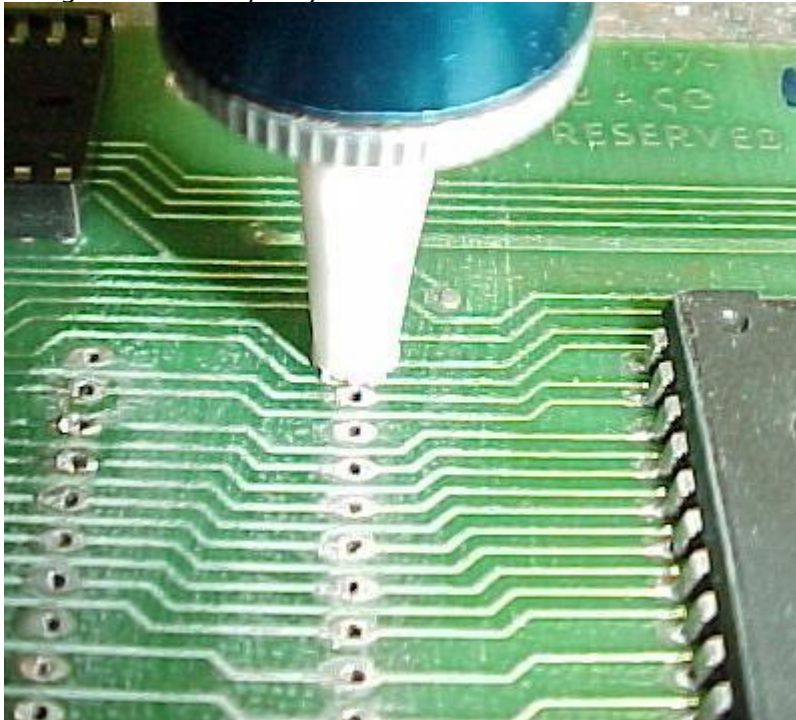
La mejores herramientas para iniciarse en la desoldadura son un "chupón" (Soldapullt) y un estación de soldadura \*con control de temperatura\*. De esta manera podemos controlar mejor la cantidad de calor aplicada.

El chupón de vacío tipo jeringa se usa conjuntamente con una estación de soldadura. Con una mano manejamos el soldador y con la otra el chupón. Primero calentamos la unión a desoldar con el soldador, luego colocamos el chupón sobre la unión en ángulo (tratando de no tocar la punta del soldador). Cuando empieza a fundirse la soldadura, retiramos el soldador y rápidamente ponemos el chupón perpendicular a la tarjeta y accionamos el pulsador o gatillo del chupón, para succionar la soldadura fundida.

*Calentando la unión con un soldador con temperatura regulada, con el chupón listo para entrar en acción.*



*Tan pronto como la soldadura esté fundida, se retira el soldador y rápidamente se coloca la punta del chupón sobre la unión de forma perpendicular a la tarjeta. Al accionar el pulsador o el gatillo del chupón y la soldadura fundida es succionada.*



Intenta no poner nunca la punta del chupón directamente sobre la punta del soldador. Esto no es siempre tan sencillo como parece, pero la práctica ayuda. Por ejemplo, desoldando una patilla en una tarjeta, estás con la punta del chupón preparada junto a la patilla que estás calentando pero sin llegar a tocarla. Cuando la soldadura funde, en un mismo movimiento retiras el soldador y pones el chupón justo encima de la soldadura y aprietas el gatillo. A veces nos podemos precipitar y hacer la jugada sin quitar el soldador. Esto puede desgastar la punta del chupón, así que hay que mejor cogerle el tranquillo cuanto antes.

La mejor técnica para desoldar circuitos integrados (IC's) es calentar contra la patilla del IC por la parte de ARRIBA de la tarjeta (lado componentes), mientras mantienes el chupón contra la patilla en la parte de ABAJO de la tarjeta (lado soldaduras). Presionar suavemente la patilla del IC con el soldador para centrarla en el taladro mientras "chupamos" la soldadura jugará bastante a nuestro favor. Así cuando accionemos el chupón es fácil que se trague toda la soldadura (las precauciones

normales de no sobrecalentar la patilla del IC o la almohadilla de la tarjeta se aplican también aquí)

**Nota:** un consejo por si la patilla se resiste o no consigues quitar toda la soldadura a la primera: ¡Vuelve a soldar la patilla con un poco de soldadura! Aunque parezca un contrasentido con un poco más de soldadura el estaño hace cuerpo y se calienta de forma más uniforme, así es más fácil que el chupón lo absorba todo. Yo incluso a veces en tarjetas antiguas que suelen ser muy frágiles, resuelto todos los puntos que voy a desoldar antes de intentar usar el chupón.

La soldadura vieja que se lleva el chupón va a parar a su interior. Es una buena idea abrirlo de cuando en cuando para limpiar estos restos que pueden llegar a atascarlo. Además no te olvides de quitar las plastas de soldadura que tienden a pegarse a la cara frontal del pistón.

### **Estaciones de desoldadura: NO usarlas hasta que estén calientes.**

No seas impaciente cuando utilices una estación de desoldadura, deja que se caliente bien antes de usarla. Si la utilizas cuando aún está calentándose tienes casi garantizado un atasco en la punta y/o en el adaptador en "Y" de conexión.

### **Mantenimiento de las estaciones de desoldadura.**

Todas las estaciones de desoldadura requieren mantenimiento para funcionar correctamente. Todas tienen algún tipo de tubo de succión que debe vaciarse con frecuencia (al menos al terminar de utilizarla). Esto debe sólo debería hacerse cuando el desoldador esté caliente. Lo mismo se aplica al cambio de puntas; sólo debe cambiarse una punta cuando la punta esté caliente. Si se intenta quitar un punta cuando el desoldador está frío, es muy fácil que te cargues la herramienta ya que la punta está "soldada" al adaptador en "Y" de conexión.

Todas las estaciones de desoldadura utilizan algún tipo de filtro para prevenir que la soldadura absorbida llegue a la fuente de aire (el filtro normalmente se localiza en el tubo de succión). El filtro puede ser tan simple como una bola 100% de algodón (No utilizar algodón sintético que se fundiría!) Hay que tener siempre a mano filtros de repuesto. Otro repuesto es la junta de goma que sella la unión del tubo de succión con el adaptador en "Y". Con el tiempo tenderá a secarse y a resquebrajarse. Por lo tanto no es mala idea tener unas cuantas juntas de repuesto.

También muchas estaciones de desoldadura vienen con un pequeño kit "desatascador, que incluye un juego de limas redondeadas de miniatura. Estas se usan para limpiar la punta del desoldador y el adaptador en "Y" de cualquier resto de soldadura que las obstruya. Es una buena idea hacerse con uno de estos kits si no vienen con la estación.

### **Utilizando malla de desoldar.**

La malla de desoldar es malla trenzada y flexible de cobre impregnada con resina. Utiliza siempre malla "fresca" ya que es un producto que tiene caducidad; con el tiempo la resina puede secarse y desprenderse, causando que la malla se oxide y se vuelva inservible.

Para utilizarla, simplemente coge una pequeña cantidad de malla y colócala sobre la unión que vas a desoldar. Pon luego encima el soldador bien caliente y estañado. La malla se calentará y fundirá la soldadura por debajo de ella. La soldadura fundida será "absorbida" por la malla, dejando la unión libre de soldadura. No uses más el mismo trozo de la malla; utiliza siempre una sección nueva para cada desoldadura. Corta la sección usada a casi un centímetro de la soldadura absorbida (la resina seguramente estará fundida en la zona más próxima a los restos de soldadura).

La malla de desoldar funciona bien, pero requiere un extra de calor para que hacer bien su trabajo (necesitarás un soldador más potente!) Lo malo es que el exceso de calor es malo para la tarjeta ya que hace más fácil que se levanten pistas y puntos de soldadura. Además también aumenta el riesgo de que algún componente resulte dañado por el calor.

*Usando el desoldador "de pera".*



### **Usando el desoldador de pera.**

Debido a que este tipo de desoldador es básicamente un soldador de 45wattios, no lo recomiendo para principiantes. Aunque con práctica es una herramienta sencilla de usar. Algunos consejos:

- Deja que el desoldador se caliente durante al menos 10 minutos.
- Antes de poner la punta hueca del desoldador sobre el punto a desoldar, aprieta la pera roja con la misma mano con la que sostienes el desoldador.
- Pon la punta hueca sobre el punto a desoldar.
- Deja que se funda la soldadura durante un segundo, luego rápidamente libera la pera.
- La soldadura será succionada hacia el interior del desoldador.
- Retira el desoldador.
- Saca la soldadura vieja del desoldador comprimiendo la pera un par de veces ¡Mantén la punta del desoldador apuntando LEJOS de cualquier persona cuando hagas esto!
- Siempre controla que la punta del desoldador no se atasque. Es bastante típico que las puntas acaben deformándose con lo que la capacidad de succión tenderá a decrecer. Cuando cambies la punta compra SIEMPRE la versión "iron clad", que dura mucho más.  
(n.t no se como traducir "iron clad", clad es vestido, podría ser algo así como "hierro revestido"...)

---

## **3h. Como usar las herramientas: Algunas direcciones de proveedores.**

Hay muchos modelos y proveedores para conseguir las herramientas mencionadas en este artículo. Esta lista refleja mis preferencias personales.

(n.t aunque esta lista está orientada a los EEUU, puede ayudar como referencia)

### **Lámparas**

- Lámpara con lupa con fluorescente circular, part number 21-935, about \$50. MCM electronics.
- Lámpara con lupa con bombilla estándar, part number 22-3995, about \$25. MCM Electronics.
- Lector iluminado Magna-Lites, 4x power, part number 21-6595, \$6.99. MCM Electronics.

### **Herramientas de soldar**

- Estación de soldadura Tenma's, con display de LED's, part number 21-147, \$80. MCM Electronics.
- Estación de soldadura Tenma's, con display digital, part number 21-1590, \$120. MCM Electronics.
- Soldador Weller SP23, about \$12. Home Base or Home Depot.

## Soldadura

- Soldadura con alma de resina 60/40 Kester "44", .031", one pound, part number 46-123, \$8.99.
- Soldadura con alma de resina 60/40 Radio Shack, .032", 8 oz, part number 64-009, \$7.99. Radio Shack.
- Soldadura con alma de resina 60/40 Radio Shack, .032", 2.5 oz, part number 64-005, \$3.79. Radio Shack.
- Soldadura con alma de resina 60/40 Tenma, .040", one pound, part number 21-1040, \$4.95. MCM Electronics.

## Herramientas de desoldadura

- Chupón "mini", part number 64-2098, \$6.99, Radio Shack. Chupón anti-estático, part number 21-4700, \$9.99. MCM Electronics. Chupón genérico anti-estático, part number 21-590, \$6.99. MCM Electronics. Malla de desoldar. Radio Shack part number 64-2090 \$2.79, o MCM Electronics part number 21-1005, \$2.59. Desoldador de pera, part number 64-2060, \$9.99, Radio Shack
- Estación de desoldadura Tenma , part number 72-6340, about \$300 (\$250 on sale). MCM Electronics.
- Pistola de desoldar XYtronics, part number 129066, about \$100. Available from Jameco Electronics.
- Estación de desoldar XYtronics, part number 125508, about \$300. Available from Jameco Electronics.
- Pistola de desoldar Den-On SC7000Z, \$399, Howard Electronics.

## Multímetros digitales (DMM)

- Tenma 72-4325 DMM, rango manual, \$70, MCM Electronics.
- Triplet Corporation's modelo 9010 DMM, autorango, \$50, part number 74-217. MCM Electronics.
- Tenma #72-2055 DMM, rango manual, \$32, MCM Electronics.

## Sondas lógicas

- Sonda Lógica part number 22-303, \$17.99, Radio Shack.
- Sonda lógica osziFOX estilo osciloscopio de The Wittig Technologies, available from Radio Shack for \$79.99.

## Miscelaneos.

- Zócalos tipo pin mecanizados, para cortar a la longitud deseada, 30 pines, part number 21-299, \$0.49 cada. Hosfelt.
- Comprobador de Chips, part number LBT-10, \$200, MCM Electronics.
- Decodificador del código de colores de las resistencias, part number 271-1210, \$1.19. Radio Shack.
- Tabla de referencias maestra de semi-conductores de ECG or NTE.
- Capacímetro Tenma meter, part number 72-040A, \$70. MCM Electronics.

---

*Final del documento "Introducción a la reparación de pinballs electrónicos".*

\* Ir a las guías Marvin [Pin Fix-It](#)

\* Ir al [Marvin's Marvelous Mechanical Museum](http://marvin3m.com) en <http://marvin3m.com>

\* Ir a [TecnoPinball](#)