

ESCUELA TECNICA N°17
Brigadier General Don Cornelio de Saavedra

TALLER DE ELECTRONICA

CARPETA DE APUNTES
4° AÑO

Apellido:

Nombres:

Año: 4° División:

Maestros a cargo:
.....
.....

Jefe de Sección:

Jefe General de Enseñanza Práctica:

CICLO LECTIVO
.....

Notificación a los Sres. Padres

Motivo:

Información sobre lista de materiales necesarios para realizar los trabajos prácticos en el taller de electrónica.

Sres. Padres:

La lista que se detalla a continuación, consiste en herramientas y materiales que su hijo necesitará para realizar todas las prácticas en el taller de electrónica, durante 4° y 5° año. Las mismas se utilizarán todas las clases que el alumno concurra al taller, salvo en aquellas que sean de carácter teórico en cuyo caso se le avisará al alumno oportunamente.

Además de la siguiente lista, se encuentran (en la parte práctica de la carpeta) los trabajos que se realizarán durante el año, donde estarán especificados individualmente los materiales y componentes que el alumno necesitará para llevar a cabo dichos trabajos.

La asistencia de su hijo dentro del taller será verificada mediante la presentación de la libreta de comunicaciones al comienzo de cada clase, por lo tanto es obligación del alumno entregarla para tal fin todas las clases que asista, en caso contrario se le computará ausente, como así también le será pedida en toda ocasión que fuera necesario para colocar alguna nota de comunicaciones, calificaciones o citaciones.

Notificado:

Listado de materiales

- 1 Pinza de fuerza
- 1 Pinza de punta (recta u oblicua)
- 1 Pinza brusela
- 1 Alicata de corte o pelacables
- 1 Alicata chico ó alicata de uñas
- 1 Juego de destornilladores perilleros
- 1 Juego de destornilladores (chico – mediano – grande)
- 1 Juego de mechas (0.8mm – 1mm – 1.5mm – 3.5mm)
- 1 Rollo de cinta aisladora
- 1 Rollo de estaño aleación 60/40 (marca Multicore o Emisold) de diámetro 0.7mm ó 1mm
- 1 Alargue tipo zapatilla de 3 a 5 metros de largo
- 1 Tester (analógico ó digital)
- 1 soldador tipo lápiz de 40 Watts
- 1 Trozo de virulana
- 1 Caja de herramientas
- 1 Trozo de trapo
- 1 Carpeta tipo oficio
- 1 Plaqueta protoboard chica
- 1 Desoldador
- 1 Fuente de alimentación del taller de 3º Año

Horario de Taller

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	
TURNO MAÑANA						7:45 AM 11:05 AM
TURNO TARDE						2:00 PM 5:15 PM
TURNO VESPERTINO						6:00 PM 9:15 PM

Notificado:

CONCEPTO DE SOLDADURA

La soldadura es la unión eléctrica y mecánica entre dos conductores con el auxilio de un tercer material que se encuentra en estado de fusión, el cual forma una aleación con las capas moleculares superficiales de las primeras, obteniéndose así un conjunto uniforme y sin problemas de contacto.

Sin embargo, a pesar de que realmente existe una unión mecánica el objetivo primordial de la soldadura es la conexión eléctrica; por lo tanto este hecho debemos tenerlo muy en cuenta, evitando aplicar a los puntos de soldadura tirones, contracciones o cualquier otro esfuerzo que pueda dañarlos ya que lo normal es que la resistencia mecánica sea muy limitada y muchas veces no podemos observar a simple vista los daños por ser microscópicos.

Por lo tanto, en la realización de una soldadura eléctrica se requieren unas condiciones especiales en las superficies de los elementos a soldar, así también en los útiles para soldar, que hay que considerar siempre que se desee obtener un resultado satisfactorio.

CONSIDERACIONES SOBRE EL ESTAÑO

Este es un material conductor que se aplica, una vez fundido a altas temperaturas, sobre las superficies a soldar. Aunque se lo conoce como **estaño** en realidad se trata de una aleación entre dos materiales ó metales a saber: **estaño** y **plomo**. La proporción, que varía según el fabricante, está entre el 60% de estaño y 40% de plomo (60-40) ó 70% de estaño y 30% de plomo (70-30), estando muy comercializada la aleación (67-33).

Para nuestras aplicaciones en electrónica debemos cuidar, que la aleación que escojamos tenga un alto contenido de estaño, igual ó superior al 60%, para obtener así mejores soldaduras.

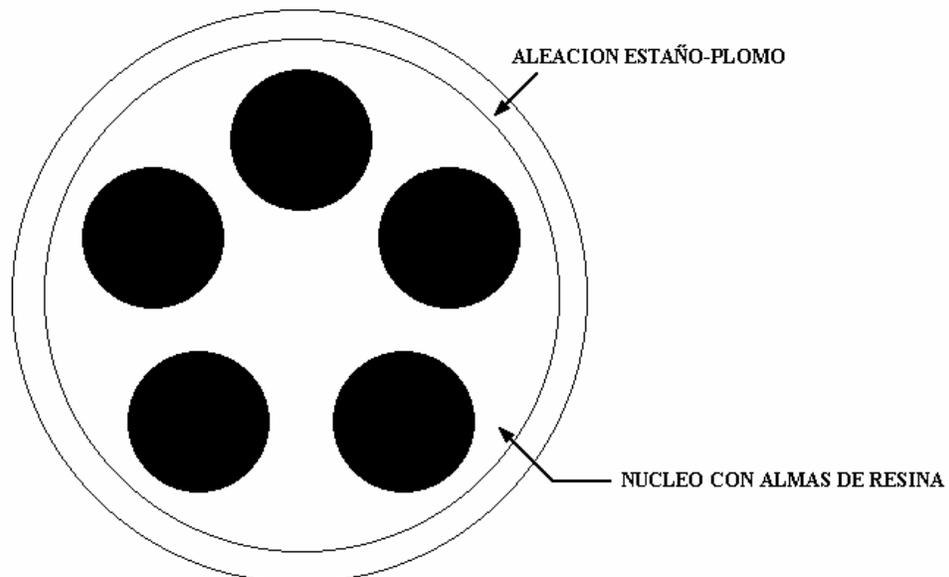
Las consecuencias de una mala aleación, pueden ocasionar lo siguiente:

a-) El punto de fusión se logra a una temperatura mayor, apareciendo así problemas con algunos soldadores.

b-) La aleación se solidificará más rápidamente al encontrarse en contacto con las partes a soldar, dando lugar a fallas eléctricas, produciéndose además una oxidación mucho más rápida, con lo que las soldaduras aparecen oscuras, sin brillo y quebradizas.

Pero no basta con que la aleación tenga la proporción adecuada, sino que debe contener una sustancia desoxidante en su interior que sea capaz de limpiar las dos zonas a soldar y eliminar cualquier capa de óxido.

La función de este compuesto llamado **alma** es muy importante y a veces pasa desapercibido, el alma que contiene la aleación en su interior es una **resina** que facilita la operación de soldar ya que su función es la de efectuar una última limpieza de las superficies en el mismo momento de la soldadura y protegerla del aire, ya que sino la alta temperatura aceleraría la oxidación de las zonas a unir y se llegaría a impedir la soldadura.



Los fabricantes recurren a incluir dentro del hilo de estaño en un orificio central, a estas almas de resina, ya que por lo general deben ser cinco almas en aquellos que son de buena calidad.

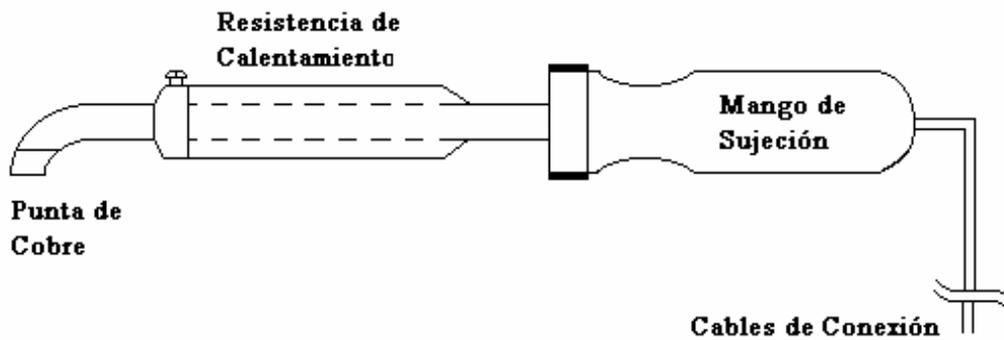
Para concluir sólo resta decir que el estaño se puede adquirir en rollos o bobinas de varios diámetros a saber: 0,8mm - 1mm - 1,5mm - 2mm - 3mm. Sin embargo para montajes electrónicos es aconsejable utilizar los de 0,8mm y 1mm.

SOLDADOR

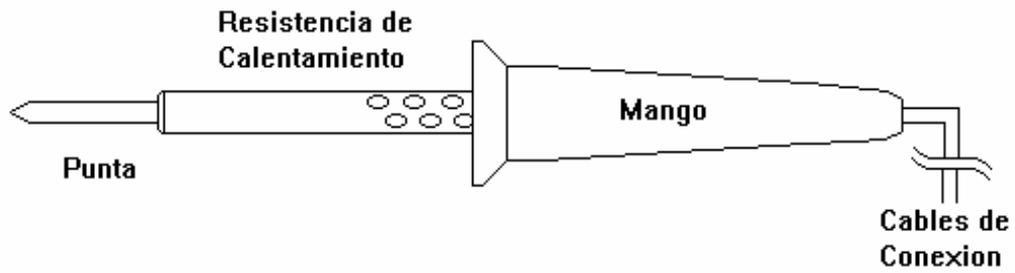
Se denomina soldador a la herramienta capaz de proporcionar la temperatura necesaria para fusionar el material de aporte (estaño) para lograr la unión eléctrica y mecánica que requiere una soldadura.

Existen distintos tipos de soldadores que se clasifican según su potencia, dado que el tamaño de las superficies a soldar no son siempre las mismas, por lo tanto los requerimientos térmicos son distintos. La clasificación es la siguiente:

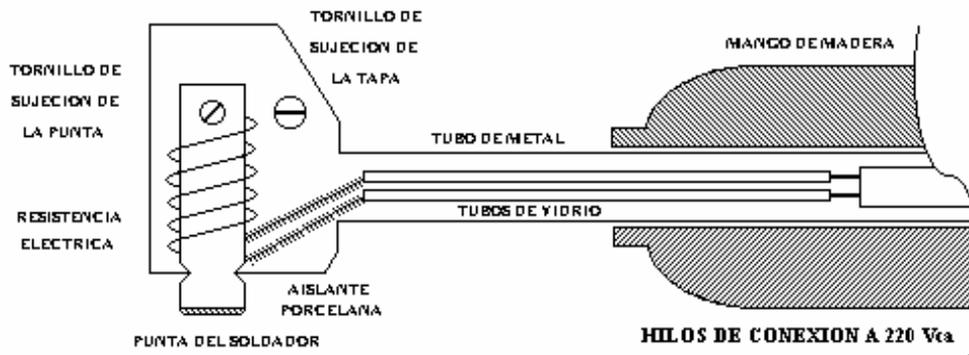
- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| - Tipo martillo | Potencias entre 150w y 500w |
| - Tipo tubular | Potencias entre 75w y 100w |
| - Tipo pistola | Potencias entre 15w y 150w |
| - Tipo lápiz | Potencias entre 15w y 60w |



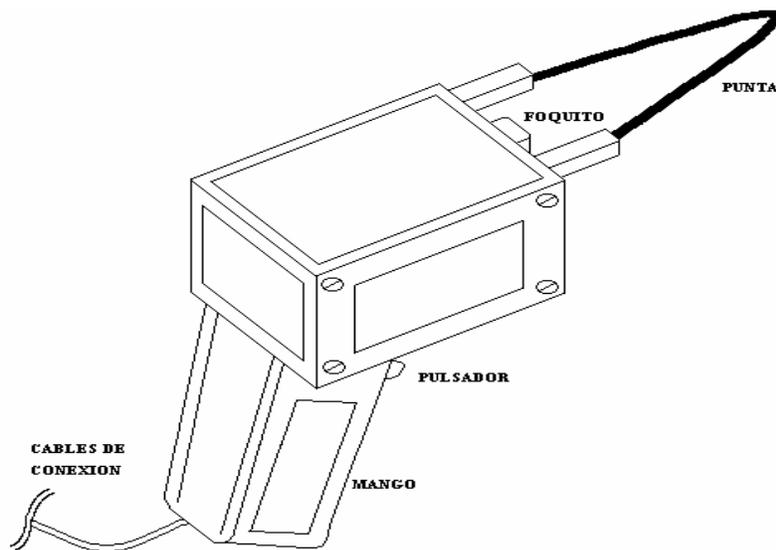
SOLDADOR TUBULAR



SOLDADOR TIPO LAPIZ



SOLDADOR TIPO MARTILLO

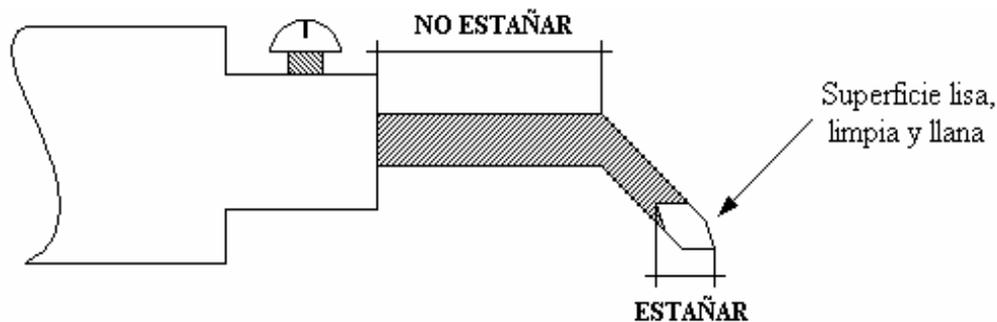


SOLDADOR INSTANTANEO

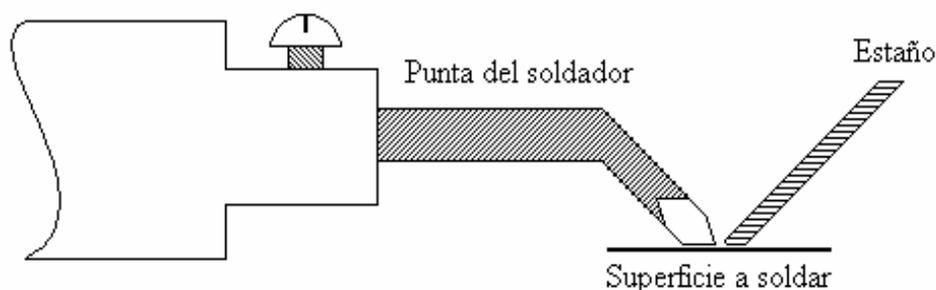
Con referencia al soldador tipo instantáneo, se trata de un soldador que está construido por dos bases de baquelita en forma de pistola, en cuyo interior se encuentra un transformador cuyo bobinado secundario es de baja tensión y de una intensidad elevada y que está conectado mediante dos mandriles directamente a la punta del mismo, por lo tanto circulará una alta intensidad de corriente eléctrica que calentará instantáneamente a la punta, también de dicho bobinado secundario existe una derivación que alimentará a un foquito que nos servirá para iluminar la zona a soldar. Debemos recordar que el valor ohmico de la punta del soldador será de muy bajo valor.

• **Procedimiento para realizar soldaduras a chasis:**

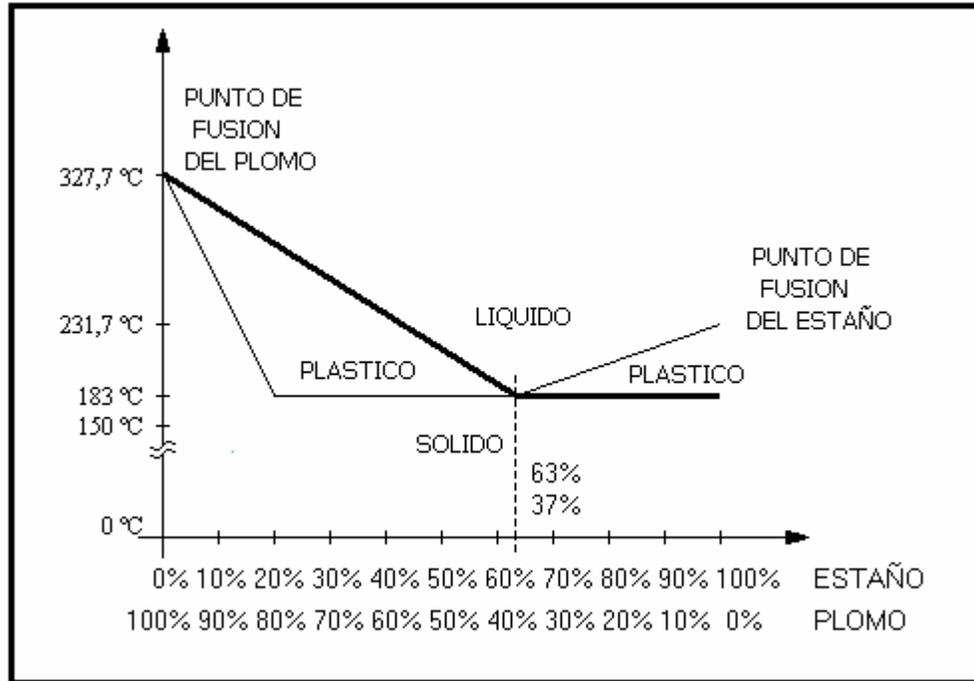
1. La superficie de la punta de cobre debe estar perfectamente limpia y lisa.
2. Es aconsejable estañar la punta del soldador antes de ponerse a soldar.
3. Limpiar perfectamente las superficies a soldar.
4. Calentar lo suficiente las superficies a soldar, en caso que las superficies sean de gran magnitud.
5. Aplicar el material de aporte luego de que la superficie a soldar se encuentre bien caliente.



Recordemos que primero se apoya la punta del soldador en la superficie a soldar y a los pocos segundos el material de aporte, de la siguiente forma:



- **Punto de fusión del estaño y el plomo.**



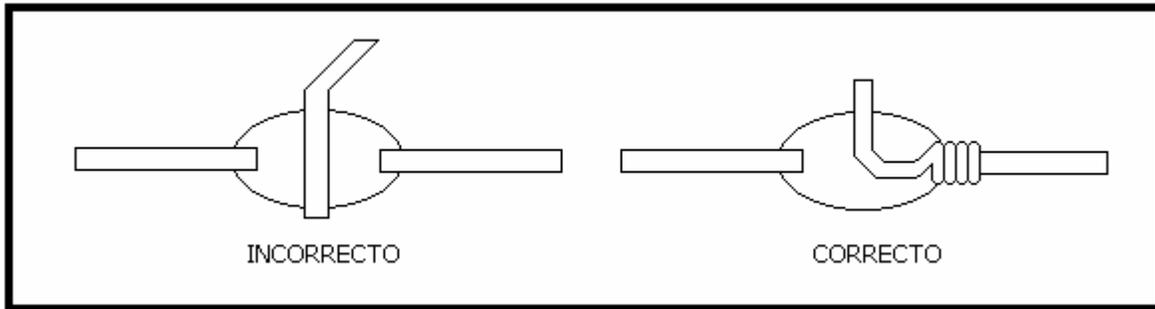
El tipo de aleación se elige de modo de pasar del estado sólido al estado líquido sin pasar por el estado pastoso o plástico.

Comercialmente se lo conoce como estaño de aleación 60-40, aunque la aleación ideal, tal como se muestra en la gráfica es de 63-37 (63% estaño - 37% plomo).

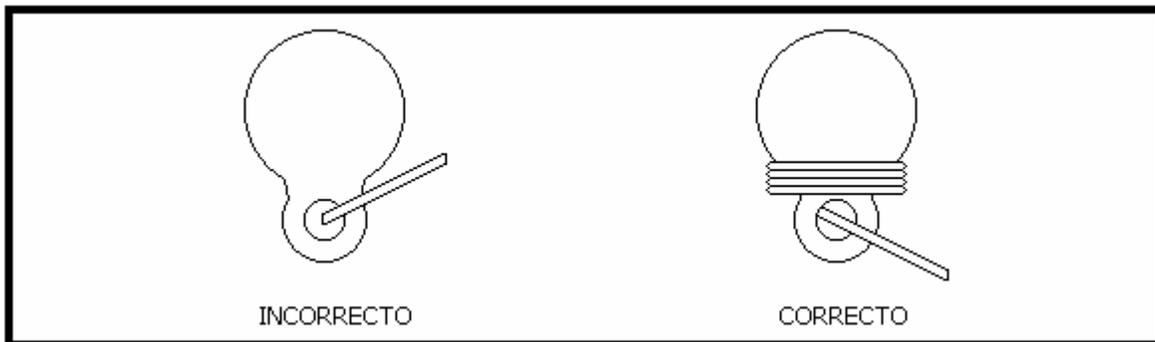
- **Formas de realizar uniones**

Existen distintas formas para realizar uniones. A continuación se detallan algunas de ellas:

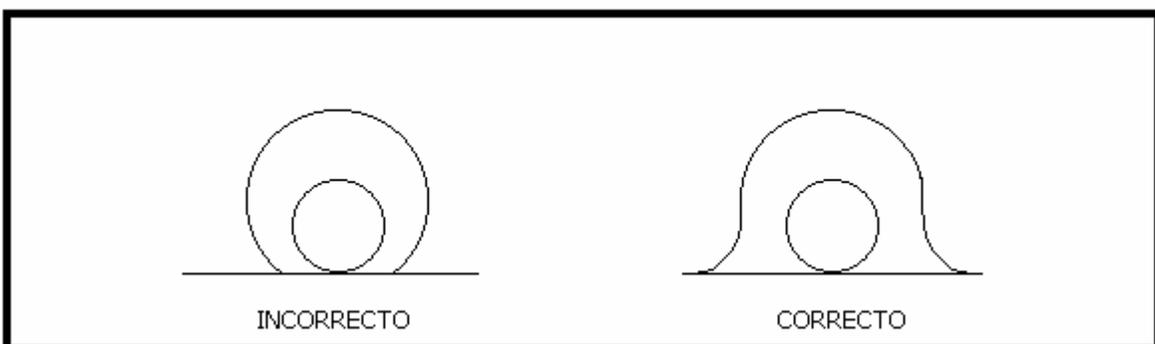
A) Unión entre dos conductores.



B) Unión entre conductor y contactos.



C) Unión entre conductor y chasis.



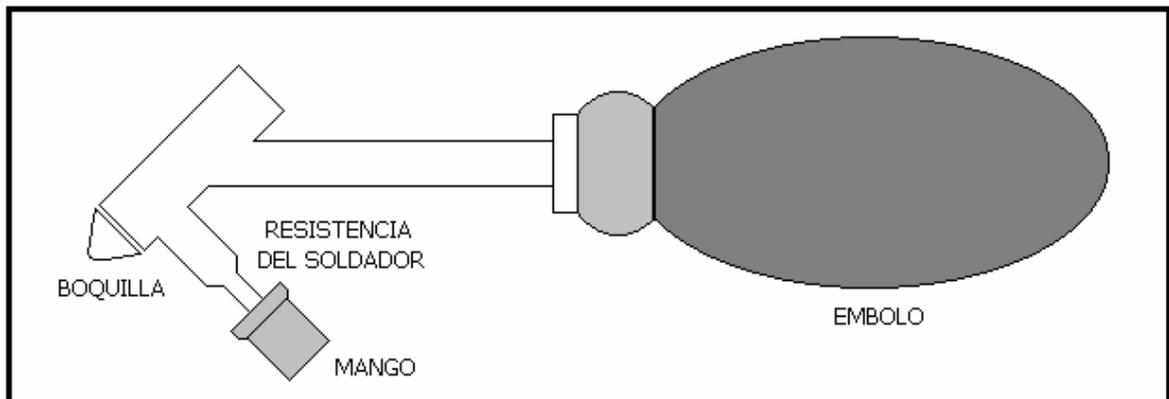
DESOLDADORES

Esta herramienta se utiliza para desmontar o quitar los componentes que se encuentran soldados.

Cuando se presentan inconvenientes en el desmontaje de componentes, se han diseñado puntas especiales para soldadores y otras herramientas, que nos facilitan al máximo la tarea.

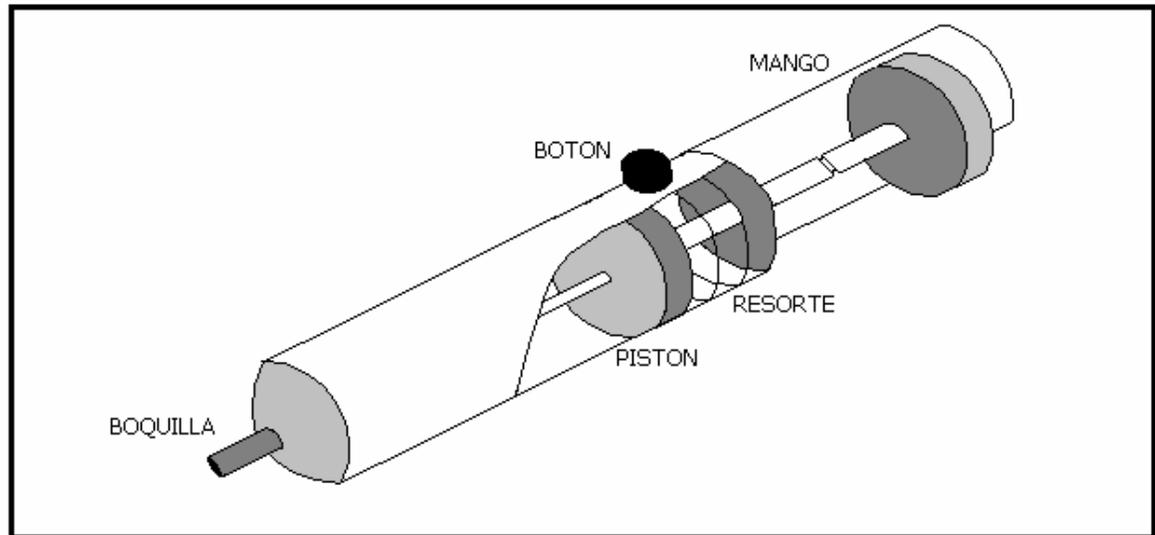
Uno de los más conocidos es el desoldador tipo pera, que consiste en una punta cilíndrica hueca que se comunica con un émbolo que es hueco y de goma flexible para que al apretarlo expulse el aire de su interior.

Este sistema se monta sobre un soldador tubular, por lo que la punta metálica alcanza la temperatura de fusión del estaño.



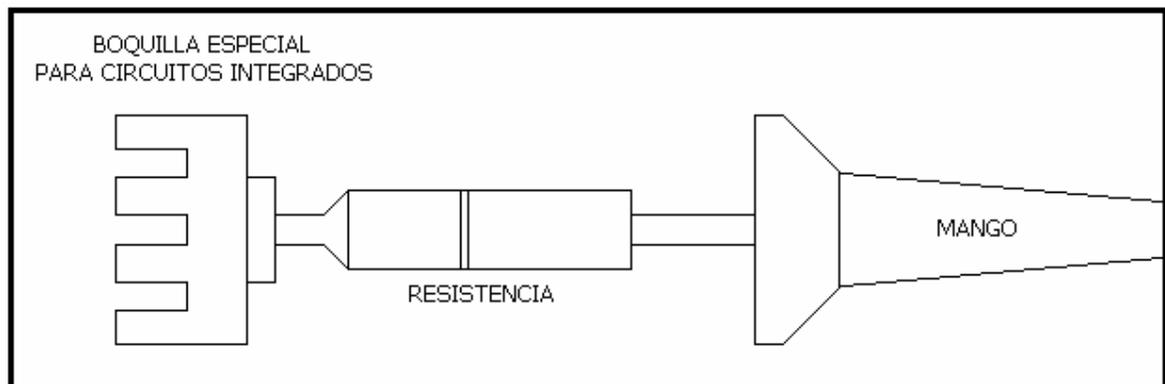
Otro sistema también muy utilizado es el de la bomba de vacío. Este sistema consiste en un tubo cilíndrico con una boquilla en su extremo por cuyo interior se desliza un pistón que tiene adosado un resorte; de ese modo al liberar el pistón se crea una succión que retira el estaño de la soldadura.

Este sistema no posee boquilla para calentar la soldadura, por lo que será necesario calentar la soldadura con un soldador.



También existen cintas desoldadoras constituidas por una malla trenzada de cobre, enrollada sobre un carrete. La desoldadura se consigue poniendo en contacto una cierta porción de la misma con el punto o zona que queremos limpiar y aplicando la punta del soldador sobre ella, lo que al fundirse el estaño lo absorberá.

También existen desoldadores para circuitos integrados, los cuales están contruidos de forma tal que se puedan desoldar al mismo tiempo todos los terminales de dicho componente.



- **Soldaduras Manuales**

Cuando se realizan un gran número de soldaduras o uniones es posible que hasta un experto cometa alguna equivocación y realice una mala soldadura. El único remedio es proceder con cuidado, sin apuros, siguiendo un método de trabajo. Por ejemplo, los componentes con terminales de alambre deberían tener sus terminales pre-estañados pero a veces esto no ocurre, entonces, el estaño no se adhiere a la superficie del terminal pero sí a la del circuito impreso aparentando una buena soldadura cuando en realidad no lo es.

Es conveniente estañar inicialmente el terminal verificando que el estaño se adhiera al mismo para luego realizar la soldadura definitiva; por lo tanto esto puede significar que si el estaño no adhiere deberemos raspar el terminal.

La cantidad de estaño a agregar por soldadura depende de dos factores: la resistencia mecánica y la unión eléctrica. Ambos factores aumentan si aumenta la cantidad de material de aporte, pero, esto significa también incrementar el costo. La limitación de la soldadura lo da la resistencia mecánica por lo tanto va de la mano de la adherencia al cobre del circuito impreso. Por esta razón, cuando la exigencia mecánica supere la eléctrica es necesario realizar un anclado del componente independientemente de sus terminales.

En general, para aquellos componentes cuyo peso sea inferior a los 15 grs puede aceptarse que se sostengan por medio de sus propios terminales.

Debe evitarse siempre colocar el material de aporte en forma excesiva especialmente en circuitos impresos, donde se podrían cortocircuitar dos o más pistas.

Se pueden dar muchas reglas que conducen a una buena soldadura, pero básicamente los aspectos que deben cuidarse son: material de aporte adecuado, piezas a soldar limpias, soldador adecuado, regular el material aportado, temperatura del soldador adecuada y mantener firme los elementos a soldar hasta que se solidifique la soldadura.

- **Soldaduras Automáticas**

El amplio uso de los circuitos impresos implica un cambio en los métodos para soldar. En efecto, es posible soldar varias uniones simultáneamente simplemente sumergiendo la plaqueta en un baño de estaño o baño de soldante líquido. Con este método se evitan muchas operaciones manuales a la vez que se asegura una temperatura y tiempo de soldadura bien precisos.

Este proceso de inmersión puede realizarse manualmente, semiautomáticamente o automáticamente.

Las dificultades están en mantener el nivel del baño constante y en la remoción de la escoria que se forma en la superficie del baño por oxidación del soldante líquido en contacto con el aire. Debe tenerse en cuenta que la inmersión de la plaqueta provoca una absorción de calor que dependerá de la frecuencia de soldado y la masa a soldar.

Las dificultades propias del método anterior se eliminan con un baño que suelda por olas.

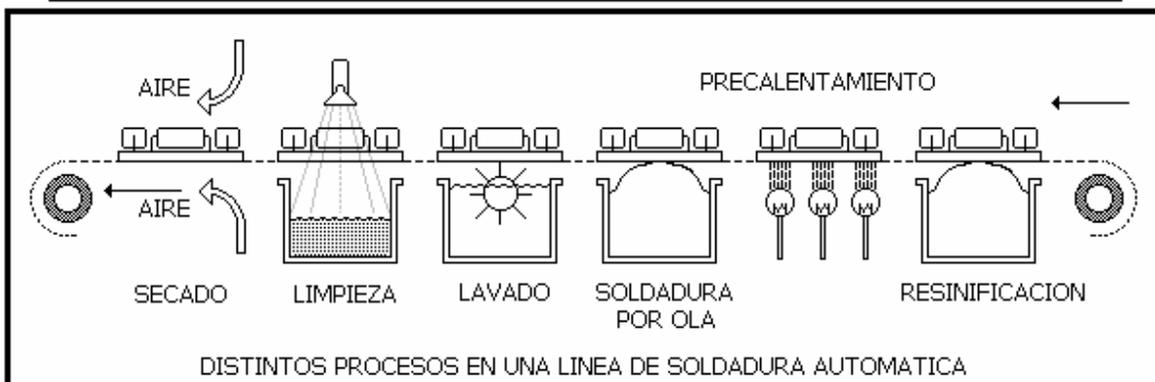
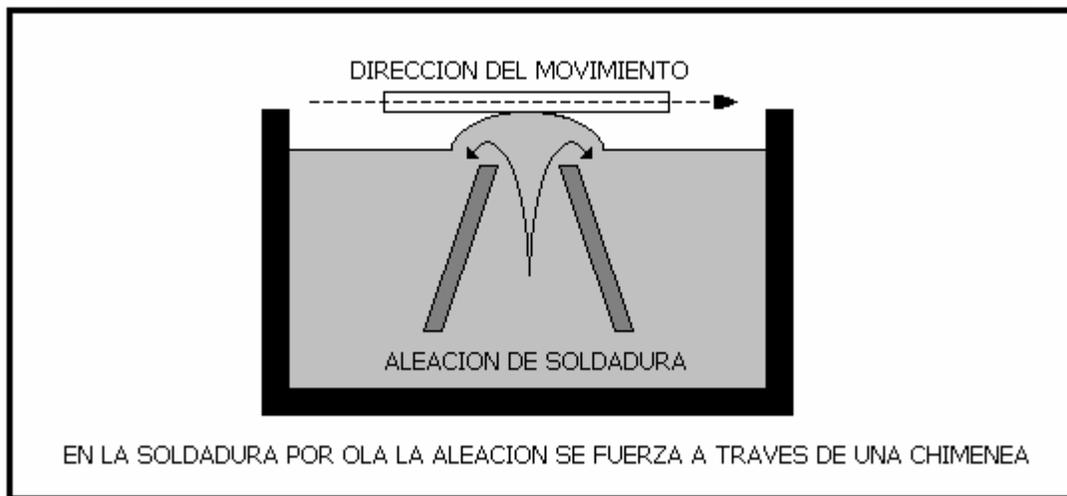
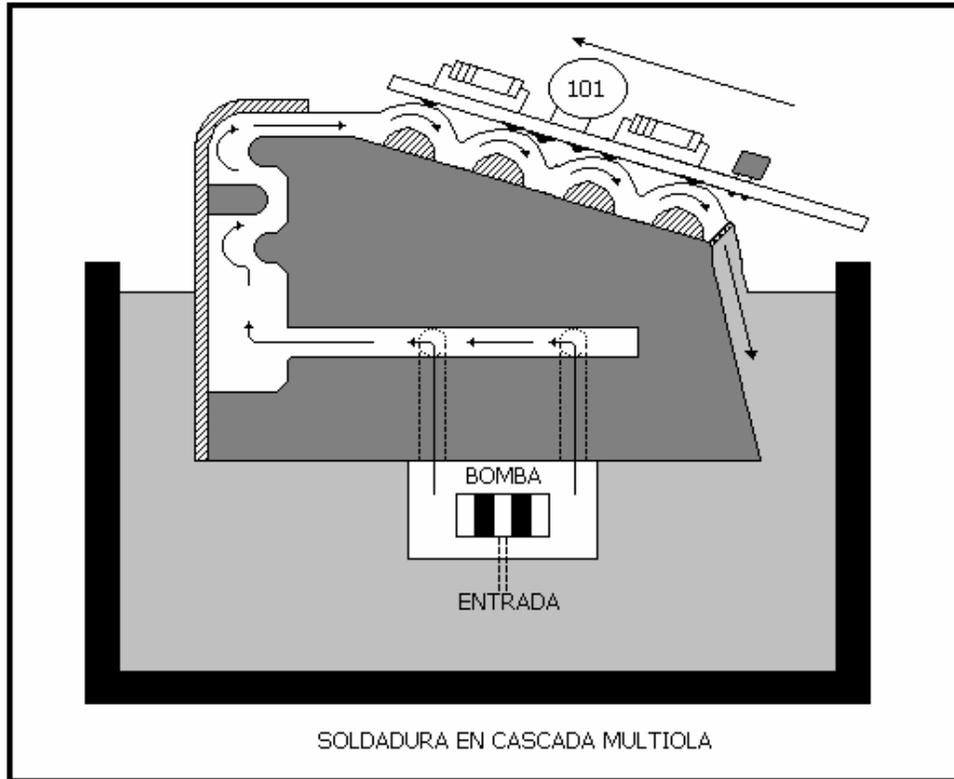
En vez de asegurar un nivel constante del baño solo debe ser constante el nivel de ola en contacto con el circuito impreso. Esta ola puede ser múltiple, garantizándose de este modo una perfecta soldadura.

Otra variante es la soldadura por chorro. En este tipo de soldadura se bombea un chorro de material soldante verticalmente, el que luego cae por efecto de la gravedad. Otros métodos más sofisticados aprovechan el pre estañado de las partes a soldar provocando un reflujo de la aleación mediante la aplicación de calor concentrado.

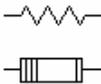
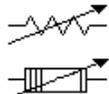
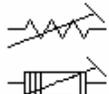
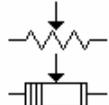
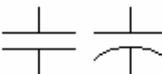
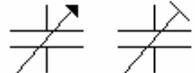
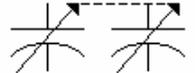
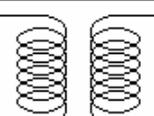
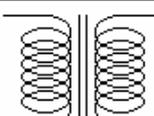
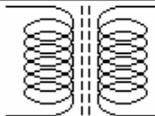
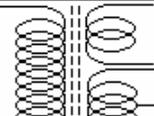
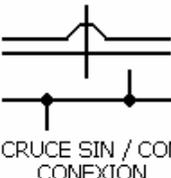
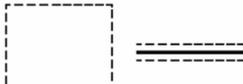
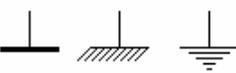
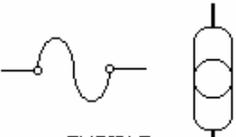
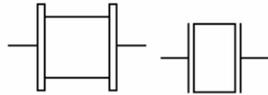
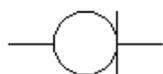
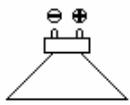
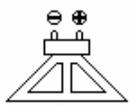
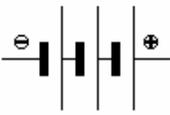
El proceso de soldadura automático es relativamente complejo. Para dar una idea se muestra en la figura de más abajo la distribución de una línea automática de soldadura para producción. En aquellos casos en que se requiera que partes que entran en contacto con la ola reciban material de soldadura debe hacerse un enmascarado por aplicación de cintas autoadhesivas, lacas o pinturas antisoldantes.

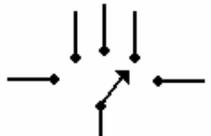
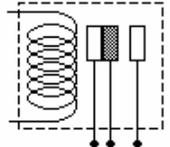
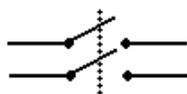
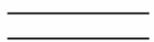
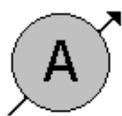
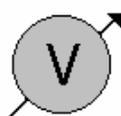
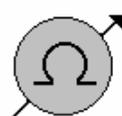
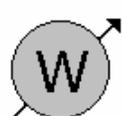
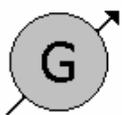
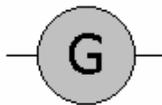
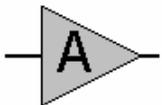
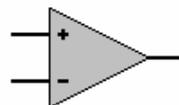
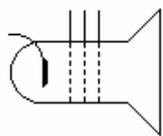
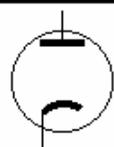
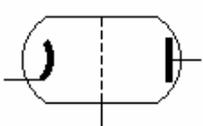
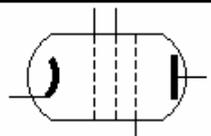
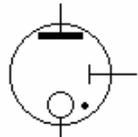
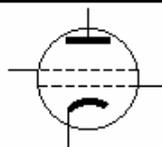
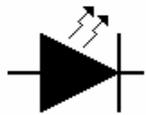
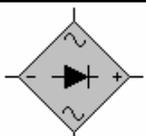
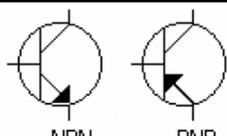
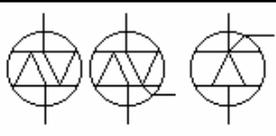
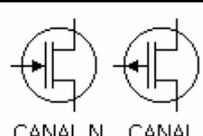
En este tipo de soldaduras es importante la velocidad de avance de la plaqueta de modo de asegurar que la aleación esté en contacto con las partes a soldar.

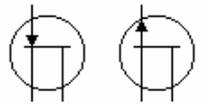
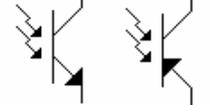
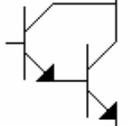
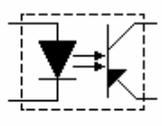
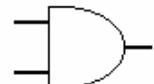
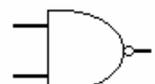
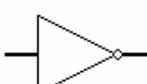
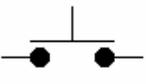
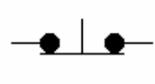
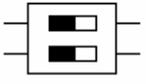
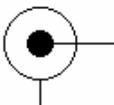
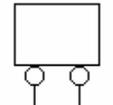
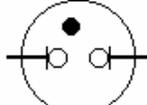
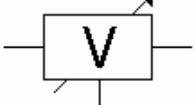
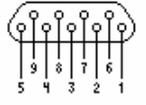
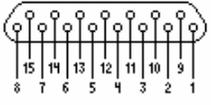
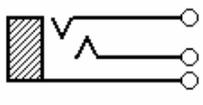
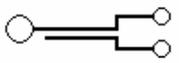
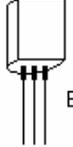
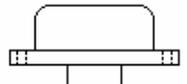
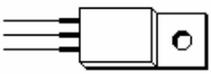
Algunas instalaciones tienen un proceso de cortado y doblado simultáneo de los terminales de los componentes montados sobre la plaqueta.



Simbología de los componentes

 <p>RESISTENCIA</p>	 <p>RESISTENCIA VARIABLE</p>	 <p>RESISTENCIA AJUSTABLE</p>	 <p>POTENCIOMETRO</p>
 <p>CONDENSADOR</p>	 <p>CONDENSADOR ELECTROLITICO</p>	 <p>CONDENSADOR VARIABLE</p>	 <p>CONDENSADORES EN TANDEM</p>
 <p>BOBINA</p>	 <p>BOBINA C/NUCLEO DE FERRITE</p>	 <p>BOBINA C/NUCLEO DE HIERRO</p>	 <p>BOBINA AJUSTABLE C/NUCLEO DE FERRITE</p>
 <p>TRANSFORMADOR C/ NUCLEO DE AIRE</p>	 <p>TRANSFORMADOR C/ NUCLEO DE HIERRO</p>	 <p>TRANSFORMADOR C/NUCLEO DE HIERRO PULVERIZADO</p>	 <p>TRANSFORMADOR C/ DERIVACIONES</p>
 <p>HILO DE CONEXION</p>	 <p>CRUCE SIN / CON CONEXION</p>	 <p>BLINDAJE CABLE BLINDADO</p>	 <p>CABLE COAXIL</p>
 <p>MASA O TIERRA</p>	 <p>ANTENA</p>	 <p>ANTENA YAGUI</p>	 <p>ANTENA DIPOLO</p>
 <p>FUSIBLE</p>	 <p>CRISTAL DE CUARZO</p>	 <p>MICROFONO</p>	 <p>AURICULAR</p>
 <p>ALTAVOZ</p>	 <p>PARLANTE</p>	 <p>PILA</p>	 <p>BATERIA</p>

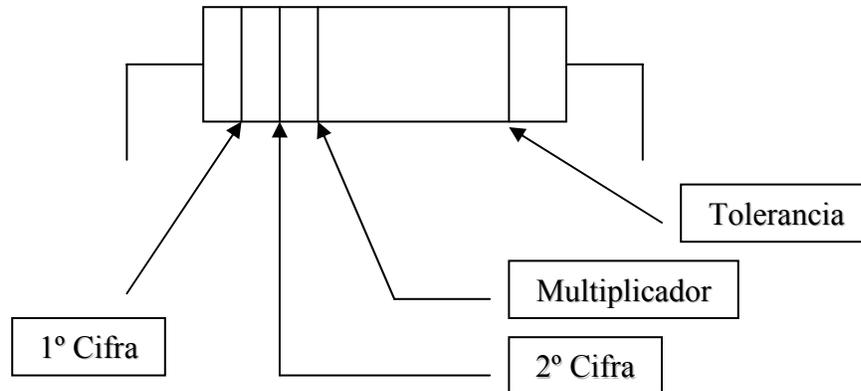
 <p>INTERRUPTOR SIMPLE</p>	 <p>LLAVE SELECTORA 5P</p>	 <p>CONMUTADOR DESLIZABLE</p>	 <p>RELAY SIMPLE INVERSOR</p>
 <p>INTERRUPTOR DOBLE</p>	 <p>LAMPARA PILOTO</p>	 <p>CORRIENTE ALTERNA</p>	 <p>CORRIENTE CONTINUA</p>
 <p>AMPERIMETRO</p>	 <p>VOLTIMETRO</p>	 <p>OHMETRO</p>	 <p>WATTIMETRO</p>
 <p>GALVANOMETRO</p>	 <p>INSTRUMENTO DE MEDICION GRAL.</p>	 <p>MOTOR AC</p>	 <p>GENERADOR</p>
 <p>AMPLIFICADOR</p>	 <p>AMPLIFICADOR OPERACIONAL</p>	 <p>T.R.C.</p>	 <p>DIODO GASEOSO</p>
 <p>TRIODO</p>	 <p>PENTODO</p>	 <p>TRIODO GASEOSO</p>	 <p>TETRODO</p>
 <p>DIODO SEMICONDUCTOR</p>	 <p>DIODO LED</p>	 <p>FOTODIODO</p>	 <p>DIODO ZENNER</p>
 <p>PUENTE RECTIFICADOR</p>	 <p>NPN PNP TRANSISTOR BIPOLAR</p>	 <p>DIAC TRIAC TIRISTOR</p>	 <p>CANAL N CANAL P MOSFET</p>

 <p>CANAL N CANAL P J-FET</p>	 <p>NPN PNP FOTOTRISTOR</p>	 <p>PAR DARLINGTON</p>	 <p>OPTOACOPLADOR</p>
 <p>DIODO VARACTOR</p>	 <p>DIODO SCHOTTKY</p>	 <p>DIODO TUNEL</p>	 <p>TERMISTOR</p>
 <p>COMPUERTA AND</p>	 <p>COMPUERTA NAND</p>	 <p>COMPUERTA INVERSORA</p>	 <p>LDR</p>
 <p>COMPUERTA OR</p>	 <p>COMPUERTA NOR</p>	 <p>COMPUERTA OR EXCLUSIVA</p>	 <p>BUZZER</p>
 <p>PULSADOR NA</p>	 <p>PULSADOR NC</p>	 <p>REED SWITCH NC</p>	 <p>DEEP SWITCH DOBLE</p>
 <p>FICHA BNC</p>	 <p>TERMINAL DOBLE</p>	 <p>LAMPARA DE NEON</p>	 <p>REGULADOR DE TENSION</p>
 <p>FICHA DB 9</p>	 <p>FICHA DB 15</p>	 <p>JACK TELEFONICO</p>	 <p>PLUG TELEFONICO</p>
 <p>CIRCUITO INTEGRADO ENCAPSULADO DIL-16</p>	 <p>ENCAPSULADO TO-92</p>	 <p>ENCAPSULADO TO-3</p>	 <p>ENCAPSULADO TO-220</p>

Código de los componentes

Código de colores de las resistencias.

Las resistencias, al igual que otros componentes, tienen un código que nos permite realizar su identificación. Este código se basa en una combinación de colores que se detallan a continuación:



Color	1º Cifra	2º Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	0	1	xxxxxxxxxx
Marrón	1	1	10	1%
Rojo	2	2	100	xxxxxxxxxx
Naranja	3	3	1000	xxxxxxxxxx
Amarillo	4	4	10000	xxxxxxxxxx
Verde	5	5	100000	0,5%
Azul	6	6	1000000	xxxxxxxxxx
Violeta	7	7	10000000	xxxxxxxxxx
Gris	8	8	100000000	xxxxxxxxxx
Blanco	9	9	1000000000	xxxxxxxxxx
Oro	xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx	0,1	5%
Plata	xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx	0,01	10%
Sin Color	xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx	20%

La unidad de medida de las resistencias es el Ω (OHM), y para valores elevados de resistencia utilizaremos los múltiplos de la unidad. Estos múltiplos son el $K\Omega$ (Kilo OHM) y el $M\Omega$ (Mega OHM).

Para ello debemos tener en cuenta que:

$$1 \text{ K}\Omega = 1000 \Omega$$

$$1 \text{ M}\Omega = 1000 \text{ K}\Omega = 1000000 \Omega$$

Código de los condensadores:

- **El color blanco:**

En los condensadores del tipo PIN-UP es necesario tener en cuenta que si la tercera franja es blanca, la capacidad está dada por el valor indicado por las dos primeras franjas divididas por 10.

En otras palabras, si por ejemplo tenemos un condensador con tres colores: amarillo - violeta - blanco, por ser el último color el blanco, el valor será 47 dividido 10, o sea 4,7 pF.

- **El color negro:**

Cuando estamos trabajando con condensadores cuyo valor está definido por dos cifras, el color de la tercer franja será el negro; si tenemos un condensador cuyos colores son marrón – negro – negro, el valor de éste será de 10 pF; En cambio si el condensador es de un valor que debe codificarse con tres cifras veremos que un condensador de 100 pF estará codificado por los colores marrón – negro – marrón puesto que la tercer franja indica la cantidad de ceros.

- **El símbolo K:**

Mientras el símbolo **K** de las resistencias significa multiplicar por 1000, en los condensadores, salvo en algún caso especial que luego veremos, representa la inicial de la palabra **K**eramic o sea cerámico.

En otras palabras, cuando un condensador del tipo “a disco” aparece por ejemplo: **22K** significa que dicho condensador es de 22 pF “cerámico”.

Prestar mucha atención entonces en no confundir la indicación **cerámico** con la indicación **Kilo** ya que son nomenclaturas distintas.

- **Punto invisible:**

En los condensadores de origen norteamericano o japonés nos encontramos con que los valores del tipo 0,1 μF ; 0,22 μF se indican simplemente por un punto y el valor correspondiente como por ejemplo: .1 μF ; .22 μF .

Para facilitar la interpretación correcta de estos números se presenta una tabla cuyos conceptos se pueden convertir según los submúltiplos de la unidad de medida de los condensadores que es el F (faradio).

$$1\mu\text{F} = 1 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$1\text{nF} = 1 \times 10^{-9} \text{ F}$$

$$1\text{pF} = 1 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$1\mu\text{F} = 1000 \text{ nF}$$

$$1\text{nF} = 1000 \text{ pF}$$

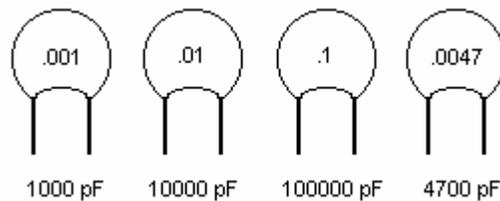


Figura 1

En la figura 1 vemos que en los condensadores cuando el valor es precedido por un punto, por ejemplo:

$$\begin{array}{l}
 .001 \mu\text{F} \quad \Longrightarrow \quad 0.001 \mu\text{F} \\
 .1 \mu\text{F} \quad \Longrightarrow \quad 0.1 \mu\text{F} \\
 .0047 \mu\text{F} \quad \Longrightarrow \quad 0.0047 \mu\text{F}
 \end{array}$$

- **Código 101:**

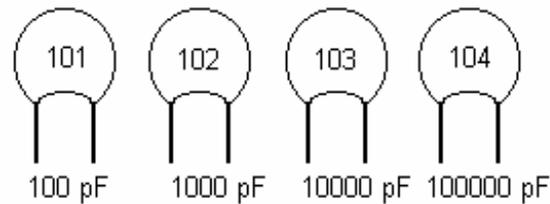


Figura 2

La figura 2 muestra un ejemplo de los condensadores con código 101; pero a pesar del nombre esto también se cumple en los condensadores cuyos códigos son 471 – 472 – 473 – 474.

Para hallar el valor de estos condensadores debemos tener en cuenta que el último número corresponde a la cantidad de ceros que debemos agregar a los dos primeros números y el valor está dado en pF.

101	=	10-0	=	100 pF
102	=	10-00	=	1000 pF
103	=	10-000	=	10000 pF
104	=	10-0000	=	100000 pF
471	=	47-0	=	470 pF
472	=	47-00	=	4700 pF
473	=	47-000	=	47000 pF
474	=	47-0000	=	470000 pF

- **El K en los condensadores de poliéster;**

Hemos dicho que el símbolo **K** en un condensador significa **cerámico**, luego dijimos que en las resistencias representa un multiplicador y en el caso de los condensadores de poliéster también se utiliza la letra **K** para definir la tolerancia del mismo.

Gracias a las diferencias notables que existen entre los condensadores cerámicos y los de poliéster, no sólo su estructura sino en sus dimensiones donde los primeros tienen un espesor del orden del milímetro y los de poliéster 3 ó 4 milímetros, esto hace que sea prácticamente imposible equivocarse.

En los condensadores de poliéster encontramos generalmente tres indicaciones:

1. El valor de la capacidad, dado generalmente en microfaradios.

2. La tolerancia: $J = 5\%$; $K = 10\%$; $M = 20\%$.
3. La máxima tensión de trabajo, medida en volts; si se trata por ejemplo de: $.033K400$, significa que el condensador tiene una capacidad de $0,033 \mu\text{F}$, es decir 33000 pF , con una tolerancia del 10% y cuya tensión máxima de trabajo es de 400 V .

- **El N en los condensadores de poliéster**

Un condensador cuya nomenclatura es: $3.3 N$, vemos que ésta N indica que el condensador tiene una capacidad de $3,3 \text{ nanofaradios}$, tiene una tolerancia del 5% y puede trabajar con una tensión máxima de 1000V .

Otro ejemplo, podríamos encontrar un condensador que muestre la nomenclatura $3N3 1000$ y este valor es equivalente al anterior con la diferencia que se expresa de otro modo.

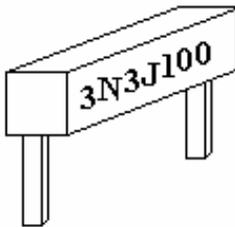


Figura 3. En los condensadores de poliéster podemos encontrar el valor de capacidad $1K$ significa que el condensador es de $1 \mu\text{F}$ con tolerancia $K = 10\%$.

Si en lugar de la letra K estuviera la letra J esto indicaría que la tolerancia sería del 5% .

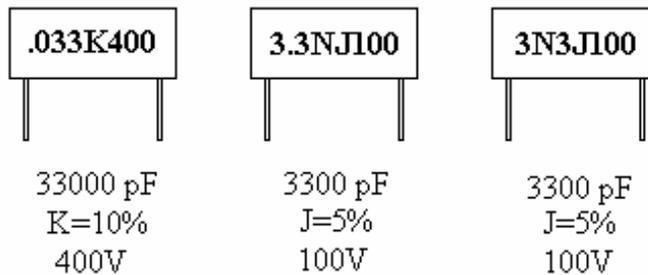


Figura 4

Siempre en los condensadores de poliéster podemos encontrar las más variadas combinaciones de números y letras que es fácil de comprender sólo conociendo la regla.

En el primer caso se utiliza $.033K400$ que nos indica que el condensador tiene un valor de 33000 pF con una tolerancia del 10% y su tensión máxima es 400 V . En el segundo caso al igual que en el tercero el valor del condensador es de 3300 pF con una tolerancia del 5% y una tensión máxima de 100V .

Mediciones

Tester o multímetro:

El multímetro es un dispositivo que permite realizar diferentes tipos de mediciones eléctricas.

Algunas mediciones que pueden efectuarse según los modelos son:

a) Mediciones básicas:

- Tensión (CA / CC)
- Corrientes (CA / CC)
- Resistencias (desde fracciones de ohms hasta actuar como megóhmetro)

b) Mediciones especiales:

- Capacidades
- Temperaturas
- Decibeles
- Frecuencias
- Semiconductores (hfe – diodos)
- Niveles lógicos

Encontramos en el mercado dos tipos de multímetros:

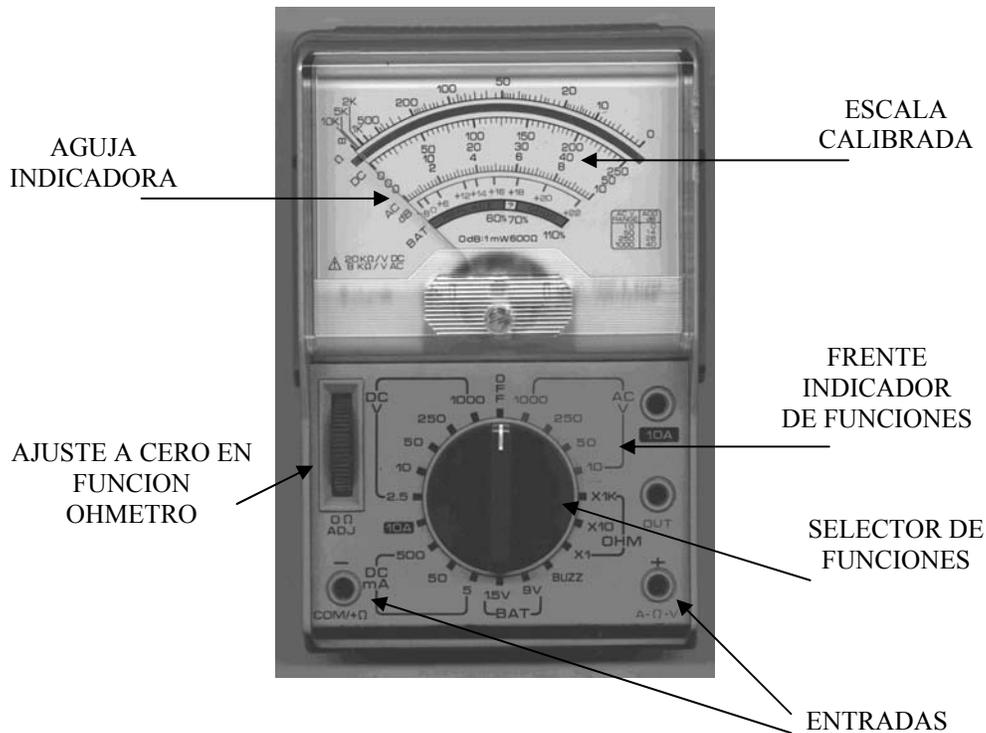
- Analógicos: la lectura se efectúa mediante la ubicación de una aguja móvil sobre una escala calibrada.
- Digitales: la lectura se efectúa directamente sobre un display de dígitos que pueden ser a leds ó cuarzo.

Multímetro analógico

Los multímetros analógicos están elaborados de la siguiente manera:

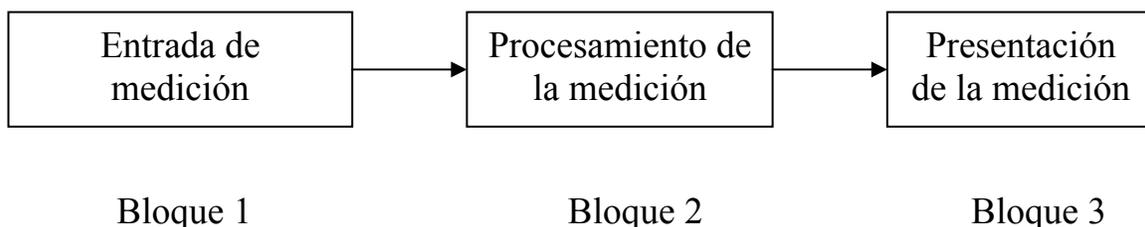
- Cuadro de escalas: aquí se indican las diferentes posibilidades de medición que dispone el dispositivo.

- **Selector de funciones:** nos permite seleccionar la escala y los rangos adecuados para efectuar las mediciones.
- **Conjunto de componentes:** consiste en la circuitería propia del aparato compuesto por: resistencias calibradas, diodos rectificadores, condensadores, etc.
- **Pilas ó baterías:** proveen de la energía necesaria para el funcionamiento.
- **Puntas de prueba:** son los accesorios que permiten tomar contacto con los elementos a medir. Las mismas son de color negro (-) y roja (+).



Multímetro digital

Podemos dividir al multímetro en los siguientes bloques:



- **Bloque 1:** adapta rango y magnitud de la medición a efectuar.
- **Bloque 2:** convierte la tensión leída en un código binario.
- **Bloque 3:** permite visualizar dicho código mediante dígitos.



Mediciones con el multímetro

Mediciones de tensión en CC (corriente continua)

La medición de tensión en corriente continua es una de las funciones básicas de un multímetro.

Un multímetro analógico utiliza el voltaje real de CC para hacer desplazar la aguja sobre la escala calibrada. La aguja se encuentra solidaria a una bobina móvil que al circular corriente por dicha bobina provoca su desplazamiento.

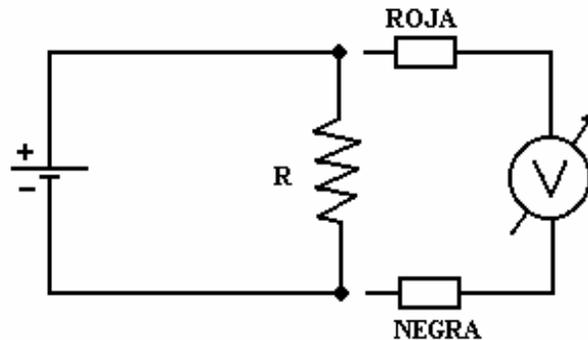
En el caso de un multímetro digital la tensión se convierte para luego ser mostrada en el display.

La manera correcta de conectar un voltímetro es en **PARALELO** con el componente a medir. Debemos destacar que el instrumento debe tener una impedancia elevada para que la corriente que circula por el elemento a medir no se derive hacia el instrumento. No obstante a esto hay que diferenciar un instrumento real de un instrumento ideal.

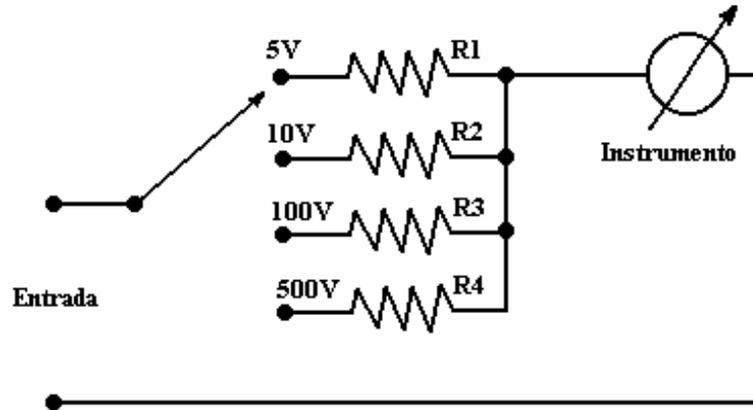
En el caso de un instrumento ideal la impedancia interna del voltímetro es infinita, entonces podemos decir que no hay derivación de corriente al instrumento; mientras que en un instrumento real la impedancia es elevada, entonces hay una pequeña derivación de corriente hacia el instrumento.

Por último debemos aclarar que es muy importante conectar correctamente la polaridad de las puntas de prueba en un multímetro analógico, pues si se conectan en forma invertida la aguja irá en sentido contrario al correcto y esto dañará posiblemente al instrumento.

Importante: Si no conocemos el valor de tensión a medir colocamos el selector en la escala más alta para no dañar al instrumento.



Forma correcta de conectar un voltímetro



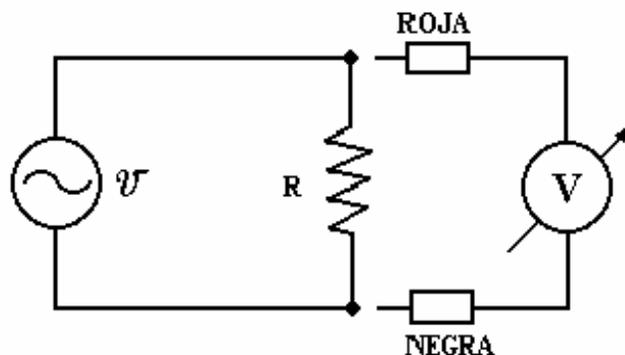
Circuito interno del instrumento

Mediciones de tensión en CA (corriente alterna)

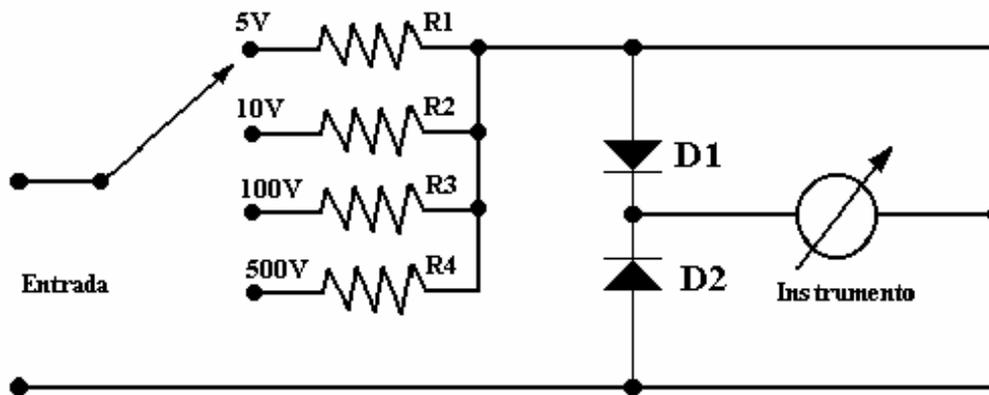
En los multímetros analógicos se rectifica la señal, utilizando la tensión rectificada para hacer desplazar la aguja sobre la escala calibrada.

Mientras que en los multímetros digitales se realiza una conversión analógica-digital que luego será presentada en el display.

Como estamos hablando de corriente alterna no debemos tener en cuenta la polaridad de las puntas del instrumento, de esta forma no corremos riesgo alguno con la dirección de la aguja.



Forma correcta de conectar el voltímetro



Circuito interno del instrumento

Mediciones de corrientes en CC y CA.

Para realizar medidas de corriente en CC y CA se colocará el instrumento en **SERIE** con el componente por el cual circula la corriente a medir.

Debemos tener en cuenta que para realizar mediciones en CC hay que poner atención en la polaridad y conectar correctamente las puntas; en CA no ocurre lo mismo por las características de la misma.

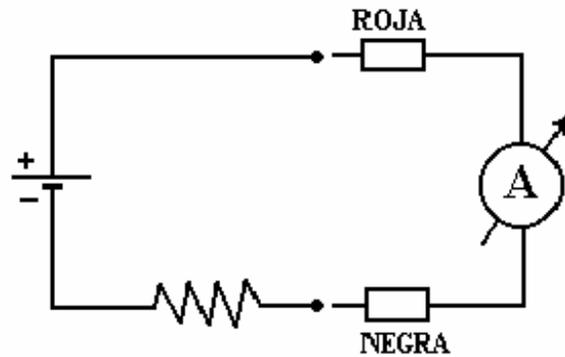
En CC debemos hacer ingresar la corriente por el borne (+) y salir por el (-). No obstante a esto es importante seleccionar el rango correcto del instrumento para no dañar al mismo.

El multímetro incorpora en su circuito interno unas resistencias de bajo valor denominadas resistencias SHUNT. En el caso del multímetro analógico, estas se conectan con el circuito a medir cuando conectamos las puntas de prueba y al circular corriente por las mismas, deriva parte de ella a la bobina móvil solidaria a la aguja efectuando la medición en la escala de corriente apropiada.

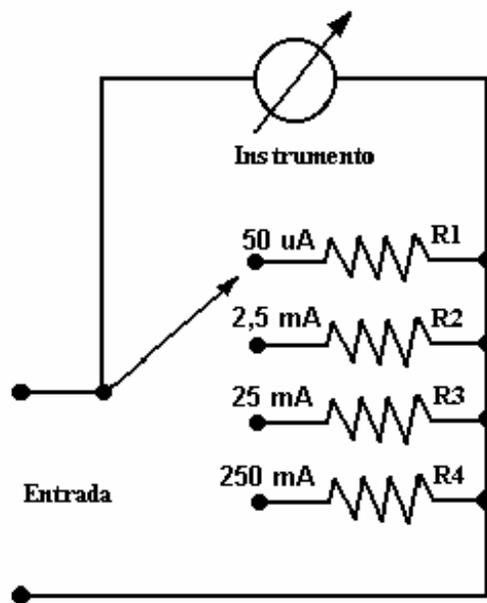
En el caso del multímetro digital, el conversor analógico-digital, mide una tensión proporcional a la caída de tensión sobre la shunt, indicando luego en el display el valor de corriente medido.

Debemos destacar que el instrumento debe tener una impedancia baja para que la corriente circule por el aparato. No obstante a esto, hay que diferenciar un instrumento real de un instrumento ideal.

En el caso de un instrumento ideal la impedancia interna del amperímetro es cero ohms, entonces podemos decir que la corriente circulará en su totalidad por el instrumento; mientras que en un instrumento real la impedancia es baja.



Forma correcta de conectar un amperímetro



Circuito interno del amperímetro

Medición de resistencias

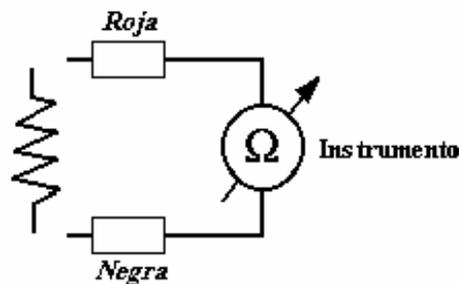
Para medir las resistencias, los multímetros hacen fluir una pequeña corriente a través de la resistencia a medir, que será suministrada por la batería misma del multímetro.

Decimos, entonces, que el óhmetro funciona en este caso como miliamperímetro. En los multímetros analógicos es necesario calibrar la aguja a cero para realizar una medición exacta. Esto deberá realizarse cada vez que se cambie de escala.

Cuando unimos las puntas del multímetro observaremos que la medición obtenida es cero, mientras que al estar separadas estamos midiendo la resistencia del aire que se la considera como muy elevada, teóricamente infinita.

Para medir la resistencia de un componente conectamos el multímetro en paralelo, debiendo estar el componente fuera de cualquier circuito.

La escala será seleccionada de acuerdo al valor de cada componente.



Forma de medir resistencia

IMPORTANTE:

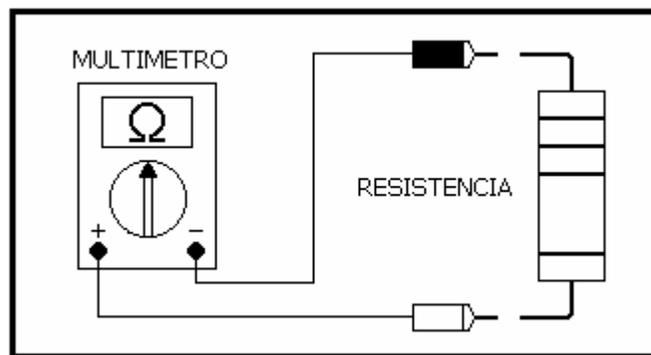
*Existen dos tipos de mediciones: las **mediciones estáticas** y las **mediciones dinámicas**.*

Las mediciones estáticas son aquellas que se le practican al componente fuera del circuito y sin alimentación. Son mediciones estáticas las realizadas con el óhmetro, medidor de juntas, medidor de continuidad, etc.

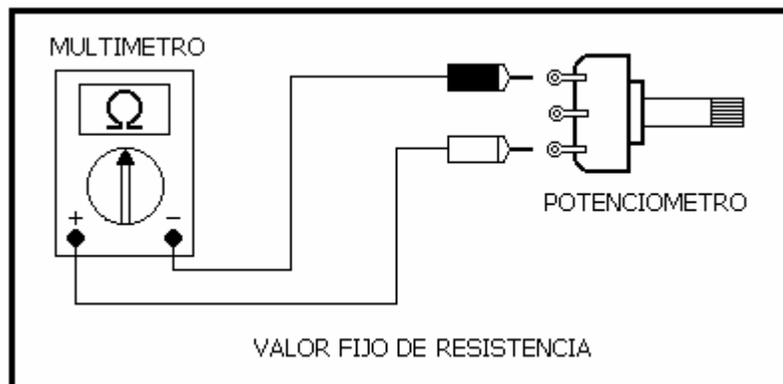
Las mediciones dinámicas son las que se le practican al componente dentro de un circuito, con la alimentación conectada. Son mediciones dinámicas las realizadas con el voltímetro, amperímetro, wattímetro, osciloscopio, etc.

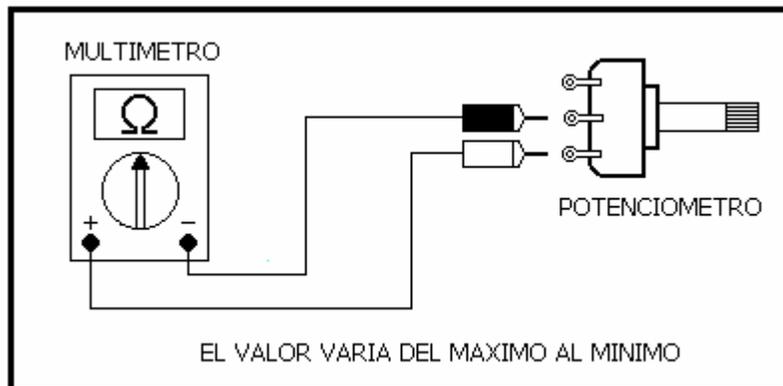
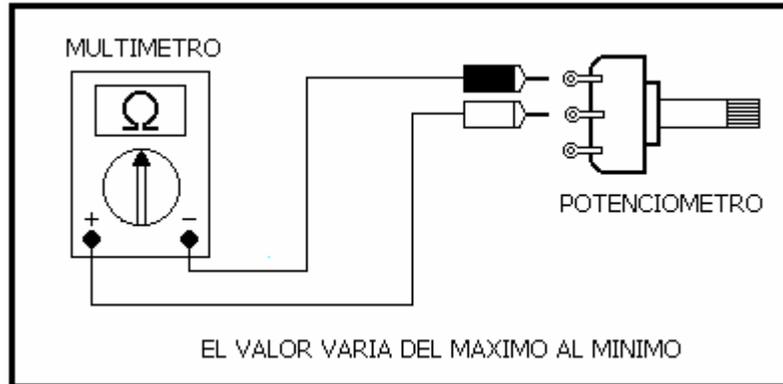
Medición y prueba de componentes con el multímetro

- a) **Resistencias:** Preparar el multímetro en la función de ohmetro e ir variando el alcance del instrumento hasta hallar la escala apropiada. Si el valor medido del componente es cero ohms el componente está en cortocircuito o es una resistencia de muy bajo valor, en cambio si el valor medido es de infinitos ohms aún en la escala mas alta, esto indica que el componente está abierto o que el alcance del instrumento no es suficiente para medir dicho valor, no obstante a esto, deberemos corroborar la medición y compararla con el código del componente.

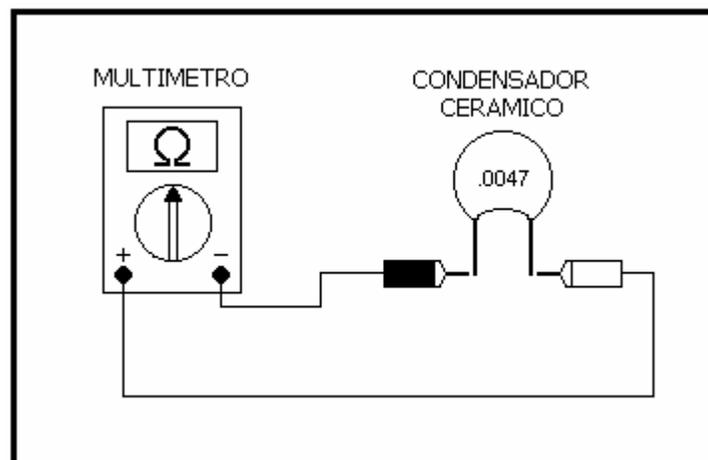


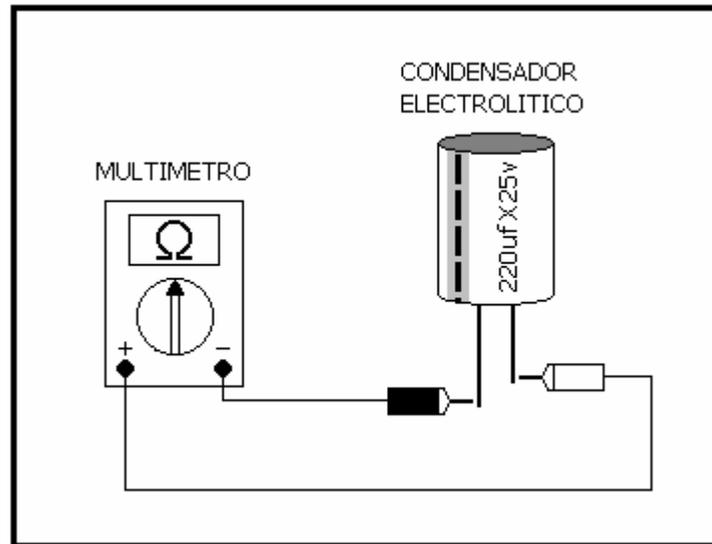
- b) **Potenciómetros o resistencias variables:** Preparar el multímetro en la función ohmetro. En la figura que se observa a continuación podemos ver la forma de medir un potenciómetro y comprobar si está en condiciones. Debemos aclarar que el valor de resistencia será variable en ciertos terminales y fija en otros.



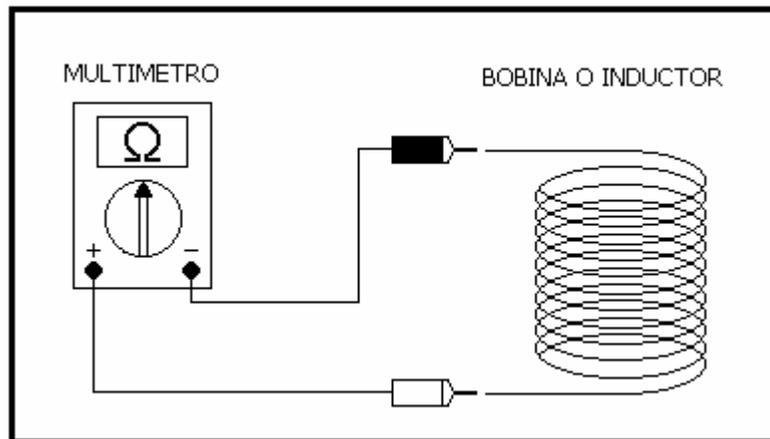


- c) **Condensadores:** Si el multímetro posee capacímetro haremos las mediciones con este instrumento pero, si no es muy sofisticado nos valdremos del ohmetro para realizar las mediciones correspondientes. Con este instrumento verificaremos si el componente se encuentra en cortocircuito, abierto o si se carga y descarga correctamente. En los condensadores electrolíticos, que poseen polaridad, debemos tener cuidado con la forma en que se los conecta pues corremos el riesgo de que el componente estalle.



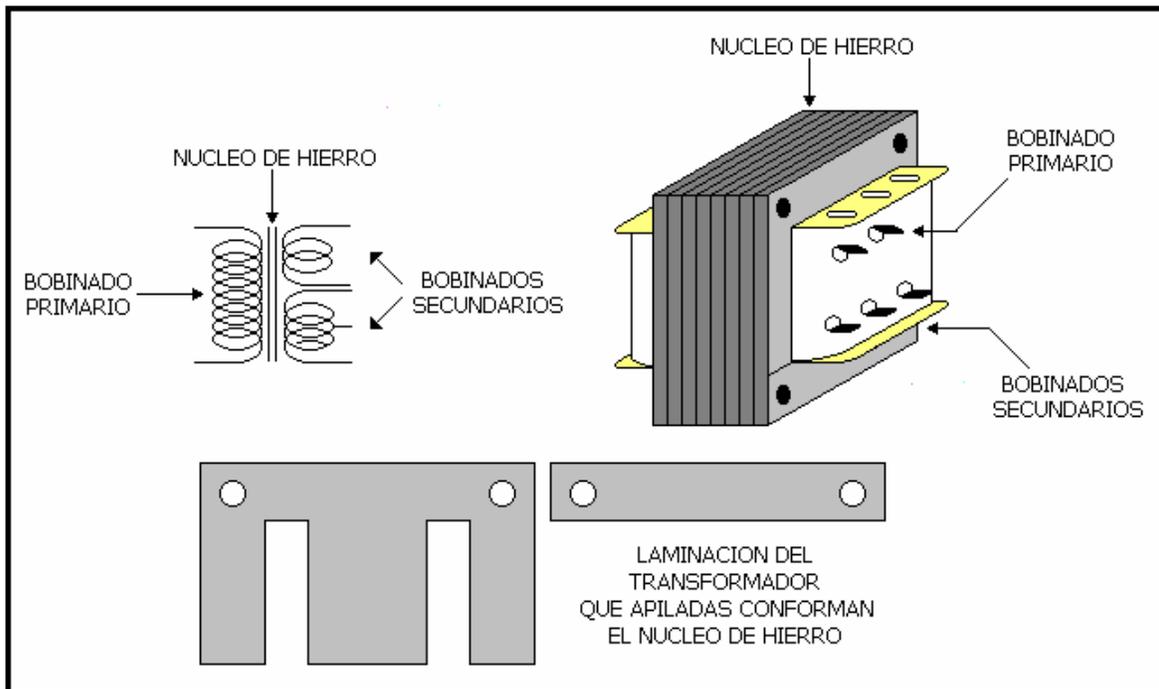


- d) **Bobinas:** Para medir las bobinas tenemos que ubicar el multímetro en la función de ohmetro y medir como si fuese una resistencia con la salvedad que las resistencias que midamos serán de muy bajo valor, según la bobina.



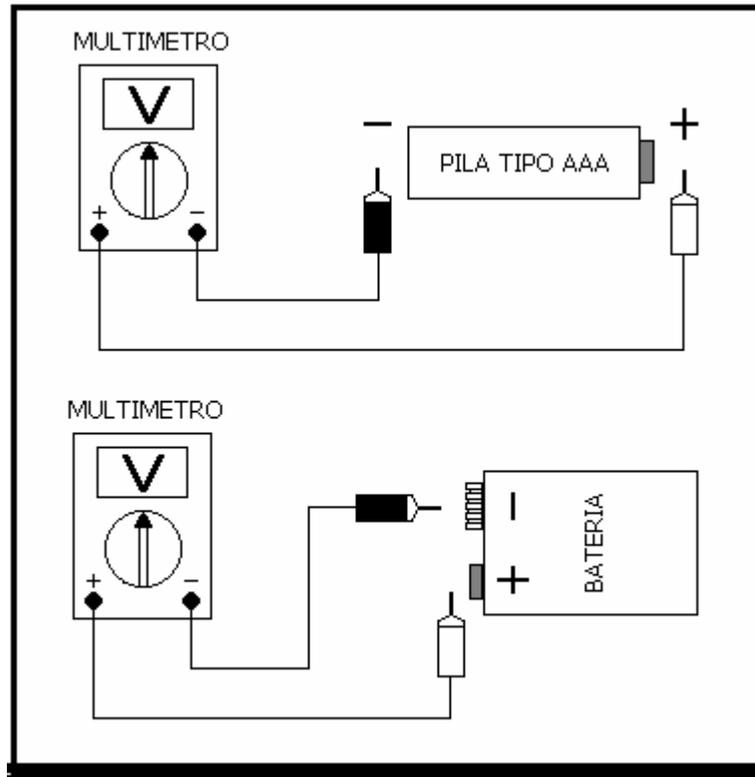
- e) **Transformadores:** Para medir los transformadores se prepara el multímetro en función de óhmetro. Se miden los bobinados primario y secundario obteniendo una medición de bajo valor cuya unidad de medida será el ohm; luego mediremos entre un terminal de entrada y un terminal de salida

obteniendo una medición de muy alto valor o infinita, dado que en esta medición estaremos verificando el aislamiento entre bobinados; por último mediremos el aislamiento entre los bobinados y el núcleo del transformador, para lo cual mediremos entre un terminal de entrada y núcleo o terminal de salida y núcleo. Esta medición deberá arrojar un valor muy elevado o infinito. Si entre los terminales de alguno de los bobinados (primario o secundario) marcara valor de resistencia infinito el mismo estará abierto (o sea que el alambre del bobinado está cortado); en cambio, si entre un terminal y el núcleo la resistencia es de cero ohms o muy baja el transformador perdió su aislamiento (esto significa que el alambre del bobinado está tocando las chapas del núcleo).

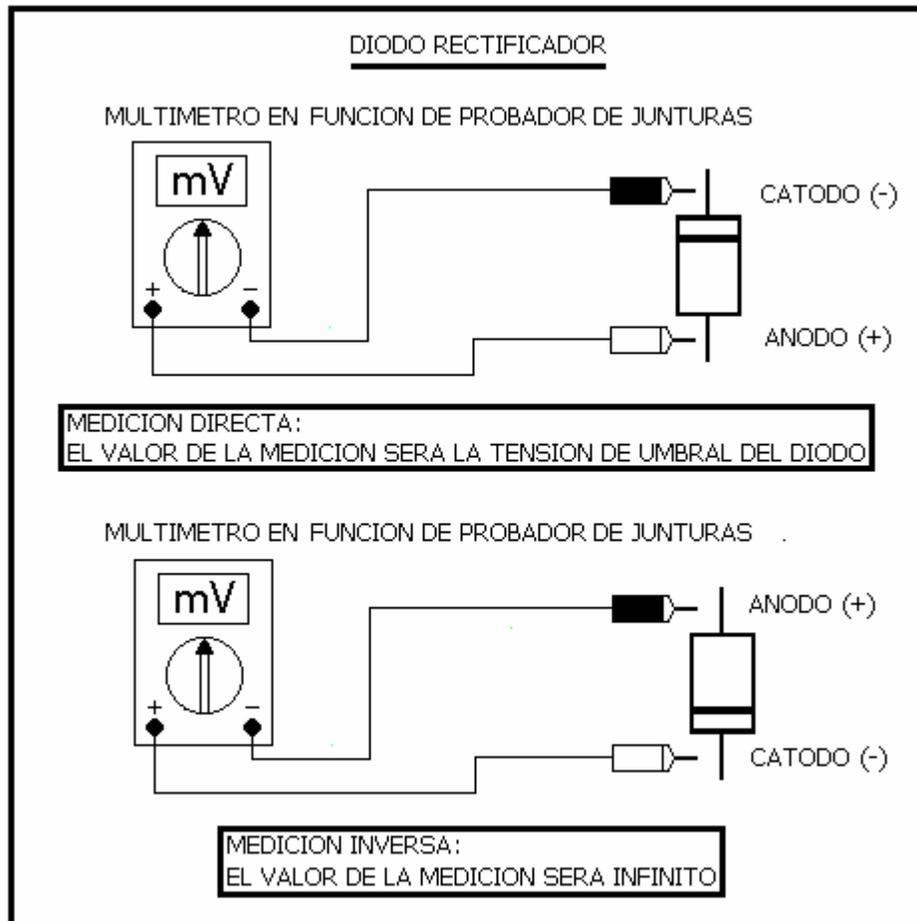


- f) **Pilas y Baterías:** Para medir pilas y baterías se debe colocar el multímetro en función voltímetro de CC y colocar el alcance del mismo de acuerdo a la tensión de la pila o batería a medir. Se deberá poner especial cuidado al modo de conectar las puntas para medir, ya que las pilas y las baterías

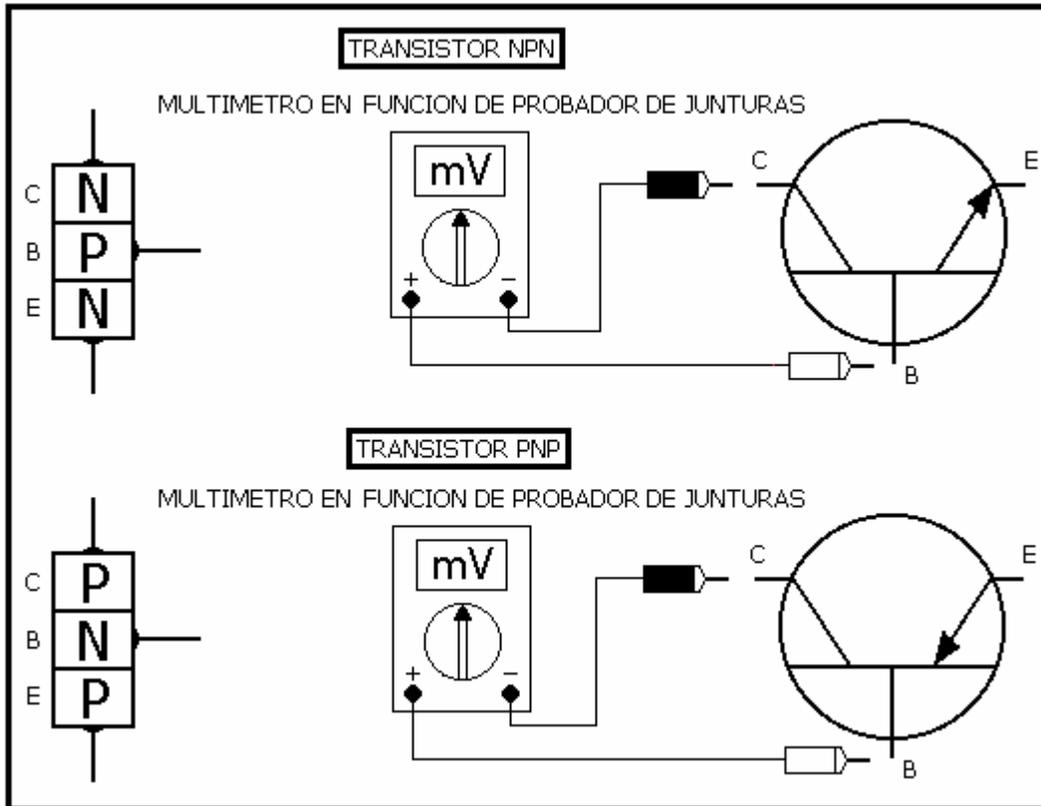
poseen polaridad. A continuación veremos representadas en el gráfico la forma de conectar el instrumento.



- g) **Diodos:** Tenemos dos modos para medir los diodos: la primera es utilizando el instrumento en función óhmetro y la otra es utilizando el probador de juntas. En ambos casos debemos polarizar al diodo en directa y en inversa (se entiende por polarización directa a la conexión de la punta positiva del tester al ánodo del diodo y la negativa al cátodo; se entiende por polarización inversa a la conexión de la punta positiva del tester al cátodo del diodo y la negativa al ánodo). Para verificar si el componente se encuentra en buen estado, al medir en directa obtenemos un valor bajo y al medir en inversa obtenemos un valor muy alto (infinito). Si las mediciones obtenidas difieren de lo expresado anteriormente, el componente estará defectuoso.



- h) **Transistores:** Se prepara el multímetro en la función probador de junturas y realizamos las seis mediciones estáticas que se destacan en la tabla a continuación. Se deberá considerar el tipo de transistor (si es NPN o PNP) y la distribución de los terminales. Esto último se podrá obtener de los manuales y hojas de datos que los fabricantes de los componentes proveen a los usuarios.



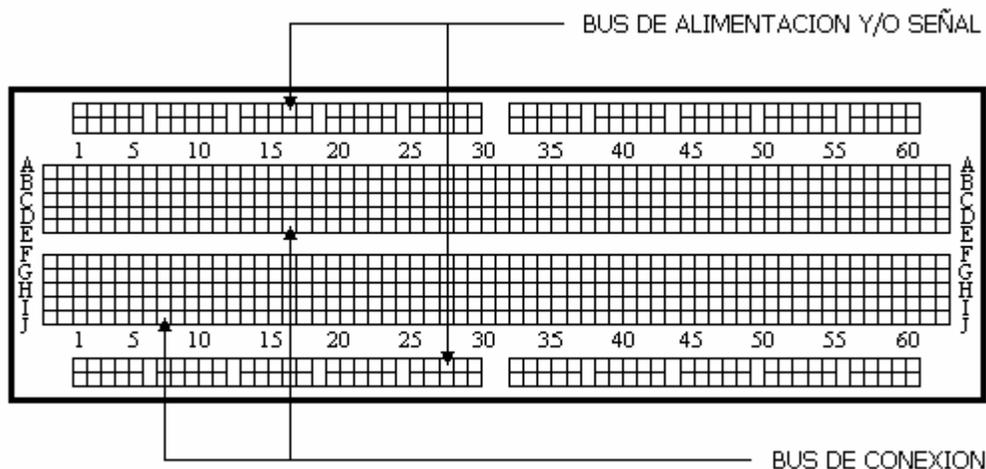
Medir la juntura:	DIRECTA	INVERSA
B-E	Tensión de umbral	Infinito
B-C	Tensión de umbral	Infinito

Medir	En un sentido	En otro sentido
C-E	Infinito	Infinito

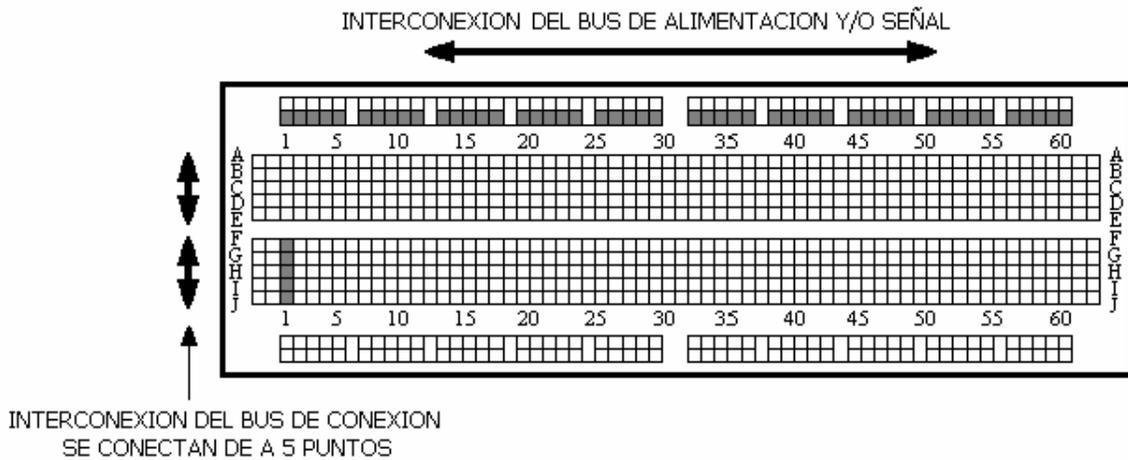
PLAQUETA PROTOBOARD

Es una plaqueta que se utiliza para ensayar circuitos, para practicarles las mediciones dinámicas y modificarlos o cambiar componentes sin necesidad de soldar y desoldar.

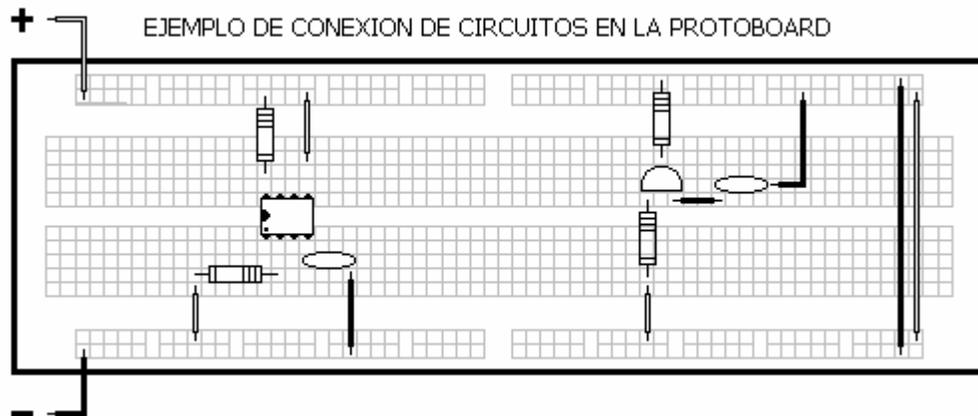
Gracias a su estructura interna la plaqueta protoboard permite la interconexión de componentes, permitiendo cambiarlos, modificar el circuito que está siendo utilizado a voluntad y sin tener que cortar los terminales del componente. Claro que la plaqueta protoboard tiene una serie de limitaciones que veremos a continuación. Como se muestra en la figura, la plaqueta protoboard posee puntos de anclaje para los componentes, pero no todos los componentes poseen los terminales con un mismo diámetro por lo tanto existen componentes que no podrán ser colocados directamente en la plaqueta. Otra limitación estará dada por la tensión máxima y corriente máxima que soporta la plaqueta. Todos estos datos se encuentran adosados en la caja de la plaqueta, así que el primer paso a seguir antes de utilizarla es leer cuidadosamente las instrucciones, consejos y características técnicas.



Esta plaqueta es muy utilizada para realizar mediciones y comprobaciones en un circuito; se arman teniendo en cuenta la conexión existente entre los puntos de anclaje. Las conexiones están representadas en el siguiente gráfico.

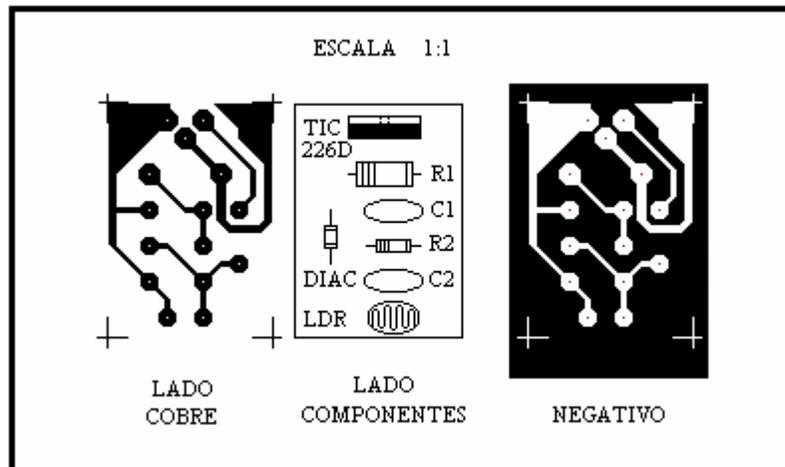


Debemos considerar además la posibilidad de trabajar con algún circuito integrado, podemos también necesitar una conexión entre dos puntos alejados y en este caso utilizaremos alambre de conexión. A continuación representamos gráficamente la conexión de un circuito a modo de ejemplo:



Existen en el mercado distintos modelos de protoboard que, según la marca, pueden presentar pequeñas variaciones con respecto a la del gráfico. Estas pequeñas variaciones comprenden la nomenclatura, los anclajes de la plaqueta, en algunas placas se encuentran los buses de alimentación y/o señal divididos a la mitad. También se encuentran de distintos tamaños y modulares, estas últimas se utilizan para ensamblar y armar una protoboard de mayor envergadura. De esta manera podremos observar diferencias en cuanto a calidad y precio.

CIRCUITOS IMPRESOS – Introducción al diseño



Selección de la placa

Un circuito impreso se desarrolla normalmente a partir de una placa enchapada en cobre a la cual se le elimina el cobre indeseado para dar lugar al circuito impreso, luego se la prepara para su posterior montaje y armado.

Por lo tanto, en la realización de un circuito impreso se deben llevar a cabo las siguientes operaciones en el orden que se indica a continuación:

- ✓ Seleccionar la placa cobreada a utilizar.
- ✓ Diseñar la impresión.
- ✓ Eliminar el cobre indeseado, dándole la terminación a la plaqueta.
- ✓ Montar y soldar los componentes a la plaqueta.
- ✓ Armar el dispositivo finalizado en un gabinete adecuado.

Para poder ejecutar exitosamente cada una de estas operaciones es necesario conocer las limitaciones y las posibilidades de realización.

Fabricación de las placas

Las placas cobreadas se construyen por medio de distintos procedimientos a partir de un material de base o soporte, aglutinado por medio de una resina. Los materiales de base son normalmente el papel y el

tejido de vidrio. Las resinas aglutinantes son muy variadas, siendo las principales la fenólica, la epoxídica, la melamínica y el teflón.

Las placas aislantes de soporte se forman sometiendo a fuerte presión los papeles y las telas impregnadas en resina bajo la acción del calor. Al someter a los materiales impregnados en resina al calor y luego al dejarlos secar, éstos se solidifican obteniéndose así placas rígidas conocidos como plástico estratificado.

Luego, el cobreado de la placa se realiza adhiriendo en caliente sobre el estratificado una lámina de cobre electrolítico, normalmente de un espesor de 35 micrones. Es importante el grado de adherencia de la lámina y el estado de la superficie del material de base del lado que estará cobreado, ya que no deberá presentar raspaduras, ondulaciones ni manchas y la lámina de cobre adherida deberá presentar un tono rosado característico.

Características y tipos de placas

La distinción de las placas se hace en base al aglutinante y al material de base.

Las propiedades eléctricas, mecánicas y térmicas son marcadamente distintas, por lo tanto debemos precisarlas para realizar la selección adecuada de la placa a utilizar. Por otro lado veremos que se tienen diversos tipos de calidad dentro de un mismo tipo de placa.

Las placas sobre base de papel son las más económicas. El papel es un compuesto de celulosa, presenta un inconveniente importante que es la alta concentración de agua, por lo tanto son higroscópicos y poseen, en condiciones normales, entre un 5% y un 10% de agua. Por esta razón si se lo usa como aislante se deberá hornear el papel antes de realizar la impregnación con resina para eliminar la componente de agua.

Las placas de aglutinantes fenólicas se hacen normalmente sobre base de papel, se caracterizan por un color marrón claro y una vez eliminado el cobre indeseado son traslúcidas.

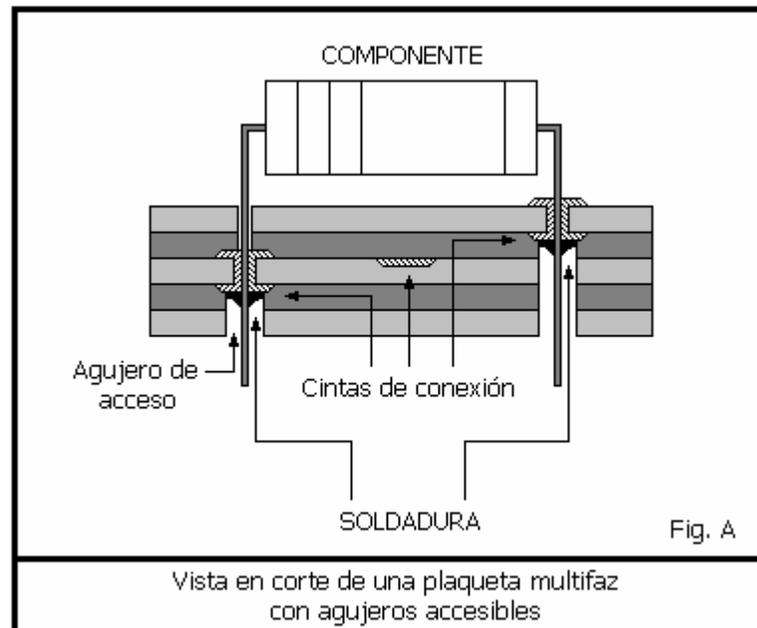
Se clasifican según la aislación e higroscopicidad. Los tipos más usados son el XXP y el XXXP. El XXP es para aplicaciones mas corrientes y el XXXP para aplicaciones especiales. Para trabajos profesionales o industriales se prefiere una base de tejido de vidrio. El tejido de vidrio tiene normalmente aglutinantes epoxídicos. Con las placas de fibra de vidrio se obtienen excelentes características eléctricas y mecánicas. Esta placa se reconoce por un característico color verdoso y al eliminar el cobre indeseado, son traslúcidas. El principal inconveniente es su dureza para el mecanizado, pero presentan la ventaja de no alterarse por el calor de la soldadura, mientras que

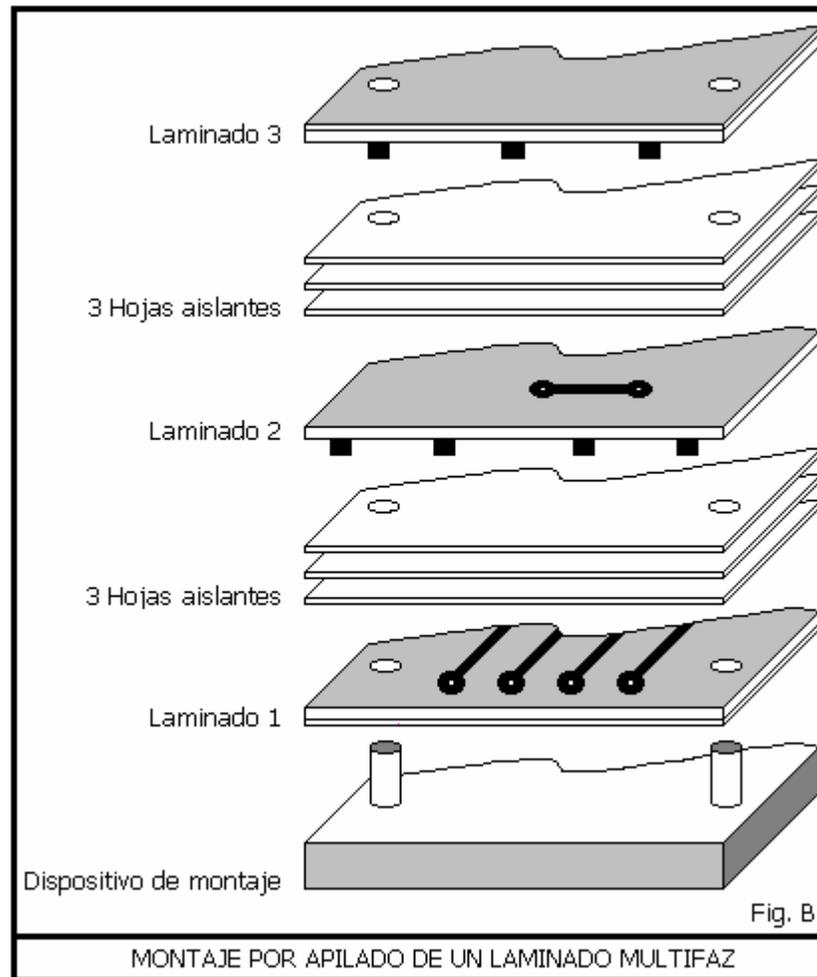
las placas fenólicas tienden a curvarse. Para usos muy especiales se recurre al uso de la placa de teflón que presentan inmejorables ventajas de aislación y muy bajas pérdidas en frecuencia, por esta razón se utilizan en alta frecuencia para formar micro líneas de transmisión.

Además de las placas cobreadas de un solo lado o simple faz, se utilizan placas cobreadas en ambas caras o doble faz. El cobreado en ambas caras es utilizado cuando la complejidad del circuito que se está diseñando es alta y, debido a la cantidad de pistas no se puede evitar el cruce de las mismas; también cuando se trabaja con altas frecuencias se utiliza una cara como blindaje o referencia de masa.

En trabajos de alta compacticidad y elevado grado de integración es necesario recurrir a plaquetas multifaz, pues resulta prácticamente imposible realizar las conexiones en una de las dos caras. Estas placas se construyen básicamente según dos técnicas: la de agujeros accesibles (fig.A) y por apilado con metalización de agujeros (fig.B). La figura B muestra la secuencia de armado sobre un dispositivo que sirve como registro. Una vez realizado el apilado se procede al maquinado de los agujeros y por último a la metalización de los agujeros.

También existen circuitos impresos flexibles los cuales se fabrican depositando pistas de cobre sobre una base de mylar. Estos son útiles para realizar cableados entre distintos planos.



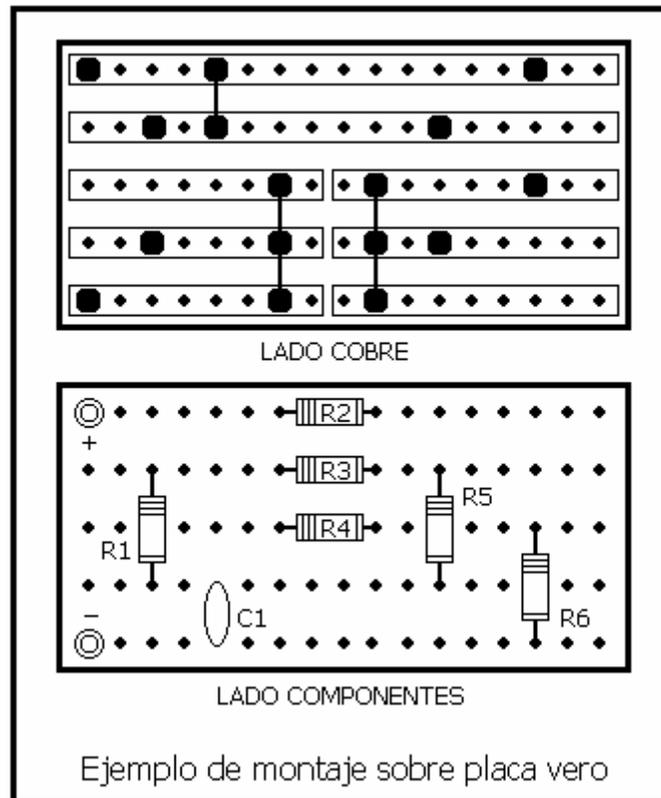
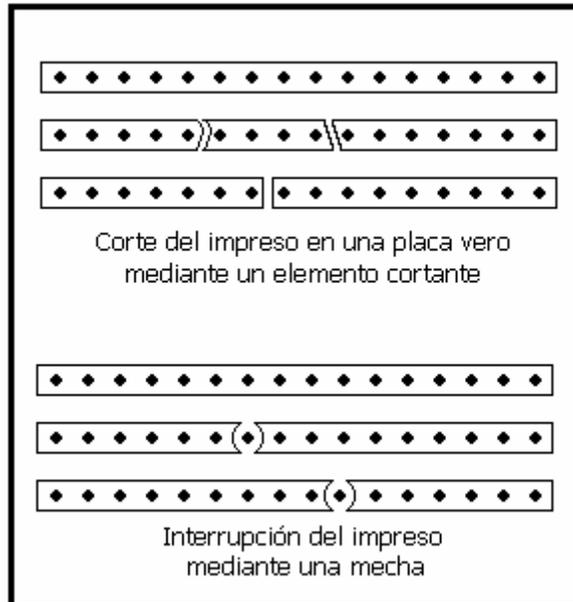


Plaquetas tipo vero o experimentales

Existen plaquetas impresas de uso universal para facilitar pruebas rápidas y armados unitarios. Este tipo de solución no es totalmente recomendable cuando el circuito que se prueba debe responder a condiciones finales de montaje diferentes, además posee severas condiciones de señal, frecuencia, tensión. En algunos casos estas plaquetas vienen con líneas terminales para ser enchufadas en conectores.

Además para llevar a cabo un circuito se deben interrumpir la continuidad de las pistas por medio de un elemento cortante o con una mecha; por otra parte, si se desea conectar una pista con otra se deberá recurrir a un puente lo cual no es recomendable; también se debe separar la pista en la cual se debe soldar a un componente, caso contrario el componente quedará cortocircuitado.

El mayor inconveniente que presenta este tipo de montaje es el poco aprovechamiento de la placa, pero presenta la ventaja de un armado rápido, siendo útil para el armado de prototipos de circuitos. Por este motivo es útil para el aficionado.



Dimensiones y formas

Las dimensiones y formas de las plaquetas se pueden determinar de acuerdo a:

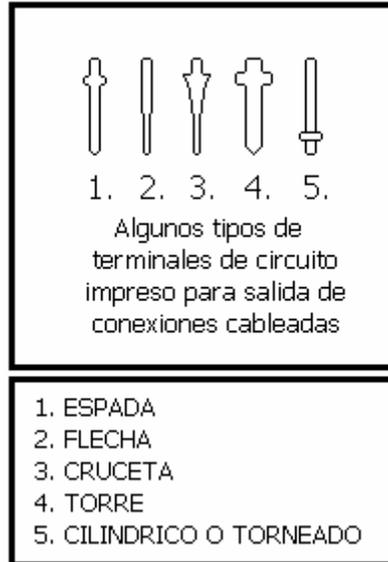
- 1. Normalización de una o dos dimensiones.*
- 2. Agrupación por funciones.*
- 3. Rigidez, confiabilidad y costo.*
- 4. Tamaño del mayor de los componentes.*
- 5. Densidad de los componentes.*

Acceso de interconexión

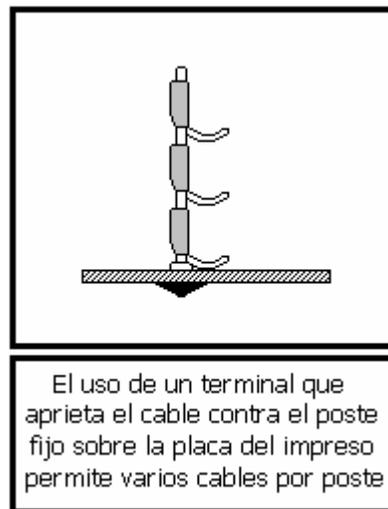
Existe la posibilidad de realizar conexiones con componentes u otro tipo de circuito, para lo cual deberemos realizar una interconexión. La misma se podrá llevar a cabo siguiendo un orden según el nivel de dificultad de los accesos. A continuación se detallan las formas de realizar los accesos por orden de dificultad de realización:

- 1. Accesos indiscriminados en cualquier punto de la plaqueta.*
- 2. Accesos sobre los bordes.*
- 3. Accesos sobre un solo lado, para conector.*

Los accesos pueden hacerse por cable directamente, soldado sobre el impreso como si fuese un componente mas, o bien sobre un terminal o conector. Para facilidad de montaje, cuando se prevé la posibilidad de recambio de plaquetas la mejor solución es la del conector. Luego evidentemente la de el uso de los terminales. La menos práctica pero la más económica es la terminación sobre la plaqueta.



Aunque es posible aplicar mas de un cable si se usan terminales especiales, resulta adecuado prever una sola salida por terminal. A continuación se representa gráficamente un terminal especial con varios conectores sobre un poste:



Los cables de acceso no deben tener movimientos que provoquen su rotura o la del circuito impreso. Esto puede requerir un amarrado de los cables sobre la plaqueta o sobre el gabinete.

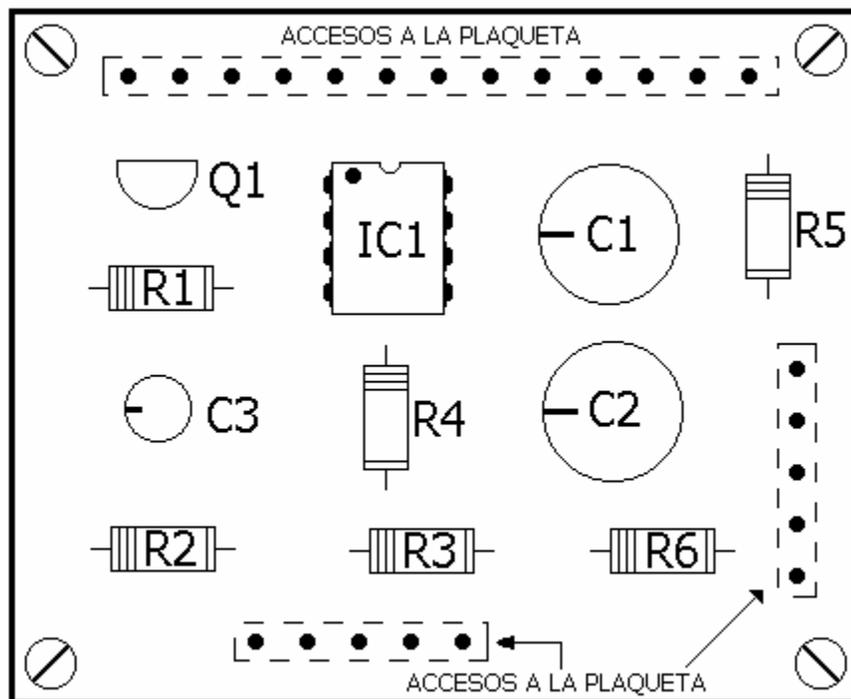
Los terminales deben clavarse sobre la plaqueta por presión de modo que el terminal soporte la fuerza y no el cobre impreso.

En la disposición de los accesos deberá tenerse en cuenta la facilidad de levantar la plaqueta, es decir que deben mantener los grados de libertad, una vez que se le retiran a la plaqueta sus fijaciones.

La distribución de los componentes dependerá de las exigencias de montaje propio. Se tratará siempre de montarlos del lado opuesto al lado cobre, o sea del lado componentes. Existen, por cierto excepciones, por ejemplo los capacitores cerámicos miniatura de estabilidad se trata de que tengan una longitud de conexión mínima para eliminar los efectos inductivos de las conexiones. Esto requiere además que sean soldados manualmente. En las plaquetas doble faz se puede recurrir a accesorios aislantes de montaje.

Distribución y anclaje de componentes

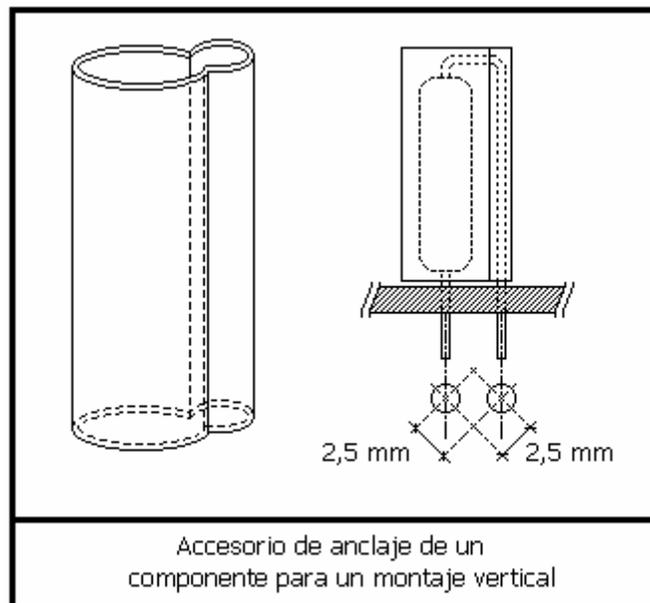
La distribución de los componentes debe tener un sentido estético, facilitando el reconocimiento de los mismos. Los componentes tendrán su eje de simetría orientado según los bordes de la plaqueta. Además los componentes con sus valores preimpresos sobre su cuerpo deben permitir leer el mismo. La siguiente representación gráfica muestra una buena distribución de componentes.



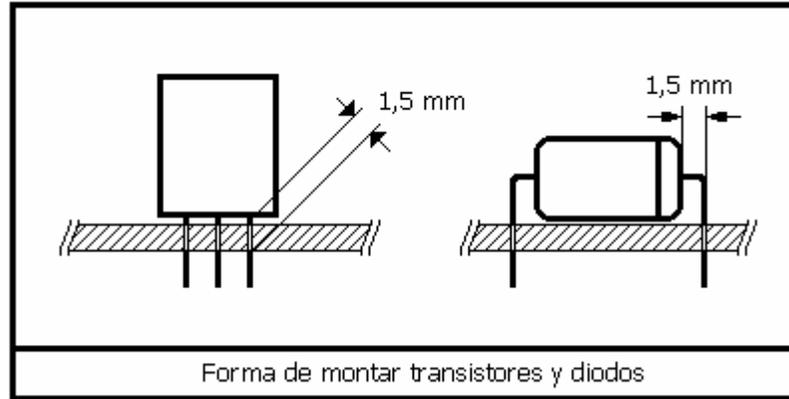
VISTA LADO COMPONENTES. VISTA DE LA DISTRIBUCION DE COMPONENTES

En el montaje y anclaje de componentes se deben respetar las normas de disipación y seguridad de agarre. Si los componentes se montan apoyados sobre la plaqueta puede haber una pérdida de capacidad de disipación dado que se pierde superficie de aireación. Pero en general ocurre lo contrario, siempre que se acorten los terminales, dado que el área de cobre a la que se suelda el componente actúa como disipador con una eficacia mayor que el terminal alámbrico del componente.

Con resistencias de alambre de alta temperatura de operación es conveniente dejar una distancia mínima del punto de soldadura al cuerpo, de modo que el punto de soldadura tenga en la operación una temperatura mínima dada. De hecho no se deberá apoyar el cuerpo sobre el impreso. Salvo que se disponga de accesorios especiales, el montaje vertical debe ser evitado. En este tipo de montaje, existe la posibilidad de movimientos independientes del componente respecto a la plaqueta que pueden provocar su rotura.

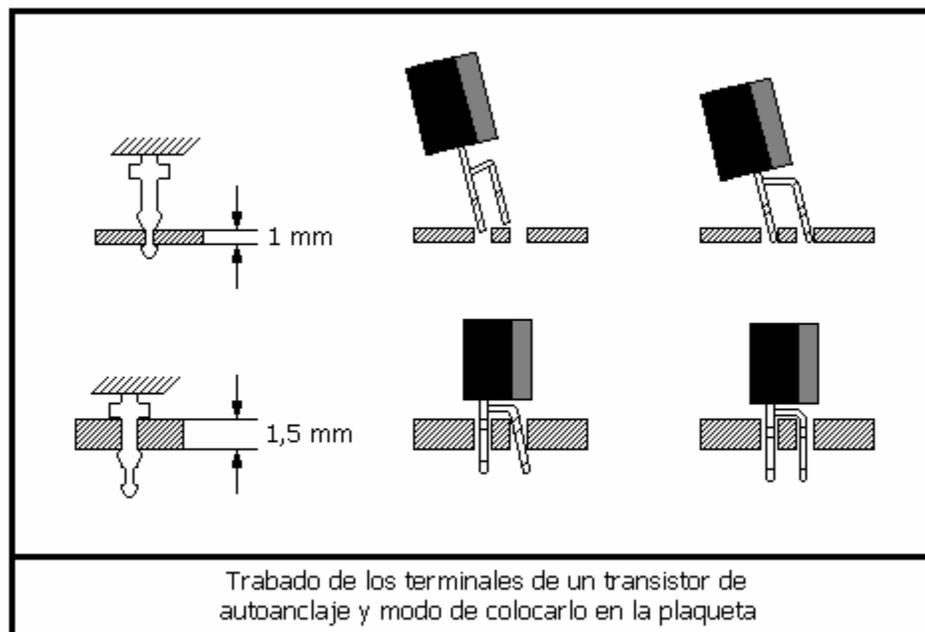


Para evitar los efectos del choque térmico de la soldadura al componente debe tener 1,5 mm mínimo desde el extremo del cuerpo del componente al punto de soldadura, siendo conveniente doblar los terminales a una distancia de 1,5 mm para evitar esfuerzos mecánicos en la unión del cuerpo y el terminal del componente, según se muestra a continuación.



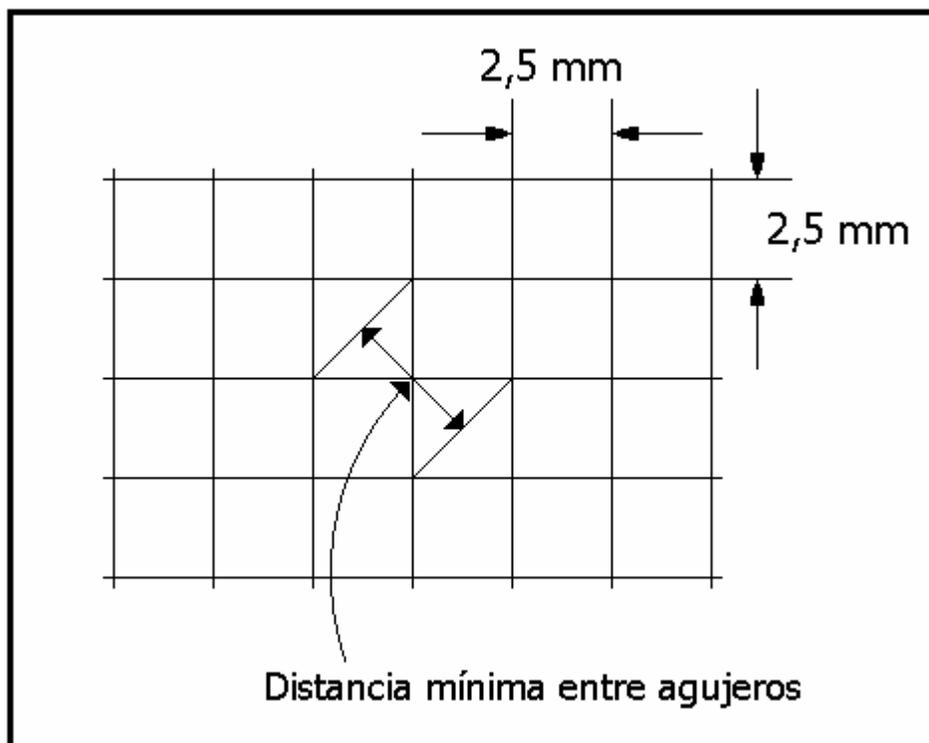
En la selección de los componentes se debe dar preferencia, a los que se adapten al montaje sobre el circuito impreso. Por ejemplo los transistores de auto anclaje permiten ahorrar tiempo de armado, al no requerir cortado ni doblado de los terminales, reduciendo las equivocaciones por tener una sola posición de armado. Por otro lado una vez armado sobre la plaqueta quedan trabados, permitiendo moverla sin la necesidad de hacer ninguna soldadura para evitar que los transistores se muevan de su lugar. La siguiente figura muestra el montaje de este tipo de transistores en plaquetas de 1 mm y de 1,5 mm de espesor.

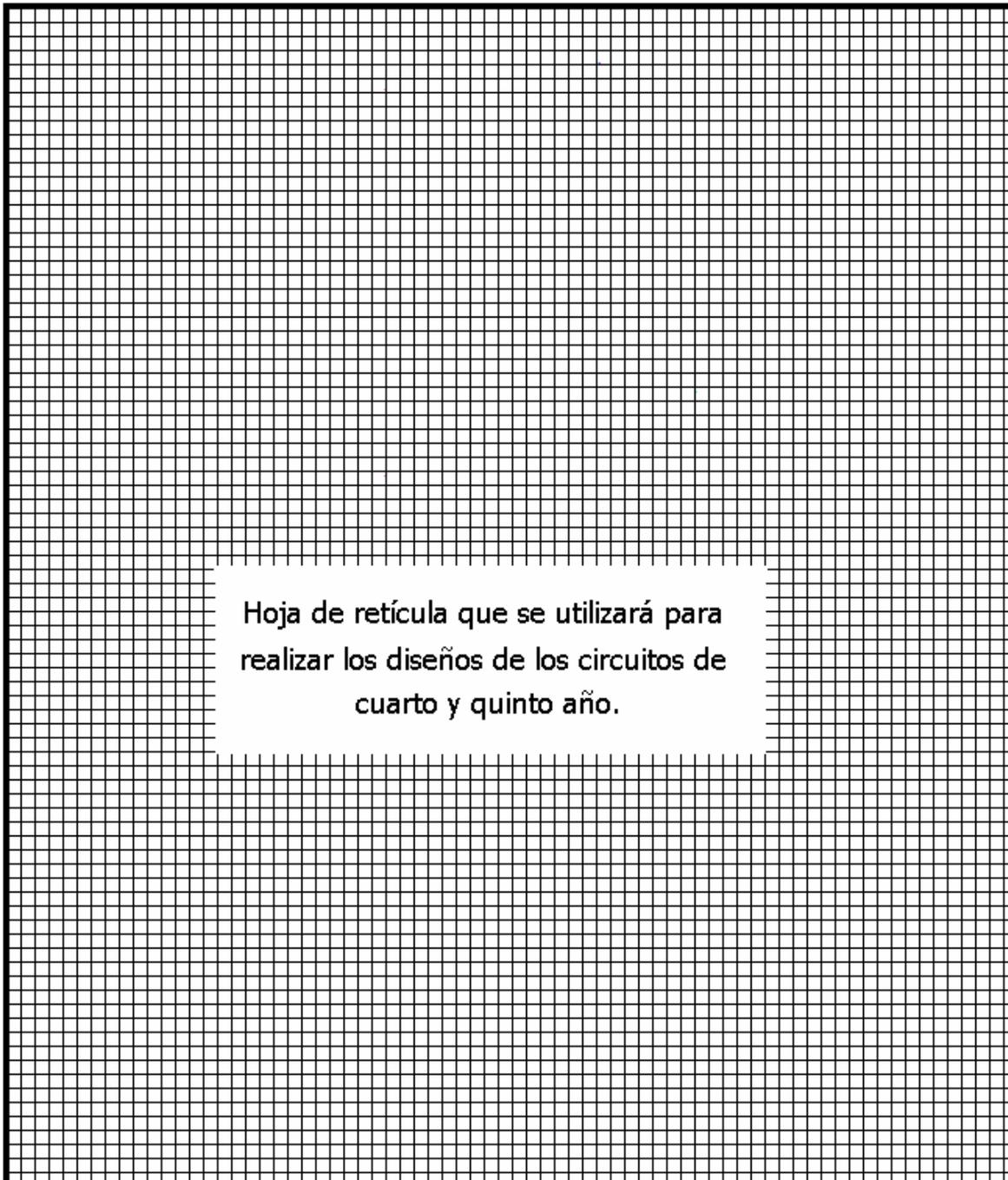
El circuito no siempre representa una solución para el montaje de los componentes; deberán descartarse aquellos con gran volumen, peso o requerimientos eléctricos especiales.



Normas de diseño

En un proyecto industrial existen normas de diseño que deben ser respetadas. Los componentes deben distribuirse de modo que sus terminales se fijen en agujeros ubicados sobre una cuadrícula conocida como rejilla internacional. Es decir, todos los agujeros de fijación deben estar sobre una cuadrícula de 2,54 x 2,54 mm (normas IEC americanas) o 2,5 x 2,5 mm (normas DIN europeas) pudiendo aceptarse la concordancia de ambas sin mayor error para componentes que ocupan varias mallas. La separación mínima entre dos agujeros es la dada por la diagonal de la cuadrícula, aproximadamente 3,5 mm y en ningún caso debe ser menor al espesor de la placa.





Hoja de retícula que se utilizará para realizar los diseños de los circuitos de cuarto y quinto año.

APELLIDO Y NOMBRES		TRABAJO PRACTICO REALIZADO EN EL AÑO	E.T. Nº 17 Brigadier General Don Cornelio de Saavedra
AÑO	DIVISION ESPECIALIDAD		
RETICULA DE DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS NORMA AMERICANA			TALLER DE ELECTRONICA
		ESCALA:	
MAESTRO A CARGO	JEFE DE SECCION	JEFE GRAL. DE ENSEÑANZA PRACTICA	

Criterios de diseño

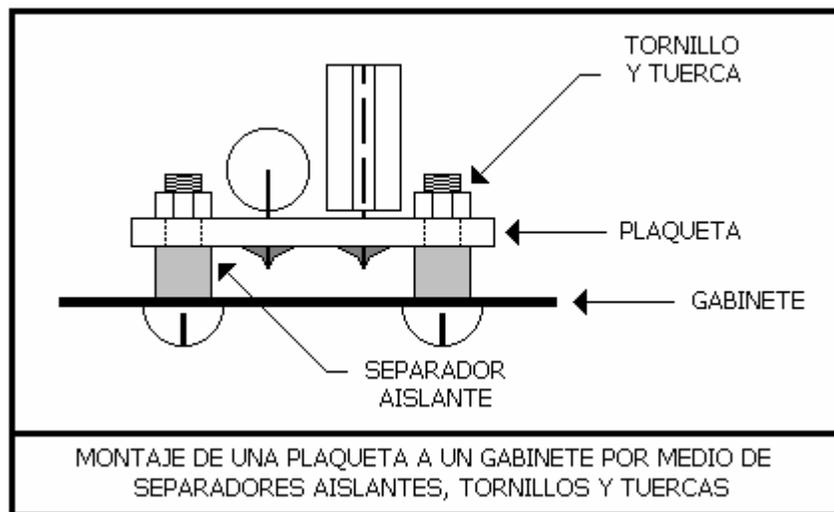
El diseño del impreso está sujeto a una serie de requerimientos que deben tomar en cuenta condiciones propias de los componentes de la plaqueta y del circuito.

Densidad de componentes

La densidad de los componentes debe ser homogénea, es decir no debe haber superficie con mucha aglomeración y otras desiertas. Un proyecto está bien logrado siendo la distribución pareja cuando se obtiene un factor de aprovechamiento superficial satisfactorio. Puede decirse que si el área cubierta representa un 50 a un 70% de la plaqueta se tiene un factor de aprovechamiento satisfactorio. Por cierto puede haber condiciones adicionales que lleven a factores de aprovechamiento del 20% o menos. Esto sucede cuando se requiere trabajar con una plaqueta única en un circuito relativamente complejo, también cuando se usa como soporte de otras plaquetas a las que interconecta, si el circuito es muy complejo y con alto grado de integración si se restringe la salida de conexión de la plaqueta a un solo borde, etc. Debe tenerse en cuenta que un mejor factor de aprovechamiento de la plaqueta no solo representa un menor costo sino que además requiere menor espacio para su ubicación. De este modo el empleo de una plaqueta grande con bajo factor de aprovechamiento traslada un mayor costo para el gabinete. Además cuanto más grande sea la plaqueta, menor será el peso que podrá soportar por cm^2 o de otro modo será mayor el número de fijaciones requeridas. La resistencia, de las conexiones impresas, de la inductancia y la capacidad de conexión impresa son a su vez mayores. Aumenta asimismo la tendencia a curvarse de la plaqueta. Por todo esto es importante un buen factor de aprovechamiento. La densidad de componentes se acrecienta mediante el uso de placas multifaz. Como esta solución es relativamente cara y compleja su uso se limita a pocas realizaciones. En general la utilización de una placa multifaz será la opción que deberá considerarse para mejorar la densidad de componentes.

Fijación de la plaqueta

La fijación de la plaqueta depende de la estructura del equipo, pudiendo hacerse sobre chasis o bastidor. En el montaje sobre chasis las plaquetas pueden disponerse coplanarmente o normalmente al mismo. El montaje coplanar es el más simple y por tal razón el más común. La fijación de la plaqueta se hace por medio de postes fijos sujetos al chasis, sea por atornillado o por remachado o simplemente interponiendo separadores con tornillos roscados sobre el chasis.



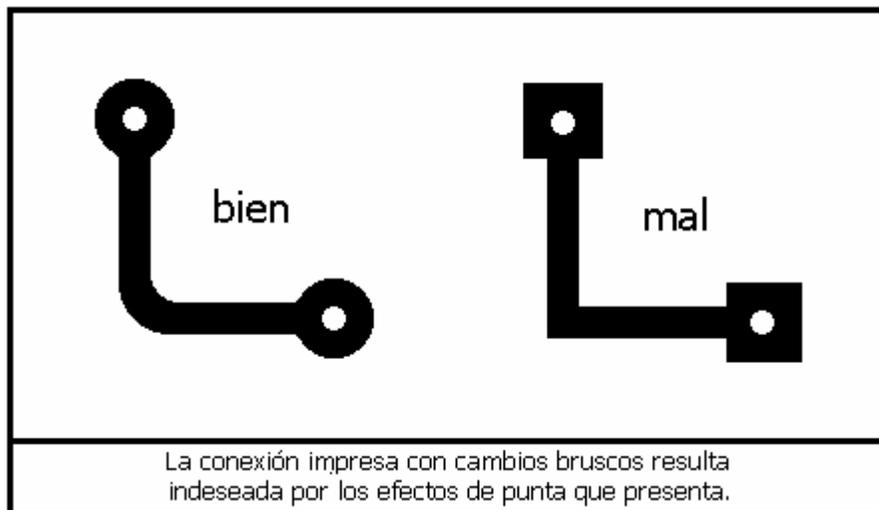
El número de postes de postes depende de la dimensión y la carga (gr./cm²). La gran ventaja de fijar la plaqueta sobre un plano es la facilidad de acceso y visualización, en algunas realizaciones se aprovechan las dos caras del chasis, pudiendo usarse este como blindaje. El segundo método permite lograr una mayor compacticidad pudiendo hacerse de un modo más racional sobre un bastidor especial. En este caso normalmente la plaqueta se enchufa sobre un conector lineal, utilizando los bordes adyacentes como guía. Se obtiene así un montaje más firme. El principal inconveniente del montaje sobre el bastidor es la dificultad de acceso en la comprobación, el ajuste y la reparación, haciéndose imprescindible el uso de plaquetas prolongadoras o en todo caso se debe dejar un largo de manguera de conexión suficiente que permita retirar la plaqueta. En general todos los componentes están preparados para el montaje sobre la rejilla internacional, de forma que su colocación no requiere arreglo de los alambres terminales. En la selección del componente habrá que tener en cuenta las condiciones del montaje.

Las cintas de conexión deberán estar separadas al menos 0,8 mm y tener un ancho mínimo de 0,5 mm, preferentemente entre 0,8 mm y 1 mm. El ancho dependerá de la corriente que circula ($1 A / mm$), de la resistencia máxima admitida, la sobre elevación de temperatura, la diferencia de tensión y del proceso de fabricación.

Es posible también diseñar con separación entre cintas y anchos de 0,2 mm. Con estos anchos, útiles en circuitos con alto grado de integración, son grandes los cuidados exigidos en la fabricación y soldadura.

Como norma se debe respetar una separación entre líneas impresas de 1 mm por cada 200 volts. De usar letras o números impresos de identificación deberán estar lo suficientemente separados de los conductores.

La rugosidad del trazado debe ser reducida, inferior al 30 % del ancho de la cinta de conexión, los contornos deben ser suaves y las conexiones cortas y directas como se indica en el gráfico a continuación.



Se encuentran muchas realizaciones donde se siguen reglas opuestas; los trazados están formados siempre por tramos rectos con cambios abruptos de dirección y con anchos mínimos de cintas.

Deberá siempre preverse un margen mínimo, de 1 mm por lado, libre de cobre.

Reglas para el trazado de masa

El trazado de las masas y la alimentación, exige un cuidadoso estudio siendo posible diseñar formando:

1. Lazos de masa o alimentación
2. Líneas de masa o alimentación

El primer método puede tener un efecto de blindaje, pero hace muy crítica la acometida de la referencia de masa externa o del punto de la alimentación. Si no se tiene gran experiencia, es preferible la segunda opción. Es importante respetar el circuito y las funciones de los elementos del mismo, evitando acomodar el diseño a la conveniencia de la disposición.

El criterio de base es hacer que el componente cumpla el fin pretendido y no sufra o provoque interferencias parásitas.

Características del montaje impreso.

Eléctricas: La resistencia de una cinta de impreso de 35 micrones de espesor está dada por:

$$R (\Omega) = \frac{0,5 \times l}{a}$$

Donde “ a “ es el ancho de la cinta en milímetros y “ l “ la longitud en metros.

Mecánicas: La carga admitida por cm² depende de la fijación y la ubicación del componente dentro de la plaqueta. Esto impone, una limitación adicional para las dimensiones y los soportes de la plaqueta.

Por cierto, es totalmente contraproducente que los elementos realmente pesados se apoyen sobre sus terminales. Cuando se quiera mantener una distancia mínima del terminal al punto de soldadura deberán colocarse separadores especiales de modo que estos trasmitan el peso y a su vez eviten movimientos vibratorios del componente.

Ambientales: Los aspectos de la sobre elevación de la temperatura deberán ser considerados para cada componente dado que el armado sobre el circuito

impreso permite una elevada compacticidad, lo cual se traduce en mayor disipación por unidad de volumen y consecuentemente en un aumento de temperatura.

Debe tenerse en cuenta que la temperatura es uno de los factores más determinantes de la vida útil del componente y del dispositivo. Definimos la vida útil al tiempo que tarda en variar significativamente sus parámetros. Cada grado de sobre elevación de temperatura por encima del ambiente significa una reducción de la vida útil del componente. Se estima que para los semiconductores su vida útil se reduce a la mitad para incrementos entre 10 y 30 °C. Igualmente se ven afectados los resistores, especialmente los de carbón y los capacitores especialmente los electrolíticos.

Diseño de un circuito impreso

No existen reglas fijas para el diseño de circuito impreso. Por lo general, se prefieren conexiones cortas y directas entre terminales. Existe una importante limitación y es que dos pistas de cobre no deben cruzarse, como parece evidente. Tales casos suelen resolverse haciendo que una de las pistas en conflicto dé un rodeo, de forma tal que evite el cruce. Cuando no quede más solución que cruzar dos cintas, se recurre a hacer un puente con hilo de conexión por el lado componentes.

Lo primero que debe decidirse es si el diseño se va a hacer sobre placa de una o dos caras de cobre, o sea, si la plaqueta que vamos a emplear el simple o doble faz. Los circuitos con componentes discretos pueden ir sobre placa simple faz. Los de alto grado de integración suelen requerir placas doble faz, salvo que se realicen gran cantidad de puentes. La ventaja de la doble cara es que se resuelven gran cantidad de cruces, llevando una cinta por cada cara. Por contrario, el precio es algo mayor y se presentan problemas de interconexión entre ambas caras y de aislamiento entre componentes.

En circuitos de una sola cara, los componentes se ubican en el lado opuesto al cobre, para evitar cortocircuitos o conexiones fortuitas inadecuadas. En circuitos de doble cara deben ubicarse en el lado que menor número de pistas contenga; como precaución suplementaria, es aconsejable dar una capa de barniz aislante (flux) antes de colocar los componentes.

Es importante hacer el diseño pensando que los componentes se ven desde abajo en la cara opuesta a la de su ubicación.

Las pistas de cobre deben guardar una separación juiciosa que elimine la posibilidad de cortocircuitos, resistencia de aislamiento baja o acoples indeseables que perturben el funcionamiento del circuito. Además, deben ser

lo suficientemente anchas para permitir el paso de la corriente que por ellas vaya a circular.

Es conveniente ensanchar aquellas zonas de pistas que vayan a alojar los terminales del componente (formando una isla); se conseguirán mejores conexiones. Además, debe evitarse que dos terminales lleguen al mismo agujero de anclaje de la isla; lo correcto es hacer dos islas unidas por la pista correspondiente.

Mecanizado de placas

La placa de circuito impreso contiene los componentes y las interconexiones entre ellos necesarias para el funcionamiento de un circuito. En la mayoría de los casos, tal circuito necesita llevar también conexiones con el exterior del mismo; por ejemplo, con la fuente de alimentación, la antena, un parlante, el conmutador de funciones, un potenciómetro de regulación, etc.

Aunque los cables que lleven tales conexiones pueden soldarse directamente sobre los puntos adecuados (y previstos para ellos) del circuito impreso, tal sistema no resulta aconsejable en la práctica, sino que lo más conveniente es la utilización de conectores especiales, ya sean de canto, torteas, espadines, bayoneta, u otras.

Con los conectores se evita hacer repetidas soldaduras y desoldaduras sobre las pistas impresas (lo que podría llegar a levantarlas), además de permitir efectuar la soldadura (si el conector lo necesita) por el lado de los componentes, lo que resulta interesante en muchas ocasiones.

Otra forma de evitar que se levanten las pistas impresas (incluso aquellas que no llevan soldadura) es procurar que no se presenten ángulos rectos en sus trazados, haciendo que los recorridos en cambio de dirección lo sean en forma curva.

Los taladros

Una vez decidida la ubicación de los componentes sobre la placa y el trazado del circuito impreso, debemos obtener la placa del tamaño adecuado. En el mercado existen placas vírgenes de muy variadas dimensiones, así como el material de base que deseemos, y tanto en simple faz como en doble faz.

Lo primero que debe hacerse es cortar la placa a la medida requerida por el diseño. Para ello, emplearemos preferiblemente un arco de sierra pequeño equipado con una hoja para metal. No es aconsejable utilizar hoja para madera, pues podrían estropearse, ni serruchos, pues dejan un corte basto e impreciso, que posteriormente habría que retocar. Con ayuda de una lima fina,

o una lija, pueden eliminarse las pequeñas rebabas sobrantes. Una vez cortada la placa, se procede a marcar los sitios donde deberán realizarse los agujeros de anclaje de los componentes. Para ello situaremos una copia del diseño *sobre la cara que va impresa*. Con un buril, un granete o simplemente un clavo de acero, se marcarán todos los puntos. Atención a las placas de baquelita, que son quebradizas y pueden levantarse o romperse con golpes fuertes. Si el circuito es de doble cara, el proceso anterior puede hacerse por cualquiera de las dos caras aunque por una solamente estarán ubicados los componentes, teniendo en cuenta que la plantilla empleada corresponda a la cara por la que van a efectuarse los agujeros. Si son necesarias varias placas iguales, pueden apilarse para efectuar todos los agujeros de una vez. Debe prestarse atención a que todas presenten la cara correcta, y a que no puedan deslizarse una sobre otras durante el proceso.

Con una taladradora adecuada (eléctrica o manual) se realizan todos los agujeros necesarios. El diámetro de los mismos depende de los terminales de los componentes. Con una broca de 1 mm valdrá para la mayoría de los casos. Algunos de ellos, tales como espadines, potenciómetros, y algunos otros, pueden necesitar una broca de 1,5 mm. Para los agujeros que lleven tornillos se empleará una broca de 3 mm.

Terminación mecánica

Las rebabas formadas al taladrar deben retirarse. Para ello no debe emplearse una lima o una lija, pues se rayaría todo el cobre, con el peligro de levantarlo o suprimirlo en algunas zonas. Debe pensarse que la película de cobre es de tan solo de 35 milésimas de milímetro.

El mejor procedimiento consiste en emplear una broca de diámetro algo mayor a la empleada por el taladro; por ejemplo, una de 3 mm para agujeros de 1 mm o 1,5 mm, o una de 6 mm para agujeros de 3 mm. La broca se manejará con los dedos, girándola a un lado y al otro hasta hacer desaparecer la rebaba. No emplear un taladro para esta operación.

Antes de dar por terminada la mecanización es conveniente limpiar bien las placas de rebabas metálicas, virutas, polvo y otros materiales depositados sobre el cobre. Para ello puede emplearse un paño suave impregnado con alcohol o acetona, que eliminará restos de grasa o pegamento que pudieran quedar. Las placas ya mecanizadas y limpias deben tratarse como clichés fotográficos, evitando rayarlas o poner los dedos sobre las superficies cobreadas.

Trascripción del circuito

Una vez que la placa del circuito impreso ha sido mecanizada, comienza la fase del tratado de la cara (o caras) de cobre, cuyo final es la obtención del circuito impreso propiamente dicho. Para formar el circuito, debe eliminarse todo aquel cobre que no vaya a ser parte del mismo. La manera más usual de hacerlo es disolviéndolo por medio de un agente químico.

El disolvente no sabe que cobre debe eliminar y cual no, por lo que debe protegerse contra la acción del mismo las partes que vayan a formar el circuito. Existen varias formas de hacerlo, entre ellas la protección por cintas y láminas adhesivas, con tintas especiales y utilizando placas especialmente tratadas.

Cintas y láminas

Este procedimiento consiste en emplear cintas de material plástico o de papel que llevan adhesivos por una de sus caras y que pueden encontrarse en diferentes anchos. Dicha cara se pega sobre el cobre en aquellos lugares que deben permanecer para formar el circuito.

En otros casos, sobre todo para la formación de islas para soldar los terminales de los componentes, en uniones de pistas y otras situaciones similares, suelen utilizarse símbolos preformados de los mismos que pueden depositarse en el lugar preciso por aplicación de la lámina de papel transparente que los contiene, sobre el cobre (a este tipo de adhesivos se los conoce con el nombre de LETRASET o TRANSFER).

Las ventajas del método son su rapidez y la precisión en la formación del circuito impreso, así como la pulcritud que presenta la placa terminada. No obstante, debe tenerse cierta pericia en el tratamiento de los materiales, que han de ser de buena calidad y no tiendan a despegarse. El principal inconveniente es el precio de las láminas y cintas, compatible únicamente con los prototipos y circuitos originales que no pueden hacerse por otros medios.

Rotuladores

Uno de los métodos más populares de fabricación de circuitos impresos se basa en el empleo de rotuladores especiales, con una tinta resistente al

disolvente del cobre. Con tales rotuladores se dibuja el circuito deseado, incluidas las islas y las uniones entre pistas.

Hay rotuladores de distintos gruesos de punta, de forma que puedan emplearse para formar cintas de varios anchos, o incluso para recubrir zonas grandes de cobre que actúen de masa o funciones similares. La gran ventaja de éste método es su economía aunque es necesario tener buen pulso y utilizar elementos tales como regla, plantillas de círculos y otros elementos geométricos para que el diseño quede aceptable.

Debe procurarse emplear la suficiente cantidad de tinta para que el cobre quede bien recubierto. Lo que puede hacerse pasando varias veces el rotulador sobre los mismos puntos.

Si no se hace así a la hora de disolver el cobre sobrante pueden quedar zonas con terminaciones poco presentables. En caso de error, la tinta puede borrarse con un trapo impregnado en acetona o alcohol etílico. El método también resulta ideal para prototipos y primeras pruebas.

Acabado del circuito

Una vez que la placa impresa tiene ya trazado el circuito sobre la cara de cobre (o sobre ambas caras si es doble faz), por uno u otro de los métodos de protección del mismo, se procede a realizar un ataque químico al mismo para eliminar el cobre sobrante.

El disolvente mas ampliamente utilizado es el cloruro férrico, que puede encontrarse en casas de electrónica o en comercios donde se venden químicos.

Comercialmente se presenta líquido y en una concentración elevada.

Para el ataque del cobre debe utilizarse una cubeta, preferentemente de plástico o vidrio y que no vaya a contener posteriormente alimentos o líquidos. Las mejores son las de gran superficie y bordes bajos. El tamaño de los recipientes dependerá de la plaqueta a tratar. Se coloca el líquido en el recipiente y luego la plaqueta se dejará flotando con la cara de cobre hacia abajo, para que las partículas que se desprenden de la plaqueta decanten al fondo y no obstruyan el trabajo del cloruro de hierro.

Tiempo de proceso

Según la concentración del cloruro férrico y la superficie de cobre a eliminar, el proceso durará más o menos tiempo. Una placa de 100 cm² de superficie (simple faz) con cloruro medianamente concentrado puede estar lista en unos 20 o 30 minutos. El tiempo puede acortarse si se mueve el líquido debajo de la placa, para que vaya renovándose.

Se deberá tener cuidado con las salpicaduras, pues producen manchas difíciles de quitar sobre superficies de madera o plásticas. Sobre la piel, deja un color amarillento que, con el tiempo, paciencia y muchos lavados acaban por quitarse. No es peligroso, aunque es un producto tóxico y debe evitarse dejarlo al alcance de los niños, tanto durante su utilización como en su almacenamiento. Durante el proceso de ataque puede sacarse de vez en cuando la placa, para observar como se va disolviendo el cobre. No emplear para ello materiales metálicos, pues se estropean con el cloruro. No debe apurarse demasiado el tiempo de disolución pues podría levantarse la capa protectora del mismo, con lo que la terminación sería de dudosa calidad y presentación.

El cloruro férrico puede emplearse varias veces consecutivas para distintas placas, aunque va perdiendo eficacia y alargándose el tiempo necesario para la disolución, debido al proceso químico que ocurre en el mismo. El cloruro ya empleado no puede filtrarse ni admite realizar sobre él procesos similares para aumentar la concentración, dado que los fenómenos que intervienen son, como ya se ha mencionado, netamente químicos.

Acabado final

Una vez que ha sido eliminado todo el cobre sobrante, se procede a lavar bien con agua tibia la placa para eliminar los restos de cloruro férrico que pudieran subsistir. Una vez seca, se elimina la protección del cobre que forma el circuito, bien retirando las cintas adhesivas, o limpiando con alcohol los restos del rotulador hasta que el cobre quede totalmente al descubierto.

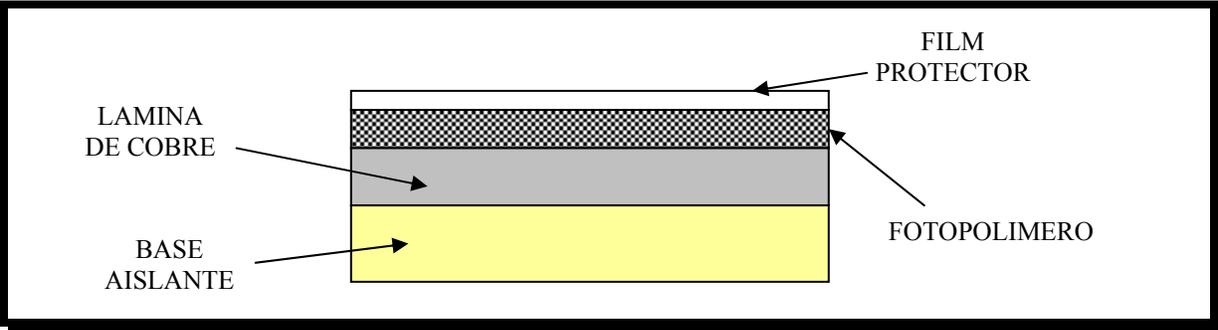
Una vez que el cobre esté descubierto haremos una limpieza final con alcohol o acetona para eliminar todo el resto del proceso de formación del circuito. Cuando el cobre quede limpio, es conveniente pasar una capa de barniz que evite su oxidación (flux) y que permita hacer soldaduras perfectas.

No debe olvidarse de realizar una inspección ocular y una prueba de continuidad entre pistas con lo que se podrían encontrar cortocircuitos entre pistas e islas o bien pistas cortadas. Este proceso se deberá llevar a cabo antes de soldar los componentes en la plaqueta, dado que luego se podrán obtener verificaciones pero la resistencia de los componentes soldados en la plaqueta intervienen en la tarea, transformándose esta verificación en una tarea tediosa y complicada. Una vez que nos aseguramos que la plaqueta no presenta cortocircuitos ni pistas cortadas procedemos al armado de la plaqueta fijando los componentes y soldándolos según lo aprendido en soldadura.

SISTEMA DE IMPRESIÓN FOTOGRAFICO (P.F.R.)

Todo método que se utiliza para realizar circuitos impresos por medio del sistema fotográfico se basa en la aplicación de una emulsión sensible a la luz ultravioleta sobre la lámina de cobre del panel que, una vez seca, se coloca el negativo del dibujo que se quiere grabar, aplicándose luz ultravioleta durante un tiempo determinado, revelándose luego, quedando la zona de conductores protegida por la emulsión para luego atacar el resto del cobre con el cloruro férrico.

En la figura podemos ver cómo se compone el panel P.F.R.

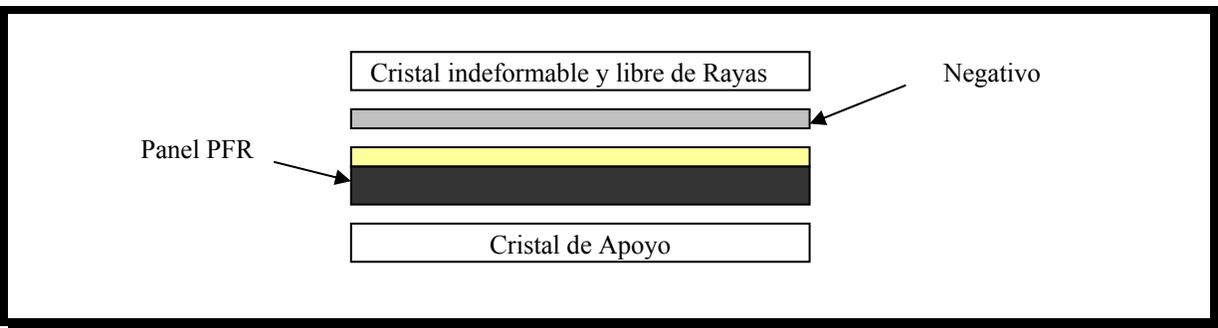


A continuación se describen las distintas partes que componen al panel:

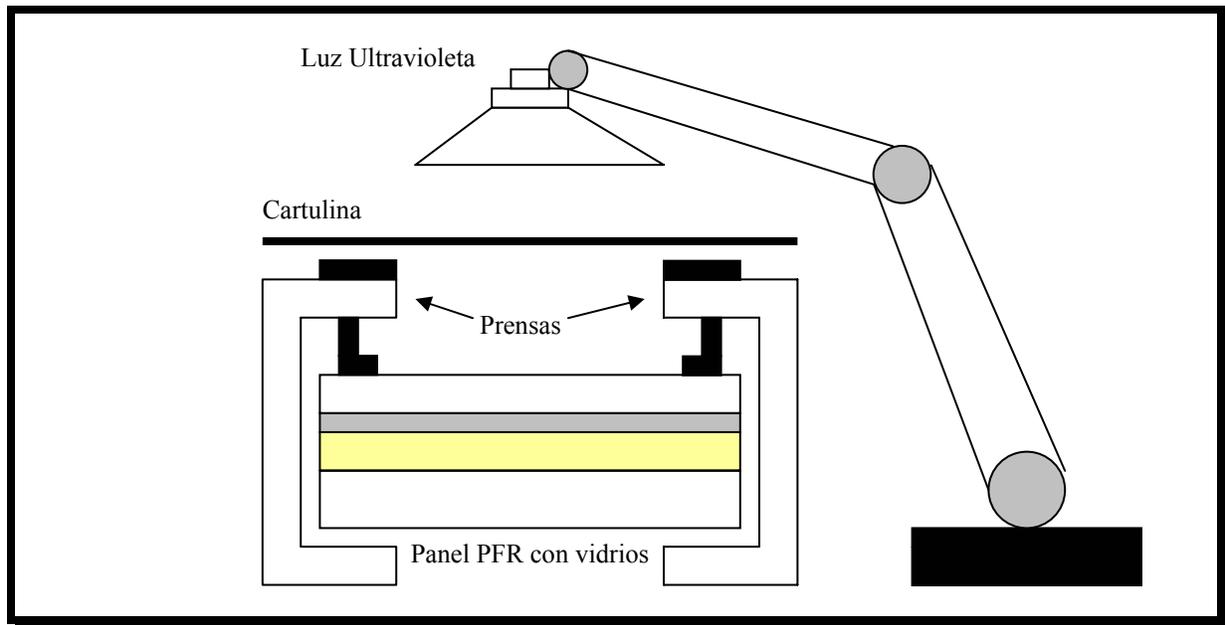
1. **Base Aislante**: Éste es el material de base de la placa que puede ser de pertinax, epoxi glass (fibra de vidrio).
2. **Lámina de cobre**: Es una lámina de cobre electrolítico de 35 micrones de espesor, perfectamente pulida.
3. **Foto polímero**: Es un material sensible a la luz ultravioleta de 25 micrones de espesor. Este material, al entrar en contacto con la luz ultravioleta se endurece.
4. **Film protector**: Este film cumple la función de proteger el foto polímero, se retira luego de la exposición a la luz ultravioleta y antes del revelado de la placa.

INSTRUCCIONES PARA SU USO

1. **Original**: Éste debe estar realizado en escala 1:1, debe ser un negativo plasmado en una hoja del tipo transparencia o calco de 90 grs. Un negativo es una representación del circuito donde las pistas y las islas deben estar libres de tinta (transparentes) para dejar pasar la luz y el resto de la placa debe estar perfectamente pintada para que la luz no atravesese esta región.
2. **Ambiente**: El ambiente donde se realiza el trabajo no debe tener iluminación fluorescente ni solar; se puede utilizar luz incandescente de poca potencia o amarilla de seguridad.
3. **Apilado**: Con los cristales, el panel y el original, apilar de la siguiente forma:



4. **Presión**: Asegurar por medio de prensas la presión suficiente entre el panel y el original.
5. **Protección**: Se cubre el conjunto con una cartulina negra hasta que se estabilice la luz ultravioleta.
6. **Iluminación**: Ubicar la lámpara ultravioleta o tubos de luz actínica (tubos fluorescentes) a una altura de 30 cm del primer cristal en forma perpendicular, como se indica en la siguiente ilustración:



7. **Temperatura**: Dejar un tiempo determinado la cartulina puesta luego de encender la lámpara para que la misma se estabilice y tome la temperatura adecuada. (Tiempo adecuado 1 minuto).
8. **Exposición**: Al retirar la cartulina, la luz que incide sobre la placa comienza a endurecer el foto polímero que fue afectado.
9. **Tiempo**: El tiempo de exposición depende del original; si es película éste es de 3 minutos, si es de mylar o calco conviene darle 30 segundos más. Otro factor que influye es el tipo de iluminación, siendo mucho mayor si se utilizan tubos fluorescentes, en los que el tiempo va desde los 10 a los 15 minutos. Una vez transcurrido el tiempo de exposición se apaga la iluminación, se retiran las prensas y el panel.
10. **Revelado**: Este proceso se realiza en una batea plástica que contiene líquido revelador, retirando previamente el film protector que el panel posee.
11. **Tiempo de revelado**: Una vez transcurridos 2 ó 3 minutos retirar del revelador con guantes de goma y enjuagar con suficiente agua, verificando que no quede ningún velo; luego envasar el revelador en su envase original, ya que se podrá utilizar algunas veces más.

12. **Verificación**: Verificar que el panel no tenga ningún velo, realizar una inspección de la plaqueta y verificar que no halla pistas cortadas o cortocircuitos entre las mismas; en tal caso deberá retocar con indeleble o raspar con un elemento cortante según corresponda.
13. **Ataque**: Verter en una batea plástica el cloruro férrico e introducir el panel, pudiendo acelerar el proceso agitando la batea.
14. **Tiempo de Ataque**: Es conveniente precalentar el cloruro férrico a no más de 60° en un recipiente enlozado para que de este modo se tarde la mitad del tiempo necesario para el ácido a temperatura normal o ambiente. El tiempo de ataque del ácido es muy variado y depende de muchos factores a saber: mucho cobre a atacar, tamaño del panel, agotamiento del ácido, uso de líquidos reveladores inadecuados. Debemos verificar de a ratos el panel, manipulando al mismo con pinzas de plástico o guantes hasta observar que no quede cobre indeseado en la plaqueta.
15. **Removido**: Luego de retirar la plaqueta del cloruro férrico se deberá enjuagar muy bien con agua hasta que no queden restos del ácido. Colocar entonces la plaqueta en una batea con líquido removedor; al cabo de unos minutos veremos que el foto polímero que cubre las pistas e islas comienza a eliminarse de la plaqueta. Después de eliminar el foto polímero enjuagar bien con agua y secar.
16. **Mecanizado**: Realizar todos los agujeros correspondientes con su respectiva mecha (0,8 mm – 1 mm – 1,5 mm – 3,75 mm) según sea el terminal del componente a soldar en la isla.
17. **Pulido**: Pulir toda la superficie del panel utilizando una virulana y retirar todo el polvo y virutas.
18. **Fluxeado**: Aplicar una capa de flux en forma uniforme y con un pincel sobre toda la superficie del panel (del lado cobre), éste brindará una protección al cobre de las pistas e islas, evitando que se oxiden, y además limpia la superficie a soldar en el momento de la soldadura gracias a su compuesto de resina.

RECOMENDACIONES

- ❑ No abrir el sobre si las condiciones de iluminación no son las apropiadas.
- ❑ Revisar el fotolito, donde pase la luz el foto polímero se endurece.
- ❑ Utilizar la misma marca del panel y del líquido revelador.
- ❑ El original (fotolito) debe ser más chica que el panel (1cm x lado).
- ❑ Seguir los pasos en forma ordenada.

Medidas Standard

60 x 100 mm

70 x 150 mm

90 x 150 mm

120 x 150 mm

150 x 240 mm

Material de base

Copper Clad simple faz

Copper Clad doble faz

Epoxi Glass simple faz

Epoxi Glass doble faz

Epoxi Glass simple faz