

Electrónica básica

Club de Robótica
UTN-FRC

18 de Abril de 2012

Índice

I	Conceptos básicos	4
II	Dispositivos no lineales	16
III	Introducción al laboratorio	24

La electrónica es una de las áreas de la ciencia que más evoluciona en los últimos tiempos. La complejidad de algunos de sus componentes nos llevaría a dedicarle al tema más de un manual en forma exclusiva. Pero no es la intención de éste formar a expertos en electrónica, sino dotarlos de los conocimientos básicos y necesarios para afrontar el análisis de circuitos simples, la utilización de las herramientas de laboratorio y el desarrollo de un proyecto a nivel técnico.

Al finalizar este curso básico, usted debería ser capaz de :

- Realizar cálculos de Tensión y Corriente sobre circuitos resistivos.
- Identificar los componentes electrónicos básicos.
- Conocer el comportamiento del diodo y sus aplicaciones mas comunes.
- Realizar ensayos de medición con instrumentos de laboratorio (Multímetro y osciloscopio)
- Construir circuitos sobre una Protoboard.
- Diseñar y construir una placa de circuito.
- Entender el funcionamiento de una fuente lineal de tensión e identificar cada etapa.

Parte I

Conceptos básicos

Antes de comenzar a hablar de electrónica, es necesario saber en que contexto se trabaja, y para ello hay que diferenciar el comportamiento de algunos materiales:

Conductores y Aisladores

Materiales conductores

En un cuerpo conductor los electrones están flojamente unidos a su núcleo, inclusive muchas veces se movilizan y cambia de núcleo en forma casual; aunque siempre que un átomo adquiere un electrón cede otro para mantener la neutralidad.

Ejemplos de cuerpos conductores son los metales como el cobre, el aluminio, la plata, el oro, etc. Pero debemos aclarar que no solo los metales son conductores; algunos líquidos también lo son. Dejemos el caso obvio de los metales líquidos a temperatura ambiente como el mercurio. Algunos líquidos compuestos como los ácidos, las bases y las sales disueltas (como el agua salada) son conductores, aunque no tan buenos como los metales. También existen sólidos conductores como por ejemplo el grafito (un estado de agregación del carbono).

Materiales aisladores

En un cuerpo aislador los electrones están fuertemente unidos a su núcleo y es difícil o imposible sacarlos de sus orbitas.

Como ejemplo de aisladores podemos indicar, al vidrio, los materiales plásticos y el agua destilada. En realidad son aisladores hasta cierto punto. En efecto si un cuerpo esta muy cargado de electricidad y la barra aisladora no es muy larga puede ocurrir un efecto de circulación disrruptiva que perfora el aislador y lo vuelve conductor. En general esta circulación se produce con presencia de ruido, efectos luminosos y térmicos dando lugar a lo que se llama una descarga eléctrica y en muchos casos el cuerpo aislador queda definitivamente transformado en un conductor.

Definiciones de Tensión y Corriente

Corriente eléctrica

Los electrones que circulan entre dos cuerpos cargados con cargas opuestas, al unirlos con un conductor, forman lo que clásicamente se conoce como corriente eléctrica. Es decir que circulación de electrones y corriente eléctrica son sinónimos. Por lo general cuando se trata de fenómenos electrostáticos se habla de circulación de cargas o de electrones y cuando los procesos son continuos se habla de corriente eléctrica.

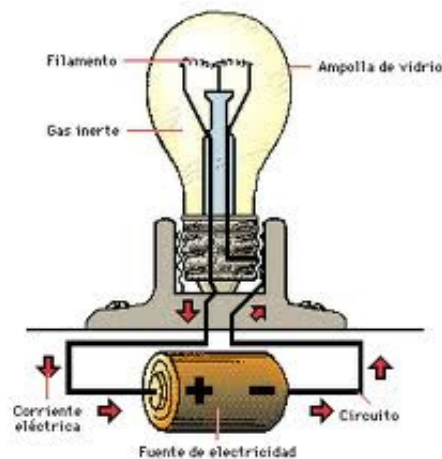


Figura 1: Corriente eléctrica

La corriente se divide en dos grandes ramas:

- Corriente alterna
- Corriente continua.

La CORRIENTE ALTERNA es la que cambia de polaridad y amplitud en el tiempo. La característica principal de una corriente alterna es que durante un instante de tiempo un polo es negativo y el otro positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos por segundo o [hertz] posea esa corriente. No obstante, aunque se produzca un constante cambio de polaridad, la corriente siempre fluirá del polo negativo al positivo, tal como ocurre en las fuentes de FEM que suministran corriente directa.

La razón del amplio uso de la corriente alterna viene determinada por su facilidad de transformación, cualidad de la que carece la corriente continua. En el caso de la corriente continua la elevación de la tensión se logra conectando dinamos en serie, lo cual no es muy práctico, al contrario en corriente alterna se cuenta con un dispositivo: el transformador, que permite elevar la tensión de una forma eficiente.

La energía eléctrica viene dada por el producto de la tensión, la intensidad y el tiempo. Dado que la sección de los conductores de las líneas de transporte de energía eléctrica depende de la intensidad, podemos, mediante un transformador, elevar el voltaje hasta altos valores (alta tensión), disminuyendo en igual proporción la intensidad de corriente. Con esto la misma energía puede ser distribuida a largas distancias con bajas intensidades de corriente y, por tanto, con bajas pérdidas por causa del efecto Joule y otros efectos asociados al paso de corriente tales como la histéresis o las corrientes de Foucault. Una vez en el punto de consumo o en sus cercanías, el voltaje puede ser de nuevo reducido para su uso industrial o doméstico y comercial de forma cómoda y segura.

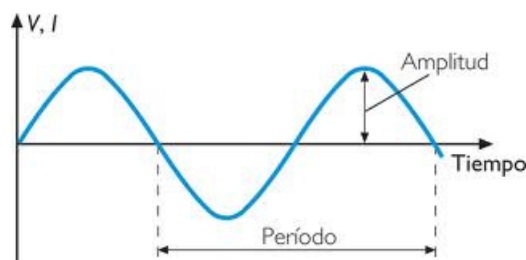


Figura 2: C.Alterna sinusoidal

La CORRIENTE CONTINUA es la que permanece con polaridad y amplitud constante.

La corriente continua o corriente directa es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la corriente alterna, en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección (es decir, los terminales de mayor y de menor potencial son siempre los mismos). Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante (por ejemplo la suministrada por una batería), es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad. También cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, el flujo se denomina corriente continua y va del polo positivo al negativo

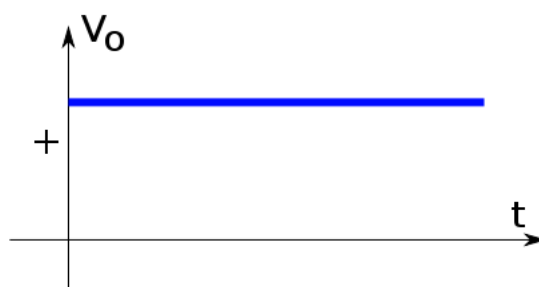


Figura 3: Corriente Continua

La corriente continua se identifica con la letra I mientras que la alterna con la letra i . Tanto la C.C como la C.A se miden en [ampers]

Tensión

La tensión eléctrica o diferencia de potencial (también denominada voltaje) es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Se identifica con la letra V y su unidad de medida es el [volt].

Resistores

La resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de corriente. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.

Se identifica con la letra R y su unidad de medida es el Ohm $[\Omega]$.



Figura 4: Resistor

Identificación de los resistores

Para poder identificar el valor de un resistor, es necesario conocer el «código de colores», en el cual cada color indica un valor a tener en cuenta.

Color	1ª Cifra	2ª Cifra	3ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia	Coefficiente de temperatura
Plateado				$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$	
Dorado				$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$	
Negro	0	0	0	$\times 10^0$		
Marrón	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$	100 ppm/°C
Rojos	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$	50 ppm/°C
Naranja	3	3	3	$\times 10^3$		15 ppm/°C
Amarillo	4	4	4	$\times 10^4$		25 ppm/°C
Verde	5	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$	
Azul	6	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$	
Violeta	7	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$	
Gris	8	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$	
Blanco	9	9	9	$\times 10^9$		
Ninguno					$\pm 20\%$	

Figura 5: Código de colores

Símbolos mas comunes

En electrónica existe una cantidad muy extensa de componentes y no es posible conocerlos todos, pero gran variedad de estos , no son otra cosa mas que extensiones o aplicaciones particulares de elementos básicos.

Por eso vamos a mostrar el símbolo de aquellos mas sencillos y comunes , con el tiempo se ira familiarizando con los componentes mas complejos.

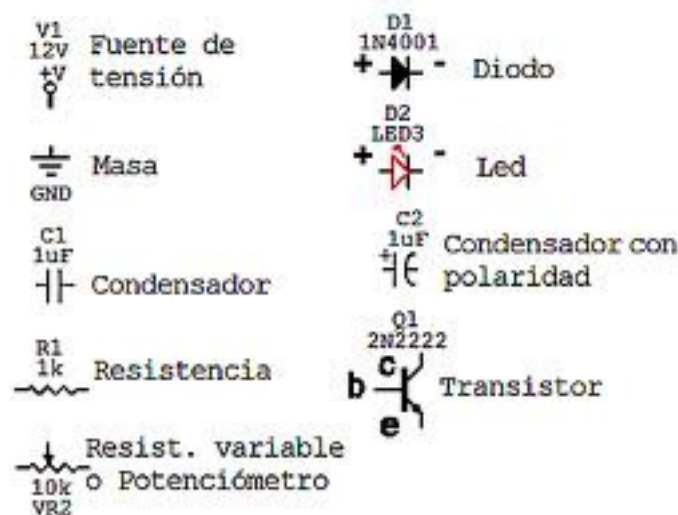


Figura 6: Componentes mas comunes

Ley de ohm

En los terminales de una batería existe una fuerza electromotriz (fem) cuando no circula corriente. Esta fuerza electromotriz, es considerada en ocasiones como una presión eléctrica y se debe a un sobrante de electrones en uno de los terminales, y a la falta de electrones en el otro. El sobrante y la falta de electrones, es causado por la acción química de la batería. En tanto por un lado exista exceso y por el otro falta de electrones, habrá una atracción entre las cargas. En el momento oportuno, el exceso de electrones del terminal negativo se precipitará para combinarse con los átomos deficientes de electrones en el terminal positivo y se considera que dichos electrones están bajo presión.

¿Porqué los electrones no pasan por la batería y se combinan con los iones positivos(átomos deficientes de electrones)?

Porque los electrones y los iones se generan bajo presión y no pueden volver a la batería tanto como el agua que no puede retroceder a la bomba para igualar la presión creada por la misma. Así como el agua fluye por tuberías exteriores para neutralizar la presión de la bomba, también los electrones fluyen por los conductores para neutralizar los iones. Al recorrido que ofrecen los conductores a la corriente de la batería se le llama circuito. Cuando se conectan uno más conductores a la batería, pero sin completar el recorrido para que circulen los electrones, se le llama *circuito abierto*, por el contrario, si se completa el camino se le llama *circuito cerrado*, estos términos se aplican a cualquier fuente de fuerza electromotriz. Cuando se conecta un conductor al terminal negativo de una fuente de [fem], el exceso

de electrones se distribuye por sí mismo a lo largo del conductor, y cuando se conecta al terminal positivo, los átomos se ionizan en el conductor, aunque el circuito no se complete (se cierre) los extremos de los conductores tienen exceso o falta de electrones. Si se aplica una fuente de fuerza electromotriz mayor la ionización será más completa. La relación entre corriente y voltaje es un hecho, imaginemos nuevamente el circuito abierto. Si a una batería le conectamos un voltímetro (en paralelo con los terminales de la batería), un interruptor, un amperímetro (en serie con el circuito) y una resistencia, creamos un circuito (abierto). En este caso el voltímetro indicará el voltaje de la batería, aún con el circuito abierto, en cambio el amperímetro indicará cero puesto que no circula corriente por el circuito, en tanto exista una diferencia de cargas en los terminales de la batería, existe un voltaje, esto puede definirse como una *diferencia de potencial*. Ahora, cerramos el interruptor, lo cual nos da un circuito cerrado, el voltímetro seguirá indicando el voltaje y este en el interruptor será "0"; en este caso el amperímetro indicará la corriente que fluye por el circuito, obviamente cuando cerramos el circuito el voltaje tendrá una ligera caída por efecto de la resistencia interna de la batería, en algunos casos esta caída será insignificante. Cuando los electrones circulan por la resistencia tratan de agruparse en el lado por donde entran, esto significa que existen más electrones en el lado de la resistencia por donde entran, que por el lado donde salen existiendo en la resistencia un voltaje. La polaridad del voltaje a través la resistencia se contrapone a la polaridad de la batería, dicho de otra manera, el voltaje en la resistencia se opone al voltaje de la batería, esto obedece a que el voltaje negativo de la resistencia trata de rechazar a los electrones de la batería. dado que el voltaje en la resistencia se establece por la circulación de corriente, no es posible para ese voltaje detener la circulación de corriente, si esto fuera posible, el voltaje en la resistencia sería "0" y la corriente de la batería no tendría oposición. Si medimos el voltaje de la resistencia, el voltímetro indicaría exactamente el mismo que en los terminales de la batería.

Relación entre Voltaje, Corriente y Resistencia

Si se aplican 10 voltios a una resistencia de un ohmio en un circuito cerrado, fluye por el una corriente de 10 amperios los cuales se pueden medir con un amperímetro. La caída de voltaje en la resistencia es de 10 voltios, medidos con un voltímetro y es opuesto en polaridad al voltaje de la batería. Si se aumenta el voltaje a 20 y la resistencia sigue siendo de 1 ohmio, esto es causa de una corriente de 20 amperios, mismos que fluirán por la resistencia. La caída de voltaje en la resistencia sigue siendo igual al voltaje de la batería, en este caso 20 voltios. Otro ejemplo: Si mantenemos el voltaje en 20 voltios y aumentamos la resistencia a 5 ohmios, la corriente bajará a 4 amperios. A esta relación entre el voltaje, la corriente y la resistencia se le llama "LEY DE OHM".

- Postulado de la Ley de Ohm

El flujo de corriente que circula por un circuito eléctrico cerrado, es directamente proporcional a la tensión o voltaje aplicado, e inversamente proporcional a la resistencia en ohm de la carga que tiene conectada.

Desde el punto de vista matemático el postulado anterior se puede representar por medio de la siguiente fórmula : $I = \frac{V}{R}$

- I: corriente que circula por el circuito medida en Amper [A].
- V: diferencia de potencial entre dos puntos del circuito medida en Volts [V].
- R: resistencia de la carga del circuito medida en Ohms [Ω].

Una forma sencilla de recordar esta ley es formando un triangulo equilátero, como el que se muestra en la siguiente figura

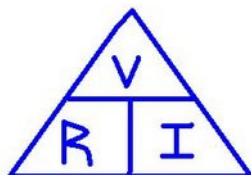


Figura 7: Deducción de la ley de Ohm

Ejemplo: si tapamos la V, R e I estarán multiplicándose para encontrar el valor de V; de igual forma si cubrimos R, quedará V/I al descubierto para encontrar la incógnita R.

Asociación de resistencias : serie y paralelo

Hasta aquí se han hecho cálculos con una resistencia conectada en los terminales de la batería, en este caso nos preguntamos, *¿si hay más de una resistencia, como se aplica la ley de ohm?*.

Hay 3 maneras de conectar un resistor a un circuito:

- Serie
- Paralelo
- Serie - Paralelo.

Cada uno de estos métodos de conexión se usa en la práctica y depende del resultado deseado.

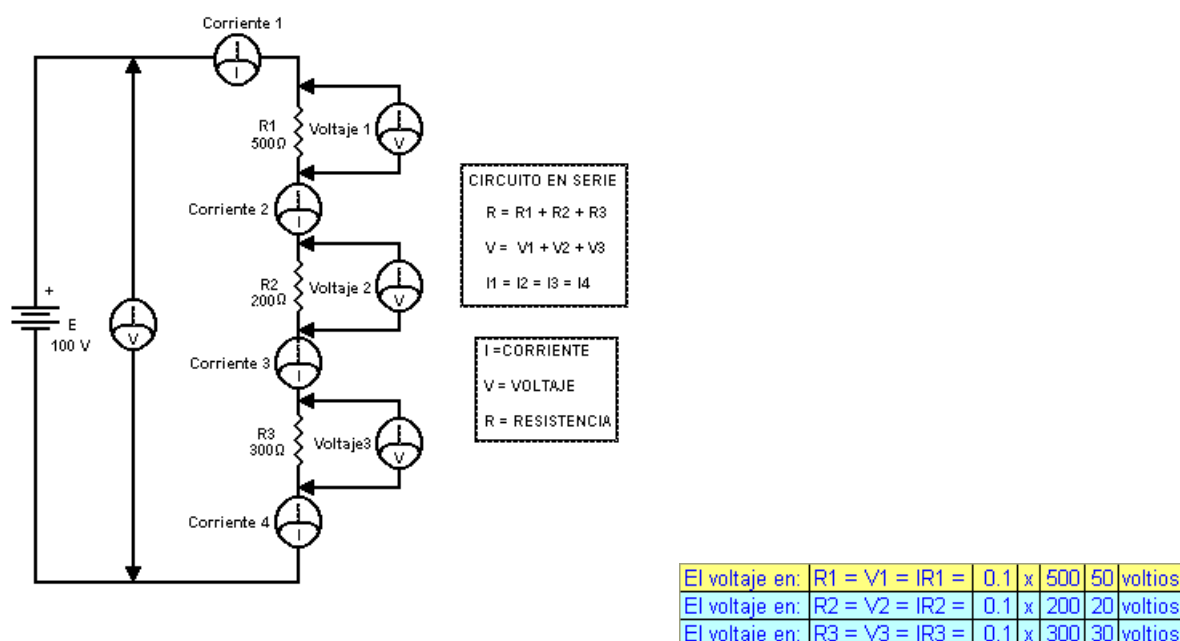


Figura 8: Circuito serie

Cuando hablamos de un **CIRCUITO EN SERIE** significa que las resistencias u otros componentes se conectan uno tras otro, para decirlo de otra forma, en fila. En la «figura 8» se pueden ver 3 resistencias en serie conectadas a una batería. En este caso la corriente que circula por una resistencia en serie debe circular por todos los demás, definido de esta forma se obtiene una regla importante:

La corriente que circula en un circuito serie es siempre la misma en todos sus elementos.

Si se coloca un amperímetro entre R1 y R2, o bien R2 y R3, o entre la batería y R1, el instrumento indicará el mismo amperaje. Como ya se dijo, la corriente eléctrica se mide en electrones por segundo, la corriente será siempre la misma en cualquier parte del circuito. En la figura se puede observar que la resistencia total (R_t) es igual a: $500 + 200 + 300 = 1000 \text{ } [\Omega]$. La corriente que circula y que está limitada por la resistencia total, según la ley de ohm, deducimos:

$$I = \frac{E}{R_t} = \frac{100}{1000} = 0,1 \text{ } [A].$$

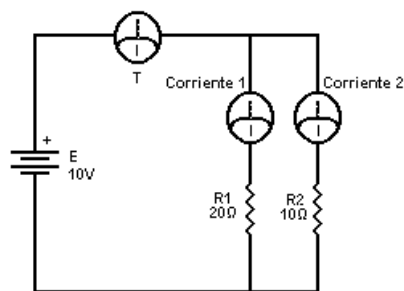
Esta es la corriente que circula en cada resistencia. Como cada resistencia tiene diferente valor, el voltaje en cada uno es diferente. En los siguientes cálculos se notará que se usa el símbolo "V" que equivale a la caída de voltaje, en otras palabras "E" lo definimos como el voltaje de la fuente (batería) y "V", como la caída de voltaje.

Si observamos los cálculos, notaremos que, aunque son diferentes los voltajes en cada resistencia, la suma de los voltajes de caída es igual al voltaje aplicado (E), ahora veámoslo en una ecuación matemática: $E = V_1 + V_2 + V_3 \Rightarrow 50 + 20 + 30 = 100 \text{ } [v]$.

En **la siguiente figura se puede observar** un circuito con 2 resistencias en paralelo. Los electrones que parten de la batería se dividen en 2 grupos, uno de los cuales circula por R1 y el otro por R2 pero, los 2 grupos se juntan nuevamente al otro extremo de la unión y regresan a la batería. Dado que existen caminos paralelos para la circulación de la corriente, la combinación de resistencias de dicha figura se llama **circuito paralelo**. Como puede notarse en este circuito, ambas resistencias se conectan directamente a los terminales de la batería, y la teoría indica que no existe resistencia en los alambres conductores. Para estos circuitos existe la regla:

El voltaje en todas las partes de un circuito en paralelo es el mismo.

La corriente en R1 puede encontrarse por la ley de ohm. Ya que dicha corriente es diferente de la corriente en R2.



Corriente en R1 =	E / R1	10	dividido	20	0.5
Corriente en R2 =	E / R2	10	dividido	10	1.0
Corriente total: I1 + I2 = 0.5 + 1.0 = 1.5 amperios					

Figura 9: Circuito paralelo

El último cálculo está basado en una importante ley. La corriente total I_t se encontró sumando las corrientes en cada ramal, esto hace pensar que no puede circular más corriente de la que entrega la batería, esto está expresado en una ley fundamental que se conoce como *LEY DE KIRCHOFF*, que determina que:

*LA SUMA DE LAS CORRIENTES QUE ENTRAN A UN PUNTO ES IGUAL
A LA SUMA DE LAS CORRIENTES QUE SALEN DE DICHO PUNTO.*

Por lo mismo, la corriente total que circula por las 2 resistencias en paralelo es de 1.5 amperios. Puede conectarse una sola resistencia en los terminales de la batería lo que causa que circule el mismo valor de corriente; ¿que valor tendrá esta resistencia?. Tanto la corriente (1.5 A) como el voltaje (10 V) se conocen, aquí aplicamos la ecuación:

$R = \frac{E}{I}$, o sea, $\frac{10[V]}{1.5[A]} = 6,66 [\Omega]$, esto quiere decir que este valor es equivalente a las 2 resistencias de la figura ya que por este también circulan 1.5 amperios, de este hecho se deriva su nombre: Resistencia equivalente (R_{eq}), abajo se indica como obtener directamente la resistencia equivalente .

$R_{eq} =$	$\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$	$\frac{20 \times 10}{20 + 10} = \frac{200}{30} =$	6.66
------------	------------------------------------	---	-------------

Figura 10: R equivalente

La formula anterior es aplicada únicamente cuando hay 2 resistencias en paralelo, cuando existen mas de dos resistencias, la forma de halla la R_{eq} sera :

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_n}}$$

Ejercitación

■ EJERCICIO N°1.

Encontrar la resistencia total del siguiente circuito:

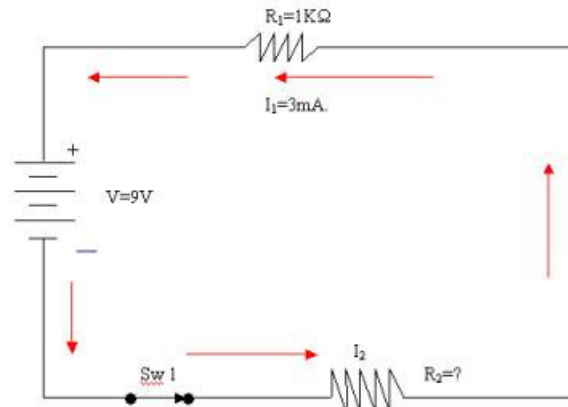


Figura 11: Ejercicio 1

■ EJERCICIO N°2.

Encontrar el voltaje de la resistencia R_2 del siguiente diagrama:

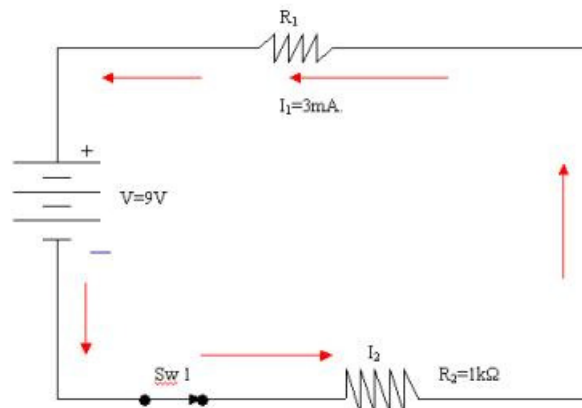


Figura 12: Ejercicio 2

■ EJERCICIO N°3.

Encontrar el voltaje de la fuente del diagrama siguiente:

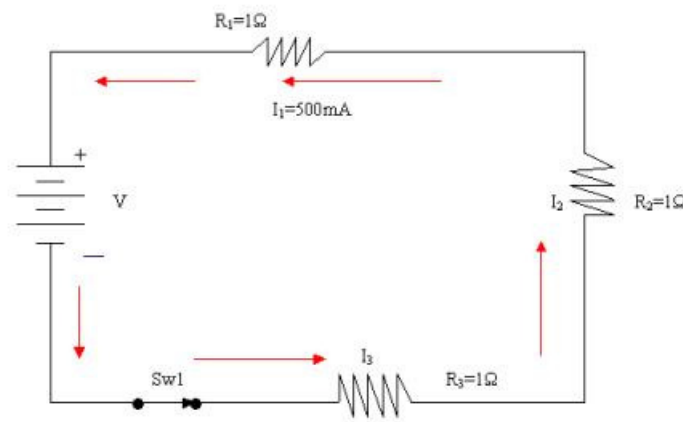


Figura 13: Ejercicio 3

■ EJERCICIO N°4.

a) Demostrar que para el siguiente circuito en paralelo de dos resistencias la resistencia total es igual a: $R_{eq} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$

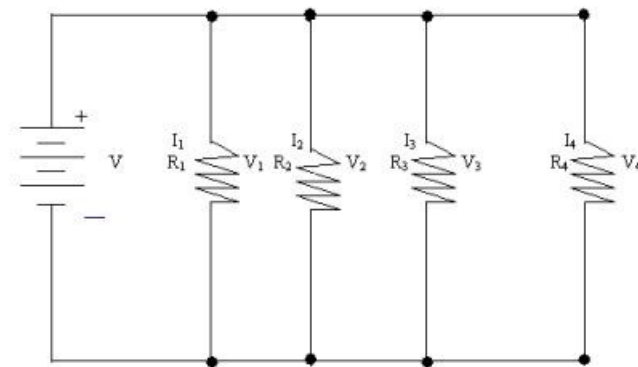


Figura 14: Ejercicio 4

b) Se tienen los siguiente datos para el circuito anterior :

$$R_1 = 2 [K\Omega] ; R_2 = 470 [K\Omega] ; R_3 = 220 [K\Omega] ; R_4 = 100 [K\Omega]$$

$$I_1 = 500 [mA]$$

1).- Encontrar el voltaje de la fuente.

2).- Encontrar la corriente administrada por la fuente .

■ EJERCICIO N°5.

Encontrar la resistencia Rx del siguiente circuito considerando :

$$R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 1 [K\Omega]$$

$$R_1 = 1 [\Omega]$$

$$V_T = 24 [V]$$

$$I_T = 300 [mA]$$

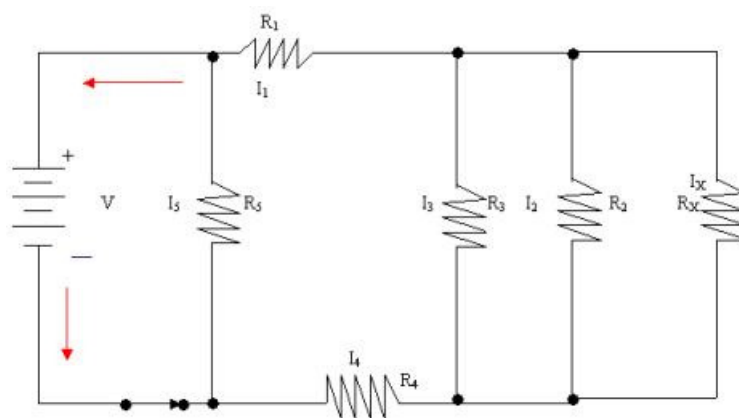


Figura 15: Ejercicio 5

Parte II

Dispositivos no lineales

Semiconductores

Los "semiconductores" como el silicio (Si), el germanio (Ge) y el selenio (Se), por ejemplo, constituyen elementos que poseen características intermedias entre los cuerpos conductores y los aislantes, por lo que no se consideran ni una cosa, ni la otra. Sin embargo, bajo determinadas condiciones esos mismos elementos permiten la circulación de la corriente eléctrica en un sentido, pero no en el sentido contrario. Esa propiedad se utiliza para rectificar corriente alterna, detectar señales de radio, amplificar señales de corriente eléctrica, funcionar como interruptores o compuertas utilizadas en electrónica digital, etc.

La mayor o menor conductividad eléctrica que pueden presentar los materiales semiconductores depende en gran medida de su temperatura interna. En el caso de los metales, a medida que la temperatura aumenta, la resistencia al paso de la corriente también aumenta, disminuyendo la conductividad. Todo lo contrario ocurre con los elementos semiconductores, pues mientras su temperatura aumenta, la conductividad también aumenta.

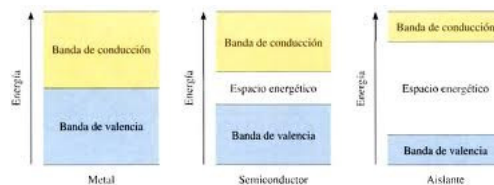


Figura 16: Banda de valencia

Semiconductor tipo N

Tenemos que saber que ni los átomos de silicio, ni los de germanio en su forma cristalina ceden ni aceptan electrones en su última órbita; por tanto, no permiten la circulación de la corriente eléctrica, o sea, se comportan como materiales aislantes.

Pero si la estructura cristalina de uno de esos elementos semiconductores la dopamos añadiéndole una pequeña cantidad de impurezas provenientes de átomos de un metaloide como, por ejemplo, antimonio (Sb) (elemento perteneciente los elementos semiconductores del Grupo Va de la Tabla Periódica, con cinco electrones en su última órbita o banda de valencia), estos átomos se integrarán a la estructura del silicio y compartirán cuatro de sus cinco electrones con otros cuatro pertenecientes a los átomos de silicio o de germanio, mientras que el quinto electrón restante del antimonio, al quedar liberado, se podrá mover libremente dentro de toda la estructura cristalina. De esa forma se crea un semiconductor extrínseco tipo-N, o negativo, debido al exceso de electrones libres existentes dentro de la estructura cristalina del material semiconductor.

Semiconductor tipo P

Si en lugar de introducir átomos pentavalentes al cristal de silicio o de germanio lo dopamos añadiéndoles átomos o impurezas trivalentes como de galio (Ga) (elemento perteneciente al Grupo IIIa de la Tabla Periódica con tres electrones en su última órbita o banda de valencia), al unirse esa impureza en enlace covalente con los átomos de silicio quedará un hueco o agujero, debido a que faltará un electrón en cada uno de sus átomos para completar los ocho en su última órbita. En este caso, el átomo de galio tendrá que captar los electrones faltantes, que normalmente los aportarán los átomos de silicio, como una forma de compensar las cargas eléctricas. De esa forma el material adquiere propiedades conductoras y se convierte en un semiconductor extrínseco dopado tipo-P (positivo), o aceptante, debido al exceso de cargas positivas que provoca la falta de electrones en los huecos o agujeros que quedan en su estructura cristalina.

El Diodo

Concepto general del diodo

Los diodos son dispositivos semiconductores de estado sólido, generalmente fabricados con silicio (Si), al que se le agregan impurezas para lograr sus características. Poseen dos terminales, llamados ánodo y cátodo. Básicamente un diodo se utiliza para rectificar la corriente eléctrica. Su característica principal es que permite la circulación de corriente en un solo sentido. Los diodos constan de dos partes, una llamada N y la otra llamada P, separados por una juntura llamada barrera o unión. Esta barrera o unión es de 0.3 voltios en el diodo de germanio y de 0.6 voltios aproximadamente en el diodo de silicio.

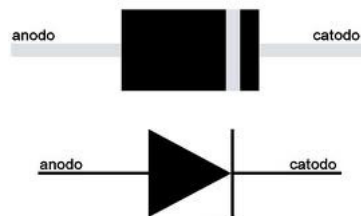


Figura 17: Símbolo y aspecto físico del diodo

El diodo puede trabajar de dos maneras diferentes: directa o inversa.

Polarización directa

En este caso, la batería disminuye la barrera de potencial de la zona de carga espacial, permitiendo el paso de la corriente de electrones a través de la unión; es decir, *el diodo polarizado directamente conduce la electricidad*.

Para que un diodo esté polarizado directamente, se debe conectar el polo positivo de la batería al ánodo del diodo y el polo negativo al cátodo. En estas condiciones podemos observar que:

El polo negativo de la batería repele los electrones libres del cristal n, con lo que estos electrones se dirigen hacia la unión p-n. El polo positivo de la batería atrae a los electrones de valencia del cristal p, esto es equivalente a decir que empuja a los huecos hacia la unión p-n.

Cuando la diferencia de potencial entre los bornes de la batería es mayor que la diferencia de potencial en la zona de carga espacial, los electrones libres del cristal n, adquieren la energía suficiente para saltar a los huecos del cristal p, los cuales previamente se han desplazado hacia la unión p-n. Una vez que un electrón libre de la zona n salta a la zona p atravesando la zona de carga espacial, cae en uno de los múltiples huecos de la zona p convirtiéndose en electrón de valencia. Una vez ocurrido esto el electrón es atraído por el polo positivo de la batería y se desplaza de átomo en átomo hasta llegar al final del cristal p, desde el cual se introduce en el hilo conductor y llega hasta la batería.

De este modo, con la batería cediendo electrones libres a la zona n y atrayendo electrones de valencia de la zona p, aparece a través del diodo una corriente eléctrica constante hasta el final.

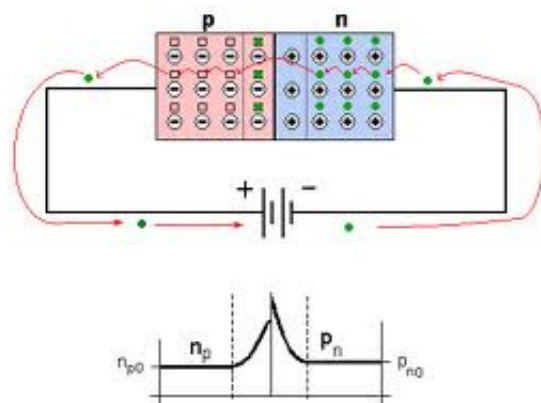


Figura 18: Polarización directa

Polarización inversa

En este caso, el polo negativo de la batería se conecta a la zona p y el polo positivo a la zona n, lo que hace aumentar la zona de carga espacial, y la tensión en dicha zona hasta que se alcanza el valor de la tensión de la batería evitando la circulación de corriente, tal y como se explica a continuación:

El polo positivo de la batería atrae a los electrones libres de la zona n, los cuales salen del cristal n y se introducen en el conductor dentro del cual se desplazan hasta llegar a la batería. A medida que los electrones libres abandonan la zona n, los átomos pentavalentes que antes eran neutros, al verse desprendidos de su electrón en el orbital de conducción, adquieren estabilidad (8 electrones en la capa de valencia, ver semiconductor y átomo) y una carga eléctrica neta de $+1$, con lo que se convierten en iones positivos. El polo negativo de la batería cede electrones libres a los átomos trivalentes de la zona p. Recordemos que estos átomos sólo tienen 3 electrones de valencia, con lo que una vez que han formado los enlaces covalente con los átomos de silicio, tienen solamente 7 electrones de valencia, siendo el electrón que falta el denominado hueco. El caso es que cuando los electrones libres cedidos por la batería entran en la zona p, caen dentro de estos huecos con lo que los átomos trivalentes adquieren estabilidad (8 electrones en su orbital de valencia) y una carga eléctrica neta de -1 , convirtiéndose así en iones negativos. Este proceso se repite una y otra vez hasta que la zona de carga espacial adquiere el mismo potencial eléctrico que la batería.

En esta situación, el diodo no debería conducir la corriente; sin embargo, debido al efecto de la temperatura se formarán pares electrón-hueco a ambos lados de la unión produciendo una pequeña corriente (del orden de $1 \mu A$) denominada *corriente inversa de saturación*.

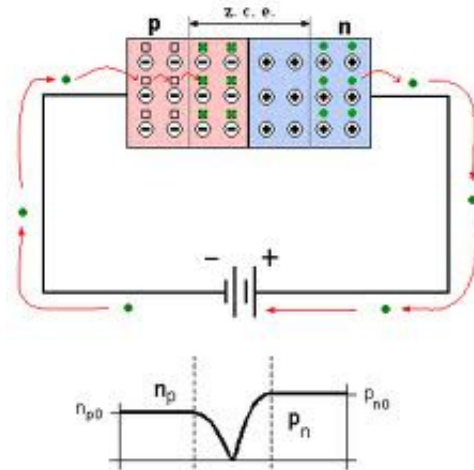


Figura 19: Polarización inversa

Curva característica del diodo

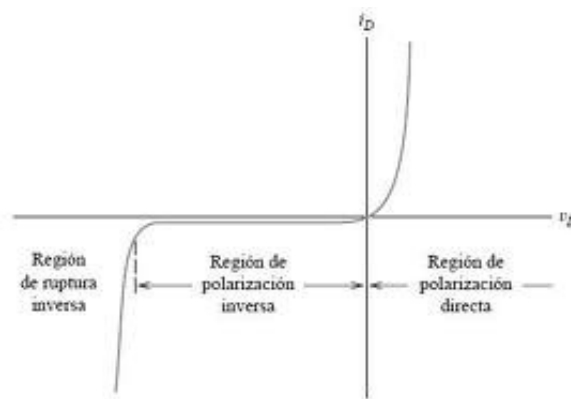


Figura 20: Curva característica del diodo

- **TENSIÓN UMBRAL, DE CODO O DE PARTIDA (V_γ)**: La tensión umbral (también llamada barrera de potencial) de polarización directa coincide en valor con la tensión de la zona de carga espacial del diodo no polarizado. Al polarizar directamente el diodo, la barrera de potencial inicial se va reduciendo, incrementando la corriente ligeramente, alrededor del 1% de la nominal. Sin embargo, cuando la tensión externa supera la tensión umbral, la barrera de potencial desaparece, de forma que *para pequeños incrementos de tensión se producen grandes variaciones de la intensidad de corriente*.
- **CORRIENTE MÁXIMA (I_{MAX})**: Es la intensidad de corriente máxima que puede conducir el diodo sin fundirse por el efecto Joule. Dado que es función de la cantidad de calor que puede disipar el diodo, depende sobre todo del diseño del mismo.
- **Corriente inversa de saturación (I_s)**: Es la pequeña corriente que se establece al polarizar inversamente el diodo por la formación de pares electrón-hueco debido a la temperatura, admitiéndose que se duplica por cada incremento de 10^0 en la temperatura.

- **CORRIENTE SUPERFICIAL DE FUGAS:** Es la pequeña corriente que circula por la superficie del diodo (ver polarización inversa), esta corriente es función de la tensión aplicada al diodo, con lo que al aumentar la tensión, aumenta la corriente superficial de fugas.
- **TENSIÓN DE RUPTURA (V_R):** Es la tensión inversa máxima que el diodo puede soportar antes de darse el efecto avalancha.

En resumen Un diodo está hecho de cristal semiconductor como el silicio con impurezas en él para crear una región que contiene portadores de carga negativos (electrones), llamado semiconductor de tipo n, y una región en el otro lado que contiene portadores de carga positiva (huecos), llamado semiconductor tipo p. Las terminales del diodo se unen a cada región. El límite dentro del cristal de estas dos regiones, llamado una unión PN, es donde la importancia del diodo toma su lugar. El diodo en polarización directa se comporta como un interruptor cerrado, y en polarización inversa como un interruptor abierto.

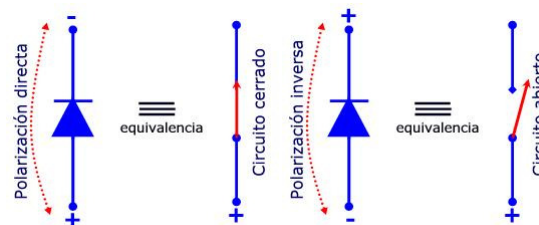


Figura 21: Equivalente del diodo

Diodos de uso general

Estos se utilizan principalmente como rectificadores, o como protección, previniendo los circuitos al conectarlos con polaridad inversa a la utilizada.

Diodos Zener

Estos diodos en directa se comportan como un diodo común, pero en inversa poseen lo que se denomina “tensión de Zener”. Llegando a una determinada tensión inversa, el diodo comienza a conducir, y si se sigue aumentando la tensión, el Zener la mantendrá a un valor constante, que es su tensión de inversa. Pasando un límite, el diodo se destruye. Su uso mas común es el estabilizador Zener.

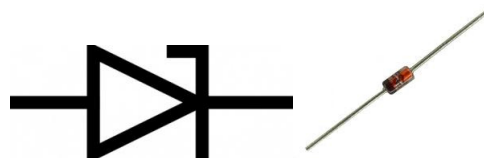


Figura 22: Diodo Zener

Diodos LED

Son un tipo de diodos denominados “Diodo Emisor de Luz” (LED por sus siglas en Ingles). Tiene la propiedad de emitir luz cuando se le aplica una corriente en directa. Existen de muchos tipos, colores, e incluso destellantes y de varios colores.

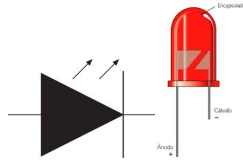


Figura 23: LED

Diodos de potencia

Son diodos de encapsulado metálico, generalmente de grandes dimensiones. Se utilizan, por ejemplo, en cargadores de baterías y alternadores de automotores.

Comprobación de diodos

Los diodos se comprueban con el Multímetro, utilizando la escala $R \times 1$ o, si el modelo lo posee, la posición de la escala que tiene el símbolo del diodo. En el primer caso, el multímetro (analógico o digital), en directa debe mostrar un valor de resistencia bajo (entre 20 y 500 ohms, depende del diodo), y en inversa un valor tendiendo a infinito. En caso de que la lectura en directa muestre un valor demasiado bajo o infinito, el diodo se encuentra dañado. Si la lectura en inversa tiene poca resistencia, indica que tiene fugas y necesita ser cambiado por uno bueno. En el caso de tener la posición con el símbolo del diodo, un diodo sano tendrá en directa un valor entre 500 y 800 (dependiendo del tipo de diodo), mientras que en inversa deberá medir infinito. Caso contrario, el diodo está dañado

El Capacitor

El capacitor es un componente que, como su nombre lo indica, almacena energía durante un tiempo, teóricamente infinito, pero que en la realidad depende de la RSE (resistencia serie equivalente), un tipo de resistencia de pérdida que presenta todo capacitor. El capacitor se comporta como un circuito abierto para la corriente continua, pero en alterna su reactancia disminuye a medida que aumenta la frecuencia. Hay capacitores de varios tipos. Aquí vamos a centrarnos en lo más comunes.

Definición : Un condensador , es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra) separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total. En el Sistema internacional de unidades se mide en Faradios (F)

El valor de la capacidad de un condensador viene definido por la siguiente fórmula:

$$C = \frac{Q}{V}$$

en donde:

- C: Capacitancia.
- Q : Carga eléctrica almacenada en la placa .
- V : Diferencia de potencial entre las placas.

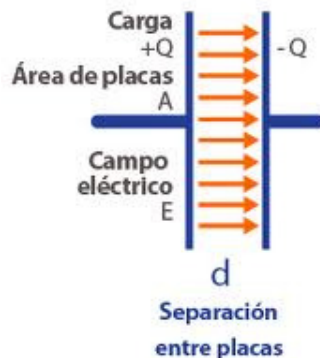


Figura 24: Esquema de un condensador

Cerámicos

Son condensadores muy baratos, pero tienen la desventaja de ser muy variables con el tiempo y la temperatura. Además, su capacidad es baja en relación con su tamaño. Generalmente se utilizan como acopladores en audio. Poliéster: Son condensadores muy grandes en función de su capacidad, pero son muy estables con el tiempo y la temperatura. Permiten obtener aislaciones muy altas (comercialmente los hay hasta de 630 volts). Generalmente se utilizan como base de tiempo en osciladores que requieran mucha estabilidad. En cuestiones de audio, presentan mejor sonido que los cerámicos.

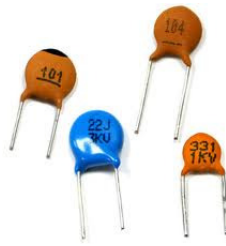


Figura 25: Capacitor cerámico

Electrolíticos

Son capacitores que logran grandes capacidades en tamaños reducidos. Esto se debe a que presenta una construcción con una sustancia química como dieléctrico, en vez de poliéster o cerámica como los anteriores. Eso produce que este tipo de capacitor tenga polaridad. Su desventaja es que son extremadamente variables con el tiempo y la temperatura, y su costo es relativamente alto a altas capacidades o altas aislaciones. Su uso se centra generalmente en filtros de fuente y salida de audio de amplificadores. Tantalio: Es parecido al anterior en el hecho de que permite obtener altas capacidades en pequeños tamaños, pero son más estables que los anteriores con respecto a la temperatura y el transcurso del tiempo. También presentan polaridad. Se utilizan sobre todo en audio. Variables: Presentan la característica de poder variar su capacidad, variando la superficie de las placas del condensador, o la distancia entre ellas.



Figura 26: Capacitor electrolítico

Parte III

Introducción al laboratorio

Herramientas necesarias para la electrónica

En esta sección le prestaremos atención a las herramientas básicas y necesarias para desarrollar cualquier trabajo en el campo de la electrónica.

Las mas comunes son :

- *Soldador*: un soldador eléctrico o de estaño es una herramienta eléctrica que se utiliza para realizar soldadura blanda, es decir, con material que tiene una baja temperatura de fusión (entre 300^o C y 450^o C) como por ejemplo el estaño. Los soldadores de punta fina se utilizan principalmente para pequeños trabajos de soldadura en electricidad y electrónica, mientras que los de punta gruesa se utilizan en otros trabajos para cualquier soldadura en superficies más grandes. Los mas conocidos son como los de la figura (tipo lápiz), y lo recomendable es que su punta sea «cerámica». Los detalles de soldadura se explicaran mas adelante.



Figura 27: Soldador punta cerámica

- *Porta soldador*: este es un soporte metálico que nos permite apoyar el cuerpo -caliente- del soldador para evitar quemaduras tanto de materiales como del usuario.

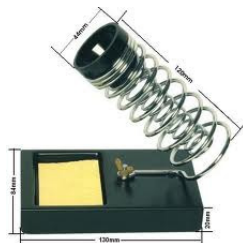


Figura 28: Porta soldador

- *Chupa estaño (desoldador)*: este elemento nos permite retirar «por succión» el estaño de los terminales de algún componente con ayuda de el soldador.



Figura 29: Quita estaño

- *Estaño*: este material es el que nos permite soldar los componentes a una placa de cobre, o bien realizar soldaduras entre cables. Comercialmente se venden según su sección y proporción de aleaciones; lo recomendado para soldar con un soldador de 30/40[W] es que su sección sea entre 0,5y 0,8 ϕ . El estaño de electrónica es 60 % estaño y 40 % plomo (no valen otras proporciones ni el estaño/plata de fontanero) el interior esta hueco y contiene resina que actuará como decapante con el calor, preparando las superficies para el estaño.



Figura 30: Rollo de estaño

- *Pinza de punta*: es un alicate de corte y sujeción usado para doblar, reposicionar y corta. Gracias a su forma alargada son útiles para alcanzar objetos en cavidades donde los cables u otro material se han atorado o son inalcanzables para los dedos y otros medios.



Figura 31: Pinza de punta

- *Pinza de corte oblicuo (alicate)*: los alicates son herramientas imprescindibles para el trabajo de montajes electrónicos. Esta especie de tenaza metálica provista de dos brazos suele ser utilizada para múltiples funciones como sujetar elementos pequeños o cortar y modelar conductores.



Figura 32: Alicate

- *Protoboard*: el protoboard o breadbord es una especie de tablero con orificios, en la cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para armar circuitos. Como su nombre lo indica, esta tableta sirve para experimentar con circuitos electrónicos, con lo que se asegura el buen funcionamiento del mismo.

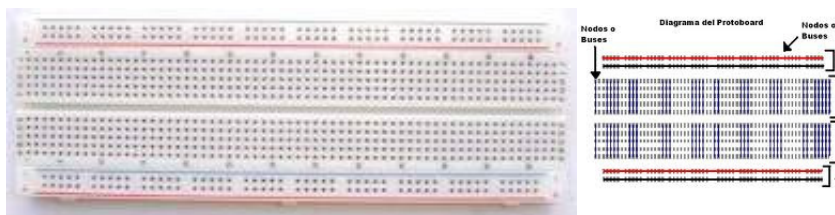


Figura 33: Protoboard

- *Cinta aisladora / termocontraible*: el termocontraible permite, a través de una fina película pero muy resistente, proteger sus productos de la humedad, suciedad, manipuleo y sobre todo el riesgo de contacto eléctrico.



Figura 34: Termocontraible

Instrumentos de medición

Multímetro

Un Multímetro, también denominado “tester”, es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones), o magnitudes pasivas como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay analógicos y digitales cuya función es la misma (con alguna variante añadida).

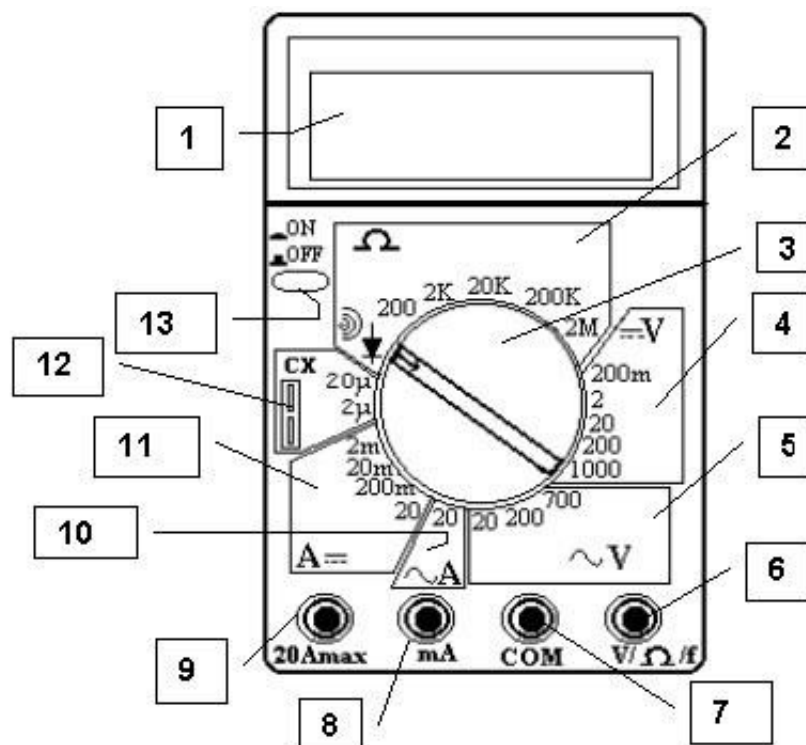


Figura 35: Multímetro digital

Referencias:

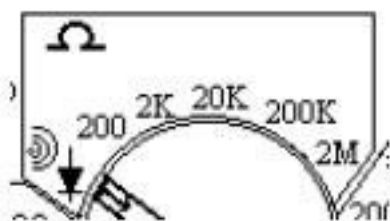
1. Display de cristal líquido.
2. Escala o rango para medir resistencia.
3. Llave selectora de medición.
4. Escala o rango para medir tensión en continua (puede indicarse DC en vez de una línea continua y otra punteada).
5. Escala o rango para medir tensión en alterna (puede indicarse AC en vez de la línea ondeada).
6. Borneo o “jack” de conexión para la punta roja ,cuando se quiere medir tensión, resistencia y frecuencia (si tuviera), tanto en corriente alterna como en continua.

7. Borne de conexión o "jack" negativo para la punta negra.
8. Borne de conexión o "jack" para poner la punta roja si se va a medir mA (miliamperes), tanto en alterna como en continua.
9. Borne de conexión o "jack" para la punta roja cuando se elija el rango de 20A máximo, tanto en alterna como en continua.
10. Escala o rango para medir corriente en alterna (puede venir indicado AC en lugar de la línea ondeada).
11. Escala o rango para medir corriente en continua (puede venir DC en lugar de una línea continua y otra punteada).
12. Zócalo de conexión para medir capacitores o condensadores.
13. Botón de encendido y apagado.

SELECCIÓN DE LAS MAGNITUDES Y ESCALAS O RANGOS

Continuidad , prueba de diodos y resistencias

Tengamos en cuenta que para utilizar el Multímetro en esta escala, el componente a medir no debe recibir corriente del circuito al cual pertenece y debe encontrarse desconectado. Los valores indicados en la respectiva escala.



Puntas de prueba:
Negra a "COM" (7) y roja a "V/.." (6).

Figura 36: Escala continuidad-diodos

Midiendo resistencia Medir una resistencia es un procedimiento sencillo, lo primero que hacemos es conectar los cables en los jacks correctos, luego movemos la llave selectora al símbolo Ω y escogemos el rango adecuado de acuerdo a la resistencia proporcionada por el resistor, si no lo sabemos, escogemos el rango más alto y lo disminuimos poco a poco hasta llegar a un cantidad diferente de uno (el uno indica que el rango es muy pequeño para medir esa resistencia) y con el mayor número de decimales, tocamos los extremos del resistor con las puntas roja y negra y finalmente multiplicamos la cantidad por el valor del rango. Esto lo podemos comprobar teóricamente al observar las bandas del resistor y hacer las operaciones correspondientes por medio de su código de colores.

Midiendo continuidad medir continuidad es quizás la opción mas utilizada de un Multímetro. Esta opción es la que nos permite en muchas ocasiones detectar si un circuito esta en buen estado o no, ya que nos avisa si ciertas partes del mismo están en contacto .Tal cual como está posicionada la llave selectora en la figura anterior, nos indica que podemos medir continuidad mediante el sonar de un timbre o “buzzer”, por ejemplo cuando en un mazo de cables se busca con las puntas de prueba un extremo y el correspondiente desde el otro lado. Se activa un zumbido si la resistencia es menor de 30 Ohms (aproximadamente). Si la resistencia es despreciable (como debería ocurrir en un conductor), no solo sonará el buzzer sino que además el display indicará 000. Cuando encuentra una resistencia, la indicación son los mili-volts de caída de tensión, por la resistencia detectada, a mayor resistencia, mayor serán los mV indicados.

Probando diodos cuando realizamos un trabajo con diodos lo ideal es asegurarnos que estos estén en perfecto estado, para ello los probamos con la función correcta. Cuando se prueban diodos, en un sentido (el inverso a su polaridad), aparece el número “1” a la izquierda del display; esto significa que está bloqueando la corriente (con una resistencia muy elevada) y por lo tanto no se encuentra en corto circuito. En cambio en la polaridad correcta, el display indica unos mili-ivolts que dependen del tipo de diodo que se está probando, ya que si bien el diodo conduce conectando las puntas en la polaridad correcta, lo hace con resistencia apreciable. El instrumento fija una corriente de prueba de 1mA.

Tensión Dc Para realizar una medición de tensión en necesario conectar el instrumento en paralelo con el componente a medir, de tal manera que indique la diferencia de potencial entre las puntas. Donde indica 200m el máximo es 200 mili-ivolts (0,2 V), el resto se comprende tal cual están expresados por sus cifras. Por lo tanto para medir tensiones de batería del automóvil debemos elegir la de 20V.

Siempre hay que empezar por un rango alto, para ir bajando y así obtener mayor precisión. Cuando el valor a medir supere el máximo elegido, también indicará “1” en el lado izquierdo del display .

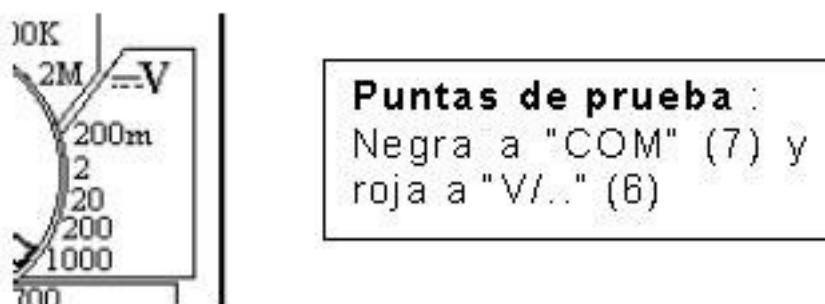


Figura 37: Medición de tensión

Corriente Para medir esta magnitud, hay que tener mucha precaución porque como amperímetro el tester se conecta en serie con el circuito. Por lo tanto toda la corriente a medir se conducirá por su interior, con el riesgo de quemarlo. En el manual de uso el fabricante aconseja no solo el máximo de corriente que puede soportar sino además el tiempo en segundos (por ejemplo 15 seg.).

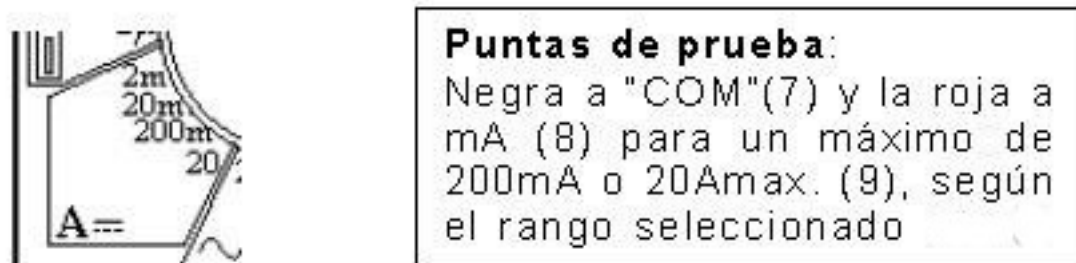


Figura 38: Medición de corriente

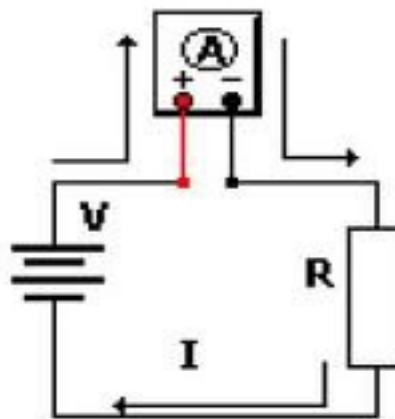


Figura 39: Colocación del amperímetro

Otras magnitudes El Multímetro tiene además otras opciones, las mas comunes son : capacitancia, transistores, ganancia de corriente , temperatura; y los mas completos tienen la opción de medir frecuencia.

Osciloscopio

Esta información no debe ser tomada en cuenta como un curso completo, sino como una introducción al uso de estos dispositivos de medición.

¿Qué es un osciloscopio?

Un osciloscopio es un instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo. Es muy usado en electrónica de señal, frecuentemente junto a un analizador de espectro.

Presenta los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla, en la que normalmente el eje X (horizontal) representa tiempos y el eje Y (vertical) representa tensiones. La imagen así obtenida se denomina oscilograma. Suelen incluir otra entrada, llamada "eje THRASHER" o "Cilindro de Wehnelt" que controla la luminosidad del haz, permitiendo resaltar o apagar algunos segmentos de la traza

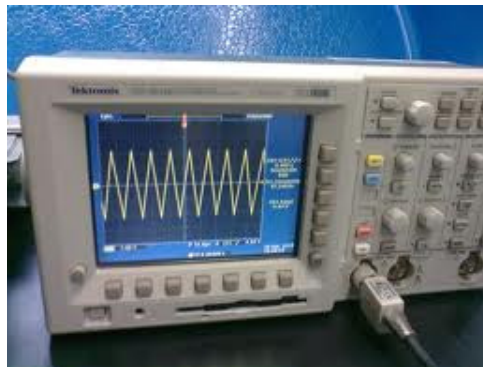


Figura 40: Osciloscopio

¿Qué podemos hacer con un osciloscopio?

Básicamente esto:

- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Determinar que parte de la señal es DC y cual AC.
- Localizar averías en un circuito.
- Medir la fase entre dos señales.
- Determinar que parte de la señal es ruido y como varia este en el tiempo.

Los osciloscopios, clasificados según su funcionamiento interno, pueden ser tanto analógicos como digitales, siendo el resultado mostrado idéntico en cualquiera de los dos casos.

Osciloscopio Analógico

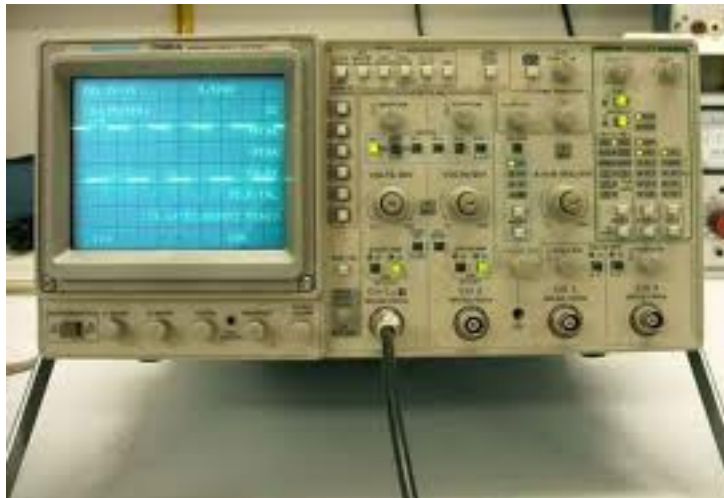


Figura 41: Osciloscopio analógico

La tensión a medir se aplica a las placas de desviación vertical oscilante de un tubo de rayos catódicos (utilizando un amplificador con alta impedancia de entrada y ganancia ajustable) mientras que a las placas de desviación horizontal se aplica una tensión en diente de sierra (denominada así porque, de forma repetida, crece suavemente y luego cae de forma brusca). Esta tensión es producida mediante un circuito oscilador apropiado y su frecuencia puede ajustarse dentro de un amplio rango de valores, lo que permite adaptarse a la frecuencia de la señal a medir. Esto es lo que se denomina base de tiempos. En la Figura 1 se puede ver una representación esquemática de un osciloscopio con indicación de las etapas mínimas fundamentales. El funcionamiento es el siguiente:

En el tubo de rayos catódicos el rayo de electrones generado por el cátodo y acelerado por el ánodo llega a la pantalla, recubierta interiormente de una capa fluorescente que se ilumina por el impacto de los electrones.

Si se aplica una diferencia de potencial a cualquiera de las dos parejas de placas de desviación, tiene lugar una desviación del haz de electrones debido al campo eléctrico creado por la tensión aplicada. De este modo, la tensión en diente de sierra, que se aplica a las placas de desviación horizontal, hace que el haz se mueva de izquierda a derecha y durante este tiempo, en ausencia de señal en las placas de desviación vertical, dibuje una línea recta horizontal en la pantalla y luego vuelva al punto de partida para iniciar un nuevo barrido. Este retorno no es percibido por el ojo humano debido a la velocidad a que se realiza y a que, de forma adicional, durante el mismo se produce un apagado (borrado) parcial o una desviación del rayo.

Si en estas condiciones se aplica a las placas de desviación vertical la señal a medir (a través del amplificador de ganancia ajustable) el haz, además de moverse de izquierda a derecha, se moverá hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de la polaridad de la señal, y con mayor o menor amplitud dependiendo de la tensión aplicada.

Al estar los ejes de coordenadas divididos mediante marcas, es posible establecer una relación entre estas divisiones y el período del diente de sierra en lo que se refiere al eje X y al voltaje en lo referido al Y. Con ello a cada división horizontal corresponderá un tiempo concreto, del mismo modo que a cada división vertical corresponderá una tensión concreta.

De esta forma en caso de señales periódicas se puede determinar tanto su período como su amplitud.

El margen de escalas típico, que varía de microvoltios a unos pocos voltios y de microsegundos a varios segundos, hace que este instrumento sea muy versátil para el estudio de una gran variedad de señales.

Limitaciones del osciloscopio analógico El osciloscopio analógico tiene una serie de limitaciones propias de su funcionamiento:

Las señales deben ser periódicas. Para ver una traza estable, la señal debe ser periódica ya que es la periodicidad de dicha señal la que refresca la traza en la pantalla. Para solucionar este problema se utilizan señales de sincronismo con la señal de entrada para disparar el barrido horizontal (trigger level) o se utilizan osciloscopios con base de tiempo disparada. Las señales muy rápidas reducen el brillo. Cuando se observa parte del período de la señal, el brillo se reduce debido a la baja persistencia fosfórica de la pantalla. Esto se soluciona colocando un potencial post-acelerador en el tubo de rayos catódicos. Las señales lentas no forman una traza. Las señales de frecuencias bajas producen un barrido muy lento que no permite a la retina integrar la traza. Esto se solventa con tubos de alta persistencia. También existían cámaras Polaroid especialmente adaptadas para fotografiar las pantallas de osciloscopios. Manteniendo la exposición durante un periodo se obtiene una foto de la traza. Otra forma de solucionar el problema es dando distintas pendientes al diente de sierra del barrido horizontal. Esto permite que tarde más tiempo en barrer toda la pantalla, y por ende pueden visualizarse señales de baja frecuencia pero se verá un punto desplazándose a través de la pantalla debido a que la persistencia fosfórica no es elevada. Sólo se pueden ver transitorios si éstos son repetitivos; pero puede utilizarse un osciloscopio con base de tiempo disparada. Este tipo de osciloscopio tiene un modo de funcionamiento denominado "disparo único". Cuando viene un transitorio el osciloscopio mostrará este y sólo este, dejando de barrer una vez que la señal ya fue impresa en la pantalla.

Osciloscopio Digital



Figura 42: Osciloscopio digital

En la actualidad los osciloscopios analógicos están siendo desplazados en gran medida por los osciloscopios digitales, entre otras razones por la facilidad de poder transferir las medidas a una computadora personal o pantalla LCD.

En el osciloscopio digital la señal es previamente digitalizada por un conversor analógico digital. Al depender la fiabilidad de la visualización de la calidad de este componente, esta debe ser cuidada al máximo.

Las características y procedimientos señalados para los osciloscopios analógicos son aplicables a los digitales. Sin embargo, en estos se tienen posibilidades adicionales, tales como el disparo anticipado (pre-triggering) para la visualización de eventos de corta duración, o la memorización del oscilograma transfiriendo los datos a un PC. Esto permite comparar medidas realizadas en el mismo punto de un circuito o elemento. Existen asimismo equipos que combinan etapas analógicas y digitales.

La principal característica de un osciloscopio digital es la frecuencia de muestreo, la misma determinará el ancho de banda máximo que puede medir el instrumento, viene expresada generalmente en MS/s (millones de muestra por segundo).

La mayoría de los osciloscopios digitales en la actualidad están basados en control por FPGA (del inglés Field Programmable Gate Array), el cual es el elemento controlador del conversor analógico a digital de alta velocidad del aparato y demás circuitería interna, como memoria, buffers, entre otros.

Estos osciloscopios añaden prestaciones y facilidades al usuario imposibles de obtener con circuitería analógica, como los siguientes:

- Medida automática de valores de pico, máximos y mínimos de señal.
- Verdadero valor eficaz.
- Medida de flancos de la señal y otros intervalos.
- Captura de transitorios.
- Cálculos avanzados, como la FFT para calcular el espectro de la señal. también sirve para medir señales de tensión .

- **BRIGHT**: Girando su curso se ajusta la intensidad de la pantalla.
- **FOCUS**: Girándolo se ajusta el foco del trazo sobre la pantalla.
- **GRAT**: Ilumina una cuadrícula o grilla que facilita la visualización de la señal.
- **TRACE**: Selecciona la señal a trazar en la pantalla.
- **TRIGGER**: Selecciona la fuente de disparo.
- **TRIGGER LEVEL**: Selecciona el punto de la onda utilizado para disparar.
- **TIMEBASE**: Selecciona la velocidad con la que el trazo se desplaza en la pantalla.
- **INPUT LEVEL**: Ajusta el nivel de la entrada.
- **POS (Position)**: Establece la posición del trazo en la pantalla.

BRIGHT Controla la intensidad lumínica (o brillo) de la pantalla. Esto es muy útil ya que los osciloscopios (a diferencia de las computadoras) no disponen de salva pantallas. Entonces, si deja un trazo brillante en la pantalla durante tiempos muy largos, puede suceder que esa imagen quede "quemada" sobre la superficie fluorescente del tubo quedando permanentemente visible, incluso con el instrumento apagado. Si desea (o necesita) dejar el instrumento conectado mucho tiempo con una señal estática será necesario bajar el brillo del trazo al mínimo para evitar este inconveniente. Cabe aclarar que la superficie quemada está en el interior del tubo, no pudiendo ser reparado de ninguna forma.

FOCUS Este mando permite ajustar la definición del trazo. Un trazo fuera de foco se ve difuso y poco definido, mientras que un trazo enfocado correctamente permite una clara y rápida visualización.

GRATICULE Este control permite iluminar una escala (o grilla) que facilita la medición de la señal visualizada. Usualmente es una película plástica colocada sobre la superficie del tubo la cual está dibujada con una matriz de cubos de 1cm cuadrado, generalmente con líneas punteadas. Comparando la matriz con la forma de onda, es posible efectuar la medida tanto de tensión como de frecuencia. Si el control es apagado la grilla no será visible.

TRACE También llamado "CHANNEL" este mando permite seleccionar el trazo a mostrar en la pantalla. Estas son las opciones mas usuales junto con su explicación:

A: Sólo se muestra el trazo de la señal A. B: Sólo se muestra el trazo de la señal B. A+B: Se muestran tanto la señal A como la señal B (en dos trazos). ADD: Las dos entradas de señal son sumadas y mostradas en un único trazo.

TRIGGER LEVEL Un trazo que exhibe una forma de onda sin el uso del TRIGGER (o disparador) se desplaza de forma similar que lo hace un sistema de TV cuando su sistema de traza horizontal está desajustado. El trigger detiene el trazo de una señal, hasta que una determinada parte de la forma de onda aparezca. Esto produce que el tubo se borre exactamente en el punto adecuado de la forma de onda para que ésta parezca estacionaria o quieta en un mismo lugar, facilitando su comprensión. Este control, por consiguiente, permite establecer el punto de la forma de onda donde debe actuar.

TRIGGER SELECTOR Selecciona el origen de la señal de disparo. La mayoría de los instrumentos de dos trazos pueden ser disparados tanto desde el canal A como el B. Algunos mas complejos, disponen de la facilidad de disparar desde una señal externa, en cuyo caso un conector (usualmente rotulado TRIGGER) permite ingresar dicho impulso.

TIMEBASE La velocidad con la que se dibuja un trazo en la pantalla del tubo puede ser ajustada con el control TIMEBASE. Este está calibrado en segundos (S), milisegundos (mS = 0.001 segundos) o microsegundos (uS = 0.000001 segundos).

INPUT LEVEL Ajusta el nivel de entrada de cada canal permitiendo que el trazo complete la totalidad de la pantalla. Este es un selector calibrado en Voltios por centímetro (V/cm). Dado que este mando se ajusta de acuerdo a la magnitud de la señal de entrada, un ajuste sobre el rango hará que la señal mostrada sea imperceptible, pero ajustarlo bajo la escala puede dañar los circuitos de entrada del instrumento. De todas formas los equipos actuales disponen de protección contra este tipo de inconvenientes.

POSITION Establece la posición vertical del trazo en la pantalla permitiendo facilitar la lectura de la señal. Por ejemplo, puede establecer de cero voltios a la posición central de la grilla para medir AC, o al pie de la pantalla para medir DC.

Ajuste inicial de los controles

Después de conectar el osciloscopio a la toma de red y de alimentarlo pulsando en el interruptor de encendido:

Es necesario familiarizarse con el panel frontal del osciloscopio. Todos los osciloscopios disponen de tres secciones básicas que llamaremos: Vertical, Horizontal, y Disparo. Dependiendo del tipo de osciloscopio empleado en particular, podemos disponer de otras secciones.

Existen unos conectores BNC, donde se colocan las sondas de medida.

La mayoría de los osciloscopios actuales disponen de dos canales etiquetados normalmente como I y II (ó A y B). El disponer de dos canales nos permite comparar señales de forma muy cómoda. Algunos osciloscopios avanzados poseen un interruptor etiquetado como AUTOSET ó PRESET que ajustan los controles en un solo paso para ajustar perfectamente la señal a la pantalla. Si el osciloscopio no posee esta característica, es importante ajustar los diferentes controles del aparato a su posición standard antes de proceder a medir. Estos son los pasos más recomendables:

- Ajustar el osciloscopio para visualizar el canal I. (Al mismo tiempo se colocará como canal de disparo el I).
- Ajustar a una posición intermedia la escala voltios/división del canal I (por ejemplo 1v/cm). Colocar en posición calibrada el mando variable de voltios/división (potenciómetro central).
- Desactivar cualquier tipo de multiplicadores verticales.
- Colocar el conmutador de entrada para el canal I en acoplamiento DC. Colocar el modo de disparo en automático.
- Desactivar el disparo retardado al mínimo ó desactivado.

- Situar el control de intensidad al mínimo que permita apreciar el trazo en la pantalla, y el trazo de focus ajustado para una visualización lo más nítida posible (generalmente los mandos quedaran con la señalización cercana a la posición vertical).

Con los pasos detallados anteriormente, ya estas en condiciones de conectar la sonda de medida al conector de entrada del canal I. Es muy importante utilizar las sondas diseñadas para trabajar específicamente con el osciloscopio. Una sonda no es ,ni mucho menos, un cable con una pinza, sino que es un conector específicamente diseñado para evitar ruidos que puedan perturbar la medida.

Además, las sondas se construyen para que tengan un efecto mínimo sobre el circuito de medida. Esta facultad de la sondas recibe el nombre de efecto de carga, para minimizarla se utiliza un atenuador pasivo, generalmente de $\times 10$.

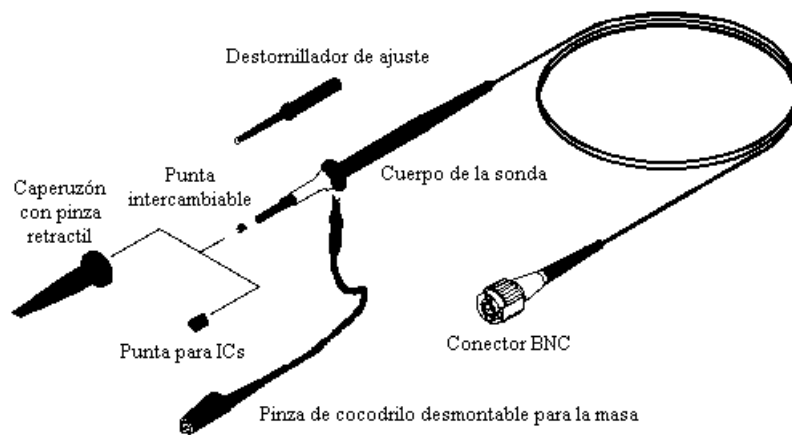


Figura 44: Sonda de medida

Este tipo de sonda se proporciona generalmente con el osciloscopio y es una excelente sonda de utilización general. Para otros tipos de medidas se utilizan sondas especiales, como pueden ser las sondas de corriente ó las activas.

Sondas pasivas La mayoría de las sondas pasivas están marcadas con un factor de atenuación, normalmente 10X ó 100X. Por convenio los factores de atenuación aparecen con el signo X detrás del factor de división. En contraste los factores de amplificación aparecen con el signo X delante (X10 ó X100).

La sonda más utilizada posiblemente sea la 10X, reduciendo la amplitud de la señal en un factor de 10. Su utilización se extiende a partir de frecuencias superiores a 5 KHz y con niveles de señal superiores a 10 mV. La sonda 1X es similar a la anterior pero introduce más carga en el circuito de prueba, pero puede medir señales con menor nivel. Por comodidad de uso se han introducido sondas especiales con un conmutador que permite una utilización 1X ó 10X. Cuando se utilicen este tipo de sondas hay que asegurarse de la posición de este conmutador antes de realizar una medida.