

# Curso de Básico de Electrónica

---

Club de Robótica – U.T.N. F.R.C.

[cdr.usla.org.ar](http://cdr.usla.org.ar)

Mayo de 2013

El presente apunte ha sido confeccionado con la intención de tener un material de soporte para el Curso Básico de Electrónica, tanto el apunte como el curso son totalmente libres y gratuitos.

El curso se origina en respuesta de una necesidad real de los alumnos de los primeros años de Ing. ELECTRÓNICA y alumnos de otras especialidades que desean formar parte del CdR y se extiende la invitación a participar a cualquier otra persona como una forma de agradecimiento y devolución de los miembros del Club hacia la UTN-FRC.

El Curso Básico de Electrónica tiene por objetivo vincular a alumnos de Ing. ELECTRÓNICA de los primeros años, a los nuevos miembros del CdR y a cualquier otra persona interesada a los conceptos básicos de la electrónica y al trabajo en laboratorio de una manera básica, sencilla y práctica. No pretendemos sustituir ni contradecir conceptos que se desarrollan con profundidad en las cátedras

Agradecemos:

- al señor decano Ing. Héctor Aiassa
- al director departamento de Ing. Electrónica Ing. Eduardo González
- al Secretario de Asuntos Estudiantiles Juan Carlos Agüero
- al Presidente del Centro de Estudiantes Tecnológicos Juan Agú
- y a todos aquellos que permiten y facilitan nuestra existencia y funcionamiento como Club de Robótica en el ámbito de la UTN-FRC

---

1	Parte I .....	4
2	Dispositivos lineales .....	4
2.1	Conceptos básicos .....	4
2.2	Conductores y Aisladores .....	4
2.3	Definiciones de Tensión y Corriente .....	5
2.4	Resistencia .....	6
2.5	Símbolos más comunes .....	7
2.6	Ley de Ohm .....	8
2.7	Asociación de resistencias: Serie y Paralelo .....	9
3	Parte II .....	13
3.1	Dispositivos no lineales .....	13
3.2	El Diodo .....	14
3.3	El Capacitor .....	20
3.4	Rectificadores .....	22
3.5	Ripple o rizado. ....	25
3.6	Regulador de tensión .....	25
3.7	Etapas de una fuente de tensión .....	26
4	Parte III .....	27
4.1	Introducción al laboratorio .....	27
4.2	Instrumentos de medición .....	30
5	Ejercitación .....	34

# Introducción.

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 más 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.

# **1 Parte I**

## **2 Dispositivos lineales.**

### **2.1 Conceptos básicos**

#### **2.2 Conductores y Aisladores**

##### **2.2.1 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 no-metales como por ejemplo el grafito (un estado de agregación del carbono).

##### **2.2.2 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 barrera aisladora no es muy larga puede ocurrir un efecto de circulación disruptiva 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.

## 2.3 Definiciones de Tensión y Corriente

### 2.3.1 Corriente eléctrica

El flujo ordenado de 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.

La corriente se divide en dos grandes ramas: alterna y continúa.

La corriente alterna es la que cambia de polaridad y amplitud en el tiempo, mientras que la corriente continua es la que permanece con polaridad y amplitud constante.

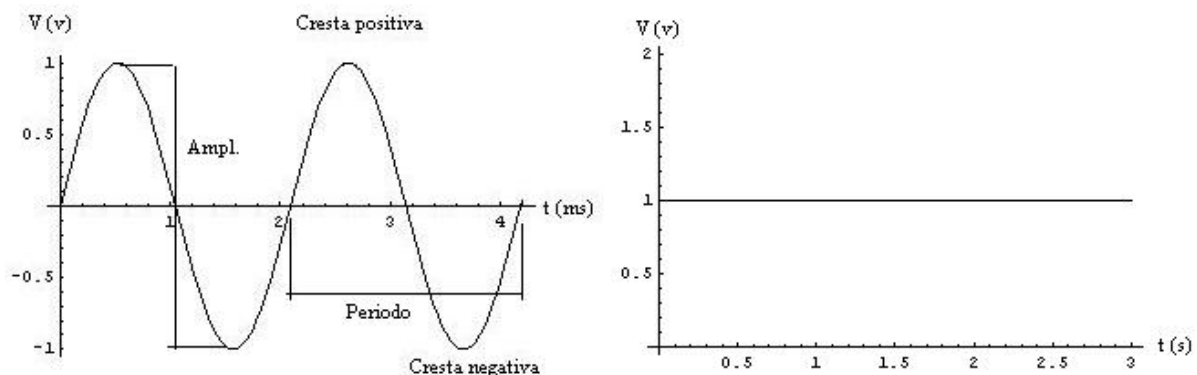


Figura 1: Corriente Alterna (CA) y Corriente Continua (CC)

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 Amper [A]

### 2.3.2 Tensión

Es la diferencia de potencial (campo eléctrico) entre dos puntos de un circuito eléctrico. Su unidad de medida es el Volt.

Si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un conductor, se producirá un flujo de electrones (Corriente eléctrica). Parte de la carga (electrones) del punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico.

## 2.4 Resistencia

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 [ $\Omega$ ].

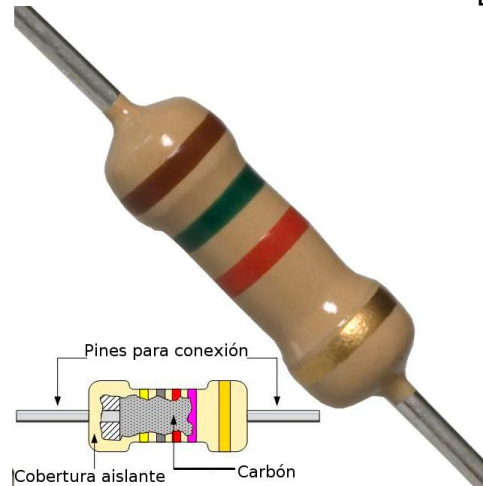
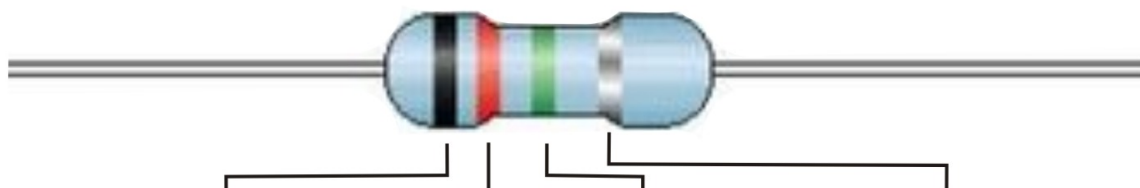


Figura 2: Resistor

### 2.4.1 Identificación de los resistores



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
				Dorado 5%
				Plata 10%

Figura 3: Código de colores para identificación de resistores

## 2.5 Símbolos más comunes


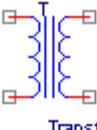


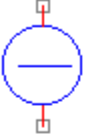
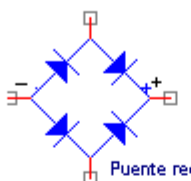








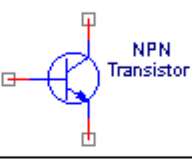

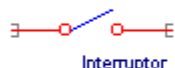

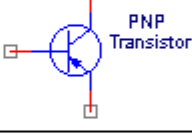



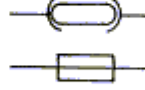


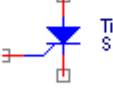
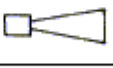


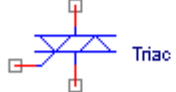
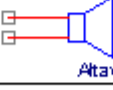
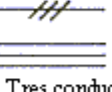








 Corriente alterna C.A.	 Transformador	 Condensador C	 Amperímetro
 Corriente continua C.C.	 Puente rectificador	 Condensador polarizado	 OHM OHMETRO
 Batería	 Diodo	 Bobina Inductora L	 Voltímetro
 Pulsador	 Diodo Zener	 NPN Transistor	 Termómetro
 Interruptor	 Diodo Led	 PNP Transistor	 Toma de tierra
 Conmutador	 Opto Acoplador	 Fusible	 Lámpara de incandescencia
 Conmutador	 Tiristor SCR	 Bocina	 Lámpara piloto
 Resistencia R	 Triac	 Altavoz	 Tres conductores
 Potenciometro	 Rele, varias representaciones	 Antena	 Cruce de conductores sin conexión
 Generador o Alternador	 Motor de C.C.	 Motor de C.C. 2 velocidades	 Cruce de conductores con conexión

Figura 4: Componentes más comunes



## 2.6 Ley de Ohm

Si se aplican 10 voltios a una resistencia de 1 ohmio en un circuito cerrado, fluye por él 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, ya que cuando los electrones circulan por la resistencia se amontonan 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 una diferencia de potencial, opuesta a la de la fuente de tensión.

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 tensión 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.

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 Ohm [ $\Omega$ ].

Una forma sencilla de recordar esta ley es formando un triángulo equilátero, donde la punta de arriba se representaría con una V (voltios), y las dos de abajo con una I (intensidad) y  $\Omega$  (resistencia) respectivamente, al momento de cubrir imaginariamente cualquiera de estas letras, en automático las restantes nos indicarán la operación a realizar para encontrar dicha incógnita.

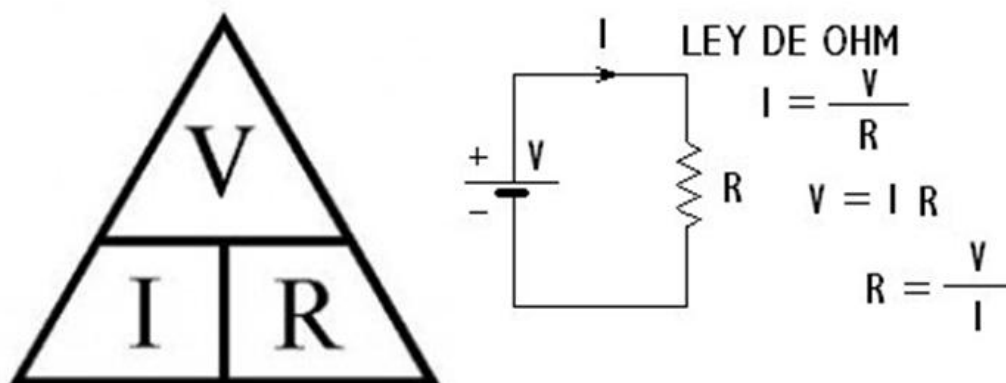


Figura 5: Deducción de la ley de Ohm

## 2.7 Asociación de resistencias: Serie y Paralelo

### 2.7.1 Resistencias en Serie:

Hay 3 maneras de conectar un resistor a un circuito: en serie, en paralelo y en serie-paralelo. Cada uno de estos métodos de conexión se usa en la práctica y depende del resultado deseado.

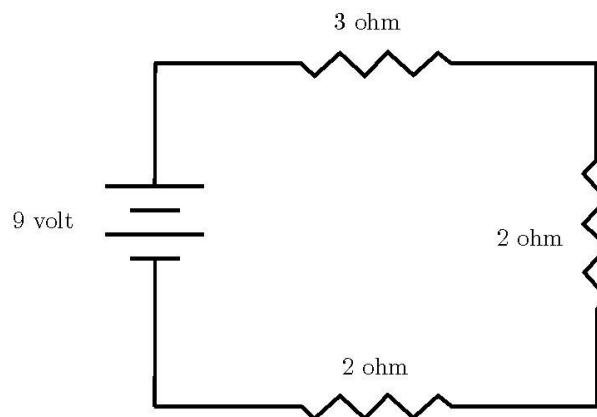


Figura 6: Circuito serie

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 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 es igual en todos los puntos de un circuito en serie.***

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 en cualquier parte del circuito.

Calculo de Resistencia Total o Equivalente ( $R_t$  o  $R_{eq}$ ) –Circuito en Serie

El valor de la Resistencia Total ( $R_t$ ) de un circuito en serie se obtiene sumando algebraicamente los valores de todas las resistencias presentes en el circuito.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

En la figura se puede observar que la resistencia total ( $R_t$ ) es igual a:

$$3\Omega + 2\Omega + 2\Omega = 7\Omega$$

La corriente que circula y que está limitada por la resistencia total, según la ley de ohm, deducimos:

$$I = \frac{V}{R_t} = \frac{9v}{7\Omega} = 1,28 A$$

Esta es la corriente que circula en cada resistencia. Como hay resistencias con diferente valor, el voltaje en cada una dependerá de dicho valor.

En los siguientes cálculos se notará que se usa el símbolo  $V_1$ ,  $V_2$ , y  $V_3$  para cada resistencia en cuestión, comenzando en sentido horario desde la fuente (batería).

$$V_1 = I * R_1 = 3,86 \text{ V}$$

$$V_2 = I * R_2 = 2,57 \text{ V}$$

$$V_3 = I * R_3 = 2,57 \text{ V}$$

Si observamos los cálculos, notaremos que, la suma de las caídas de tensión es igual a la tensión aplicada (9V), ahora veámoslo en una ecuación matemática:

$$\begin{aligned} V_1 + V_2 + V_3 &= V \\ 3,86 + 2,57 + 2,57 &= 9 \text{ V} \end{aligned}$$

Esto es producto de la Ley de Kirchhoff de Tensión que dice:

*“En un lazo cerrado o rama, la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada.”*

### 2.7.2 Resistencias en Paralelo:

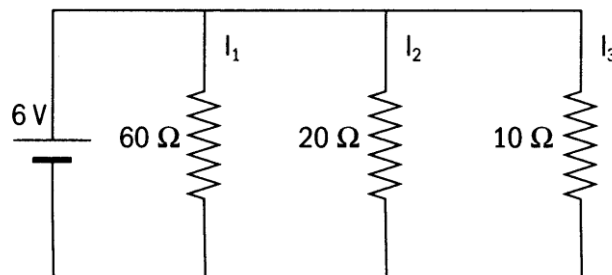


Figura 7: Circuito paralelo

En la figura se puede observar un circuito con 3 resistencias en paralelo, a las que llamaremos  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  de izquierda a derecha. Los electrones que parten de la batería se dividen en 3 grupos, uno de los cuales circula por  $R_1$  y el otro por  $R_2$  y el otro por  $R_3$  pero, los 3 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, todas las 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:

***La tensión en todas las resistencias de un circuito en paralelo es la misma.***

La corriente en cada R puede encontrarse por la ley de ohm. Ya que las corrientes son distintas en cada resistencia.

$$I1 = \frac{V}{R1} \quad I2 = \frac{V}{R2} \quad I3 = \frac{V}{R3}$$

$$I1 = \frac{6V}{60\Omega} \quad I2 = \frac{6V}{20\Omega} \quad I3 = \frac{6V}{10\Omega}$$

$$I1 = 0,1 A \quad I2 = 0,3 A \quad I3 = 0,6 A$$

$$I_{total} = I1 + I2 + I3$$

$$I_{total} = 1 A$$

La corriente total It se encontró sumando las corrientes en cada ramal, el último cálculo está basado en una importante ley que se conoce como:

Ley de Kirchhoff de Tensión, 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 cual la corriente total que circula por las 3 resistencias en paralelo es de 1 Amper. Podría conectarse una sola resistencia en los terminales de la batería que cause que circule el mismo valor de corriente. Dicho valor de resistencia se puede conocer aplicando la ecuación:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6V}{1A}$$

$$R = 6 \Omega$$

Esto quiere decir que este valor es equivalente a las 3 resistencias de la figura ya que por esta también circularían 1 Amper, de este hecho se deriva su nombre: Resistencia equivalente (Req), abajo se indica como obtener directamente la resistencia equivalente.

Calculo de Resistencia Total o Equivalente (Rt o Req) –Circuito en Paralelo

La resistencia equivalente en un circuito en paralelo es igual a la inversa de la suma de las inversas de todas las resistencias presentes en el circuito.

Matemáticamente:

$$\frac{1}{Rt} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \dots + \frac{1}{Rn}$$

Lo que es igual a:

$$Rt = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \dots + \frac{1}{Rn}}$$

Para el caso particular de solo dos resistencias el valor de la  $R_t$  será igual al producto dividido la suma de las resistencias en cuestión:

$$R_t = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

Este método es solo aplicable cuando tenemos dos resistencias, en la práctica es posible agrupar resistencias de modo que nos sea posible utilizar este método.

### 2.7.3 Potencia disipada por una resistencia.

La potencia de una resistencia es la cantidad de energía, producida por Efecto *Joule* que puede disipar al ambiente en forma de calor, antes de destruirse.

El efecto Joule nos dice que: *“Si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor, elevando la temperatura del mismo”*

*Este calor se mide en Joule (en honor a su descubridor) siendo:*

$$(1) \quad E = I^2 * R * t$$
$$[J = A^2 * \Omega * s]$$

Ahora bien, la potencia eléctrica disipada es la relación de la energía disipada por unidad de tiempo.

$$(2) \quad P = \frac{E}{t}$$

Si relacionamos ambas ecuaciones reemplazando (1) en (2) obtenemos:

$$P = \frac{I^2 * R * t}{t}$$

Simplificando  $t$  obtenemos:

$$P = I^2 * R$$

La unidad de medida de la Potencia Eléctrica es el *Watt [W]*

## **3 Parte II**

### **3.1 Dispositivos no lineales**

#### **3.1.1 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.

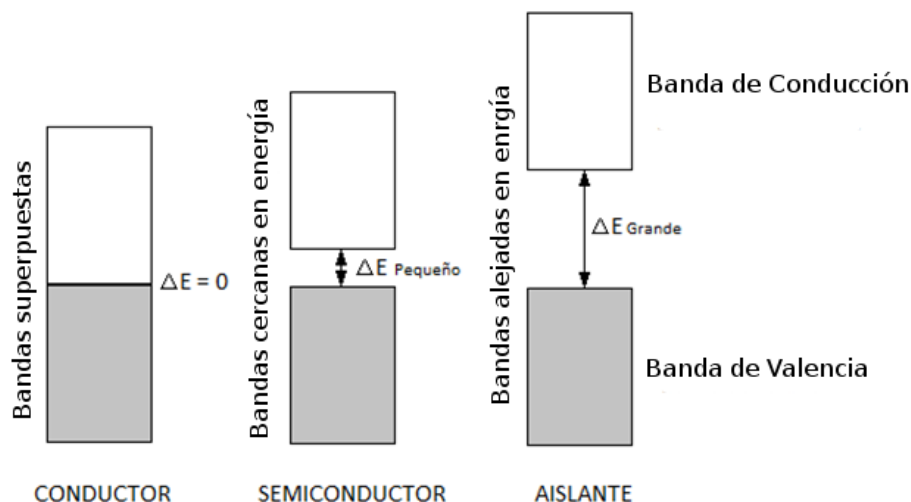


Figura 8: Banda de Valencia

#### **3.1.2 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, es decir, 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.

### 3.1.3 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.

## 3.2 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.

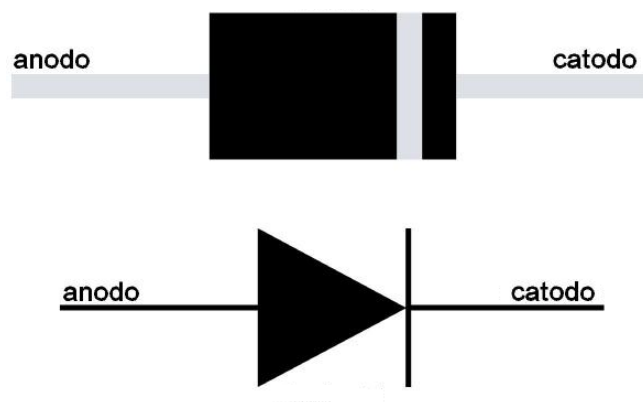


Figura 9: Aspecto físico y símbolo del diodo

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

### 3.2.1 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.

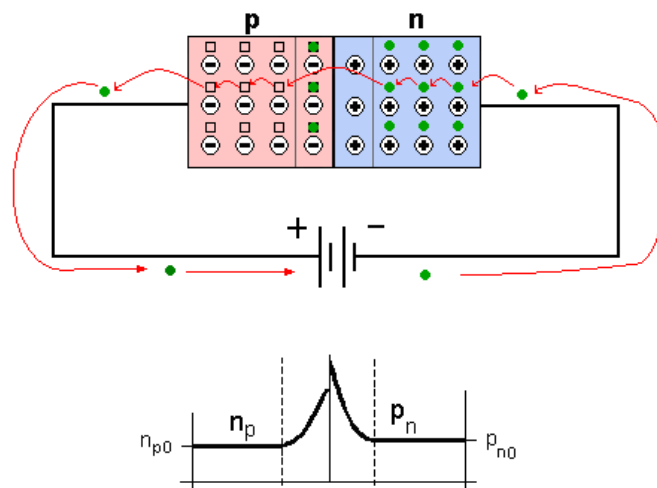


Figura 10: Polarización directa

### 3.2.2 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) 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  $1 \mu\text{A}$ ) denominada *corriente inversa de saturación*.

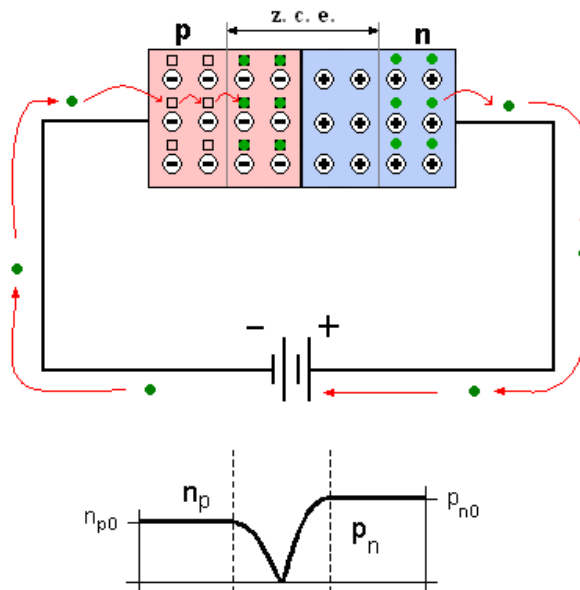


Figura 11: Polarización Inversa

### 3.2.3 Curva característica del diodo

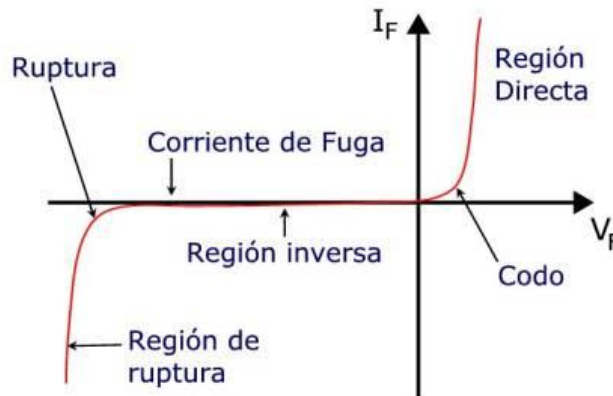


Figura 12: Curva característica del diodo

- **TENSIÓN UMBRAL, DE CODO O DE PARTIDA ( $V$ ):** 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. 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  $10^\circ$  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.

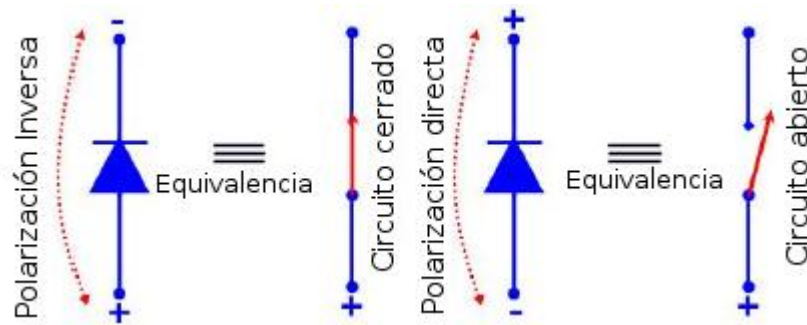


Figura 13: Equivalente del diodo

- DIODOS DE USO GENERAL

Estos se utilizan principalmente como rectificadores, o como protección, evitando la circulación de corriente en los circuitos al conectarlos con polaridad inversa.

- 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 más común es el estabilizador de tensión Zener.

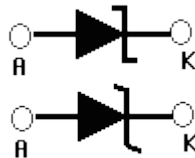


Figura 14: Diodo Zener

- 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.

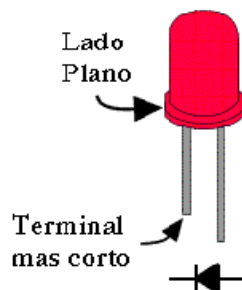


Figura 15: Diodo LED

- DIODOS DE POTENCIA

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

### **3.2.4 Comprobación de diodos**

Los diodos se comprueban con el Multímetro, utilizando la escala R x 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

### 3.3 El Capacitor

El capacitor o condensadores un componente que almacena energía durante un tiempo, teóricamente infinito. 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, totalmente una frente 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:

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

Donde:

C: Capacitancia.

Q: Carga eléctrica almacenada en las placas.

V: Diferencia de potencial entre las placas.

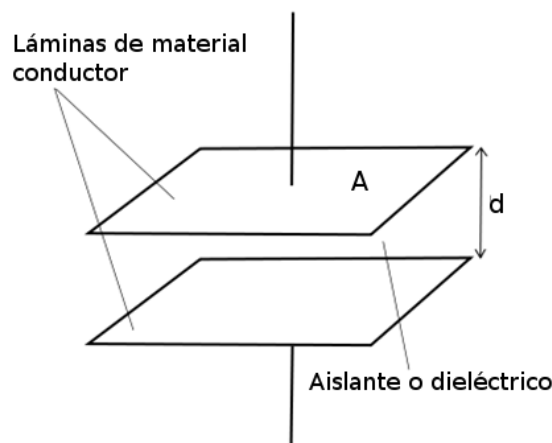


Figura 16: Esquema de un Condensador

- **CAPACITORES 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.

- **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 17: Capacitores

### 3.3.1 Valor de un capacitor:

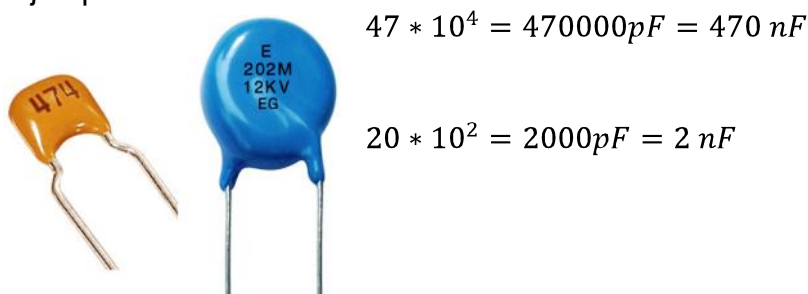
Los valores pueden estar escritos de forma explícita o por medio de códigos universalmente aceptados. Los capacitores electrolíticos siempre traen su valor de forma explícita, sin embargo, esto no sucede con los demás tipos.

Existen dos códigos principales para la identificación de capacitores: un código numérico y otro de colores. Este último está actualmente en desuso.

El código de numérico está compuesto por 3 dígitos seguidos opcionalmente por una letra. Esta letra corresponde a la tolerancia del componente. De izquierda a derecha los dos primeros números corresponden a los dos primeros dígitos del valor de la capacidad, mientras que el tercer número corresponde al factor multiplicador.

Estos valores están expresados en picofaradios [pF]

Ejemplo:

Figura 18: Capacitores  
(b)

La letra opcional (en el 2do capacitor M) representa el valor de la tolerancia siguiendo la siguiente tabla:

TOLERANCIA		
Hasta 10pF	Por encima de 10pF	
B = $\pm 0,10\text{pF}$	F = $\pm 1\%$	M = $\pm 20\%$
C = $\pm 0,25\text{pF}$	G = $\pm 2\%$	P = $+100\% -0\%$
D = $\pm 0,50\text{pF}$	H = $\pm 3\%$	S = $+50\% -20\%$
F = $\pm 1\text{pF}$	J = $\pm 5\%$	Z = $+80\% - 20\%$
G = $\pm 2\text{pF}$	K = $\pm 10\%$	

## 3.4 Rectificadores

Un rectificador es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua para circuitos que solo pueden funcionar con este tipo de corriente. Esto se realiza utilizando diodos rectificadores.

Dependiendo del tipo de rectificación, pueden ser de media onda, cuando sólo se utiliza uno de los semiciclos de la corriente, o de onda completa, donde ambos semiciclos son aprovechados.

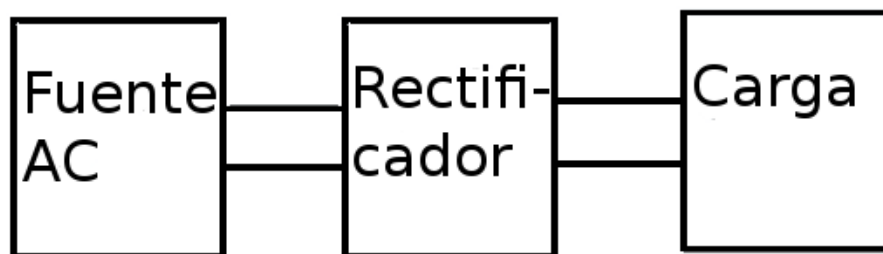
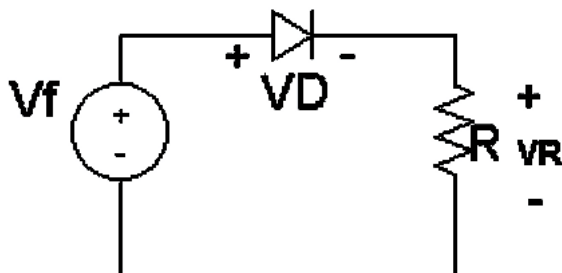


Figura 19: Etapas de un circuito con rectificador

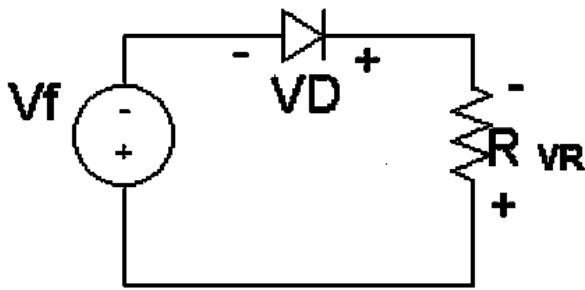
### 3.4.1 Rectificador de media onda

El rectificador de media onda consiste básicamente en un diodo colocado en serie entre la fuente de alimentación de corriente alterna y su funcionamiento se explica a continuación.



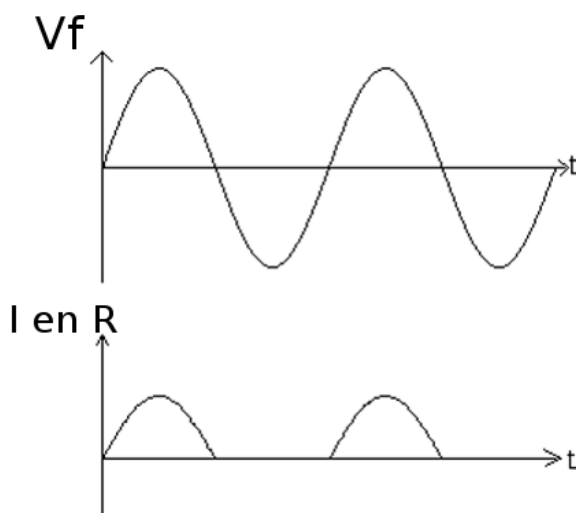
Semiciclo-positivo: Durante el semiciclo positivo se aplica la polaridad positiva de la fuente al ánodo y negativa a través de la resistencia al cátodo, el diodo es polarizado en directo, por lo tanto conduce, dejando pasar corriente hacia la carga(R)

Figura 20: Rectificador onda completa (Semiciclo Positivo)



Semiciclo-Negativo: Durante el semiciclo negativo fuente aplica polaridad negativa al ánodo y positiva a través de la resistencia hacia el cátodo, el diodo es polarizado en inverso, entonces el diodo no conduce, evitando así que circule corriente en sentido inverso a través de la carga (R).

Figura 21: Rectificador media onda (Semiciclo negativo)



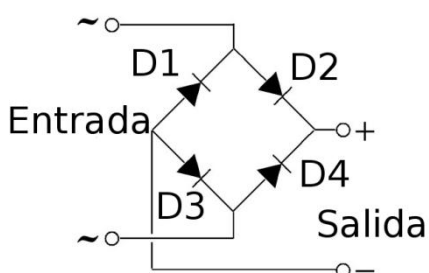
En la figura puede observarse la forma de onda de la tensión de la fuente en contraste con la forma de onda que la I a través de la resistencia R. tanto en el semiciclo positivo, como en el negativo.

Figura 22: Tensión y corriente en un rectificador de media onda

### Rectificador de Onda Completa.

Existen dos tipos distintos, Con punto medio y tipo Puente. La diferencia en la construcción radica en el tipo de transformador y la cantidad de diodos que se utiliza. Por el poco uso de uno, y la facilidad de construcción del otro, en el presente documento solo se explicará el Rectificador de Onda Completa Tipo Puente.

#### 3.4.2 Rectificador de Onda Completa Tipo Puente.



Es la configuración más usualmente usada para la obtención de una señal positiva a partir de una señal alterna.

Consta de 4 diodos como los de la figura que entran en conducción de a pares y poseen la mejor eficacia respecto a los demás rectificadores.

Su funcionamiento se explica a continuación.

Figura 23: Rectificador tipo puente



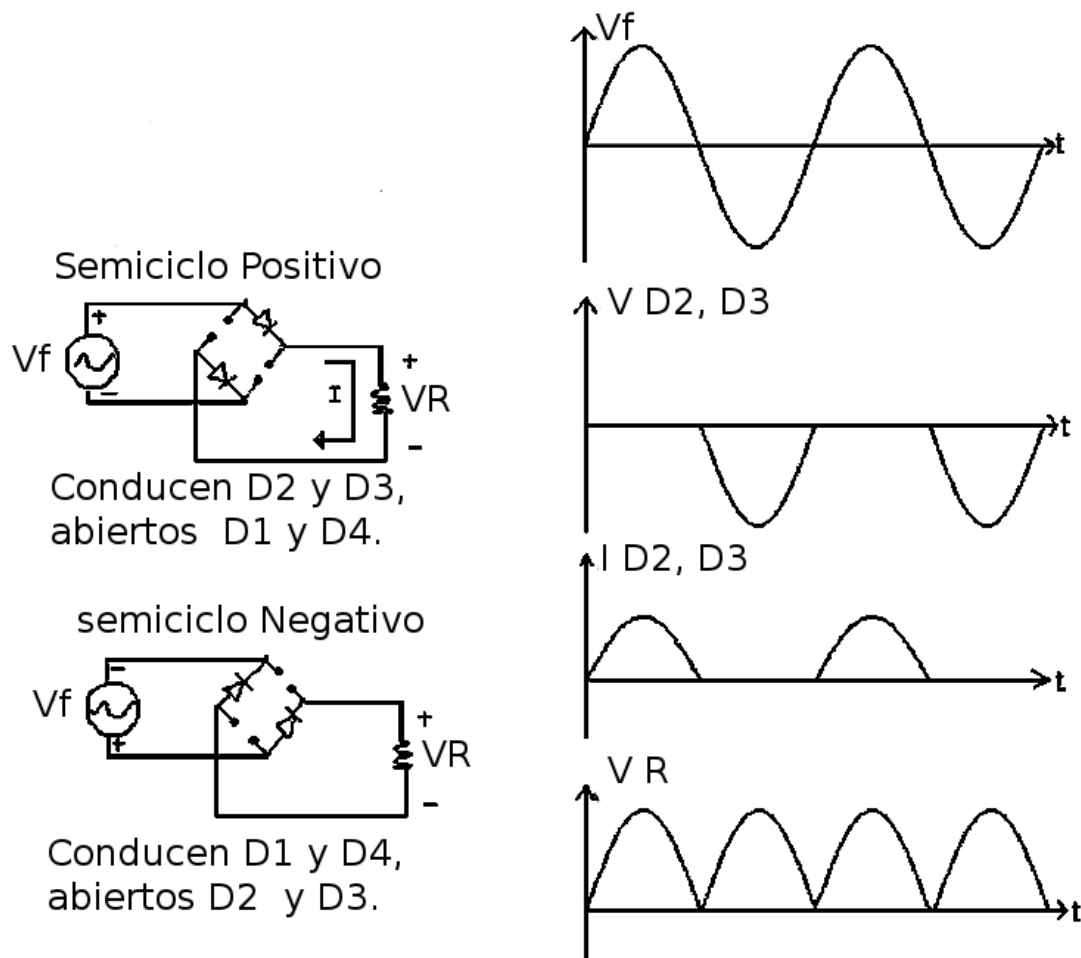


Figura 24: Funcionamiento del rectificador tipo puente

- Semiciclo positivo: Durante el semiciclo positivo se conecta el cátodo de D1 y el ánodo de D2 al positivo (en ese instante) de la fuente, por lo cual D2 queda polarizado en forma directa (conduce) y D1 en forma inversa (no conduce). De modo similar, en el cátodo del D3 y en el ánodo del D4 se aplica un valor negativo de tensión, quedando polarizado en forma directa el D3 (conduce) y de forma inversa el D4 (no conduce).
- Semiciclo negativo: Algo similar sucede durante el semiciclo negativo. Un valor de tensión negativa es aplicado en el cátodo de D1 (conduce) y en el ánodo de D2 (no conduce mientras que un valor positivo es aplicado al cátodo de D3 (no conduce) y al ánodo de D4 (conduce).

En la figura se ha omitido los diodos que no conducen y se dejaron solo los que conducen en ese semiciclo para facilitar la comprensión.

### 3.5 Ripple o rizado.

En las figuras anteriores se puede observar que a la salida de los rectificadores existe una gran fluctuación del valor de tensión, esta fluctuación. Se denomina “*ripple*” o “*rizado*” y es un remanente que queda al rectificarse una señal alterna.

Este rizado puede llegar a ser muy nocivo, por esto es que se intenta reducirlo al mínimo. Esta reducción se logra con el agregado de un capacitor en paralelo con la carga al que se le llama “*filtro*” el cuál almacenará energía mientras la onda esté aumentando y entregará esta energía el resto del tiempo.

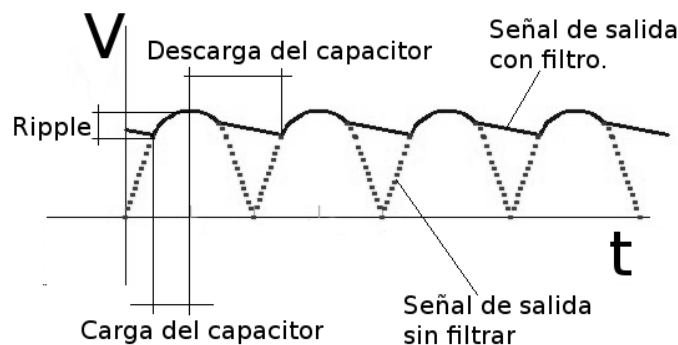


Figura 25: Señal de salida con y sin filtro

### 3.6 Regulador de tensión

Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de voltaje constante.

#### 3.6.1 Reguladores integrados

Normalmente son componentes de 3 pines, uno de entrada, un común o masa, y uno de salida, tienen una capacidad de reducción del rizado muy alta y normalmente sólo hay que conectarles un par de condensadores. Existen circuitos reguladores con un gran abanico de tensiones y corrientes de funcionamiento. La serie más conocida de reguladores integrados es la 78xx y la serie 79xx para tensiones negativas (donde los XX representan el valor de tensión al que regula). Los de mayor potencia necesitarán un disipador de calor, este es el principal problema de los reguladores lineales tanto discretos como integrados, al estar en serie con la carga las caídas de tensión en sus componentes provocan grandes disipaciones de potencia.

#### 3.6.2 Reguladores conmutados

Los reguladores conmutados solucionan los problemas de los dispositivos anteriormente citados, poseen mayor rendimiento de conversión, ya que los transistores funcionan en conmutación, reduciendo así la potencia disipada en estos y el tamaño de los disipadores. Se pueden encontrar este tipo de fuentes en los ordenadores personales, en electrodomésticos, reproductores DVD, etc., una desventaja es la producción de ruido electromagnético producido por la conmutación a frecuencias elevadas.

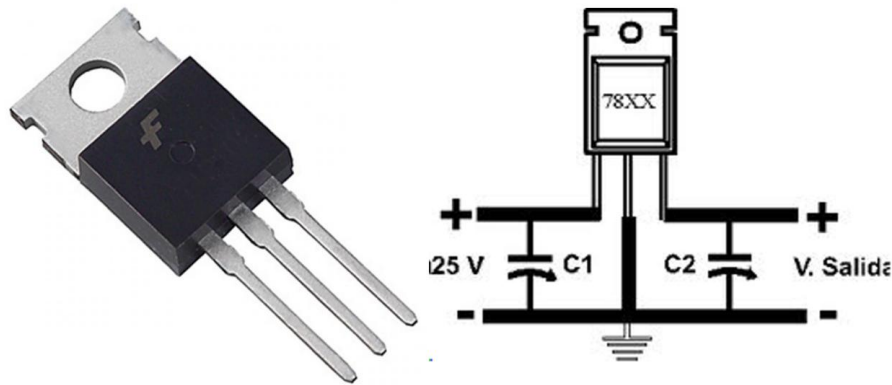


Figura 26: Regulador de tensión y conexionado típico

### 3.7 Etapas de una fuente de tensión.

Por lo general una fuente de tensión básica se compone de 4 etapas.

- Transformador: Se encarga de cambiar los niveles de la tensión de entrada, de 230V hasta uno cercano al que deseamos obtener de corriente continua.
- Rectificador: Se encarga de convertir la corriente alterna en corriente continua. Luego de esta etapa la señal posee una gran fluctuación.
- Filtro: Se encarga de hacer que la corriente pulsadora, se mantenga en un nivel de continua lo más alto posible.
- Regulador: Se encarga de eliminar el rizado que todavía hay tras el filtro y de dejar la corriente totalmente continua y estable.

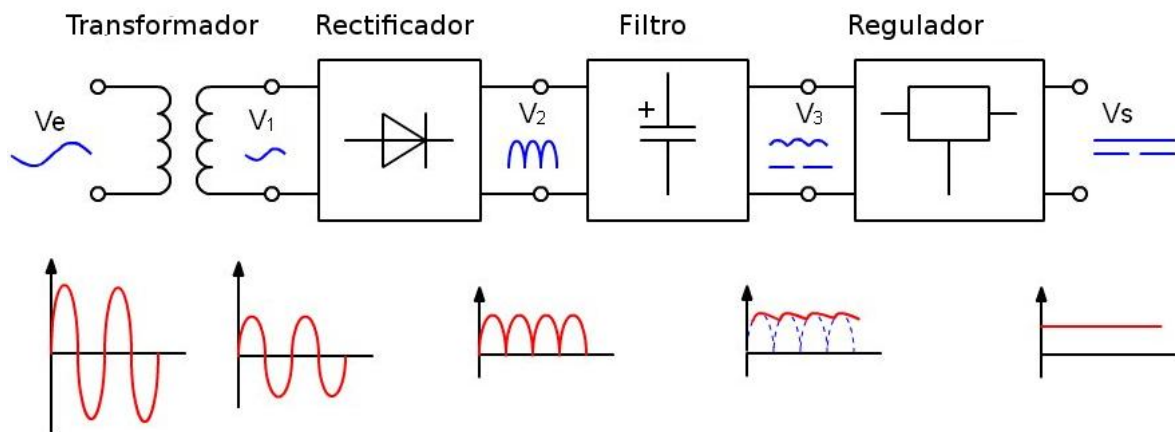


Figura 27: Bloques generales de una fuente de alimentación

## 4 Parte III

### 4.1 Introducción al laboratorio

#### 4.1.1 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 más 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° C y 450° 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 más 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.

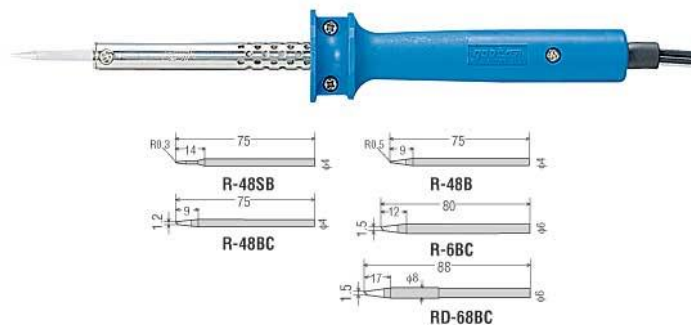


Figura 28: Soldador punta cerámica

- 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 29: Porta soldador

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



Figura 30: 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 0,5 y 0,8mm. 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 31: Rollo de estaño

- Pinza de punta: es un alicate de corte y sujeción usado para doblar, reposicionar y cortar.



Figura 32: 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 33: Alicates

- Protoboard o breadboard: 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.

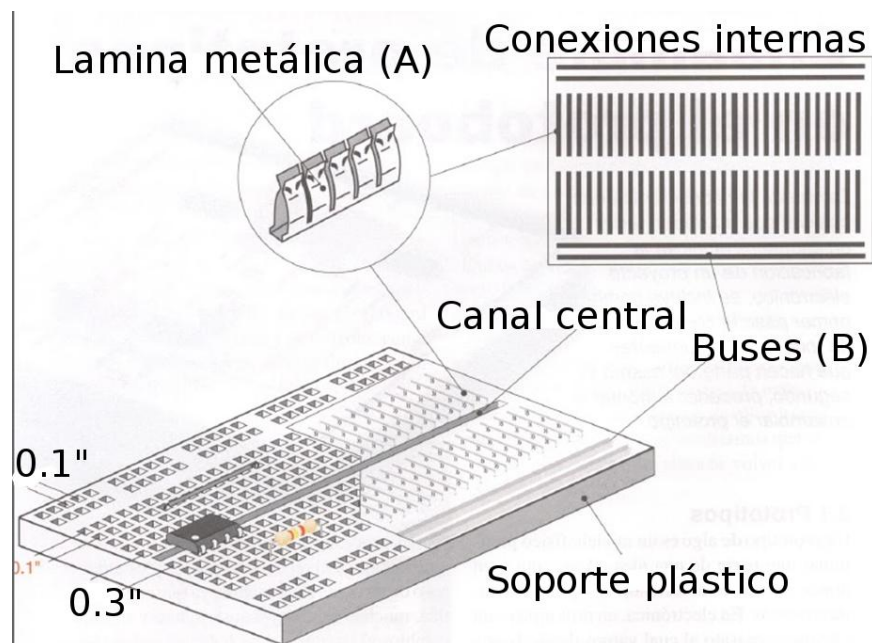


Figura 34: Protoboard

- Cinta aisladora / termocontraíble: el termocontraíble 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 35: Termocontraíble

## 4.2 Instrumentos de medición

### 4.2.1 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).

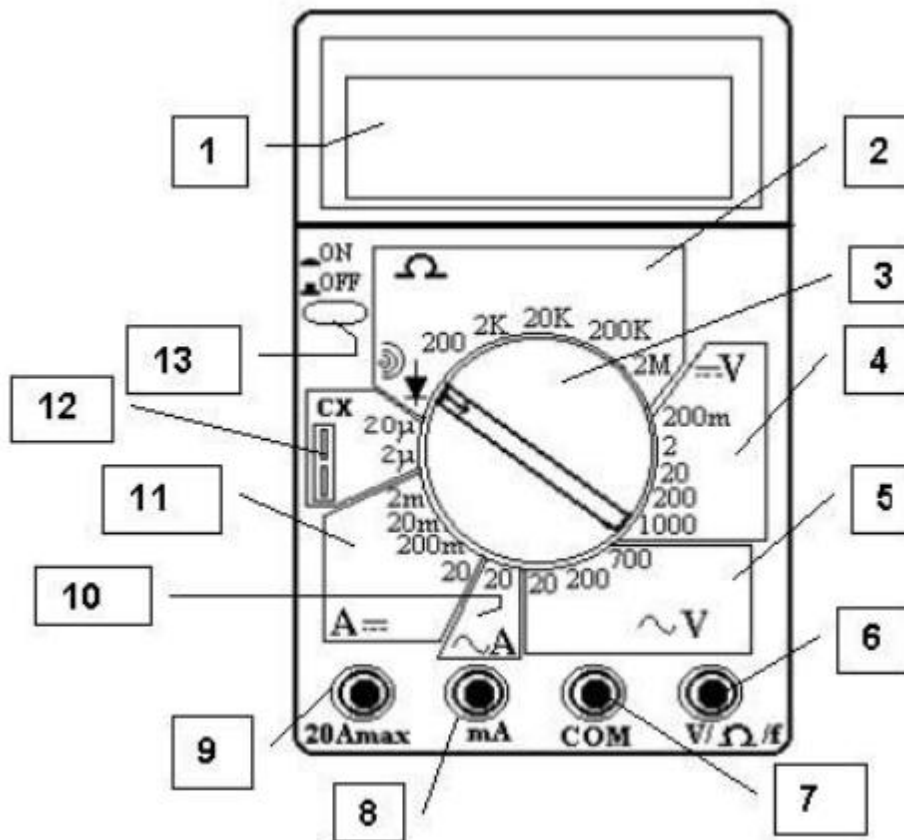


Figura 36: Multímetro Digital

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 ondulada).
6. Borne 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.

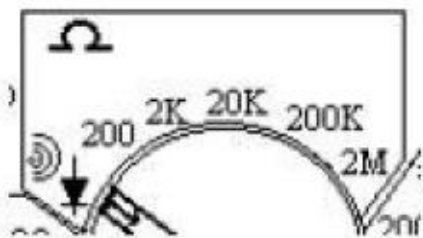


8. Borne de conexión o "jack" para poner la punta roja si se va a medir mA (miliamperes), tanto en alterna como en continua.
9. Borne de conexión o "Jack" para la punta roja cuando se elija el rango de 20A máximo, tanto en alterna como en continua.
10. Escala o rango para medir corriente en alterna (puede 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).

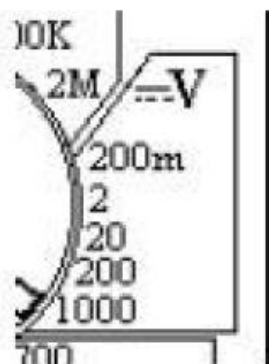
Figura 37: Escala continuidad-diodos

- *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 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.

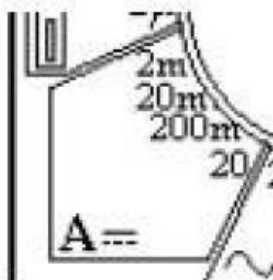
- *Probando diodos:* cuando realizamos un trabajo con diodos lo ideal es asegurarnos que estos estén en perfecto estado, para ello los probamos con la función correcta. Cuando se prueban diodos, en un sentido (el inverso a su polaridad), aparece el número "1" a la izquierda del display; esto significa 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 milivolts 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 es 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 milivolts (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.



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

Figura 38: 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.).



**Puntas de prueba:**  
Negra a "COM"(7) y la roja a  
mA (8) para un máximo de  
200mA o 20Amax. (9), según  
el rango seleccionado

Figura 39: Medición de corriente

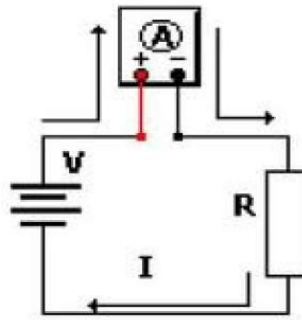


Figura 40: Conexión del amperímetro

- *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.

## 5 Ejercitación

Ejercicio N°1.

Encontrar la resistencia total del siguiente circuito:

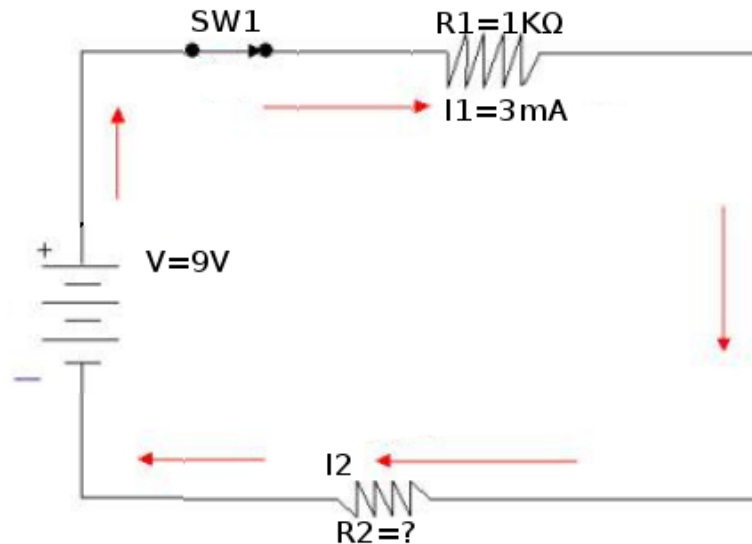


Figura 41: Ejercicio 1

Ejercicio N°2.

Encontrar la tensión y la potencia disipada de la resistencia  $R2$  del siguiente diagrama:

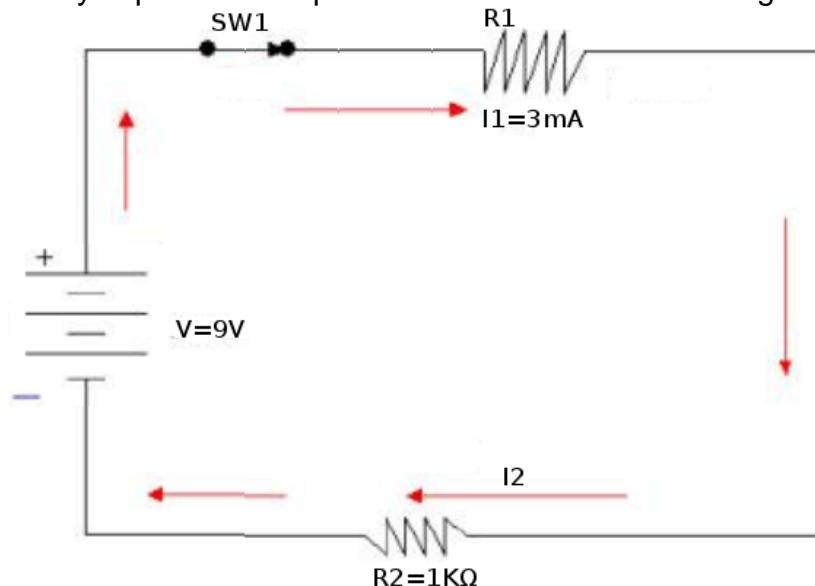


Figura 42: Ejercicio 2

Ejercicio N°3.

Encontrar el valor de tensión de la fuente del siguiente diagrama:

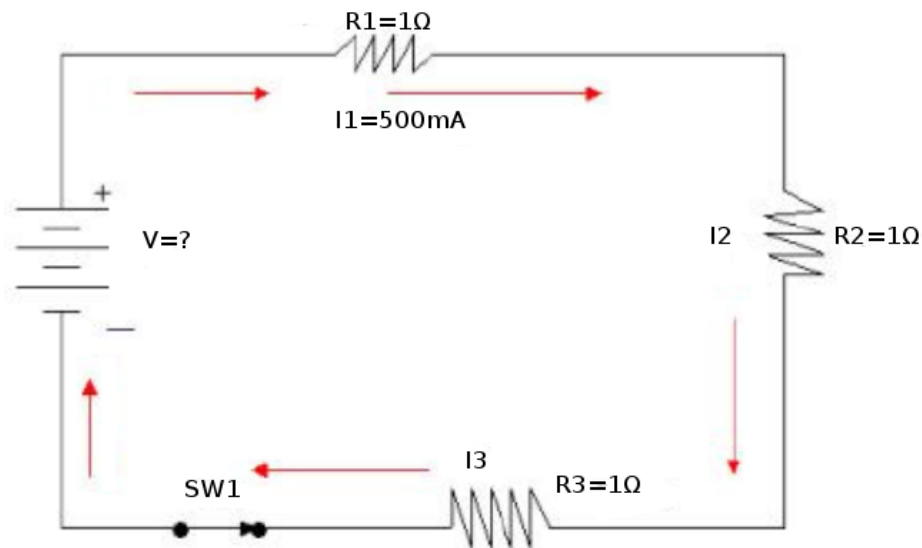


Figura 43: Ejercicio 3

Ejercicio N°4.

Demostrar:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

Ejercicio N°5.

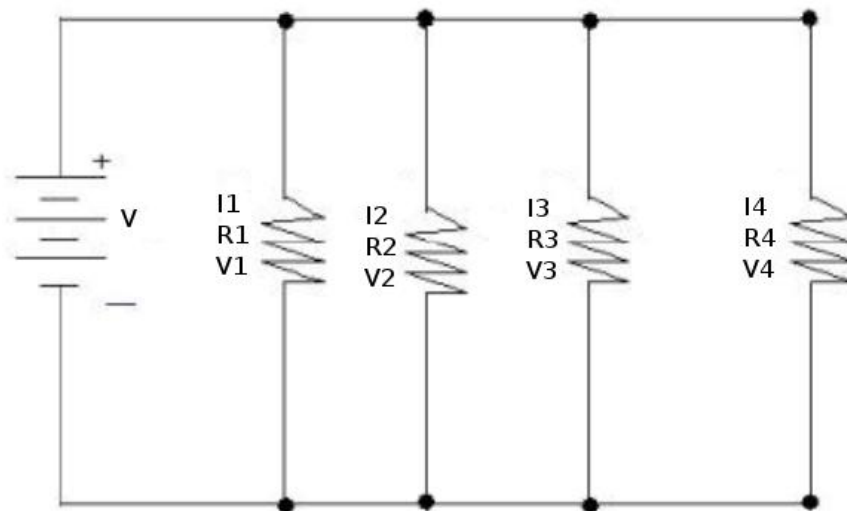


Figura 44: Ejercicio 5

Se tienen los siguientes datos para el circuito anterior:

$R_1 = 2 \text{ K}\Omega$ ;  $R_2 = 470 \text{ K}\Omega$ ;  $R_3 = 220 \text{ K}\Omega$ ;  $R_4 = 100 \text{ K}\Omega$

$I_1 = 500 \text{ mA}$

- 1).- Encontrar la tensión de la fuente.
- 2).- Encontrar la corriente administrada por la fuente.
- 3) – Encontrar la potencia disipada en cada resistencia.

## Ejercicio N°6

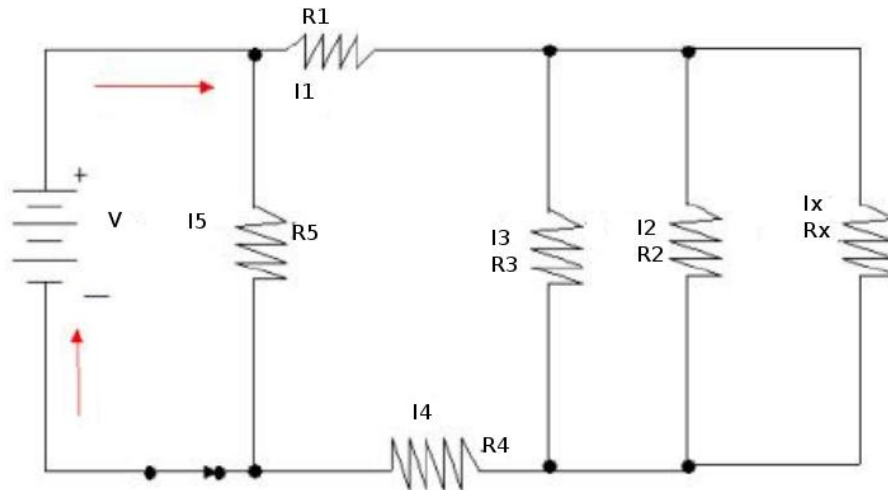


Figura 45: Ejercicio 6

Encontrar la potencia disipada en  $R_x$  considerando:

$$R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_1 = 1 \text{ }\Omega$$

$$V_T = 24 \text{ V}$$

$$I_T = 300 \text{ mA}$$

## Bibliografía:

- Material del Curso de Electrónica Básica 2012 (cdr.usla.org.ar)
- <http://www.virtual.unal.edu.co/unvPortal/index.do>
- [http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web\\_electronica\\_3/electronica\\_indice.html](http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_electronica_3/electronica_indice.html)
- <http://www.eletronicadidatica.com.br>
- [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)

Editado desde la base de Electrónica Básica 2012 por Ochoa Darío, con colaboraciones de Alvarez Reyna Marco, Becutti Franco, Molina Martin Ezequiel, Luis Vazquez.



Curso Básico de Electrónica por [Club de Robótica UTN-FRC](#) se encuentra bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported](#).

Léanse los términos de uso para más información.