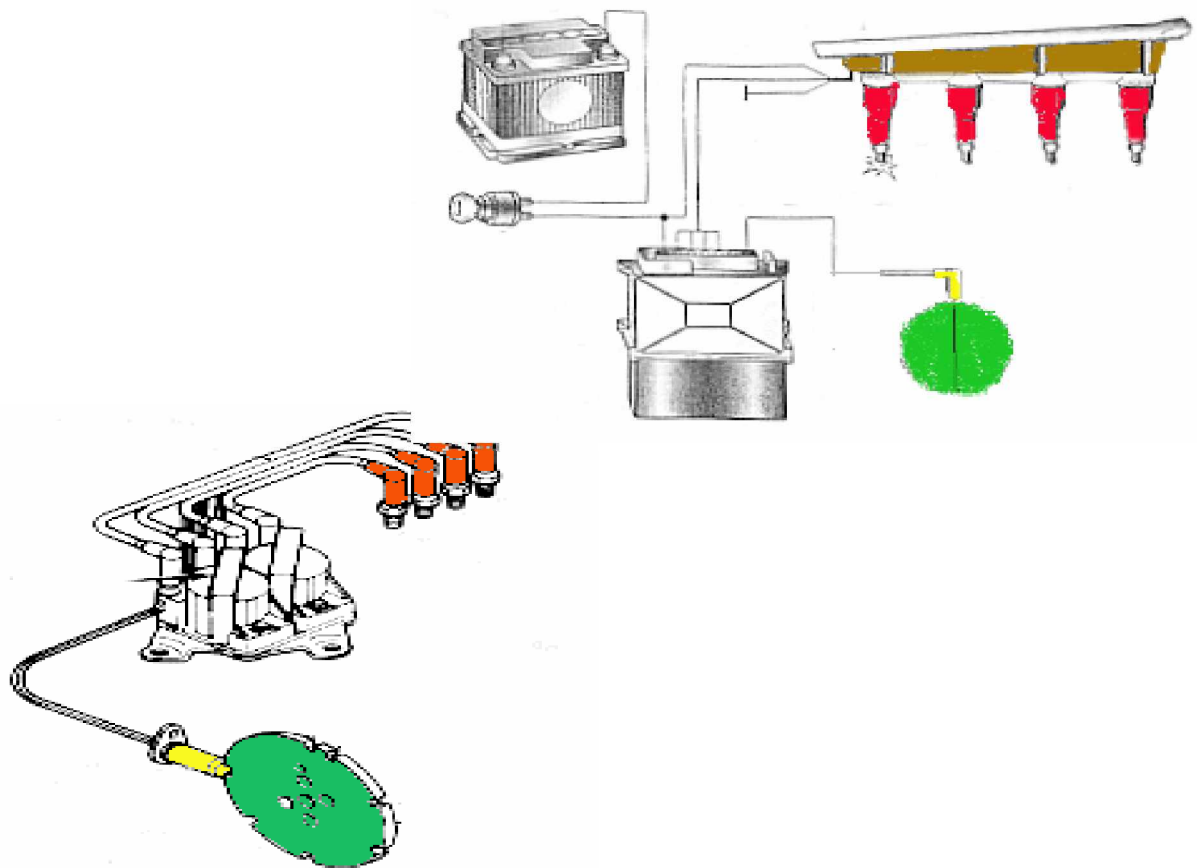


MANUAL N°2 A-8

ELECTRÓNICA APLICADA A LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO



PROFESOR : Claudio Arellano Parada.

LA RESISTENCIA EN CIRCUITOS ELECTRONICOS

La resistencia también denominada **RESISTORES** es uno de los componentes más utilizados en los circuitos electrónicos diseñados y aplicados en el control, función e información en los módulos que hoy controlan y gobiernan un automóvil.

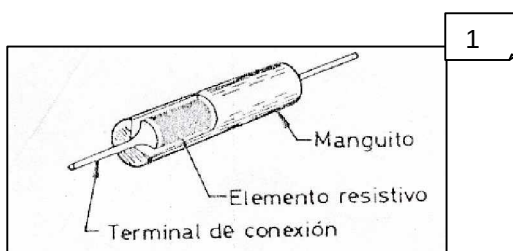
En un circuito las resistencias cumplen diversas funciones, por ejemplo, como divisor de tensión, entre otras.

Por lo tanto, es muy importante que las conozca bien, aunque son componentes muy simples. No siempre se sabe elegir la Resistencia adecuada para cada circuito, como consecuencia de ello se producen las averías y mal funcionamiento que en mas de una oportunidad darán algunos quebraderos de cabeza.

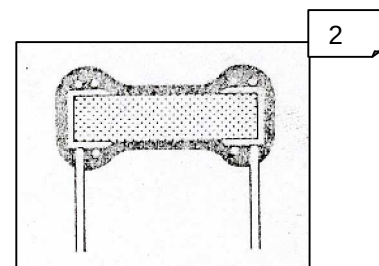
Podemos establecer que la resistencia es un elemento que se opone al paso de la corriente eléctrica. Dicha oposición se traduce en una generación de calor, es decir en una pérdida de energía en la propia resistencia, ya que esta energía calórico no es aprovechable en los circuitos electrónicos.

Las resistencias se clasifican según su construcción: fijas, variables y ajustables; siendo su denominación básica a consecuencia del elemento resistivo en sí, la que puede ser una composición de carbón aglomerado, una fina película metálica o un hilo de metal con elevada **RESISTIVIDAD**.

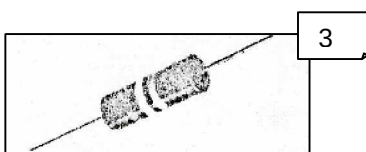
Las siguientes figuras corresponden a valores fijos de resistencias:



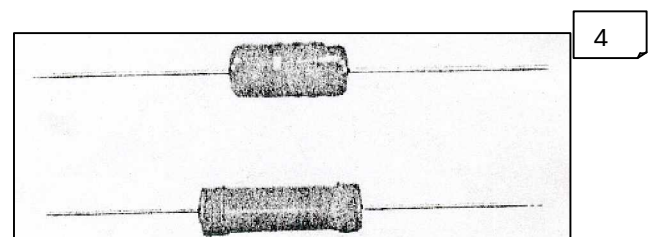
Constitución de una resistencia aglomerada de carbón



Corte esquemático de una resistencia aglomerada con fijación de los de conexión radialmente



Aspecto externo de una resistencia aglomerada de grafito



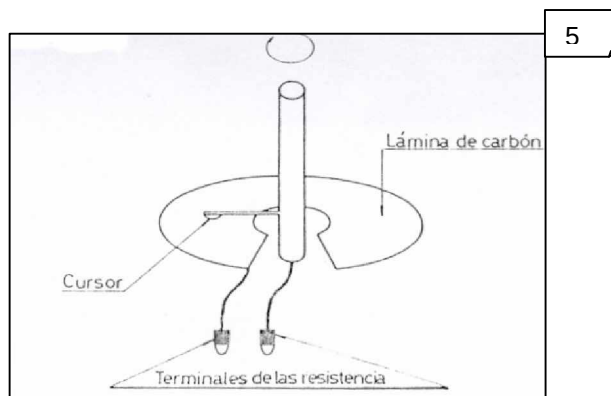
Aspecto externo de dos resistencias de película metálica.

Las resistencias variables son aquéllas en que es posible modificar su valor de resistencia, mediante dispositivos móviles entre un valor mínimo, generalmente cero y un valor máximo nominal de la resistencia (1 a 100Ω), recibiendo entonces el nombre de **RESISTENCIAS AJUSTABLES**.

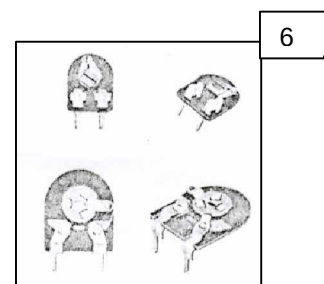
Estas resistencias se utilizan en los circuitos electrónicos para ajustar el valor total de una cadena de resistencias a un valor fijo, bien determinado, que permita el correcto funcionamiento del circuito, dentro de las condiciones dadas a la función de éste. También se utilizan cuando se deba disponer en un circuito una resistencia cuyo valor no esté normalizado.

Básicamente una resistencia ajustable consta de una lámina de carbón, con una conexión fija al exterior por uno de sus extremos, desplazándose sobre la lámina de carbón o lámina metálica en un segundo contacto accionado por un eje según sea la posición del segundo contacto sobre la capa de carbón, así será el valor de la resistencia, siendo tanto mayor cuanto más alejado esté del contacto fijo.

Las siguientes figuras muestran como están constituidas las **RESISTENCIAS AJUSTABLES** y los diferentes modelos que se fabrican.



Constitución de una resistencia ajustable de carbón



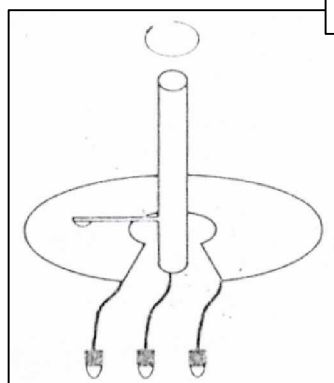
Fotografías de diferentes modelos de resistencias ajustables

Un tercer tipo de resistencias que también se considera variable, se conoce con el nombre de **POTENCIOMETRO**.

Los potenciómetros son unos componentes resistivos de construcción muy especial, pero no se trata de una resistencia con dos terminales, sino que ésta tiene tres terminales, siendo uno de ellos el central y está en conexión directa con un cursor que se desliza sobre una lámina de carbón, entre tanto, los otros dos están conectados a uno y a otro extremo de la lámina de carbón respectivamente.

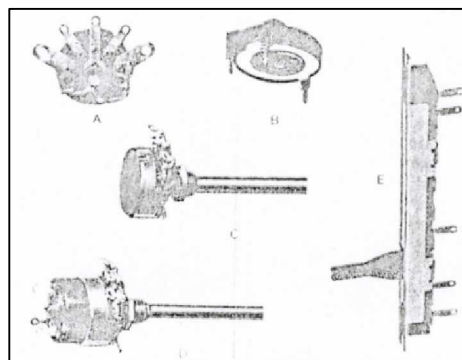
Su función es que al variar el cursor, varíe el valor de la resistencia y si detenemos el movimiento de éste; quede un valor fijo de resistencia según lo establecido, requerido o calculado. Con este funcionamiento, tenemos lo que podríamos denominar un divisor de tensión; lo que significa la tensión o el voltaje presente entre el cursor y uno de sus extremos. Es parte de la tensión aplicada entre los extremos fijos del potenciómetro.

Los potenciómetros se fabrican con o sin interruptor, los que comúnmente se conocen con el nombre de **POTENCIOMETROS LINEALES** y **LOGARITMICOS**. En las figuras se muestra la constitución de un potenciómetro y algunos modelos utilizados en circuitos electrónicos.



7

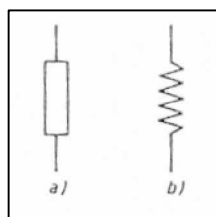
Constitución de un potenciómetro de carbón



8

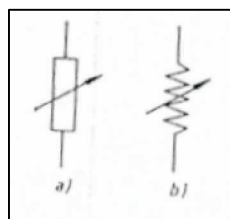
Fotografía de algunos potenciómetros de uso corriente en Electrónica

Las siguientes figuras muestran la simbología de las resistencias fijas, variables y potenciómetros utilizados en los esquemas y/o circuitos electrónicos.



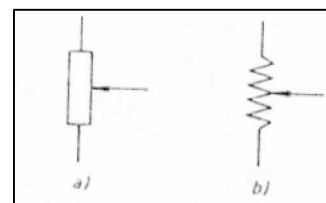
9

Símbolos de resistencia: a) símbolo según normas europeas b) símbolo según normas americanas.



10

Símbolos de resistencia variables: a) símbolos según normas europeas b) símbolo según normas americanas



11

Símbolos de potenciómetros a) símbolos según normas europeas b) símbolo según normas americanas

La resistencia como elemento fundamental de un circuito electrónico tiene su propia **unidad de medida o magnitud, la que recibe el nombre de OHM**, la que está representada por la letra griega Omega Ω .

A su vez esta unidad Ohm (Ω) tiene múltiplos y submúltiplos:

Los múltiplos de Ohm (Ω) son:

MEGAOHM = 1.000.000 de Ohm

KILOOHM = 1.000 Ω

Se designa $M\Omega$

Se designa $K\Omega$

Ahora, los submúltiplos de Ohm (Ω) son:

MILIOHM = 0,001 Ω

MICROOHM = 0,000001 Ω

Se designa $m\Omega$

Se designa por la letra mú del alfabeto griego, o sea $\mu\Omega$

Por otra parte, el valor de una resistencia se puede conocer de la siguiente forma:

- a) Código de colores
- b) Valor impreso en ella
- c) Midiendo el valor de la resistencia con un tester, en la escala de resistencias.

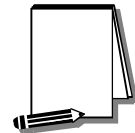
Valor de una resistencia por medio del código de colores.

El valor de las resistencias se indica por medio de anillos de color impresos sobre ellas, teniendo estas mínimo tres o cuatro colores.

Estos anillos se leen desde un extremo hacia la mitad de la resistencia, de tal forma que el cuarto anillo de color si lo tiene (que normalmente es plateado o dorado) se lea en el último lugar.

Entonces, el primer y segundo color; dan el valor numérico significativo de la tabla de colores. El tercer color, corresponde al factor por el cual se tienen que multiplicar las dos primeras cifras o más simple, agregar la cantidad de ceros a los dos primeros según el número que corresponda al color en la tabla. El cuarto color si lo tiene, corresponde al valor de la tolerancia que puede tener cada resistencia.

Ahora, examine los tres ejemplos, según lo descrito anteriormente:



Ejemplo 1. 1er. color: café = 1
 2do. color: verde = 5
 3er. color: café = 1
 4to. color: dorado = $\pm 5\%$
 Solución 15 x 10 = $150 \Omega \pm 5\%$

Ejemplo2. 1er. color: amarillo = 4
 2do. color: violeta = 7
 3er. color: amarillo = 4
 4to. color: plateado = $\pm 10\%$
 Solución 47 x 10.000 = 470.000Ω , también es $470 K\Omega$

Ejemplo 3. 1er. color: amarillo = 4
 2do. color: violeta = 7
 3er. color: negro = $10^0 = 1$
 4to. color: café = $\pm 1\%$
 Solución 47 x 1 = $47 \Omega \pm 1\%$

Ahora, ud. dispone en la siguiente tabla n°1 del *Código de Colores Internacional de Resistencias* (Estimado alumno: Para practicar, es necesario que solicite su hoja, resistencia y tester)

	1° anillo	2° anillo	$\times 1$	4° anillo
Color	1° cifra	2° cifra	factor	Tolerancia
Negro	-	0	x 1	-
Marrón	1	1	x 10	$\pm 1 \%$
Rojo	2	2	x 100	$\pm 2 \%$
Naranja	3	3	x 1.000	-
Amarillo	4	4	x 10.000	-
Verde	5	5	x 100.000	-
Azul	6	6	x 1.000.000	-
Violeta	7	7	x 10.000.000	-
Gris	8	8	x 100.000.000	-
Blanco	9	9	x 1.000.000.000	-
Plata	-	-	x 0.01	$\pm 10 \%$
Oro	-	-	x 0.1	$\pm 5 \%$
Ninguno	-	-	-	$\pm 20 \%$

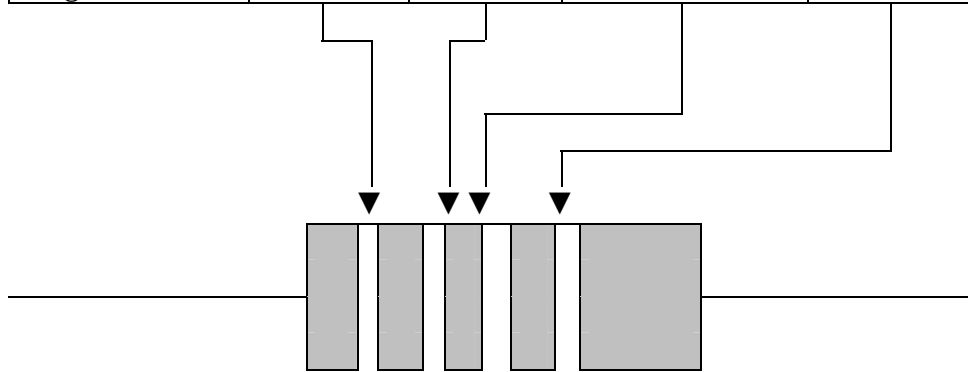


TABLA N°1 : Código de colores internacional para identificación de resistencias

¿ Como de conectan las resistencias?

Existen tres formas de conectar las resistencias. Estas son:

- Conexión en serie.
- Conexión en paralelo.
- Conexión mixta.

La conexión en serie de resistencias, consiste en conectar una a una por sus terminales cada resistencia entre sí, luego para obtener la resistencia total (R_t) de un circuito, estas se deben sumar, es decir:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_n.$$

Ahora analizará los tres siguientes ejemplos, según lo expuesto anteriormente. Solo dispone de 5 minutos.

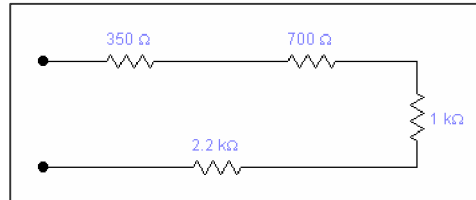
Ejemplo 1.

Datos: $R_1 = 350 \, \Omega$

$R_2 = 700 \, \Omega$

$R_3 = 1 \, \text{K}\Omega$

$R_4 = 2,2 \, \text{K}\Omega$



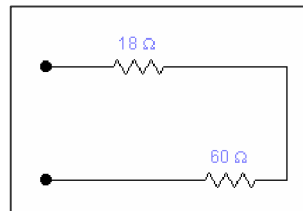
$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 350 + 700 + 1000 + 2200$$

$$R_t = 4250 \, \Omega = 4,25 \, \text{K}\Omega$$

Ejemplo 2.

Datos: $R_1 = 18 \, \Omega$

$R_2 = 60 \, \Omega$



$$R_t = R_1 + R_2 = 18 + 60$$

$$R_t = 78 \, \Omega$$

Ejemplo 3.

Datos:

$R_1 = 0,25 \, \text{K}\Omega$

$R_2 = 250 \, \Omega$

$R_3 = 1000 \, \Omega$

$R_4 = 0,07 \, \text{K}\Omega$

$R_5 = 0,5 \, \text{K}\Omega$

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

$$R_t = 0,25 + 0,25 + 1 + 0,07 + 0,5 = 2,07 \, \text{K}\Omega$$

ó

$$R_t = 250 + 250 + 1000 + 70 + 500 = 2070 \, \Omega$$

NOTA:

Dibuje el circuito del ejemplo N° 3.

Una segunda forma de conectar **las resistencias es en paralelo**. Esto consiste en poner las resistencias una frente a la otra, teniendo todas el mismo punto común de conexión. Luego, para obtener la resistencia total (R_t) del circuito, lo puede realizar mediante las siguientes fórmulas:

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

Nota: Esta fórmula es aplicada a circuitos que tengan dos o más resistencias, solo que siempre se deben tomar un máximo de dos, lo que trae como consecuencia que se obtienen resistencias parciales hasta llegar a la R_t .

Otra fórmula:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_n}}$$

Nota: Con esta fórmula se obtiene de inmediato la R_t , desarrollando los pasos que indica la fórmula.

Ahora, analice los resultados obtenidos en los tres ejercicios siguientes, de acuerdo a lo escrito anteriormente. Previamente daré el siguiente dato, ahora a comenzar.

La Resistencia Total en un circuito paralelo, será siempre menor a la menor del circuito.

Ejemplo 1.

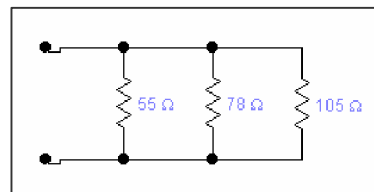
Datos:

$$R_1 = 55 \, \Omega$$

$$R_2 = 78 \, \Omega$$

$$R_3 = 105 \, \Omega$$

$$R_t = 24,67 \, \Omega$$



Ejemplo 2.

Datos:

$$R_1 = 350 \, \Omega$$

$$R_2 = 0,4 \, K\Omega$$

$$R_3 = 0,55 \, K\Omega$$

$$R_4 = 660 \, \Omega$$

$$R_t = 0,11506 \, K\Omega$$

NOTA: Dibuje los circuitos correspondientes a los ejemplos 2 y 3.



Ejemplo 3.

Datos:

$$R_1 = 150 \, \Omega$$

$$R_2 = 220 \, \Omega$$

$$R_3 = 300 \, \Omega$$

$$R_4 = 180 \, \Omega$$

$$R_5 = 270 \, \Omega$$

$$R_t = 42 \, \Omega$$

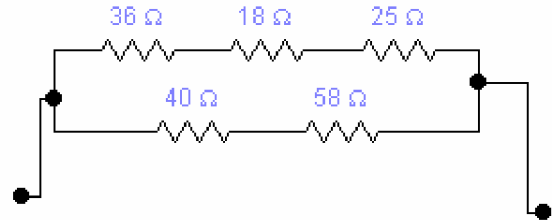
La tercera forma de conectar las resistencias, es unir las dos formas conocidas anteriormente, las que reciben el nombre de **circuito mixto**.

Ahora, para obtener la Resistencia Total, se deben aplicar las dos formas conocidas indistintamente ya que dependerán de la disposición que tenga el circuito, esto quiere decir que se debe comenzar por las fórmulas en circuito paralelo, si así lo dispone el circuito. O bien, si la disposición de éste en serie, a pesar que a su vez están en paralelo, debe comenzar a desarrollarse en serie.

Para que esto facilite su comprensión, revise el resultado de los dos siguientes ejemplos:

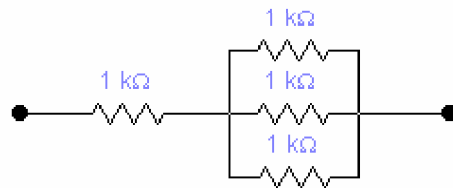
Ejemplo 1. Circuito Mixto Datos:

R1= 36 Ω
R2= 18 Ω
R3= 25 Ω
R4= 40 Ω
R5= 58 Ω
Rt= 43,74 Ω



Ejemplo 2.

Datos:
R1= 50 Ω
R2= 80 Ω
R3= 140 Ω
R4= 70 Ω
Rt= 79,47 Ω



Bien, ya conocemos lo que son las resistencias, la forma de conectarlas, los valores totales que se pueden obtener y que son la base de todo circuito electrónico, procederemos a estudiar, comprender y analizar el comportamiento que ocurre cuando se aplica un voltaje o tensión continua.

Estaremos ahora, en presencia de la **Ley de Ohm** y como consecuencia de ello, podemos establecer que en todo circuito eléctrico intervienen tres factores básicos que son:

Corriente (I) expresada en amperes.

Voltaje (V) expresada en volts.

Resistencia (R) expresada en Ohm.

A continuación se describe cada uno de ellos:

CORRIENTE: Es el flujo de electrones que pasan a través de un conductor, en consecuencia que podemos establecer que dicha corriente es la intensidad del flujo de electrones medidos en amperios.

Para nuestro caso y especialmente en electrónica sólo se utilizan los:

- a) Amperes (A)
- b) Miliamper (mA) = 0,001 Amp. = 10^{-3} Amper
- c) Microamper (μ A) = 0,000001 Amp = 10^{-6} Amper

En relación a los circuitos, la corriente tiene distintos comportamientos, sean estos en serie, o paralelos, mezclándose ambas condiciones cuando se trata de un circuito mixto.

Entonces, si se trata de un circuito en serie, la corriente **ES LA MISMA** en todo el circuito, es decir en cada elemento, o sea que:

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_n$$

Sin embargo, cuando se está frente a un circuito paralelo, la corriente se va dividiendo por cada punto de unión hacia cada uno de los componentes de este circuito, por lo tanto la corriente total (I_t) en un circuito paralelo corresponde a la suma de las corrientes parciales, es decir:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Ahora en el caso práctico de un circuito mixto, se aplicarán ambas condiciones para el desarrollo práctico o teórico.

El otro factor de aplicación en los circuitos es el **VOLTAJE** o **TENSIÓN**, que corresponde a la fuerza que origina el flujo de la corriente a través de un conductor. Dicho voltaje se puede generar por medio de procesos químicos como son las pilas y baterías, el cual recibe el nombre de Voltaje Continuo, indicado por sus polaridades como también por una fuerza mecánica la que provoca un movimiento de un campo magnético alrededor de una bobina estática de conductores de cobre, el que en su conjunto lo conocemos como **GENERADOR DE TENSIÓN ALTERNA**.

Al igual que la corriente que es directamente proporcional al voltaje, esta tensión también tiene distintos comportamientos según sea un circuito serie o paralelo, aplicándose por supuesto ambas condiciones cuando se trata de un circuito mixto.

Ahora bien, cuando se tiene un voltaje aplicado a un circuito serie, el voltaje total será la suma de los voltajes parciales ya que en cada elemento tendremos lo que se conoce como caída de tensión o diferencial de potencial, esto es el voltaje que se puede medir o calcular en cada componente del circuito.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, tenemos entonces que en un circuito serie:

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \text{ (V)}$$

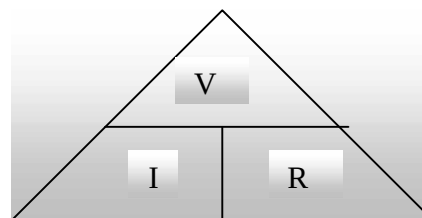
Pero, cuando estamos frente a un circuito paralelo, podemos establecer que la tensión o voltaje es la misma aplicada al circuito.

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = V_n.$$

El estudio realizado no ha sido mas que analizar uno a uno los tres elementos que componen la Ley de Ohm, que son: **RESISTENCIA - VOLTAJE - CORRIENTE**.

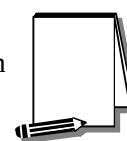
Para el estudio práctico de la Ley de Ohm, existe un triángulo, este consiste en indicar la operación matemática a realizar cuando se tiene una incógnita. OJO: Siempre se deben conocer a lo menos dos datos para obtener un tercero.

Bueno, veremos el triángulo de la Ley de Ohm.



Por ejemplo, si conoce el valor de la corriente (I) y de la Resistencia (R), lo que necesitas saber cuanto es el valor de la tensión o voltaje, entonces sigue estas instrucciones:

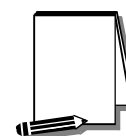
Con un objeto o simplemente tu dedo sobre la letra V que es la incógnita y la operación matemática a realizar será: (indíquelos)



- a) Sumar $I + R$
- b) Multiplicar $I * R$
- c) Dividir $I : R$

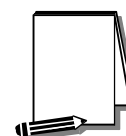
Ahora, la misma operación pero esta vez tapando la letra R, luego la operación matemática será: (indicarla)

- a) Restar $V - I$
- b) Sumar $V + I$
- c) Dividir $V : I$



Por último, tapa la letra I, entonces la operación matemática que tendrás que realizar será: (indicarla)

- a) Multiplicar $V * R$
- b) Dividir $V : R$
- c) Sumar $V + R$



Ya realizados los tres ejercicios, comprobaremos con la siguiente figura:

$$I = \frac{V}{R}$$

Amperios = $\frac{\text{Voltios}}{\text{Ohmios}}$

$$V = I * R$$

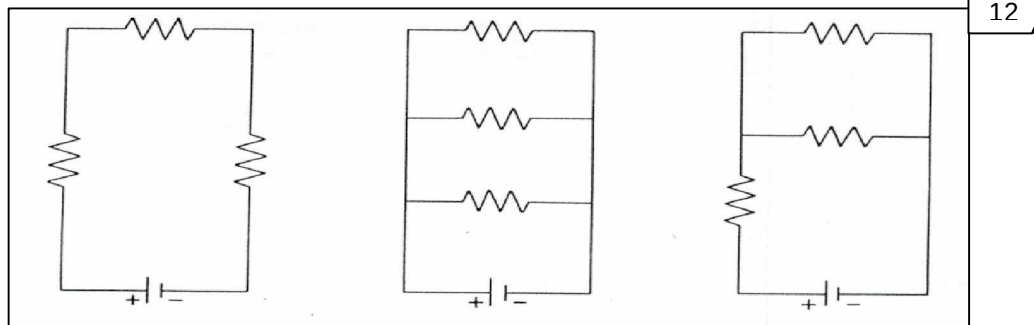
Voltios = Amperios * Ohmios

$$R = \frac{V}{I}$$

Ohmios = $\frac{\text{Voltios}}{\text{Amperios}}$

A continuación, usando tu calculadora, analiza estos circuitos de acuerdo con la teoría y el desarrollo explicativo que tiene cada uno de ellos.

¡¡¡Animo, no es difícil!!!



Serie

Paralelo

Serie - Paralelo

Tres tipos de circuitos eléctricos

En la conexión *en serie* de varias resistencias, la corriente no puede seguir más que un solo camino.

En la conexión *en paralelo* de ambas resistencias, la corriente sigue varios caminos constituidos por las resistencias en paralelo.

En la conexión *serie-paralelo* unas resistencias van en serie y otras en paralelo, tal como puede verse en la figura 12.

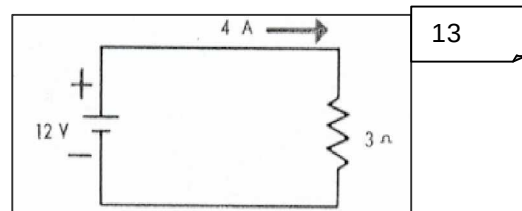
Circuitos en serie

En el circuito en serie se ha conectado una resistencia de tres ohmios a una batería de 12 voltios.

Para hallar la corriente que atraviesa la resistencia, se utiliza la fórmula de la Ley de Ohm que dice

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{3} = 4 \text{ A}$$

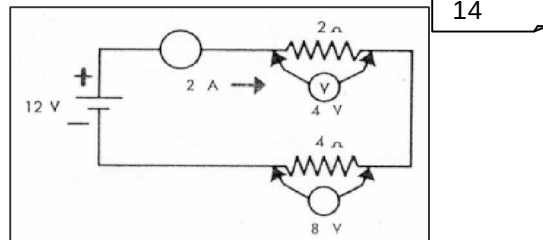
Circuito en serie fundamental



En la Figura 14 puede verse otro circuito en serie. En él se han conectado con la batería de 12 voltios una resistencia de 2 ohmios y otra de 4 ohmios, con lo que la resistencia total es de: $4 + 2 = 6$, donde por la Ley de Ohm la corriente será :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{3} = 4 \text{ A}$$

Circuito en serie con dos resistencias

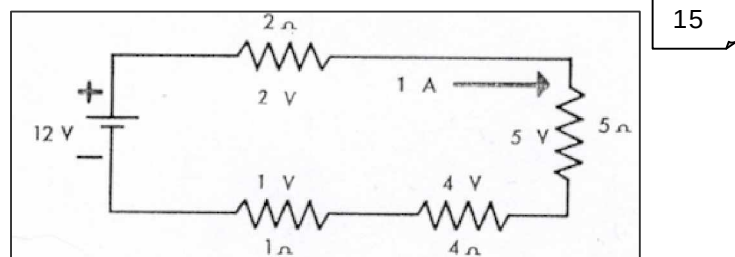


El voltaje que aparece entre los extremos de la resistencia de 2 ohmios se puede calcular por la ley de Ohm que dice $V = I \cdot R = 2 \cdot 2 = 4$ voltios. Y para la resistencia de 4 ohmios: $V = 2 \cdot 4 = 8$ voltios. Estas tensiones son la **caídas de voltaje** que se producen por el paso de la corriente a través de la resistencia, debiendo ser la suma de las caídas de voltaje en todas las resistencias del circuito, igual al voltaje de la fuente; en el ejemplo citado es de $4 + 8 = 12$ voltios.

Como se ha indicado en la figura 14 amperímetro intercalado en el circuito indicará el paso de una corriente de dos amperios, mientras que el voltímetro conectado a la resistencia de dos ohmios dará una lectura de 4 voltios y conectado a la resistencia de 4 ohmios, una lectura de 8 voltios.

En la figura 15 se ha representado un circuito con 4 resistencias en serie. La resistencia total del circuito es de 12 ohmios y la corriente de 1 amperio, siendo las caídas de voltaje a través de las resistencias del circuito las que se han indicado en el esquema.

Circuito con 4 resistencias en serie





Resumiendo: los **circuitos en serie** se distinguen por las siguientes características:

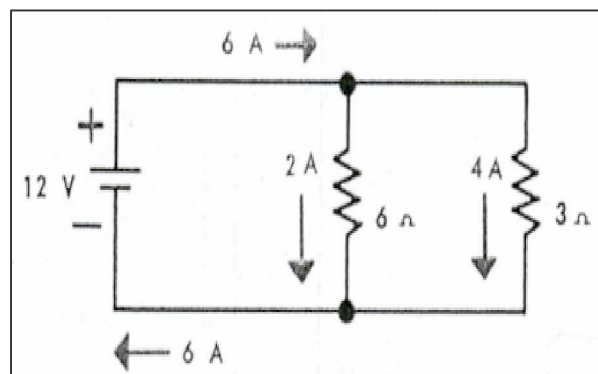
1. Todas las resistencias del circuito son atravesadas por la misma intensidad de corriente.
2. La caída de tensión a través de cada resistencia varía de acuerdo con la resistencia.
3. La suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión de la fuente de alimentación.

Circuitos en paralelo

En los **circuitos con resistencias en paralelo**, la caída de tensión a través de cada una de ellas es igual al potencial de la fuente de alimentación. De aquí resulta lo siguiente:

1. El voltaje a través de todas las resistencias es el mismo.
2. La corriente que atraviesa cada resistencia depende de su valor.
3. La suma de todas las corrientes es la corriente total del circuito.

En el circuito de la figura 16 se han conectado en paralelo con la batería de 12 voltios, una resistencia de 6 ohmios y otra de 3 ohmios.



16

Circuito con dos resistencias en paralelo

La corriente que atraviesa cada resistencia o rama del circuito se puede calcular por la ley de Ohm.

Para la resistencia de 6 ohmios será: $I = \frac{V}{R} = \frac{12}{6} = 2$ amperios.

Para la resistencia de 3 ohmios, $I = \frac{12}{3} = 4$ amperios.

La corriente total entregada por la batería será $2 + 4 = 6$ amperios. La resistencia compuesta del circuito será de 2 ohmios, ya que $R = \frac{V}{I} = \frac{12}{6} = 2$ ohmios.

La resistencia compuesta de 2 resistencias conectadas en paralelo es igual al producto dividido por la suma. En el caso presente $\frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2$ ohmios

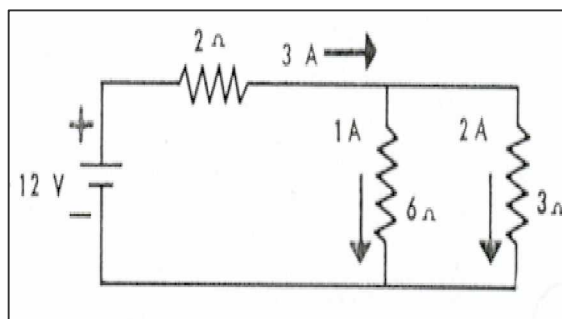
Resumiendo: los **circuitos en paralelo** se distinguen por las siguientes características:

- 1.
- 2.
- 3.



CIRCUITOS EN SERIE-PARALELO

En la figura 17 se ha representado **un circuito con resistencias en serie y en paralelo**. Como puede verse, la resistencia de 2 ohmios está en serie con una combinación de 2 resistencias en paralelo (las de 3 y 6 ohmios).



17

Circuito con resistencias en serie-paralelo

La corriente total que recorre este circuito es igual al voltaje dividido por la resistencia total. Esta resistencia se calcula del modo siguiente: la de las 2 resistencias en paralelo es de 2 ohmios, de acuerdo con la fórmula que se acaba de explicar: $\left(\frac{6 \times 3}{6 + 3} \right) = 2$

Estos dos ohmios de resistencia se han de sumar con los dos ohmios de la otra resistencia, por estar en serie. La resistencia total del circuito resulta ser así de 4 ohmios, con lo que la corriente total será igual a $I = \frac{12}{4} = 3$ amp

4

La caída de tensión en la resistencia más próxima a la batería será : $V = I \cdot R = 3 \cdot 2 = 6$ voltios, quedando otros 6 voltios para las 2 resistencias de 3 y 6 ohmios puestas en paralelo.

La corriente que pasa por la resistencia de 6 ohmios es $I = V/R = 6/6 = 1$ amperio, y la que pasa por la resistencia de 3 ohmios es $I = 6/3 = 2$ amperios.

La corriente total será igual a la suma de estas 2 corrientes o sea, $1 + 2 = 3$ amperios.

Resumiendo: los **circuitos en serie-paralelo** se distinguen por las siguientes características:

- 1.
- 2.
- 3.



Distribución de la corriente en los circuitos en serie y en paralelo.

Por la ley de Ohm sabemos como se relacionan el voltaje, la corriente y la resistencia de un circuito eléctrico.

Vamos a hacer ahora una aplicación de la ley de Ohm a unos circuitos en serie y en paralelo con resistencias de valor conocido.

Cada uno de los circuitos representados en la figura 18 consta de 3 resistencias de 4 ohmios. ¿Cuál es la corriente total en cada uno de ellos?.

En el circuito en serie la corriente tiene que atravesarlas todas, por lo que la resistencia total será de 12 ohmios. La corriente será igual al voltaje dividido por los ohmios, o sea : $12/12 = 1$ amperio

En el circuito en paralelo, la corriente se reparte entre las 3, a todas las cuales se aplica el mismo voltaje. Como la corriente que atraviesa una de esas resistencias es igual a los voltios divididos por los ohmios, es decir $12/4 = 3$ la corriente total que atraviesa el circuito será de 3 (amps.) x 3 (resistencias) = 9 amperios.

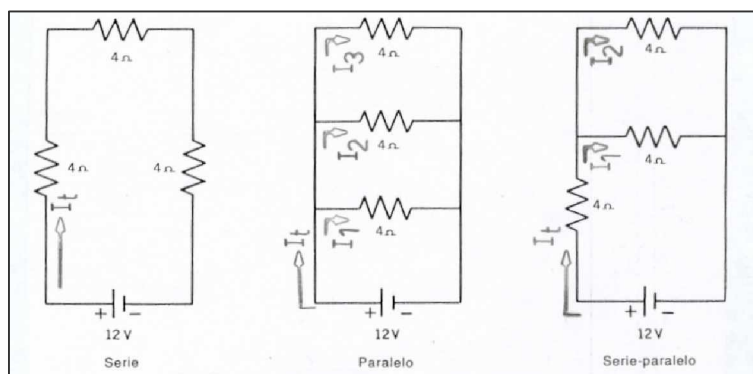
Por último, en el circuito con resistencias en serie y en paralelo, la resistencia total será de 4 ohmios, mas la resistencia de las 2 resistencias puestas en paralelo :

$(4 \times 4 = 16) = 2$ ohmios, o sea $4 + 2 = 6$ ohmios.

$$4 + 4 = 8$$

La corriente será el voltaje dividido por los ohmios, o sea $\frac{12}{6} = 2$ amperios. ¿Qué consecuencias prácticas se deducen de estos hechos?

- Circuito en serie = alta resistencia
- Circuito en paralelo = baja resistencia
- Circuito en serie – paralelo = resistencia media



18

Distribución de la corriente en circuitos en serie y en paralelo

CAPACIDAD

Otro de los elementos o componentes utilizados en todos los circuitos electrónicos son los **CONDENSADORES**, su finalidades múltiple, pudiendo destacar las siguientes:

- q Se utilizan para evitar el paso de corriente continua de un circuito a otro.
- q Se utilizan en temporizadores, que son circuitos capaces de hacer funcionar otro circuito o aparato, transcurrido un tiempo determinado.

La composición de los condensadores está basada en 1 conjunto de dos láminas o placas metálicas, aisladas entre sí por un material dieléctrico, es decir un material aislante, que puede ser de aire, mica, papel, etc.

Como el condensador tiene la capacidad de almacenar energía eléctrica por un tiempo prolongado, se le denomina *capacidad*.

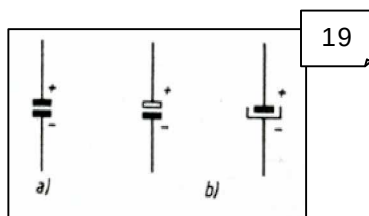
Ahora, la unidad de medida de la capacidad de un condensador es el *FARADIO*. Dicha unidad es demasiado grande, en consecuencia se utilizan los submúltiplos del Faradio que son:

$$\begin{array}{llll} 1 \mu\text{f} & = & 1.000 \text{ nf} & = & 1.000.000 \text{ pf} \\ 1 \text{ nf} & = & 0,001 \mu\text{f} & = & 1.000 \text{ pf} \\ 1 \text{ pf} & = & 0,000001 \mu\text{f} & = & 0,001 \text{ nf} \end{array}$$

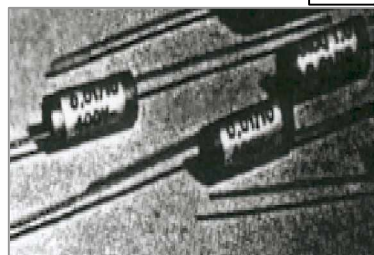
Ahora, visto como una anotación científica corresponde a:

$$\begin{array}{lll} 1 \mu\text{f} & = & 10^{-6} \text{ F} \\ 1 \text{ nf} & = & 10^{-9} \text{ F} \\ 1 \text{ pf} & = & 10^{-12} \text{ F} \end{array}$$

La capacidad de un condensador y su voltaje máximo son dos de los aspectos fundamentales que se deben tener en consideración en un condensador.



Símbolos mediante los cuales se representan los condensadores electrolíticos en los esquemas electrónicos

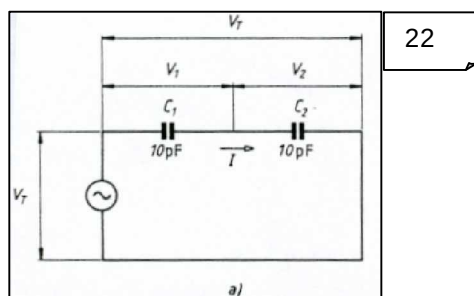


De acuerdo a su clasificación, estos se dividen en condensadores de paso y electrolíticos.

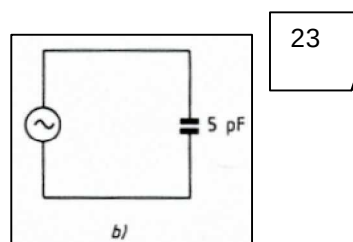
La diferencia entre uno y el otro es que los condensadores de paso no tienen polaridad y generalmente su valor es menor a un microfaradio.

En cambio los condensadores electrolíticos tienen polaridad (+ y -) indicando en su cuerpo y uno de sus terminales es más largo que el otro.

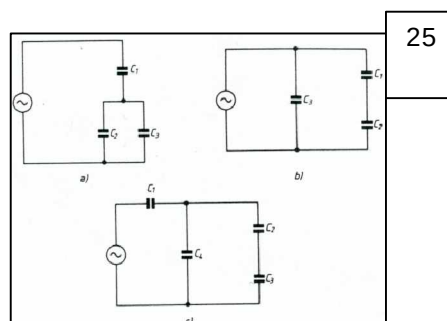
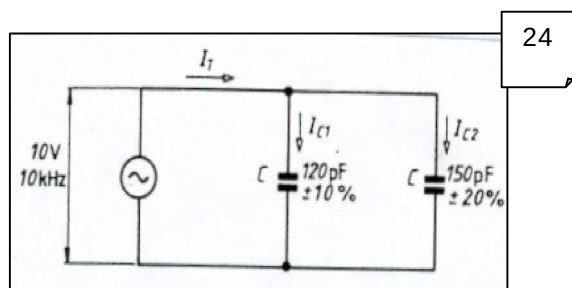
De la conexión de éstos, se conectan en serie, paralelo y mixtos, lo que se consigue de su conexión es obtener una capacidad mayor o menor, dependiendo de su conexión.



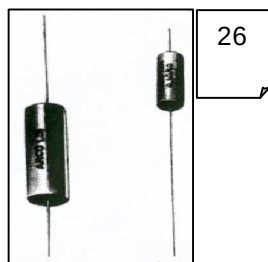
a) conexión de dos condensadores en serie



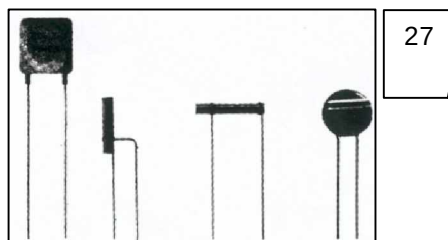
b) Esquema de un circuito equivalente al anterior pero formado con un único condensador cuyo valor capacitivo se obtiene a partir de la suma de las inversas de las capacidades parciales de los dos condensadores de la figura a.



Ejemplo de cálculo de dos condensadores conectados en paralelo.



Aspecto externo de dos condensadores de poli carbonato metalizado.



Aspecto externo de varios condensadores cerámicos



Aspecto externo de dos poliéster metalizado

SEMICONDUCTORES

Estimado alumno: Solicite a su Profesor Instructor la variedad de condensadores y observe las figuras en la guía de apuntes.

Los átomos se componen del núcleo y de una serie de capas de electrones concéntricos, por las que circulan distintos números de electrones, según la capa o nivel. Los materiales semiconductores como el germanio y el silicio poseen cuatro electrones de valencia. Estos ocupan el último nivel.

Los átomos de los materiales semiconductores forman una red cristalina, la que a su vez presentan una conductividad eléctrica menor que la de los metales pero mayor que la de los aisladores, esta es la razón por la que estos materiales se denominan **SEMICONDUCTORES**.

Los semiconductores están compuestos por dos materiales denominados P y N, el material P está cargado materialmente por cargas positivas, esto no quiere decir que no tenga en su interior cargas negativas, pero son en menor cantidad.

El material N está compuesto mayoritariamente por cargas negativas, no obstante contiene cargas positivas en menor cantidad.

Al unir los dos materiales, en su juntura se crea una **BARRERA** de potencial consistente en la recombinación de cargas positivas y negativas, denominada **DIFUSION**.

En la barrera de potencial o tensión de difusión encontramos diferentes voltajes que corresponden según el material para un Semiconductor de Germanio (Ge) corresponde desde 0 a 0,4 Volts, para Silicio (Si) es de 0,5 a 0,8 volts.

Como ya se dijo, que un semiconductor está compuesto por dos materiales, estos dan origen a los terminales (pin), los que reciben el nombre de: **ANODO** para el material P dando origen al lado positivo, luego el material N recibe el nombre de **CATODO**, originando el lado negativo.

Todo lo dicho anteriormente, da origen al material semiconductor más común y usado denominado **DIODO**.

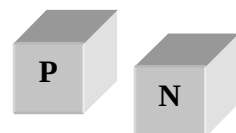
Los diodos semiconductores dejan pasar la corriente en un solo sentido.

La unión PN, presenta un efecto de válvula, por las características de construcción y funcionamiento.

FUNCIONAMIENTO:

Cuando al polo positivo de la fuente de alimentación está aplicada al **ANODO** (P) y el polo negativo de la fuente al **CATODO** (N) del diodo semiconductor, podemos establecer que se encuentra conectado en **sentido** de paso o polarización directa.

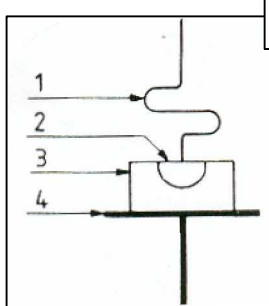
Ahora bien, cuando el polo negativo de la fuente está conectado al **ANODO** (P) y el polo positivo al **CATODO** (N), el diodo se encontrará conectado en sentido de Bloqueo o Polarización inversa.



Lo descrito anteriormente, corresponde a las dos formas de conectar un diodo, correspondiendo solo a la de funcionamiento **DIRECTA** la **POLARIZACION**.

Ambas polarizaciones se pueden comprobar con un tester, ubicando la prueba de diodos en el instrumento o simplemente en escala de resistencias, como ha sido demostrado por su Profesor Instructor.

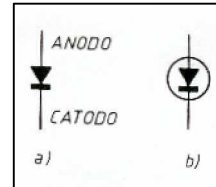
Una de las utilizaciones más prácticas en los diodos es la de **RECTIFICAR** en los Diodos, es la de Rectificar Corrientes Alternas en Continuas, como también en el funcionamiento de cualquier circuito electrónico.



29

Dibujo Esquemático de la forma constructiva de un diodo de punta de contacto.

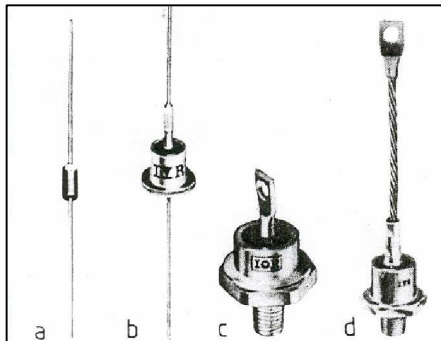
1. Punta de contacto en forma de muelle.
2. Cristal tipo P.
3. Cristal tipo N.
4. Base metálica



30

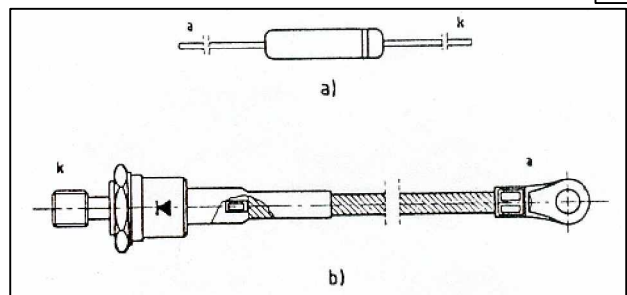
Símbolos con los que se representan los diodos semiconductores en los esquemas

- a). Símbolo más usual.
- b). Símbolo en el que se dibuja también la cápsula (círculo que rodea al diodo)



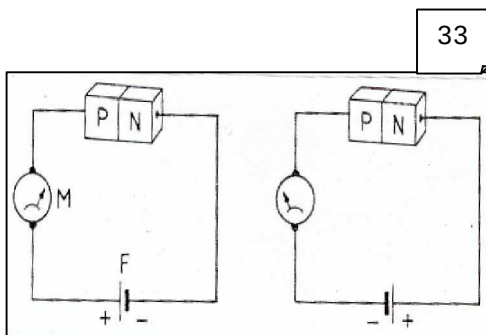
31

Aspecto externo de varios diodos semiconductores. a y b, diodos para baja potencia c y d, diodos para alta potencia.

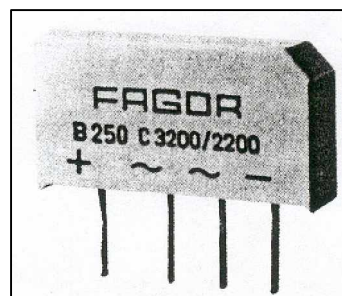


32

Indicación de los electrodos en los diodos semiconductores
a) Mediante aro impreso sobre la cápsula. b) Mediante símbolo impreso sobre la cápsula, dispuesto en el sentido adecuado.



33



34

Aspecto externo de un puente rectificador de silicio. Observe cómo a cada terminal le corresponde un signo referido a las entradas y salidas de corriente

DIODO EMISOR DE LUZ.

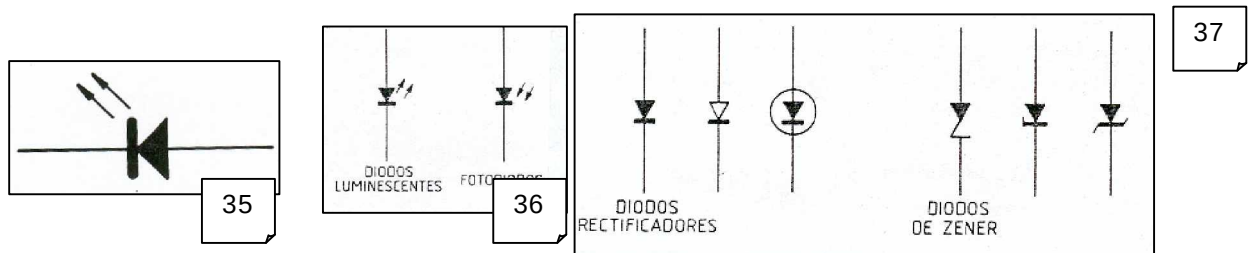
Este tipo de Diodo Emisor de Luz, son mas conocidos como **LED (LIGHT EMITTER DIOD)**.

Los Leds son diodos semiconductores que al aplicarle una tensión en sentido directo, irradian luz desde su unión PN, el que consta de una capa de fosfoarseniuro de galio, la que constituye el cristal N, sobre la que lleva una capa de cristal tipo P, en la que se ubica un electrodo metálico en forma de peine, la que constituye el ánodo.

FUNCIONAMIENTO:

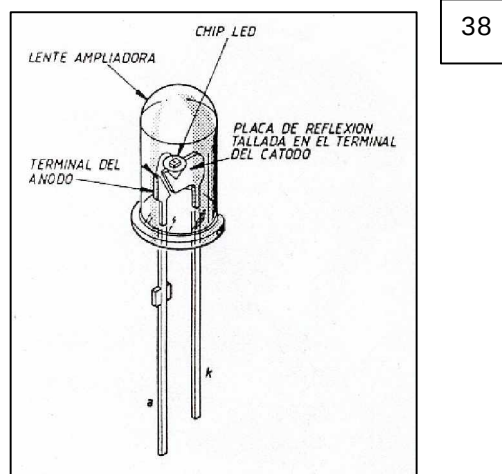
Al aplicar una tensión en sentido directo a la unión, los electrones se introducen en la región anódica y los huecos en la región catódica, al igual como sucede en un diodo semiconductor. Ahora, la luz emitida por un led es de distinto color, esto es según el material utilizado en la fabricación del Led. Por ejemplo: Para obtener luz roja se emplea el galio-arsénico, para luz verde el galio-fósforo y para color azul el carburo de silicio.

Por último, las siguientes figuras muestran el símbolo utilizado para representar un diodo emisor de luz (Led), en los esquemas electrónicos.



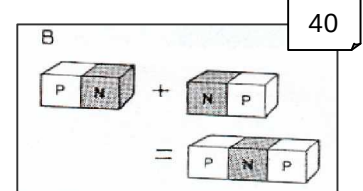
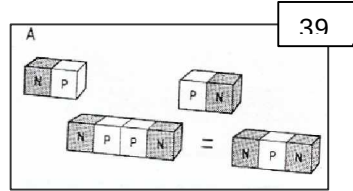
Símbolo con el que se representan en los esquemas a los diodos emisores de luz

Construcción típica de un diodo emisor de luz

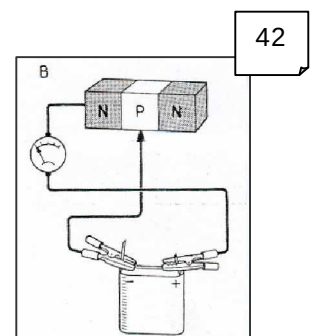
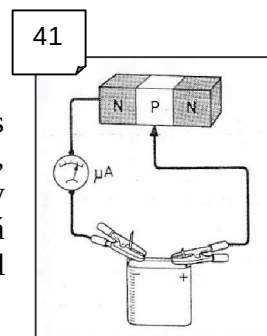


EL TRANSISTOR

Hemos visto que al unir dos materiales semiconductores forman un diodo, si se unen dos diodos, como se muestra en las figuras 39 y 40, obtendríamos como resultado que los cristales de igual polaridad se unen y forman elementos equivalentes a la unión del cristal NPN o bien PNP según la posición.

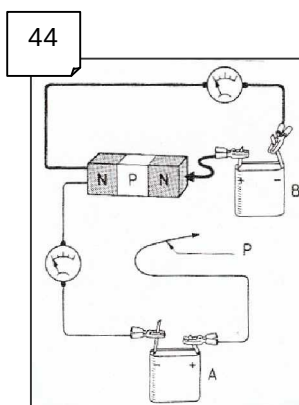
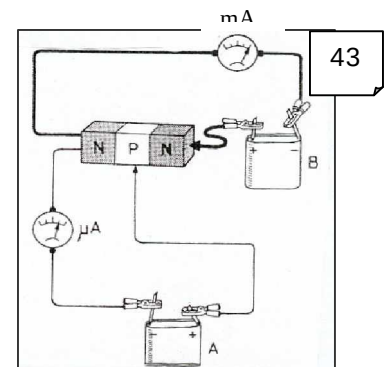


Si recordamos la experiencia realizada en el **DIODO**, es decir hacer circular corriente solamente entre dos cristales de diferente polaridad, como lo indica la figura, observaremos que el microamperímetro marca paso de corriente, es decir las polaridades son correctas (Figura 41), y el microamperímetro de la Figura 42 no nos está indicando circulación de corriente, esto es por el intercambio de polaridad.



Al realizar un doble circuito, manteniendo el de las figuras anteriores, es decir montando otra Batería, entre los dos terminales N, intercalando ahora un miliamperímetro, la circulación de corriente es muy superior a la del microamperímetro, tendremos como resultado que:

"La corriente que circula por el cristal central, permite el paso de corriente de la pila A; circulando también corriente por todos los cristales alimentados por la pila B, observando una corriente mucho más elevada".

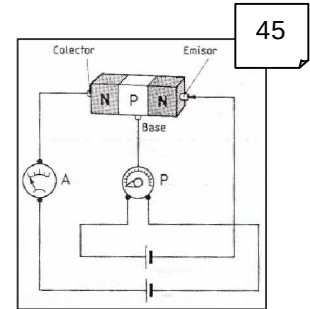


Como consecuencia, podemos establecer que el **TRANSISTOR**, es ahora **CONDUCTOR**, y para que deje de serlo, será sólo necesario desconectar el borne P de la pila A, luego lo que observamos es que el amperímetro vuelve a cero, lo que indica que solamente hay paso de corriente cuando el cristal central está alimentado por una pequeña corriente de excitación, como lo indica la siguiente figura.

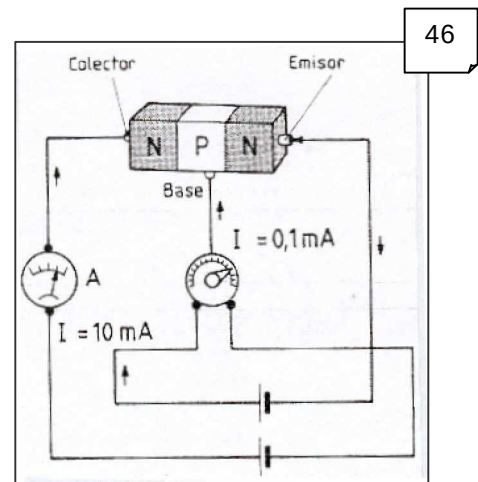
FUNCIONAMIENTO

Para llevar a cabo una interpretación de los esquemas de funcionamiento del transistor, observemos la siguiente figura.

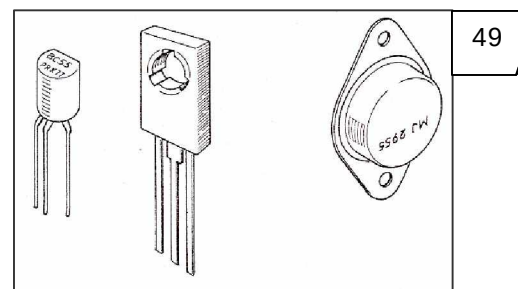
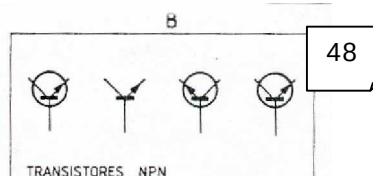
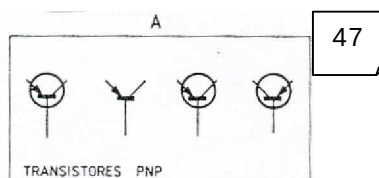
Tenemos un transistor NPN (prueba que sirve exactamente para un transistor PNP variando sus conexiones), la diferencia está en que se han agregado al circuito un potenciómetro y un miliamperímetro (A). El potenciómetro nos permitirá regular la corriente de base, este determinará el valor de la corriente que circula de **EMISOR** a **COLECTOR**.



Ahora, al accionar el cursor del potenciómetro, iremos disminuyendo la resistencia del circuito, dando paso a la **CORRIENTE DE BASE**, correspondiendo esta a 0.1mA entonces estaremos excitando la unión **COLECTOR-EMISOR**, ya que el amperímetro comenzará a desplazar su aguja, conectado éste al colector, con un valor de aproximadamente de 10 mA. Esta corriente aumentará dependiendo de las características del potenciómetro. Podemos concluir que mientras más intensa sea la corriente de base, mayor será la corriente de colector (I_c), es decir el transistor permite una regulación de la corriente que lo atraviesa, es de acuerdo con el valor de la corriente base.



Luego, en la última figura se muestra, la SIMBOLOGÍA DE LOS TRANSISTORES, PNP y NPN, que es la que se muestra en los esquemas y circuitos, además de las formas físicas en que se encuentran en el comercio.



NOTA: El transistor, su función principal es la de un swich electrónico o un relé electrónico.

HOJA DE DESARROLLO PARA CODIGO DE COLORES DE RESISTENCIAS

R1

1º COLOR	VALOR DE LA RESISTENCIA
2º COLOR	VALOR MÁXIMO
3º COLOR	VALOR MINIMO
4º COLOR	VALOR MEDIDO

R2

1º COLOR	VALOR DE LA RESISTENCIA
2º COLOR	VALOR MÁXIMO
3º COLOR	VALOR MINIMO
4º COLOR	VALOR MEDIDO

R3

1º COLOR	VALOR DE LA RESISTENCIA
2º COLOR	VALOR MÁXIMO
3º COLOR	VALOR MINIMO
4º COLOR	VALOR MEDIDO

R4

1º COLOR	VALOR DE LA RESISTENCIA
2º COLOR	VALOR MÁXIMO
3º COLOR	VALOR MINIMO
4º COLOR	VALOR MEDIDO

R5

1º COLOR	VALOR DE LA RESISTENCIA
2º COLOR	VALOR MÁXIMO
3º COLOR	VALOR MINIMO
4º COLOR	VALOR MEDIDO

APRENDIENDO A MEDIR

PRACTICA DE LABORATORIO N° 1.

Pauta de Trabajo

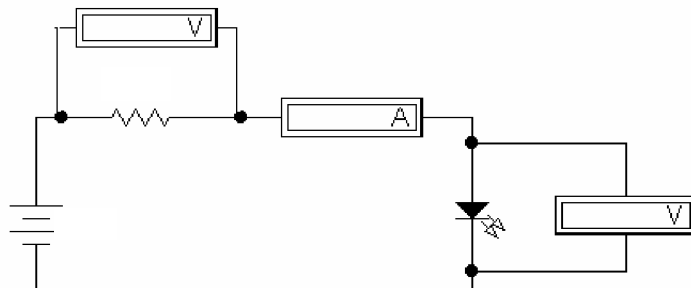
Se requiere que Ud. observe el comportamiento del paso de la tensión y la corriente por una resistencia y un Led, comparando según sus mediciones el brillo de luminosidad del Led.

PROCEDIMIENTO:

- Arme el circuito
- Inicie el ejercicio con una resistencia de ----- Ω
- Proceda a ir cambiando la resistencia solo por el valor que indica la tabla.

Valor de la resistencia	Tensión en la resistencia	Tensión en el LED	Corriente total del circuito

Circuito práctico de medición (siga el esquema de éste y complete la tabla anterior).



PRACTICA DE LABORATORIO N° 2.

Pauta de Trabajo

Se requiere que Ud. observe el comportamiento del LED por su brillo y luminosidad y luego proceda a medir la corriente total del circuito.

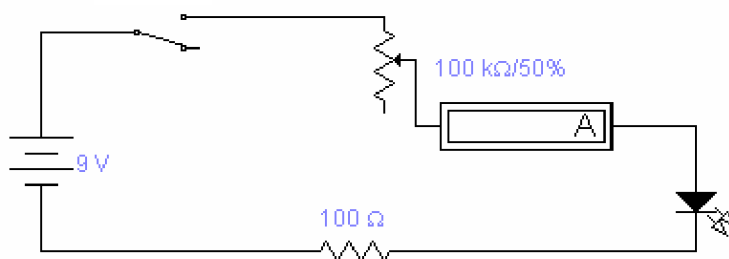
Con esto Ud. observará lo que ocurre cuando se va cambiando la posición del potenciómetro, observando así la variación de la resistencia de éste.

Procedimiento:

- Arme el circuito y conéctelo a la batería sin cerrar el interruptor de encendido.
- Ubique el potenciómetro en la posición en que el valor de la resistencia sea de $15.000\ \Omega$ ($15\ \text{K}\Omega$).
- Cierre el interruptor y mida la corriente como se observa en la figura de la derecha y complete de esta forma el recuadro con los valores de resistencia que se indican.

Variación del potenciómetro	Tensión en el potenciómetro	Tensión en la resistencia	Tensión en el LED
15 K Ω			
13 K Ω			
10 K Ω			
7 K Ω			
4 K Ω			
2,5 K Ω			
1 K Ω			
500 Ω			
250 Ω			

Circuito práctico de medición (siga el esquema de éste y complete la tabla anterior).



PRACTICA DE LABORATORIO N° 3.

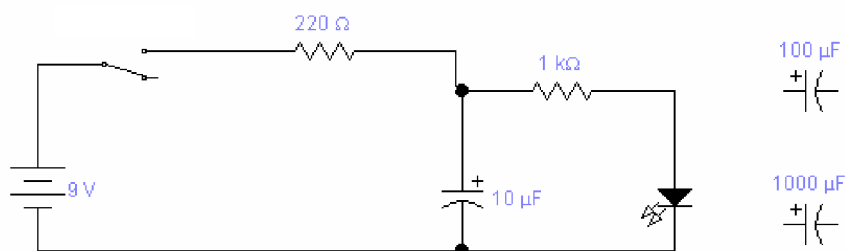
Pauta de Trabajo

Se desea que Ud. observe el efecto de almacenamiento de un condensador cambiando la capacidad de éste, a través de la luminosidad del LED ya que dependiendo del condensador y su capacidad, la descarga será en forma paulatina viéndose reflejada en el LED.

La forma de cambiar el efecto será realizada con los condensadores de $10\ \mu\text{F}$, $100\ \mu\text{F}$, $1000\ \mu\text{F}$.

Procedimiento:

- Arme el circuito como indica el esquema.
- Conecte el circuito por medio del interruptor durante 30 segundos.
- Cumplido el tiempo abra el interruptor y observe el LED.
- Ahora cambie el condensador por uno de $100\ \mu\text{F}$ y realice el mismo procedimiento anterior.
- Repita lo anterior pero con un condensador de $1000\ \mu\text{F}$.



PRACTICA DE LABORATORIO N° 4.

Pauta de Trabajo

Se desea que Ud. compruebe como en el diodo solo circula su corriente en un solo sentido llamado polarización directa. Además intercambie las polaridades de acuerdo al circuito mostrado y comprobará que el diodo no conduce o está en polarización inversa, esto es porque el diodo es una puerta de una vía ya que permite que fluya corriente cuando el ánodo es positivo y el cátodo es negativo.

De acuerdo a lo establecido anteriormente el LED solo se encenderá con la polaridad directa y en inversa no se encenderá.

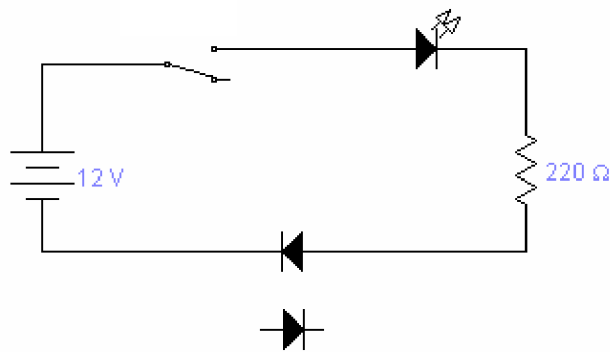
Resumiendo: El diodo que Ud. está polarizando según el circuito estará en buen estado. Complete lo siguiente:

Si el diodo LED en polarización directa enciende y en polarización inversa también, esto quiere decir que el diodo que Ud. está midiendo está en _____

Si el diodo LED en polarización directa no enciende y en polarización inversa tampoco enciende, quiere decir que el diodo que Ud. está midiendo está en _____

AHORA:

- Arme el circuito de acuerdo al esquema presentado.
- Proceda a realizar las pruebas de polarización directa e inversa con todos los diodos que le han sido entregados.



CIRCUITO DE ENCENDIDO N° 1

ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON CONTACTOS

Este encendido tiene como características funcionales de un transistor de potencia más un diodo zener. Dicho transistor es un PNP, es decir con polarización NEGATIVA a la BASE, luego el diodo zener se conecta el positivo de este al negativo del circuito.

Su complemento corresponde a : Una resistencia de $6,2 \Omega$ un watt conectado entre la base del transistor con salida a PLATINO, y al negativo de BOBINA.

Luego un condensador (c) de 102K ó 103K, tomado del negativo de bobina y masa o punto común.

Una resistencia de 100Ω $\frac{1}{2}$ watt conectada al negativo de bobina y la parte negativo del diodo zener 1N 4762 A, teniendo este su parte positiva a mas o punto común.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSISTOR Tip 2955 :

Remplazo en el manual del E:C:G: 393 Voltaje colector base (V_{cb}) = 100 Volts.

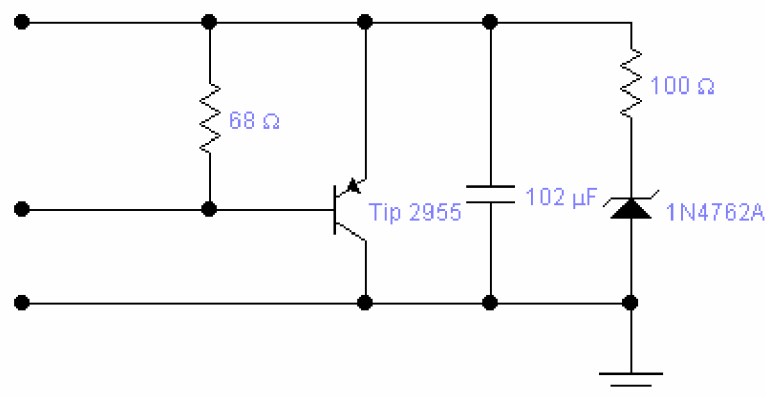
Voltaje colector emisor (V_{ce}) = 100 Volt.

Voltaje emisor base (V_{eb}) = 5 Volts

Corriente de colector I_c = 25 Amper.

Tipo de transistor P:NP: de Silicio.

* EL TRABAJO A DESARROLLAR DESPUÉS DE CONOCER EL TRANSISTOR Y SUS COMPONENTE ES HACER FUNCIONAR UN MOTOR CON ENCENDIDO CONVENCIONAL, SACANDO O ELIMINANDO EL CONDENSADOR DE ENCENDIDO.



CIRCUITO DE ENCENDIDO N° 2

ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON CONTACTO

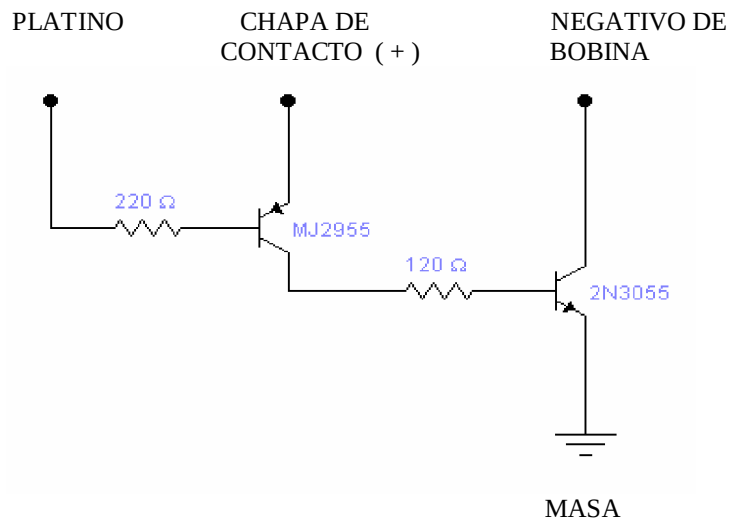
Este encendido esta basado en el funcionamiento de dos transistores de potencia correspondiendo a un **MJ 2955** y un **2N3055**, y dos resistencias, una de $220\ \Omega$ un watt y la otra de $120\ \Omega$ un watt.

La base del transistor MJ 2955, tiene una resistencia de $220\ \Omega$, que se une al conductor del platino.

El emisor de este queda conectado directamente al positivo de la chapa de contacto.

El colector del MJ2955 se une por medio de la resistencia de $120\ \Omega$ a la base del transistor 2N3055, quedando el **colector** de este al negativo de la bobina de encendido.

Luego el emisor del 2N3055 se conecta directamente a masa.



* EL TRABAJO A DESARROLLAR DESPUÉS DE CONOCER EL TRANSISTOR Y SUS COMPONENTE ES HACER FUNCIONAR UN MOTOR CON ENCENDIDO CONVENCIONAL, SACANDO O ELIMINANDO EL CONDENSADOR DE ENCENDIDO.

Datos técnicos de los transistores

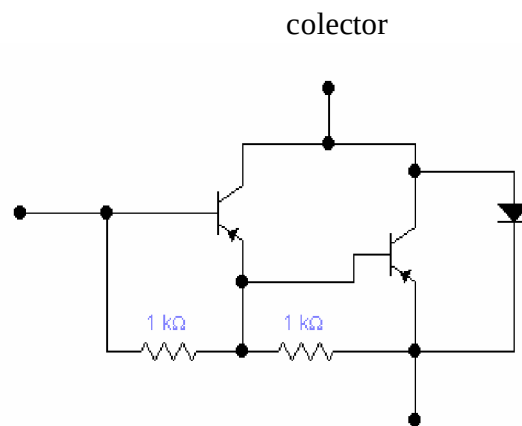
Transistor	E.C.G.	Vcb	Vce	Veb	Ic	Tipo
MJ2955	219	100 Volts	70 Volts	7 Volts	15 Amper	PNP(Si)
2N 3055	130	100 Volts	60 Volts	7 Volts	15 Amper	NPN (Si)

CIRCUITO DE ENCENDIDO N° 3

ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON CONTACTO

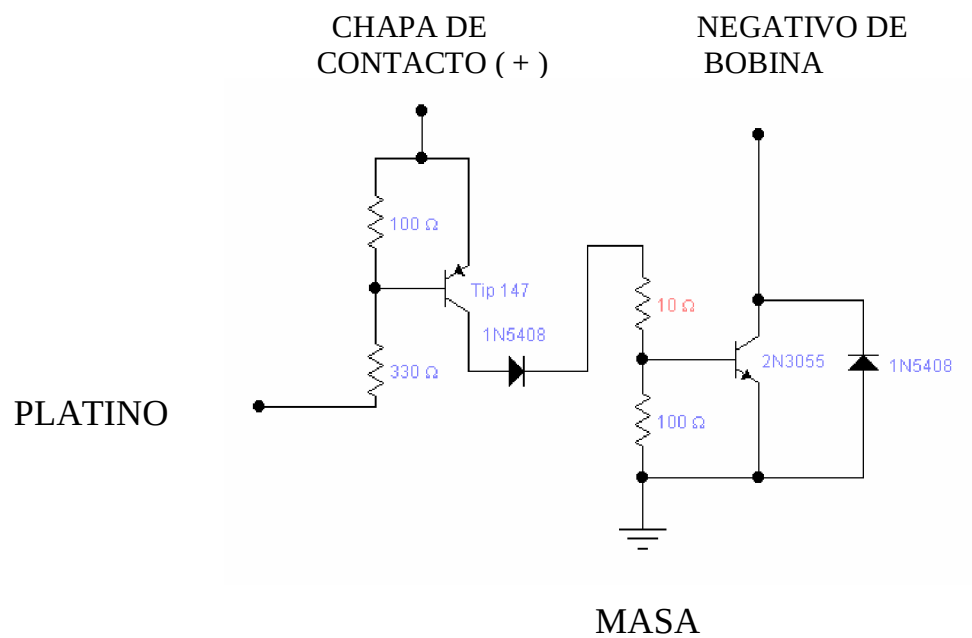
Este encendido esta basado en dos tipos de transistores muy diferentes entre ellos desde el punto de vista físico como también de construcción interna, la cual paso a describir :

El transistor Tip 147 internamente esta constituido por dos transistores, más dos resistencias en serie y un diodo intercalado entre colector y emisor, todo en un solo conjunto, recibiendo el nombre de : Transistor Darlington, como se muestra en la figura siguiente :



El otro es un transistor bipolar (2N3055), de potencia ya conocido en el circuito anterior.

Los demás componentes son dos diodos 1N5408, para tres amper y mil Volts, una resistencia de diez Ohm 20 Watt, dos resistencias de $100\ \Omega$, una resistencia de $330\ \Omega$ de $\frac{1}{2}$ Watt.



Datos técnicos de los transistores

Transistor	E.C.G.	Vcb	Vce	Veb	Ic	Tipo
Tip 147	271	100 Volts	100 Volts	5 Volts	10 Amper	PNP(Si) Darlington
2N 3055	130	100 Volts	60 Volts	7 Volts	15 Amper	NPN (Si)

ESQUEMAS E IMÁGENES DE ENCENDIDO

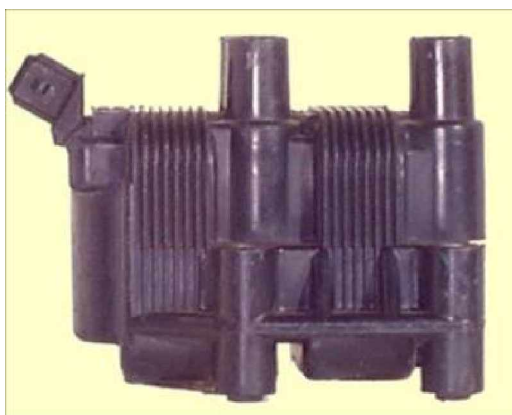
Este conjunto de bobinas, del tipo DIS, corresponde a un PONTIAC GRAND AM 4 cilindros 1993; El número 1 indica la estructura dentro del cual esta acoplado el conjunto de bobinas. El 2 indica el modulo de encendido. El 3 indica los 4 conectores o capuchones que conecta a las bujías.



Los encendidos DIS comprenden bobinas con 2 salidas de alta tensión, agrupadas en un solo bloque.

Una de las dos chispas se produce en el cilindro al final del escape

El comando de las bobinas se efectúa con un módulo de Potencia interno o externo al calculador. Las bobinas agrupadas en un bloque conservan un haz de alta tensión (Bobina de Encendido Electrónico de 4 salidas) o se montan directamente en las bujías (Bloque Bobina Compacto) las bujías deben ser resistivas.



Encendido electrónico integral

Una vez mas el distribuidor evoluciona a la vez que se perfecciona el sistema de encendido, esta vez desaparecen los elementos de corrección del avance del punto de encendido ("regulador centrifugo" y "regulador de vacío") y también el generador de impulsos, a los que se sustituye por componentes electrónicos. El distribuidor en este tipo de encendido se limita a distribuir, como su propio nombre indica, la alta tensión procedente de la bobina a cada una de las bujías.

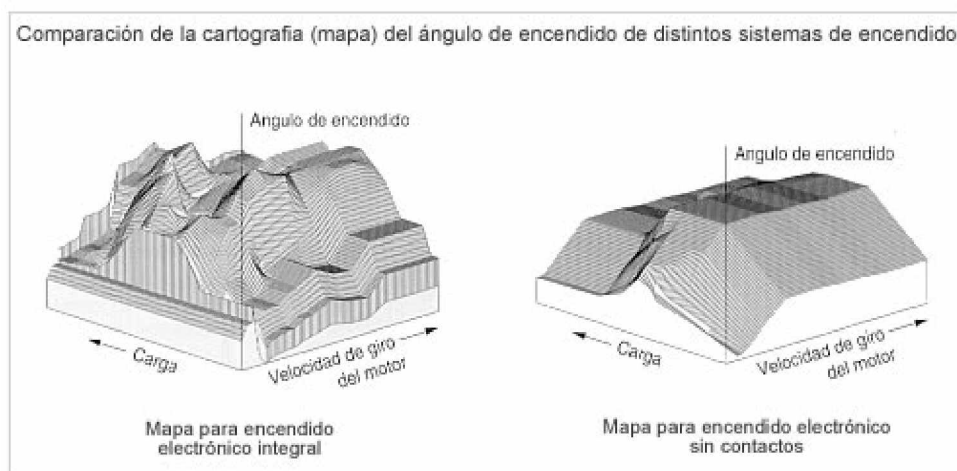
El tipo de sistema de encendido al que nos referimos ahora se le denomina: "encendido electrónico integral" y sus particularidades con respecto a los sistemas de encendido estudiados hasta ahora son el uso de:

- Un sensor de rpm del motor que sustituye al "regulador centrifugo" del distribuidor.
- Un sensor de presión que mide la presión de carga del motor y sustituye al "regulador de vacío" del distribuidor.

Las ventajas de este sistema de encendido son:

- Posibilidad de adecuar mejor la regulación del encendido a las variadas e individuales exigencias planteadas al motor.
- Posibilidad de incluir parámetros de control adicionales (por ejemplo: la temperatura del motor).
- Buen comportamiento del arranque, mejor marcha en ralentí y menor consumo de combustible.
- Recogida de una mayor cantidad de datos de funcionamiento.
- Viabilidad de la regulación antidetonante.

La ventaja de este encendido se aprecia claramente observando la cartografía de encendido donde se aprecia los ángulos de encendido para cada una de las situaciones de funcionamiento de un motor (arranque, aceleración, retención, ralentí y etc.). El ángulo de encendido para un determinado punto de funcionamiento se elige teniendo en cuenta diversos factores como el consumo de combustible, par motor, gases de escape distancia al límite de detonación, temperatura del motor, aptitud funcional, etc. Por todo lo expuesto hasta ahora se entiende que la cartografía de encendido de un sistema de encendido electrónico integral es mucho mas compleja que la cartografía de encendido electrónico sin contactos que utiliza "regulador centrífugo" y de "vacío" en el distribuidor.



Si además hubiese que representar la influencia de la temperatura, que normalmente no es lineal, u otra función de corrección, seria necesaria para la descripción del ángulo de encendido de un "encendido electrónico integral" una cartografía tetradimensional imposible de ilustrar.

Funcionamiento

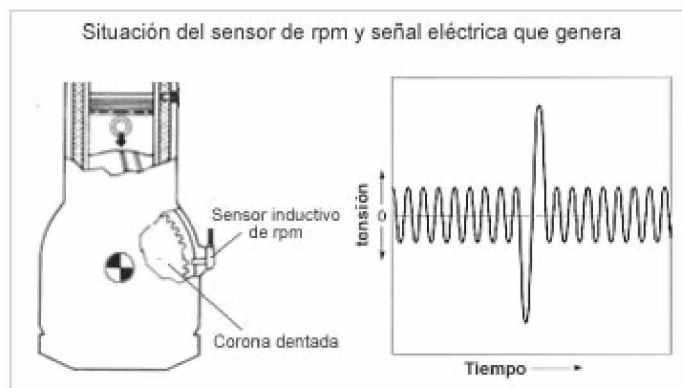
La señal entregada por el sensor de vacío se utiliza para el encendido como señal de carga del motor.

Mediante esta señal y la de rpm del motor se establece un campo característico de ángulo de encendido tridimensional que permite en cada punto de velocidad de giro y de carga (plano horizontal) programar el ángulo de encendido mas favorable para los gases de escape y el consumo de combustible (en el plano vertical). En el conjunto de la cartografía de encendido existen, según las necesidades, aproximadamente de 1000 a 4000 ángulos de encendido individuales.

Con la mariposa de gases cerrada, se elige la curva característica especial ralenti/empuje. Para velocidades de giro del motor inferiores a la de ralenti inferiores a la de ralenti nominal, se puede ajustar el ángulo de encendido en sentido de "avance", para lograr una estabilización de marcha en ralentí mediante una elevación en el par motor. En marcha por inercia (cuesta abajo) están programados ángulos de encendido adecuados a los gases de escape y comportamiento de marcha. A plena carga, se elige la línea de plena carga. Aquí, el mejor valor de encendido se programa teniendo en cuenta el límite de detonación.

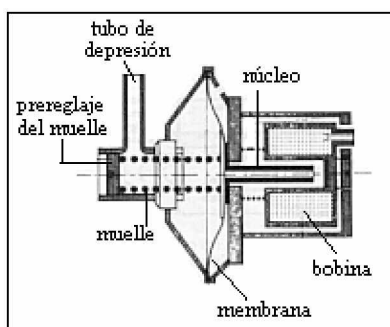
Para el proceso de arranque se pueden programar, en determinados sistemas, un desarrollo del ángulo de encendido en función de la velocidad de giro y la temperatura del motor, con independencia del campo característico del ángulo de encendido. De este modo se puede lograr un mayor par motor en el arranque. La regulación electrónica de encendido puede ir integrada junto a la gestión de inyección de combustible (como se ve en el esquema inferior) formando un mismo conjunto como ocurre en el sistema de inyección electrónica de gasolina denominado "Motronic".

Para saber el número de rpm del motor y la posición del cigüeñal se utiliza un **generador de impulsos del tipo "inductivo"**, que está constituido por una corona dentada que va acoplada al volante de inercia del motor y un captador magnético frente a ella. El captador está formado por un imán permanente, alrededor está enrollada una bobina donde se induce una tensión cada vez que pasa un diente de la corona dentada frente a él. Como resultado se detecta la velocidad de rotación del motor. La corona dentada dispone de un diente, y su correspondiente hueco, más ancho que los demás, situado 90° antes de cada posición p.m.s. Cuando pasa este diente frente al captador la tensión que se induce es mayor, lo que indica a la centralita electrónica que el pistón llegará al p.m.s. 90° de giro después.



Para saber la carga del motor se utiliza un **captador de depresión** que tiene la función de transformar el valor de depresión que hay en el colector de admisión en una señal eléctrica que será enviada e interpretada por la centralita electrónica. Su constitución es parecida al utilizado en los distribuidores ("regulador de vacío"), se diferencia en que su forma de trabajar ahora se limita a mover un núcleo que se desplaza por el interior de la bobina de un oscilador, cuya frecuencia eléctrica varía en función de la posición que ocupe el núcleo con respecto a la bobina.

La señal del captador de depresión no da una medida exacta de la carga del motor para esto es necesario saber la cantidad de masa de aire que entra en los cilindros (caudalímetro) y esto en los motores de inyección electrónica de gasolina es un dato conocido por lo que la señal de carga utilizada para la preparación de la mezcla puede usarse también para el sistema de encendido.



Además del sensor de rpm y del captador de depresión, el encendido electrónico integral utiliza otros parámetros de funcionamiento del motor:

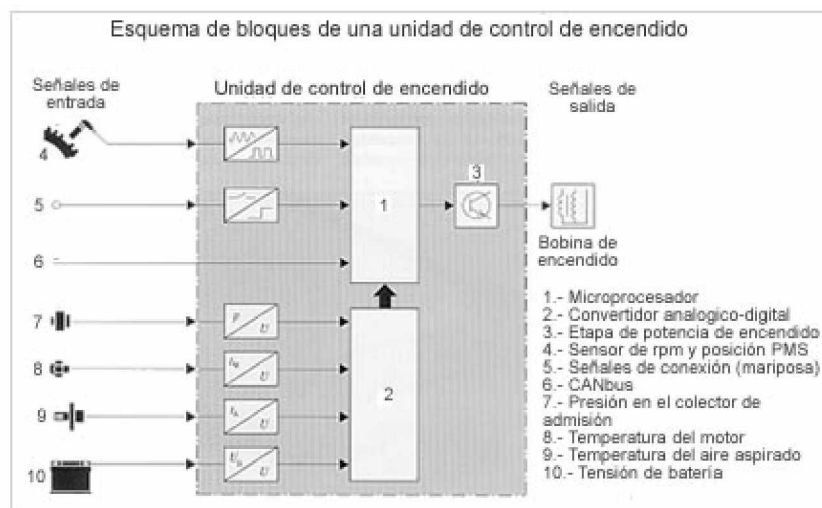
- Sensor de temperatura situado en el bloque motor para medir la temperatura de funcionamiento del motor. Adicionalmente o en lugar de la temperatura del motor puede captarse también la temperatura del aire de

admisión a través de otro sensor situado en el caudalímetro.

- Posición de la mariposa, mediante un interruptor de mariposa se suministra una señal de conexión tanto de ralenti como a plena carga del motor (acelerador pisado a fondo).
- Tensión de la batería es una magnitud de corrección captada por la unidad de control.
- Captador de picado, aplicado a los sistemas de encendido mas sofisticados y que explicamos mas adelante.

Unidad de control (encendido electrónico integral **EZ**).

Tal como muestra el esquema de bloques, el elemento principal de la unidad de control para encendido electrónico es un microprocesador. Este contiene todos los datos, incluido el campo característico (cartografía de encendido), así como los programas para la captación de las magnitudes de entrada y el calculo de las magnitudes de salida. Dado que los sensores suministran señales eléctricas que no son identificadas por el microprocesador se necesitan de unos dispositivos que transformen dichas señales en otras que puedan ser interpretadas por el microprocesador. Estos dispositivos son unos circuitos formadores que transforman las señales de los sensores en señales digitales definidas. Los sensores, por ejemplo: el de temperatura y presión suministran una señal analógica. Esta señal es transformada en un convertidor analógico-digital y conducida al microprocesador en forma digital.



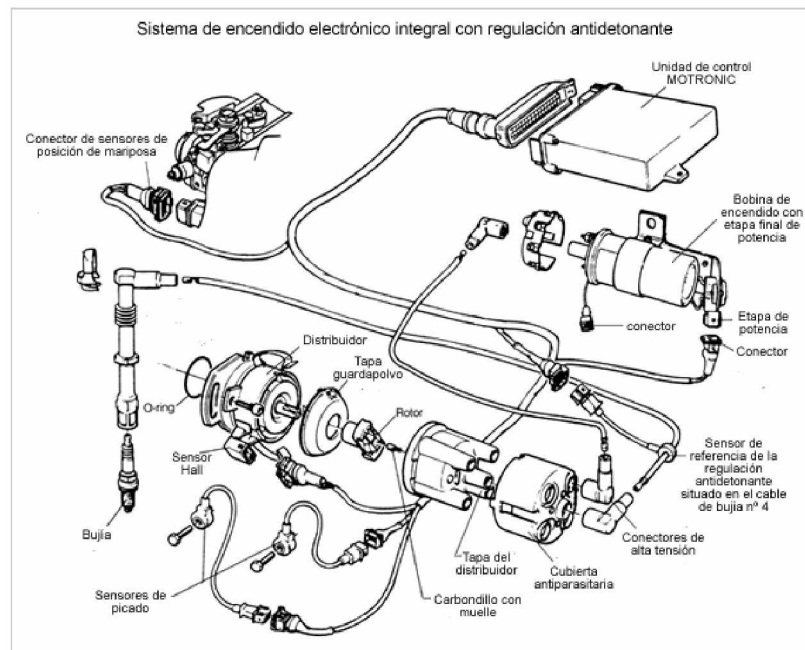
Con el fin de que los datos del campo característico (cartografía de encendido) puedan ser modificados hasta poco antes de ser introducidos en la fabricación en serie, hay unidades de control dotadas de una memoria eléctricamente programable (EPROM).

La etapa de potencia de encendido: puede ir montada en la propia unidad de control (como se ve en el esquema de bloques) o externamente, la mayoría de las veces en combinación con la bobina de encendido. En el caso de una etapa de potencia de encendido externa, generalmente la unidad de control de encendido va montada en el habitáculo, y esto sucede también, aunque con poca frecuencia, en el caso de unidades de control con etapa de potencia integrada. Si las unidades de control con etapa de potencia integrada están en el compartimiento motor, necesitan un sistema de evacuación de calor eficaz. Esto se consigue gracias a la aplicación de la técnica híbrida en la fabricación de los circuitos. Los elementos semiconductores, y por tanto, la etapa de potencia, van montados directamente sobre el cuerpo refrigerante que garantiza contacto térmico con la carrocería. Gracias a ello,

estos aparatos suelen soportar sin problemas temperaturas ambiente de hasta 100°C. Los aparatos híbridos tienen además la ventaja de ser pequeños y ligeros.

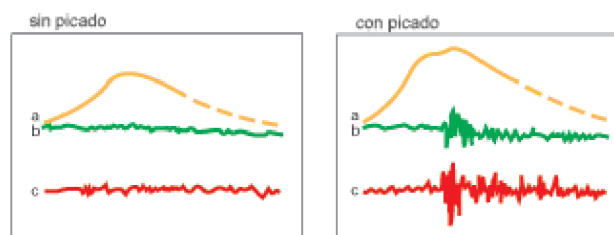
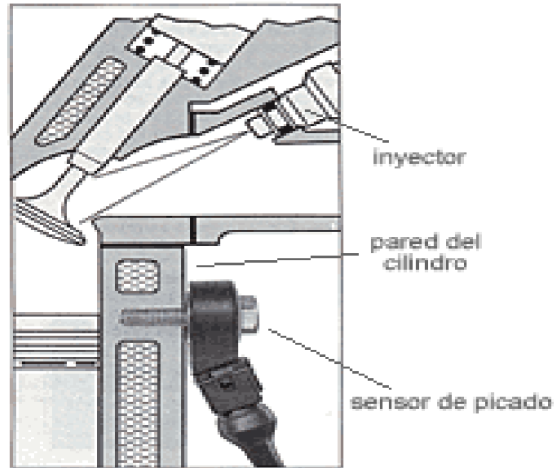
La unidad de control de encendido además de la señal de salida que gobierna la bobina de encendido suministra otro tipo de salidas como la señal de velocidad de giro del motor y las señales de estado de otras unidades de control como por ejemplo, la inyección, señales de diagnóstico, señales de conexión para el accionamiento de la bomba de inyección o relés, etc.

Como hemos dicho anteriormente la unidad de control de encendido puede ir integrada con la unidad de inyección de combustible formando un solo conjunto. La conjunción de ambos sistemas forman el sistema al que el fabricante Bosch denomina "Motronic".



Una versión ampliada es la combinación del encendido electrónico con una "**regulación antidetonante**". Esta combinación es la que se ofrece principalmente, ya que la regulación en retardo del ángulo de encendido constituye la posibilidad de actuación mas rápida y de efectos mas seguros para evitar la combustión detonante en el motor. La regulación antidetonante se caracteriza por el uso de un **captador de picado** que se instala cerca de las cámaras de combustión del motor, capaz de detectar en inicio de picado. Cuando el par resistente es elevado (ejemplo: subiendo una pendiente) y la velocidad del un motor es baja, un exceso de avance en el encendido tiende a producir una detonación a destiempo denominada "picado" (ruido del cojinete de biela). Para corregir este fenómeno es necesario reducir las prestaciones del motor adoptando una curva de avance inferior.

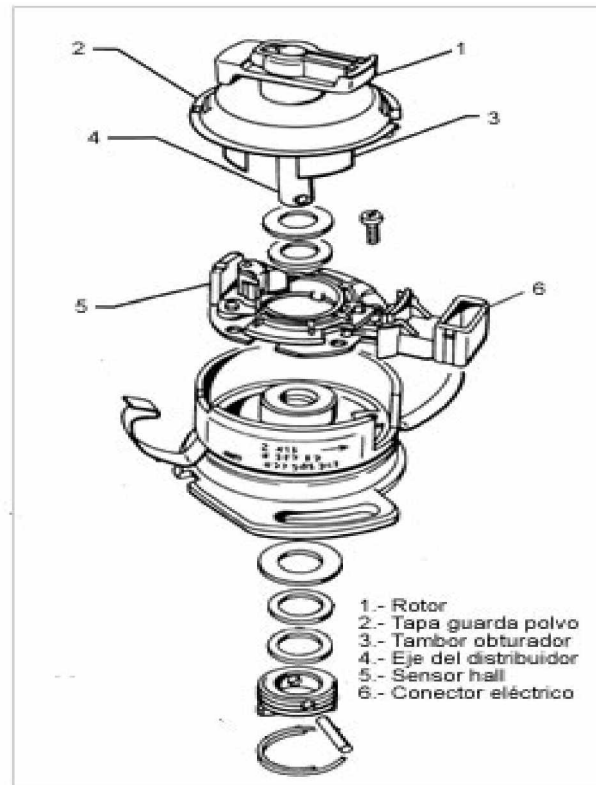
El captador de picado viene a ser un micrófono que genera una pequeña tensión cuando el material piezoeléctrico del que esta construido sufre una deformación provocada por la detonación de la mezcla en el interior del cilindro del motor.



- a) Nivel de presión dentro del cilindro
- b)** señal que recibe la ECU
- c) Señal generada por el sensor de picado

Distribuidor de encendido

En los sistemas de encendido electrónico integral el distribuidor suprime los reguladores mecánicos de avance al encendido como era la cápsula de vacío. El distribuidor en este caso se limita a distribuir la alta tensión generada en la bobina a cada una de las bujías. En algunos casos como se ve en la figura el distribuidor conserva el "generador de impulsos" de "efecto Hall" cuya señal sirve a la centralita de encendido para detectar en que posición se encuentra cada uno de los cilindros del motor. Hay casos que el generador de impulsos también se suprime del distribuidor.

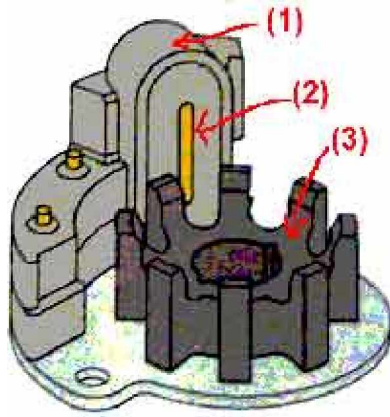


Aquí mostramos un tipo de reluctor, o disco ranurado, como se darán cuenta tiene 8 cortes lo que nos hace presumir, que se trata de un distribuidor, para un motor de 8 cilindros.



1) Captador y enviador de señal; 2) Magneto captador de la señal 3) Reluctor;

Aquí debemos entender, que la señal es enviada, cada vez que una de las puntas, del reluctor, se alinea con el captador de señales (2). Este tipo de reluctor, también nos hace presumir que se trata de un motor de 8 cilindros.



A este, se le conoce como sistema Hall, o de ventanas, es fácil entender, al dar vueltas, por el pasaje señalado con el número 2, permite que la señal se active, y se corte, cada vez que se alinea, con uno de estos cortes señalados con el número 3.

