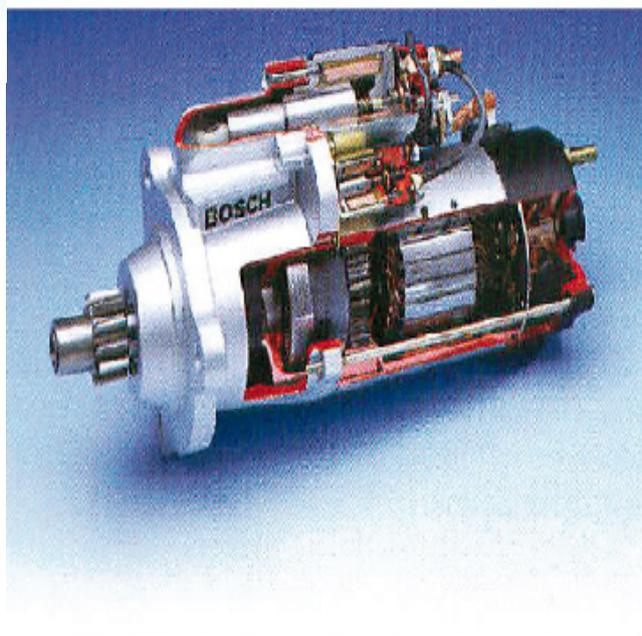


SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE DEL VEHÍCULO



Indice

SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE DEL VEHICULO

1ª UNIDAD DIDACTICA: ELECTRICIDAD BASICA

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ELECTRICIDAD.....	5
2. MAGNITUDES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES. POLÍMETRO.....	11
3. LEY DE OHM.....	33
4. POTENCIA ELÉCTRICA.....	43
5. LEYES DE KIRCHHOFF.....	45
6. AGRUPACIÓN DE RESISTENCIAS.....	46

1. CONCEPTOS BASICOS DE LA ELECTRICIDAD

INTRODUCCION

En estos últimos años, la tecnología que se emplea en los vehículos ha dado un gran paso en el caso de la electricidad y la electrónica.

Todos los vehículos actuales utilizan Unidades de Control Electrónico (U.C.E. o “centralita”) para gestionar casi todos los sistemas:

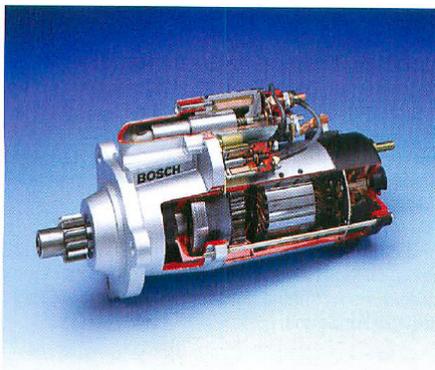
- Gestión integral del motor (encendido, inyección)
- Sistemas de tracción y frenado (ABS, ESP, ASR, ...)
- Sistemas de seguridad (Airbag, SRS, ...)
- Sistemas de confort (aire acondicionado, cierre centralizado, elevalunas, ...)

Por todo esto, los electromecánicos de hoy en día deben saber utilizar el polímetro, el osciloscopio y las máquinas de diagnosis, así como conocer los procesos para diagnosticar averías.

Para poder realizar una interpretación correcta y un uso de la información que nos dan estas herramientas es imprescindible conocer bien los conceptos básicos de la informática, el electromagnetismo, la electrónica y la electricidad.

¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?

Es un tipo de energía, por lo tanto no se puede crear ni destruir, pero sí transformarse en otro tipo de energía.



Confesía de Bosch

TRANSFORMACIÓN EN ENERGÍA MECÁNICA

Se convierte la energía eléctrica en movimiento.

En los vehículos actuales, muchos elementos emplean energía eléctrica para conseguir movimiento: motor de arranque, ventiladores, inyectores, ventanillas,...

Alimentando los motores eléctricos o las electroválvulas con energía eléctrica coseguimos energía mecánica. Es decir, movimientos de todo tipo (longitudinal, rotativo, ...)



Confesía de Bosch

TRANSFORMACIÓN EN ENERGÍA CALORÍFICA

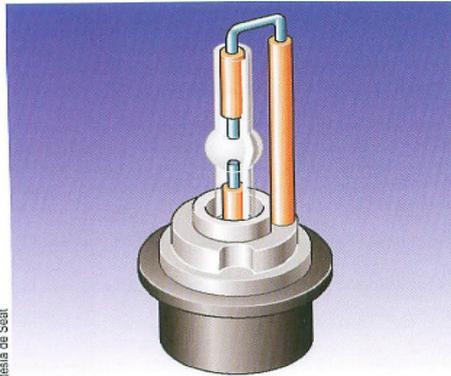
Se puede transformar la energía eléctrica en calorífica-

En los vehículos actuales, para conseguir ciertos efectos, hay que generar calor:

Pre calentadores de los motores diesel, para facilitar el arranque y reducir la contaminación.

Calentamiento de la sonda lambda, para alcanzar cuanto antes la temperatura de trabajo (300°C)

Luneta térmica trasera, para asegurar la visibilidad.



TRANSFORMACION EN ENERGÍA LUMINOSA

Transformaremos la energía eléctrica en luminosa.

En los vehículos actuales bastantes elementos utilizan energía luminosa: testigos del cuadro de instrumentos, alumbrado interno y externo, señalización,

Para ello, alimentados de energía eléctrica, los diodos LED, las lámparas (halógenas, de incandescencia, de xenón,...) y demás luces, entregan energía luminosa.

Contraste de Seat

Por otra parte, para conseguir la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del automóvil, recurrimos a la transformación de otros tipos de energía:



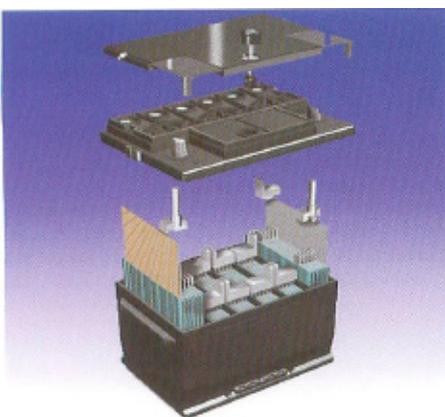
TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA

Transformaremos la energía mecánica (rotación) en energía eléctrica.

Aprovechando el giro del cigüeñal del motor y por medio de una correa hacemos girar el rotor del alternador logrando energía eléctrica en el estator.

Esta energía se emplea para mantener cargada la batería y para alimentar todos los circuitos eléctricos del vehículo.

Contraste de Broeckh



TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA QUÍMICA

Transformaremos la energía química en electricidad, y a la inversa.

Para ello empleamos la batería.

En el proceso de carga, la energía eléctrica (suministrada por el alternador o por un cargador) se transforma en química y queda almacenada en la batería.

Cuando es la batería la que suministra electricidad ocurre el fenómeno inverso, esto es, la energía química se transforma en eléctrica.

Este sistema nos permite almacenar energía eléctrica y emplearla cuando es necesario.

Para que cualquier energía pueda desarrollar un trabajo es imprescindible el movimiento.

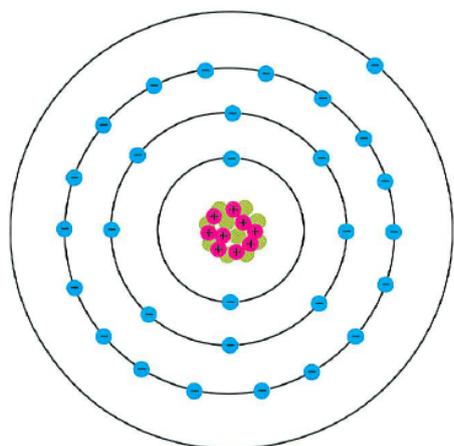
Estructura de la materia

Para poder entender la electricidad y la electrónica se debe conocer la estructura de los materiales; esto es, se debe tener en cuenta que todas las cosas están formadas por pequeñas partículas. Estas partículas se llaman “átomo”. Los átomos se mueven en la materia y este movimiento crea los fenómenos eléctricos y electrónicos. Las características de cada material son diferentes, ya que los átomos que lo forman también son diferentes, y así mismo, cada átomo tiene características diferentes.

El átomo

El átomo es la partícula más pequeña que mantiene las características de un elemento.

El átomo se forma por un sistema que se parece a nuestro sistema planetario, pero a una escala muy muy pequeña. En el centro, como si fuese el sol, se sitúa el núcleo. En el núcleo se juntan las partículas con carga positiva (protones) y las que no tienen carga (neutrones). Alrededor del núcleo están moviéndose en órbitas elípticas a diferentes distancias las partículas con carga negativa (electrones).



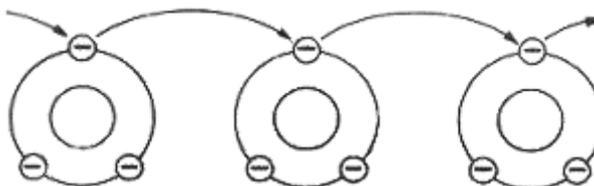
Estructura atómica

-  **PROTONES**
-  **NEUTRONES**
-  **ELECTRONES**

Como todos sabemos, las cargas con mismos signo se repelen, y las de signo contrario se atraen. Debido a esto, los electrones cercanos al núcleo están muy fijados y no se pueden escapar, pero los que están en la última órbita pueden saltar fácilmente a otro átomo, y de allí a otro y a otro, ..., a este movimiento de electrones se le llama electricidad.

Corriente eléctrica: en un material, por ejemplo en el cobre, hay muchos átomos provistos de electrones con facilidad de moverse. Cuando dichos electrones se mueven, decimos que hay corriente eléctrica.

SALTO DE ELECTRONES

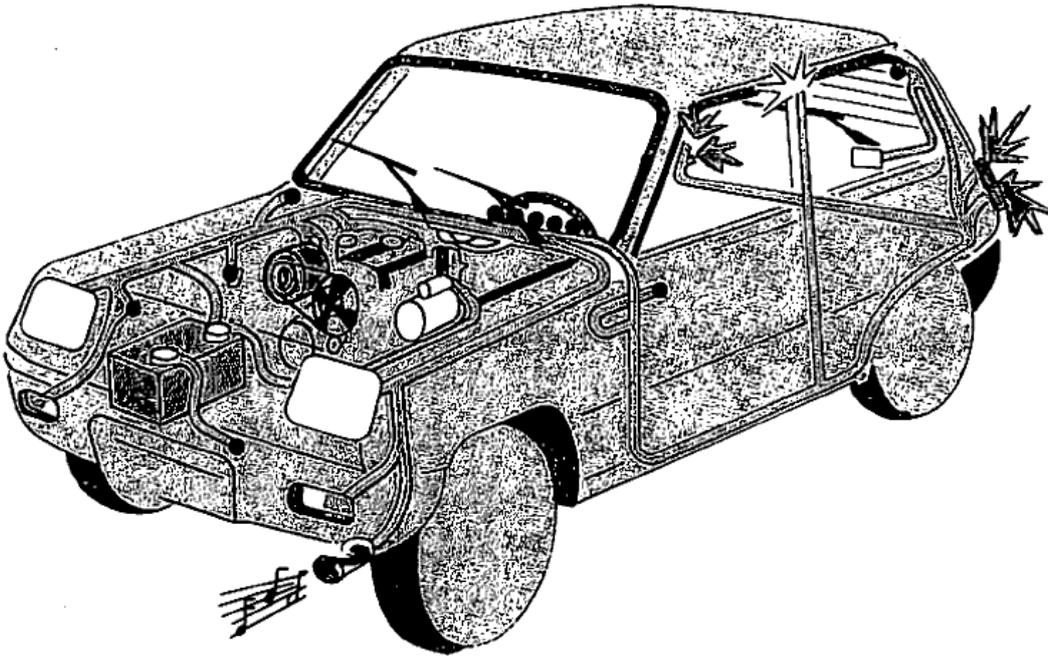


Como se ha dicho antes, los electrones tienen carga negativa, por lo tanto, el sentido real de la corriente será de negativo a positivo. De todas formas, y teniendo en cuenta que a la hora de realizar cálculos no influye, el sentido que se usa es el contrario (sentido técnico), esto es, DE POSITIVO A NEGATIVO.

EL CIRCUITO ELECTRICO

Para poder utilizar la energía eléctrica, debe cumplirse las siguientes condiciones:

- Para crear y mantener el movimiento de los electrones se necesita una fuente de alimentación o generador. Es decir, algo capaz de guardar o de entregar electricidad. En los vehículos utilizamos el alternador y la batería.
- Los electrones necesitan un camino para poder desplazarse de un lugar a otro. Es decir, algo para conducir la circulación de la corriente eléctrica, el cableado.
- Para transformar la energía eléctrica en otro tipo de energía se necesita algún elemento, en cada caso el que corresponda: luz, movimiento, calor, ...
Por ejemplo: motores eléctricos, lámparas, resistencias, electroválvulas,
- Por último, para mantener el control sobre la corriente eléctrica necesitamos tener algo. En los vehículos tenemos los conmutadores, interruptores, etc. Para que el circuito se ponga en marcha únicamente cuando nosotros queremos.

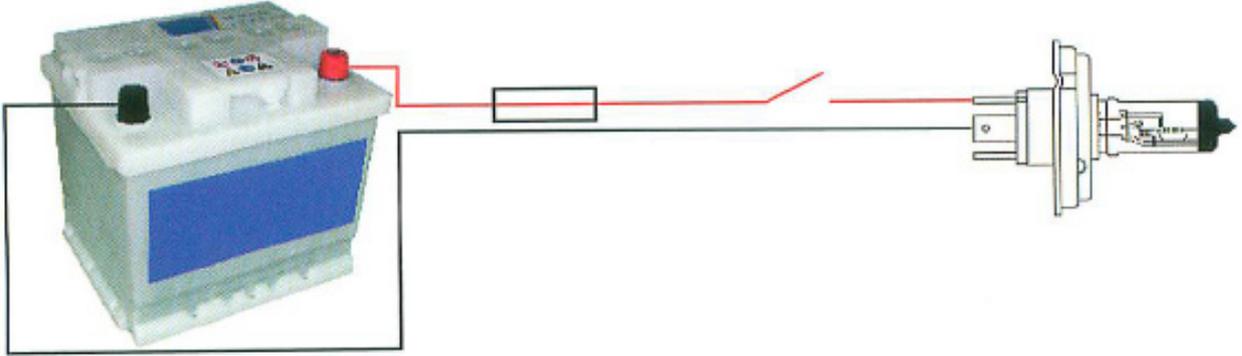


De modo muy general, en los vehículos se forma el circuito eléctrico con:

- Generador de energía eléctrica: ALTERNADOR
- Acumulador de energía eléctrica: BATERIA
- Grupo de elementos que consumen energía eléctrica: hoy en día, empleados en todos los sistemas del vehículo (unidades de control, sistemas de seguridad, gestión del motor, sistemas de confort, todos los sistemas auxiliares, etc)

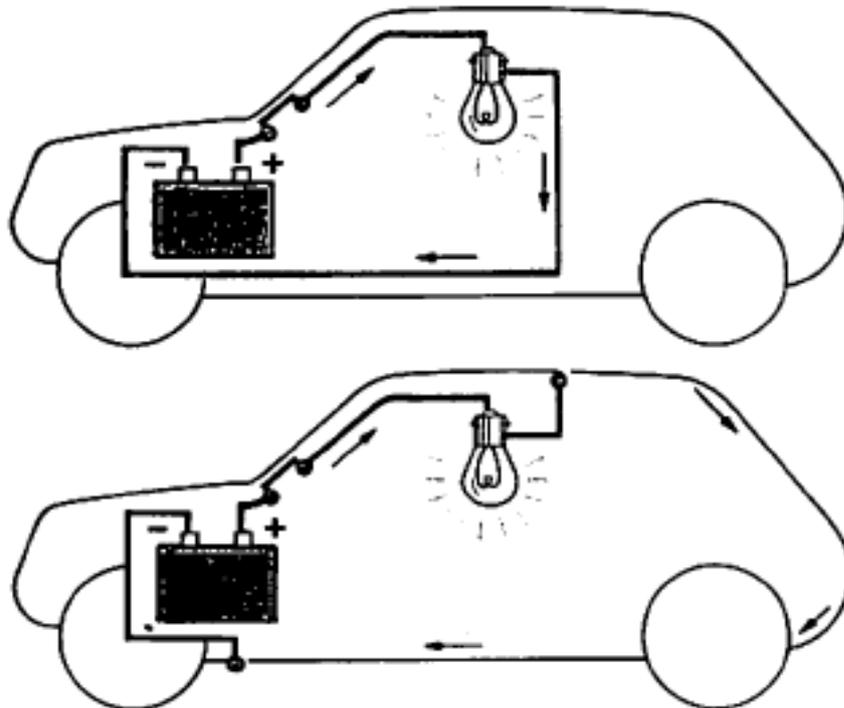
El circuito de la imagen está formado por los siguientes elementos:

- La batería: acumulador de energía eléctrica.
- Fusible: para proteger el circuito.
- Interruptor: nos da la opción de conectar o desconectar.
- Lámpara: transforma la energía eléctrica en luminosa.
- Conductores: para dirigir la corriente eléctrica.



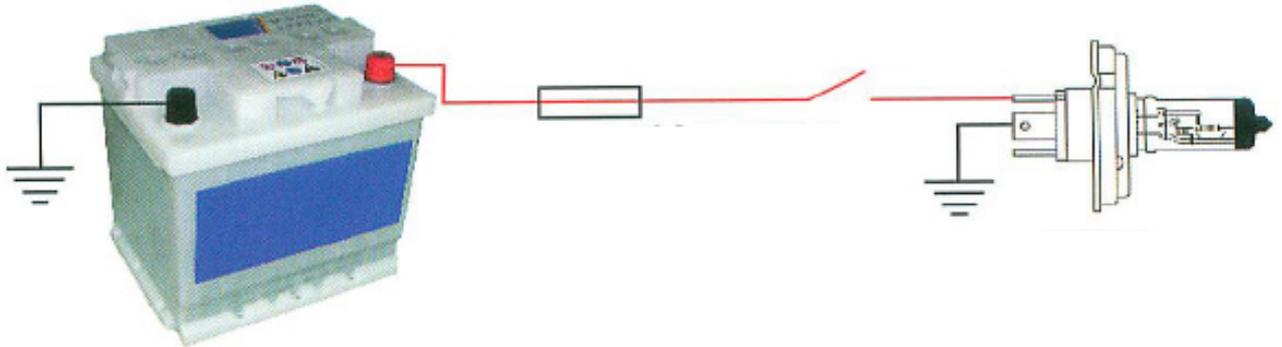
Desde siempre, para hacer más sencilla la instalación eléctrica de los vehículos, se ha empleado toda la carrocería como borne negativo. Con este sistema se ahorra peso, espacio y dinero.

En los vehículos actuales se necesitan más de 3 km de cable para realizar toda la instalación eléctrica, por lo que se buscan siempre soluciones a este problema (CAN-BUS, FIBRA OPTICA, ...).



En los circuitos eléctricos usaremos el símbolo de “masa”, y así no tendremos que dibujar el cable negativo. De esta manera, los esquemas de los circuitos serán más sencillos y se entenderán mejor.

Con este diseño los puntos de masa deben ser muy seguros, con conexiones muy limpias y bien sujetas para evitar averías. Hay que tener muy claro que para que la corriente eléctrica complete todo su recorrido debe salir de positivo y llegar hasta negativo. Es decir, el circuito debe estar alimentado, pero tan importante como esto es tener una buena masa. Además, las averías que aparecen por la zona de negativo del circuito son más difíciles de localizar que las otras.



2. MAGNITUDES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES

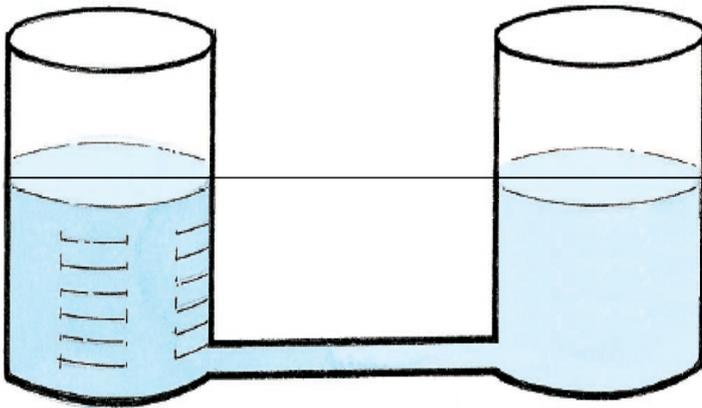
Las magnitudes eléctricas fundamentales son:

- Tensión = Voltaje = Diferencia de potencial = Fuerza electromotriz
- Intensidad = Corriente eléctrica
- Resistencia

TENSIÓN

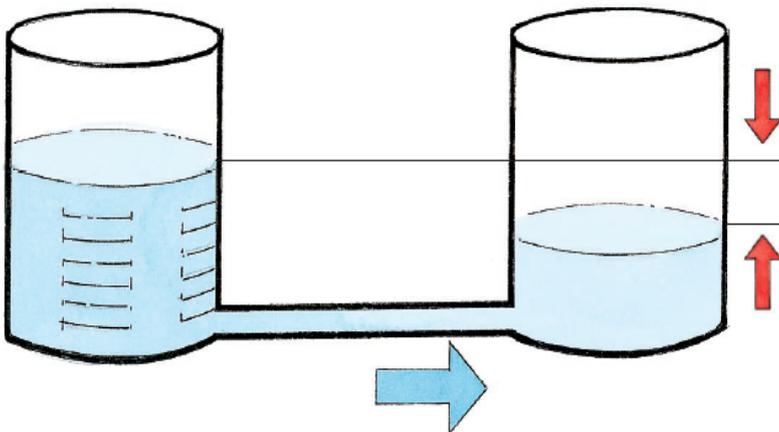
Como hemos visto anteriormente, la electricidad se basa en el movimiento de electrones. Para generar una corriente eléctrica de positivo a negativo se necesita una tensión entre esos puntos. Esa tensión será la fuerza que hará moverse a los electrones (pila, batería, generador, fuente de alimentación,...). Por lo tanto, para que haya una corriente eléctrica entre dos puntos de un circuito, será imprescindible que entre ambos puntos exista una tensión, voltaje o diferencia de potencial.

Para explicar estos conceptos es muy común analizar el comportamiento del agua.

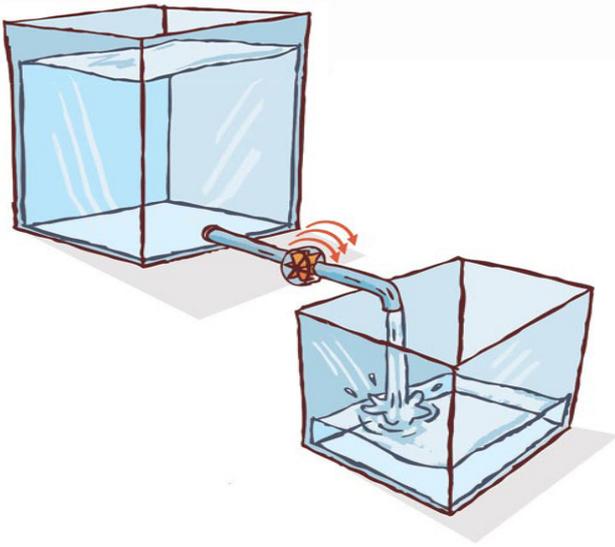


En esta imagen, el nivel de ambos depósitos es idéntico, por lo tanto no hay corriente de agua, el agua no se mueve.

Para que haya movimiento de agua es necesario que el nivel de los depósitos sea diferente.

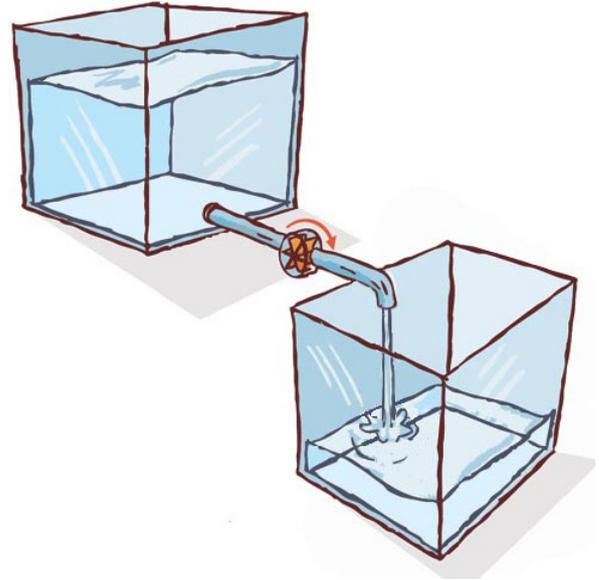


En esta imagen el nivel de los depósitos es diferente y, por lo tanto, habrá corriente de agua.



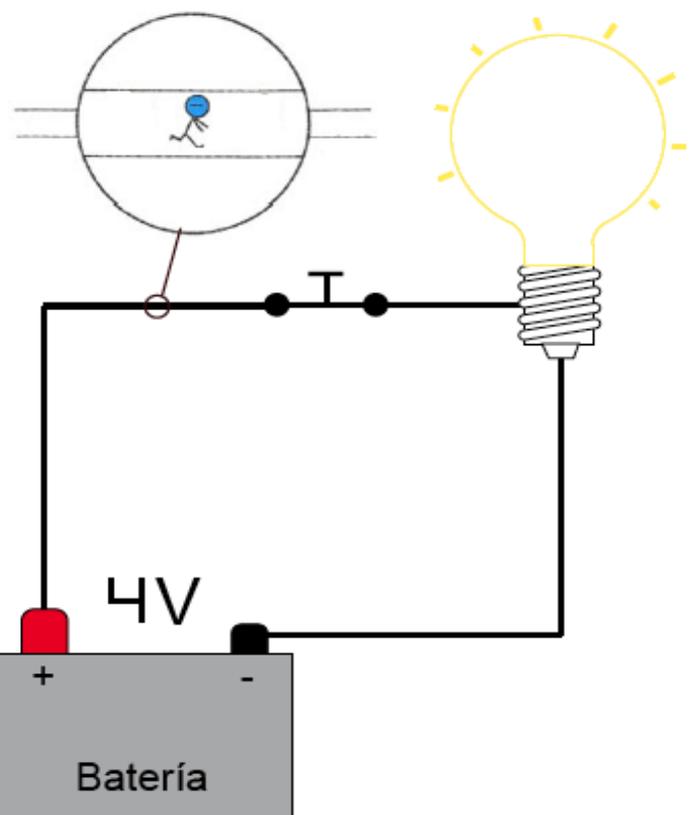
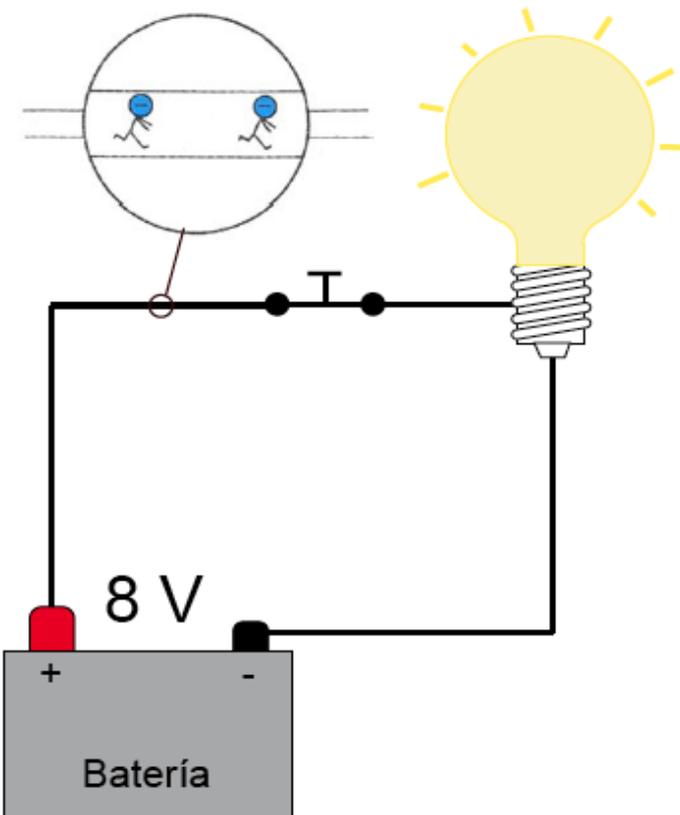
Cuanto mayor sea la altura, mayor será el caudal.

Cuanto mayor sea la tensión, mayor será la intensidad de corriente.



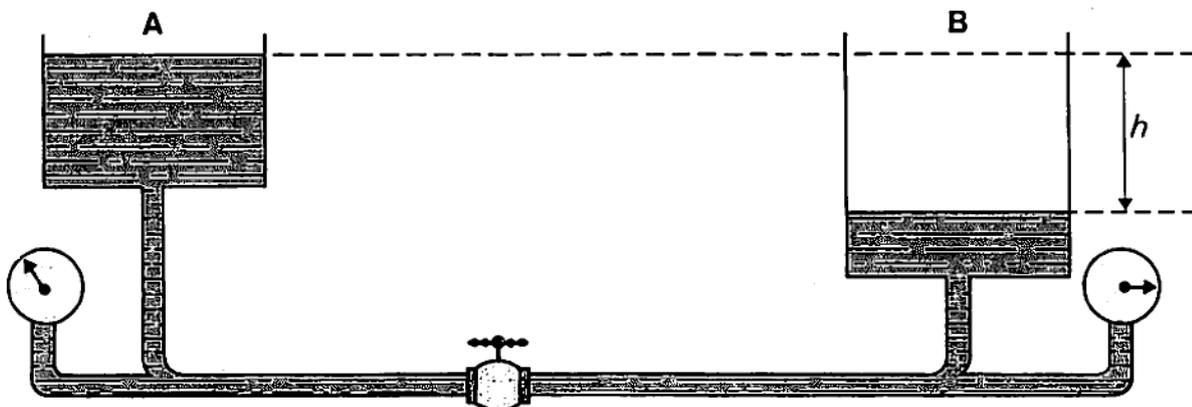
Si la altura disminuye, disminuye el caudal.

Si disminuye la tensión, disminuye la intensidad.



Al haber una diferencia de nivel entre los depósitos, hay una diferencia de presión. Al abrir la válvula, esta diferencia de presión empujará el agua del depósito A al B. La corriente de agua cesará al igualarse los niveles y, por lo tanto, igualarse las presiones; ya no hay diferencia de presión.

En este ejemplo, si queremos mantener la corriente de agua, tendríamos que rellenar el depósito A sin parar (y dar salida al agua de B); esto se puede conseguir con una bomba de agua.



Del mismo modo, para que exista corriente eléctrica en un circuito, es imprescindible una diferencia de potencial. Y como en el ejemplo del agua, para tener una corriente eléctrica permanente, se debe mantener la diferencia de potencial, para ello en el vehículo se monta el alternador.

Para medir la tensión, voltaje o diferencia de potencial, la unidad principal es el VOLTIO.

La batería que utilizan la mayor parte de los vehículos es de 12 V, y casi todos los circuitos eléctricos y electrónicos funcionarán con esta tensión. Algunos otros con 5 V, 6 V, 24 V,...

Así y todo, en algunos casos tendremos que emplear múltiplos o submúltiplos:

- 1V = 1000mV; circuitos electrónicos en general,....
- 1000V = 1KV; en los sistemas de encendido (bobina, bujías).

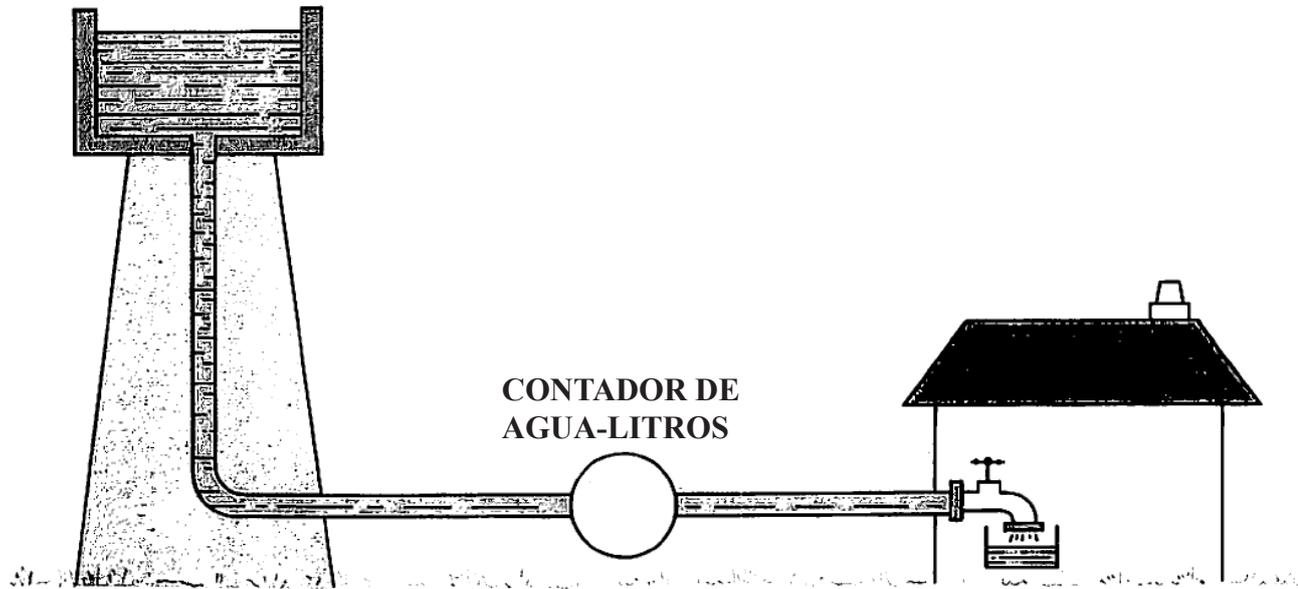
Para medir la tensión usaremos el VOLTÍMETRO.

INTENSIDAD O CORRIENTE ELÉCTRICA

A la cantidad de cargas eléctricas que pasan por un circuito en un tiempo determinado, se le llama **intensidad o corriente eléctrica**.

La intensidad de corriente es el número de cargas eléctricas (electrones) que pasan por una sección del conductor (cable) en cada segundo.

En este caso también usaremos el ejemplo del agua:



En este ejemplo, el caudal de agua es la intensidad del circuito. Para medir el consumo de agua colocamos el contador.

El **AMPERIO** es la unidad principal para medir la corriente eléctrica o intensidad, y esta es la medida que más se emplea en vehículos, pero, como en el caso de la tensión, en algunos casos tendremos que usar submúltiplos:

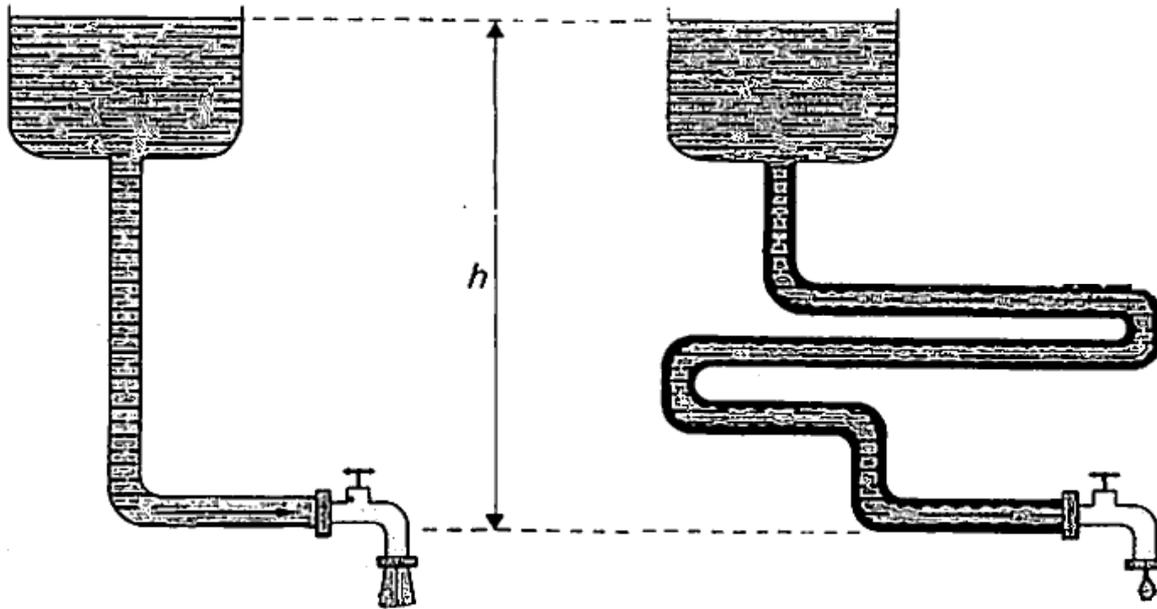
- $1A = 1000mA$, en circuitos electrónicos, Hall, diodos LED, sensores,...

Para medir la intensidad utilizaremos el **AMPERIMETRO**.

RESISTENCIA ELÉCTRICA

Es el nivel de dificultad que encuentra la corriente eléctrica para circular por un material.

Empleando el ejemplo del agua...



En la imagen de la izquierda, con el tubo limpio, diámetro grande, longitud corta y sin curvas, la resistencia es pequeña y, por lo tanto, el agua realiza fácilmente su recorrido y el caudal es grande.

En la imagen de la derecha, con el tubo sucio, diámetro menor, longitud mayor y curvas, la resistencia que encuentra el agua es mayor y, entonces, el caudal es pequeño.

Con la electricidad ocurre lo mismo, aplicando una misma tensión, con una resistencia elevada en el circuito, la corriente eléctrica será pequeña, y a la inversa, poca resistencia = mucha intensidad.

La unidad de medida de la resistencia es el **OHMIO (Ω)**. A menudo habrá que emplear múltiplos:

- Ω , el ohmio es una unidad pequeña, y generalmente se usa para resistencias bajas o comprobación de "continuidad".

- $1000 \Omega = 1 \text{ K}\Omega$, para medir resistencias mayores.

- $1000000 \Omega = 1 \text{ M}\Omega$, para resistencias muy grandes, o comprobación de aislamiento con masa.

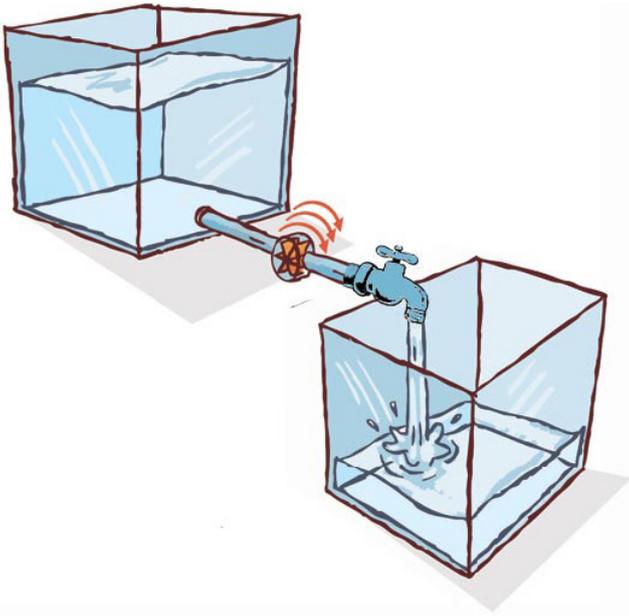
Para medir las resistencias utilizaremos el **ÓHMIMETRO**.

Según la resistencia que oponen a la corriente eléctrica, los materiales pueden ser:

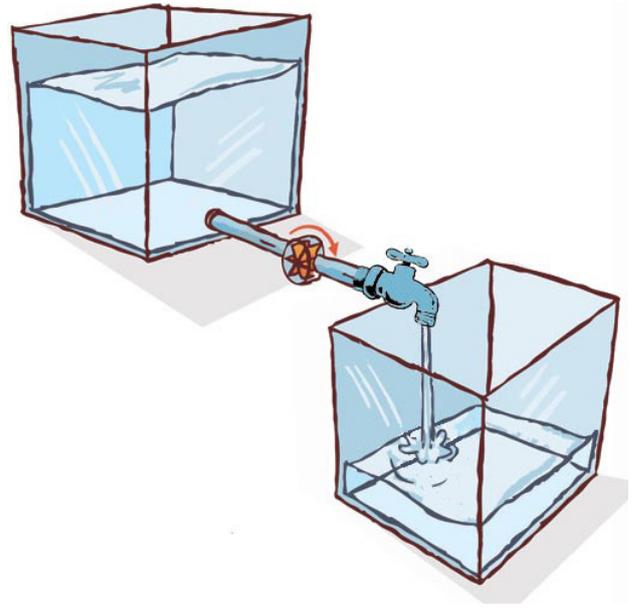
- Conductores: tienen poca resistencia y la corriente circula con facilidad (cobre, plata, hierro, oro, los metales en general).

- Aislantes: tienen una enorme resistencia y la corriente no puede circular (madera, plástico, goma, vidrio,...)

- Semiconductores: según ciertas condiciones, se comportarán como conductores o como aislantes (diodos, transistores, y en general todos los componentes electrónicos fabricados con germanio o silicio).



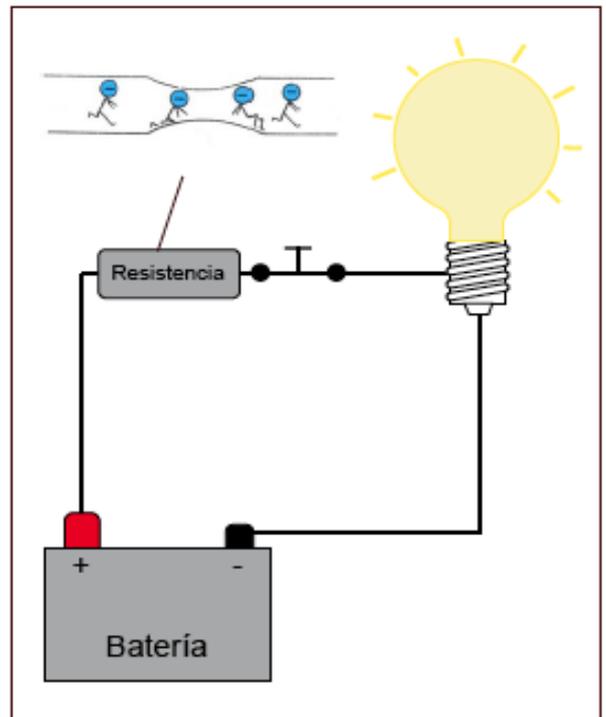
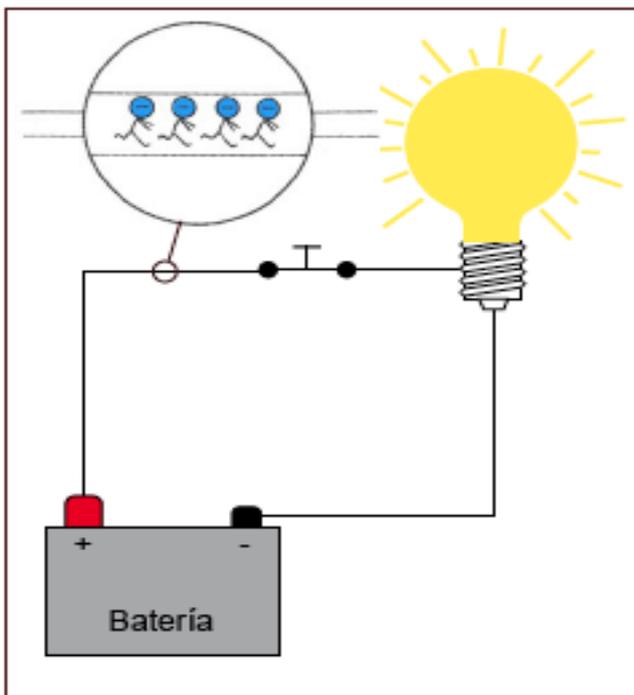
Sin resistencia, el agua circula más fácilmente, y hay más caudal.

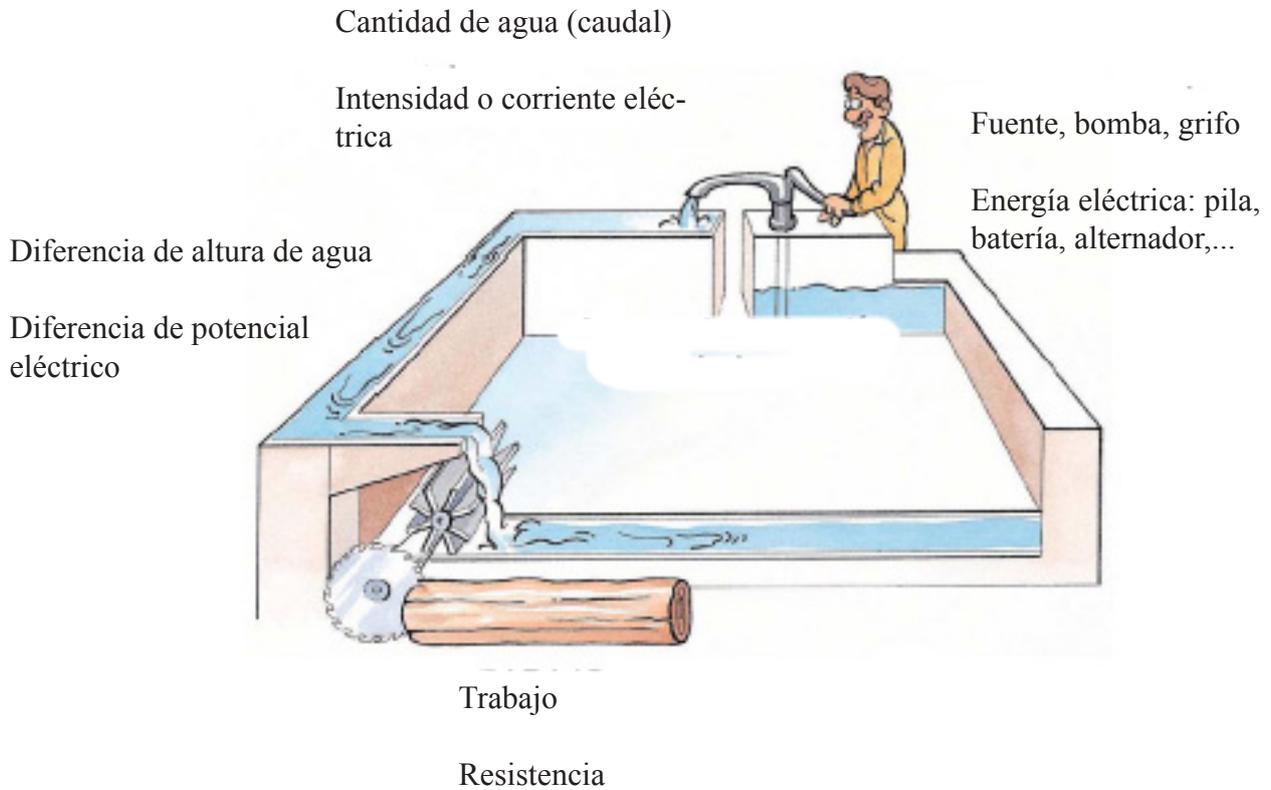


Si hay resistencia, el agua circula peor, y hay menos caudal.

Sin resistencia, la corriente eléctrica circula más fácilmente, hay más intensidad.

Si hay resistencia, la corriente eléctrica circula peor, hay menos intensidad.





Resumen:

· Diferencia de potencial (U):

A la diferencia de potencial, normalmente se le llama voltaje o tensión.

Si se conectan con un conductor dos puntos con diferente potencial eléctrico, el más positivo atraerá los electrones del otro.

Se mide en voltios (V)

· Intensidad de corriente (I):

La intensidad de corriente eléctrica es el número de cargas eléctricas que circulan por un conductor en la unidad de tiempo.

Se mide en amperios (A)

· Resistencia eléctrica (R):

La resistencia del conductor es la dificultad que opone al movimiento de las cargas eléctricas (electrones).

Se mide en ohmios (Ω).

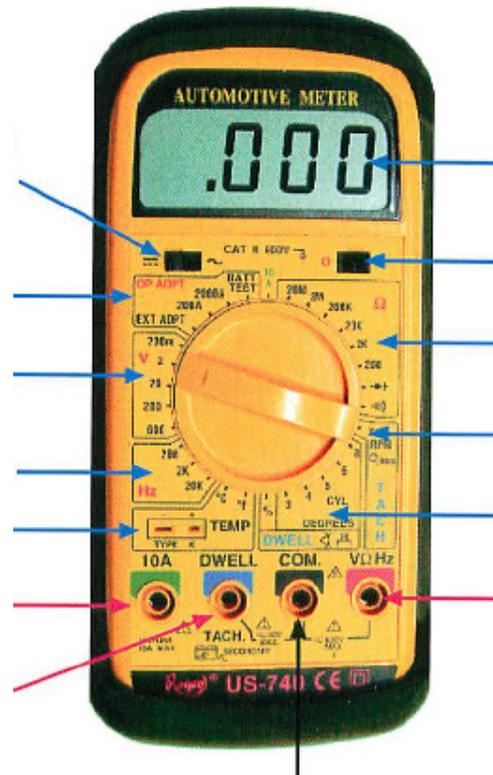
POLIMETRO

El polímetro: “poli” quiere decir “muchos” o “varios”, y por lo tanto, el polímetro sirve para medir más de una magnitud eléctrica. Generalmente, como mínimo, mide la tensión, la intensidad de corriente y la resistencia. En el mercado podemos encontrar muchos tipos de polímetro, con precios y características diferentes. Los empleados en electromecánica pueden ser del tipo “autorrango”, o los de escala manual.

AUTORRANGO



MANUAL



Consejos para un buen uso:

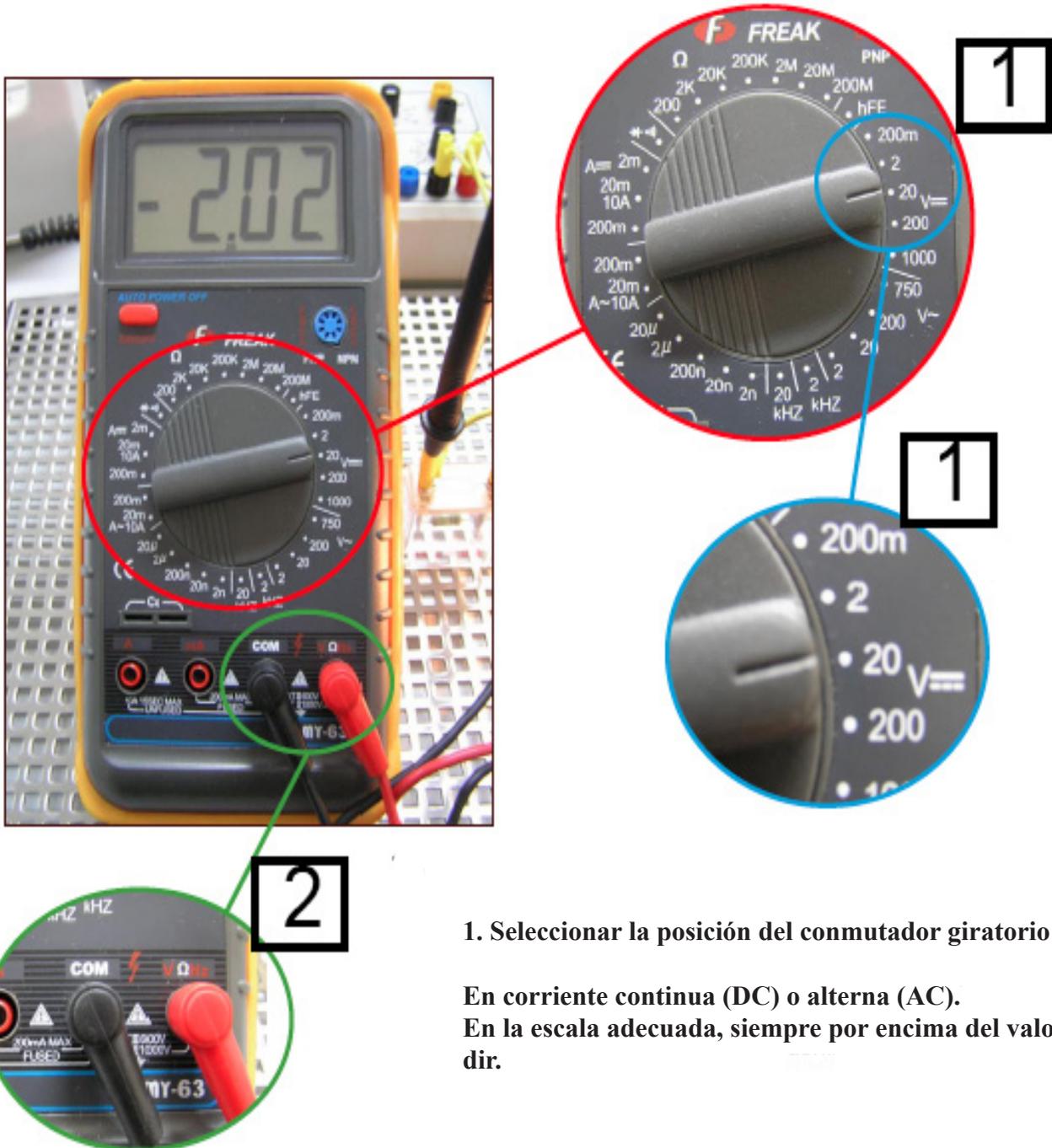
- Elegir el rango correcto antes de medir tensión o intensidad.
(Algunos polímetros actuales lo hacen automáticamente)
- Si no sabemos qué medida es, comenzar por la escala más alta.
- No aplicar mayor corriente que la admitida para el rango o escala.
- No colocar el aparato en lugares de trabajo donde haya vibración o golpes.
- Quitar la pila si no se va a utilizar durante un tiempo largo.
- Conectar las puntas de prueba en los terminales que corresponda.
- Seguir con exactitud las indicaciones del fabricante.

Empleo del polímetro



1. Interruptor.
2. Pantalla.
3. Conmutador rotativo: selector de funciones y escalas. Girando el selector se elige la función (tensión, intensidad, etc) y el valor de la escala o rango.
4. Borne para conectar el cable rojo (+). Usado para medir tensión, resistencia y frecuencia.
5. Borne para conectar el cable negro (-).
6. Borne para conectar el cable rojo (+). Para medir corrientes pequeñas, hasta 200 mA.
7. Borne para conectar el cable rojo (+). Para medir corrientes hasta 10 A o 20 A, según modelos.

MEDICIÓN DE LA TENSIÓN



1. Seleccionar la posición del conmutador giratorio:

En corriente continua (DC) o alterna (AC).

En la escala adecuada, siempre por encima del valor a medir.

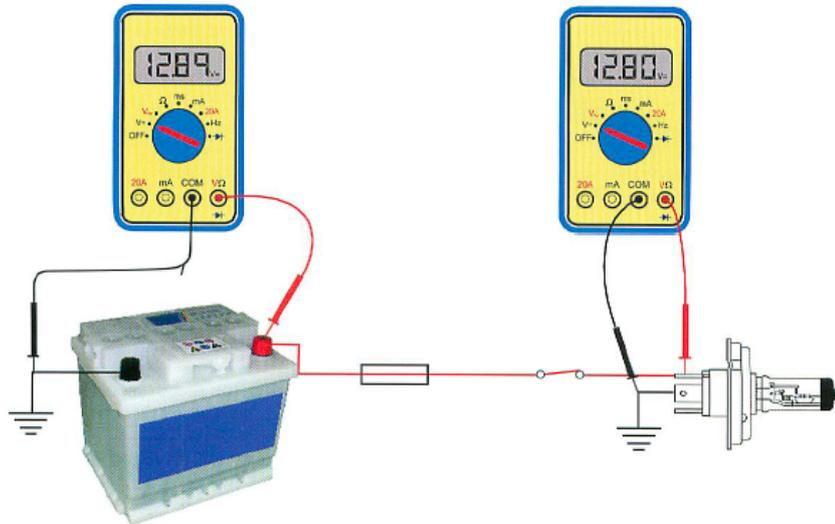
2. Colocación de las puntas:

La punta negra en el borne COM.

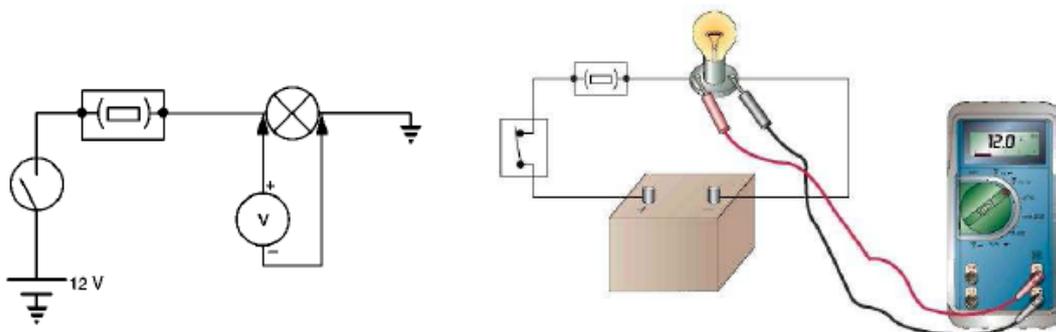
La punta roja en el borne de medida de V.

Medida de tensión

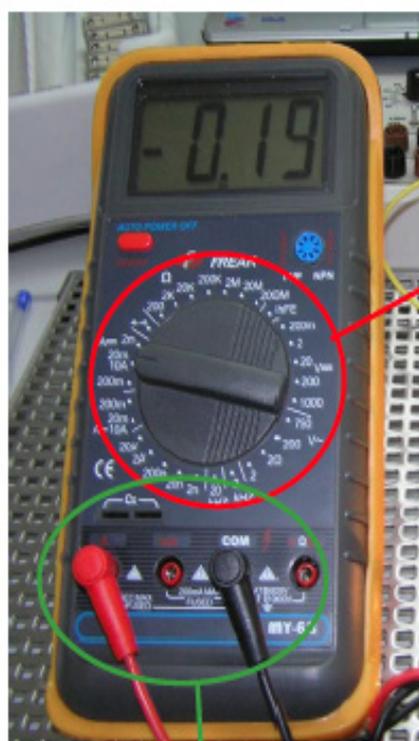
1. Conectar el cable negro en el borne COM y el cable rojo en el borne VΩHz.
2. Colocar el selector en la función y escala adecuados (V_~ o V_~), y tocar con las puntas de los cables en los puntos entre los que queremos medir la tensión.
3. La polaridad del cable rojo aparecerá al medir DC, junto al valor de tensión.
4. Cuando en la pantalla aparece el valor "1" al lado izquierdo de la pantalla significa que la medida está fuera de rango y entonces debemos elegir una escala mayor.



En este ejemplo vemos cómo se debe conectar el polímetro para medir tensión. Siempre entre dos puntos, EN PARALELO, y sin desconectar nada. Al medir tensión, estaremos midiendo la diferencia de potencial entre las dos puntas, es decir, el polímetro hace una resta (potencial en punta roja - potencial en punta negra).

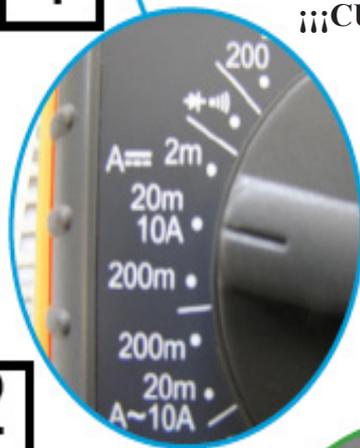


MEDICIÓN DE INTENSIDAD DE CORRIENTE



1

- 1) Colocar el conmutador giratorio en su posición.
 Seleccionar el tipo de corriente (DC o AC) y su escala.
 ¡¡¡CUIDADO CON LAS PUNTAS!!!



2

3

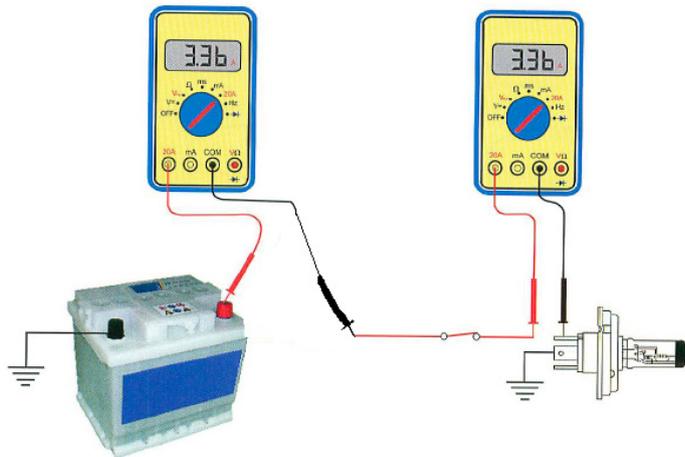


- 2) Conexión de los cables.
 Si el valor está entre 200 mA y 10 A:
 - El cable negro en el borne común (COM).
 - El cable rojo en A.

- 3) Conexión de los cables.
 Si el valor está entre 0,1 μ A (0,0000001mA) y 200 mA:
 - El cable negro en el borne común (COM).
 - El cable rojo en mA.

Medida de intensidad

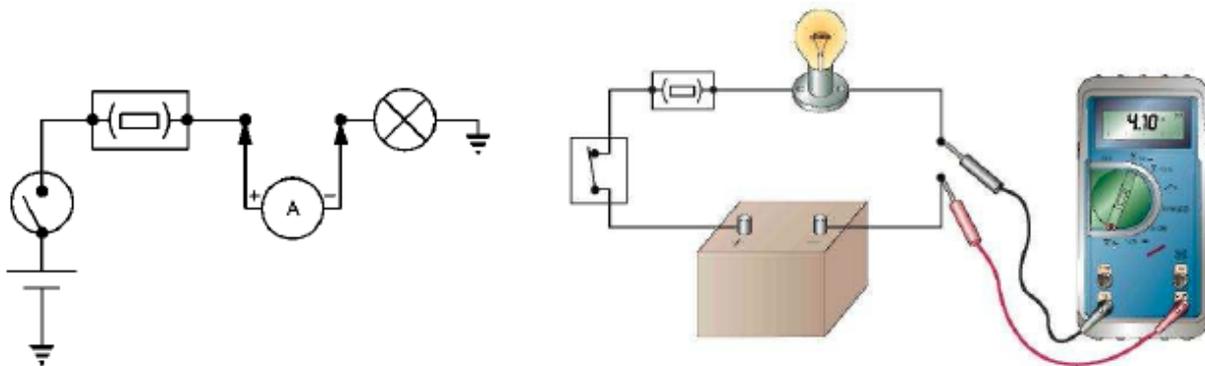
1. Conectar el cable negro en el borne COM, y el cable rojo en el borne mA para valores hasta 200 mA, y en el borne A para valores hasta 10 A.
2. Colocar el selector en la posición correcta para la función (A o A~), y tocar con la punta de los cables, **EN SERIE**, en el circuito cuya corriente vamos a medir.
3. La polaridad del cable rojo aparece al medir DC, junto al valor numérico.
4. Si en la pantalla aparece el símbolo "1" en el lado izquierdo significa que estamos fuera de rango y debemos pasar a una escala mayor.



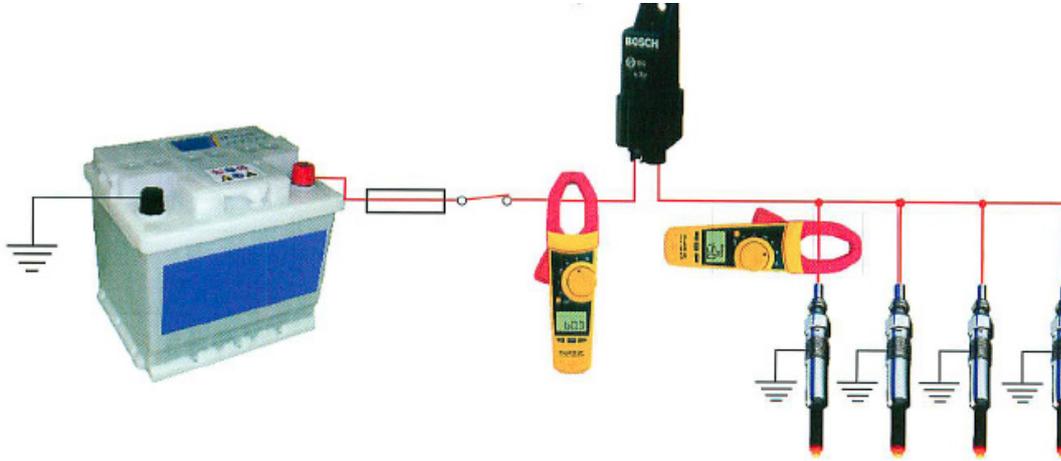
En este ejemplo vemos cómo se debe conectar el polímetro para medir intensidad. Esto es, **EN SERIE**, y para ello debemos abrir el circuito. Tenemos que soltar algo para introducir el polímetro, de esta manera la corriente pasará por el aparato y la podremos medir.

En un circuito **SERIE**, la corriente es la misma en todos los puntos, o sea que lo que sale del positivo llegará al negativo.

El amperímetro **SIEMPRE** se colocará **EN SERIE**, porque de no hacerlo el fusible interno se quemará o el propio aparato se estropeará.



Los polímetros pueden medir intensidades hasta 10 A. Para medir intensidades mayores se utiliza la pinza amperimétrica. Algunos han de usarse junto con el polímetro, para leer la medida en su pantalla, y otros se pueden usar solos. Son muy cómodas y seguras, ya que el circuito no debe abrirse, la pinza se coloca alrededor del cable cuya corriente queremos medir.



MEDICIÓN DE RESISTENCIA

1) Coloca el conmutador giratorio en su posición.

Se debe elegir la función Ω .

Elegir la escala, siendo siempre mayor que el valor que se quiere medir.

Si la resistencia medida es menor que la escala elegida, su valor aparecerá en la pantalla. Si el valor es mayor que la escala, aparecerá un “1” a la izquierda, y tendremos que subir de escala.

Si llegamos a la escala más alta y sigue apareciendo ese símbolo en la pantalla, significa que el componente, cable o circuito está cortado, interrumpido.

Para medir “continuidad”, colocar el conmutador giratorio en la posición)))
Si la resistencia es menor de 50 ohmios, el aparato emitirá un pitido.



2) Colocación de las puntas de medida.

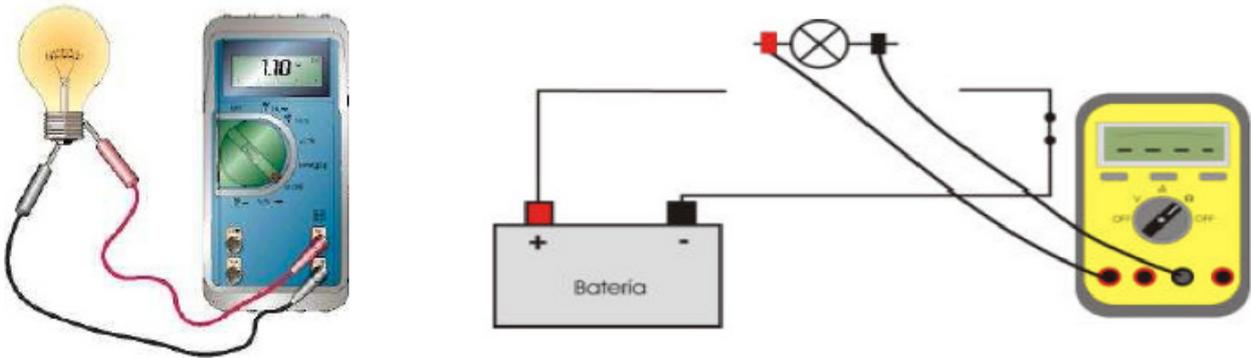
- Meter el cable negro en el borne común (COM)
- Meter el cable rojo en el borne VΩHz.

Medida de Resistencia

1. Conectar el cable negro en el borne COM, y el cable rojo en el borne VΩHz.
2. Mover el selector giratorio a la función y escala correspondiente, y tocar con las puntas en el elemento cuya resistencia vamos a medir.

Nota

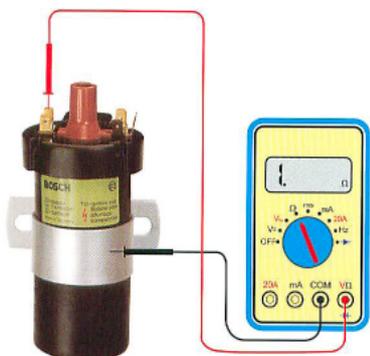
1. Si la resistencia a medir vale más que la escala elegida, en la pantalla aparecerá el símbolo “1” a la izquierda de la pantalla. Habrá que subir de escala.
2. El circuito debe estar sin tensión, y la resistencia fuera del mismo.
3. Al medir resistencias de 1 MΩ o más, el aparato necesitará unos segundos para estabilizar la lectura. Esto es normal cuando se miden resistencias muy altas.



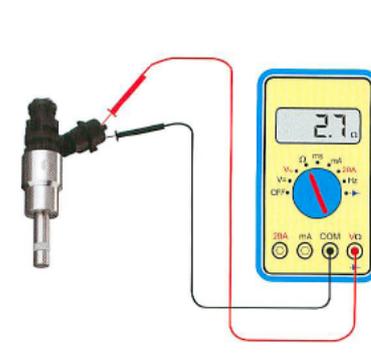
RESISTENCIA DE PRIMARIO



RESISTENCIA DE SECUNDARIO



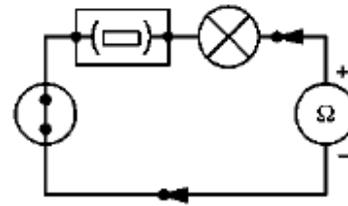
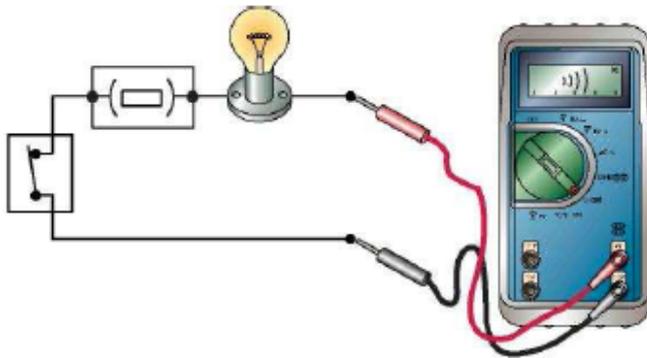
ASLAMIENTO A MASA



RESISTENCIA DE UN INYECTOR

Comprobación de continuidad

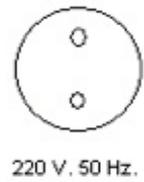
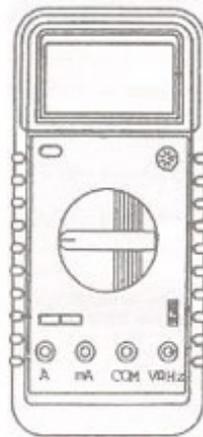
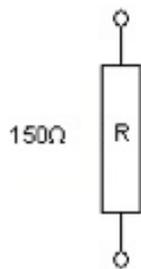
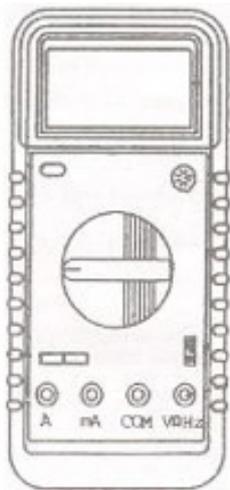
- Conectar el cable negro en COM y el cable rojo en VΩHz.
- Colocar el selector giratorio en la función de “continuidad” (símbolo sonoro), y tocar con las puntas entre los extremos que queremos comprobar. En caso de haber continuidad (resistencia menor de 50 Ω) se activará el avisador acústico.



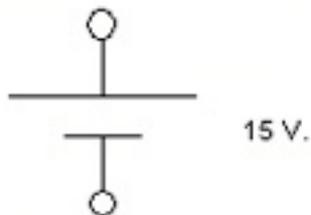
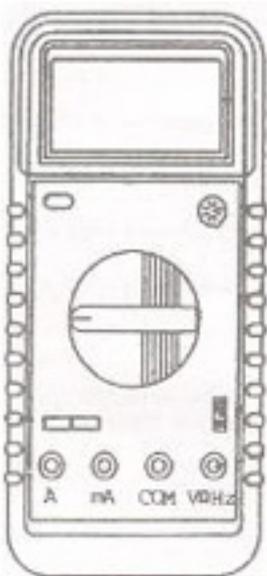
En cada caso, conectar al polímetro e indicar la posición del selector.

1. ¿Cómo hay que medir la R de la imagen?

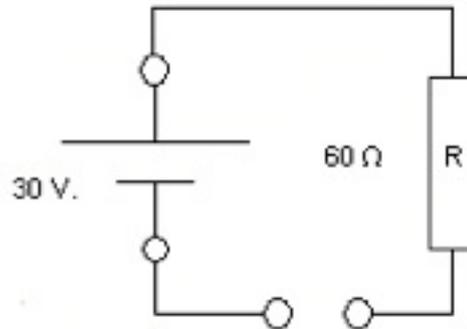
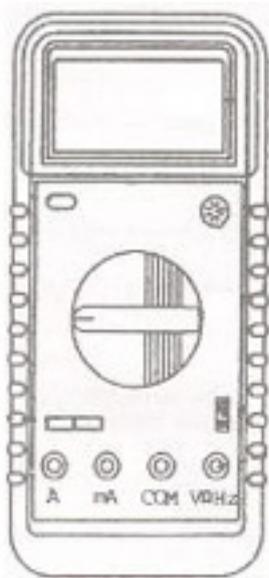
2. ¿Cómo hay que medir la tensión de la imagen?



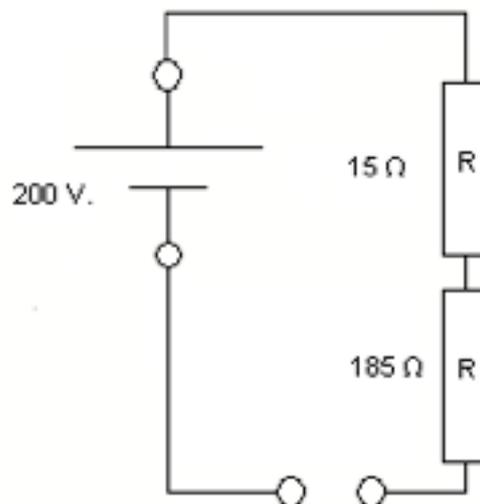
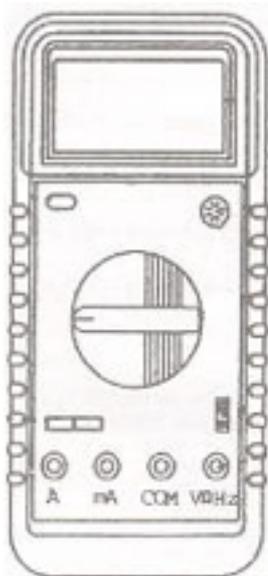
3. ¿Cómo hay que medir la tensión de la imagen?



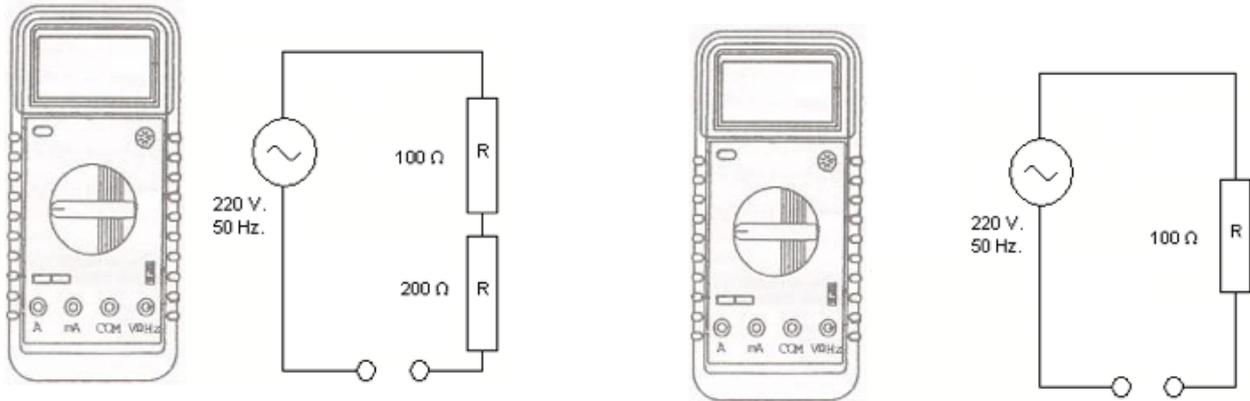
4. ¿Cómo hay que medir la corriente del circuito de la imagen?



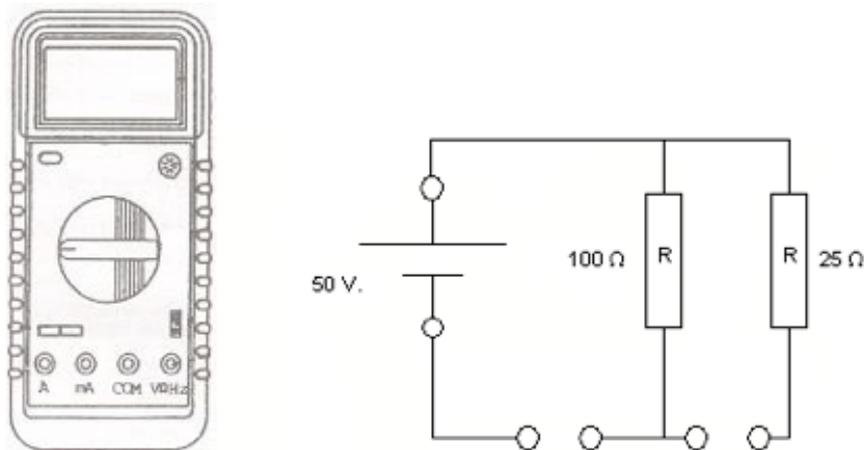
5. ¿Cómo mediremos la tensión de la resistencia de 185 Ω?



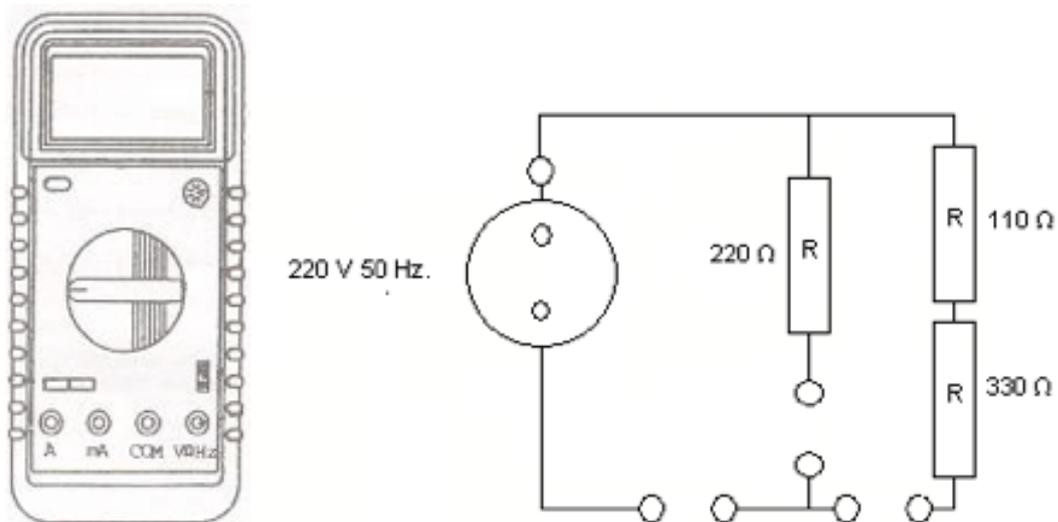
6. ¿Cómo hay que medir la corriente del circuito de la imagen?



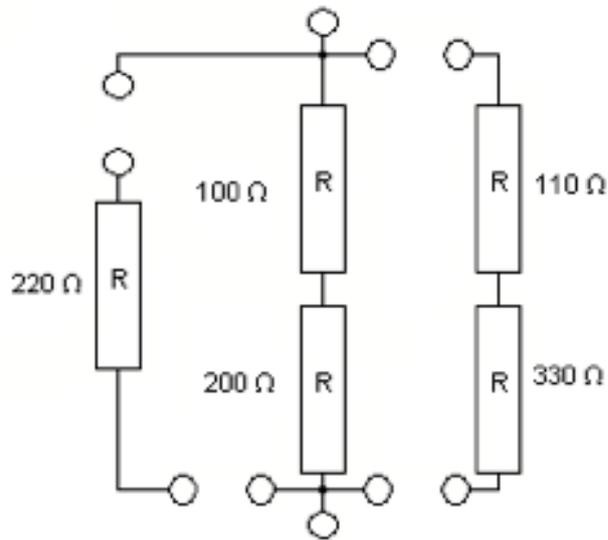
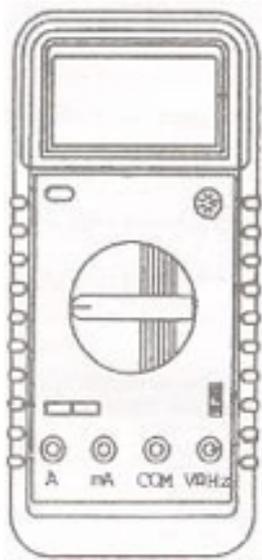
7. ¿Cómo medir la corriente o las corrientes de este circuito?



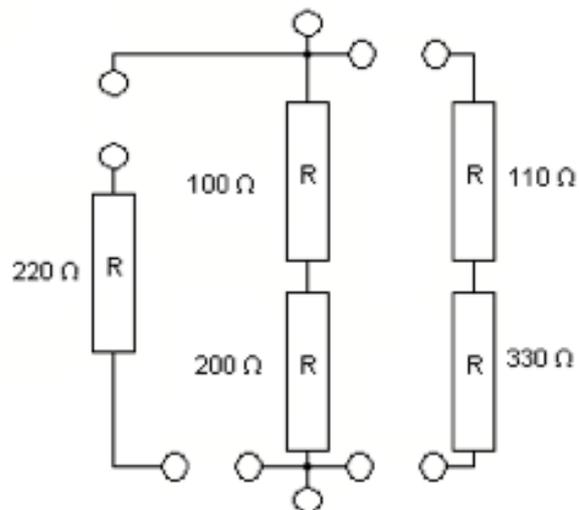
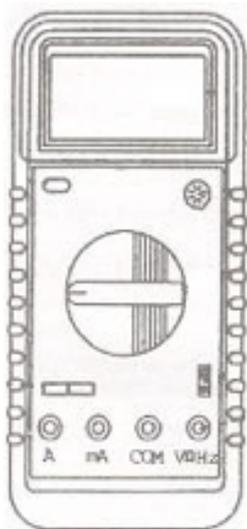
8. ¿Cómo mediremos la corriente que circula por la resistencia de 220 Ω?



9. ¿Cómo mediremos la resistencia total del circuito?



10. ¿Cómo hay que medir la resistencia de 100 Ω?(la que está en serie con la de 200 Ω)



PRÁCTICAS

Basándonos en los ejercicios anteriores, montar diferentes circuitos eléctricos y realizar mediciones de tensiones, intensidades y resistencias empleando el polímetro.

En vehículos tendremos que realizar las siguientes mediciones:

- Tensión: indica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Podemos medir la tensión en diferentes puntos de un mismo circuito:

Bornes de batería - Terminales de batería - Caja de fusibles - Fusible - Conectores - Componente - Masa

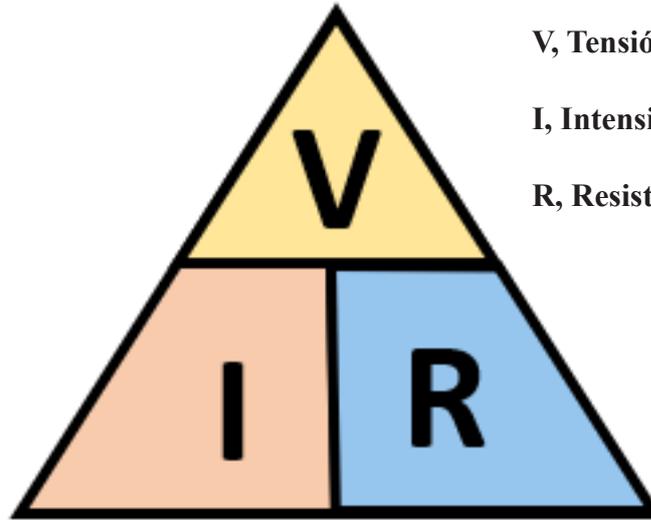
- Intensidad: indica el consumo eléctrico de un circuito. Podemos verificar la corriente que circula por un circuito o por un componente.

- Al medir resistencia, podemos verificar el estado de muchos elementos (bobinas, relés, inyectores, NTC, PTC, LDR...), además de verificar la continuidad del circuito.

Realizar mediciones de tensión, intensidad y resistencia en un vehículo.

3. LEY DE OHM

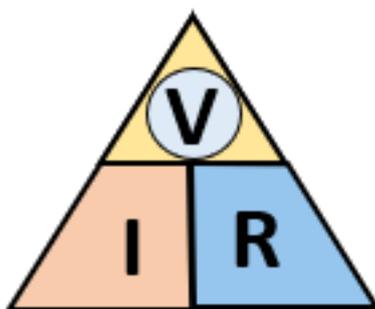
Las tres magnitudes eléctricas que hemos visto están relacionadas entre ellas, según la Ley de Ohm:
 “Al aplicar una tensión (diferencia de potencial) a una resistencia, la intensidad de corriente que la recorre es directamente proporcional a la tensión aplicada”



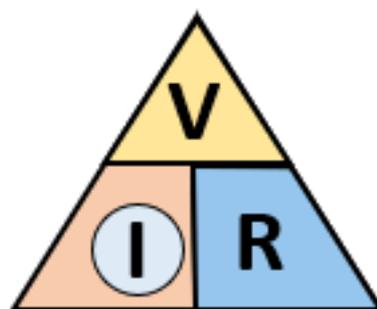
V, Tensión (V)

I, Intensidad de Corriente (A)

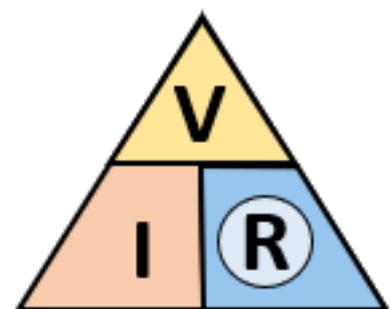
R, Resistencia (Ω)



$$\textcircled{V} = I \times R$$



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



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

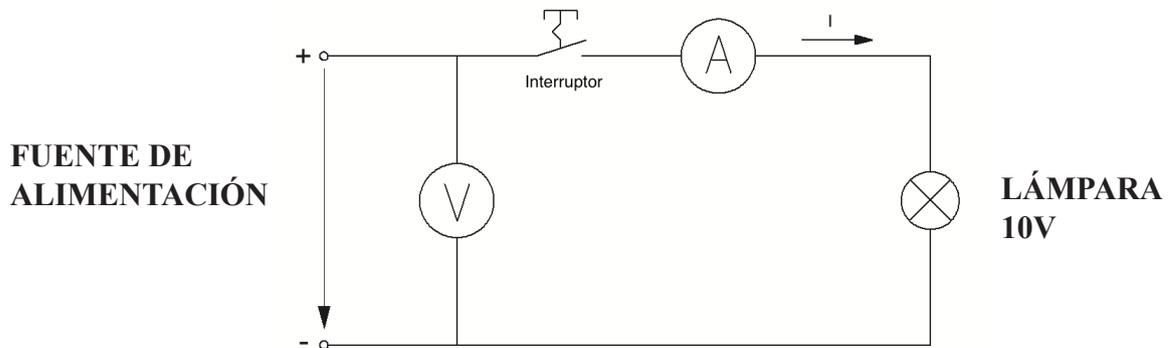
EJERCICIOS: LEY DE OHM

1. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Pila, 4V
 - R, 2Ω (lámpara)
 - I (A) ?
2. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Pila, V?
 - R, 10Ω
 - I, 5A
3. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Batería, 12V
 - I, 3A
 - R?
4. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Lámpara portátil, R, 440Ω
 - Red eléctrica, 220V
 - I ?
5. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - R ?
 - I, 2A
 - Batería, 24V
6. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Electroimán, $1,2\Omega$
 - I, 20A
 - V ?
7. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Relé, R?
 - I, 5A
 - Pila, 6V
8. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Luneta térmica, R, $0,8\Omega$
 - Batería 12V
 - I ?
9. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Batería, V?
 - I, 0,25A
 - R, 24Ω
10. Dibuja el circuito eléctrico y los aparatos de medida...
 - Lámpara, R?
 - V, 6V
 - I, 6A

PRÁCTICAS: LEY DE OHM

1ª PRÁCTICA: VOLTAJE, INTENSIDAD, RESISTENCIA.

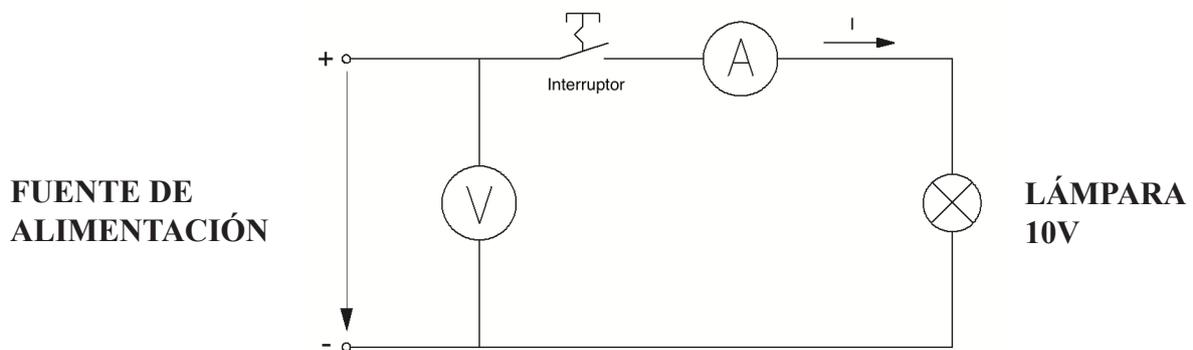
Monta el circuito del esquema CON EL EQUIPO APAGADO



1. Ajusta la fuente a 10 V, y con el interruptor abierto medir la tensión en la lámpara. $V =$

2. Cierra el interruptor y mide de nuevo la tensión en la lámpara. $V =$

Ahora vamos a introducir el amperímetro (todos los cambios deben hacerse con el equipo apagado)



1. Ajusta la fuente a 10 V, y con el interruptor cerrado medir la corriente del circuito, $I =$

2. Mide la corriente con el aparato antes y después del interruptor, y antes y después de la lámpara, ¿cuál es el resultado?

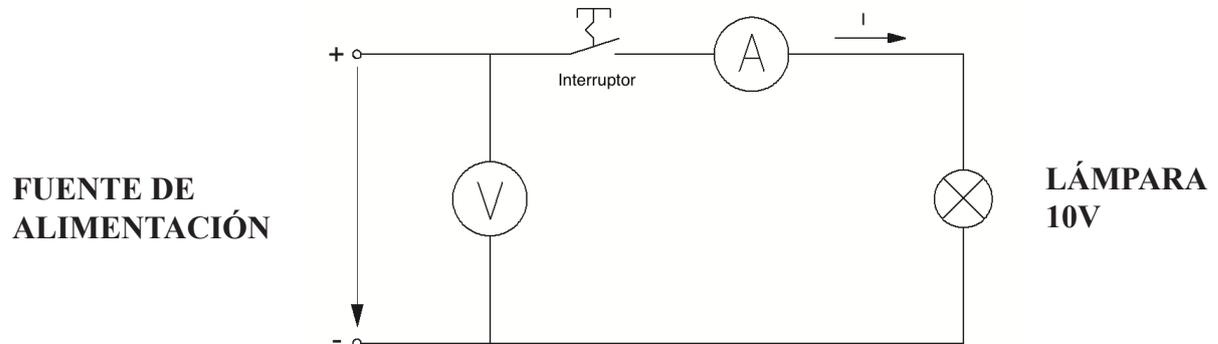
3. ¿Cómo se conecta el voltímetro?

¿Y el amperímetro?

4. ¿Cómo es la corriente en un circuito serie?

2ª PRÁCTICA: R fija: Examinando la dependencia de la corriente (I) respecto de la tensión (V)

Monta el siguiente circuito...



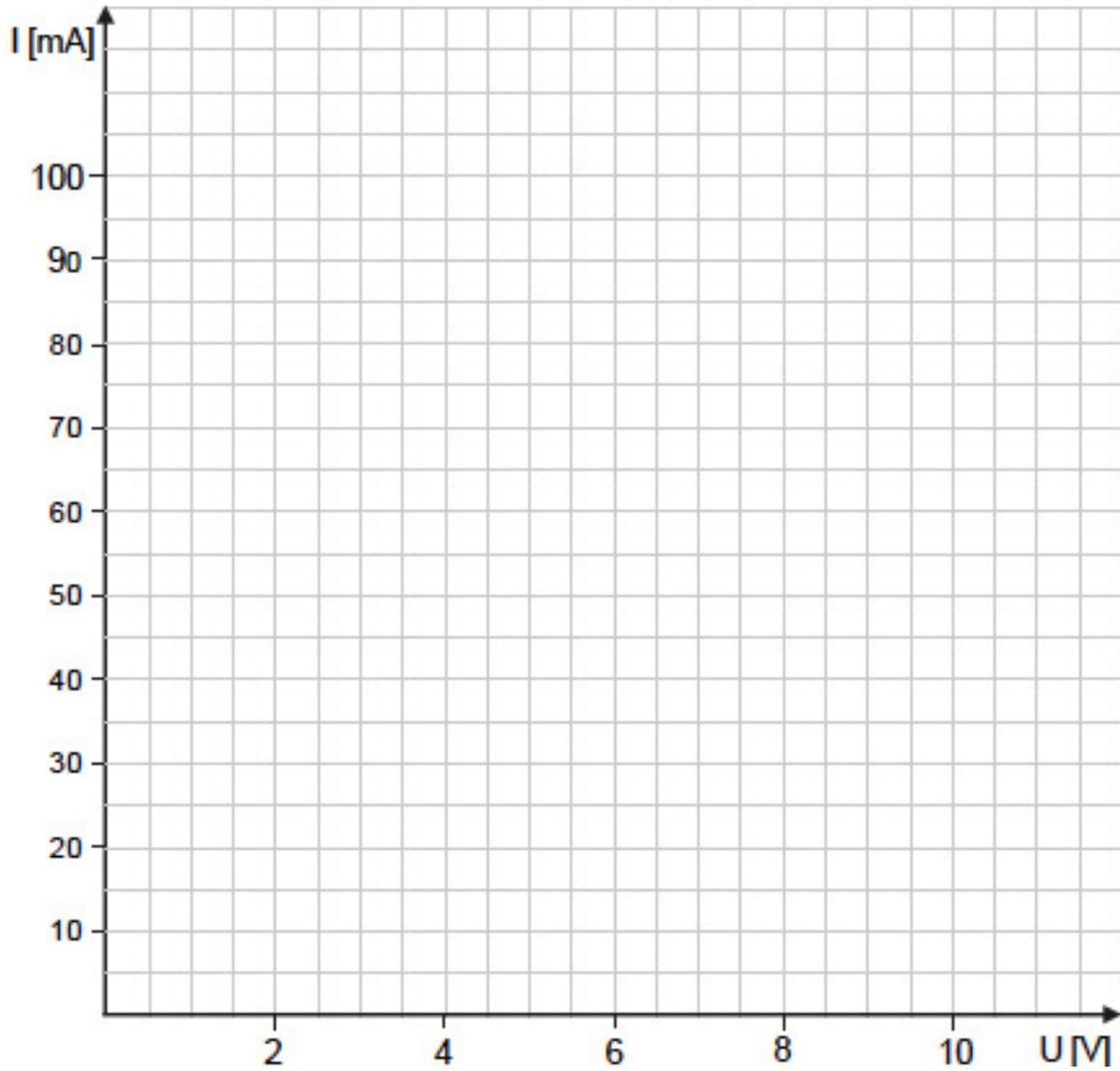
- Ajusta la fuente a 0 V y cierra el interruptor.
¿Cómo está la lámpara?

¿Cuánto mide el amperímetro?
- Ir subiendo, poco a poco, la tensión de la fuente desde 0 V hasta 10 V.
Observa el comportamiento de la lámpara.

Observa la medida del amperímetro.
- Ahora quita la lámpara y coloca en su lugar una R de 100Ω .
Ajusta la tensión de la fuente, de 0 V hasta 10 V, subiendo 2 V cada vez.
Mide la corriente que circula con cada valor de tensión y apunta en la tabla.
- Luego cambia la resistencia de 100Ω por una de 220Ω , y repite el proceso, completando la tabla:

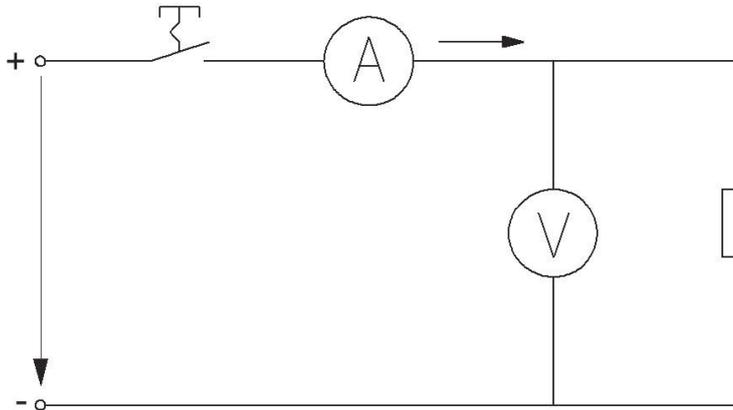
V	0 V	1 V	2 V	4 V	6 V	8 V	10 V
I (mA) con R=100 Ω							
I (mA) con R=220 Ω							

5. Ahora lleva a la gráfica los valores de la tabla para cada valor de R:



3ª PRÁCTICA: V fija: Examinando la dependencia de la corriente (I) respecto de la resistencia (R)

En este ejercicio, se va a determinar el valor de la corriente en función de diferentes resistencias. La tensión se mantiene constante



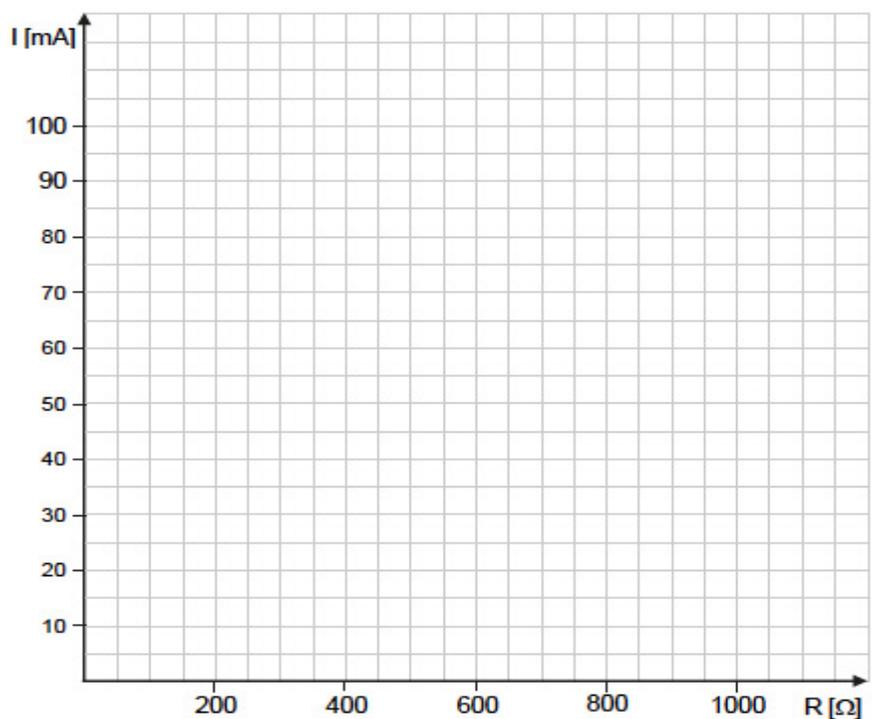
Poner una tensión de 4 voltios en bornas de la resistencia. Medir la corriente en el circuito y apuntar los resultados en la siguiente tabla.

R [Ω]	100	220	330	470	680	1000
I [mA], U = 4V						
I [mA], U = 7V						

Aumentar a 7 voltios la tensión en bornas de la Resistencia montada y repetir toda la operación anterior.

Apuntar el valor de "I" en cada caso en la tabla superior.

Transferir los valores de la tabla superior al diagrama inferior.



CONDUCTORES ELÉCTRICOS

La corriente, para poder llegar desde la batería a los consumidores, necesita un camino. El camino se crea con los cables conductores. En los vehículos actuales tenemos más de 3 km de cables.

Resistencia de un conductor

La resistencia de los conductores es directamente proporcional a un coeficiente. A este coeficiente se le llama resistividad (φ) (es el opuesto a la conductividad (c) y depende del material); es directamente proporcional a la longitud del conductor, e inversamente proporcional a su sección.

$$\varphi = \frac{1}{c}; \quad R = \varphi \frac{L}{s}$$

c : conductividad

φ : resistividad o resistencia específica

L : longitud del conductor

s : sección transversal del conductor

La longitud (L) se da en metros, y la sección (s) en mm^2 , y para que la R nos dé en ohmios:

$$(\varphi): \frac{\Omega \text{ mm}^2}{m}$$

En la siguiente tabla aparecen varios materiales y sus coeficientes de resistividad y conductividad:

Elementos o materiales	Conductividad	resistividad
Plata	0,6305	0,0164
cobre	0,5958	0,0172
oro	0,4464	0,0230
aluminio	0,3767	0,0278
Latón	0,1789	0,0590
Cinc	0,1690	0,0610
Cobalto	0,1693	0,0602
Niquel	0,1462	0,0870
hierro	0,1030	0,0970
Acero	0,1000	0,1000
platino	0,0943	0,1050
Estaño	0,0839	0,1200
plomo	0,0484	0,2815
Magnesio	0,0054	2.700
Cuarzo	0,0016	4.500
Grafito	0,0012	8.000
madera seca	.0,0010	10.000
carbón	0,00025	40.000

Características de los conductores usados en vehículos

Los cables conductores empleados en automoción se fabrican mediante el agrupamiento de varios hilos de cobre, cuyo coeficiente de resistividad es: $0,018 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$. **Todos los cables van protegidos con una funda de plástico aislante.**

Este tipo de cableado tiene una gran flexibilidad y permite colocar los mazos de cables por los diferentes recovecos de la carrocería, quedando fijados por bridas o grapas. Como se ha dicho, los cables se agrupan en mazos, lo que les da una gran resistencia mecánica y mejora el aislamiento.

Relación entre la sección del cable y la corriente admisible

Diámetro del cable (mm)	Sección (mm ²)	Corriente máxima admisible (A)	Densidad de corriente máxima admisible (trabajo continuo) (A/mm ²)
1,0	0,5	6 - 9,0	10
1,2	0,75	7 - 13,0	10
1,4	1	8 - 16,3	10
1,6	1,5	12- 20,0	10
2,1	2,5	18- 27,0	10
2,7	4,0	25- 36,0	10
3,4	6,0	30- 46,0	6,0
4,3	10,0	43- 62,0	6,0
6,0	16,0	65- 83,0	6,0
7,5	25,0	100- 110,0	4,0
8,8	35,0	125- 135,0	4,0
10,3	50,0	140- 169,0	4,0
12,0	70,0	195- 209,0	3,0
14,7	95,0	220- 249,0	3,0
16,5	120,0	265- 294,0	3,0

Secciones típicas y caída de tensión admisible

Aunque se puede utilizar la corriente que circula para calcular la sección que corresponde a cada conductor, como se verá en el siguiente apartado, lo más habitual es que el fabricante utilice unas secciones estándar, en función del elemento o aparato que va a ser alimentado.

La tabla se ha realizado a partir de las secciones de cables empleadas por los fabricantes de vehículos. La columna "Sección" corresponde al cable "positivo". La caída de tensión total se calcula teniendo en cuenta no solo los cables, sino también los fusibles, contactos, conmutadores, pulsadores, etc, por lo que no sirve para hacer el cálculo de la sección. En el cable de alimentación del motor de arranque se ha admitido una caída de tensión del 4%; si el cable de retorno está aislado de masa, se admite un 8% de la tensión nominal. Los datos de la tabla son para una batería de 12 V.

Función del cable	Sección (mm ²)	Caída de tensión en el cable positivo (V)	Caída de tensión en todo el circuito (V)
Luces de Testigo	0,5	0,1	0,6
Luz interior	0,5	0,1	0,6
Luces de Posición	0,75 - 1,5	0,3	0,6
Luces de Cruce (Cortas)	1 - 1,5	0,3	0,6
Luces de Carretera (Largas)	1,5	0,3	0,6
Luces Antinieblas	1,5	0,3	0,6
Intermitentes	1,5	0,3	0,6
Luz de Marcha Atrás	1,5	0,3	0,6
Alternador a la Batería	4 - 6	0,4	
Batería al Motor de Arranque	25- 30	0,5	
Relé del Motor de Arranque	2,5 - 4	1,4	1,7
Elevalunas y otros circuitos	0,5 - 1	0,5	1,5

Cálculo de la sección de un conductor

La caída de tensión admisible es $V_0 = I \cdot R$

La resistencia de un conductor es:

$$R = \varphi \frac{L}{s}$$

Por lo tanto:

$$V_0 = I \cdot \varphi \frac{L}{s} \qquad s = \frac{I \cdot \varphi \cdot L}{V_0}, \text{ mm}^2.$$

I: intensidad (A)

L: longitud (m)

V_0 : caída de tensión (V)

φ : resistividad $\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$.

Después de calcular la sección, hay que ver si soporta la densidad de corriente; si no es así, se debe elegir el siguiente valor de sección hacia arriba.

EJERCICIOS

1. La instalación de luces antiniebla es de 15 A y 2,5 m. Calcular la sección que se debe emplear.

2. La instalación de la nevera de una autocaravana es de 5 A y 5 m. Calcular la sección que se debe emplear.

4. POTENCIA ELÉCTRICA

En física, es la cantidad de trabajo realizada en la unidad de tiempo.

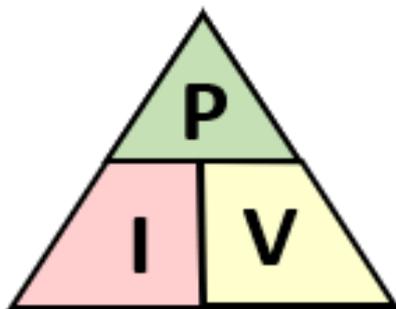
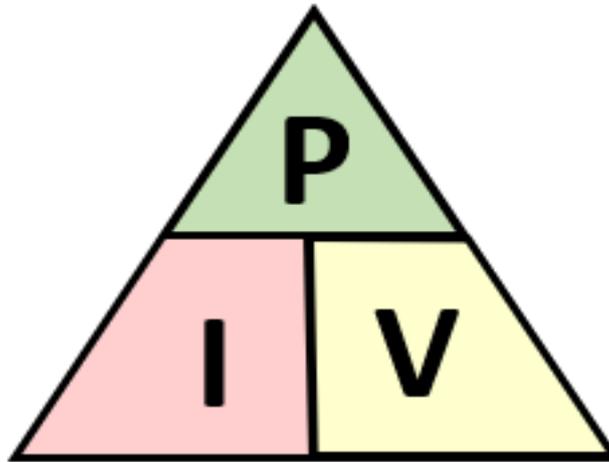
Potencia eléctrica,

$$P = V \times I$$

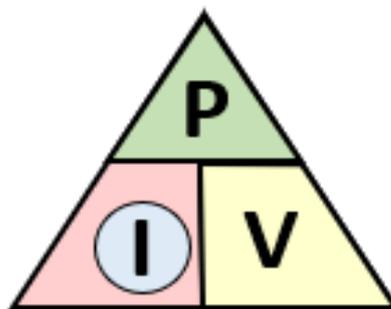
V, Tensión (V)

I, Intensidad de Corriente (A)

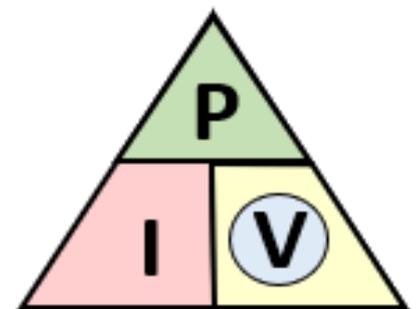
P, Potencia (W)



$$\textcircled{P} = I \times V$$



$$\textcircled{I} = \frac{P}{V}$$



$$\textcircled{V} = \frac{P}{I}$$

EJERCICIOS

1. ¿Qué potencia desarrolla una lámpara alimentada con 12V y que consume una corriente de 3,3A?
2. ¿Qué tensión de alimentación tiene un motor que genera una potencia de 90W y consume una corriente de 7,5A?
3. ¿Cuánta corriente consume el circuito de antinieblas, si tiene dos lámparas de (12V/60W) ?
4. ¿Qué fusible habría que poner en un circuito con dos lámparas de (12V/100W)?

EJERCICIOS. LEY DE OHM Y POTENCIA.

1. Calcula la R de las siguientes lámparas:

- 12V/5W

- 12V/60W

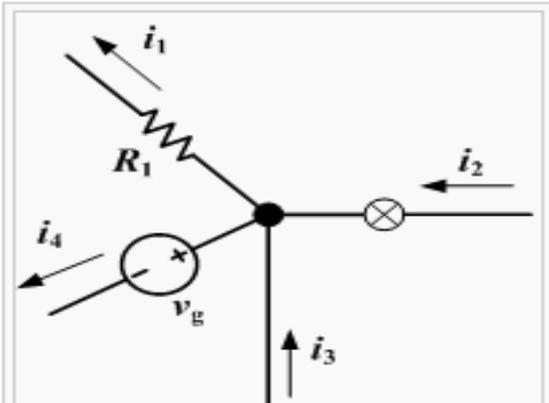
2. Tenemos la siguiente lámpara: (0,25W/1,2K Ω), ¿Es correcto conectarla a 10V? ¿Por qué?

3. Una luneta térmica consume 18A, ¿Cuánta potencia desarrolla?

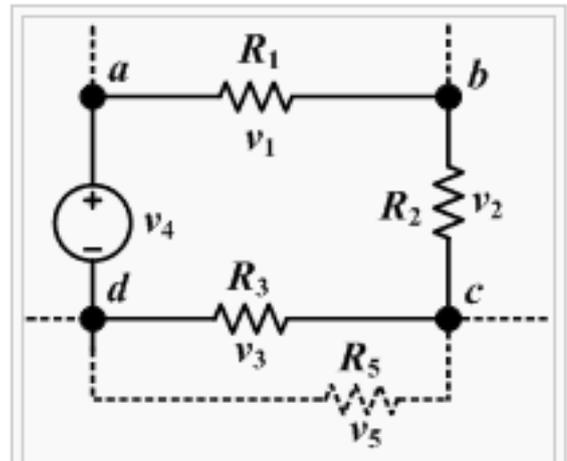
4. En un circuito electrónico tenemos, R=3 Ω y 5V, ¿Cuánta potencia da?

5. Tenemos una lámpara de 220V/60W, ¿Qué valor de R tiene?

5. LEYES DE KIRCHHOFF



En un nudo la corriente que entra es igual a la que sale. $i_2 + i_3 = i_1 + i_4$



En una red, la suma de todas las ten-siones es igual a 0: $V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = 0$

EJEMPLO



6. ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

Habitualmente los consumidores de los circuitos no están conectados ellos solos. A menudo los encontraremos junto con otros elementos y asociados de diversas maneras.

ASOCIACIÓN EN SERIE:

El extremo de un elemento se une al del siguiente, formando un único camino para la corriente.

CARACTERÍSTICAS:

-La intensidad será la misma para toda la serie.

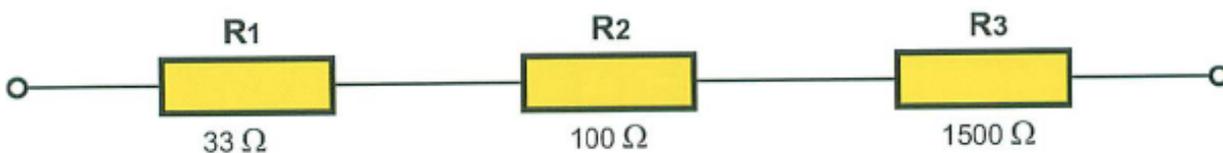
$$\begin{array}{lll}
 I_t = V_t / R_t & I_1 = V_1 / R_1 & I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_t \\
 & I_2 = V_2 / R_2 & \\
 & \dots\dots\dots &
 \end{array}$$

- La tensión disponible se repartirá en función del valor de cada resistencia.

$$\begin{array}{lll}
 V_t = I_t \times R_t & V_1 = I_1 \times R_1 & V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots \\
 & V_2 = I_2 \times R_2 & \\
 & \dots\dots\dots &
 \end{array}$$

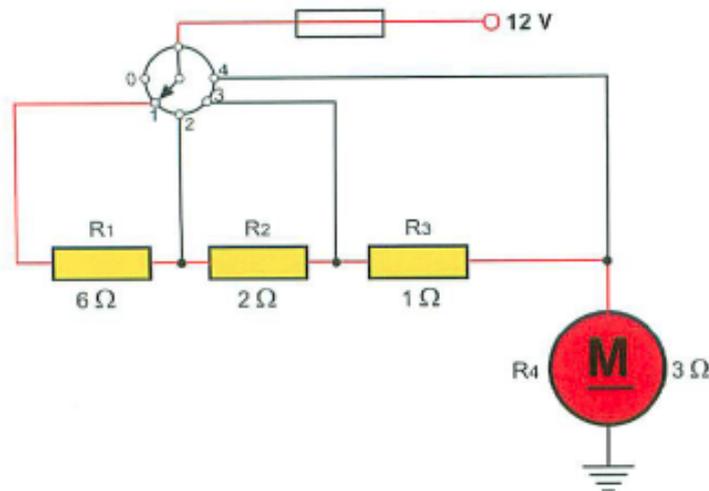
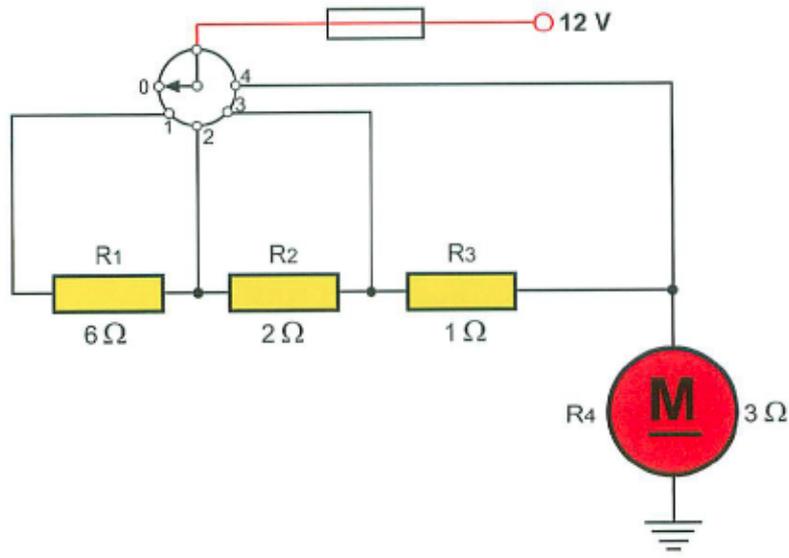
- La resistencia total del circuito será la suma de todas las resistencias.

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



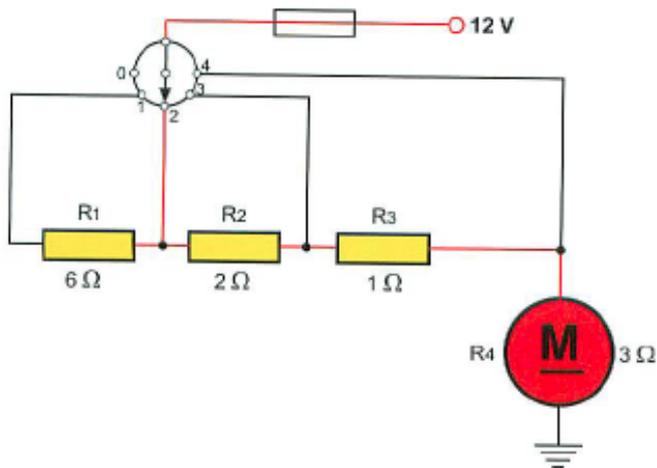
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 33 + 100 + 1500 = 1633 \Omega$$

Aplicación práctica: ajuste de velocidad del ventilador del habitáculo.

Conmutador en posición 1:

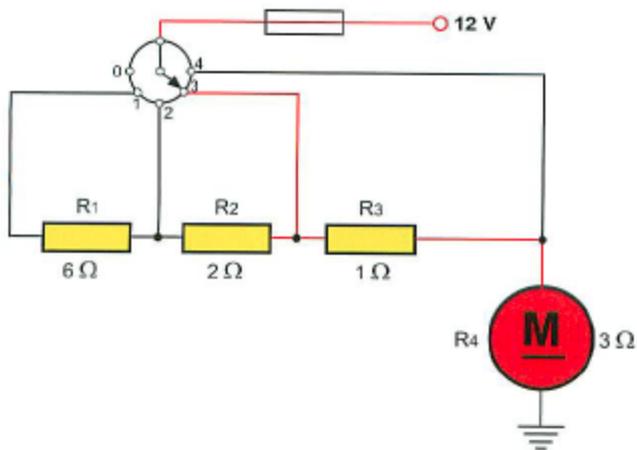
Calcular...

- R_t
- I
- V_m


Conmutador en posición 2:

Calcular...

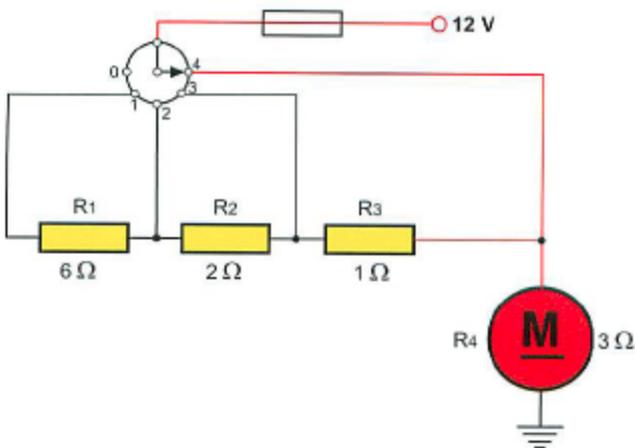
- R_t
- I
- V_m



Conmutador en posición 3:

Calcular...

- R_t
- I
- V_m



Conmutador en posición 4:

Calcular...

- R_t
- I
- V_m

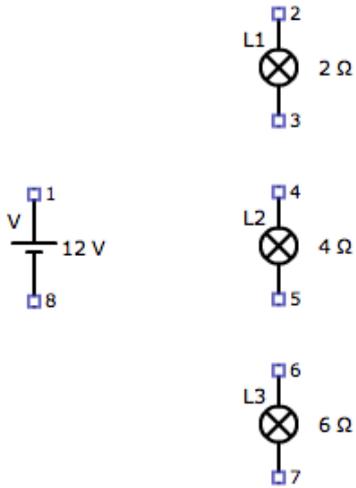
Analizar los resultados.

En los circuitos montados en serie, como ya se ha dicho, la intensidad tiene un único camino. Debido a esto, si el circuito se abre en algún punto (cable, elemento, conector,...) no circula nada de corriente, y la avería afecta a toda la línea.

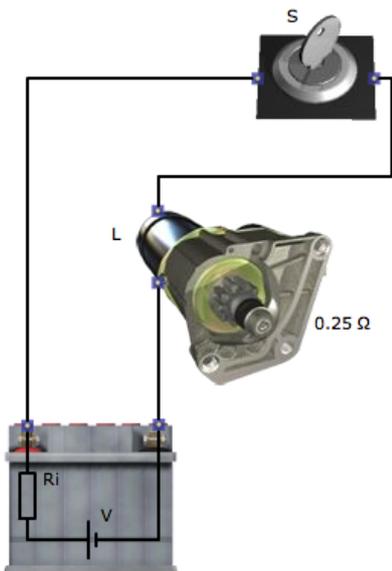
Explica qué sucederá en los casos siguientes:

- Si se corta R_1 ...
- Si se corta R_2 ...
- Si se corta R_3 ...

Analiza el siguiente circuito, conéctalo en serie y calcula todos los datos que faltan...
I, V, P, Rt...



Analiza el siguiente circuito y explica el comportamiento de la tensión de la batería al poner el motor en marcha...



ASOCIACIÓN EN PARALELO:

En este tipo de conexión, todos los elementos del circuito reciben la misma tensión, pero cada elemento es independiente de los otros.

En estos circuitos, la avería de un componente no afecta a los demás ya que cada uno de ellos es alimentado por la tensión.

CARACTERÍSTICAS

- Como tienen la misma tensión para todos, ésta es única y la misma para todos...

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$$

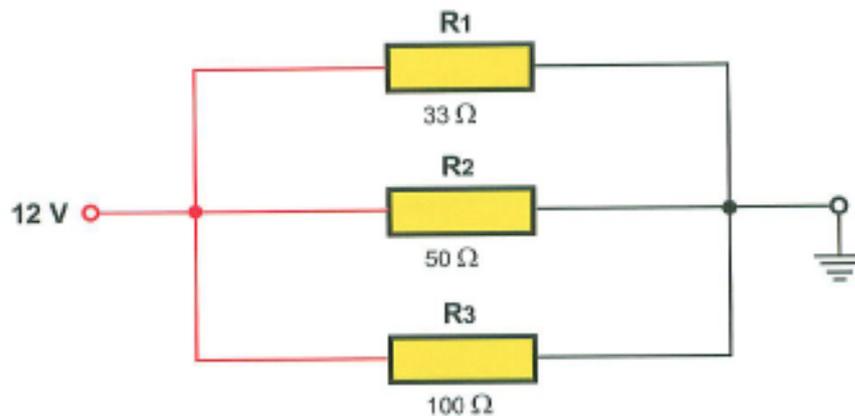
- Como cada elemento es independiente, la intensidad tendrá tantos caminos como elementos..

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

- En los circuitos en paralelo, para calcular la resistencia total se emplea la fórmula:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

Analiza el siguiente circuito:



$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{33} + \frac{1}{50} + \frac{1}{100}} = \frac{1}{0,0303 + 0,02 + 0,01} = \frac{1}{0,0603} = 16,58 \Omega$$

En los circuitos en paralelo, la resistencia total siempre será menor que la más pequeña de las del circuito.

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

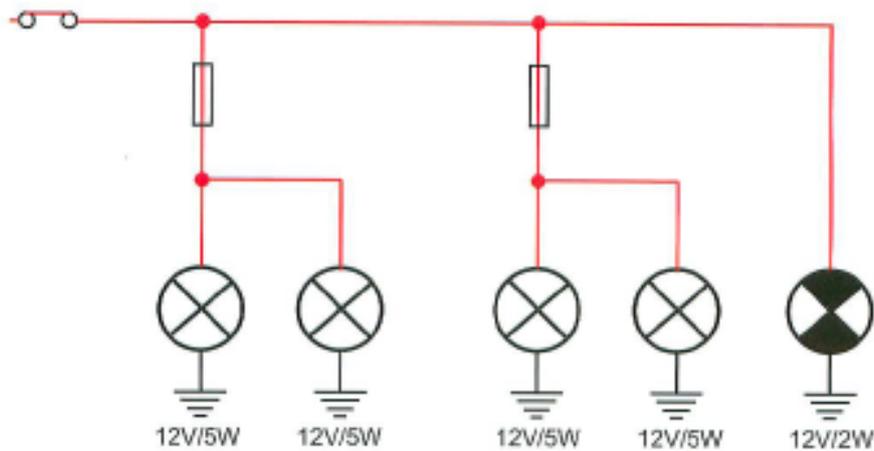
Esta fórmula se puede utilizar cuando en el circuito **no hay más de dos resistencias**.

$$R_T = \frac{R_1}{\text{Número de Resistencias}}$$

Podemos usar esta fórmula cuando **todas las resistencias** del circuito **valen lo mismo**.

Analiza el siguiente circuito y calcula todos los datos que faltan... R, V, I, P,...

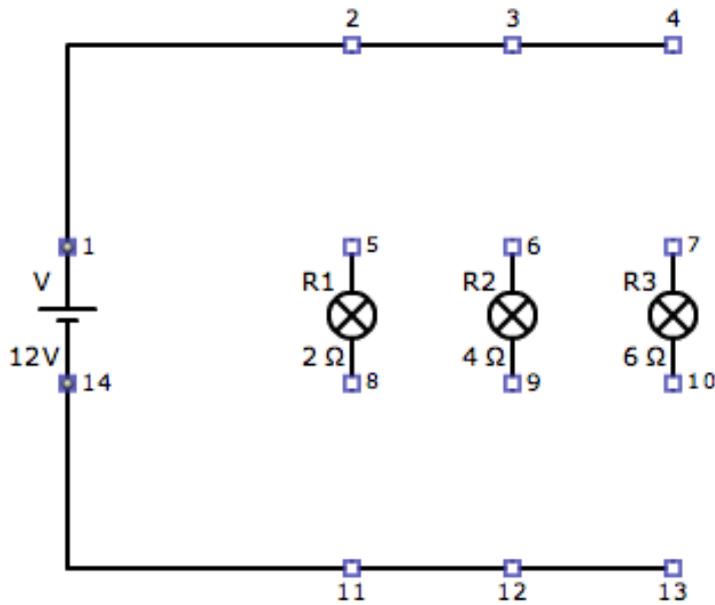
Luces de posición y testigo:



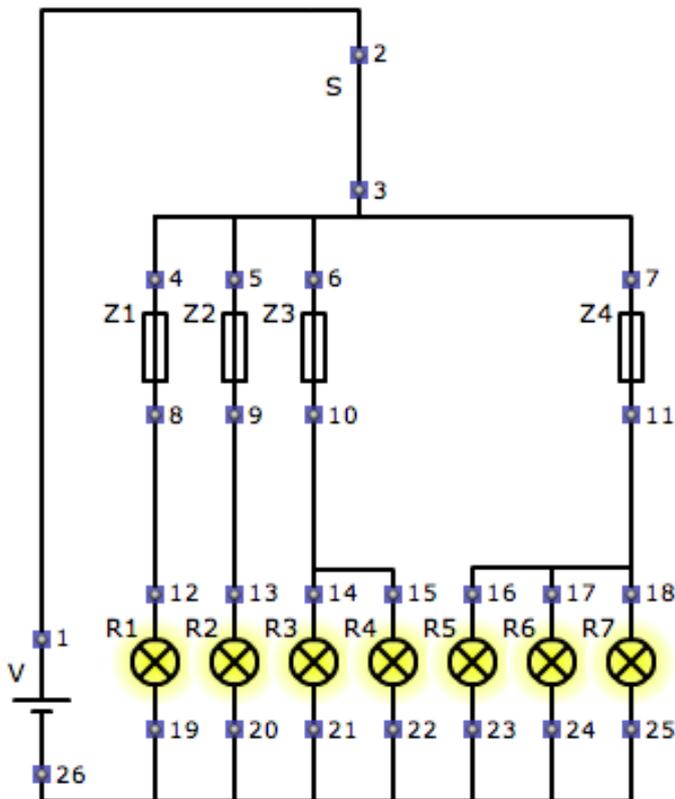
En este tipo de circuitos, si se funde una lámpara únicamente se verá afectada ésta, sin influir en las demás. Justamente por esto es por lo que en los vehículos se emplea este tipo de montaje.

Cada elemento tiene su tensión y consumirá corriente en función de su resistencia.

Analiza los circuitos siguientes y calcula todos los datos que falten:

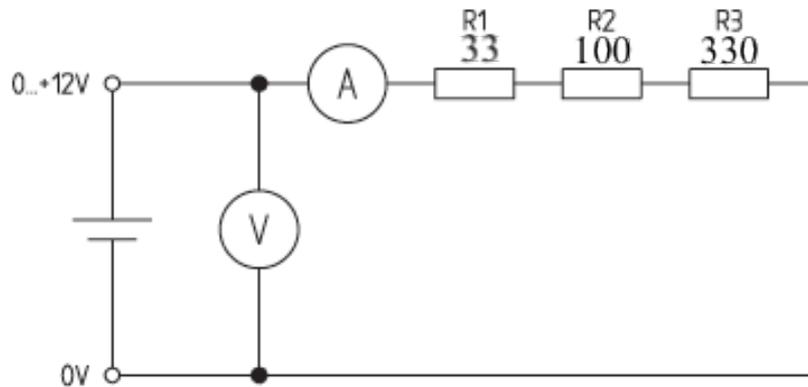


DATOS
 $V = 12V$
 $R1 = R2 = 4\Omega$
 $R3 = R4 = 6\Omega$
 $R5 = R6 = R7 = 24\Omega$



4ª PRÁCTICA. Intensidad, Resistencia y Tensión en un circuito Serie.

Monta el siguiente circuito...

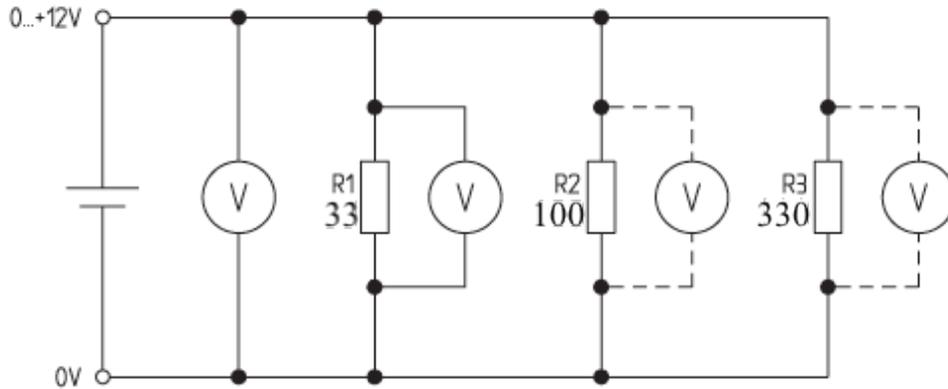


Ajusta la fuente de alimentación a 4,63 V

1. Mide I, antes de R1. $I =$
2. Mide I, entre R1 y R2. $I =$
3. Mide I, entre R2 y R3. $I =$
4. Mide I, después de R3. $I =$
5. ¿Cómo es la INTENSIDAD en un circuito SERIE?
6. Mide
 - R1 =
 - R2 =
 - R3 =
 - Rt =
7. ¿Cómo es la RESISTENCIA TOTAL en un circuito SERIE? Realiza también el cálculo teórico.
8. Mide
 - V1 =
 - V2 =
 - V3 =
 - Vt =
9. ¿En función de qué se reparte la tensión en un circuito en serie?

5ª PRÁCTICA. Intensidad, Resistencia y Tensión en un circuito en Paralelo.

Realiza el montaje del siguiente circuito...



Ajusta la fuente de alimentación a 10 V:

1. Mide la tensión de cada resistencia... $V1 =$

$V2 =$

$V3 =$

$Vt =$

2. ¿Cómo es la tensión en todos los elementos de un circuito en paralelo?

3. Mide el valor de cada resistencia $R1 =$

$R2 =$

$R3 =$

$Rt =$

4. Realiza el cálculo teórico de $Rt =$

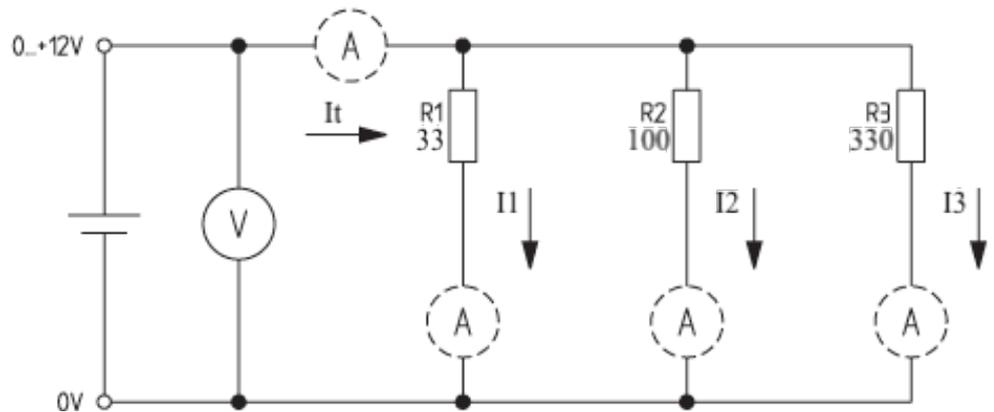
5. Mide todas las I:

$I1 =$

$I2 =$

$I3 =$

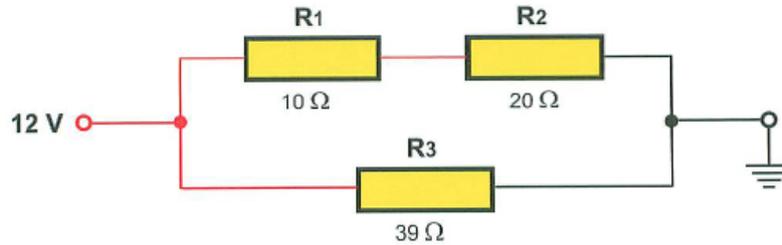
$It =$



6. ¿En función de qué se reparte la corriente total en un circuito en paralelo?

ASOCIACIÓN EN CIRCUITO MIXTO:

En este tipo de circuito, los elementos se conectan en serie y en paralelo, en un mismo montaje.

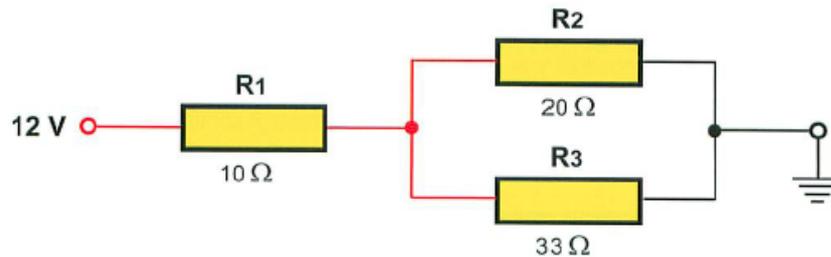


Para hacer los cálculos en estos circuitos, hay que hacerlo paso a paso. Primero calcularemos la R de la serie, y a continuación calcularemos el paralelo.

En el circuito anterior, calcula:

R_t , I_1 , I_2 , I_3 , V_1 , V_2 , V_3 , I_t , P_1 , P_2 , P_3 , P_t

Asociación PARALELO-SERIE

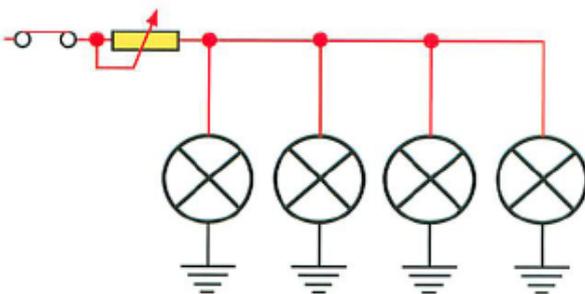


Aquí también iremos paso a paso. Primero calcularemos la R del paralelo, y a continuación calcularemos la serie.

En el circuito anterior calcula:

R_t , I_1 , I_2 , I_3 , V_1 , V_2 , V_3 , I_t , P_1 , P_2 , P_3 , P_t

Aplicación de este circuito: iluminación del cuadro de instrumentos.



EJERCICIOS

1. ¿Cuál es la unidad de medida de la TENSIÓN?
 2. ¿Cuál es la unidad de medida de la INTENSIDAD?
 3. ¿Cómo se debe medir la R de un componente?
 4. ¿Cómo es la I en un circuito serie?
 5. En un circuito con cinco lámparas en paralelo, ¿por cuántas vías se reparte la I?
 6. ¿Cómo se debe medir la I de un circuito?
 7. ¿Cuánto puede valer como máximo la R de un circuito paralelo?
 8. ¿Qué tipo de carga tienen los electrones, los protones y los neutrones?
 9. ¿De qué tipo es la tensión de la batería de un vehículo?
 10. ¿Cuánto vale la R de un circuito serie?
 11. ¿Qué fusible pondrías para proteger un electroventilador de (12V/5Ω)?
 12. ¿Cuánta tensión de alimentación tiene la siguiente lámpara (7A/1,7Ω)?
 13. ¿Cuánto vale la R de la siguiente lámpara (12V/45W)?
 14. ¿Cuánta corriente consumen los motores de elevadoras (70W)?
 15. ¿Cuánta R tiene el siguiente conductor (10m/0,5mm²)?
 16. ¿Qué sección de cable debemos emplear en la instalación de una nevera de (5A/5m)?
 17. ¿Qué fusible pondrías para proteger un electroventilador de (90W)?
 18. Dibuja el siguiente circuito:
 - R2 = 39Ω eta R3 = 20Ω, en PARALELO
 - R1 = 12Ω, en SERIE con R2 y R3
 - Calcula: V1, V2, V3, I1, I2, I3, It, Rt, P1, P2, P3, Pt
 19. Dibuja el siguiente circuito:
 - R1 = 40Ω eta R2 = 33Ω, en SERIE
 - R3 = 100Ω, en PARALELO con R1 y R2
 - Calcula: V1, V2, V3, I1, I2, I3, It, Rt, P1, P2, P3, Pt
 20. Otros ejercicios...
- “Circuitos electrotécnicos básicos. Sistemas de carga y arranque”. Temas 2, 3 y 4.
Parainfo 2009. Jose Guillermo Tena Sanchez.

PRÁCTICAS

Monta diferentes circuitos (paralelo, serie, mixto) y compara los resultados entre los valores prácticos y los teóricos. Calcula todos los valores teóricos del circuito y comprueba si se obtienen los mismos con el polímetro (R, V, I). Según los resultados, analiza el circuito y razona su funcionamiento.

Indice

SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE DEL VEHÍCULO

2ª UNIDAD DIDÁCTICA: ELECTROMAGNETISMO

1. MAGNETISMO.....	59
2. ELECTROMAGNETISMO.....	62
3. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.....	64
4. AUTOINDUCCIÓN.....	66
5. INDUCCIÓN MUTUA.....	67
6. CORRIENTE ALTERNA.....	68
7. BOBINA DE ENCENDIDO.....	70
PRÁCTICAS.....	73

1. MAGNETISMO

INTRODUCCIÓN

Magnetismo: es la ciencia que estudia los fenómenos de atracción y repulsión que ocurren en los materiales ferromagnéticos y en los imanes.

Electromagnetismo: es la ciencia que estudia los fenómenos magnéticos que aparecen cuando una corriente eléctrica circula por un conductor.

En automoción, gracias a estos fenómenos, funcionan los siguientes elementos:

- Relés
- Electroválvulas
- Motores eléctricos
- Alternadores
- Cierre centralizado
- Sensores
- Generadores eléctricos
- Altavoces
- Inyectores
- Actuadores diversos
- Transformadores
- Motor de arranque

IMANES

Los imanes tienen la propiedad o capacidad de poseer una fuerza de atracción sobre los materiales ferromagnéticos (hierro, acero, níquel, cobalto,...).

El empleo de los imanes es diverso: pequeñas dinamos, micrófonos, altavoces, medidores analógicos, motores pequeños de CC, ...

Los polos magnéticos

Las zonas de mayor atracción se llaman polos magnéticos y serán los extremos del imán. A medida que vayamos hacia el centro, la fuerza magnética y en el centro casi desaparece; a esa zona central se le llama línea neutra.



Brújula

La brújula es una aguja imantada que puede girar libremente sobre su eje central. Si dejamos girar libremente a la brújula, uno de sus extremos siempre se colocará apuntando al polo geográfico de la tierra, y el otro, por contra, al polo sur. De ahí viene el nombre de los polos del imán.



Tipos de imán

En la naturaleza se pueden encontrar imanes naturales (magnetita).

Pero si se quiere aumentar o multiplicar el magnetismo, se fabrican imanes artificiales empleando materiales ferromagnéticos.

Los imanes artificiales, según el material empleado, se mantendrán imantados durante largo tiempo (imanes permanentes) o únicamente cuando están bajo el efecto de un campo magnético (imanes ocasionales)

Imán permanente: acero.

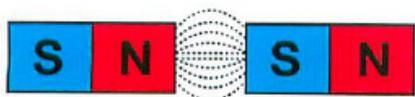
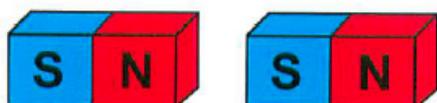
Si acercamos un destornillador de acero a un imán, quedará magnetizado aunque alejemos el imán. Para fabricar imanes permanentes se utilizan diferentes aleaciones.

Imán ocasional: hierro dulce.

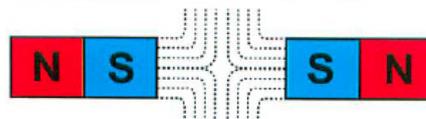
Un clavo de hierro únicamente estará magnetizado cuando esté bajo el efecto de un campo magnético, y al alejar el imán perderá las propiedades magnéticas.

Características de los imanes

- En los imanes, al acercar polos iguales, surge una fuerza de repulsión, y al acercar polos opuestos, en cambio, surge una fuerza de atracción.

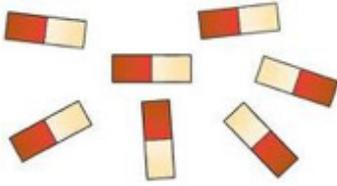


ATRACCIÓN

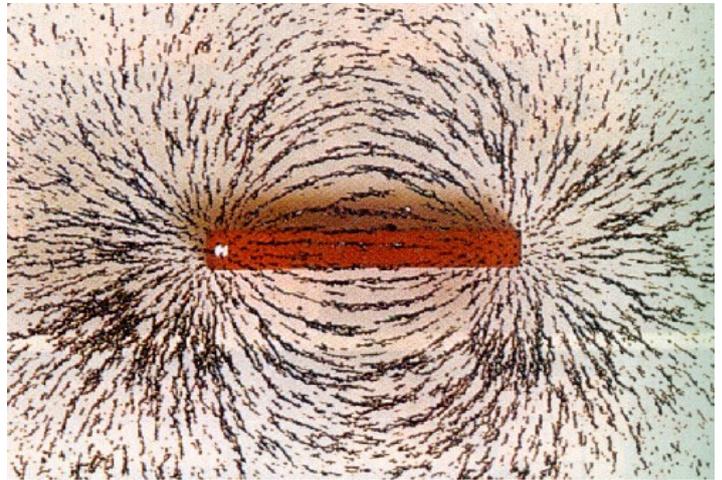
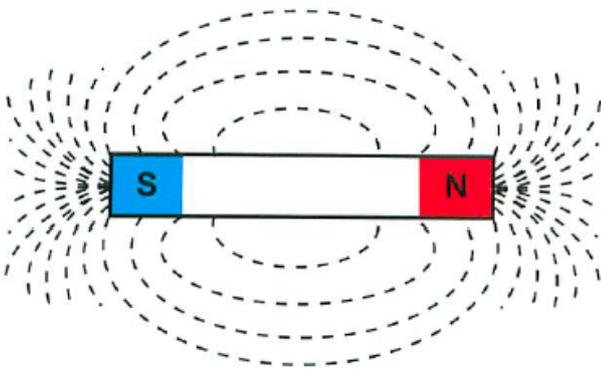


REPULSIÓN

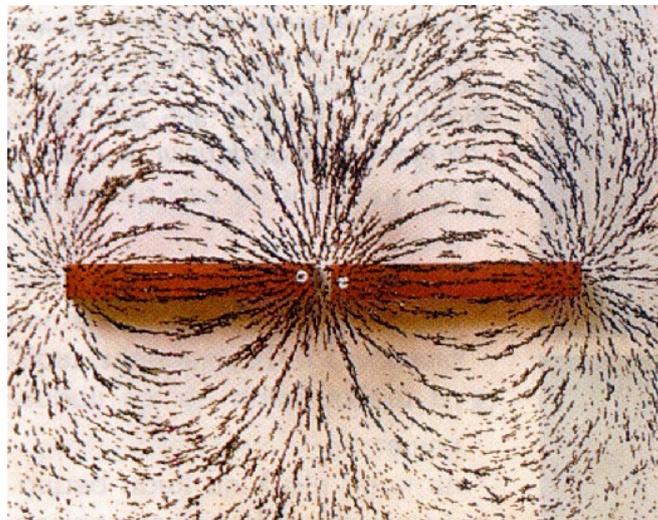
- Al dividir un imán en dos trozos, cada uno de ellos se comporta como un imán completo, manteniendo las mismas propiedades.



- El campo magnético es el espacio o zona de los fenómenos magnéticos que hay alrededor de un imán . La intensidad del campo magnético no es igual en todas las partes del imán, siendo mayor en los polos y disminuyendo al alejarnos de ellos.



Las líneas de fuerza definen la forma del campo magnético; salen del polo norte y van hacia el sur por el exterior. Del polo sur hacia el norte van por el interior del imán.

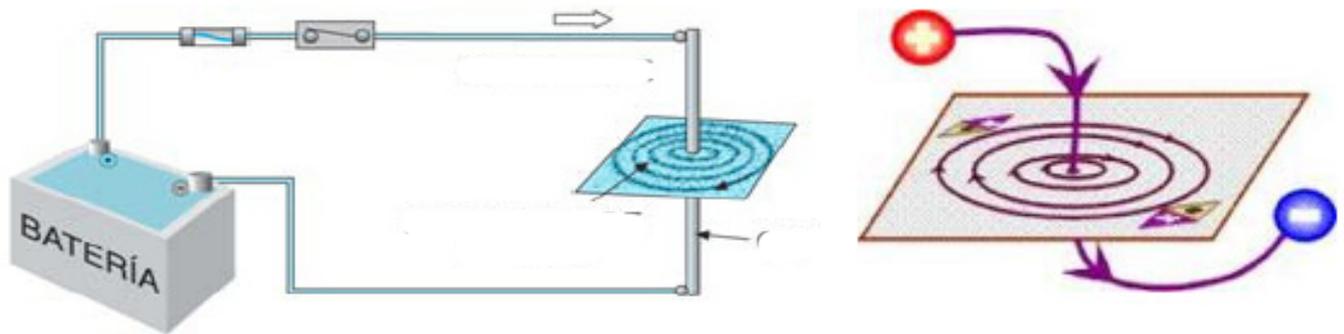


2. ELECTROMAGNETISMO

El campo magnético que crean los imanes es muy débil para muchas aplicaciones, por lo que se utilizarán otros factores, siendo básica la electricidad.

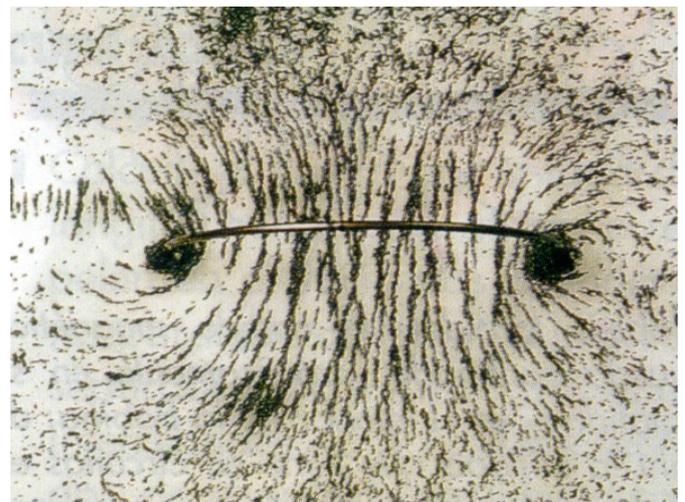
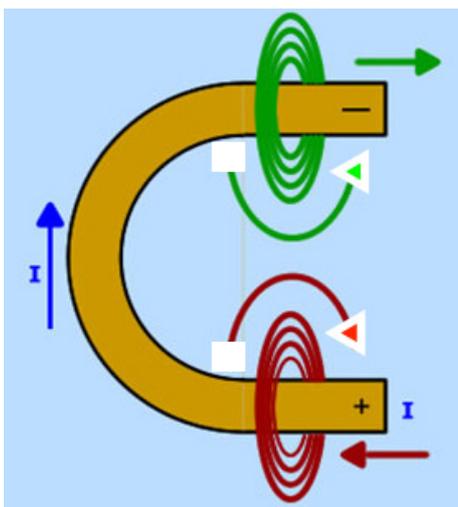
- **Al circular una corriente por un conductor, a su alrededor se crea un campo magnético. Cuanto mayor sea la corriente eléctrica, tanto mayor será el campo magnético.**

La dirección de la corriente eléctrica determina el sentido giratorio de las líneas de fuerza magnéticas, según la “ley del sacacorchos”.

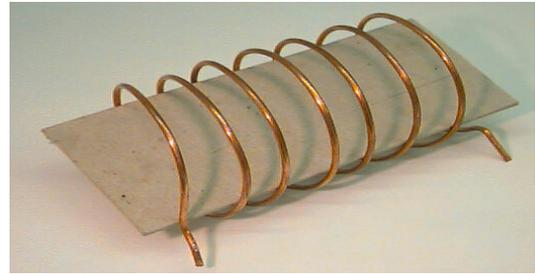
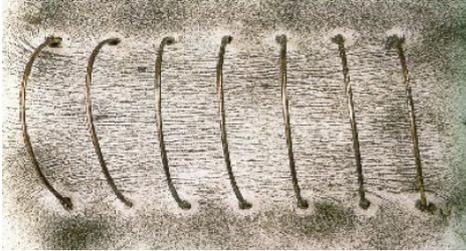


-El campo magnético creado en un conductor recto está muy esparcido y, por tanto, es muy débil. Para reforzar el campo magnético, al conductor se le da forma de yugo o espira.

El sentido de giro de las líneas de fuerza de un lado del cable se sumará a las del otro lado, y en el centro de la espira el campo magnético será más fuerte, siempre dependiendo del valor de la corriente eléctrica que circule.

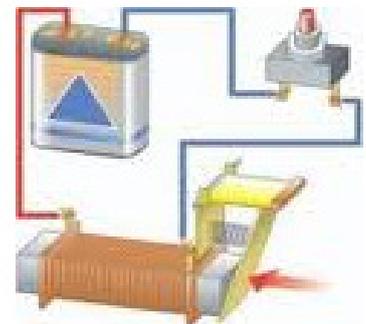
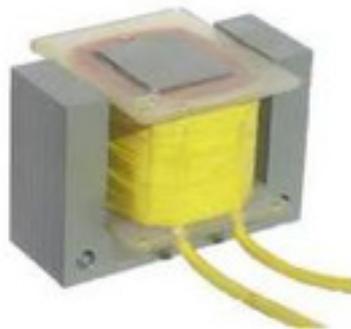
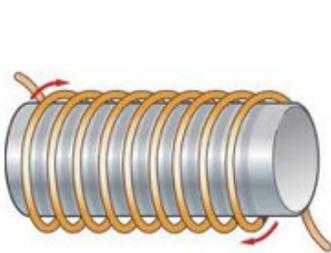


- En una bobina, el campo magnético de una espira se sumará al de la siguiente, concentrándose el campo en el centro de la bobina. La consecuencia será que el campo será uniforme en el centro de la espira, y de mucha mayor intensidad que en el exterior. En los extremos de la bobina se formarán los polos magnéticos. En este caso, la intensidad del campo magnético de la corriente eléctrica y del número de espiras.



Para definir el sentido de las líneas de fuerza magnética, habrá que utilizar la ley del sacacorchos. El polo norte será el extremo por el que salen las líneas de fuerza, y el polo sur será el extremo por el que entran.

- El electroimán se fabrica con un núcleo de hierro rodeado por una bobina, e imantará a voluntad, haciendo circular una corriente eléctrica por dicha bobina. Al interrumpir la corriente eléctrica dejará de imantar. La fuerza magnética dependerá de la intensidad de la corriente eléctrica, del número de espiras de la bobina, y del núcleo de hierro.



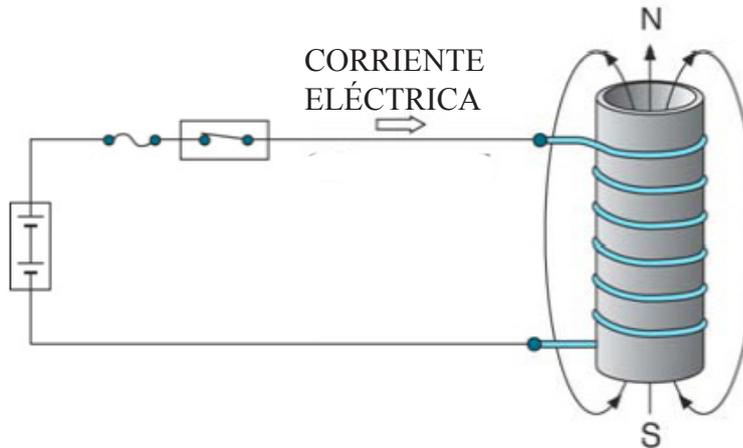
En las siguientes páginas estudiaremos los tres fenómenos del electromagnetismo que más nos interesan:

- Inducción electromagnética: alternador, motor eléctrico...
- Autoinducción: encendido (chispa), picos,...
- Inducción mutua: bobina de encendido.

Estos tres son los fenómenos electromagnéticos más importantes que tienen utilidad en automoción.

3. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

3.1 Campo magnético creado por un solenoide



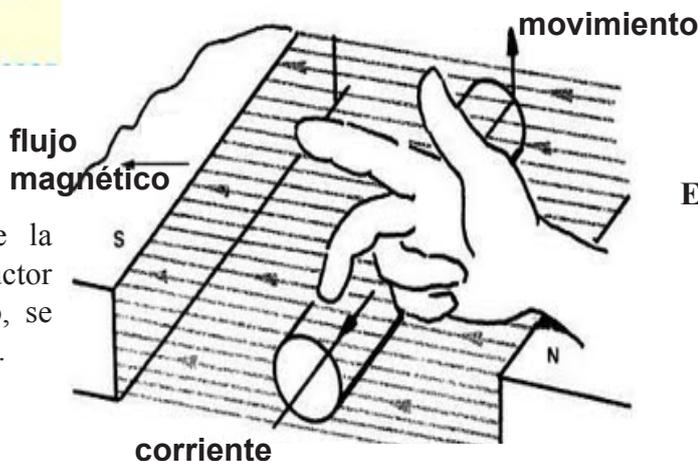
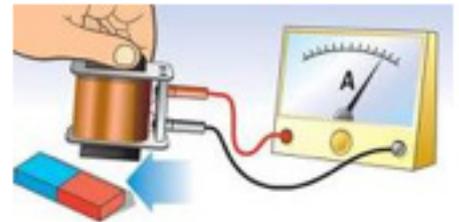
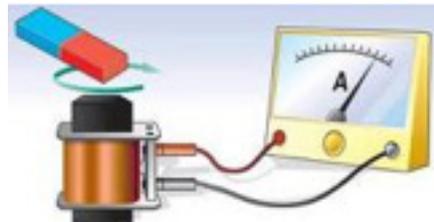
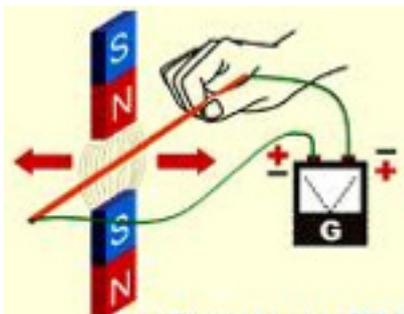
Si alrededor de un núcleo de hierro colocamos un conductor como en la imagen (bobina) y hacemos que lo recorra una corriente eléctrica, a su alrededor surge un campo magnético.

La fuerza de este campo magnético depende de:

- Número de espiras.
- Intensidad eléctrica.

3.2 Inducción electromagnética:

Si dentro de un campo magnético movemos un conductor, en los extremos de ese conductor tendremos tensión eléctrica. Es decir, empleando movimiento, se consigue electricidad: alternador.

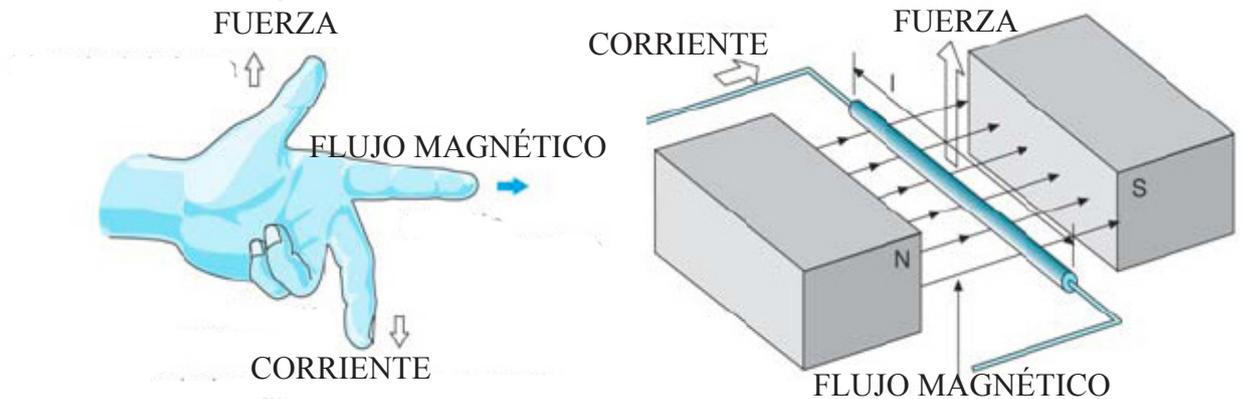


EJEMPLO: Alternador

Para determinar el sentido de la corriente surgida en un conductor dentro de un campo magnético, se aplica la ley de la mano **derecha**.

También ocurre el fenómeno inverso, es decir: “si se hace circular una corriente eléctrica por un conductor que está dentro de un campo magnético, surge una fuerza que tiende a sacar al conductor del campo”. Es decir, empleando electricidad se consigue movimiento: motor eléctrico.

ELECTRICIDAD + CONDUCTOR + MAGNETISMO = MOVIMIENTO



Para determinar el sentido de la fuerza que recibe el conductor con corriente eléctrica dentro de un campo magnético se utiliza la ley de la mano **izquierda**.

EJEMPLO: Motor eléctrico

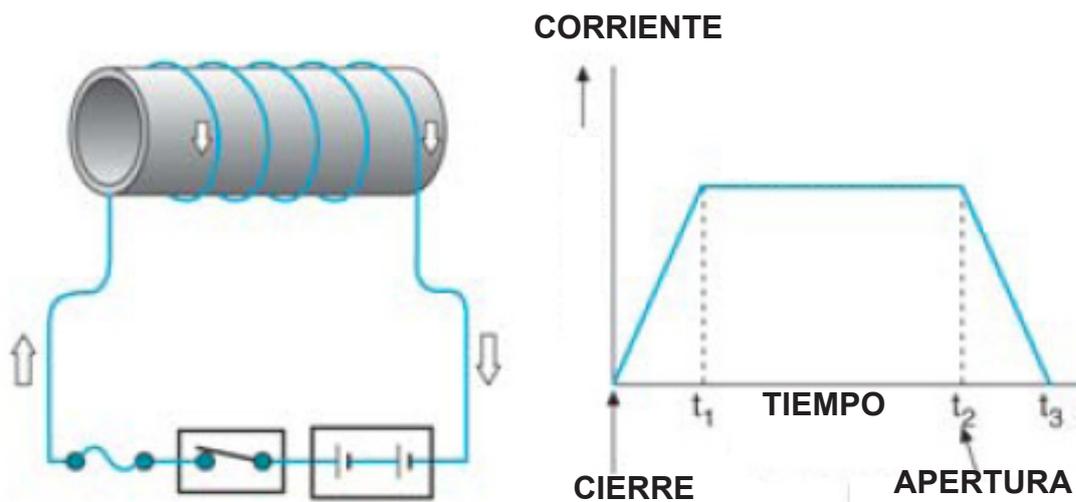
4. AUTOINDUCCIÓN

Habremos visto más de una vez cómo al abrir los contactos de un interruptor saltan chispas. Esas chispas son mucho más fuertes si el interruptor corta la corriente de una bobina. Estos fenómenos están asociados a la **AUTOINDUCCIÓN**

- Cuando circula una corriente variable por una bobina, a su alrededor se creará un campo magnético variable.
- Un campo magnético variable creará en la bobina una fuerza electromotriz de sentido contrario.

Cierre de circuito: al cerrar el interruptor que alimenta una bobina, la intensidad creará un campo magnético variable, y éste, a su vez, creará un f.e.m. de autoinducción. Esta f.e.m. se opone a la tensión de alimentación, por lo que la intensidad de corriente normal no se establece al instante. Una vez alcanzada la corriente normal de circuito, el campo magnético deja de variar (no hay flujo magnético) y la f.e.m. desaparece.

Apertura de circuito: al abrir el interruptor que alimenta la bobina, el campo magnético creado por la corriente eléctrica comienza a desaparecer, y esto crea una nueva f.e.m. de autoinducción. Esta fuerza tiene el sentido de la tensión de alimentación de la bobina, por lo que el flujo magnético y la corriente no desaparecen de golpe.



Podemos decir que la autoinducción se opone a los cambios en el circuito.

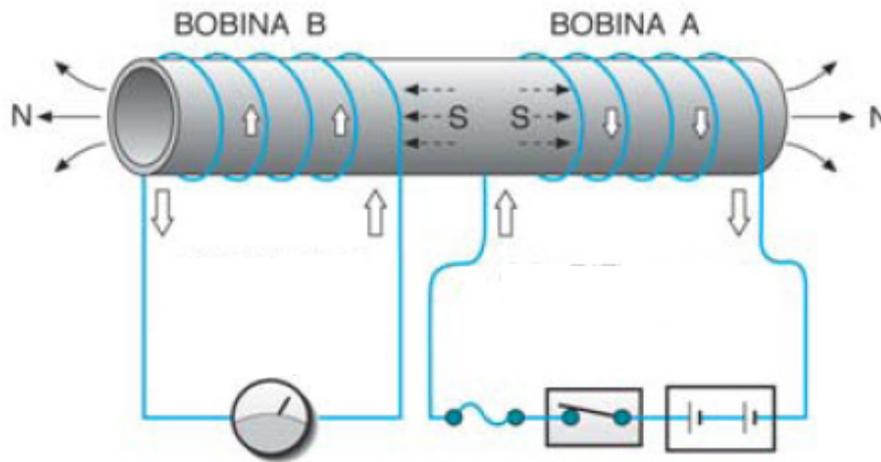
La autoinducción depende de: el número de espiras, el flujo magnético, y de la intensidad de la corriente eléctrica.

La autoinducción es la base del sistema de encendido (chispa en las bujías).

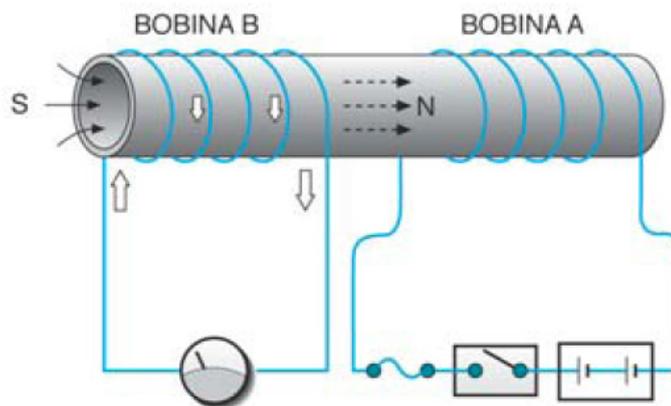
5. INDUCCIÓN MUTUA

Al circular una corriente eléctrica por un conductor, se crea un campo magnético. Este campo magnético, si es variable, crea a su vez una fuerza electromotriz (f.e.m.).

Entonces, el campo magnético variable creado en una bobina, puede crear, en otra bobina que esté cercana, una f.e.m., y esto es, precisamente, el fenómeno de la **inducción mutua**.



Al cerrar el interruptor, circulará una corriente por la bobina A, creando un campo magnético variable. Este campo magnético cortará las espiras de la bobina B, creando en ella una f.e.m. Cuando se estabilice el valor de la corriente que circula por A, el flujo magnético dejará de ser variable, y la tensión inducida en B desaparecerá.



Al abrir el interruptor, la intensidad irá desapareciendo, y el flujo magnético también comenzará a desaparecer, pasando de ser máximo a no existir, y esta variación del flujo inducirá en B una nueva f.e.m., en este caso de sentido contrario a la anterior.

La inducción mutua es la base de funcionamiento de los transformadores, así como de la bobina de encendido, que al fin y al cabo no es más que un transformador.

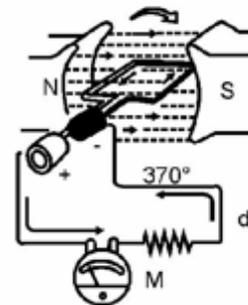
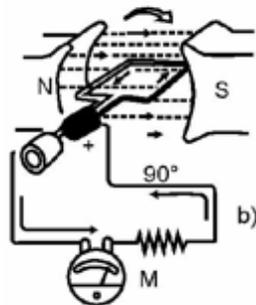
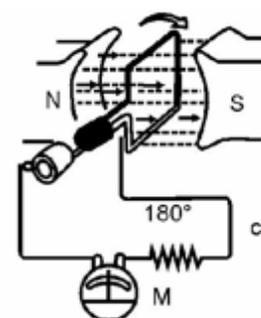
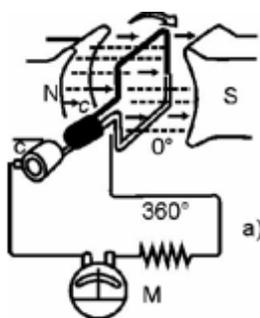
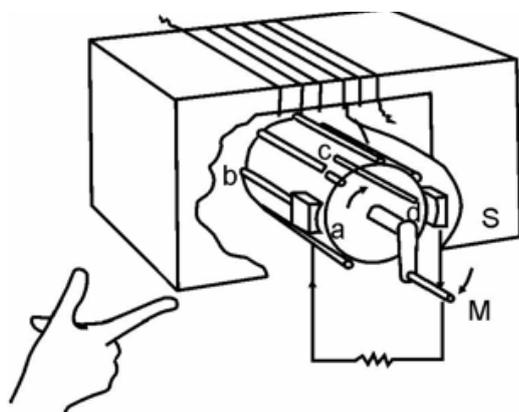
6. CORRIENTE ALTERNA

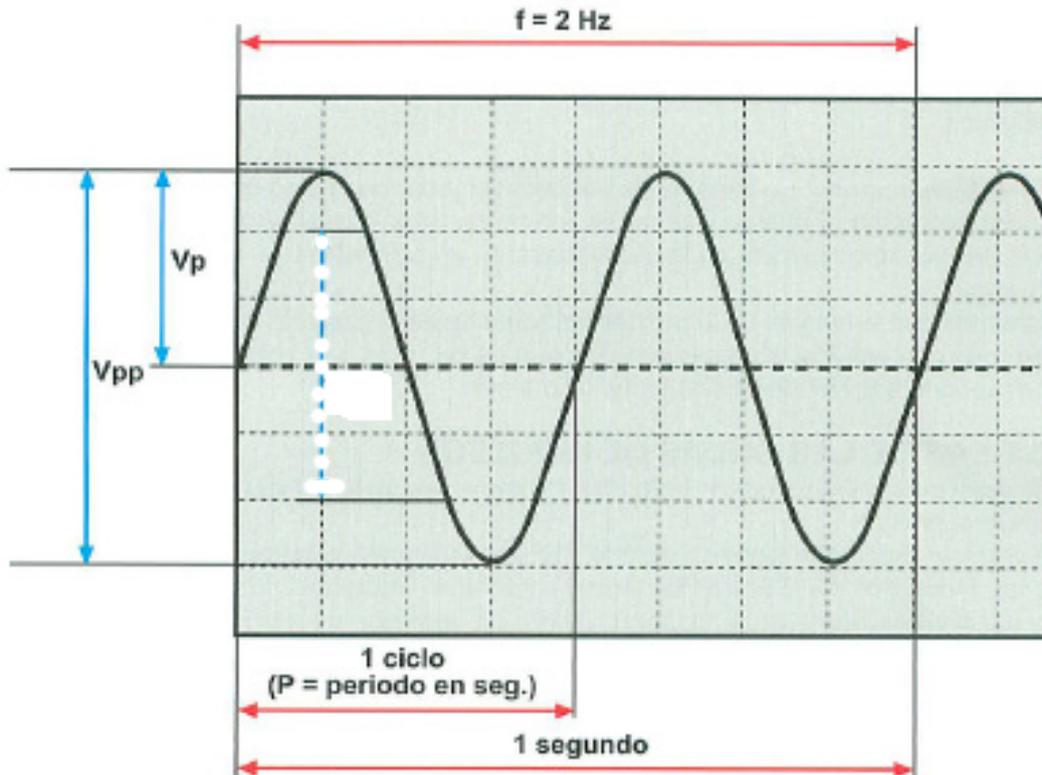
La corriente alterna es, hoy en día, el tipo de corriente que se emplea universalmente para la generación de electricidad, su transporte y su consumo, por las ventajas que tiene respecto a la corriente continua.

Generación de Corriente Alterna (AC)

MOVIMIENTO + MAGNETISMO + CONDUCTOR = ELECTRICIDAD

El campo magnético de un imán tiene un valor constante. Si dentro de ese campo magnético metemos una espira y le damos movimiento, entre sus extremos surge una f.e.m. Para dar salida a la electricidad creada, y poder conectar a un circuito, se emplearán dos anillos rozantes y dos escobillas. Puede probarse que la tensión creada en los extremos de la espira es alterna y senoidal.



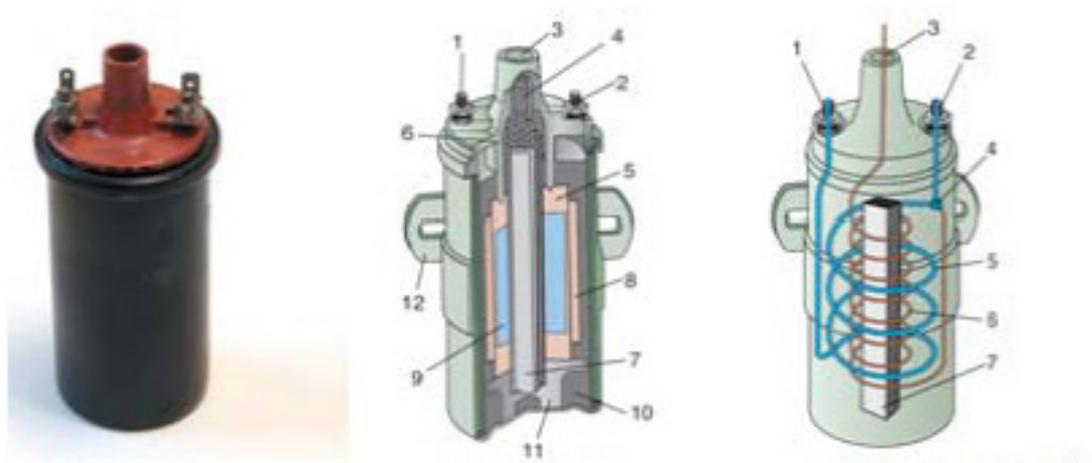


Valores típicos de la corriente alterna

- **Tensión de pico, $V_p = V_{\text{max}}$:** valor máximo, es el de la cresta de la onda. Para verla hay que usar un osciloscopio.
 $V_p = V_{\text{ef}} \times \sqrt{2}$
- **Tensión eficaz, V_{ef} :** la equivalente a una tensión continua que generase en una resistencia los mismos efectos de calor. La que mide un voltímetro ajustado en AC.
 $V_{\text{ef}} = V_p / \sqrt{2}$
- **Valor medio, V_m :** siendo medio ciclo negativo y el otro medio positivo, el valor medio será cero. Si medimos una corriente alterna con un voltímetro ajustado para DC, el valor dará cero
 $V_m = 0 \text{ V}$
- **Ciclo o período, T :** El período es el tiempo necesario para completar un ciclo (onda completa) medido en segundos.
 $T = 1 / f$
- **Frecuencia, f :** número de ciclos completados en cada segundo. Se mide en hercios (Hz) o en ciclos/segundo.
 $f = 1 / T$

7. BOBINA DE ENCENDIDO

La bobina transforma la baja tensión de la batería en una alta tensión para conseguir la chispa en las bujías. En la imagen siguiente puede verse la estructura básica de una bobina: alrededor de un núcleo magnético se colocan dos bobinados llamados **primario** y **secundario**.



PRIMARIO

- Conectado al circuito de baja tensión de la batería
- Sección del conductor gruesa (0,5 - 0,8 mm)
- Pocas espiras (200 - 300)
- Borne positivo: +, 15, B
- Borne negativo: -, 1, D

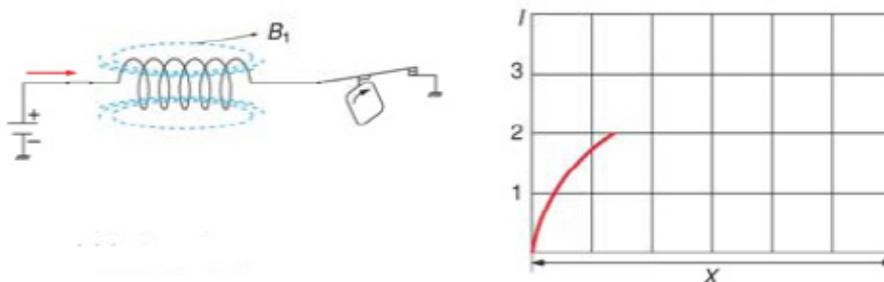
SECUNDARIO

- Un extremo conectado al primario y el otro a las bujías de alta tensión
- Cable muy fino (0,06 - 0,08 mm)
- Muchas espiras (20.000 - 30.000)

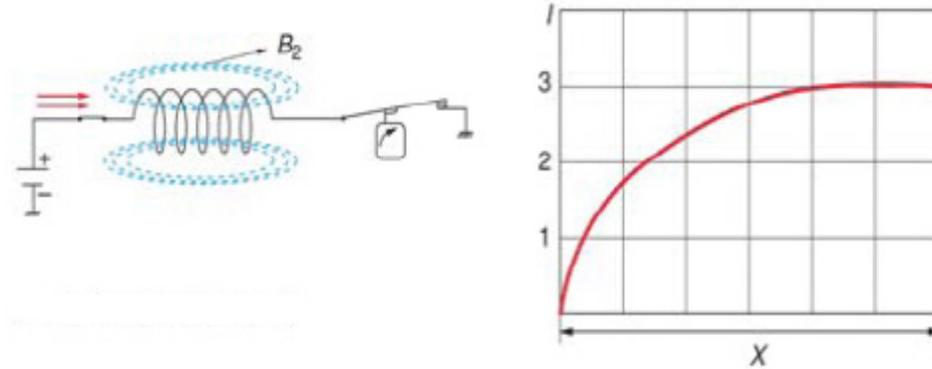
El funcionamiento de la bobina de encendido se basa en los siguientes fenómenos: inducción electromagnética, autoinducción e inducción mutua.

Funcionamiento de la bobina (ruptor)

Contacto cerrado: con la llave en posición de “contacto” y el contacto del ruptor cerrado, el circuito del primario se conecta a masa; comienza a circular la corriente y a crearse un campo magnético.



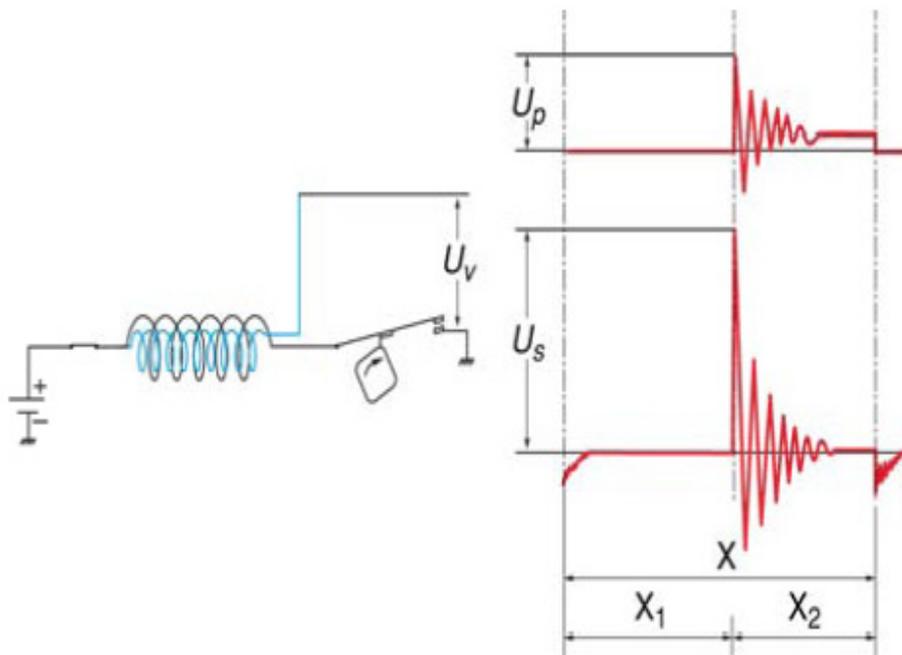
Al alimentar la bobina, la corriente que circula por ella y el campo magnético que se crea a su alrededor no alcanzan su máximo valor al instante. El valor de la intensidad, debido a la autoinducción, necesita un tiempo para lograr su valor máximo.



Esto es importante, el contacto del ruptor debe estar en posición de cerrado el tiempo necesario para que, a cualquier régimen de giro del motor, la bobina alcance su magnetismo pleno.

Contacto abierto: al abrir el contacto del ruptor, la corriente se interrumpe y el campo magnético desaparece bruscamente. Debido a la autoinducción, en el primario surge un pico de tensión de unos 100-300 V. Por el efecto de la inducción mutua, este pico se reproduce en el secundario, pero multiplicado su valor.

Las tensiones de primario y secundario dependen de la relación del número de espiras entre ambos bobinados, del valor del campo magnético, y de la velocidad de los cambios de éste.



Se cumple que: $V_s / V_p = N_s / N_p$

Entre el circuito del secundario y masa se coloca la bujía para que en ella, entre los electrodos, salte la chispa. Para conseguirla, a la tensión necesaria se le llama tensión de encendido.

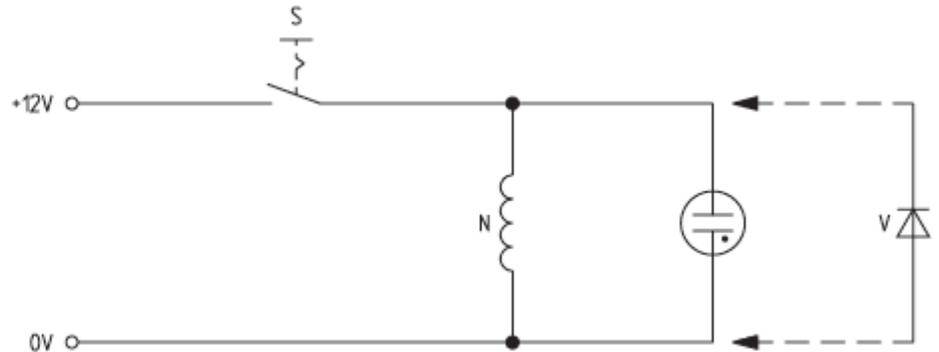
	Nº ESPIRAS	SECCIÓN	RESISTENCIA	INTENSIDAD	TENSIÓN
PRIMARIO	POCAS	GRUESA	MUY BAJA	ALTA	BAJA
SECUNDARIO	MUCHAS	FINA	ALTA	BAJA	ALTA

1. PRÁCTICA: AUTOINDUCCIÓN

Monta el siguiente circuito y realiza los puntos del 1 al 4 de dos maneras:

1° Sin núcleo magnético

2° Con núcleo magnético



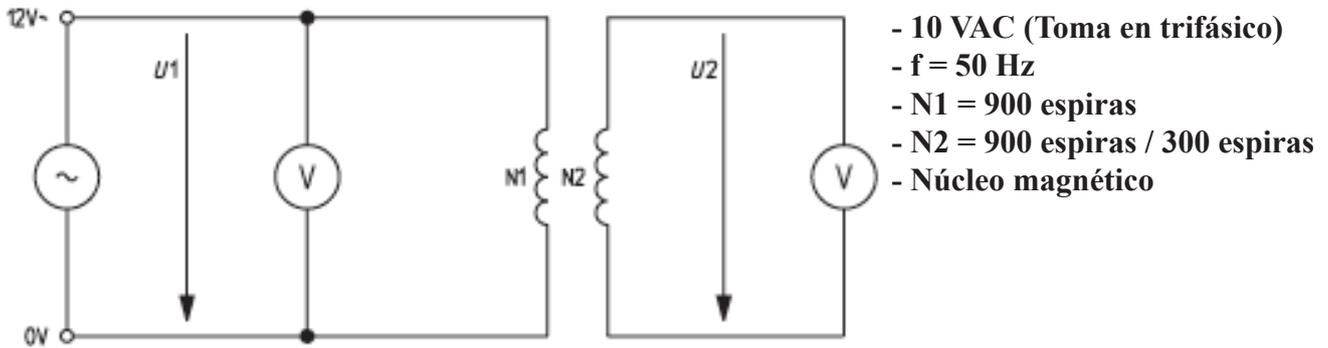
- 12 V fija con DC (Corriente Continua)
- Bobina, 900 espiras
- Núcleo U + U
- Diodo, 1N4007
- Lámpara de efluvios, 110V

1. ¿Tensión de trabajo de la lámpara?
2. Cierra el pulsador y observa qué hace la lámpara...
3. Abre el pulsador y observa qué hace la lámpara...
4. Al abrir el pulsador, ¿cuánto vale como mínimo la tensión de autoinducción?
5. Ahora conecta el diodo en paralelo con la bobina pero **CUIDADO CON SU COLOCACIÓN**. Si se coloca a la inversa se producirá un cortocircuito y **se quemará**. Cierra y abre el pulsador y observa el comportamiento de la bombilla...
6. ¿Cuál es la función del diodo?

2. PRÁCTICA: INDUCCIÓN MUTUA

Monta los siguientes circuitos y realiza la comparación entre ellos.

Esquema eléctrico...



1º CIRCUITO: Sin núcleo de hierro. Completa la tabla...

BOBINAS	V1	V2
N1=900		
N2=900		

2ª CIRCUITO: Con el núcleo en U. Completa la tabla..

BOBINAS	V1	V2
N1=900		
N2=900		

3ª CIRCUITO: Con los núcleos U+U. Completa la tabla...

BOBINAS	V1	V2
N1=900 N2=900		
N1=900 N2=300		
N1=300 N2=900		

Analiza los resultados y explica el funcionamiento de los circuitos...

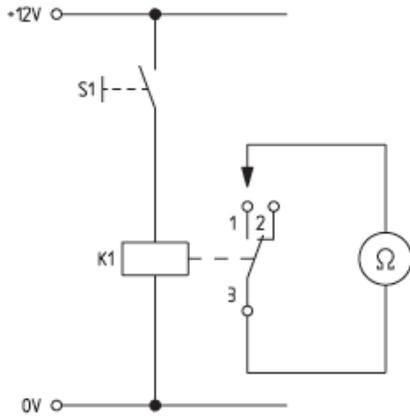
- 1. Circuito:

- 2. Circuito:

- 3. Circuito:

3. PRÁCTICA: FUNCIONAMIENTO DEL RELÉ

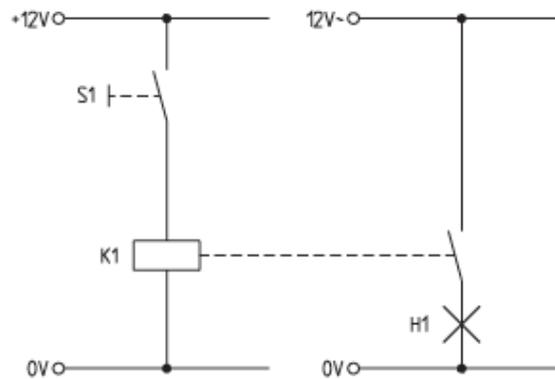
Monta el siguiente circuito...



Empleando el polímetro, mide la R en el conmutador, como aparece en la imagen:

R (Ω)	S1 ABIERTO	S1 CERRADO
Entre 1-3		
Entre 2-3		

Monta el siguiente circuito...



Analiza el circuito y explica el funcionamiento del relé...

Indice

SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE DEL VEHÍCULO

3ª UNIDAD DIDÁCTICA: ELECTRÓNICA BASICA

1. RESISTENCIAS.....	79
2. CONDENSADORES.....	88
3. DIODOS.....	92
4. OSCILOSCOPIO.....	104
5. TRANSISTOR.....	112

1. RESISTENCIAS

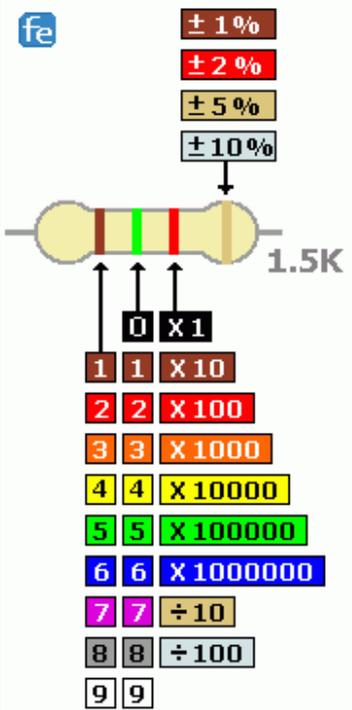
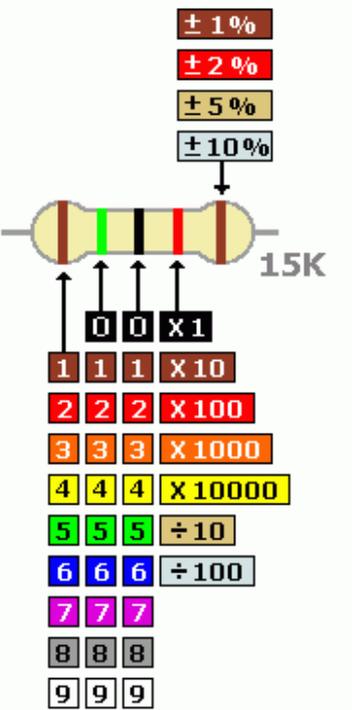
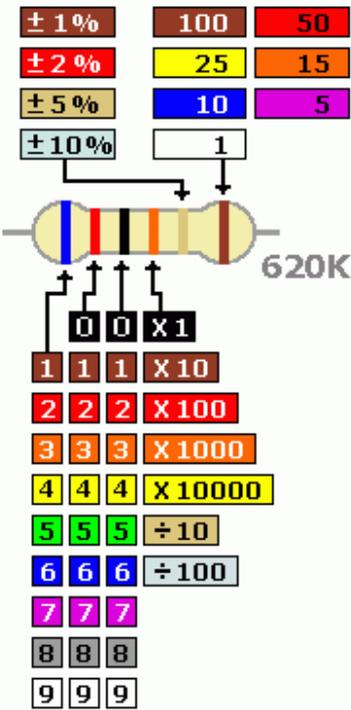
1.1 FIJAS

Su valor no se puede cambiar. Se clasifican según su tipo de fabricación: aglomeradas, de película de carbono, de película metálica, o de hilo bobinado.

Código de colores

Para poder saber a simple vista el valor de ciertas resistencias se pintan anillos de color en su cuerpo. Si se pusiesen números, debido a su pequeño tamaño no se podrían leer.

A la hora de leer el valor tendremos en cuenta tanto el color como la colocación. También hay que mirar cuántos anillos tienen (4, 5 o 6).

 <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</p> <p>0 Negro</p> <p>1 Marrón</p> <p>2 Rojo</p> <p>3 Naranja</p> <p>4 Amarillo</p> <p>5 Verde</p> <p>6 Azul</p> <p>7 Purpura</p> <p>8 Gris</p> <p>9 Blanco</p> <p>±1% Marrón</p> <p>±2% Rojo</p> <p>±5% Dorado</p> <p>±10% Plateado</p>	 <p>fe</p> <p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p> <p>1.5K</p> <p>0 X1</p> <p>1 1 X10</p> <p>2 2 X100</p> <p>3 3 X1000</p> <p>4 4 X10000</p> <p>5 5 X100000</p> <p>6 6 X1000000</p> <p>7 7 ÷10</p> <p>8 8 ÷100</p> <p>9 9</p>	 <p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p> <p>15K</p> <p>0 0 X1</p> <p>1 1 1 X10</p> <p>2 2 2 X100</p> <p>3 3 3 X1000</p> <p>4 4 4 X10000</p> <p>5 5 5 ÷10</p> <p>6 6 6 ÷100</p> <p>7 7 7</p> <p>8 8 8</p> <p>9 9 9</p>	 <p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p> <p>620K</p> <p>100 50</p> <p>25 15</p> <p>10 5</p> <p>1</p> <p>0 0 X1</p> <p>1 1 1 X10</p> <p>2 2 2 X100</p> <p>3 3 3 X1000</p> <p>4 4 4 X10000</p> <p>5 5 5 ÷10</p> <p>6 6 6 ÷100</p> <p>7 7 7</p> <p>8 8 8</p> <p>9 9 9</p>
Código de Colores	Resistencias de 4 Bandas	Resistencias de 5 Bandas	Resistencias de 6 Bandas

4 anillos: los dos primeros anillos de la izquierda son las primeras dos cifras, el tercero indica el nº de ceros o multiplicador (X10), y el cuarto indica la tolerancia en %. Este cuarto anillo está algo separado de los otros y emplea menos colores.

5 anillos: en este caso los tres primeros son cifras, el cuarto indica el nº de ceros o multiplicador, y el quinto da la tolerancia. El valor de estas resistencias es más exacto y, en general, su valor de tolerancia suele ser menor.

6 anillos: el sexto anillo indica la variación por temperatura.



Ejemplos

Amarillo 4 Púrpura 7 Azul **x1000000** Dorado % 5 = **47MΩ ± % 5**

Rojo 2 Naranja 3 Marrón **x10** Plateado % 10 = **230Ω ± % 10**

Rojo 2 Naranja 3 Verde 5 Negro **x1** Marrón % 1 = **235Ω ± % 1**

Ejercicios

Indica el valor de las siguientes resistencias:

- Marrón, amarillo, verde y plateado
- Rojo, rojo, naranja y dorado
- Amarillo, morado, naranja y rojo
- Marrón, verde, amarillo, negro y marrón
- Naranja, morado, verde, rojo y rojo

Indica el código de colores necesario para representar estos valores:

9,2 kΩ ± 10%

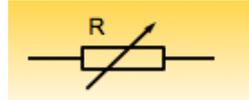
47 kΩ ± 5%

825 kΩ ± 1%

136 kΩ ± 2%

1.2 VARIABLES

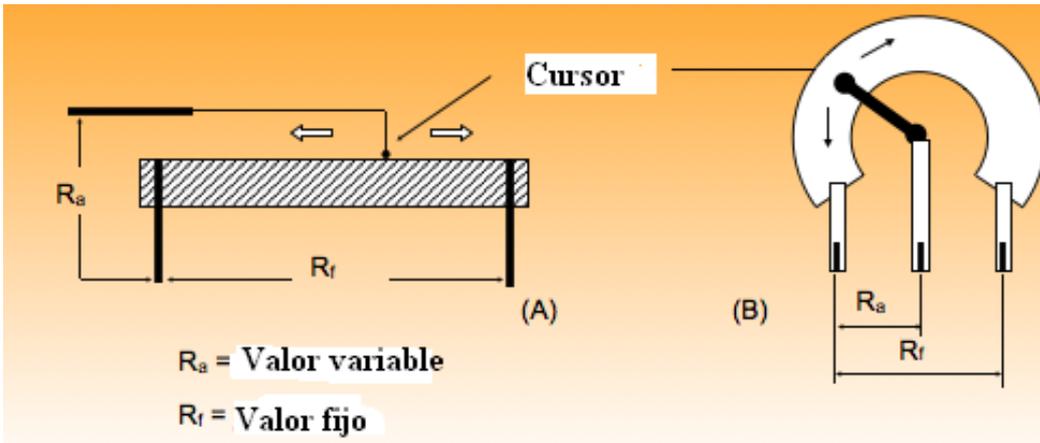
1.2.1 Mecánicamente - Potenciómetro



Su valor se puede cambiar a voluntad, moviendo para ello el contacto móvil que tienen.

Las más conocidas son los potenciómetros. Tienen tres terminales: los dos de los extremos, como cualquier resistencia fija (valor fijo) y el tercero, que se mueve entre ellos y que produce el valor variable.

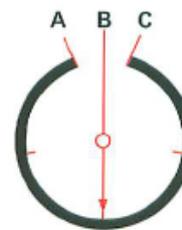
Utilidad: para controlar la iluminación del cuadro, para controlar la posición de ciertos elementos (mariposa de gases, trampillas del sistema climatizador, ...)



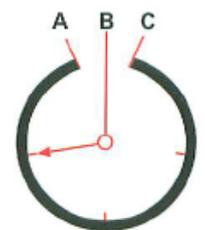
COMPROBACIÓN DE UN POTENCIÓMETRO:



A y C 1000Ω , 5 V
 A y B 750Ω , 3,75 V
 B y C 250Ω , 1,25 V



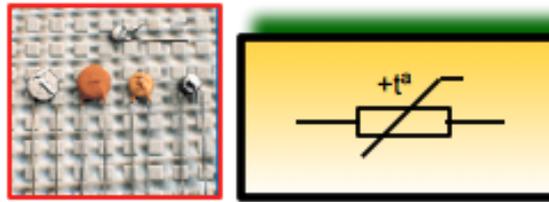
A y C 1000Ω , 5 V
 A y B 500Ω , 2,50 V
 B y C 500Ω , 2,50 V



A y C 1000Ω , 5 V
 A y B 250Ω , 1,25 V
 B y C 750Ω , 3,75 V

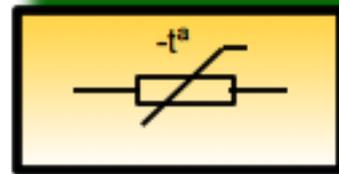
1.2.2 Por temperatura - Termistores

PTC (Positive Temperature Coefficient). El valor de estas resistencias aumenta al aumentar su temperatura.



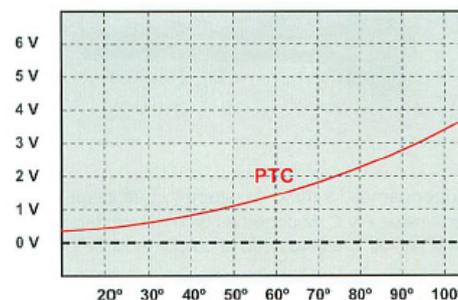
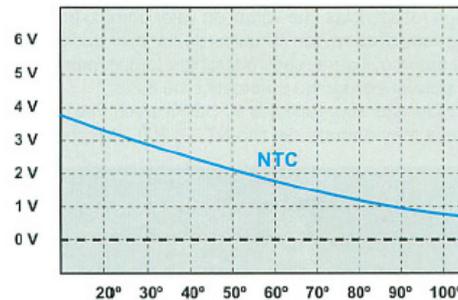
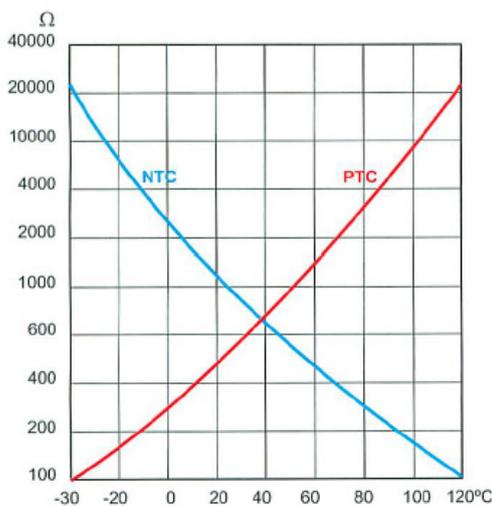
Empleo: calentadora sonda lambda, precalentadores diésel, y en general cuando haya que bajar la intensidad de corriente al subir la temperatura.

NTC (Negative Temperature Coefficient). El valor de estas resistencias disminuye al aumentar su temperatura.



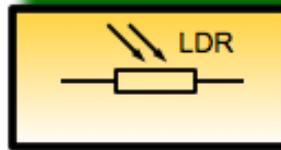
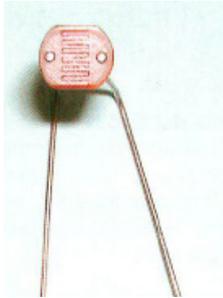
Aplicación: para controlar y medir temperaturas en distintos sistemas del vehículo: t° del motor, aire, combustible, aire acondicionado, etc.

Gráficas de funcionamiento:



1.2.3 Con la luz - LDR

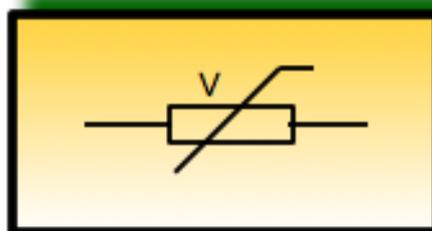
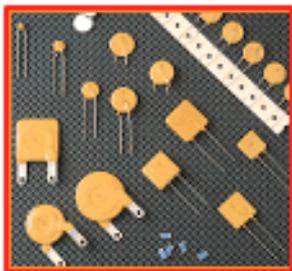
(Light Dependent Resistor). Su valor depende de la luz. Cuando aumenta la intensidad luminosa, su valor resistivo disminuye.



Empleo: alumbrado automático del vehículo.

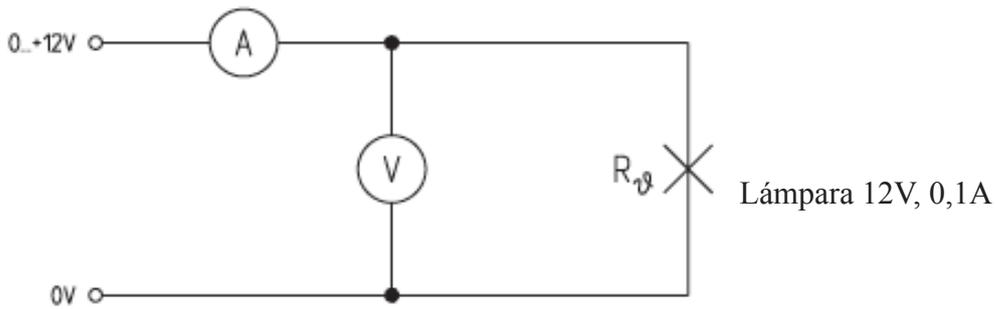
1.2.4 Con la Tensión - VDR

(Voltage Dependent Resistor). Cuando aumenta la tensión entre sus extremos, su resistencia disminuye.



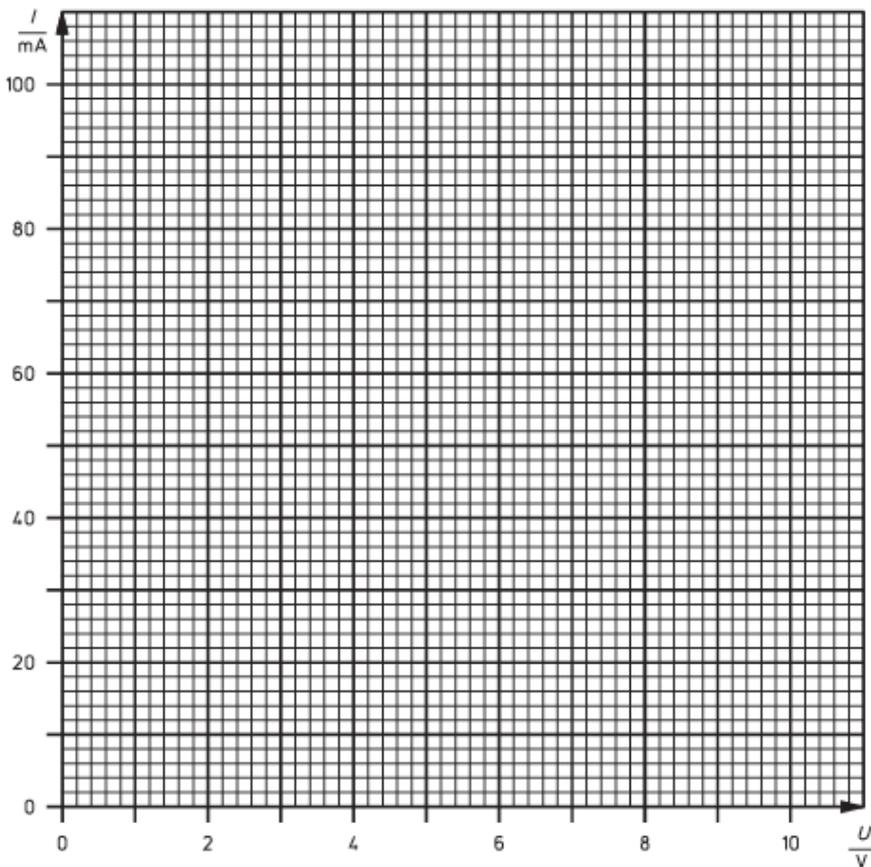
1ª PRÁCTICA. R dependiente de la temperatura: Lámpara

Monta el siguiente circuito:



Completa la tabla y dibuja la gráfica:

$\frac{U}{V}$	0	0,5	1	2	4	6	8	10
$\frac{I}{mA}$								
$R_\phi = \frac{U}{I}$ en Ω								

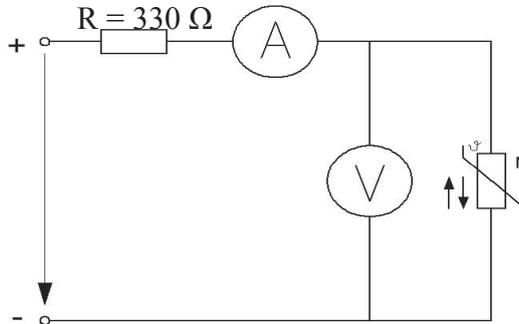


Analiza y explica el comportamiento de la lámpara.

2ª PRÁCTICA. R NTC

Vamos a analizar el comportamiento de una resistencia NTC. El cambio de temperatura requerido para esto lo produce la corriente que la atraviesa y la pérdida de potencia en el termistor NTC. Por supuesto, la temperatura ambiente también influye en la prueba.

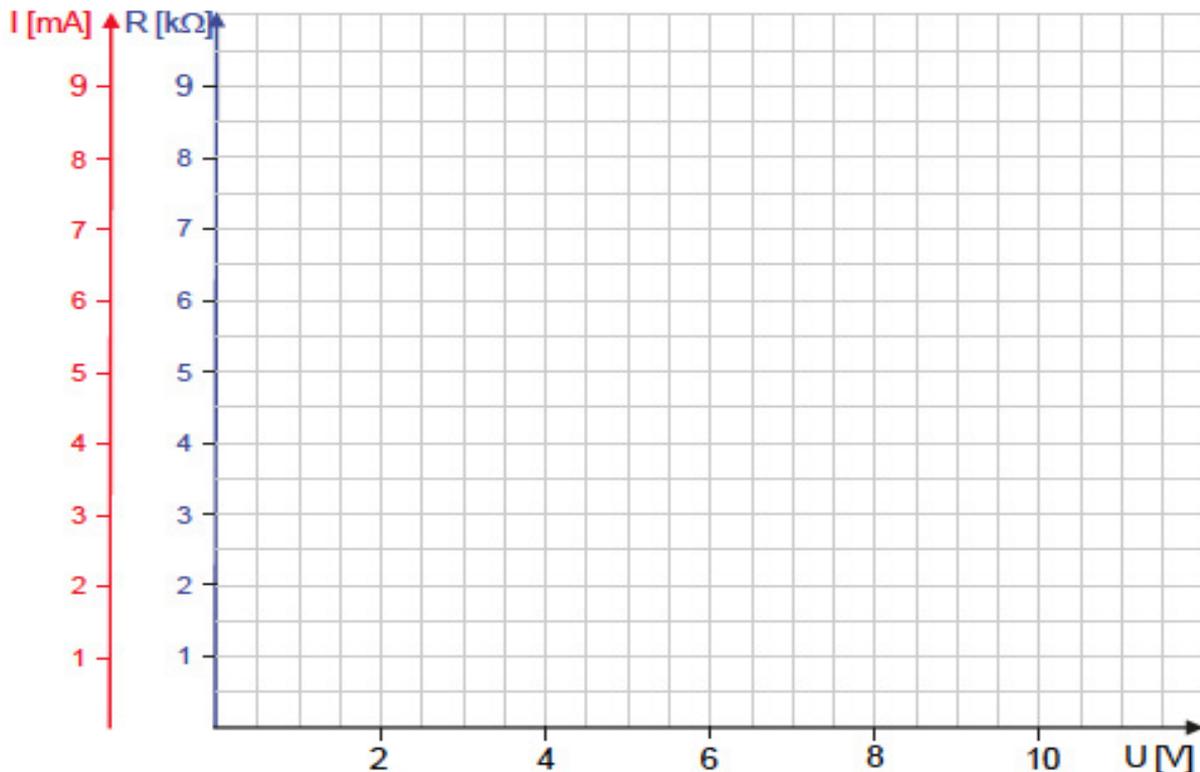
Esta influencia se tolera y no se toma en consideración en la evaluación de la prueba.



Nota: La resistencia $R = 330 \Omega$ es usada para limitar la corriente o como resistencia de protección del termistor. Su influencia se acepta como insignificante

Para trazar la curva, establecer sucesivamente los valores de tensión que se especifican en la siguiente tabla de mediciones. Después de establecer un nuevo valor de la tensión, espere aproximadamente un minuto hasta que la circulación de corriente se ha estabilizado. A continuación, medir el valor de la corriente que circula e introduzca el resultado de la medición.

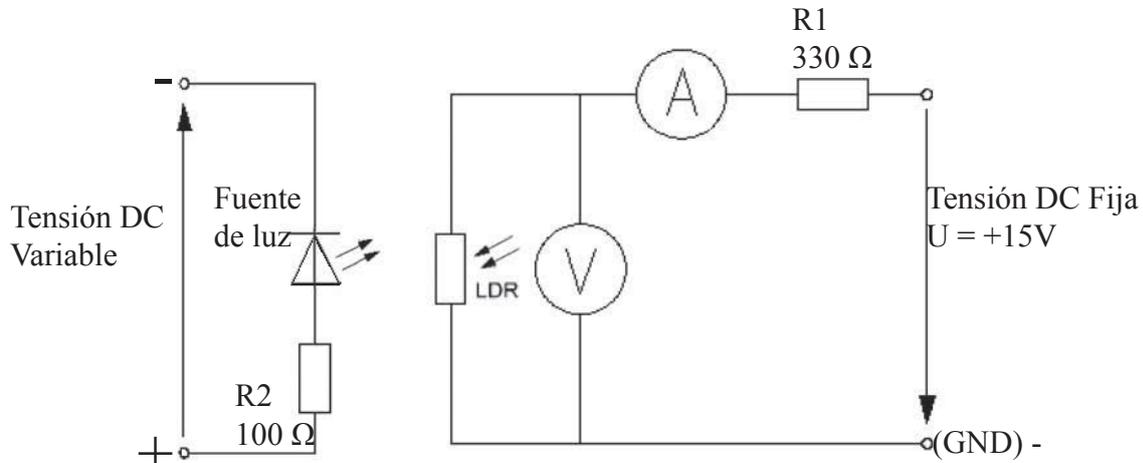
V	2	4	6	8	10
I (mA)					
R_{NTC} (k Ω)					



Analiza y explica el comportamiento de una NTC y menciona aplicaciones en el automóvil

3ª PRÁCTICA. LDR

Asegurarse de que la LDR y la fuente de luz se enchufan directamente uno al lado del otro. En este caso, la parte sensible a la luz de la resistencia y la fuente luminosa deben enfrentarse entre sí con el fin de garantizar una iluminación óptima. Además, la fuente de luz y la LDR se deben insertar juntas, con el fin de interactuar entre ellas durante el ejercicio.

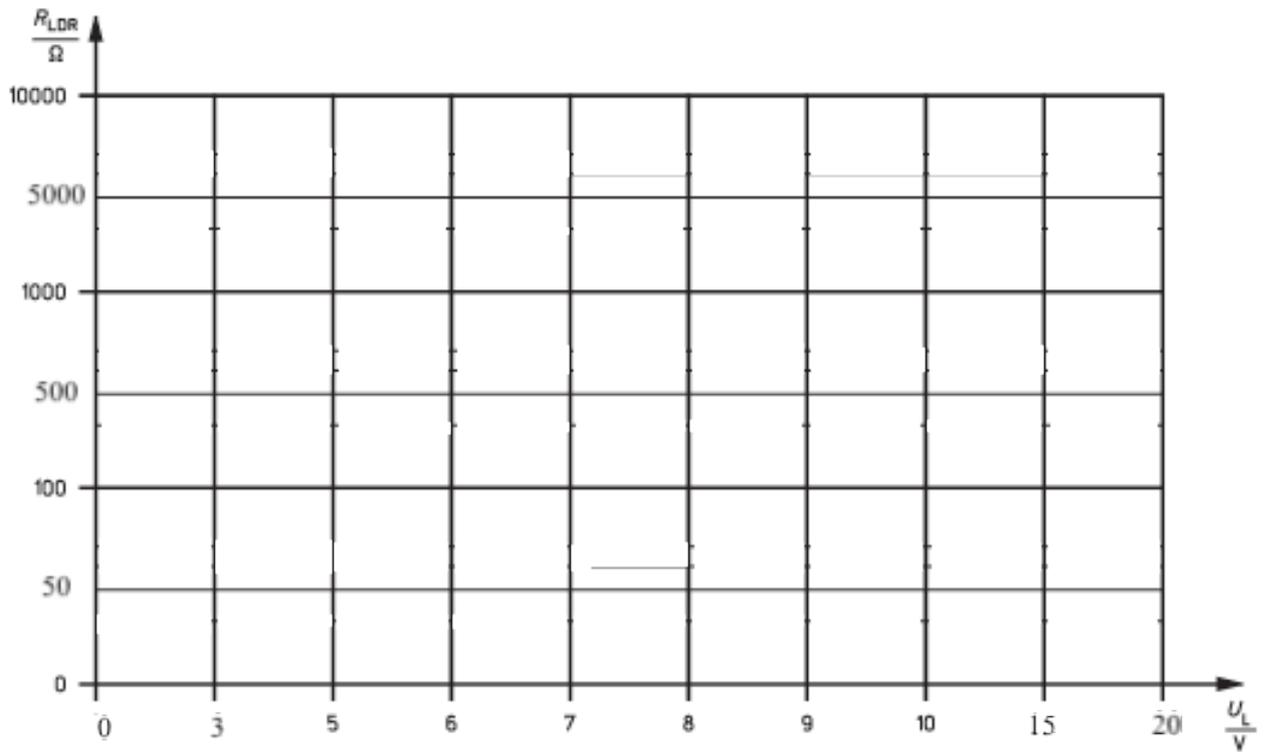


Nota: la resistencia $R = 330 \Omega$ se utiliza como resistencia de protección de la LDR. Su influencia no se tiene en consideración durante el ejercicio.

- Poner el regulador de la fuente de continua a “0” (presionar unos segundos el regulador).
- Tapar la fuente de luz y la LDR (Trapo oscuro, cualquier caja pequeña o similar) con el fin de evitar que la luz externa influya lo menos posible en el resultado de la prueba.
- Establecer los valores de tensión, uno después de otro, de acuerdo con la siguiente tabla de mediciones. Medir tanto la corriente y la tensión en la fotorresistencia y anotar los resultados de las medidas en la tabla.

$\frac{U_L}{V}$	0	3	5	7	8	9	10	15	20
$\frac{I_{LDR}}{mA}$									
$\frac{U_{LDR}}{V}$									
$\frac{R_{LDR}}{\Omega}$									

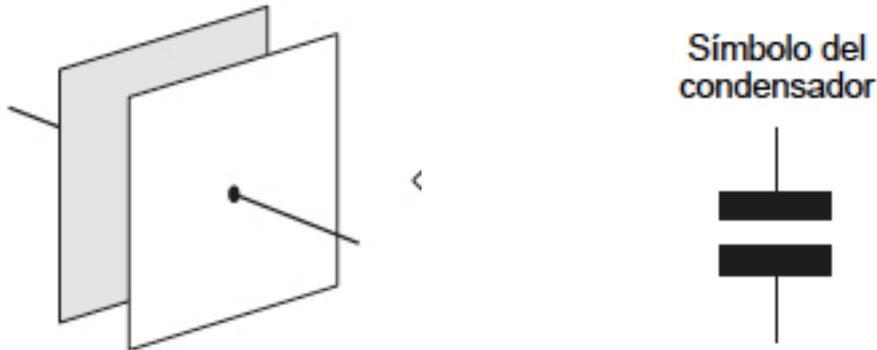
Dibuja la gráfica



Analiza y explica el comportamiento de una LDR y menciona aplicaciones en el vehículo.

2. CONDENSADORES

Estos componentes se encuentran en todos los circuitos electrónicos. Tienen la capacidad de almacenar una determinada cantidad de energía eléctrica, y luego, cuando es necesario descargarla.



El condensador es un elemento formado por dos placas conductoras en los extremos, separadas por un material aislante llamado dieléctrico, como puede verse en la imagen.

Si el condensador se conecta a una fuente de tensión de corriente continua, DC, en una placa se acumularán las cargas negativas y en la otra las positivas, subiendo la tensión acumulada en el condensador hasta igualar la de la fuente, momento en el que la corriente desaparecerá.

La magnitud que define al condensador es la capacidad (C): es la relación entre la cantidad de cargas eléctricas acumuladas (Q) y la tensión creada por estas cargas (V):

$$C = Q / V$$

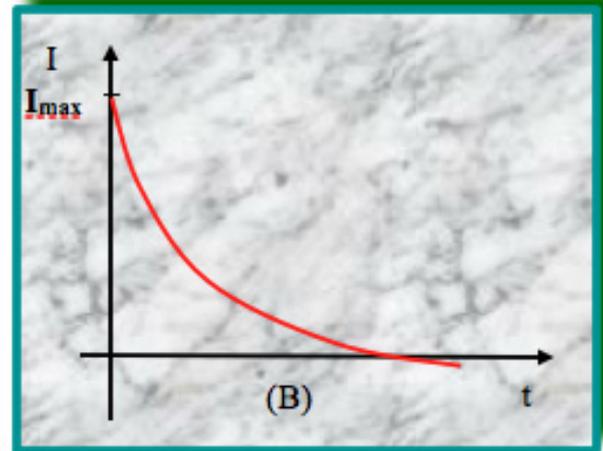
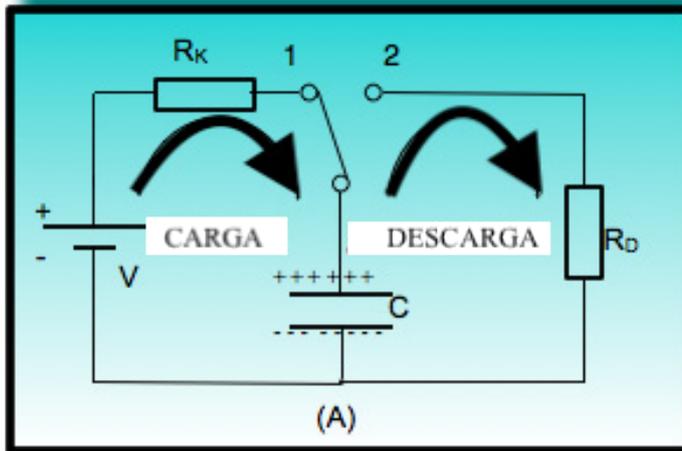
La unidad de capacidad es el faradio (F), pero como la capacidad real de los condensadores es mucho menor, se emplean siempre submúltiplos.

Microfaradio: ($\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$); nanofaradio: ($\text{nF} = 10^{-9} \text{ F}$) y picofaradio: ($\text{pF} = 10^{-12} \text{ F}$).

La capacidad de un condensador es un valor constante que depende de su estructura, es decir, es directamente proporcional a la superficie de las placas (S, m^2) e inversamente proporcional a la distancia entre ellas, anchura del dieléctrico, (d, m).

En Automoción se emplean fundamentalmente en circuitos temporizados, como los de intermitencias, o como elementos para absorber picos de tensión de autoinducción, en circuitos con bobinas.

Carga y descarga del condensador



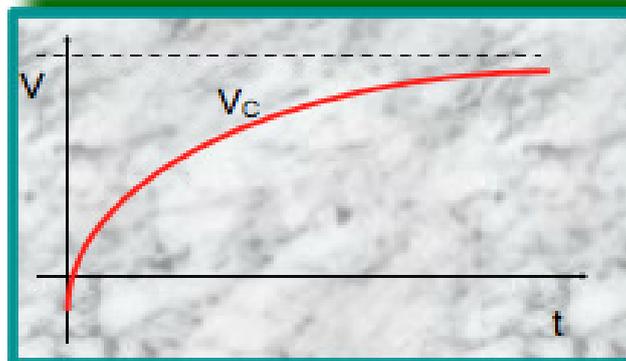
Al mover el conmutador a la posición (1), el condensador comienza a cargarse pasando la corriente por R_k . Al comienzo, como el condensador está vacío, la corriente es máxima:

$$I_{\text{máx}} = V / R_k$$

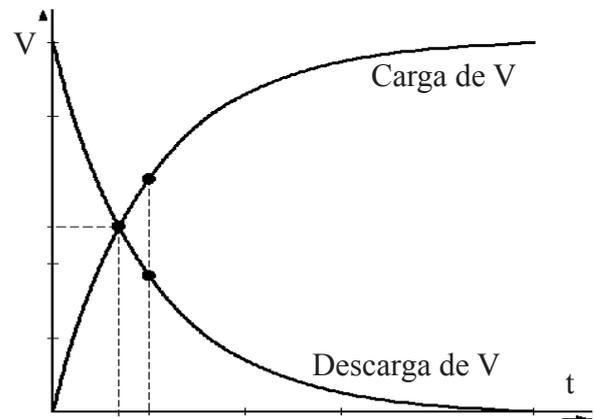
A medida que el condensador va cargándose, la diferencia de potencial entre él y la batería va disminuyendo y, en consecuencia, la corriente de carga también. El proceso se ve en el gráfico (B).

Este fenómeno se puede explicar de otra manera; al principio, en la placa inferior (gráfico A) del condensador no hay electrones (carga eléctrica negativa). Al no haber electrones, los de la batería van fácilmente a la placa, pero a medida que se van amontonando, aumenta la dificultad para los siguientes que quieren entrar. Cuantos más electrones, más carga en el condensador, más difícil la entrada de nuevos, con lo que la intensidad eléctrica irá disminuyendo a medida que pasa el tiempo.

En la siguiente imagen se ve el valor que va tomando la tensión entre las placas del condensador a medida que pasa el tiempo. Al final, la tensión se iguala a la de la fuente o batería.



El gráfico de la imagen siguiente indica la descarga del condensador. Si las resistencias del camino de carga y de descarga son iguales, el tiempo de carga será igual al tiempo de descarga.

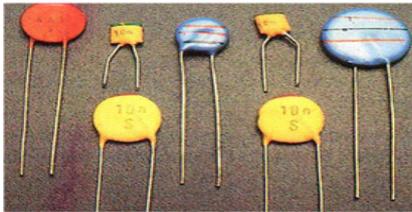
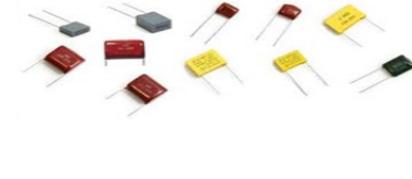


Tipos de condensador

Algunos condensadores tienen un valor fijo y otros tienen un valor variable. Los fijos son de dos tipos: polarizados (electrolíticos y de tantalio), y sin polarizar. Ver la siguiente imagen:

Polarizados: con los condensadores electrolíticos se consiguen altos valores capacitivos en un tamaño pequeño (entre $1\mu\text{F}$ y $1.000\mu\text{F}$). Se dice que son polarizados ya que sólo admiten un sentido de corriente (si se aplica una tensión inversa pueden explotar). Por otra parte, la tensión que se puede aplicar es baja (entre 3V y 450V).

Sin polarizar: estos también pueden trabajar con corriente alterna, y la tensión que aguantan es muy alta (entre 25V y 4kV). Su tamaño es más pequeño, y la máxima capacidad que pueden tener es de $1\mu\text{F}$. Son, por lo tanto,

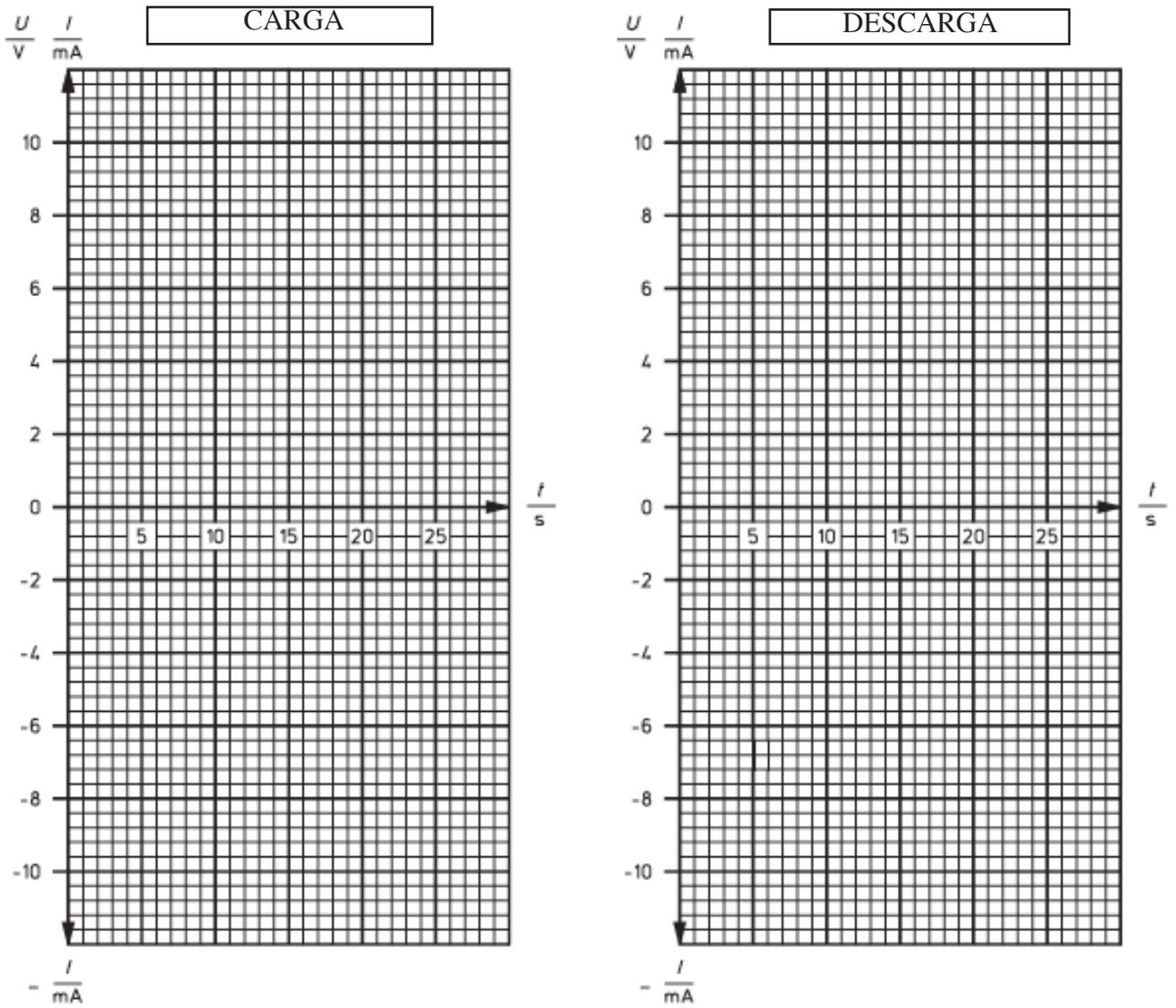
<p>Cerámicos</p>		<p>No tiene polaridad $0,5 \text{ Pf} \rightarrow 47 \text{ nf}$ $1000 \text{ Pf} \rightarrow 1 \text{ nf}$ $33000 \text{ Pf} \rightarrow 33 \text{ nf}$ $\mu \rightarrow +/- 20\%$ $K \rightarrow +/- 10\%$ $I \rightarrow +/- 5\%$</p>
		<p>No tiene polaridad Menor $1\mu\text{f}$</p>
<p>Electrolíticos</p>		<p>Tiene polaridad La línea blanca en el costado representa el cátodo</p>

Los condensadores variables pueden ser de dos tipos: los que siempre pueden variar y los ajustables.

Siempre variables: ofrecen la posibilidad de variar la superficie de las placas mediante un cursor giratorio.

Ajustables: pueden cambiar cuando se ajusta la capacidad del equipo o circuito. Ese valor queda fijado en adelante.

Dibuja las gráficas de carga y descarga:



Estudia el comportamiento del condensador y explica los procesos de carga y descarga...

3. DIODOS

Introducción

Los elementos vistos hasta ahora son conocidos desde hace mucho tiempo.

Los materiales semiconductores, sin embargo, empezaron a ser utilizados a comienzos del siglo XX, siendo la base de todos ellos la unión PN.

El primero en ser utilizado en los sistemas eléctrico-electrónicos fue el diodo, y más adelante vinieron el transistor, tiristor, etc.

Los descendientes de todos ellos son los materiales informáticos de hoy en día, tras la evolución y desarrollo de la actual sociedad de la información.

Material semiconductor

Los materiales semiconductores son aquellos que tienen propiedades, tanto de los conductores como de los aislantes. Si nos fijamos en su conductibilidad eléctrica serían aislantes, pero bajo ciertas condiciones se convierten en conductores.

DIODO

Los diodos se emplean en múltiples aplicaciones, y según sea el circuito o la utilidad, los hay de varios tamaños y potencias. Entre otras, tienen las siguientes utilidades: rectificador de corriente, regulador de tensión (diodo Zener), protector de circuitos, y emisor de luz (LED).

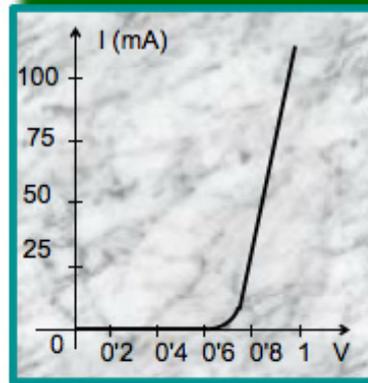


Cualquiera que sea su aplicación, siempre debe ir asociado con una resistencia limitadora, ya que en caso contrario, cuando son conductores la intensidad de corriente sería muy alta y podría destruirlos. A menudo, el propio circuito realiza esa función de limitación.

El funcionamiento del diodo puede explicarse con la curva de tensión/intensidad.

Polarización directa (positivo a P, negativo a N): si el diodo es de silicio, hasta aplicar una tensión de 0.7V la corriente es 0. Por encima de esa tensión, la corriente aumentará. Según la aplicación del circuito, esa corriente quedará limitada.

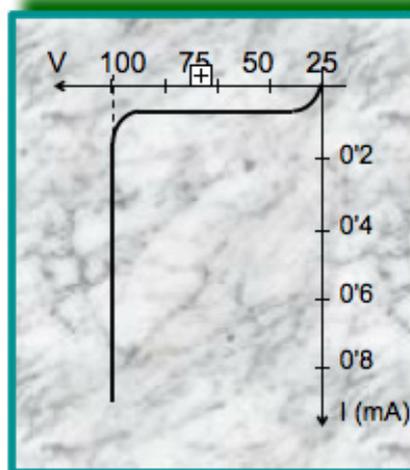
Puede decirse que, en polarización directa, el diodo se comporta como un interruptor cerrado.



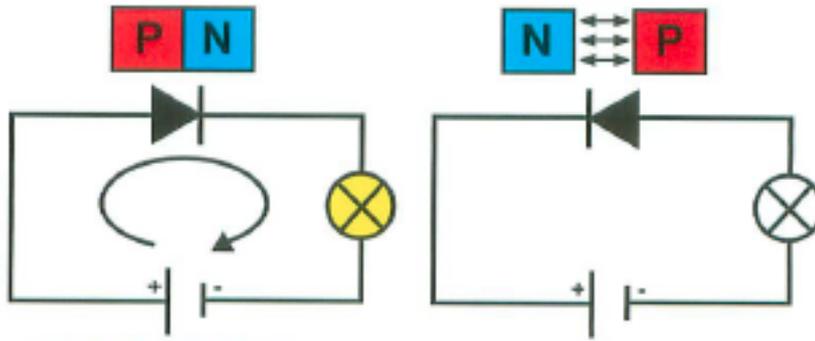
Polarización inversa (positivo a N, negativo a P): no deja pasar corriente (la corriente de fuga es de alrededor de 10µA por lo que se considera 0). Se comporta como un interruptor abierto.

Si la tensión inversa aplicada aumenta en exceso, (100V en la imagen) se alcance la tensión de ruptura, la corriente se establece de repente, se rompe la unión PN y el diodo queda destruido.

La tensión de ruptura depende del diodo. Para saber las características de cada diodo hay que informarse en las tablas de los fabricantes.



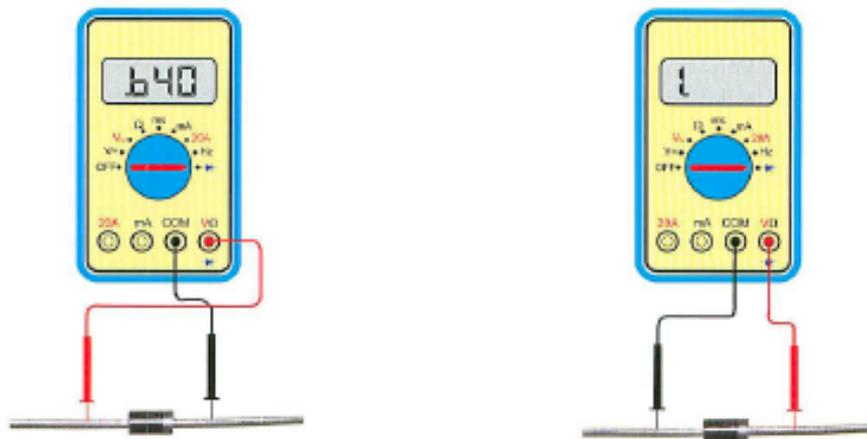
En la imagen inferior podemos ver el comportamiento de un diodo en polarización directa e inversa, mediante la bombilla, encendida o apagada.



COMPROBACIÓN DE UN DIODO

Para identificar el ánodo (P) y el cátodo (N) y el estado de un diodo utilizaremos el polímetro. El polímetro digital tiene una función para diodos, que es la que utilizaremos.

Pondremos las puntas de prueba del polímetro tocando las patillas del diodo. Con la punta roja en el ánodo y la negra en el cátodo, en la pantalla saldrá un valor cercano a 0,7; este valor es la caída de tensión en voltios que hay en el diodo en polarización directa. A continuación hay que invertir las puntas, punta roja en cátodo y punta negra en ánodo; ahora debe indicar “circuito abierto”, no hay paso de corriente, mediante un (1) a la izquierda de la pantalla. Siempre hay que hacer las dos pruebas, y tiene que dar lo dicho antes para poder decir que el diodo está correcto.



Si ajustamos el polímetro para medir resistencias, en polarización directa indicará un valor pequeño (300Ω a $3 \text{ k}\Omega$) y en polarización inversa dará un valor de varios megaohmios.

Si en ambas posiciones tiene una resistencia muy baja, o en ambas posiciones la tiene muy alta, significa que el diodo está roto.

TIPOS DE DIODO

Existen muchos tipos de diodo y para fabricarlos se emplean diversas técnicas, siendo el material básico el silicio o el germanio aunque, eso sí, todos son una unión PN. He aquí algunos tipos:

1- Diodos rectificadores

Son los diodos básicos. Como se ha dicho al comienzo, en polarización directa se comportan como un interruptor cerrado, y en inversa como uno abierto. Por lo tanto, cuando se les aplica una tensión alterna (sinusoidal), dejarán pasar las partes positivas pero no las negativas.

Para elegir los diodos para realizar este trabajo hay que tener en cuenta la tensión que van a recibir y la corriente que van a tener que soportar.

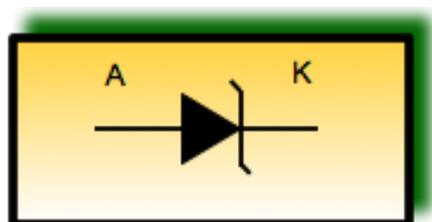
Los de alta potencia se fabrican en cápsulas metálicas y tienen sistemas para evacuar el calor.

Los de poca potencia se fabrican encapsulados en plástico.

2- Diodo estabilizador o regulador de tensión (Zener)

Son los llamados Zener, y su característica principal es que siempre se instalan en el circuito en polarización inversa.

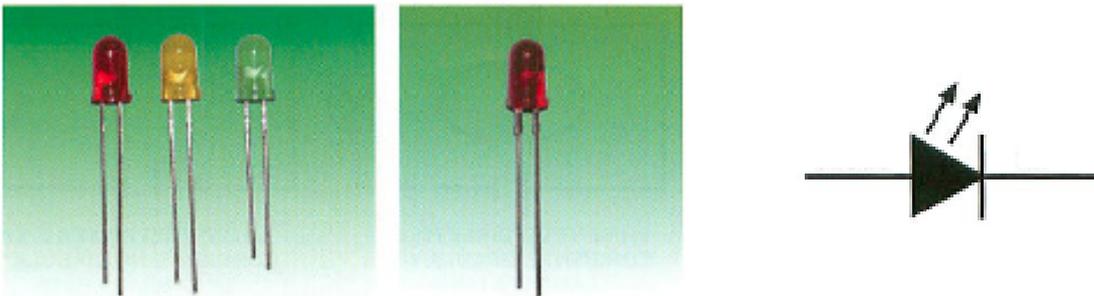
Cuando la tensión inversa supera el valor de Zener o de ruptura, dejan pasar la corriente, como lo haría cualquier otro diodo, pero el Zener no se destruye. De esta manera limita los valores máximos de tensión.



3- Diodo Emisor de Luz (LED)

Se conocen como LED (Light Emitting Diode), y trabajan en polarización directa pero con tensiones (1'5V – 4V).

Estos diodos son muy empleados y populares: indicadores de estado en los monitores, chivatos en el cuadro de instrumentos, y últimamente también para alumbrado. Si se emplean correctamente tienen la ventaja de durar muchísimo más tiempo que las bombillas convencionales y consumir una corriente mucho menor.

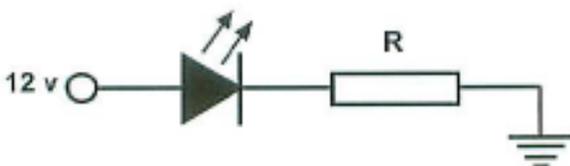


La patilla más larga del LED es el ánodo (P).

A la hora de instalar un LED hay que mirar con atención los valores de trabajo de tensión y corriente. Lo más habitual es que les acompañe una resistencia en serie, para rebajar la tensión aplicada al diodo.

Ejemplo: DIODO, 1,5 V - 15 mA.

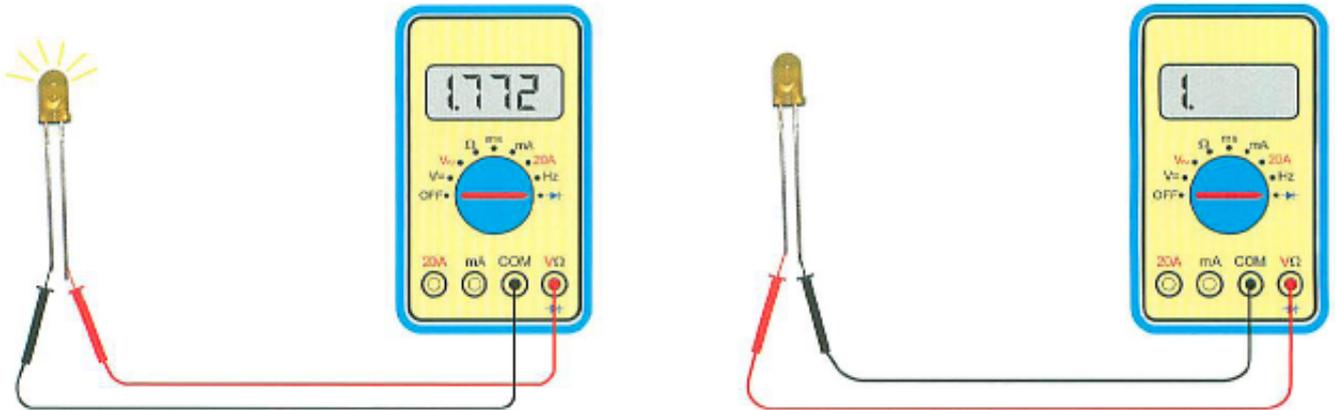
Para conectar este diodo, si tenemos que usar una fuente de 12V, ¿qué R debemos conectar en serie?:



$$R = \frac{V}{I} = \frac{12 - 1,5}{0,015} = 700 - 1K\Omega$$

Comprobación de un diodo LED

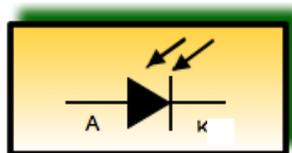
Se comprueba como cualquier otro diodo. La diferencia está en el valor de la caída de tensión.



4- Fotodiodo

Este tipo de diodos crea una tensión o corriente cuando le da la luz. De este tipo son las células solares y los diodos fotosensibles.

La tensión que genera cada diodo es muy pequeña. Cuando se emplean como detectores de señal (fotosensibles), la pequeña tensión generada es suficiente ya que luego se amplifica.



Por el contrario, cuando se utilizan para producir electricidad (células solares), en vez de colocar uno solo, se colocan muchos en serie o en paralelo, de tal manera que la energía generada por cada uno se va sumando (placas solares).

En automoción se emplean para los sistemas automáticos de alumbrado.

CIRCUITOS DE DIODOS. FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Introducción

La electricidad generada en las centrales eléctricas es de corriente alterna, AC. En comparación con la corriente continua, DC, tiene ciertas ventajas: su valor es fácilmente cambiable con los transformadores, y tiene muchas menos pérdidas en la red de distribución.

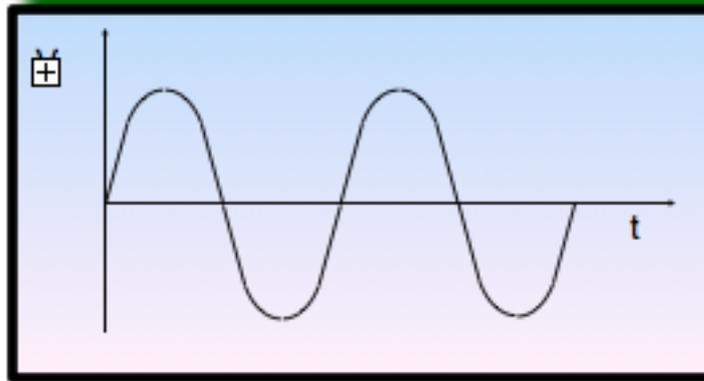
Así y todo, aunque los electrodomésticos toman corriente alterna del enchufe, para su funcionamiento interno necesitan corriente continua, y para rectificar dicha AC los diodos son imprescindibles.

Como se ha visto anteriormente, los diodos realizan muchas funciones, pero su principal utilización es para convertir la AC en DC, y este será el contenido de este tema. Antes que nada, veremos las características de la corriente alterna, ya que es imprescindible conocerlas antes de seguir adelante.

Curva senoidal

Si comprobásemos con un osciloscopio la señal de la corriente alterna que hay en los enchufes de nuestra casa, veríamos una señal parecida a una ola.

El motivo de que esta señal tenga forma de onda se debe al empleo de un alternador para generarla. En él, un bobinado que gira dentro de un campo magnético genera energía eléctrica, y su valor tiene la forma de una señal senoidal.



En estas señales sinusoidales se pueden medir, calcular y concretar varios valores, siendo los más característicos:

- Frecuencia
- Período
- Valor eficaz
- Valor máximo
- Valor instantáneo
- Valor medio

- **Frecuencia:** esta señal senoidal es repetitiva, siendo la frecuencia el número de veces que se repite en cada segundo. Se representa por la letra **f**, y se mide en ciclos/segundo o hercios. En Europa la frecuencia de la red eléctrica es de 50 Hz.

- **Período:** es el tiempo necesario para completar un ciclo. Se mide en segundos y se representa con la letra **T**. Esta magnitud es la inversa de la frecuencia. El período de la corriente de la red eléctrica es $1/50=0,02$ s.

- **Valor eficaz:** matemáticamente es la raíz cuadrada del promedio de los valores instantáneos de un ciclo. Dicho de otra forma, es el valor equivalente a una corriente continua que al recorrer una resistencia generase la misma cantidad de calor. Se representa como V_{rms} .

Este es el valor que indican los polímetros al medir tensión alterna. En la práctica es la magnitud o valor que más se emplea.

- **Valor máximo:** es el valor más alto que adquiere la onda. Tiene el mismo valor absoluto en la parte positiva y en la negativa. Este valor se puede medir con el osciloscopio. Se identifica como $V_{m\acute{a}x}$.

Matemáticamente, la relación que hay entre el valor máximo y el valor eficaz es de $\sqrt{2}$. El valor máximo que corresponde al valor eficaz de 220 V de la red será:

$$V_{max} = \sqrt{2} \cdot V_{RMS} = 1,414 \times 220V = 311V$$

También se suele usar el valor entre de pico a pico, que vale el doble de V_{max} :

$$V_{pp} = 2 \cdot V_{max} = 622V$$

- **Valor instantáneo:** como se ha dicho, la señal senoidal se crea por medio de un movimiento giratorio; éste tiene una velocidad angular (ω) y, en cada momento, la tensión tiene un valor diferente.

Para poder calcular el valor que tiene la onda en cada momento, hay que usar la fórmula:

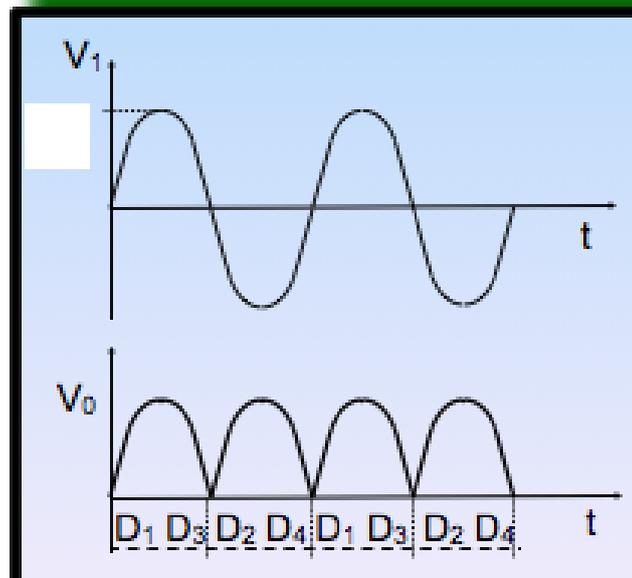
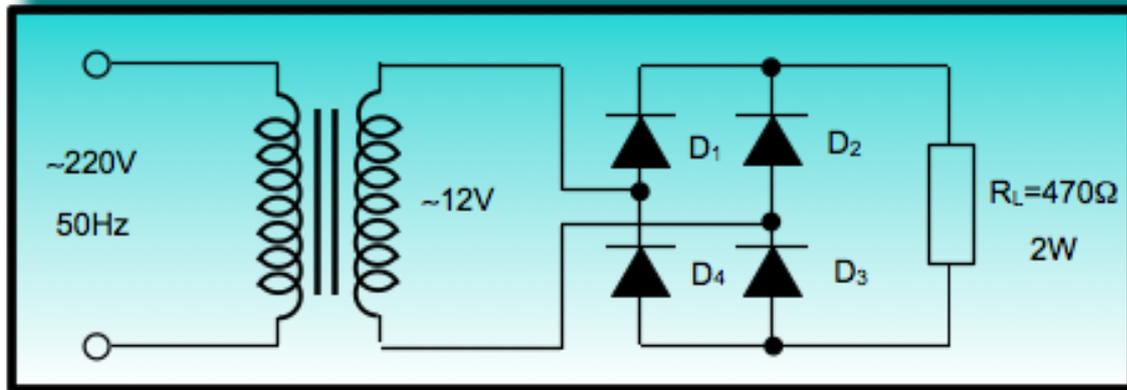
$$v = V_{max} \cdot \sin \omega t$$

- **Valor medio:** matemáticamente es el valor promedio algebraico de los valores instantáneos de medio ciclo. Dicho de otro modo, es el valor de una corriente constante que transportase el mismo número de cargas eléctricas.

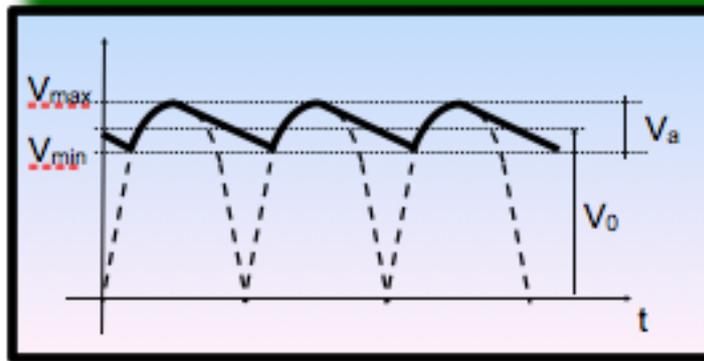
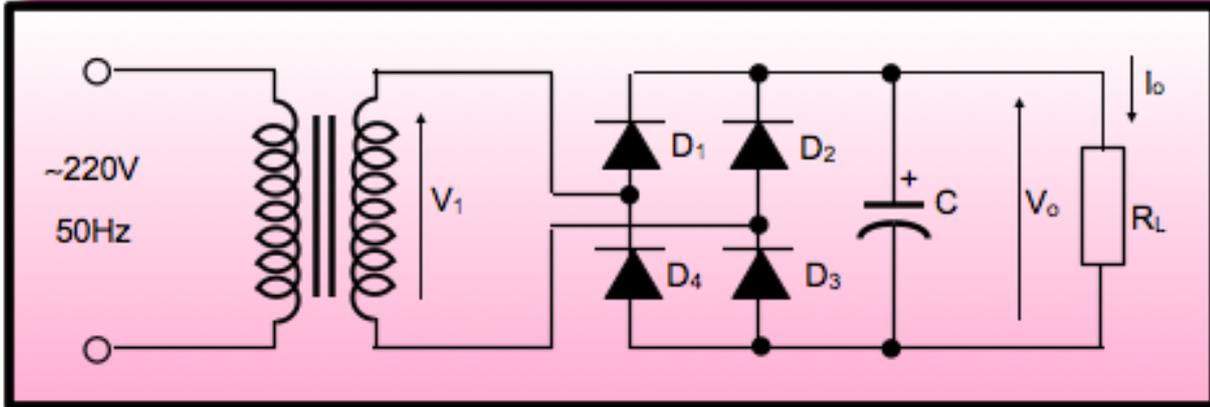
El valor medio de una corriente alterna que tenga un semiciclo positivo y uno negativo sería cero.

Los polímetros indican ese valor cuando miden tensión o corriente continua.

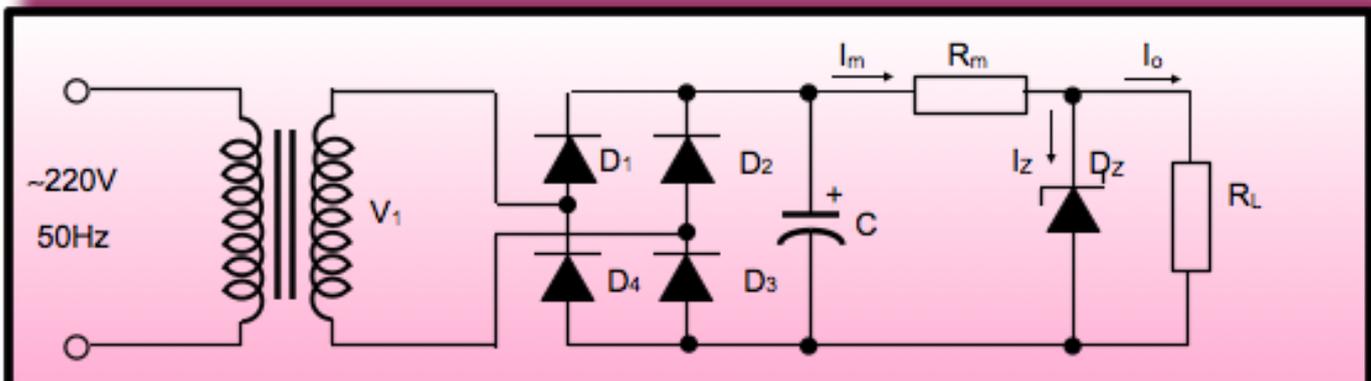
Puente rectificador de onda completa



Filtro



Regulador de tensión



AUTOEVALUACIÓN

V_{RMS} o tensión eficaz:

- a) Se mide con el polímetro en AC.
- b) Se mide con el polímetro en DC.
- c) Es el valor máximo del eje Y del osciloscopio.

Frecuencia:

- a) Se mide en segundos.
- b) Si disminuye el período, la frecuencia también disminuye.
- c) Si disminuye el período, la frecuencia aumenta.

Funetes de alimentación:

- a) Transforma el valor de la tensión alterna en un valor menor.
- b) Rectifica la corriente continua.
- c) Es un convertidor AC/DC.

Rectificador de media onda:

- a) Rectifica la señal dando la mitad de la amplitud.
- b) Se basan en el puente de Graetz.
- c) En carga, eliminan la semionda positiva o la negativa.

El rectificador de onda completa de dos diodos necesita esto:

- a) Un transformador monofásico.
- b) Un transformador que tenga una salida en mitad del secundario.
- c) Un transformador trifásico.

En el rectificador de puente de diodos:

- a) En cada semiciclo conducen dos diodos.
- b) En cada ciclo conducen dos diodos.
- c) En cada semiciclo conduce un diodo.

Después del filtrado con condensador, la oscilación que tiene la señal:

- a) Es directamente proporcional a la frecuencia de la señal.
- b) Es directamente proporcional a la capacidad del condensador.
- c) Es directamente proporcional a la corriente media de carga.

El diodo Zener:

- a) Trabaja en polarización inversa.
- b) Es un regulador de tensión.
- c) Las dos respuestas anteriores son correctas.

El filtro:

- a) Reduce el grado de oscilación.
- b) Aumenta el grado de oscilación.
- c) Cuanto mayor sea el grado de oscilación, mejor es el filtro.

Regulador de tensión integrado:

- a) Es un tipo de diodo regulador.
- b) Necesita de un diodo Zener para trabajar correctamente.
- c) Es el elemento que limita la corriente y estabiliza la tensión.

4. EL OSCILOSCOPIO

Con el osciloscopio podremos ver cualquier señal de tipo eléctrico, incluso aquellas que son muy rápidas.

¿Por qué se necesita el osciloscopio?

Utilizando el polímetro podemos verificar los circuitos eléctricos, pero de un modo estático. Pero para realizar verificaciones de forma dinámica el polímetro no es válido, sus valores no serán exactos. Cuando las señales son cambiantes (lambda, Hall, inyector, ...) la medición que realiza el polímetro no es fiable.

Por este motivo, en el taller de automoción el osciloscopio es un instrumento imprescindible, para poder medir con exactitud las señales cambiantes y muy rápidas.

Tipos de osciloscopio

En el mercado pueden encontrarse diversos tipos de osciloscopio, pero para automoción deben tener las siguientes características:

- Pequeño y portátil.
- Fácil de usar.
- Resistente, por las condiciones donde se va a emplear.
- Integrar las funciones de polímetro, para usar un solo aparato.
- Digital, que pueda congelar la imagen para ser estudiada.
- De dos canales, para poder realizar comparaciones.

En las siguientes imágenes vemos los dos modelos de osciloscopio que tenemos en el aula, Promax y Peaktech. Aunque son muy parecidos, tienen ligeras diferencias.



Funciones básicas del osciloscopio

Ajustando adecuadamente las escalas del aparato podremos ver en la pantalla cualquier señal. Si cambiamos las escalas debemos recordar que las señales no cambian, sino la forma en que las vemos.

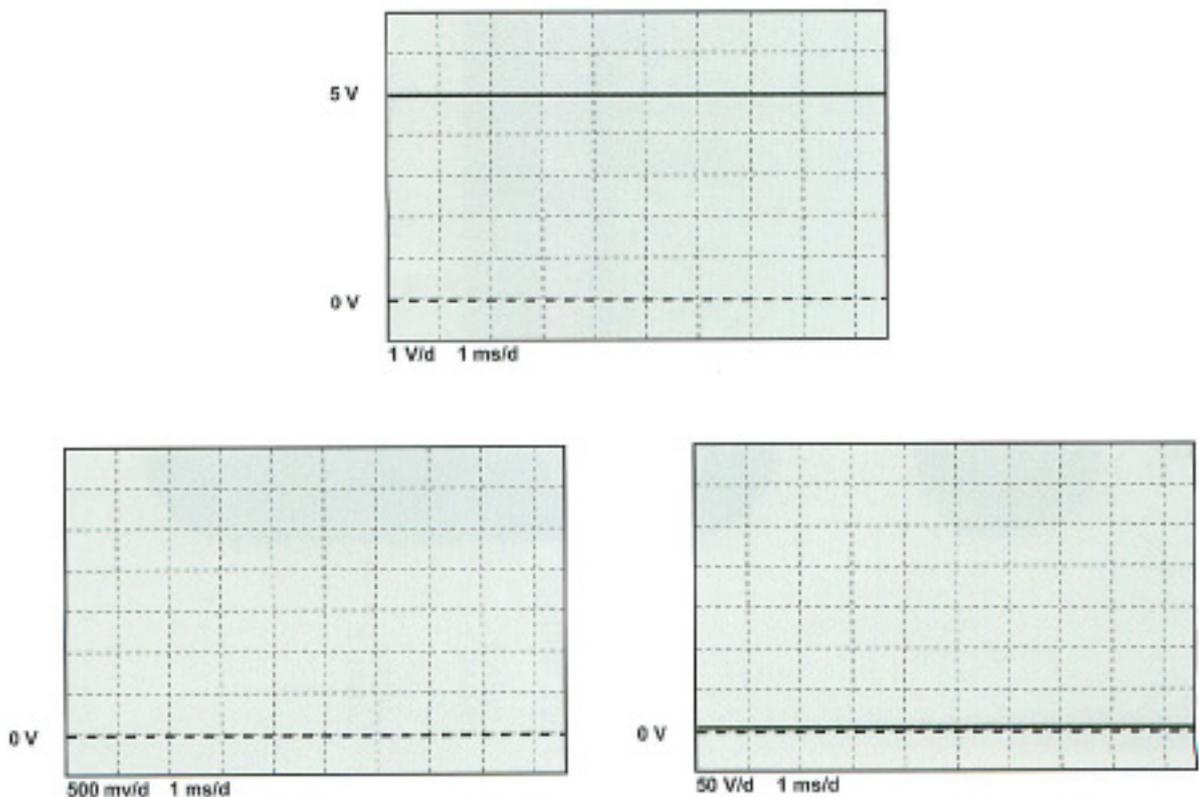
Estas son las funciones básicas para empezar a utilizar el osciloscopio...

- En primer lugar debemos aprender a colocar la línea de referencia. En general, la colocaremos en el centro para ver señales alternas, o en la parte baja para ver señales de CC o pulsantes.

- También hay que aprender a cambiar el tamaño de la señal, para verla lo mejor posible. Para esto ajustaremos la escala Volt/div, en el eje vertical de la pantalla.

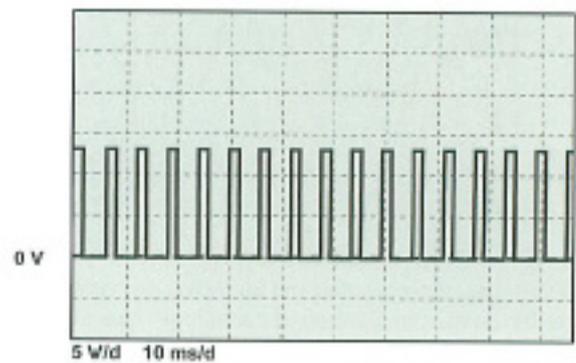
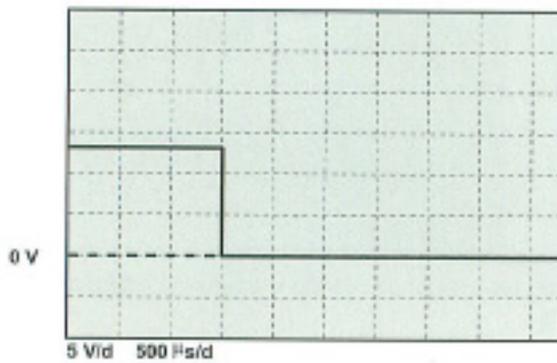
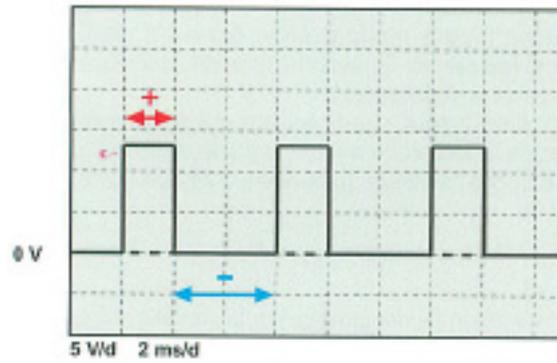
La pantalla del osciloscopio está marcada por divisiones o cuadrículas; mediante la escala Volt/div aumentamos o reducimos el valor de cada división. Así, veremos la señal más grande o más pequeña.

RECUERDA que la señal no varía con el ajuste, solo cambia su tamaño.



Como se ve en las imágenes, debemos ajustar correctamente la escala para ver bien la señal. Si elegimos una escala demasiado pequeña, la señal queda fuera de la pantalla y no se ve. Si elegimos una escala demasiado grande, la señal queda pegada a la línea de referencia.

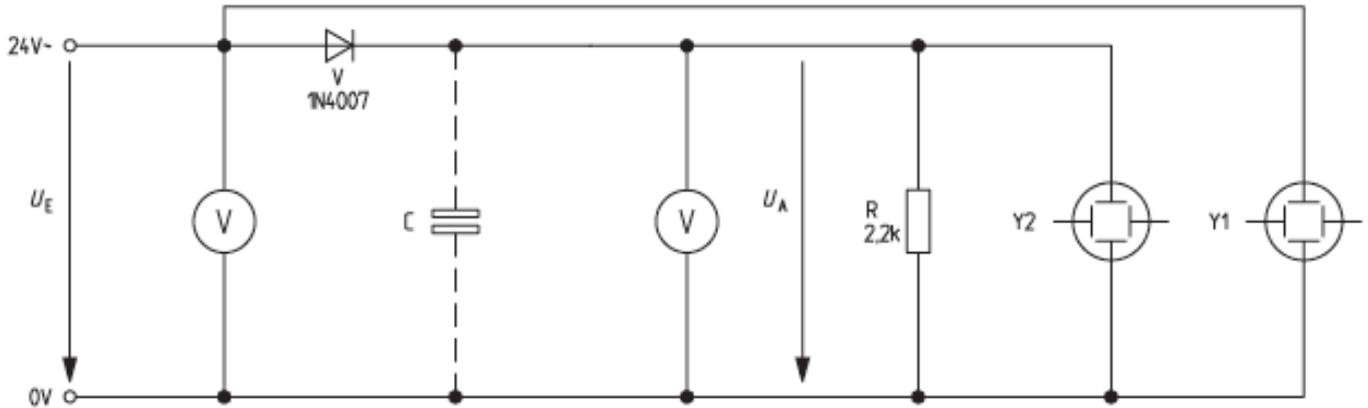
- En función de la frecuencia de la señal, debemos ajustar la escala horizontal, de ms/div (tiempo/división).



En este caso también hay que elegir bien la escala para ver correctamente la señal.
 Si elegimos una escala demasiado pequeña, no se verá la señal completa.
 Si elegimos una escala demasiado grande, aparecerán muchas señales seguidas.

4ª PRÁCTICA. RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA.

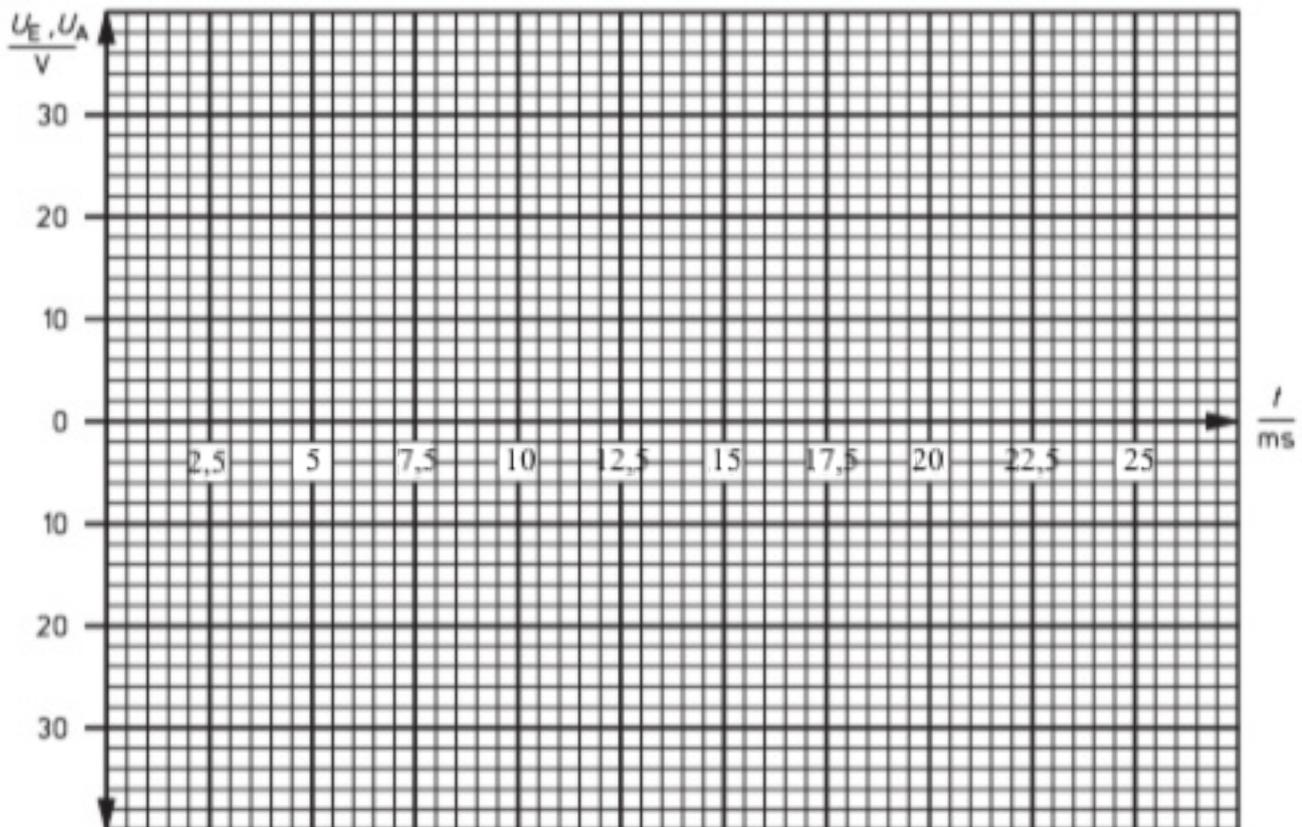
Monta el siguiente circuito SIN condensador...



$V_e =$

$V_a =$

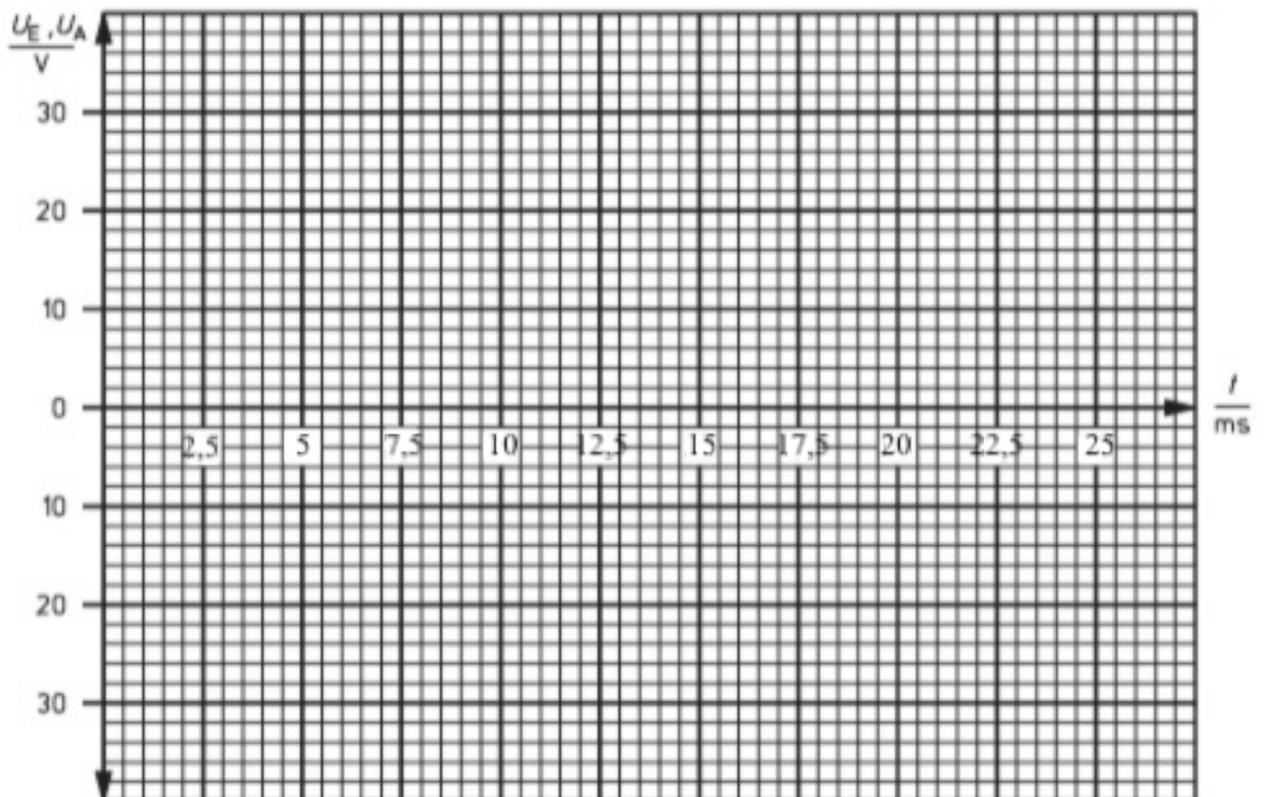
Dibuja las señales del osciloscopio, la de entrada (Y1) y la de salida (Y2)



Ahora conecta dos condensadores de diferente capacidad (uno cada vez)...

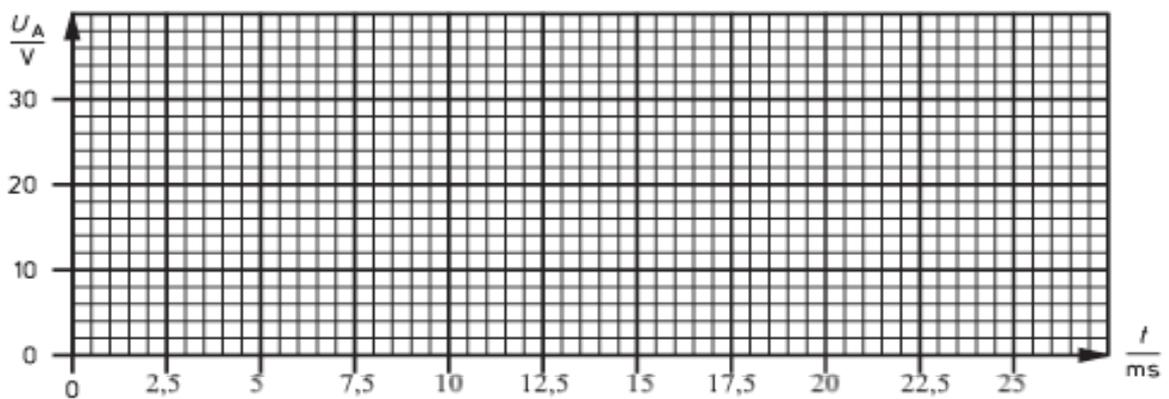
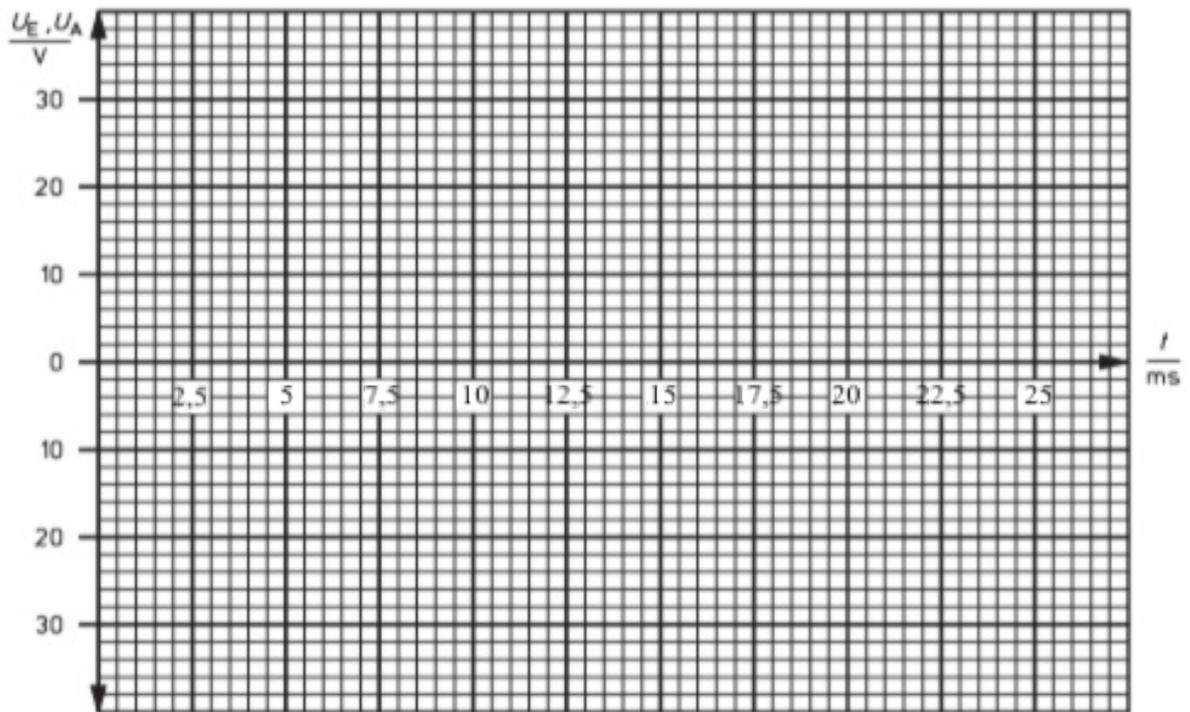
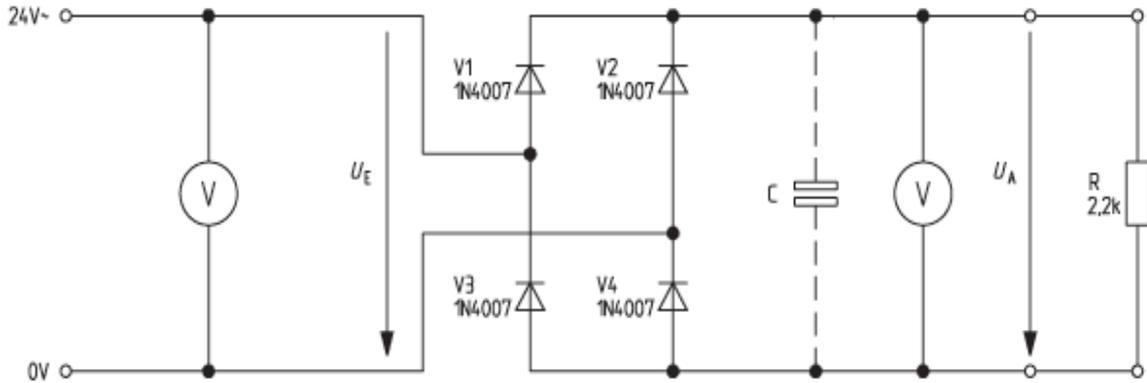
$\frac{C}{\mu F}$	10	100
$\frac{U_E}{V}$		
$\frac{U_A}{V}$		

Dibuja las señales de salida (Y2) en cada uno de los casos: C1, C2



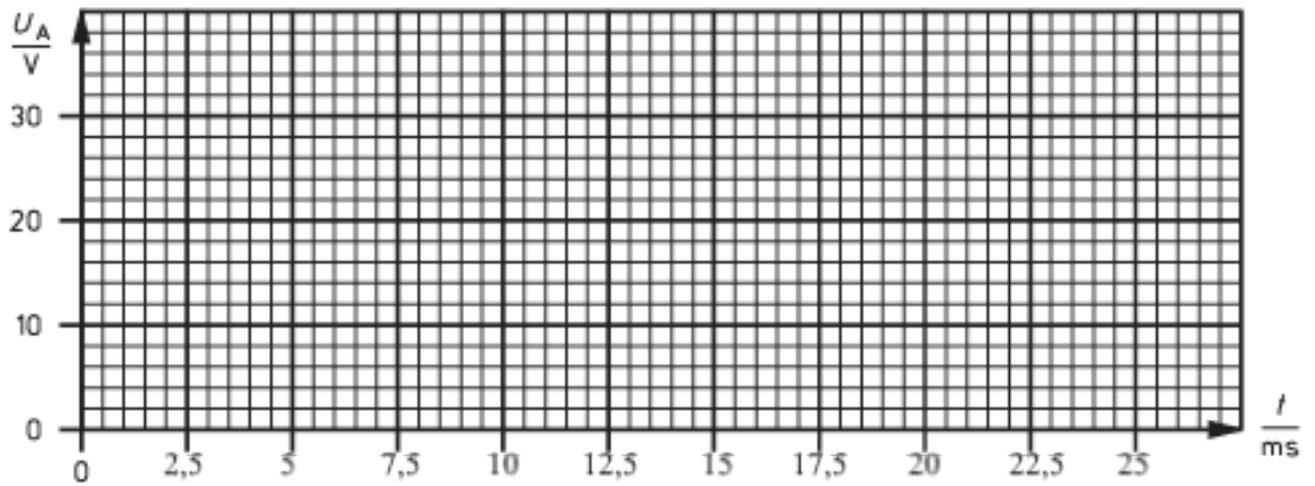
5ª PRÁCTICA. RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA

Monta el siguiente circuito, SIN condensador, y dibuja las señales...



Ahora conecta dos condensadores de diferente capacidad, cada vez, y compara

$\frac{C}{\mu F}$	10	100
$\frac{U_E}{V}$		
$\frac{U_A}{V}$		



5. TRANSISTOR

Introducción

El transistor fue inventado en 1.948 y, aunque ha cambiado mucho desde entonces, puede decirse que es la base de la microelectrónica y electrónica actual.

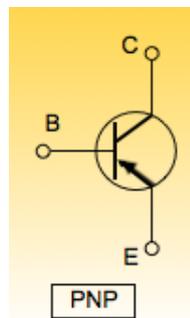
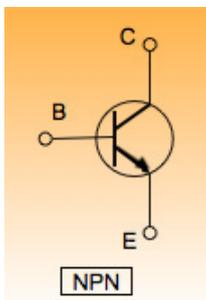
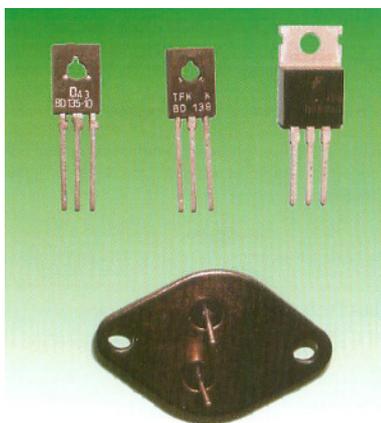
Este elemento tiene la capacidad de aumentar señales eléctricas débiles en señales potentes.

Las válvulas y lámparas que se usaban antes del invento del transistor consumían mucha energía y duraban poco, mientras que los transistores consumen poco y duran mucho.

Por otra parte, los transistores se fabrican en tamaños muy pequeños, lo que implica que los equipos son también, cada vez, más pequeños y baratos.

Transistor bipolar

Formado por tres cristales semiconductores, por lo que puede ser de tipo PNP o NPN. Estos dos tipos funcionan igual, la diferencia está en la fuente de alimentación. A partir de ahora todas las explicaciones irán referidas al tipo NPN, pero todo lo que se diga es igualmente válido para los PNP, teniendo en cuenta que las tensiones y sentidos de las corrientes serán las contrarias.



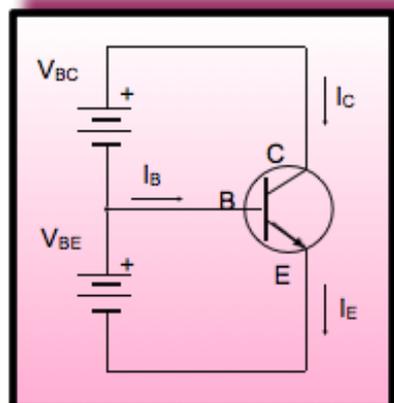
Base (B, Base). Es el cristal del medio. Físicamente es el más estrecho, y es de signo contrario a los cristales que tiene a cada lado (si son N, la base es P). Va a controlar el número de electrones que pasan del emisor al colector.

Emisor (E, Emitter). Es el cristal más dopado y su función es emitir electrones. En el símbolo es el terminal que tiene la cabeza de flecha.

Colector (C, Collector). Es el cristal con menos impurezas y su función es recoger o atraer los electrones enviados por el emisor.

Funcionamiento del transistor bipolar

Su funcionamiento se basa en el efecto “transistor”. Correctamente polarizado, base-emisor en polarización directa y base-colector en polarización inversa, aparece el citado efecto.



Corrientes

Tenemos tres corrientes, relacionadas entre sí, de la siguiente manera:

$$I_E = I_C + I_B$$

Por otra parte, la corriente de base (I_B) como es muy pequeña en comparación, haciendo una aproximación:

$$I_E \approx I_C$$

La corriente de colector es muchísimo mayor que la de base, y a la relación que hay entre ellas se le llama “ganancia”. Se representa con la letra beta (β) o como hFE :

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

La ganancia o amplificación de corriente la da el fabricante en la hoja técnica y tiene un valor fijo, constante, que va de 20 a 400, dependiendo del transistor.

Tensiones

En los cálculos con transistores, dos son las tensiones más empleadas: la que hay entre base y emisor (V_{BE}) y la que hay entre emisor y colector (V_{CE}).

La tensión V_{BE} suele valer alrededor de 0,7 V, ya que es la caída de tensión que hay en un diodo en polarización directa. En efecto, la unión base-emisor se debe polarizar directamente.

La tensión V_{CE} , en cambio, es variable y puede tomar un valor entre 0 V y la tensión de la fuente V_{CC} . Sus cambios de valor serán inversos a los cambios de corriente o de tensión que se apliquen en la base.

Estados de funcionamiento

Los transistores pueden funcionar en tres estados: amplificación, saturación, o interrupción (bloqueo).

Amplificación: los pequeños cambios de tensión aplicados entre base y emisor generan pequeñas variaciones en la corriente de base, pero estas pequeñas variaciones, sin embargo, generan grandes variaciones en la corriente entre emisor y colector. Por lo tanto, la pequeña corriente I_B gobierna la gran corriente I_C .

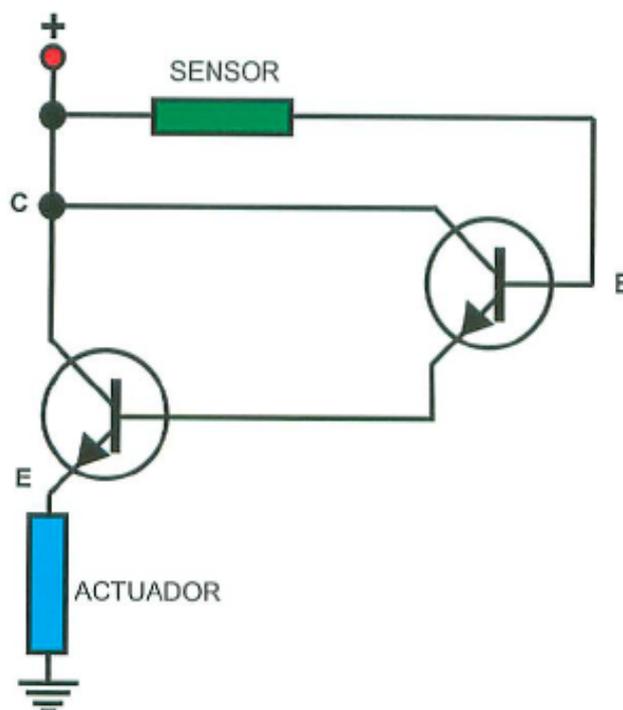
Saturación: el transistor se comporta como un interruptor cerrado. La corriente de colector I_C es muy elevada y no se puede amplificar más, mientras que la tensión V_{CE} es casi 0. Tienen el comportamiento de un relé de poca potencia, controlado por la corriente de base I_B .

Bloqueo: es el funcionamiento opuesto o contrario al anterior. Desaparece la corriente de base y como consecuencia inmediata se interrumpe I_C ; la tensión V_{CE} es máxima ($\approx V_{CC}$). En este caso se comporta como un interruptor abierto.

En los circuitos de conmutación debe funcionar como un interruptor, por lo que tendrá los dos últimos estados.

DARLINGTON

Por medio de una pequeña corriente, se controla una intensidad muy grande. También se llaman transistores de potencia.



Índice

SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE DEL VEHÍCULO

4ª UNIDAD DIDÁCTICA: SENSORES Y ACTUADORES

1. SENSORES.....	117
INDUCTIVOS.....	118
HALL.....	122
TERMOELÉCTRICOS.....	127
PIEZOELÉCTRICOS.....	132
POR CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	134
ULTRASONIDOS.....	135
INTERRUPTORES Y CONMUTADORES.....	136
2. ACTUADORES.....	137
ELECTROMAGNÉTICOS.....	139
INYECTOR.....	140
BOBINA DE ENCENDIDO.....	142

1. SENSORES

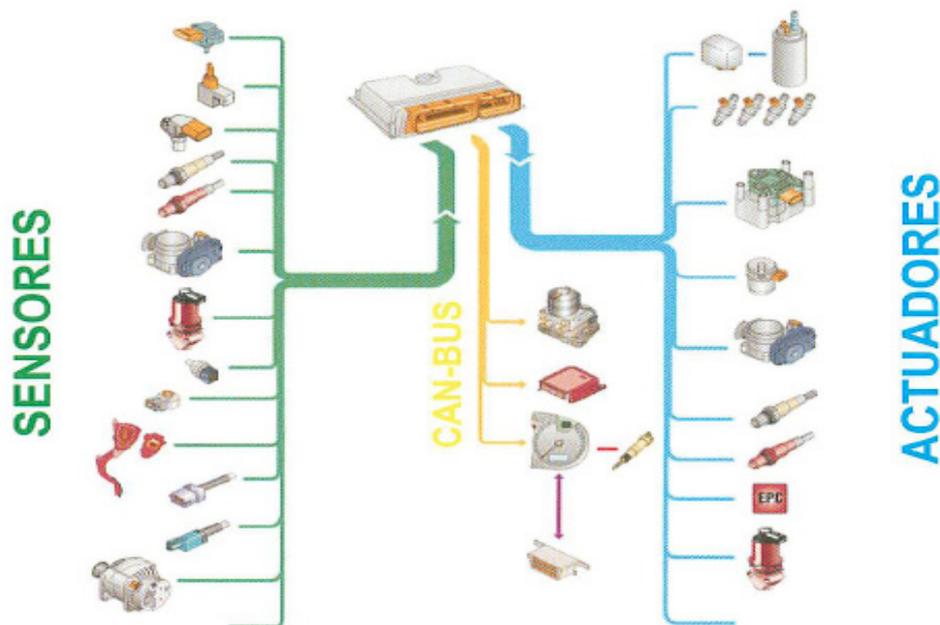
GENERALIDADES

Los sensores tienen la capacidad de convertir magnitudes físicas, químicas o de otro tipo en señales eléctricas medibles. En los sistemas de control electrónico, los sensores envían la información que captan a la unidad de control (UCE); ésta procesa los datos, y envía órdenes a los actuadores.

Los sensores pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Activos: cuando no necesitan alimentación eléctrica para generar sus señales.
- Pasivos: necesitan alimentación eléctrica para funcionar, y pueden cambiar alguna de sus propiedades (resistencia, capacidad, inducción,...).

En casi todos los casos, la señales enviadas por los sensores deben ser adaptadas para que la UCE pueda procesarlas. La mayoría de los sensores envía señales analógicas que deben ser convertidas en digitales.



TIPOS DE SENSORES

Los sensores empleados hoy en día en automoción son capaces de medir muchos parámetros muy diferentes. Debido a esto, la variedad es muy amplia:

- Magnéticos: r.p.m., ABS, niveles de líquido, GPS,...
- Hall: r.p.m., ABS, ESP,...
- Termoeléctricos: PTC, NTC, temperaturas: aire, combustible, motor, exterior, interior,...
- Fotoeléctricos: LDR, luces automáticas, aire acondicionado, cierre centralizado,...
- Piezoeléctricos: presiones: colector de aire, turbo, fluido refrigerante, combustible, picado,...
- Conductividad eléctrica: lambda, mariposa, acelerador, niveles de líquido...
- Ultrasonidos: alarma, ayuda de aparcamiento,...

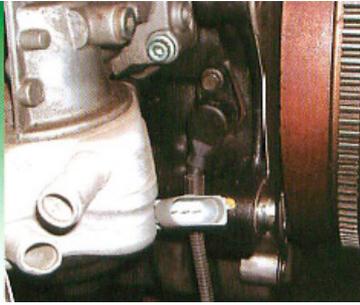
SENSOR INDUCTIVO

Funcionamiento: detecta el giro de una rueda dentada, y en función de su velocidad de giro genera una señal de corriente alterna. No necesita alimentación, él genera la señal.

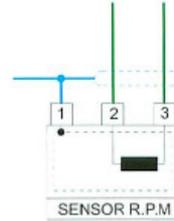
Ubicación: según la aplicación, junto al volante de inercia, cigüeñal, bloque motor...



SENSOR INDUCTIVO



UBICACIÓN



SÍMBOLO

Estos sensores tienen dos o tres terminales (pines). La señal se genera entre los dos extremos de la bobina; el tercer terminal, en caso de haber, es para proteger la señal (malla antiparasitaria).

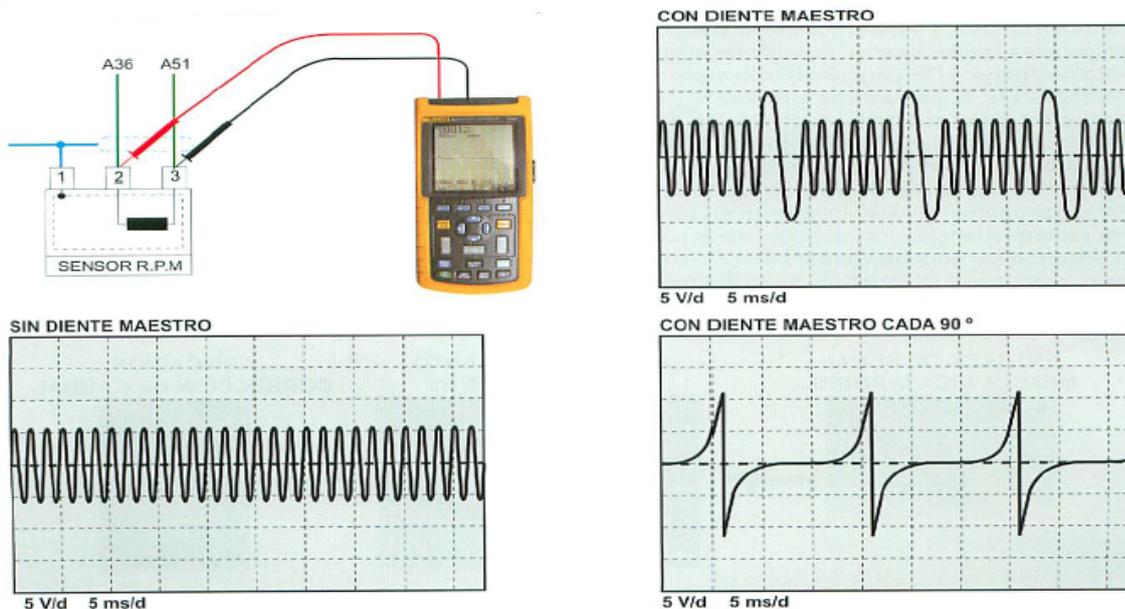
La información dada por este sensor es imprescindible para el correcto funcionamiento del motor.

- velocidad de giro del motor (r.p.m.)
- posición de P.M.S. (punto muerto superior) del cilindro 1.

En caso de avería del sensor, el motor no arrancará.

Verificación

- Resistencia de la bobina
- Continuidad del cableado
- Aislamiento respecto a masa
- Colocación del sensor (distancia y fijación)
- Señal medida con osciloscopio entre los terminales de la bobina y con el motor en marcha...



Al aumentar la velocidad de giro del motor, aumenta la frecuencia y la amplitud de la señal.

PRÁCTICA: APCA 077, Comprobación de sensor inductivo

En la imagen, identifica lo que corresponda...

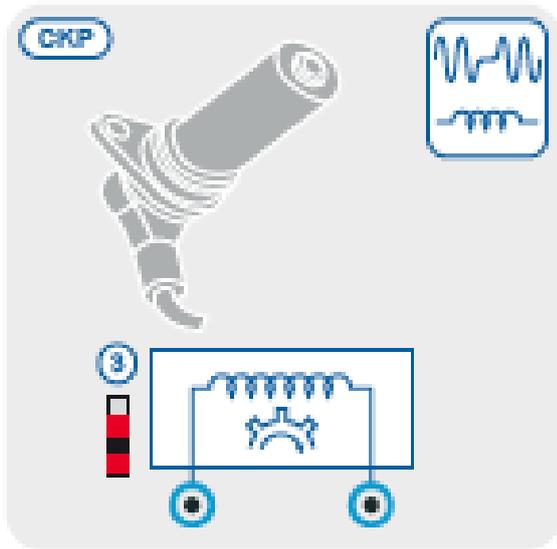


Imagen del sensor

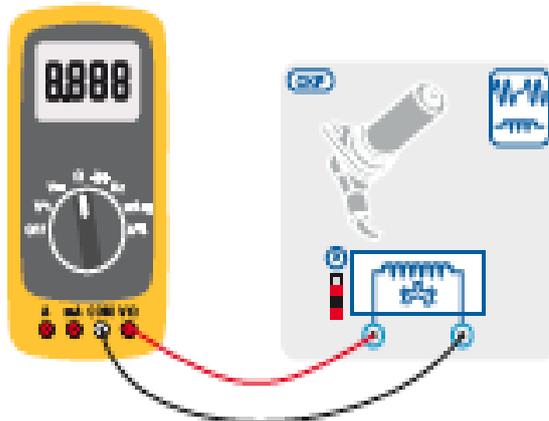
Símbolo del sensor

Señal del sensor

Siglas

Comprueba la resistencia del sensor, tal y como se ve en la imagen...

R =



Enciende la maqueta y pon el circuito en marcha; mide la tensión generada en el sensor en diferentes posiciones del potenciómetro:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Verifica la señal del sensor mediante el osciloscopio e indica las escalas...

2ª posición: dibuja la señal. $V_{pp} =$ $f =$

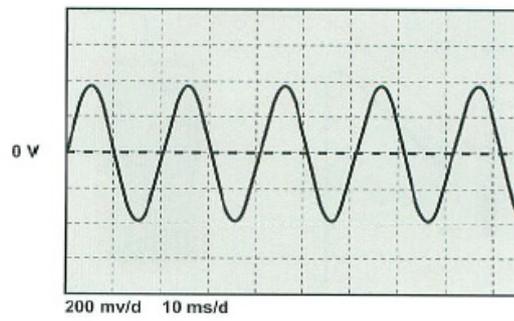
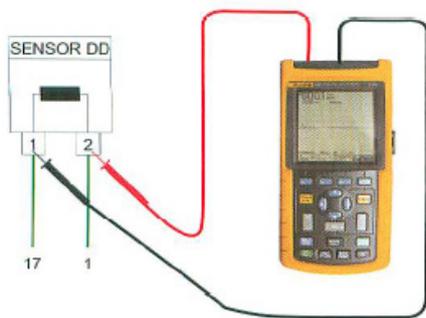
4ª posición: dibuja la señal. $V_{pp} =$ $f =$

6ª posición: dibuja la señal. $V_{pp} =$ $f =$

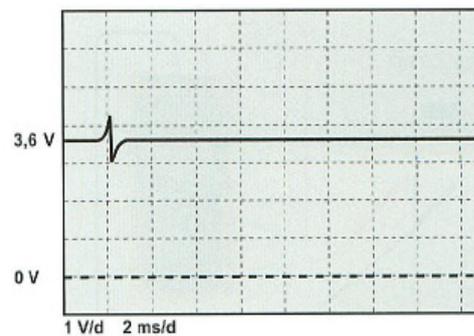
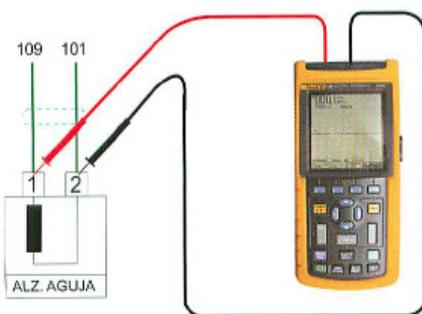
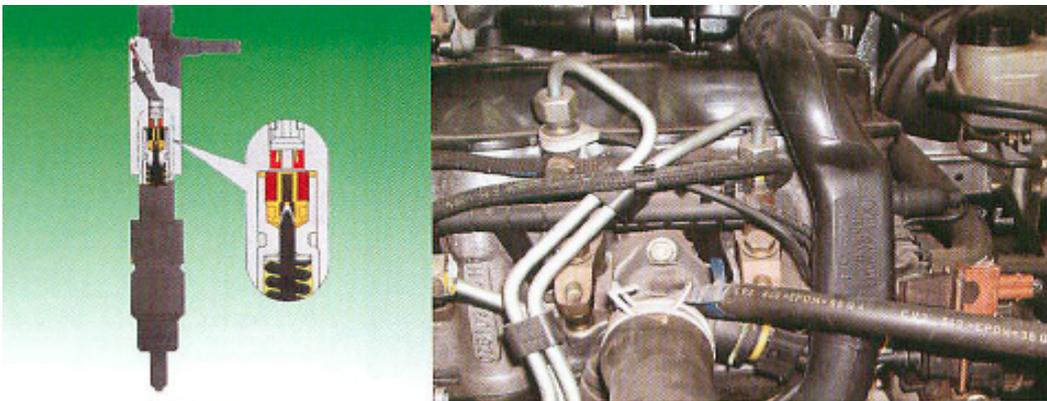
Genera una avería en la maqueta mediante el conmutador, ¿cuál es la diagnosis?

El sensor inductivo también se emplea en otras aplicaciones...

Velocidad de giro de ruedas



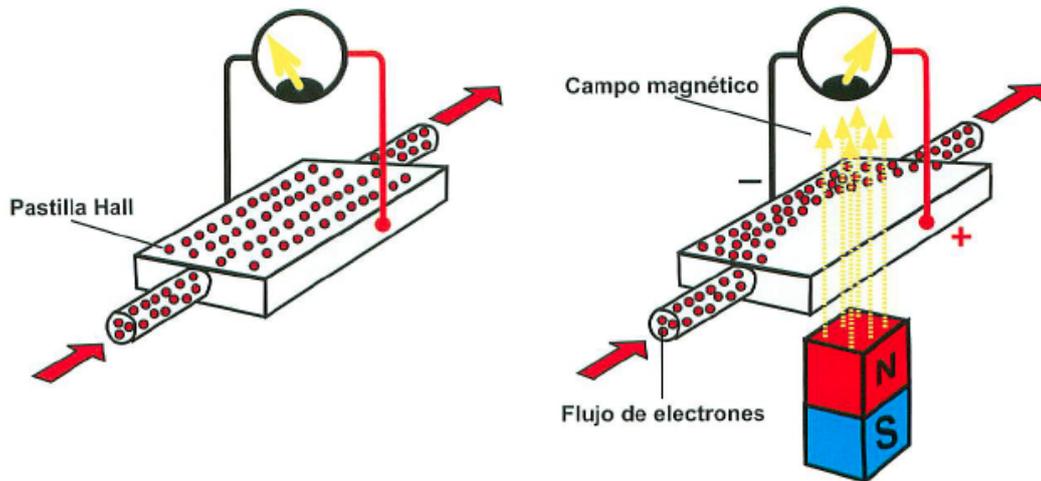
Alzado de aguja de inyector...



SENSOR HALL

Funcionamiento: la base de trabajo de este sensor es el llamado “efecto Hall”. Este efecto se consigue con un material especial semiconductor. Si se alimenta con DC una pequeña pastilla fabricada con este material semiconductor, y se somete perpendicularmente al efecto de un campo magnético, surgirá en la pastilla una diferencia de potencial. Estando el sensor Hall unido a un circuito electrónico, la señal de salida es de tipo cuadrado.

Resumiendo, estos sensores necesitan alimentación de DC (5 V o 12 V) y la señal que emiten es cuadrada.



Ubicación: según la aplicación, en el distribuidor, en el cigüeñal, en el eje de levas...

HALL: para medir las r.p.m. del motor, en el distribuidor

El primer Hall que se usó en vehículos, sustituyó a los platinos.

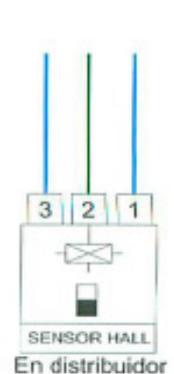
- es movido por el eje de levas
- detecta el momento exacto del encendido
- distribuye la chispa a los cilindros
- tiene tres terminales: + (5V edo 12V), - (negativo), 0 (señal cuadrada)
- en caso de avería del sensor, el motor no funciona



SENSOR



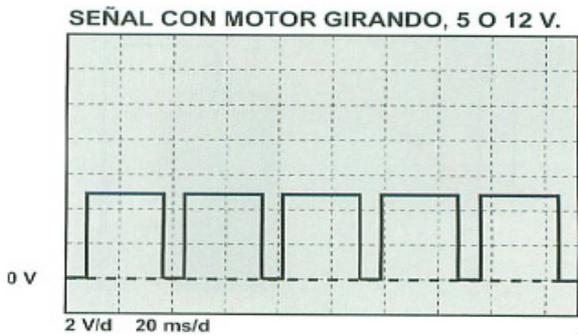
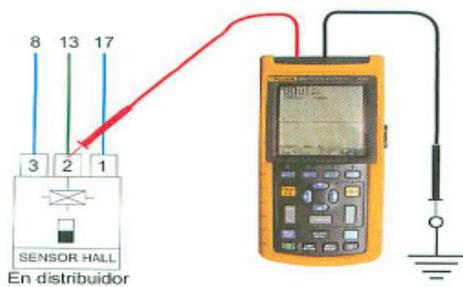
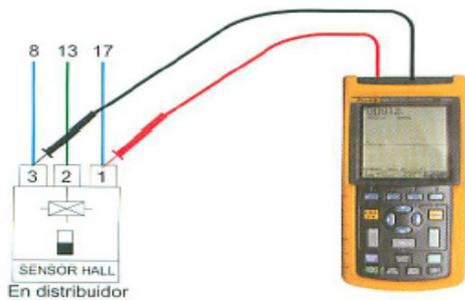
UBICACIÓN



SEÑAL

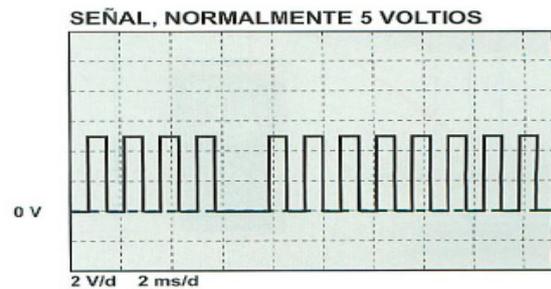
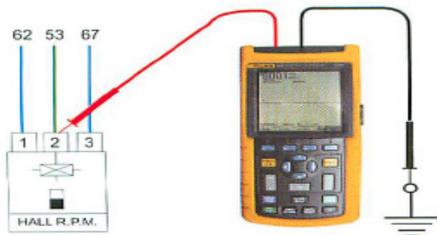
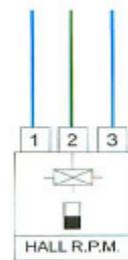
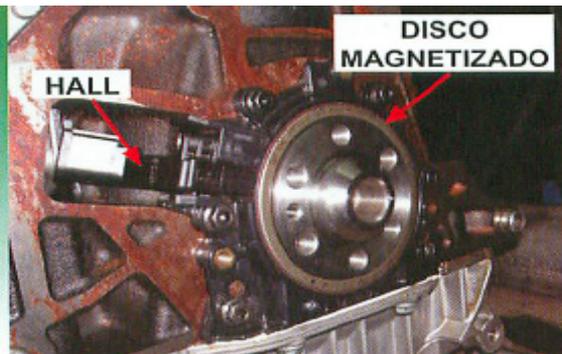
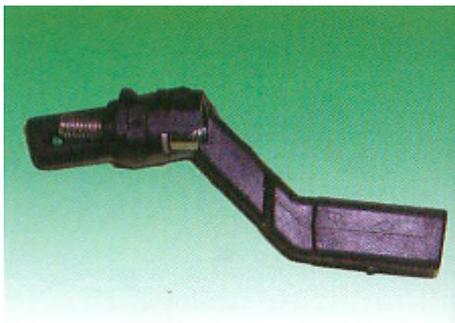
Verificación

- Continuidad del cableado
- Aislamiento respecto a masa
- Estado del conector
- Tensión de alimentación
- Señal

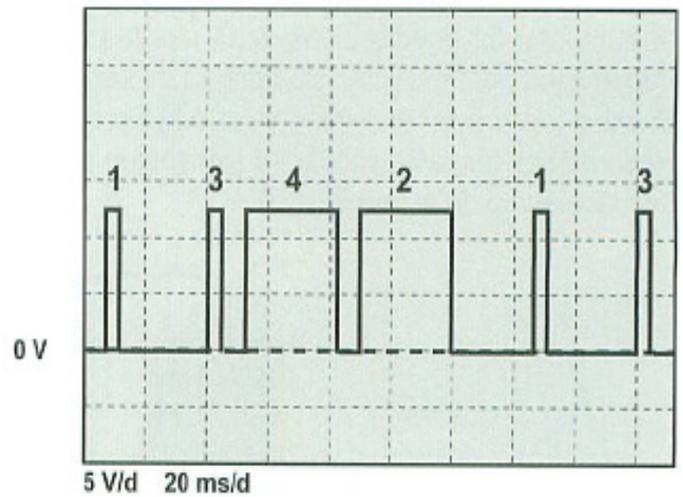
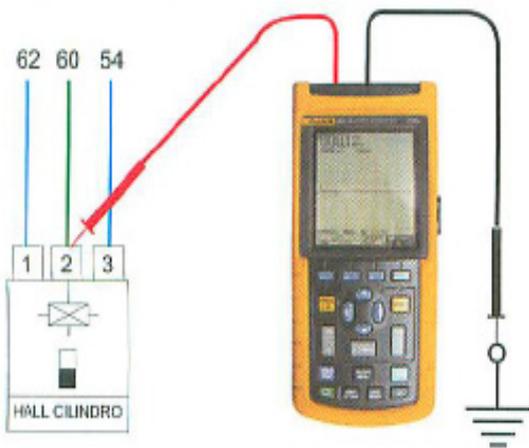
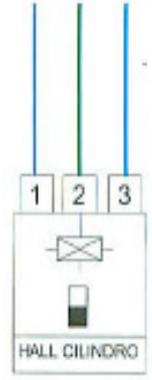
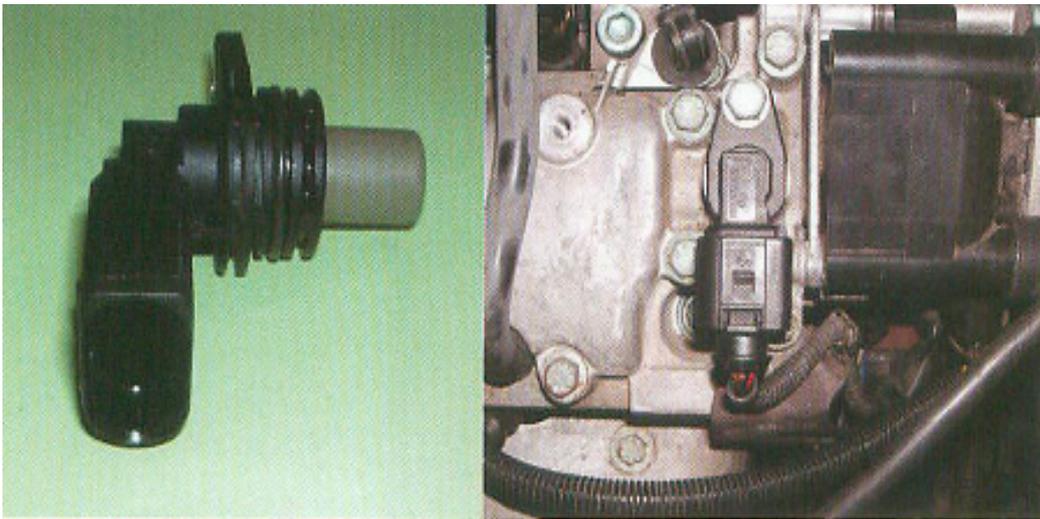


El sensor Hall también se emplea en otras aplicaciones...

Para medir las r.p.m. del motor, colocado en el cigüeñal



Reconocimiento de cilindros, indica exactamente qué cilindro está en compresión



PRÁCTICA: APCA 078, Comprobación del sensor Hall

En la imagen, identifica lo que corresponda...

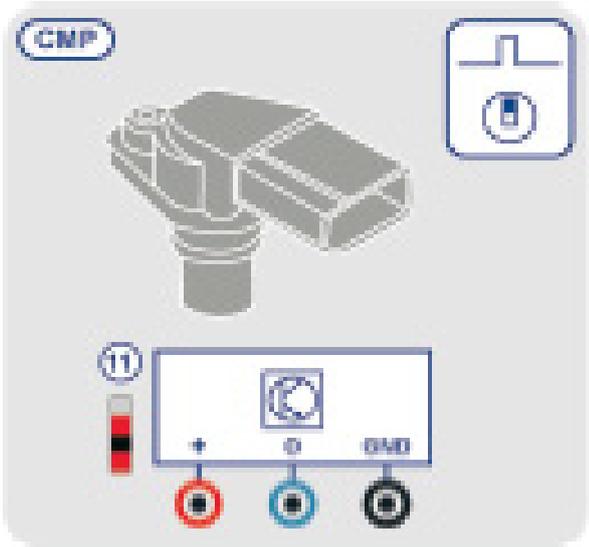


Imagen del sensor

Símbolo del sensor

Señal del sensor

Siglas

Identifica...

+

0

GND

¿Tensión de alimentación?: V =

Dibuja la señal del sensor, indicando las escalas del osciloscopio

2ª posición

Vpp =

f =

4ª posición

 $V_{pp} =$ $f =$

6ª posición

 $V_{pp} =$ $f =$

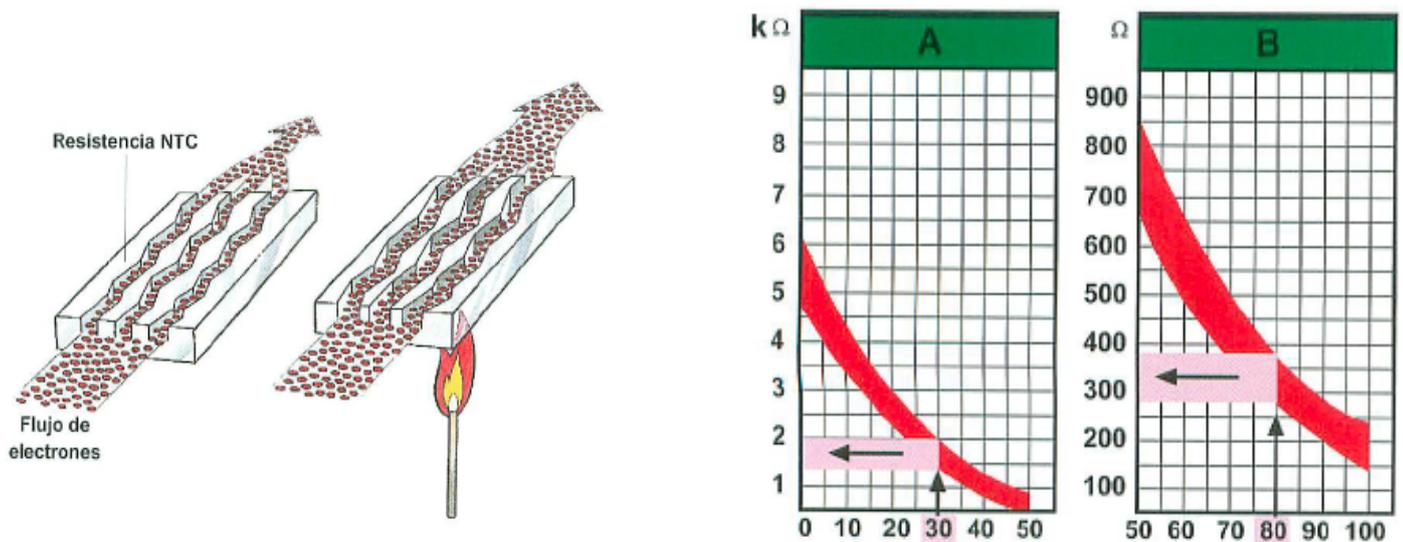
Provoca una avería en la maqueta mediante el conmutador, ¿cuál es la diagnosis?

SENSORES TERMOELÉCTRICOS (NTC, PTC)

Los sensores termoelectrónicos varían la tensión entre sus terminales con los cambios de temperatura. Basados en esto, todas las termorresistencias del vehículo se emplean para medir o controlar diferentes temperaturas (motor, aire, combustible, etc).

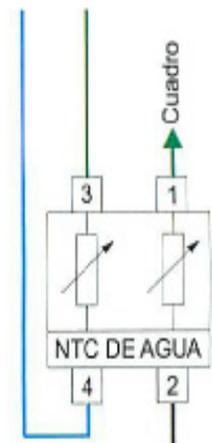
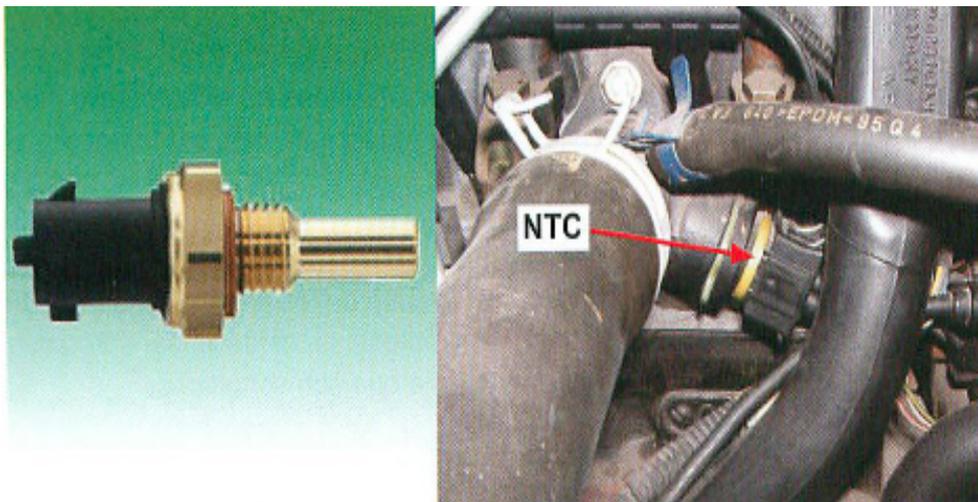
Estas resistencias varían su resistividad con al variar su temperatura.

- NTC: al aumentar la temperatura, disminuye la resistencia, y a la inversa.
- PTC: al aumentar la temperatura, aumenta su resistencia, y al revés.



NTC para medir la temperatura del motor

Para controlar la temperatura del motor, se mide la del líquido refrigerante en su punto más caliente (zona de culata). Por medio del sensor NTC, el dato de temperatura se convierte en un valor de tensión, que es gestionado por la UCE.



La información dada por este sensor es muy importante para varias funciones:

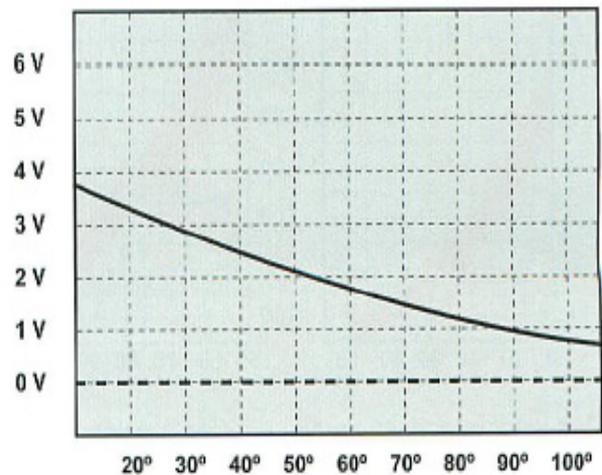
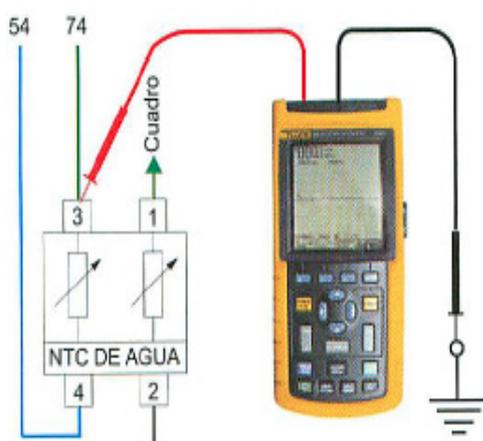
- para calcular el tiempo de inyección
- para calcular el ángulo de avance al encendido
- regular la riqueza del arranque en frío
- la riqueza en aceleración
- y para otras funciones en las que se tiene en cuenta la temperatura del motor

A veces el sensor está duplicado, uno para la gestión del motor, y otro para indicar la temperatura en el cuadro de instrumentos. En este caso el sensor tendrá 4 terminales, si no sólo tendrá 2.

En caso de avería del sensor, la UCE intentará tomar el dato por otra vía y pasará al estado de funcionamiento de emergencia (potencia limitada, etc).

COMPROBACIÓN

- Continuidad del cableado
- Aislamiento respecto a masa
- Estado del conector
- Medir la resistencia del sensor a diferentes temperaturas
- Con el osciloscopio, según se va calentando el motor, nos tiene que dar una gráfica como la de la imagen



Las otras termorresistencias del vehículo se comprueban igual. Pueden estar midiendo:

- Temperatura del exterior
- Entrada de aire
- Combustible
- Temperatura en el interior del vehículo
- ...

PRÁCTICA APCA 087, Comprobación de la NTC

En la imagen, identifica lo que corresponda

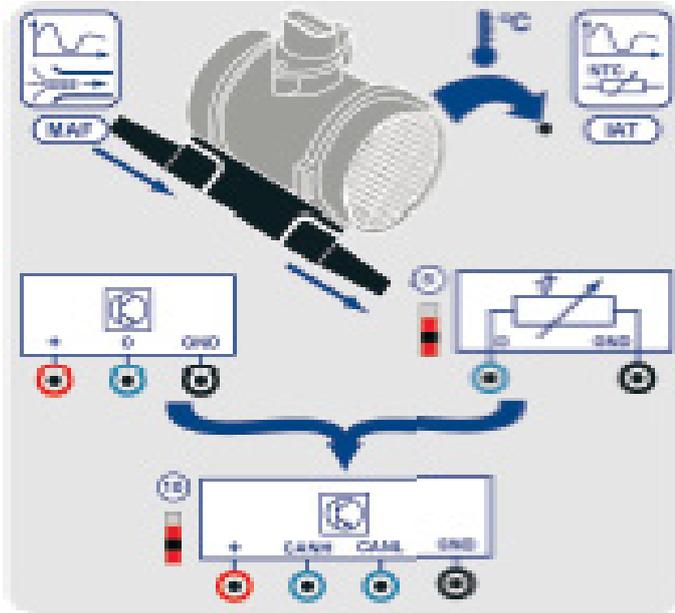


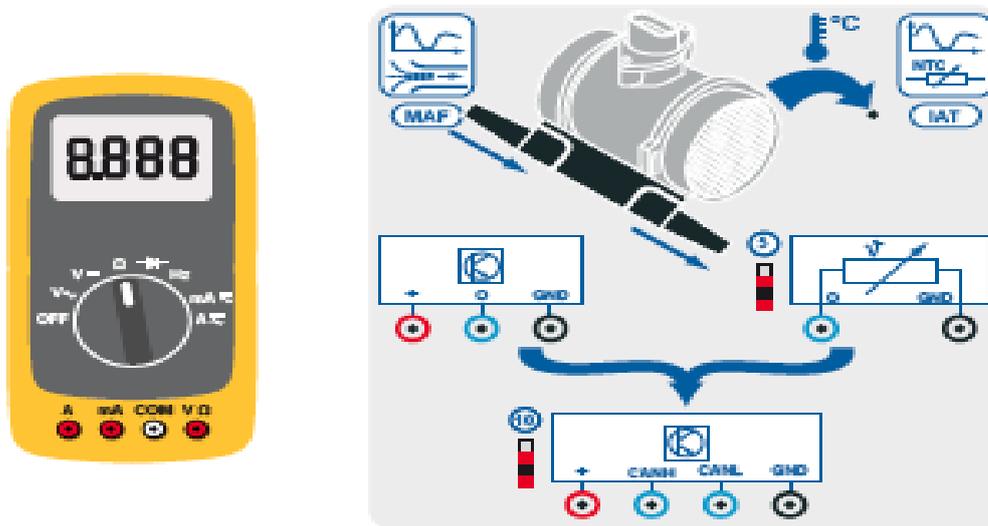
Imagen del sensor

Símbolo del sensor

Señal del sensor

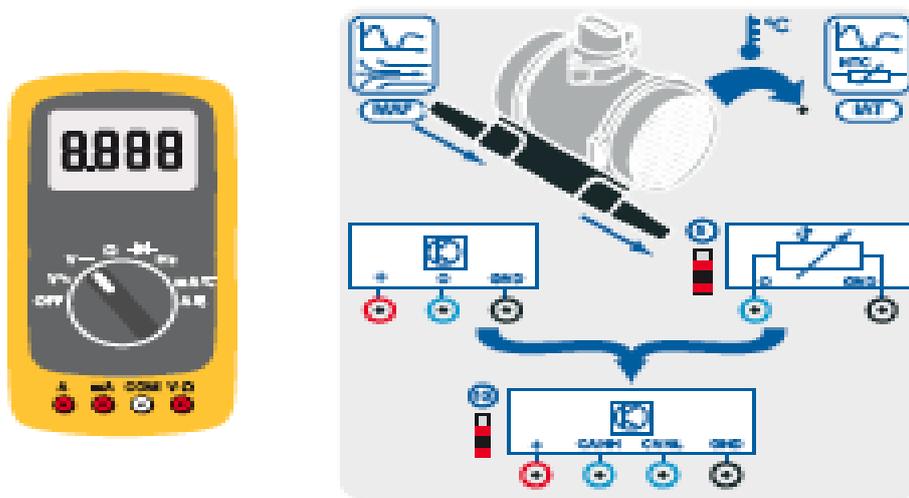
Siglas

Dibuja las conexiones para medir la R del sensor con el polímetro. R =

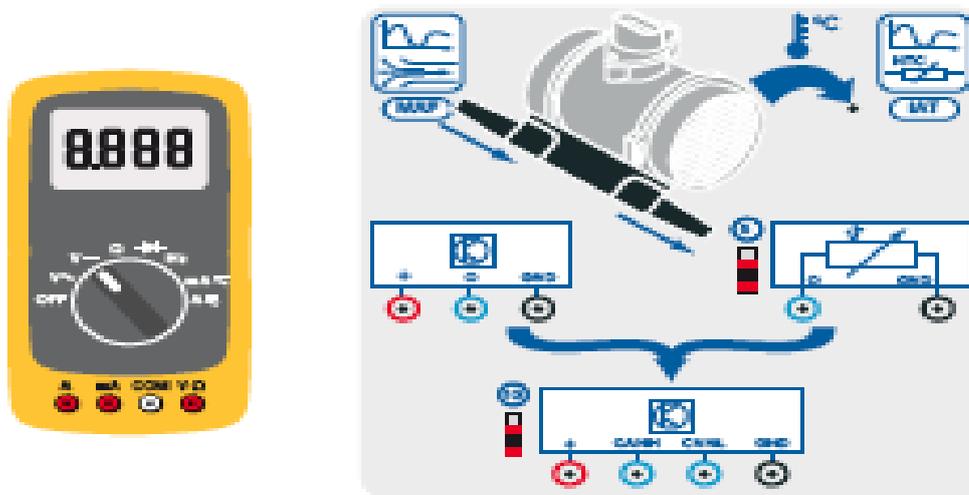


Calienta el sensor; ¿sube o baja el valor de R?

Dibuja las conexiones para medir la tensión de alimentación del sensor. V =

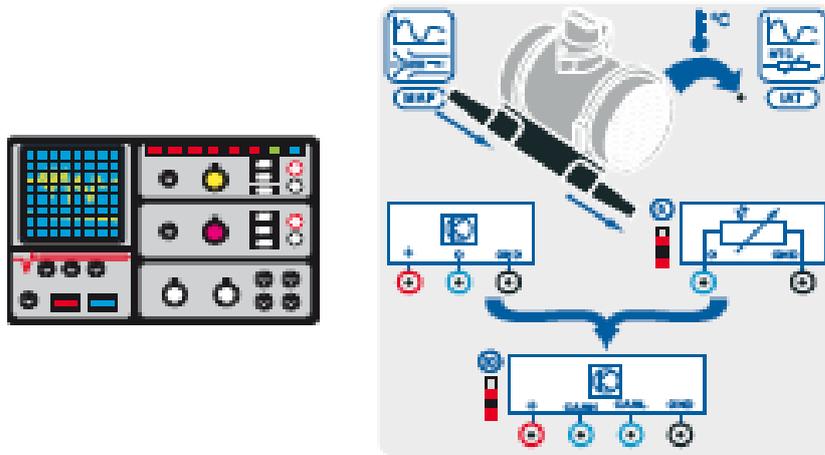


Dibuja las conexiones para medir la señal del sensor. V =



Calienta el sensor y mide de nuevo la señal. V =

Dibuja las conexiones para medir la señal del sensor con el osciloscopio



Dibuja la señal e indica las escalas del aparato

Usando el conmutador de la maqueta, provoca la avería y realiza la diagnosis

SENSORES PIEZOELÉCTRICOS

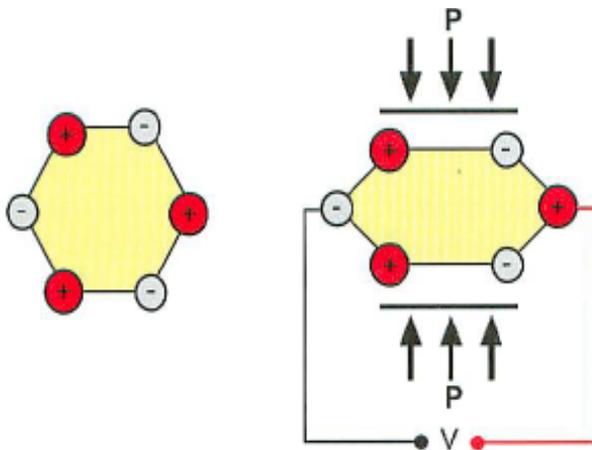
Los sensores piezoeléctricos pueden ser de dos tipos:

- **Activos:** cuando el sensor recibe o siente algún golpe o cambio de presión (vibración) genera una señal eléctrica.

Aplicaciones: sensor de picado, de aceleración, ESP.

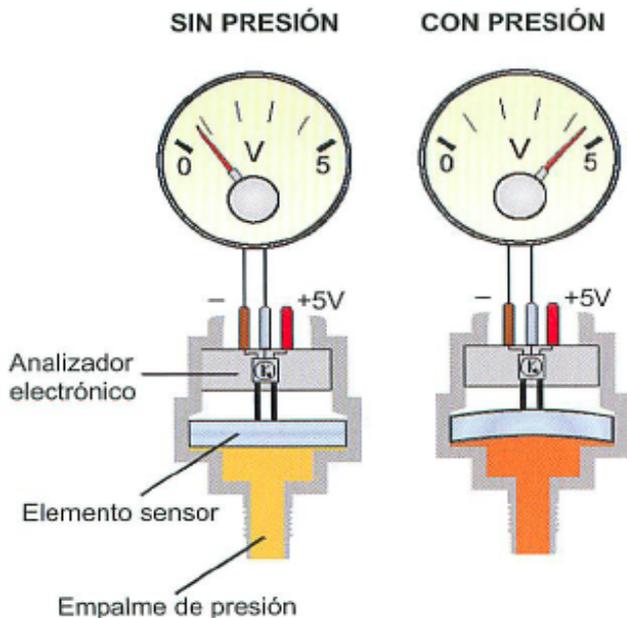
- **Pasivos:** piezorresistivos, los cambios de presión cambian la resistencia interna del sensor.

Aplicaciones: aire de entrada, presión del refrigerante, presión del combustible, ...



EFECTO PIEZOELÉCTRICO

Si se presiona un cristal de cuarzo, su estructura atómica se deforma, los iones se mueven y surge una tensión eléctrica.



SENSOR PASIVO

La presión que se quiere medir (aire de entrada, turbo, refrigerante) se aplica en el sensor. En función de la presión recibida, cambia la resistencia y por lo tanto la tensión medida.

La unidad de control utilizará este dato para corregir el funcionamiento del sistema.

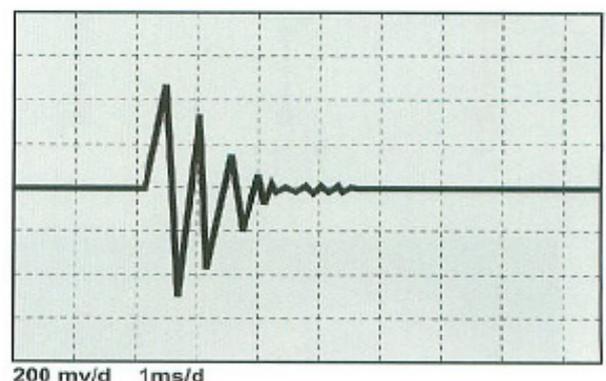
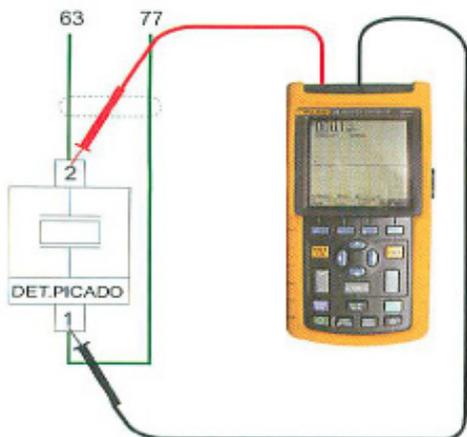
SENSOR DE “PICADO”



- Si se adelanta en exceso el momento del encendido, este sensor detecta los golpes producidos en el motor (picado de biela).
- Es un sensor activo, no necesita tensión de alimentación para funcionar.
- Al aparecer vibraciones, el sensor genera una tensión oscilante que llega a la UCE.
- La UCE, al recibir la información, retrasa el encendido del cilindro que ha picado.
- El sensor va ubicado en el bloque motor, por el lado de la admisión. A veces se colocan dos sensores, entre los cilindros 1-2 y 3-4, para definir con mayor exactitud qué cilindro pica.
- Si se avería el sensor, la unidad de control retrasa el punto de encendido y gestionará el funcionamiento del motor según la carga y las r.p.m.
- Es muy importante respetar el par de apriete del sensor para evitar averías y fallos en la señal.

Comprobaciones

- Continuidad del cableado
- Aislamiento respecto a masa
- Estado del conector
- Empleando el osciloscopio para comprobar la señal, con el motor parado, dar unos golpes junto al sensor



SENSORES POR CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

En los sensores por conductividad eléctrica, su resistencia interna varía en función de ciertas magnitudes físicas, por lo que la intensidad del circuito, a su vez, aumenta o disminuye.

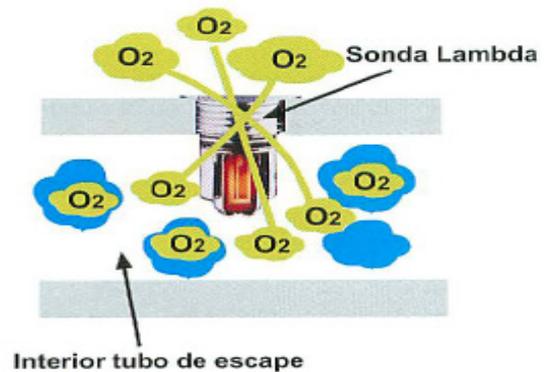
La conductividad eléctrica es la facilidad para conducir la corriente que tiene un material bajo ciertas condiciones mecánicas o físicas.

Sensores que utilizan la conductividad: sonda lambda, potenciómetros y sensores que controlan el nivel de líquidos.

SONDA LAMBDA

Este sensor necesita una alta temperatura para funcionar bien (150-300 °C).

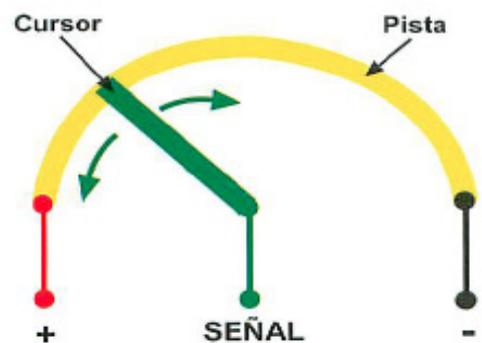
El exterior de la sonda está en contacto con los gases de escape, y el interior con el aire de fuera. La diferencia en el nivel de oxígeno entre el escape y el aire genera una pequeña tensión (100 mV en mezcla pobre, 900 mV en mezcla rica). Según la señal, la UCE sabe el nivel de mezcla y lo regula.



POTENCIÓMETRO

Es una pista resistiva alimentada con 5 VDC. El cursor se mueve por la pista, haciendo el trabajo de un divisor de tensión.

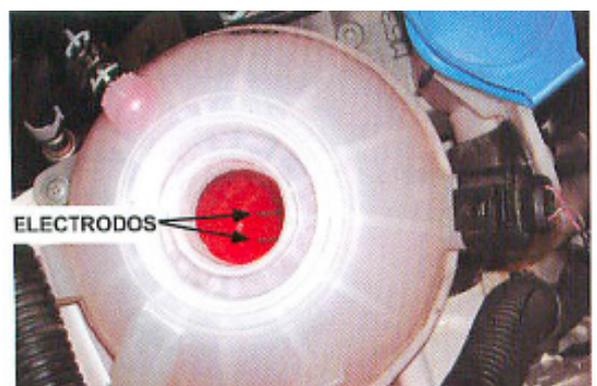
El cursor está movido por el elemento que se quiere controlar (mariposa, flotador del depósito, acelerador, ...). Según la posición del elemento a controlar, varía la tensión medida en la UCE. De esta manera, la unidad de control sabe la posición del elemento y la velocidad con la que se ha movido.



TRANSMISOR DE NIVEL DE LÍQUIDO

Se emplea para controlar diferentes niveles de líquido (lavaparabrisas, refrigerante, frenos, ...).

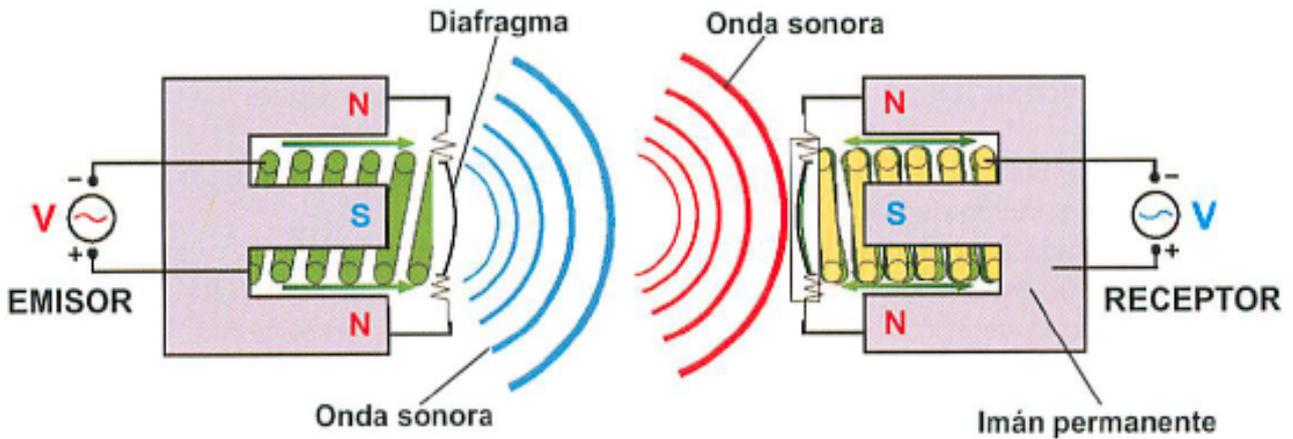
Mientras el nivel de líquido es correcto, se mantiene la conductividad entre dos electrodos sumergidos. Cuando el nivel desciende demasiado, los electrodos quedan al aire y se interrumpe la corriente entre ambos, con lo que se enciende el chivato correspondiente en el cuadro de instrumentos.



SENSORES DE ULTRASONIDOS

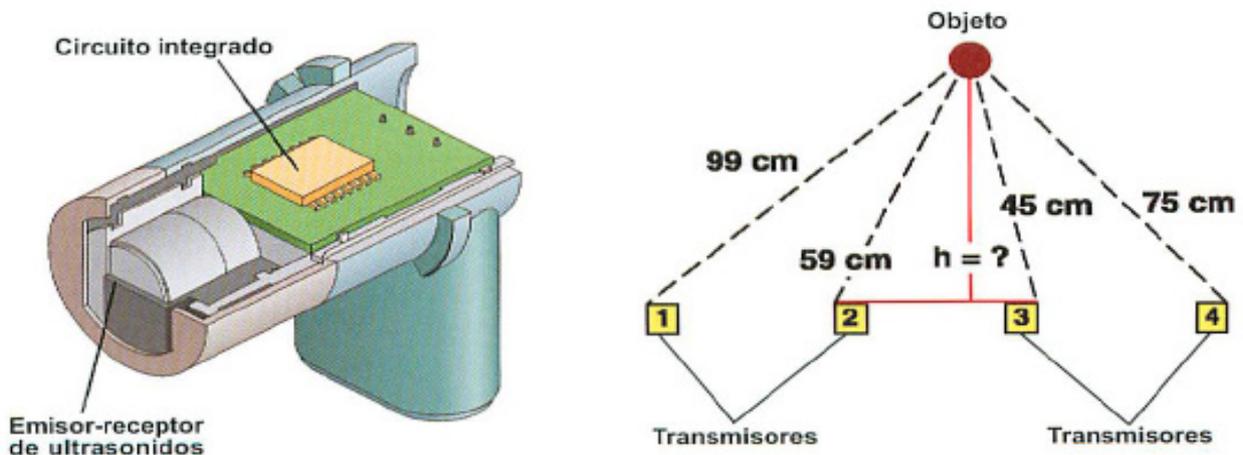
Los sensores de ultrasonidos se utilizan en automoción para detectar cambios de volumen o movimientos: alarma, ayuda al aparcamiento...

Sensor volumétrico: alarma anti-robo



Si la frecuencia captada es la misma que la emitida el sensor permanece en reposo. Si se produce una alteración de la frecuencia enviada por el emisor, debido a la introducción de un objeto o persona en el interior del habitáculo, el receptor capta esa nueva frecuencia y salta la alarma.

Sensor de ultrasonidos para el aparcamiento asistido



Es un transmisor que combina el emisor y el receptor en un sólo componente. Su misión es reconocer posibles obstáculos que se encuentren en su zona de vigilancia. En función de la distancia del obstáculo, emite una señal sonora cuya frecuencia aumenta a medida que el objeto se acerca.

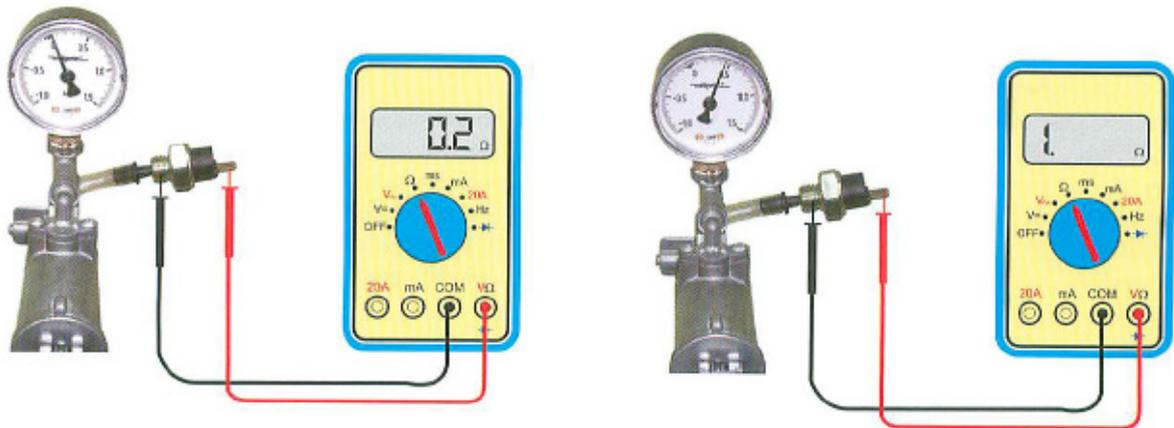
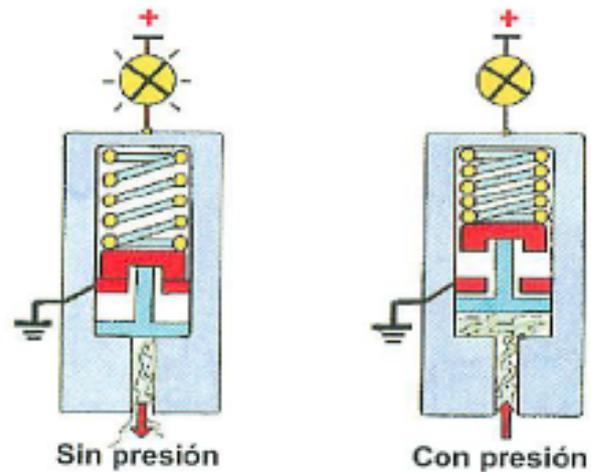
INTERRUPTORES Y CONMUTADORES

En automoción son muy comunes este tipo de sensores. El funcionamiento es muy simple, el circuito eléctrico se abre o se cierra, o se conmuta con otro circuito.

Su accionamiento puede ser:

- Mecánico, activado el conmutador o interruptor por el conductor (luces, limpias, intermitentes, luneta térmica, elevelunas, freno,...)
- Accionados por alguna magnitud física (presión de aceite, presión de refrigerante, termocontacto,...)

MANOCONTACTO DE PRESIÓN DE ACEITE



TERMOCONTACTO

Según la temperatura del motor, conectará el electroventilador en velocidad lenta o rápida.

2. ACTUADORES

GENERALIDADES

Actuadores es el nombre que se utiliza para definir a todos los dispositivos que transforman la energía eléctrica que reciben en otro tipo de energía, ya sea mecánica, térmica, luminosa, etc.

Como se ha visto, los sensores son los elementos que proporcionan información a la UCE; ésta realiza los cálculos necesarios para el funcionamiento del sistema y envía señales eléctricas hacia los actuadores para que realicen un trabajo concreto.

Los actuadores utilizados en el automóvil son cada vez más variados y numerosos como consecuencia de la mayor incorporación de nuevos sistemas electrónicos.

Algunos son muy simples, como el relé, y otros son muy complejos, como las pantallas de cristal líquido

TIPOS DE ACTUADORES

- Electromagnéticos: son los basados en el magnetismo y electromagnetismo como relés, inyectores, electroválvulas, bobina de encendido, alternador, embrague compresor A/A.
- Calefactores: transforman en calor la energía eléctrica; luneta térmica, precalentadores diésel.
- Electromotores: convierten la energía eléctrica en movimiento; motor de arranque, bomba de gasolina, motores de elevación, motores paso a paso,...
- Acústicos: transforman la electricidad en sonido; altavoces, claxon.
- Pantallas de cristal líquido: transforman la señal eléctrica en información gráfica o visual; cuadro de instrumentos, pantalla del GPS, etc.
- Piezoeléctricos: utilizan el fenómeno piezoeléctrico inverso, es decir, aplicando tensión se consigue que el cristal de cuarzo se hiche y ejerza presión; nuevos inyectores.



ACTUADORES ELECTROMAGNÉTICOS

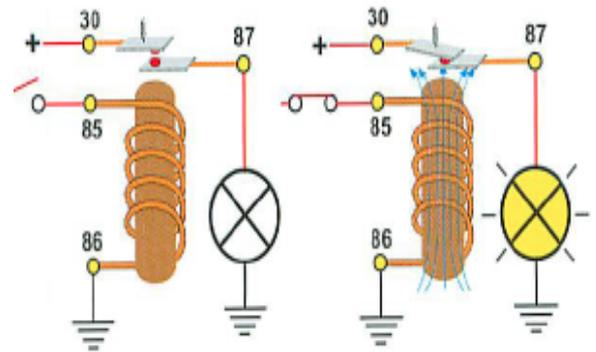
Se basan en el magnetismo:

- El que tienen los imanes de modo natural
- El creado por la electricidad (electroimán)
- El de la inducción magnética (bobina de encendido)

RELÉ

El funcionamiento del relé se basa en el efecto electroimán que tiene lugar cuando pasa una corriente por una bobina arrollada a un núcleo de hierro dulce.

El relé se usa para controlar una corriente elevada mediante otra mucho más pequeña. En caso de avería, es un elemento barato y fácil de sustituir.



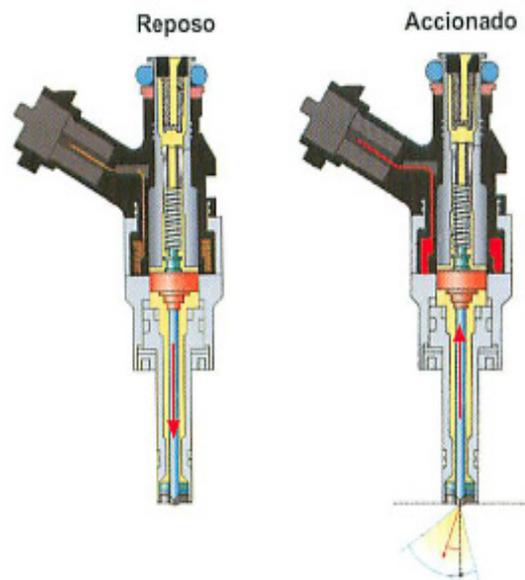
INYECTOR

Es un dispositivo electromagnético que funciona abriendo o cerrando el circuito de presión de combustible cuando recibe impulsos eléctricos desde la Unidad de Control Electrónico del motor.

Está constituido esencialmente por una bobina y una aguja inyectora que se mantiene en reposo por la fuerza ejercida por un muelle.

Cuando la bobina recibe corriente, la aguja se levanta de su asiento por el efecto electroimán y el combustible puede salir a presión por uno o varios orificios calibrados.

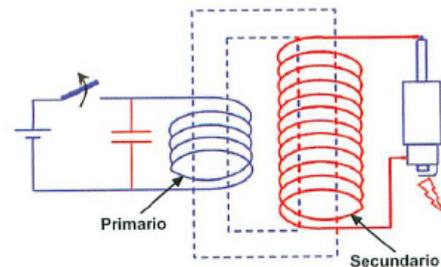
La cantidad exacta de combustible viene determinada por la duración del impulso eléctrico. Este impulso es controlado por la UCE del motor en función de las necesidades de combustible y puede variar en tiempo entre uno y varios milisegundos.



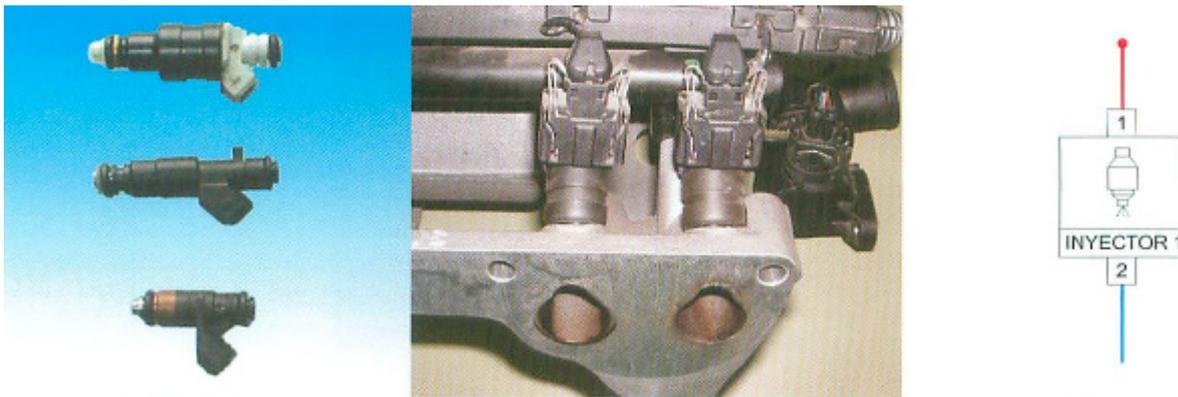
BOBINA DE ENCENDIDO

Se basa en el fenómeno de la inducción mutua. El bobinado primario tiene pocas espiras de hilo grueso. El secundario, en cambio, muchas espiras de hilo fino. Los dos bobinados están arrollados alrededor del mismo núcleo.

Actúa como un transformador, las variaciones de tensión que ocurren en el primario se reproducen en el secundario pero multiplicadas por un factor que depende de la relación entre el número de espiras de ambos bobinados.



ACTUADOR ELECTROMAGNÉTICO: INYECTOR DE GASOLINA

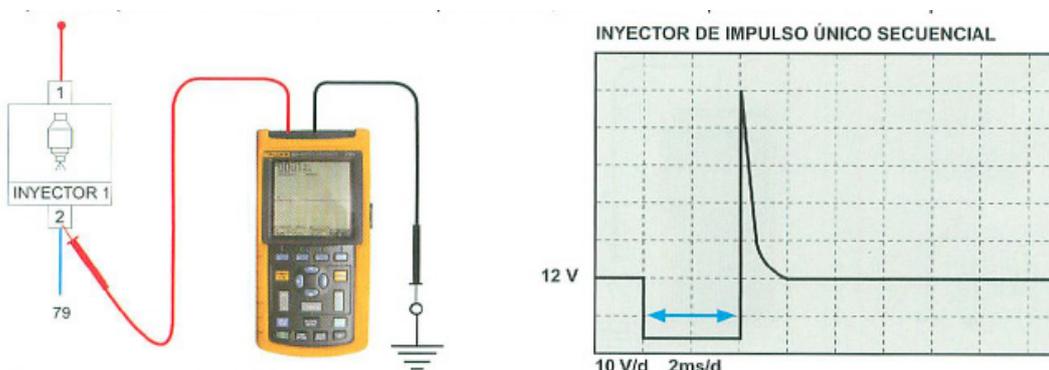


Los inyectores o electroválvulas de inyección son los encargados de dosificar el combustible necesario para cada fase de funcionamiento del motor. Su principio de funcionamiento está explicado en la página anterior. Existen dos tipos claramente diferenciados en función de que el sistema sea de inyección directa o indirecta. Los de inyección indirecta están ubicados en el colector de admisión, los de inyección directa están montados en la culata de forma que inyectan el combustible en el interior del cilindro. En caso de avería, el cilindro correspondiente se queda sin combustible y no funciona. También puede pasar, aunque es poco probable, que el inyector se quede abierto. En este caso se producirán graves averías mecánicas. Cuando falla un inyector, la UCE aumenta la activación de los demás para mantener el régimen de ralentí

COMPROBACIONES

Antes de analizar la señal es necesario verificar la resistencia de la bobina del inyector, la alimentación, la continuidad del cableado y el aislamiento a masa.

A continuación conectamos el osciloscopio entre en terminal de activación y masa. Con el motor en marcha hemos de apreciar el tiempo de activación del inyector. Al acelerar, tiene que aumentar el tiempo y al soltar el acelerador de golpe, tiene que desaparecer la activación, señal de que funciona el corte en marcha por inercia. Los inyectores pueden ser activados con un impulso único, con tren de impulsos o con doble impulso.



PRÁCTICA APCA 128, Comprobación del inyector

En la imagen, une los nombres con la imagen que corresponda



Actuador

Imagen del actuador

Símbolo

Regulador

Mide la R del inyector =

Si conectásemos 4 inyectores en paralelo, cuál sería su R =

Mide la tensión de alimentación del inyector V =

Dibuja la señal del inyector, con el potenciómetro en la posición 4.

Indica las escalas del osciloscopio:

¿Cuál es la frecuencia de la señal? $f =$

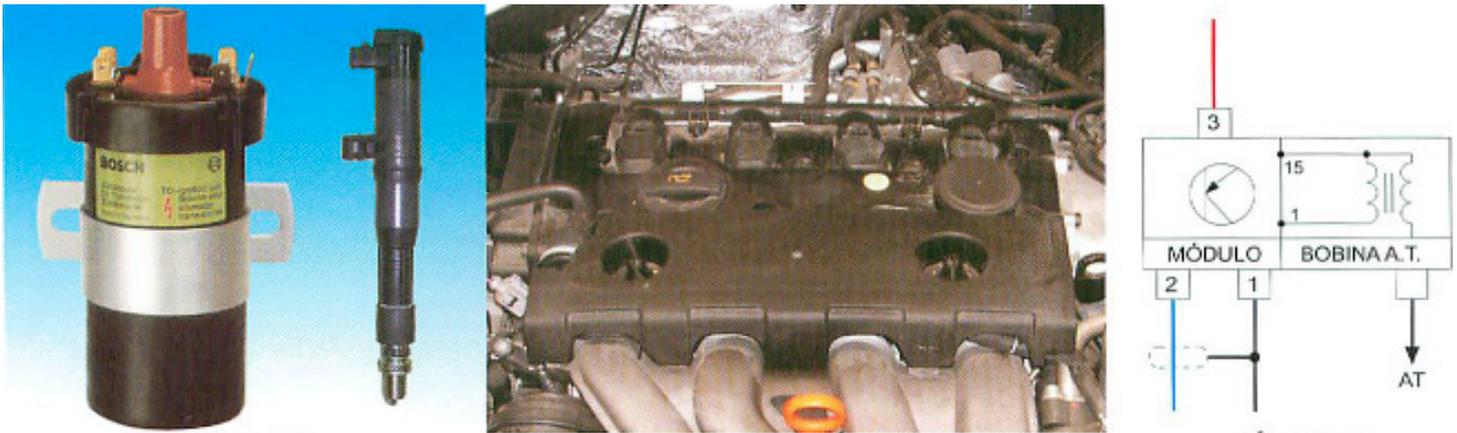
¿Tiempo de inyucción?

¿Pico de tensión? V =

El cambio de ajuste en el potenciómetro, ¿qué efecto tiene en la señal?

Mediante el conmutador, provoca la avería y realiza la diagnosis

ACTUADOR ELECTROMAGNÉTICO: BOBINA DE ENCENDIDO



Es el transformador utilizado para generar la alta tensión necesaria para el salto de chispa en las bujías. Existen varios tipos de bobinas. La clásica que entrega la alta tensión al distribuidor y de allí se reparte a todos los cilindros. La DIS que genera dos chispas simultáneas de alta tensión y se elimina el distribuidor. Y la bobina individual, que genera la chispa para una sola bujía eliminando incluso los cables de alta. En caso de avería, dejarán de funcionar los cilindros afectados.

COMPROBACIÓN

- Resistencia del primario
- Resistencia del secundario
- Aislamiento con masa
- Señal del primario, medida entre negativo de la bobina (1) y masa

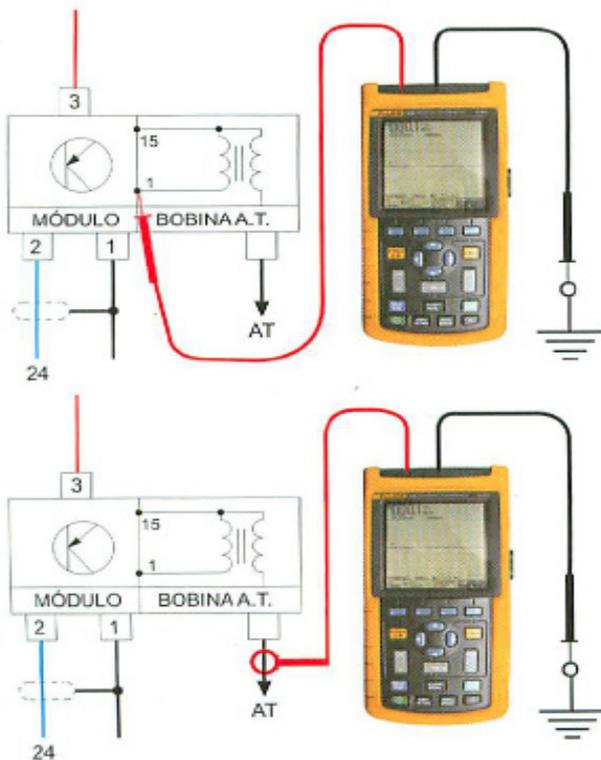


IMAGEN DE PRIMARIO

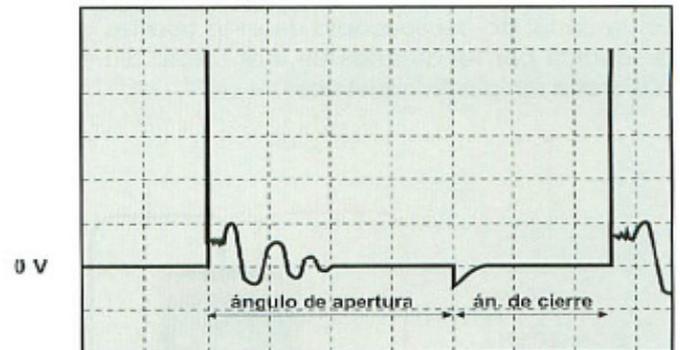
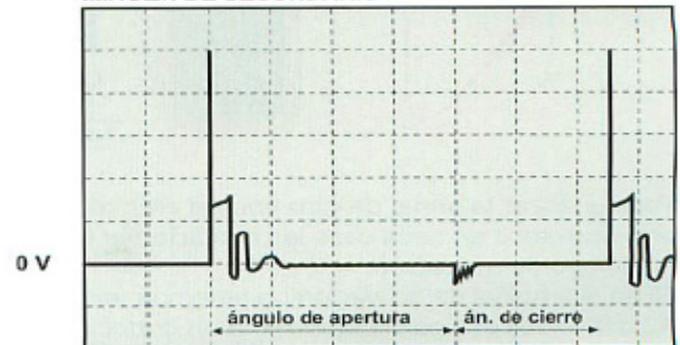


IMAGEN DE SECUNDARIO



Indice

SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE DEL VEHÍCULO

5ª UNIDAD DIDÁCTICA: SISTEMAS DE CARGA

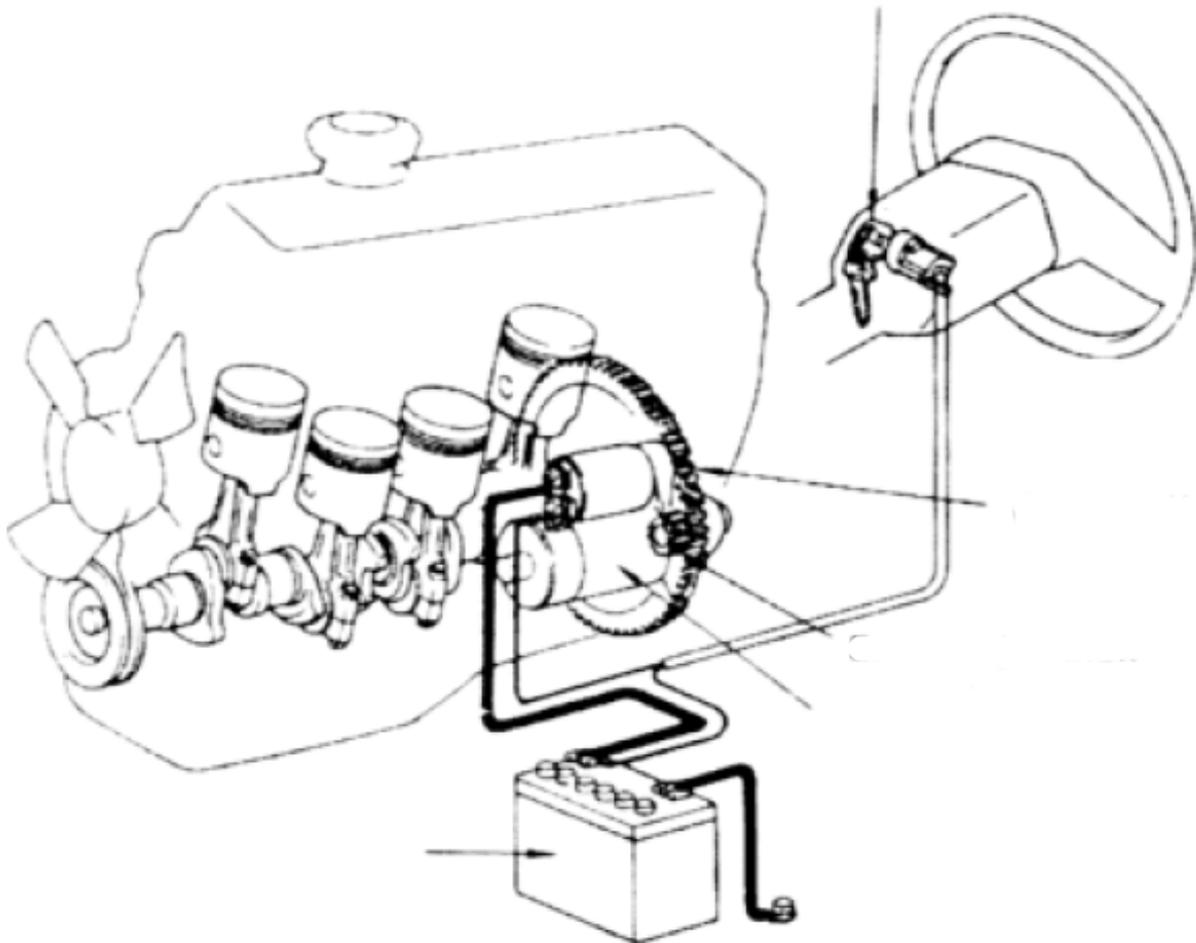
1. ACUMULADORES PARA AUTOMOCIÓN. BATERIAS.....	145
2. SISTEMAS DE CARGA. ALTERNADOR.....	158

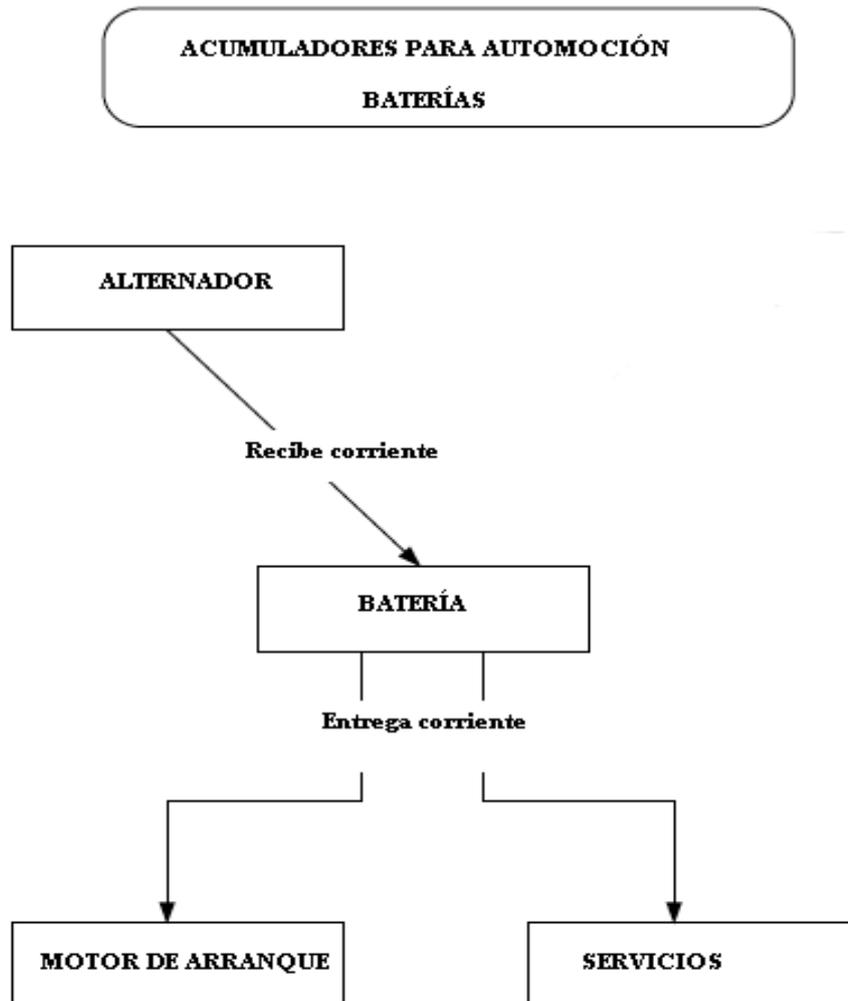
6ª UNIDAD DIDÁCTICA: SISTEMAS DE ARRANQUE

1. SISTEMAS DE ARRANQUE.....	172
------------------------------	-----

1. ACUMULADORES PARA AUTOMOCIÓN. BATERÍAS

El uso del motor de arranque (para poner en marcha el motor térmico) es el motivo por el cual es necesaria la batería en el vehículo. Es necesario un acumulador de energía eléctrica para poder mover el motor de arranque.





Actividades iniciales

1. ¿Qué es un acumulador para vehículos?
2. ¿Conoces los tipos de acumuladores para automoción? Si es así, nómbralos.
3. En tu opinión, ¿las baterías deben comprobarse periódicamente? Si es así, ¿cada cuánto?
4. ¿Se puede poner cualquier batería en cualquier vehículo? ¿Por qué?
5. ¿Las baterías de automoción son recargables?

Misión de la batería

La batería es requerida desde el mismo momento en que queremos arrancar el vehículo, pues necesitamos una fuente que suministre la energía necesaria para hacer funcionar el motor de arranque a un mínimo de revoluciones que sean suficientes para que se produzca la ignición de la mezcla.

Con el motor térmico parado o girando a pocas revoluciones, el alternador no es capaz de suministrar la tensión necesaria para conseguir que la unidad de control del vehículo se ponga en funcionamiento y active los circuitos auxiliares (chispa, bomba de gasolina, etc). La batería es quien aporta esta energía.

La batería es, pues, un almacén capaz de transformar la energía eléctrica que recibe del alternador en energía electroquímica y almacenarla en su interior para, posteriormente, cuando sea requerida, realizar el proceso contrario.

Componentes de la batería

Monobloque: es la caja o recipiente, generalmente dividida en seis compartimentos estancos.

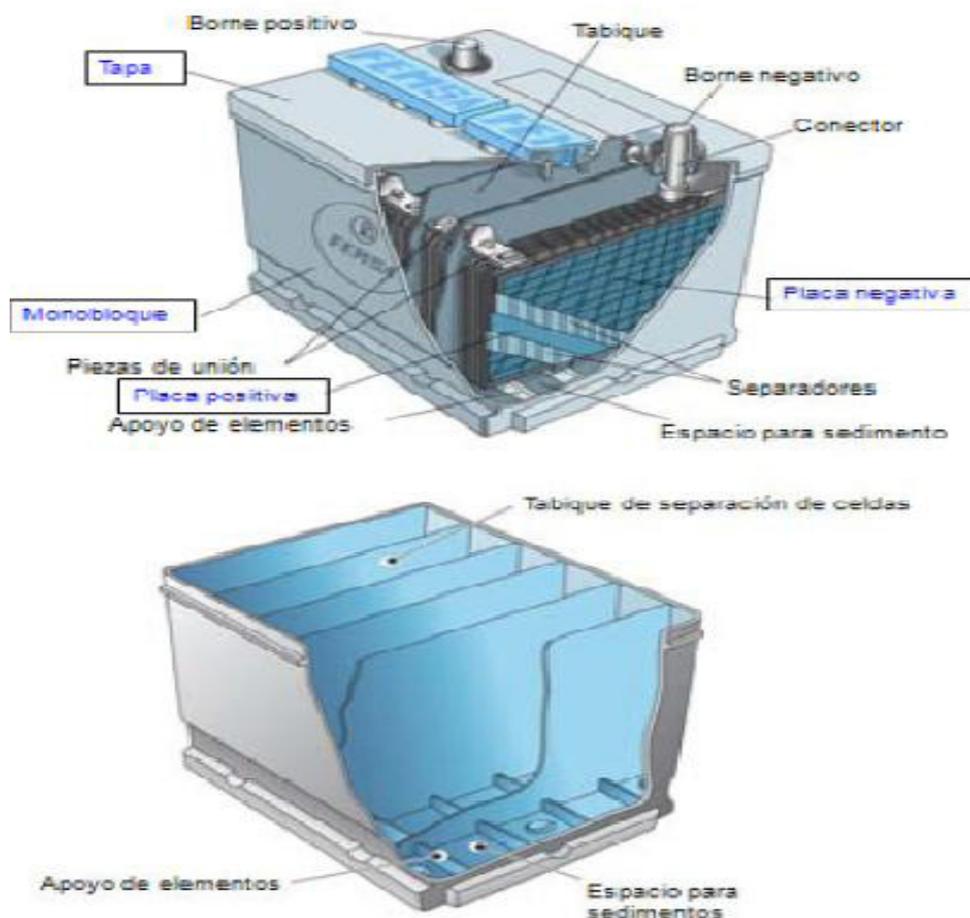
Tapa: cierra la caja por arriba.

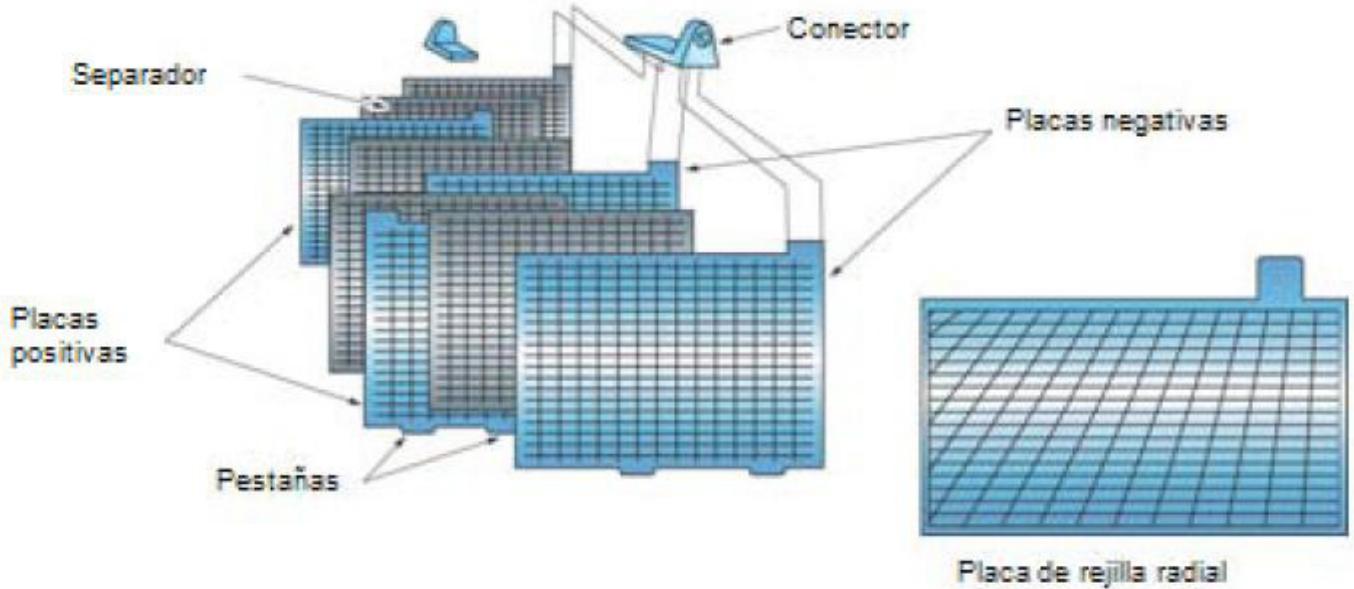
Placas: las placas (positivas y negativas) contienen la materia activa.

Separadores: láminas de material aislante (tipo papel) que tienen la función de evitar el contacto entre las placas positivas y las negativas.

Elementos: el elemento está compuesto de un conjunto de placas unidas por un conector. Habrá pues elementos positivos y elementos negativos.

Electrolito: líquido compuesto de la mezcla de agua destilada y ácido sulfúrico (baterías de arranque)





Proceso electroquímico de la batería (funcionamiento)

Para entender mejor los fenómenos electroquímicos que ocurren en el funcionamiento normal de la batería, supondremos que tenemos un solo elemento con dos placa (una + y otra -). Por supuesto, todo lo que ocurre entre estas dos placas ocurre en todo el conjunto.

Proceso de descarga

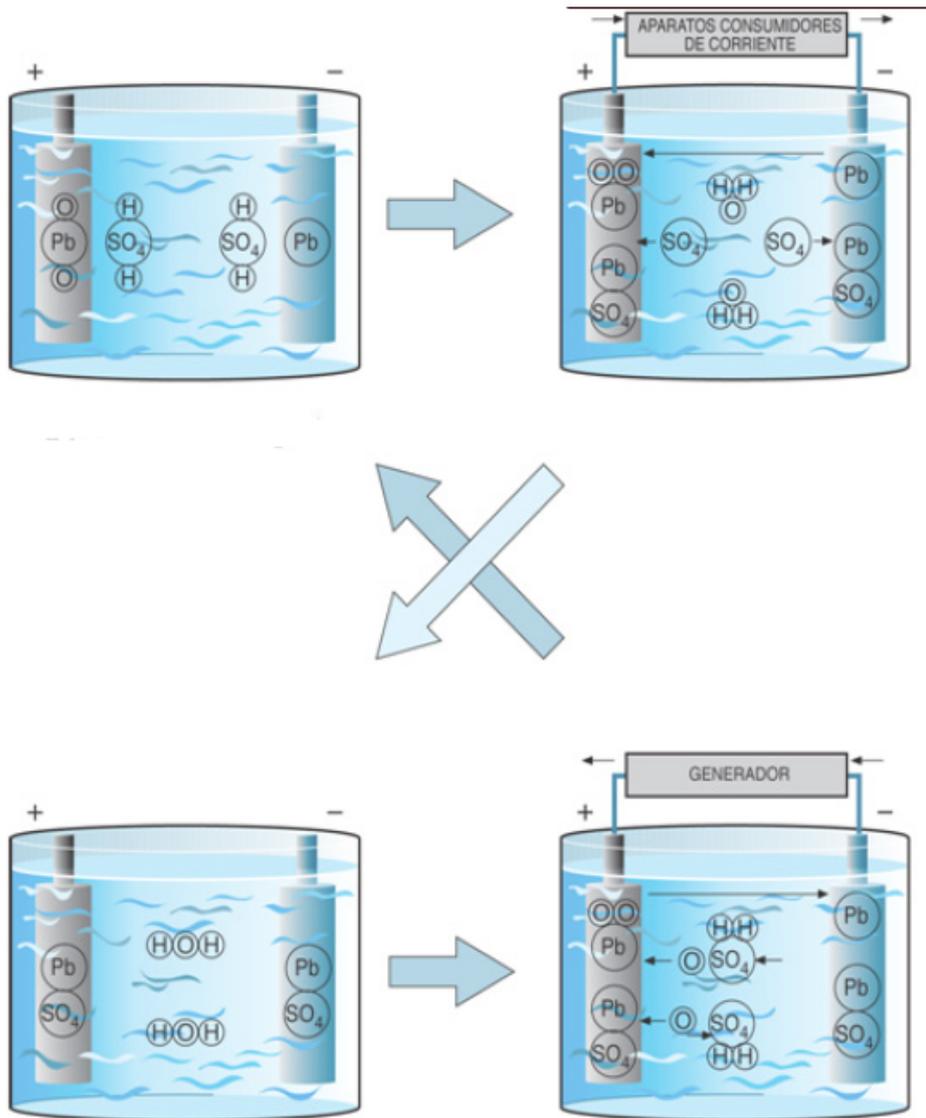
Al conectar el circuito consumidor comienza el flujo de corriente y entonces el sulfúrico del electrolito reacciona con las placas.

La consecuencia es que el porcentaje de ácido en el electrolito disminuye y, por lo tanto, también baja la densidad de éste. Nos basaremos en este punto para conocer el estado de carga de la batería.

Proceso de carga

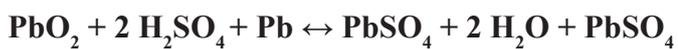
Cuando se conecta en paralelo con la batería un generador de electricidad que suministra corriente en sentido contrario al de descarga, el proceso electroquímico anterior ocurre a la inversa, y el sulfato de plomo de las placas reacciona, entregando ácido sulfúrico al electrolito, y aumentando la densidad del mismo.

Si después de completar la carga se sigue suministrando corriente a la batería, tendrá lugar un fenómeno de electrolisis: en las placas positivas se liberan burbujas de oxígeno (O₂) y en las negativas de hidrógeno (H₂), con la consiguiente pérdida de agua.



El proceso químico que ocurre entre placas y electrolito, proceso de descarga y de carga, se resume en la siguiente ecuación química:

Cargada → descarga → Descargada



Cargada ← carga ← Descargada

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE UNA BATERÍA

Capacidad

La capacidad de una batería, desde el estado de plena carga hasta el de descarga total, es la cantidad de electricidad que puede dar (o que puede almacenar, si es el proceso inverso).

$$C = I \cdot t$$

Se mide en amperio-hora (Ah)

I = intensidad de descarga

t = tiempo que dura la descarga

Esta capacidad no es fija, sino que depende sobre todo de:

- a) La cantidad de materia activa: depende del número de placas y del tamaño de estas, así como del proceso de fabricación y material empleado.
- b) El régimen de descarga: el rendimiento aumenta cuanto más lenta y suave sea la descarga. La capacidad nominal se da para una descarga total durante 20 horas a corriente constante.
- c) La temperatura: la capacidad disminuye con el frío. La temperatura de referencia es de 25 °C. (A una temperatura de -18 °C la capacidad de arranque disminuye un 55%).

Tensiones

En una batería pueden definirse tres tensiones, cada una con su significado:

Tensión nominal. Es la indicada por el fabricante en la etiqueta de características. Va en función del número de vasos; 6 V si tiene 3 vasos, 12 V la de 6 vasos, y 24 V la de 12 vasos.

Tensión en vacío. Tensión medida en bornes con la batería SIN alimentar a ningún circuito. Estando totalmente cargada, una batería de 6 vasos debe estar cerca de los 13.2 V.

Tensión eficaz. Tensión medida en bornes, con la batería suministrando corriente a algún circuito. Esta tensión depende del régimen de descarga (valor de la corriente) así como de la resistencia interna de la batería, factor que depende del nivel o estado de carga (a más carga, menos resistencia):

$$E = E_v - I \cdot r_i$$

donde:

E = Tensión eficaz

E_v = Tensión en vacío

I = intensidad de corriente de descarga

r_i = resistencia interna de la batería

SUSTITUCIÓN DE BATERÍAS

Lo primero que hay que tener en cuenta a la hora de sustituir una batería es su capacidad nominal; la nueva batería debe tener la misma capacidad, o más.

En el proceso de cambio, tendremos en cuenta lo siguiente:

- En primer lugar, desconectar el borne negativo.
- Tras quitar la batería vieja, observar el lugar de alojamiento, por si hay restos de corrosión, y limpiar con una mezcla de agua con bicarbonato.
- Pintar con pintura anticorrosión las zonas metálicas afectadas, una vez estén secas.
- Observar los cables y terminales; si están dañados, cambiar o reparar.
- Colocar la nueva batería, asegurándonos que queda correctamente metida en su sitio.
- Verificar la polaridad de bornes y terminales de cables; si se invierte la polaridad, se destruirán los diodos del alternador.
- Conectar los terminales a los bornes y apretar, acordándose de dejar para el final el negativo.

Comprobación

Se puede decir que la batería funciona bien si, estando cargada, es capaz de suministrar suficiente corriente al motor de arranque y éste, a su vez, es capaz de poner en marcha el motor térmico. Si no es así, el funcionamiento no será el debido.

Recordar:

El no trabajar correctamente no significa que la batería esté estropeada o vieja; puede ser, simplemente, que esté descargada.

PROCESO DE COMPROBACIÓN

Comprobación visual

- Comprobar que la batería es la adecuada para el trabajo que va a realizar.
- Verificar que el monobloque o la tapa no tienen grietas ni roturas.
- Asegurarse que la batería está firmemente sujeta en su alojamiento.
- Comprobar el correcto apriete de los terminales en los bornes, y la ausencia de cortocircuitos.
- Verificar que el electrolito cubre todas las placas.
- Verificar la correcta tensión de la correa del alternador.

Comprobación con densímetro

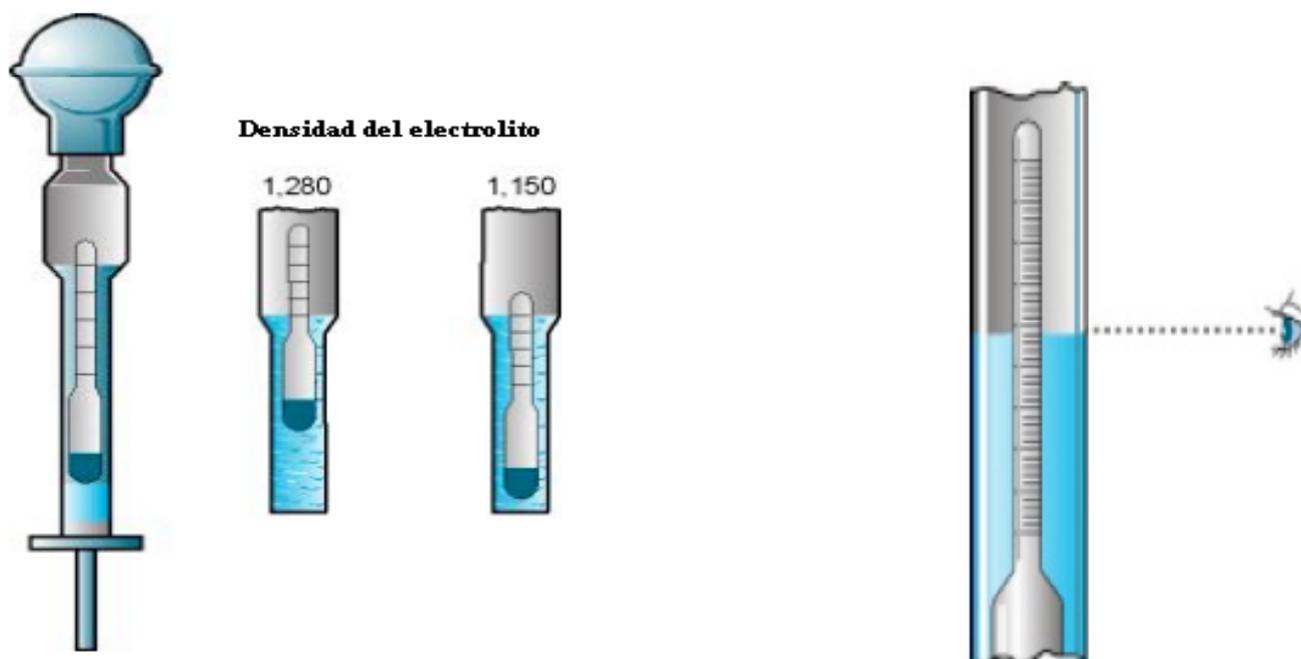
- Succionar varias veces electrolito con el densímetro antes de efectuar la medida.
- Aspirar una cantidad de electrolito suficiente como para leer directamente sobre la escala del indicador manteniendo el líquido al nivel del ojo.
- El densímetro se mantendrá vertical durante la lectura; el flotador no debe tocar el tubo.
- El nivel superior del electrolito sobre la escala marca la lectura.
- La lectura se realizará con la batería en reposo (esperar un mínimo de 30 minutos después de una carga), con el nivel adecuado de electrolito (1 cm por encima de las placas), y a 25 °C de temperatura, pues a distinta temperatura tendremos que hacer una corrección de la densidad.

El estado de carga lo podemos determinar por la tabla densidad-carga mostrada a continuación:

Tabla densidad-carga:

Densidad a 25 °C	Carga
1.270-1.290	100 %
1.230-1.250	75 %
1.200-1.220	50 %
1.170-1.190	25 %
1.140-1.160	Muy poca capacidad útil
1.110-1.130	Descargada

- Medir la densidad vaso por vaso. Si se encuentra una diferencia entre vasos igual o mayor a 0.030 g/cm³, se considera que la batería está en mal estado.



Comprobación mediante voltímetro

- Este tipo de medición es el más empleado debido a su sencillez. Para que resulte fiable se debe realizar con equipos especialmente sensibles, dado que una pequeña variación de lectura provoca grandes desviaciones en el resultado. Presenta el inconveniente de tener que realizar la medición sobre el total de celdas de la batería. El principio de funcionamiento consiste en que, a medida que cargamos la batería, aumenta la diferencia de potencial de cada celda. Esta variación en una batería líquida va desde un valor de 1,98 V a 2,11 V. Esta variación de 0,13 V representa en una batería de 12 V (6 celdas) una variación total de: $0,13 \times 6 = 0,78$ V. La tabla relacional para baterías de 12 y 24 voltios tanto líquidas como de gel es:

ESTADO DE CARGA	LIQUID	GEL	LIQUID	GEL
STATE OF CHARGE	 12 V	 12 V	 24 V	 24 V
 <20%	< 11.9	< 12.1	< 23.8	< 24.2
 25%	12.1	12.3	24.3	24.5
 50%	12.3	12.5	24.6	25
 75%	12.5	12.8	25	25.5
 100%	12.7	13	25.4	26

- Mientras se carga, se puede comprobar el estado de la batería de esta manera:

a) Conecta la batería a un cargador y selecciona la intensidad recomendada. Sin desconectar la batería del cargador, mide la tensión en bornes; si a los tres minutos de comenzada la carga la tensión es de 15,5 V o más, la batería está en mal estado.

b) Si al conectar la batería al cargador y seleccionar la intensidad de carga adecuada el amperímetro indica 0, significa que no puede circular la corriente de carga por estar el circuito interior interrumpido; se puede intentar con una intensidad mayor, pero si no responde, la batería ya no vale.

- Después de terminar la carga, si al cabo de cuatro o cinco horas la tensión en bornes es menor a 12,7 V, es señal de que la batería no está bien del todo.

Comprobación mediante descarga rápida

Esta comprobación se hace con un equipo (llamado “machete”) que es capaz de provocar una descarga de entre 200 a 400 A, a la vez que mide la caída de tensión ocurrida en la batería. La prueba no debe durar más de 5 o 6 segundos. La caída de tensión debe ser constante durante ese tiempo, con un valor de unos 9 V. Este método es muy duro para la batería, y si su estado no es bueno o la batería tiene unos cuantos años, puede acarrear su deterioro definitivo.

Comprobación mediante comprobador electrónico



Su empleo es muy sencillo: se conectan las pinzas correctamente, roja en positivo y negra en negativo, y se van siguiendo las indicaciones de la pantalla.

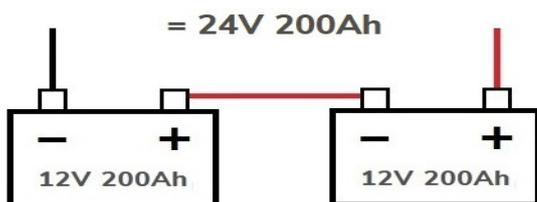
AGRUPACIÓN DE BATERÍAS

La agrupación se puede realizar en Serie o en Paralelo. En cada caso ha de cumplirse una condición previa, y en cada caso también, se suma una magnitud eléctrica.

- SERIE

CONEXIÓN EN SERIE

Condición: misma Capacidad

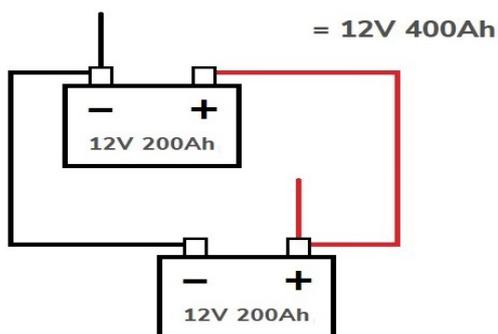


Suma de Tensiones

- PARALELO

CONEXIÓN EN PARALELO

Condición: misma Tensión



Suma de Capacidades

Métodos de carga

Los métodos de carga se pueden clasificar en:

Carga rápida

Intensidad descendente (carga manual)

Carga lenta

Carga en 2 pasos (carga automática)

Para la carga rápida se necesita un cargador apropiado, y no es un método recomendable; en efecto, requiere una vigilancia mayor. Se suele utilizar cuando la batería está muy descargada y ha de ser usada de forma inmediata.

La corriente de carga ideal viene a ser 1/10 de la capacidad nominal, es decir, para una batería de 80 Ah, una carga de 8 A.

Puesta en carga de baterías

- 1- En primer lugar, observar los datos de la batería en su etiqueta: tensión nominal y capacidad.
- 2- Conectar las pinzas del cargador: pinza roja a positivo de batería, y pinza negra a negativo.
- 3- Antes de enchufar el cargador, comprobar que el selector está en la posición “TEST”; de esta manera, al enchufar no entrará directamente en carga.
- 4- Enchufar el cargador.
- 5- Estando en la posición “TEST”, el cargador está realizando la medida de tensión de la batería, pero NO está cargando.
- 6- Seleccionar la tensión de carga adecuada a nuestra batería (normalmente 12 V).
- 7- Seleccionar la intensidad de carga: carga normal o carga fuerte.
- 8- Colocar el conmutador del display en la posición “A”, para poder leer el valor de la intensidad de carga. Conforme se vaya cargando la batería, esta intensidad irá decreciendo.

El cargador grande (carro) tiene la opción de realizar una carga rápida, con un temporizador de hasta 60 minutos. Esta opción sólo debemos elegirla cuando el estado de la batería sea bueno y necesitemos cargarla urgentemente.

Para finalizar la carga, la desconexión se hará en el orden inverso, es decir, primero se desconecta el cargador pasando el conmutador a “OFF” o a “TEST”; en segundo lugar se desenchufa, y en último lugar se quitan las pinzas.



Causas que limitan la vida de las baterías

Sobrecarga

Si se sigue cargando una batería totalmente cargada, ocurre la descomposición del agua, con su correspondiente pérdida. La sobrecarga tiene estas consecuencias:

- Fuerte corrosión de las rejillas positivas; la consecuencia es una debilidad mecánica de las mismas y decrece la conductividad eléctrica.
- Concentración del electrolito, por pérdida de agua, aumentando la corrosión de los elementos, sobre todo con temperaturas altas.
- Deformación de las rejillas positivas, especialmente si la batería ha estado largo tiempo descargada.
- Corrosión en los alrededores de la batería: alojamiento, terminales, cables, etc.

Descarga prolongada

Una batería que ha estado durante mucho tiempo descargada, genera en sus placas un sulfato duro que luego es incapaz de volver a convertirse en materia activa.

Falta de agua

La pérdida de agua ocurre en el proceso de carga, por fuga de hidrógeno y oxígeno, por lo que debe reponerse (agua destilada), para que el nivel de electrolito no descienda por debajo del nivel de las placas.

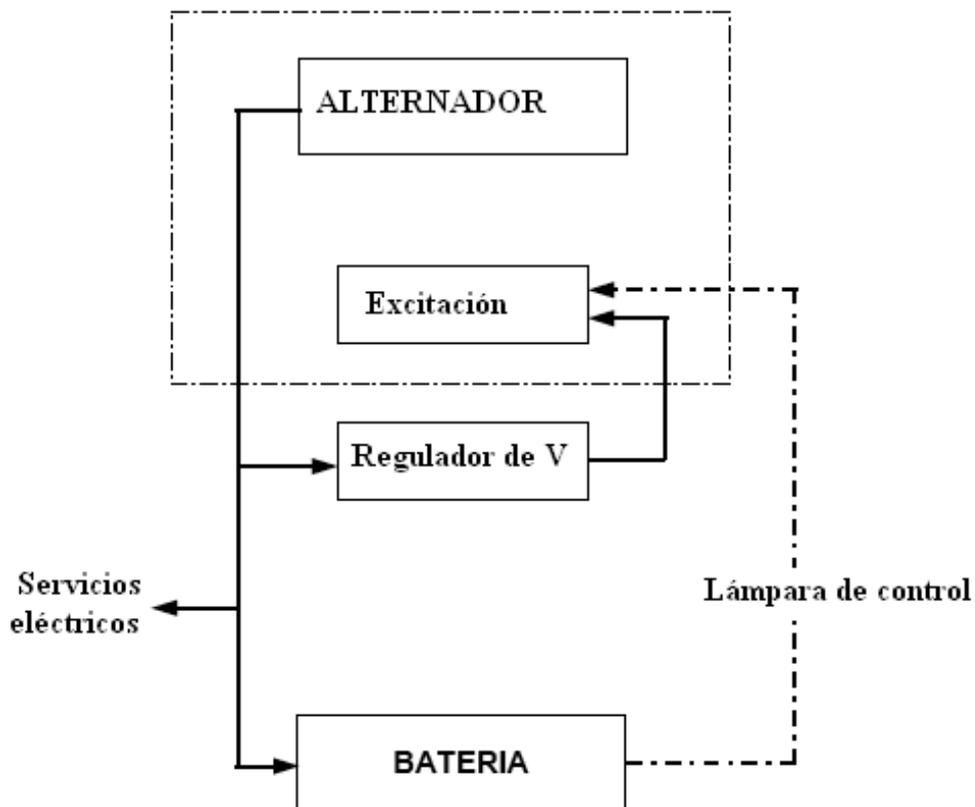
2. SISTEMAS DE CARGA. ALTERNADOR

Con la intención de mejorar la seguridad y el confort en los vehículos actuales, se han introducido, y cada vez más, multitud de sistemas eléctricos y electrónicos.

Por otra parte, debido al incremento del tráfico, sobre todo en ciudad, a menudo los motores se quedan largo tiempo girando al ralentí.

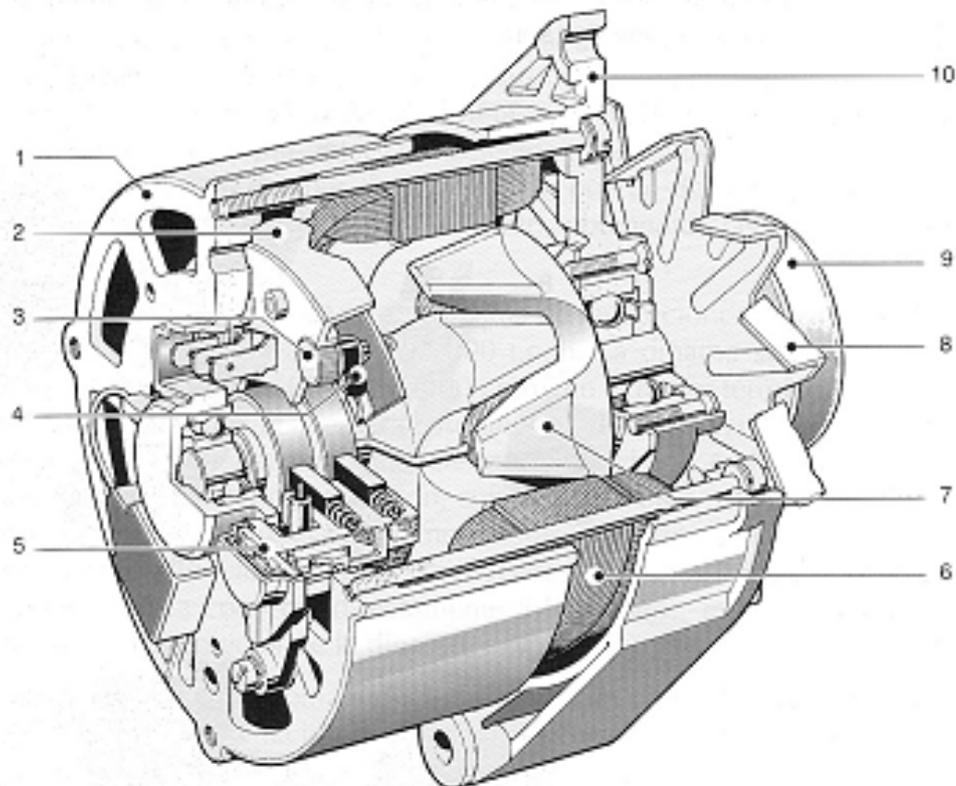
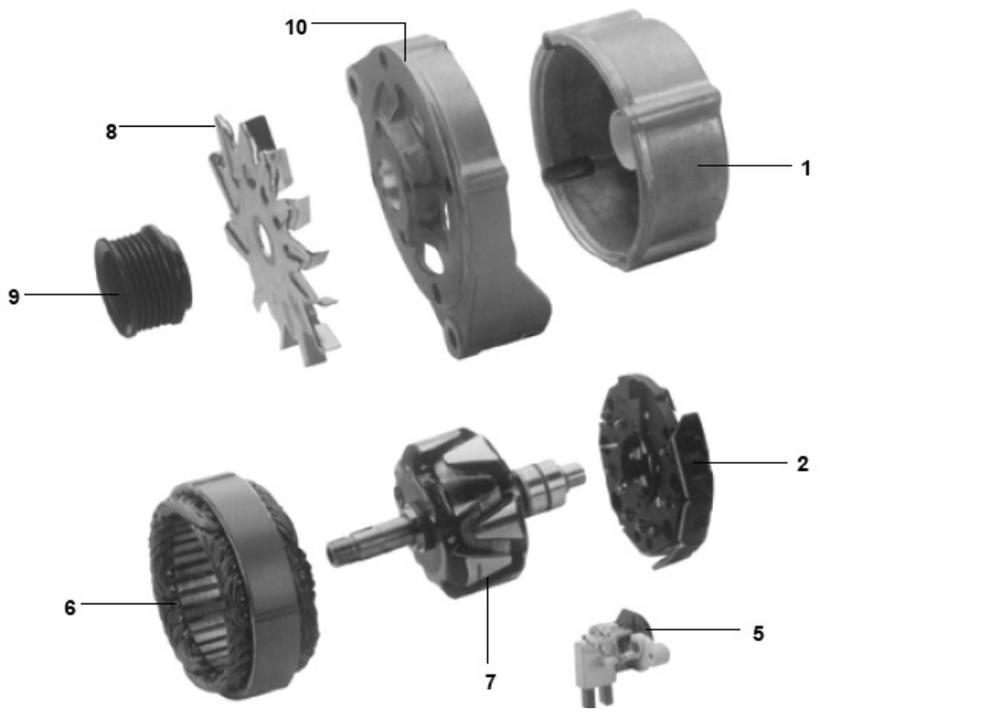
El alternador, incluso en las peores condiciones, ha de ser capaz de suministrar electricidad a todos los circuitos del vehículo, además de recargar la batería.

GENERADORES DE AC PARA AUTOMOCIÓN ALTERNADOR



Estructura del alternador

Para estudiar los elementos de un alternador, tomaremos como ejemplo el de polos intercalados, debido a que es el modelo más utilizado. Estos son sus componentes:



- | | |
|--|--|
| 1 Tapa cojinete lado de anillos rozantes | 6 Estátor |
| 2 Rectificador | 7 Rotor |
| 3 Diodo de potencia | 8 Ventilador |
| 4 Diodo de excitación | 9 Polea |
| 5 Regulador portaescobillas y escobillas de carbón | 10 Tapa cojinete lado de accionamiento |

Estátor

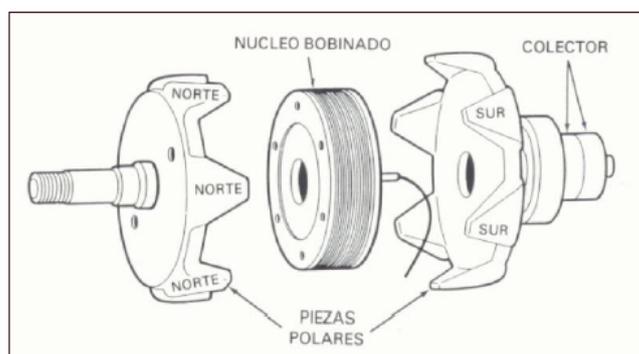
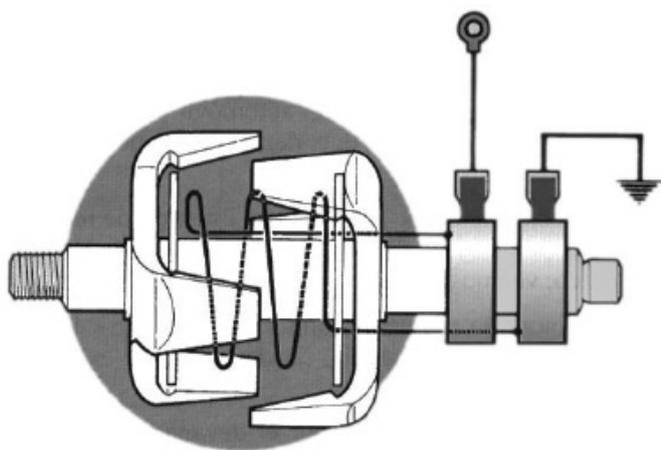
Está constituido por una armadura construida con un grupo de chapas troqueladas de acero con forma de corona circular. En el perímetro interior hay unas ranuras donde se sujetan los bobinados inducidos.

El perímetro exterior está mecanizado para colocar y sujetar las tapas: del lado del accionamiento (polea) y del lado de los anillos y escobillas. El bobinado inducido está formado por un grupo de espiras, siendo lo más habitual que sean tres bobinados (trifásico). El bobinado trifásico se puede conexas en estrella o en triángulo.

Rótor

Formado por un eje de acero donde se fijan los siguientes elementos:

las masas polares o colectores de flujo (magnético), construidas con dos discos de acero forjado, con forma almenada de tal forma que las puntas de un lado entran en los huecos del contrario; las puntas de un lado tienen una polaridad magnética (polos norte) y las del otro lado tienen la contraria (polos sur).



Un cilindro de material aislante sobre el que se moldean los dos anillos rozantes. Cada uno de estos anillos va conectado mediante soldadura a los extremos de la bobina inductora.

Un arrollamiento (bobinado) montado sobre un carrete aislante situado en el interior de la rueda polar, que forma la bobina inductora o de excitación, encargada de crear el magnetismo de los colectores de flujo.

La polea de accionamiento y el ventilador, fijados al eje mediante una chaveta.

Tapa del lado de accionamiento

Fabricada en fundición de aluminio. Sobre esta carcasa se encuentran los anclajes que la sujetan al motor del vehículo.

En su parte central se encuentra el orificio provisto del rodamiento en el que se apoya el eje del rotor.

Tapa del lado de los anillos rozantes

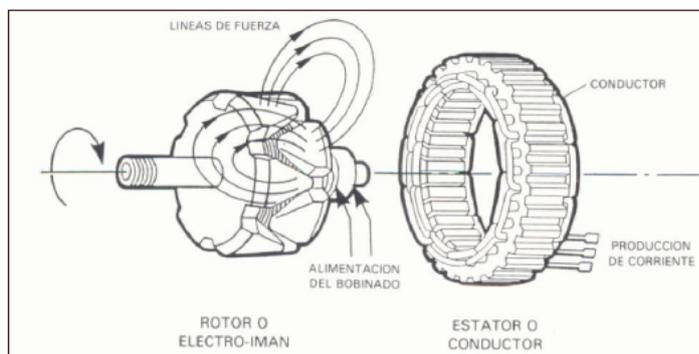
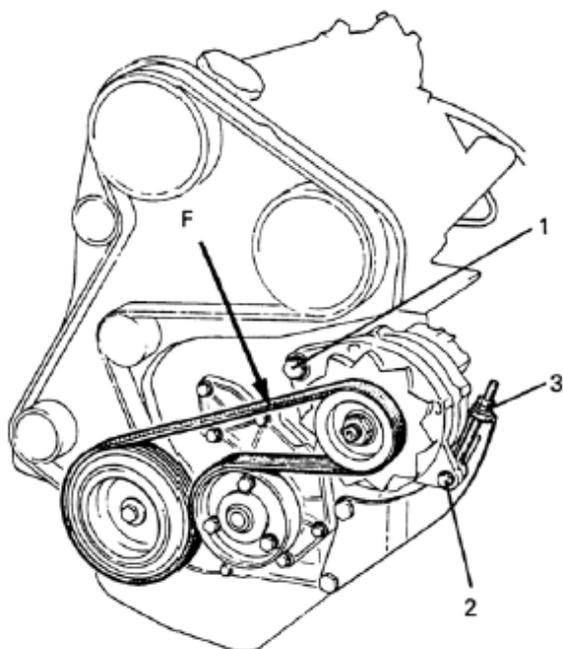
Como en el caso anterior, se fabrica en fundición de aluminio; incorpora los siguientes elementos:

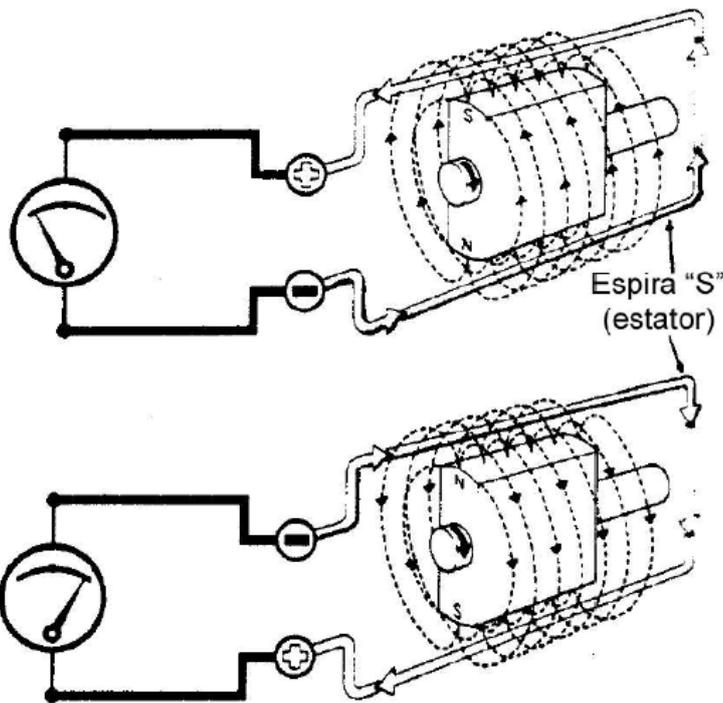
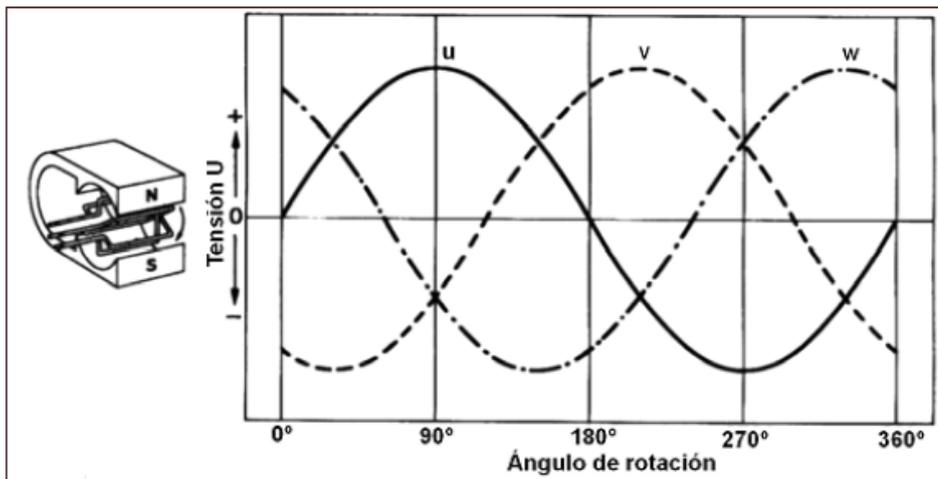
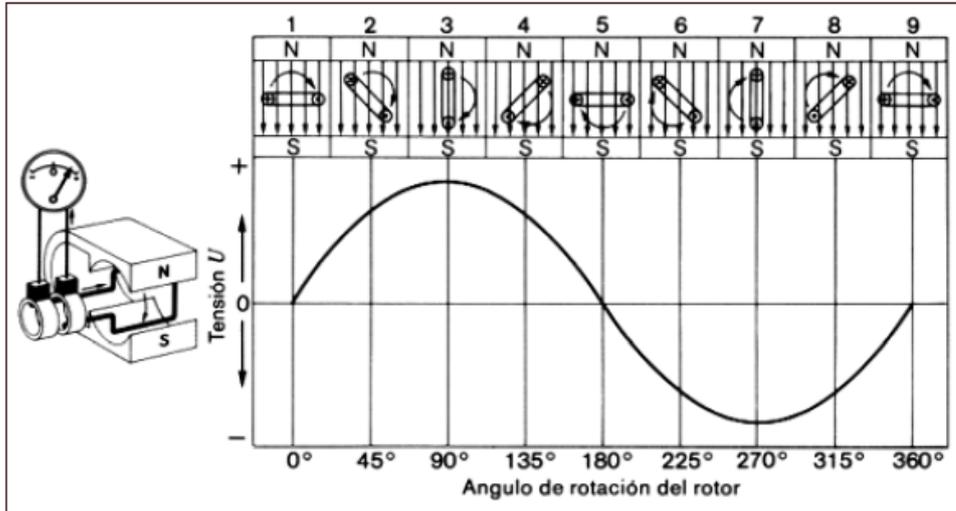
- **Portaescobillas**, con las escobillas de carbono, las cuales aprietan contra los anillos para realizar la conexión eléctrica para el paso de la pequeña corriente de excitación.
- **Puente rectificador**, montado en dos armaduras, una positiva y otra negativa; estas armaduras hacen de anclaje de los diodos rectificadores . El puente rectificador integra generalmente seis diodos de potencia, más tres de excitación.
- **Regulador electrónico**. A menudo forma un grupo junto con el portaescobillas.

También tiene el alojamiento para el rodamiento de apoyo del otro extremo del eje del rotor.

RECTIFICACIÓN DE CORRIENTE

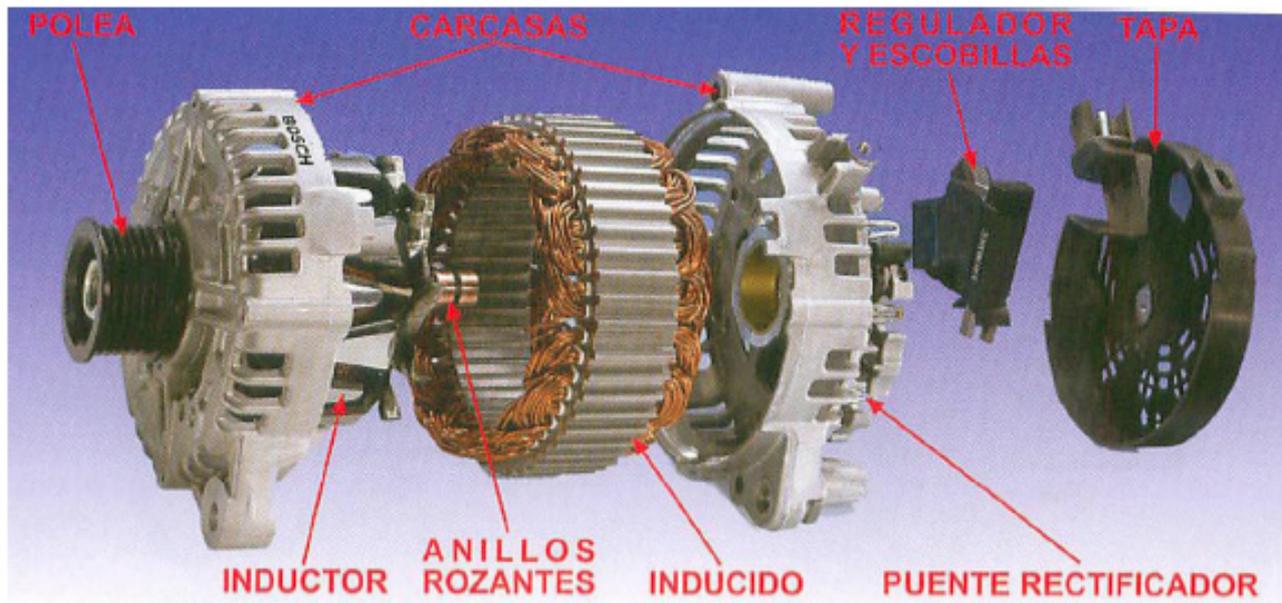
La corriente generada en los bobinados del estátor es de tipo alterno (AC). Esta corriente debe ser rectificada, es decir, convertida a continua (DC), para poder ser utilizada en los circuitos electrónicos y, fundamentalmente, para poder recargar la batería.





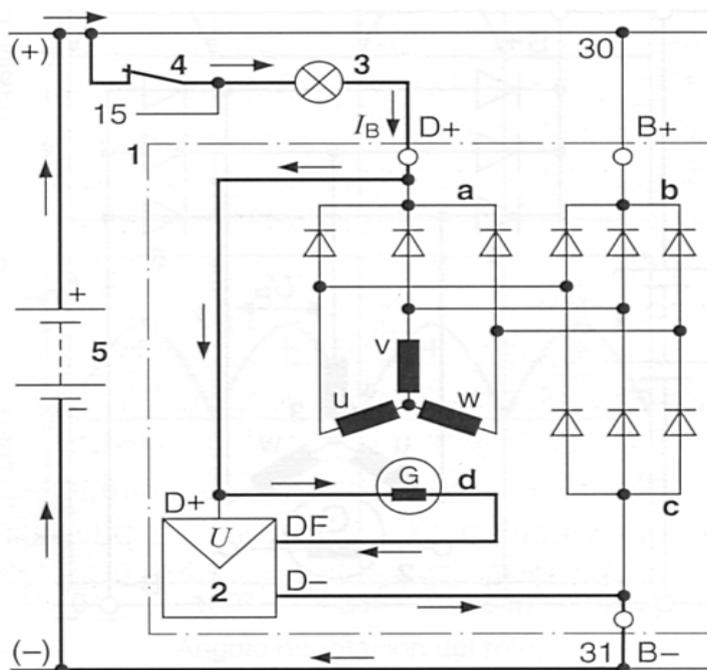
Funcionamiento del alternador

El bobinado del circuito de excitación es alimentado por la corriente que pasa por las escobillas y anillos rozantes. Una vez que el rotor se pone a girar (movido por la correa), se induce una corriente alterna en los bobinados del estátor, corriente que es rectificada por los diodos del puente.



Al dar contacto, sale una corriente desde la batería, pasa por la llave de contacto, lámpara de control, y bobinado de excitación (rótór), para llegar a masa después de pasar por el regulador.

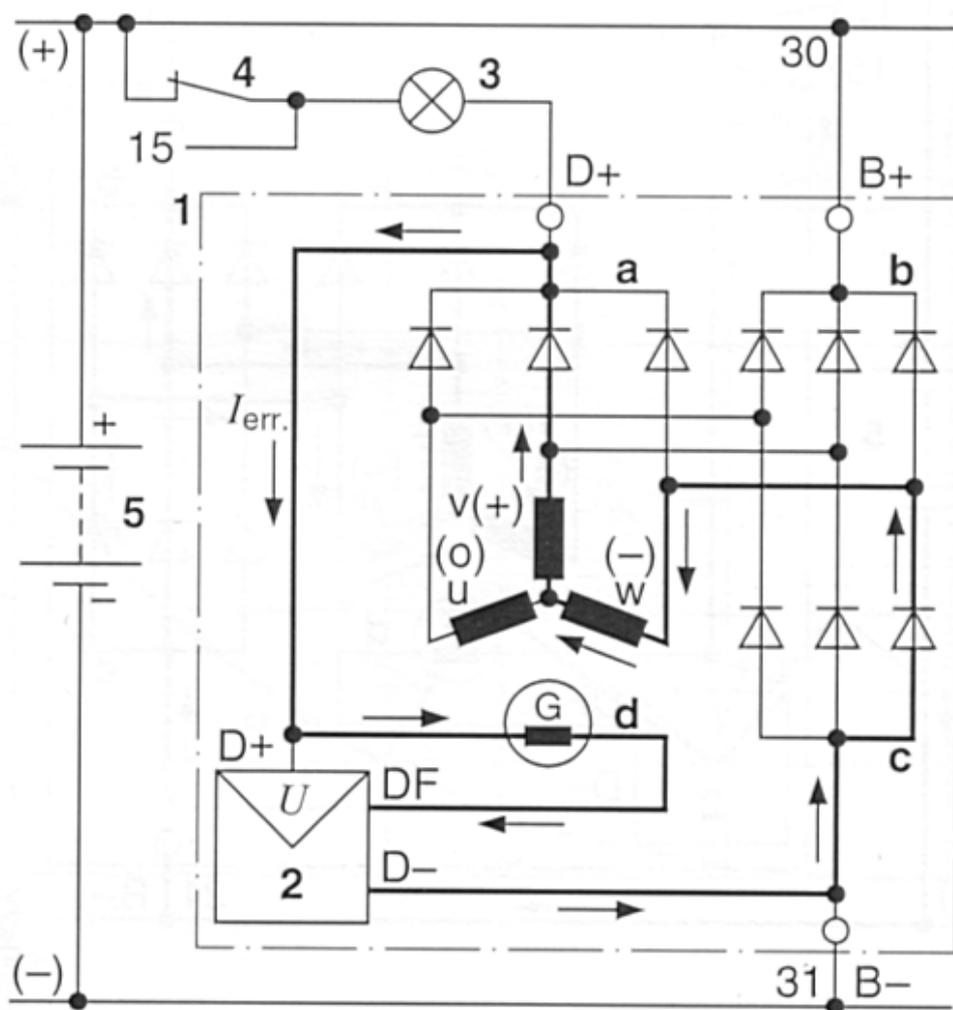
Esta corriente preexcita el alternador, lo cual es necesario para tener un campo magnético bueno en el r6tor que sea capaz de inducir corriente en el estátor cuando se ponga a girar.



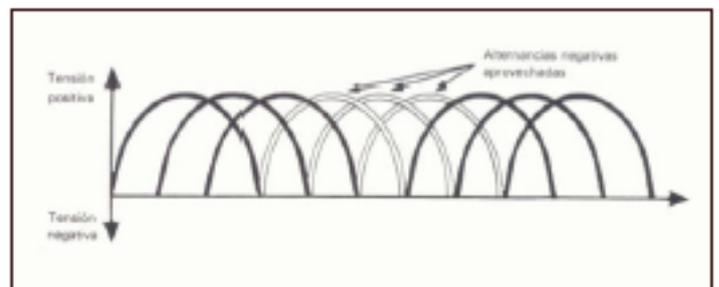
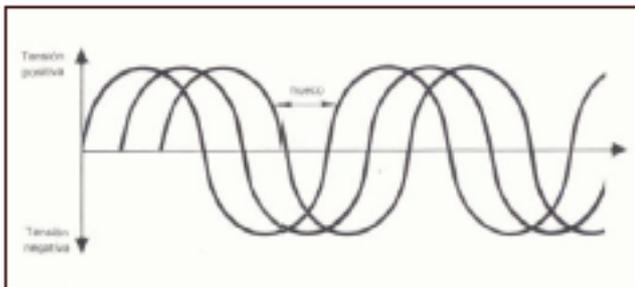
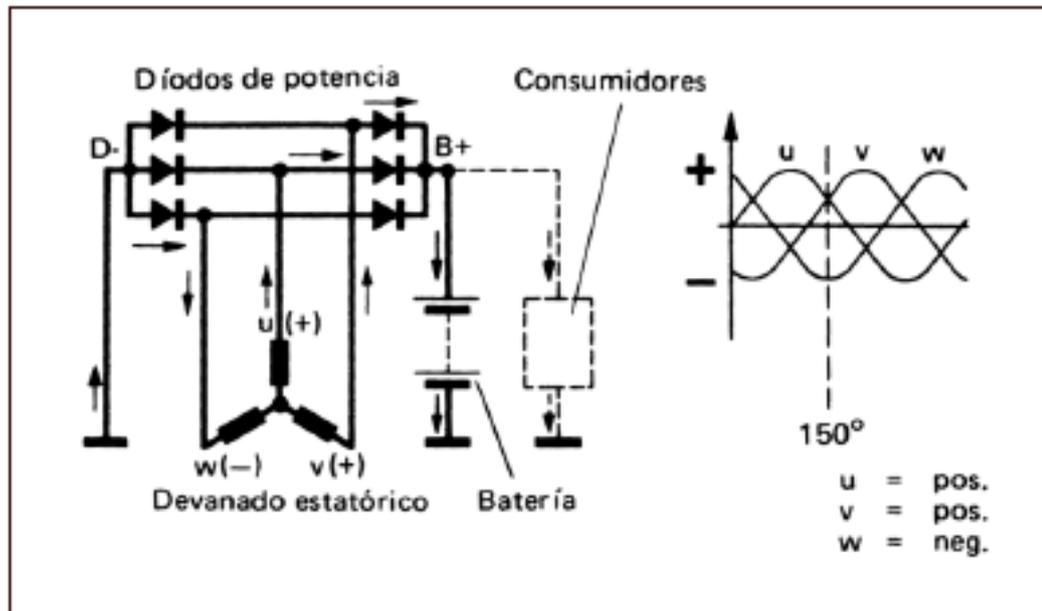
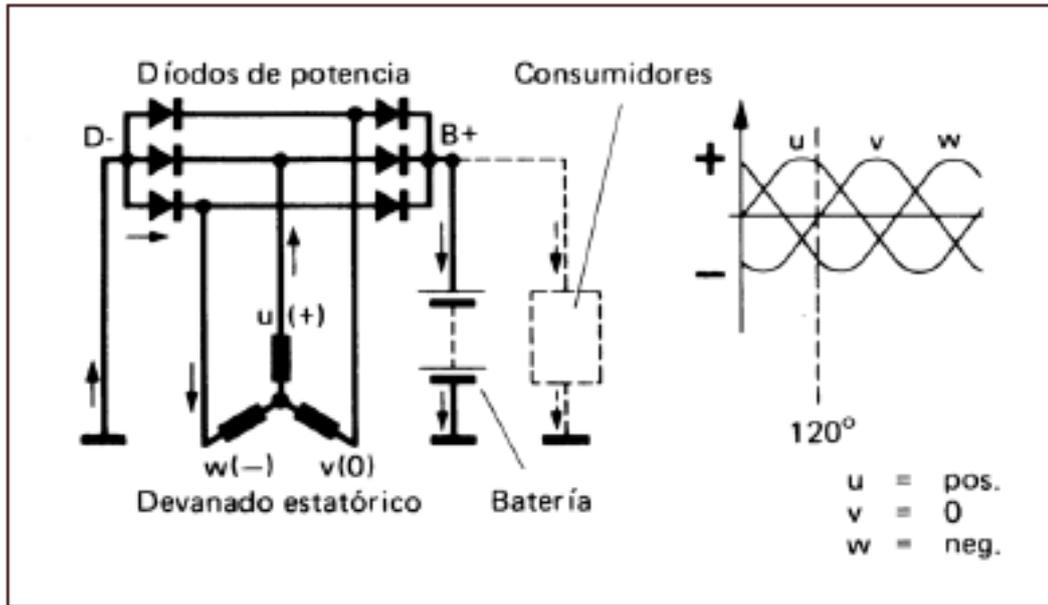
- 1 Generador:
- a) Diodos de excitaci3n
- b) Diodos positivos
- c) Diodos negativos
- d) Bobinado de excitaci3n
- 2 Regulador
- 3 L3mpara de control
- 4 Llave de contacto
- 5 Batería

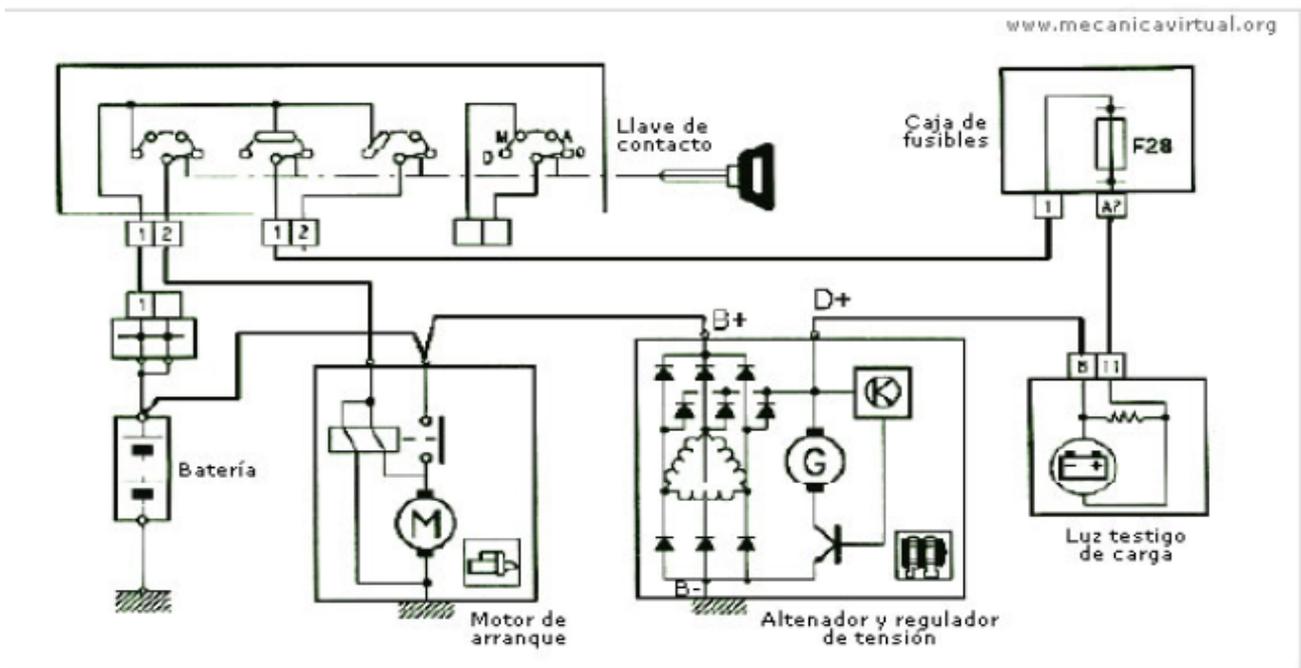
Debido a la diferencia de potencial entre la batería y el alternador en el momento de dar contacto, la corriente de preexcitación fluye del polo positivo de la batería al polo positivo del alternador, **D+**, a través de la lámpara de control (de 2 W para instalaciones de 12 V). La lámpara debe encender debido al paso de corriente (síntoma correcto). Mientras la lámpara permanece encendida el alternador no produce corriente útil. Cuando el rotor alcanza la suficiente velocidad de giro, la f.e.m. generada por el alternador iguala y luego supera a la tensión de batería, la lámpara se apaga, comienza la autoexcitación y el suministro de corriente a los circuitos del vehículo.

En la fase de autoexcitación el alternador genera una corriente alterna trifásica que es rectificada por los diodos del puente y por los de excitación. En ese momento el potencial de **B+** y de **D+** es el mismo, por lo que la lámpara de control se apaga. La corriente que fluye hacia el bobinado inductor del rotor viene de los diodos de excitación.



- 1 Generador:
- a) Diodos de excitación
- b) Diodos positivos
- c) Diodos negativos
- d) Bobinado de excitación
- 2 Regulador
- 3 Lámpara de control
- 4 Llave de contacto
- 5 Batería





Comprobación del funcionamiento en el vehículo

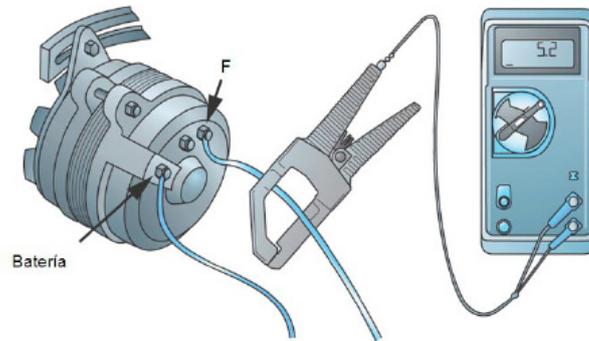
Antes de desmontar el alternador del vehículo, deben realizarse las siguientes comprobaciones:

- Comprobar que la batería está cargada; una batería descargada demanda del alternador una elevada corriente.
- Colocar un voltímetro entre el borne de salida de corriente, B+, y masa; si el alternador está aislado de masa, buscar el borne B-.
- Colocar una pinza amperimétrica en el cable de salida de corriente del alternador.
- Dar contacto pero sin arrancar el motor; la luz testigo de control de carga debe encenderse; si no es así es síntoma de avería (circuito de preexcitación interrumpido).
- Con los aparatos eléctricos desconectados, arrancar el motor y ponerlo al ralentí. La luz de control debe apagarse; de no ser así, acelerar un poco el motor y observar que se apaga. Si la luz permanece encendida es señal de avería (tensión generada insuficiente).
- Acelerar lentamente el motor y observar si la tensión permanece constante, lo cual indica que el regulador funciona correctamente. De lo contrario, si aumenta la tensión con el aumento de las revoluciones, deberá pararse ya que el regulador trabaja defectuosamente.
- Cuidado: no acelerar el motor hasta asegurarse que el regulador funciona bien.
- A un régimen medio de revoluciones, ir conectando uno a uno los consumidores eléctricos del vehículo; en cada conexión la tensión debe mantenerse más o menos constante y la corriente de salida debe ir aumentando. El alternador ha de ser capaz de alimentar a todos los servicios eléctricos del vehículo simultáneamente, manteniendo la tensión sin bajadas.

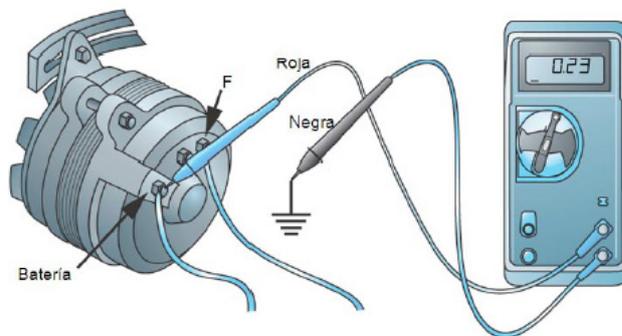
Otras comprobaciones en el vehículo

Con la ayuda del polímetro y la pinza amperimétrica, sin desmontar el alternador, se pueden hacer las siguientes comprobaciones:

- **Verificación de la corriente de excitación.** Unas escobillas defectuosas limitan la corriente de excitación, y en consecuencia, la tensión generada es baja. Colocar la pinza en el cable de preexcitación. La corriente debe estar entre 3 y 7 A.



- **Tensión de rizado:** esta prueba sirve para verificar el correcto estado de los diodos del puente rectificador. Para medir el rizado de la tensión del alternador ajustaremos el polímetro para medir **tensión alterna**, escala de voltaje pequeña (hasta 2 V). Se conectará la punta roja en el borne B+ y la negra en una buena masa. Las lecturas superiores a 0,5 V indican que los diodos están en mal estado.



Comprobación de piezas y conjuntos

Es imprescindible, antes de realizar ninguna comprobación, limpiar muy bien los elementos, eliminando la grasa, polvo, barro o cualquier tipo de suciedad.

Comprobaciones del rotor

- Visuales y mecánicas

Al verificar el rotor, miraremos que los colectores de flujo y los extremos del eje estén bien; no deben tener señales de un uso excesivo (desgastes), ni rozaduras, grietas, golpes, ni rastros de oxidación.

Los anillos rozantes deben tener buena presencia, sin marcas.

- Eléctricas

Verificación del aislamiento con masa: se comprobará el aislamiento entre un anillo rozante y el eje. Si no hay buen aislamiento, debe cambiarse el rotor.

Verificación de la resistencia del bobinado inductor: se medirá la resistencia entre los dos anillos rozantes; el valor medido debe estar entre los valores dados por el fabricante (entre 4 y 7 ohm para los modelos de 12 V).

Si la medida es menor significa que hay cortocircuito entre las espiras del bobinado.

Si la medida es mayor indica que existe alguna conexión mala, seguramente en la unión entre bobinado y anillos.

Si la lectura indica infinito, o sea circuito abierto, significa que el bobinado está roto.

En cualquiera de estos casos debemos sustituir el rotor.



Comprobaciones del estátor

- Visuales y mecánicas

Miraremos, en general, el buen estado del conjunto formado por el bobinado inducido y el cuerpo del estátor. Se debe mirar el buen estado de las acanaladuras y que no se vean rozaduras.

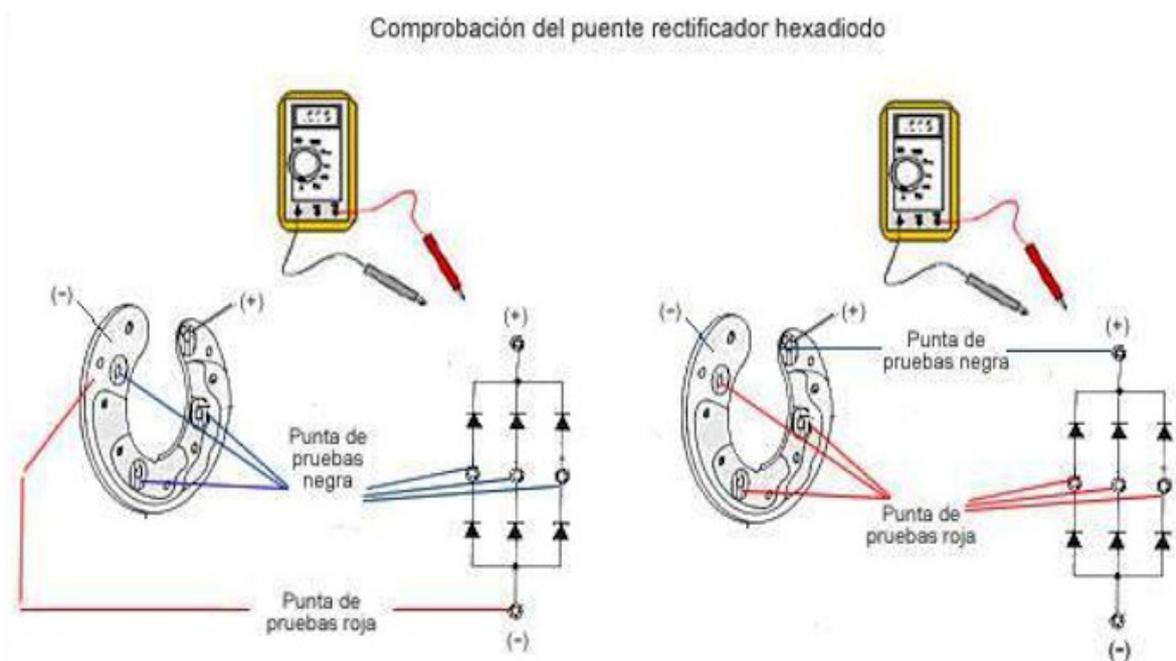
- Eléctricas

Verificación del aislamiento con masa: comprobaremos el aislamiento entre masa y cada uno de los terminales del bobinado trifásico.

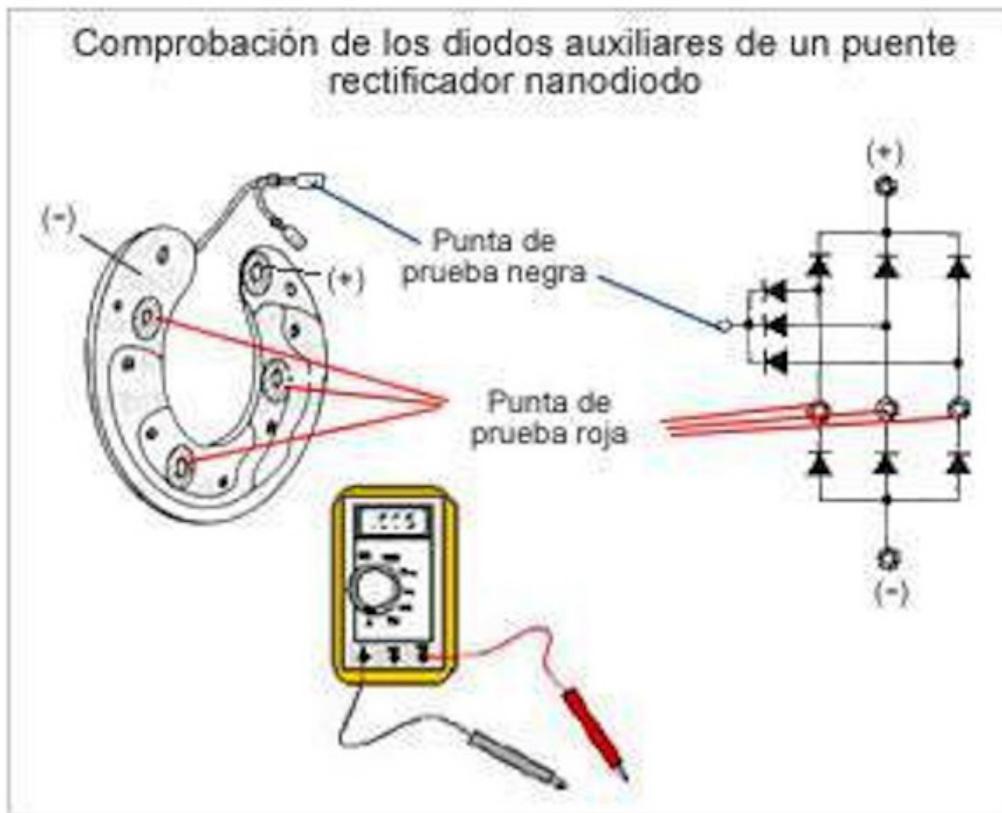
Verificación de la resistencia entre fases: la resistencia entre fases es muy pequeña, de entre 0,18-0,35 ohm. La medida se hará entre todas ellas, de dos en dos, y siempre debe dar lo mismo.

Comprobación del puente rectificador

Verificación del puente hexadiodo. Se realizarán las comprobaciones como aparece indicado en la siguiente imagen:



Si añadimos los tres diodos de excitación, tendremos un puente nanodiodo:



Comprobación de escobillas y tapas-soporte

Comprobar el estado de los rodamientos, que no tengan holguras, etc.

Al despiezar el alternador y antes del proceso de montaje, se deben comprobar los retenes elásticos.

Si las escobillas miden menos de 10 mm deberá cambiarse el portaescobillas. Aparte de esto, comprobar que las escobillas tocan bien en los anillos y se desplazan bien dentro de sus alojamientos en el portaescobillas.

Se comprobará el aislamiento entre escobillas, y entre estas y masa.

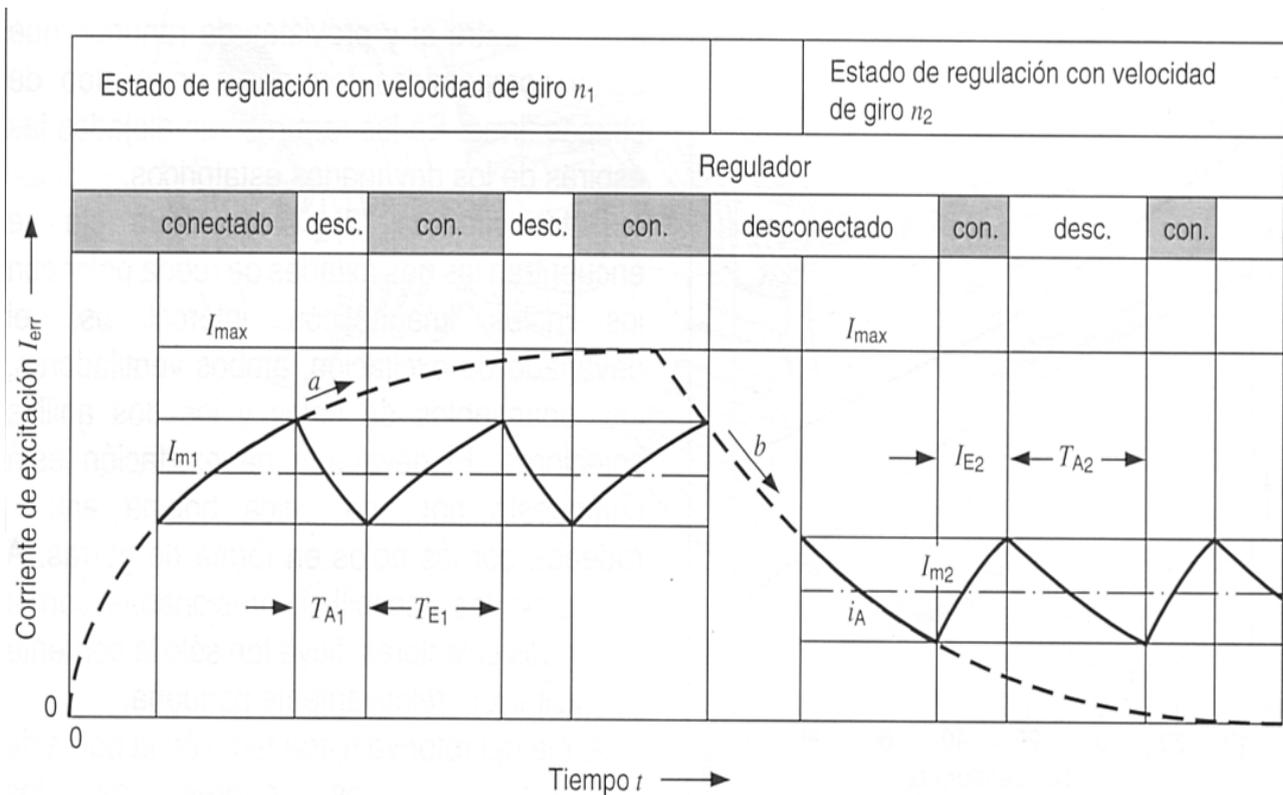
Comprobar la continuidad entre terminales y escobillas.

Funcionamiento del Regulador de Tensión del alternador

En el alternador la tensión generada es tanto más elevada cuanto mayor sea la velocidad de rotación y cuanto mayor sea la corriente de excitación. En un alternador con excitación total constante (sin regulación, sin consumidores y sin batería) la tensión aumentaría linealmente con las revoluciones de tal forma que, a 10.000 r.p.m., daría 140 V aproximadamente.

Por consiguiente, regular la tensión generada en el alternador consiste en controlar su corriente de excitación, ya que su velocidad de giro no se puede controlar. De esta forma, la tensión entre los bornes del alternador (B+ y masa) permanece constante al variar el número de revoluciones y la carga (consumidores conectados).

Mientras la tensión generada por el alternador permanezca por debajo de la tensión de regulación (unos 14 V para tensión nominal de 12 V), el regulador no actúa. Cuando la tensión generada sobrepasa la de regulación, el regulador corta la corriente de excitación provocando una disminución del flujo magnético y, en consecuencia, la disminución de la tensión generada. Al descender la tensión generada por debajo del valor prefijado, la excitación vuelve a aumentar, y con ésta, la tensión generada. Estos procesos se repiten en milésimas de segundo, manteniendo la tensión generada en el valor medio prescrito.



En la imagen se ve cómo a bajas revoluciones, n_1 , la corriente media de excitación es alta al estar conectada durante un tiempo alto.

Para altas revoluciones, n_2 , la corriente de excitación se conecta brevemente y la intensidad media de excitación baja.

Debido a que el bobinado de excitación tiene una elevada carga inductiva, amortigua los aumentos y disminuciones bruscas de la corriente de excitación en los momentos de conexión y desconexión.

1. SISTEMAS DE ARRANQUE

Para que el motor térmico se ponga en funcionamiento hace falta que, desde el exterior, se le den las primeras vueltas al cigüeñal. De este modo los pistones empiezan a realizar sus primeras admisiones y compresiones hasta que tienen lugar las explosiones o combustiones, momento en el cual acaba la misión del motor de arranque.

A lo largo del tiempo, y según el tipo de motor que fuese, ha habido diferentes formas de poner en marcha dicho motor: manivela en coches antiguos, cuerda en motores fuera-borda o maquinaria de jardín, pedal en motocicletas, e incluso empujando el coche en aquellos que no disponen de UCE.

Para poner en marcha un motor de chispa (Otto) se necesitan de 60 a 100 r.p.m., y para arrancar uno de combustión por compresión (Diesel) se necesitan de 80 a 200.

Actividades iniciales

1. ¿Qué métodos pueden emplearse para poner en marcha los automóviles?
2. ¿Crees que se puede arrancar un vehículo sin motor de arranque?
3. Describe los fenómenos que ocurren al arrancar un coche a “empujón”.
4. ¿Se puede emplear el motor de arranque para mover el coche?
5. Si la respuesta a la pregunta anterior ha sido afirmativa, ¿durante cuánto tiempo puede moverse el vehículo sin estropear el motor de arranque?
6. Comenta los parecidos entre el motor de arranque y la dinamo.

Factores condicionantes del motor de arranque

El tamaño del motor de arranque o, lo que es lo mismo, la potencia que debe desarrollar, depende de varios factores. Estos factores condicionan su elección por parte del fabricante del vehículo, teniendo en cuenta que siempre le debe sobrar potencia para mover el motor térmico que le corresponda.

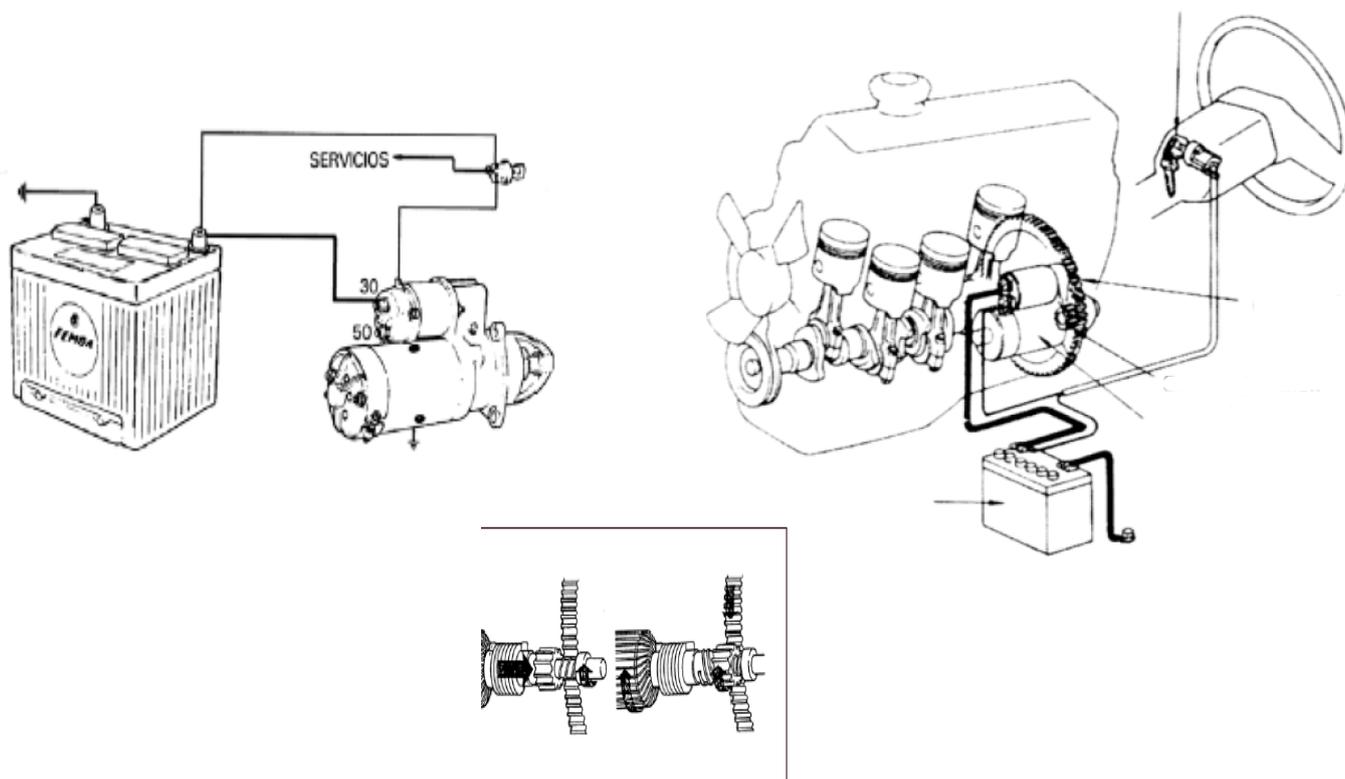
Los principales factores condicionantes son:

- Tipo de motor: diesel o gasolina.
- Cilindrada.
- Número de cilindros.
- Relación de compresión.
- Forma de las cámaras de compresión.
- Cargas adicionales arrastradas: bomba de aceite, bomba de agua, alternador, ...

Además existen otros condicionantes pero que no son permanentes, sino circunstanciales, y que pueden dificultar o facilitar el proceso de arranque. Estos son:

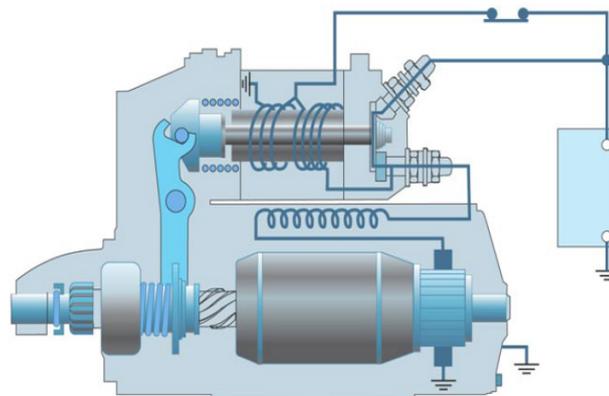
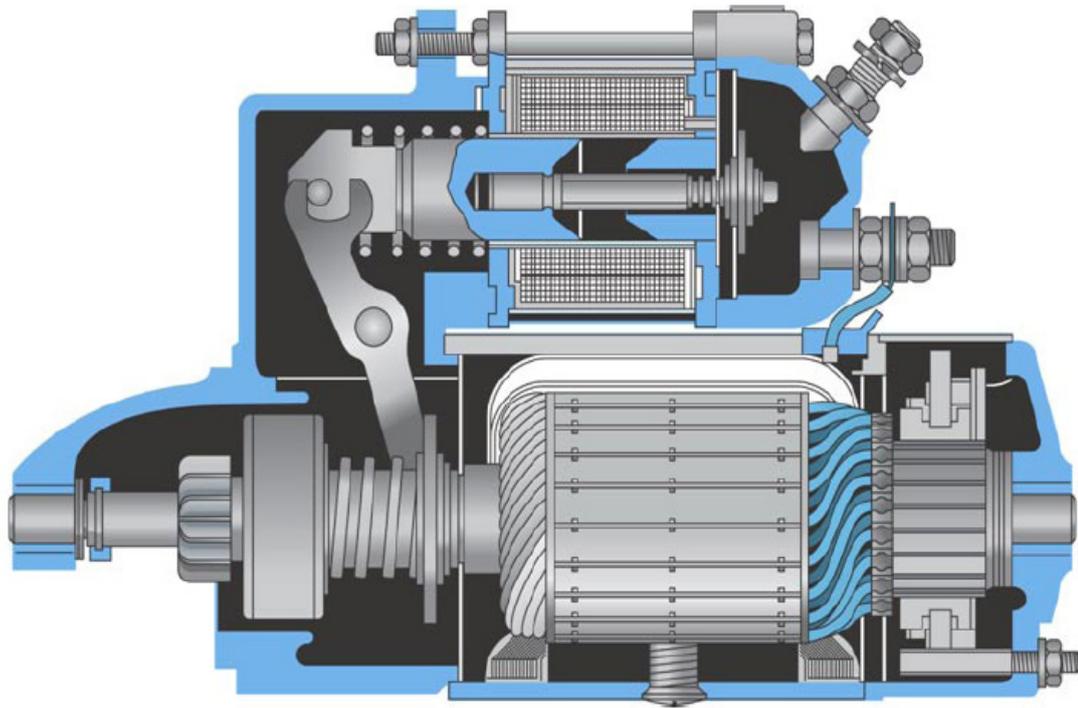
- La temperatura del motor en el momento del arranque.
- La temperatura ambiente.
- La fricción de los segmentos de los pistones, que dependerá de la temperatura del aceite.

La elección del motor de arranque determina la capacidad de la batería.



Estructura del motor de arranque

Para describir los componentes del motor de arranque utilizaremos como ejemplo el modelo de “contactor y horquilla” de circuito serie, dado que es el más empleado .



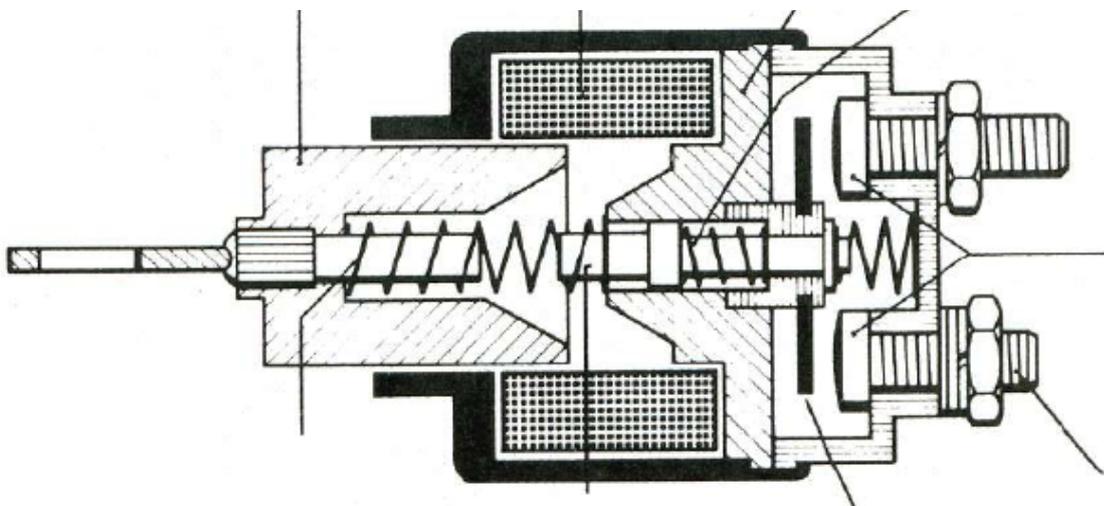
COMPONENTES

Contactor

Este elemento tiene como función conectar, a través de su contacto, la batería con el motor de arranque. Está formado por:

Las solenoides, una de accionamiento y la otra de mantenimiento; los bobinados están arrollados alrededor de un núcleo de hierro dulce, con las espiras de cobre aisladas entre ellas.

Reciben la corriente desde la llave de contacto, en la posición de arranque; su función es crear el campo magnético capaz de desplazar el núcleo móvil.



El núcleo móvil, que se encuentra en el interior de las bobinas. En uno de sus extremos tiene el contacto que cierra el circuito de alimentación del motor de arranque (entre bornes 30 y MOT). En el otro extremo tiene el enganche que mueve la horquilla. Con este extremo se mueve la horquilla para proceder al engrane del piñón con el volante de inercia; el contactor está unido al motor de arranque.

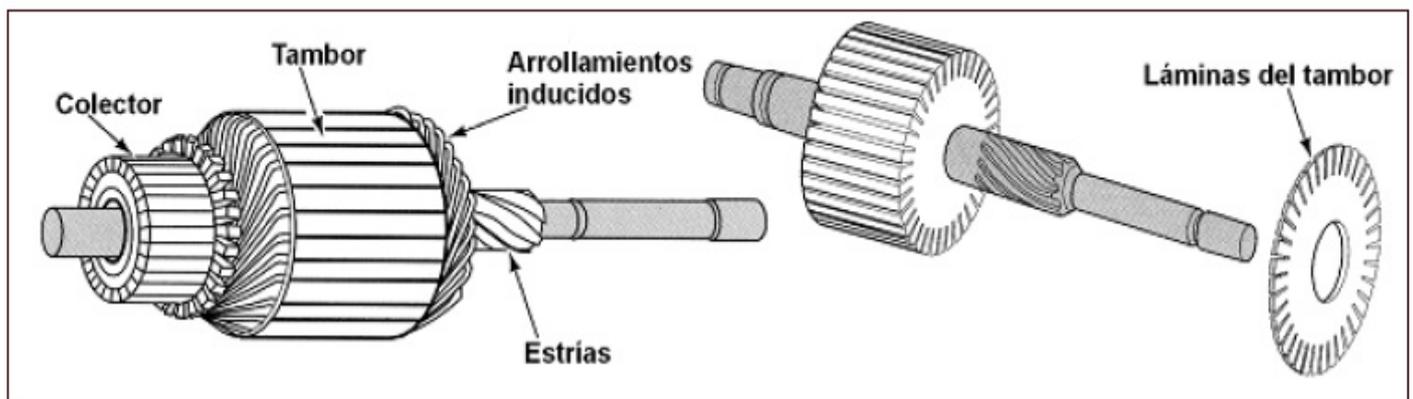


Inducido

Esta formado por un eje sobre el que se monta un paquete de chapas troqueladas que forman un núcleo o armadura; entre sus ranuras, debidamente aislado, se montan las espiras que forman el bobinado inducido (el cual debe crear el campo magnético que haga girar el rotor).

A un lado del núcleo, con forma de tambor, se monta el colector, formado por un grupo de chapas de cobre llamadas delgas; las delgas están aisladas entre ellas y del eje con un material aislante, y las espiras del bobinado están soldadas a ellas.

En las delgas hacen contacto rozante las escobillas, para hacer pasar la corriente que viene de la batería. Al otro lado del eje hay tallado un helicoide que ayuda al desplazamiento del conjunto piñón.



Soporte del lado del colector

Es una pieza de fundición de aluminio, donde va montado un cojinete de rozamiento de bronce; esto hace de soporte del eje.

Incorpora el portaescobillas, donde se alojan las escobillas fabricadas con una masa de carbono y grafito, y los muelles que aseguran el contacto de las escobillas con las delgas.

Debido a la elevada corriente que debe circular en el momento del arranque, las escobillas tienen gran sección y la fuerza de los muelles es, también, muy elevada.



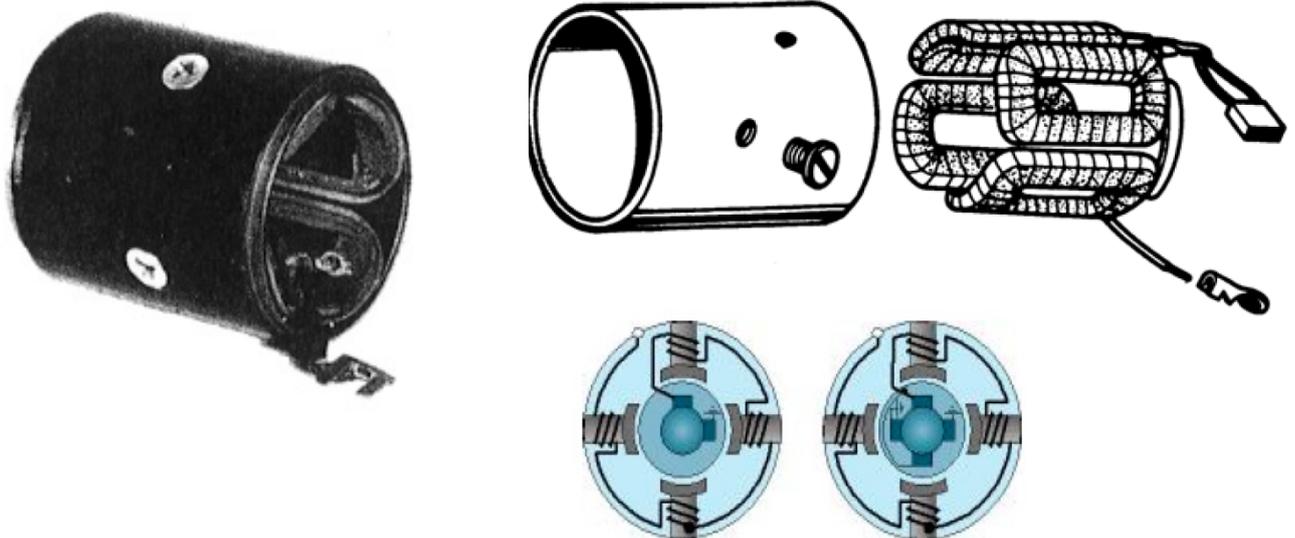
Carcasa y conjunto inductor

La carcasa, fabricada con un acero bajo en carbono, forma el cuerpo del motor de arranque, y el circuito magnético se cierra a su través; sobre la carcasa, por el interior, se monta el conjunto inductor.

El conjunto inductor está formado por los bobinados inductores; generalmente están realizados con cobre muy grueso o con pletina de cobre; las espiras están aisladas entre sí y respecto a las expansiones polares.

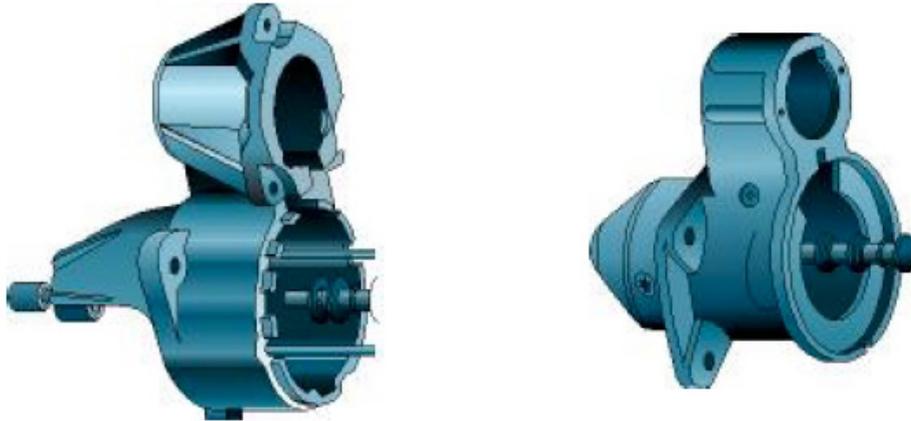
El conjunto inductor se encarga de crear un campo magnético estable. Normalmente son cuatro bobinas, con dos o cuatro escobillas.

El uso de ferritas más modernas ha posibilitado la fabricación de motores con imanes permanentes en el inductor, en lugar de las bobinas.



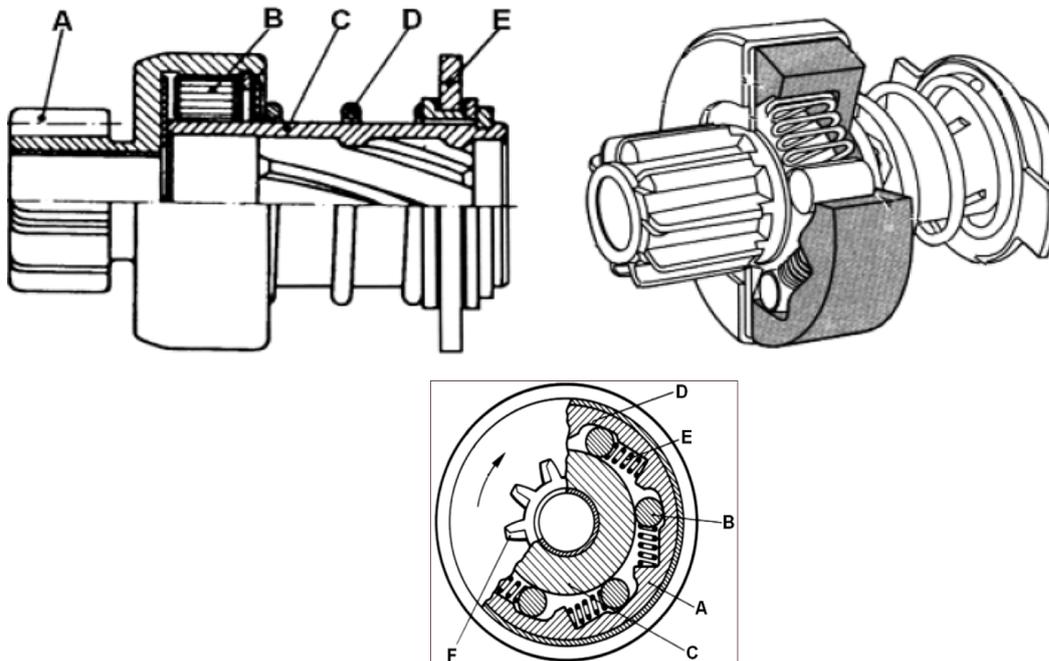
Soporte del lado de accionamiento

Es una pieza de fundición de aluminio, donde va montado un cojinete de rozamiento de bronce; tiene una parte mecanizada para acoplarse al motor térmico, con unos orificios para fijar los tornillos. Tiene un espacio para el alojamiento de la horquilla.



Conjunto piñón

Se encarga de transmitir al volante motor el par de giro para poner en marcha el motor térmico. La relación de reducción entre piñón y volante está entre 1/10 y 1/20.



Funcionamiento

Cuando la llave de contacto se lleva a la posición de arranque, circula una corriente de mando desde la batería hasta los bobinados del contactor, creándose un campo magnético que desplaza el núcleo del mismo.

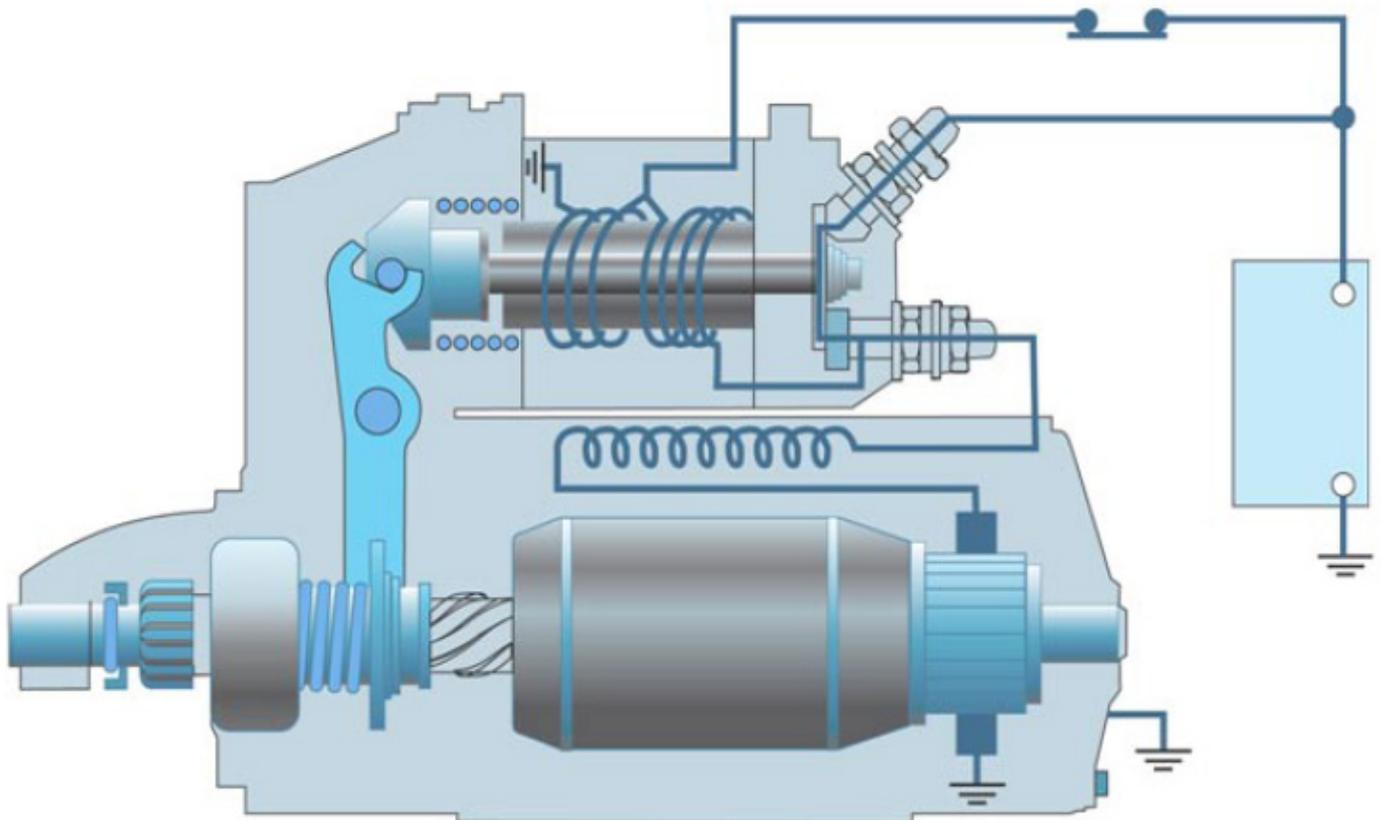
Este desplazamiento hace un doble trabajo:

- avanzar el piñón para engranar con el volante de inercia
- cerrar el contacto principal del contactor

Así, la corriente principal circula desde la batería por los bobinados del motor de arranque.

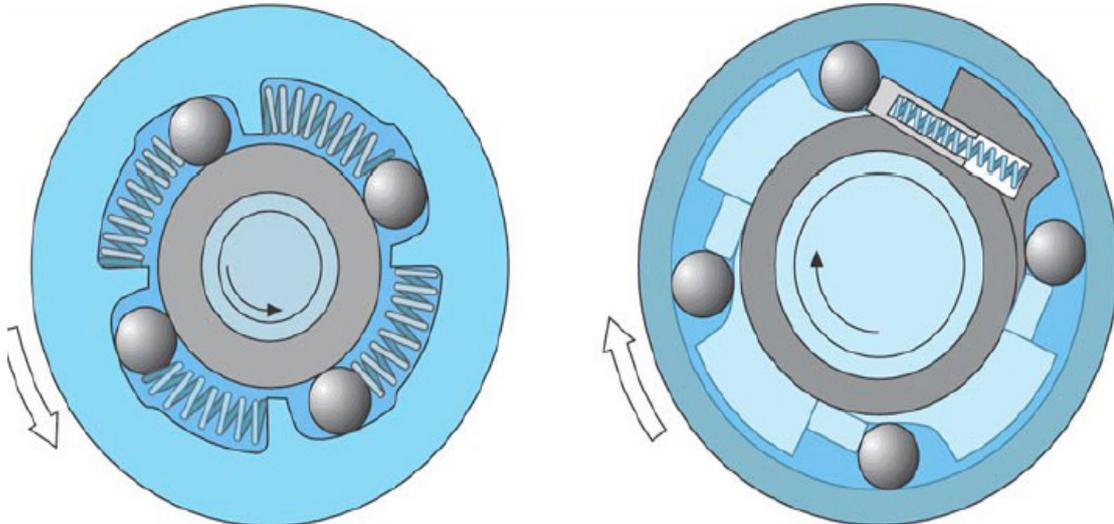
Si en el primer movimiento los dientes del piñón se encuentran con los huecos del volante, se engranará. Si por el contrario, los dientes del piñón se encuentran con los del volante, no engranará, pero la horquilla continuará su desplazamiento comprimiendo el muelle del conjunto piñón.

Tras cerrar el contacto principal, el motor comenzará a girar y entonces, por el empuje del muelle, los dientes del piñón encontrarán los huecos del volante y se producirá el acoplamiento.

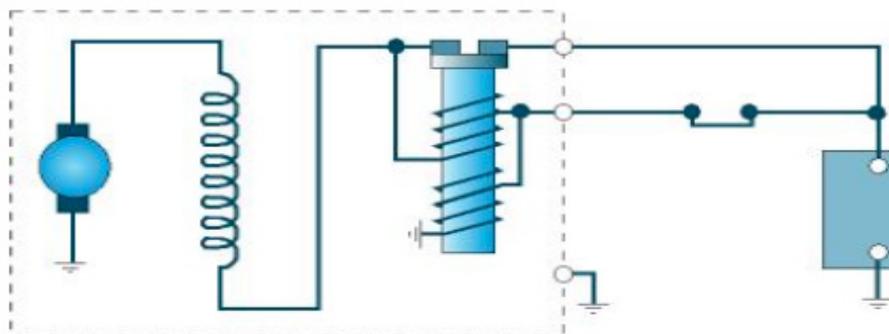
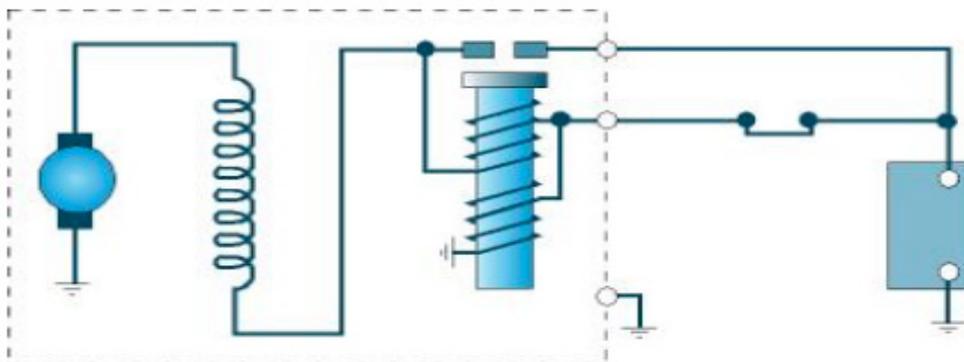


Tras engranar el piñón con el volante, el movimiento del inducido se transmitirá al piñón; estando acoplado el mecanismo de “rueda libre”, se produce el empuje del motor térmico.

Cuando se produce el arranque del motor térmico, el volante gira más rápido que el piñón; en este momento se desacopla el mecanismo de rueda libre para no transmitir el giro al inducido del motor de arranque.



Al quitar la llave de contacto de la posición de arranque, el contactor se queda sin corriente de mando; el muelle hace que el núcleo vuelva a la posición de reposo y de esta manera se abre el contacto principal, quedando los bobinados del motor sin corriente; la horquilla hace que el piñón salga de la engranadura y vuelva a reposo.



Comprobación del circuito de arranque en el vehículo

Antes de soltar un motor de arranque del vehículo para su reparación o sustitución, deben realizarse una serie de verificaciones en el propio vehículo, ya que a menudo el problema se encuentra en algún elemento externo al propio motor.

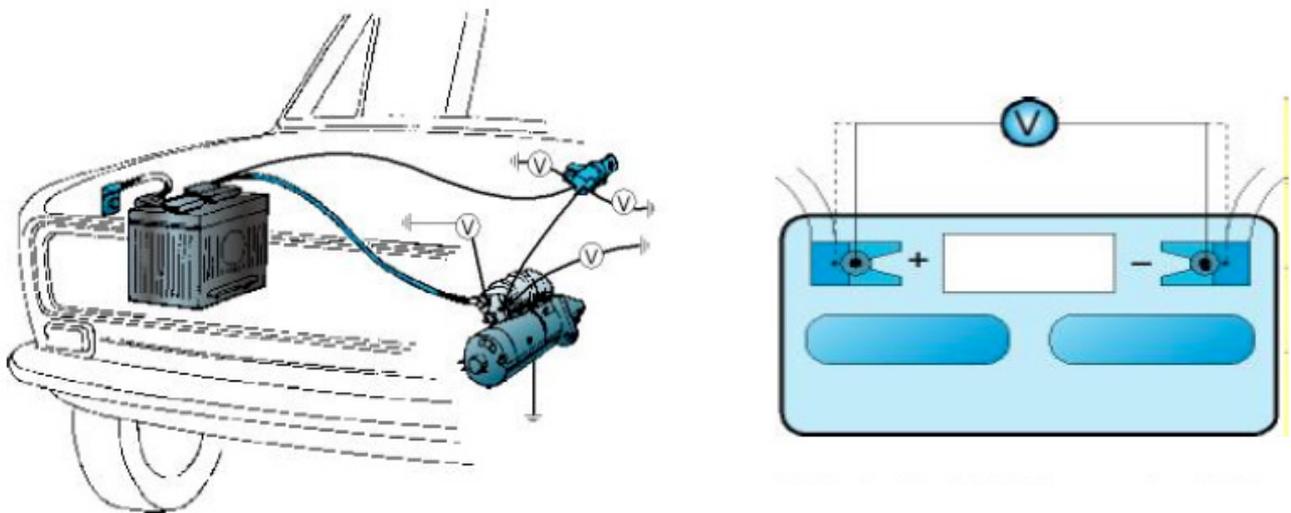
Lógicamente, la primera prueba consistirá en realizar un arranque o una serie de ellos, escuchando con atención los ruidos que se producen, para determinar si alguno de ellos es anormal.

En caso de problemas realizaremos una serie de comprobaciones, en el orden que se mencionan:

-Comprobación de la carga de la batería: mediremos la tensión en bornes, con todo desconectado; una batería bien cargada debe dar una lectura igual o mayor a 12,7 V. A continuación accionaremos el motor de arranque, midiendo la tensión en bornes; si la caída de tensión es excesivamente alta, la batería debe ser sustituida.

-Caída de tensión en terminales de batería: éste es un problema muy común; debido a la suciedad acumulada entre los terminales y los bornes, al conectar el motor de arranque se produce una gran caída de tensión en los terminales y el motor de arranque no recibe suficiente tensión. Primero se mide la tensión entre terminales, y luego se mide entre bornes. En ambos casos la lectura debe ser la misma; en caso contrario, soltaremos los terminales y limpiaremos todo.

-Verificación de masas: entre masa del motor y borne negativo de la batería.



-Comprobación de voltaje en bornes 50 y 30 del contactor: la tensión en el borne 50 ha de hacerse accionando el arranque. Si alguna de estas tensiones da un valor bajo, se medirá la misma en el correspondiente terminal del bombín de encendido.

Si todas las pruebas son correctas es cuando podemos decir que el fallo se encuentra en el propio motor de arranque, y es cuando debe ser desmontado del vehículo.

