

## IMANES

La electricidad y el magnetismo están estrechamente relacionados, con imanes podemos generar electricidad y al revés, con electricidad podemos crear imanes. La combinación de electricidad y magnetismo nos permite realizar numerosas funciones en el automóvil como accionar motores, electroválvulas, relés, etc. Y algo tan importante como generar la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del automóvil.

### IMÁN

Se denomina imán a todo sólido que ejerce una fuerza de atracción sobre el hierro. En la naturaleza existen minerales como la magnetita que tienen la propiedad de atraer cualquier cuerpo metálico que tenga un alto contenido en hierro. A los minerales que tienen estas propiedades, los llamamos imanes naturales o permanentes. Estos minerales, siempre conservan su propiedad magnética, incluso si los partimos en varios trozos, estos siguen comportándose como imanes. Actualmente se utilizan con frecuencia imanes de neodimio; son imanes permanentes fabricados con una aleación de neodimio, hierro y boro. Constituyen los imanes más potentes fabricados. Son muy utilizados en motores de imanes permanentes.

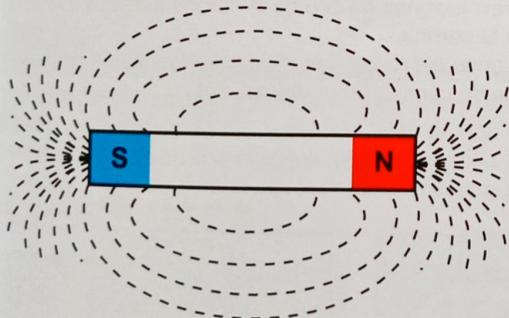
En el espacio que rodea el imán existe una zona donde se manifiesta la fuerza de atracción que constituye el campo magnético. Dentro de esa zona se concentran las atracciones magnéticas según unas líneas de campo o líneas de fuerza.

Todo imán tiene dos polos magnéticos llamados polo norte y polo sur. Reciben este nombre porque si suspendemos un imán en el aire sujeto por el centro, pero permitiendo su giro, se orienta respecto a los polos norte y sur de la tierra. El ejemplo más claro lo tenemos en la aguja imantada de una brújula.

Las líneas de campo salen del imán por el polo norte y retornan exteriormente por el polo sur. En el interior del imán las líneas van del polo sur al polo norte.

Otra particularidad de los imanes es la capacidad para transmitir sus propiedades a otros metales. Si aproximamos una barra de hierro dulce a un imán, éste adquiere propiedades magnéticas, pero desaparecen al separarlo del imán. Sin embargo si acercamos acero, éste se imanta y mantiene las propiedades magnéticas aunque lo separemos del imán natural.

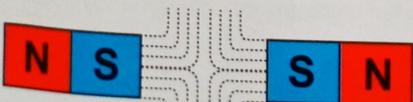
La capacidad del hierro dulce para adquirir y perder propiedades magnéticas es muy útil para determinadas funciones que comentaremos más adelante. El hierro dulce es el hierro más puro que tenemos en la naturaleza. El contenido en carbón es inferior al 0,1%.



Un imán atrae limaduras de hierro situadas a cierta distancia de éste. La fuerza de atracción es mayor en los extremos del imán que es donde se concentran las partículas de hierro y va disminuyendo hacia el centro donde no hay atracción.



Flujo de atracción



Flujo de repulsión

En los imanes, los polos de distinto signo se atraen. El flujo magnético se concentra buscando el polo contrario y creando una fuerza de atracción.

Si intentamos unir un imán por los polos del mismo signo, el flujo magnético se dispersa intentando buscar el polo contrario, esto produce una repulsión que separa los imanes.

### La ley de Coulomb

Al acercar dos imanes por los polos del mismo signo, **Coulomb** observó que la fuerza de repulsión es directamente proporcional a las intensidades ( $q_1 \times q_2$ ) de sus polos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia ( $r$ ) que los separa.

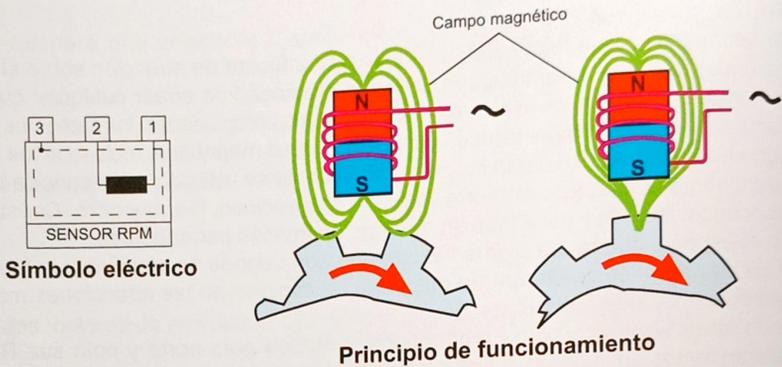
$$F = K \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

Siendo K una constante que depende del medio.

## APLICACIONES PRÁCTICAS

En los automóviles tenemos diversas aplicaciones de magnetismo y electromagnetismo que asumen diferentes funciones necesarias para el funcionamiento del automóvil.

### GENERADOR INDUCTIVO PARA MEDIDA DE REVOLUCIONES.



#### FUNCIONAMIENTO

Se basa en el fenómeno electromagnético, es decir, en la relación que existe entre magnetismo y electricidad. Los elementos necesarios son: un imán permanente, un cable arrollado en el imán formando una bobina y una rueda dentada de material ferromagnético.

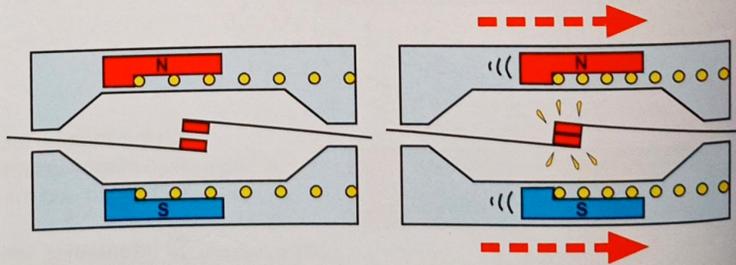
Si hacemos girar la rueda dentada, se produce una distorsión del campo magnético. Cuando una bobina es sometida a la variación de un campo magnético, se produce en ella una corriente eléctrica alterna por efecto de la inducción magnética.

Cuando la rueda dentada gira, los dientes pasan cerca del generador formado por el imán y la bobina. El recorrido que efectúa el campo magnético entre el imán y la bobina varía y esta variación provoca en la bobina la aparición de una tensión inducida.

La frecuencia de la corriente inducida es proporcional a las revoluciones de giro de la corona dentada. De esta forma se pueden calcular con precisión las revoluciones de la corona.

Este tipo de generadores se utilizan para medir las revoluciones del motor, las de las ruedas en los sistemas ABS, las revoluciones de las diferentes coronas en las cajas de cambio automáticas, etc.

### INTERRUPTOR DE CONTACTO "REED"



#### FUNCIONAMIENTO

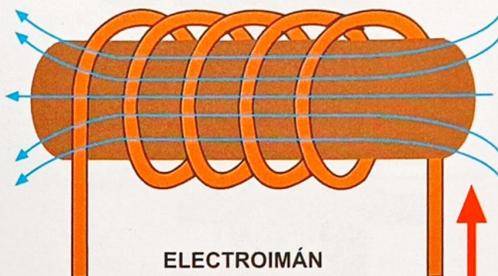
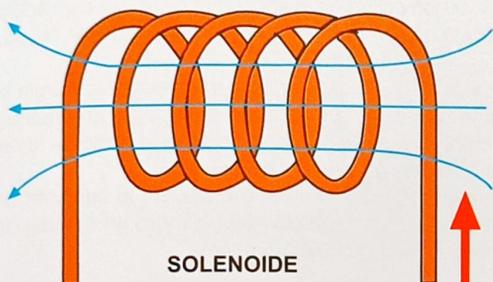
Consiste en una ampolla de cristal que dispone de unos contactos metálicos separados en su interior y un cilindro imantado que puede desplazarse. Cuando se desplaza el cilindro, la fuerza magnética hace que los contactos se cierren.

Este tipo de sensor es utilizado como interruptor de seguridad en las unidades de control de airbag y como transmisor de nivel del depósito de líquido de frenos.

## ELECTROIMANES

ELECTROMAGNETISMO

Si sobre un núcleo de hierro dulce arrollamos una bobina de cable eléctrico, cuando hacemos pasar corriente por la bobina, el núcleo adquiere propiedades magnéticas. Este **efecto electroimán** tiene múltiples aplicaciones en el automóvil para generar corriente (alternador), para accionar cualquier componente (relés, electroválvulas), para mover o hacer girar cualquier elemento (motores).



Si hacemos pasar corriente por un solenoide, éste crea un campo magnético de forma que se establece un flujo que va del polo Sur al Norte por su interior y del polo Norte al Sur por el exterior de la bobina. Este flujo y por tanto la fuerza magnética aumenta en función de:

- El número de espiras de la bobina.
- La intensidad de la corriente que circula.
- Introduciendo en el interior del solenoide una barra de hierro dulce.

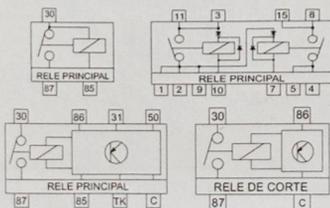
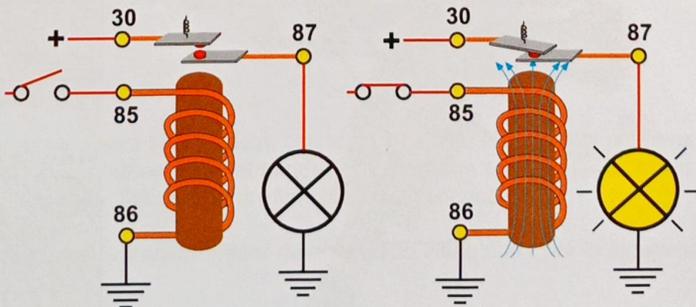
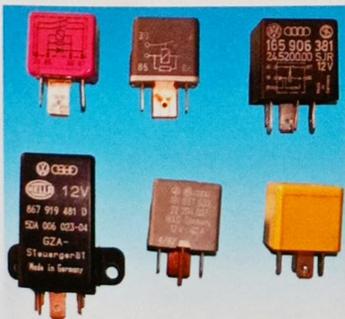
Hemos visto que con variaciones de campo magnético podemos generar electricidad. Este efecto es reversible, es decir, con electricidad podemos crear imanes.

## APLICACIONES PRÁCTICAS

### RELÉS

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

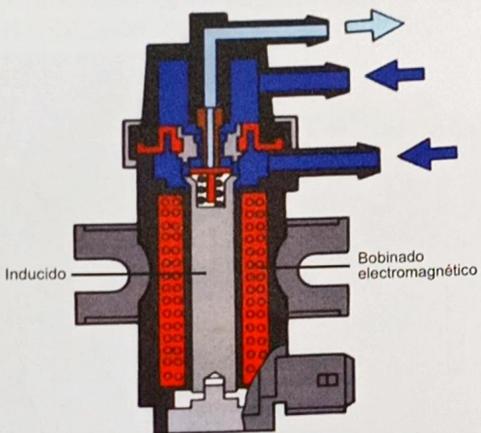
Mediante el relé podemos facilitar el paso de una corriente elevada controlada con una pequeña corriente de mando. Dispone de dos circuitos, uno de potencia por donde circulará la corriente de batería hacia el elemento receptor y otro de control, de bajo consumo, que puede ser gobernado por un interruptor o cualquier unidad de control electrónico.



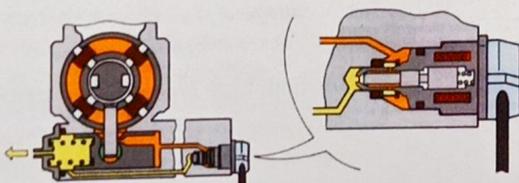
Existen multitud de tipos de relés en función del actuador que tienen que alimentar. Algunos, además del electroimán y los contactos de alimentación, tienen circuitos electrónicos para asumir diversas funciones. La nomenclatura más común es: 30 = positivo de batería, 87 = salida hacia el actuador, 85 y 86 = excitación de la bobina.

## APLICACIONES PRÁCTICAS

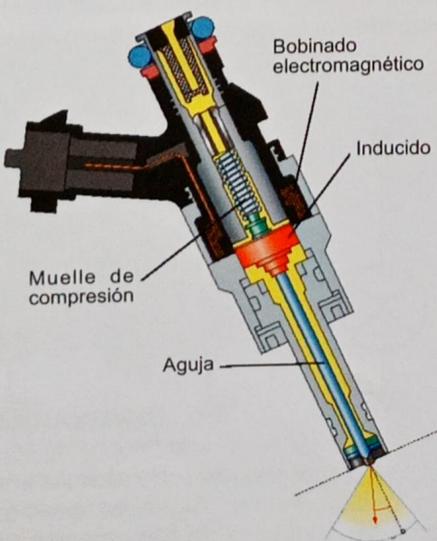
### ELECTROVÁLVULAS



Electroválvula de turbo



Electroválvula de avance a la inyección



Electroválvula de inyección o inyector

Las electroválvulas son actuadores que se utilizan para controlar el funcionamiento de numerosos sistemas del automóvil.

A título de ejemplo exponemos algunas como: la electroválvula del turbo, mediante la cual es posible dosificar con precisión el vacío que llega a la reguladora mecánica del turbocompresor y, en consecuencia, regular la presión de soplado.

La electroválvula de avance de una bomba inyectora controla la presión que llega al pistón de avance de la bomba inyectora y, de esta manera, se sitúa el anillo de levas en la posición de avance adecuada.

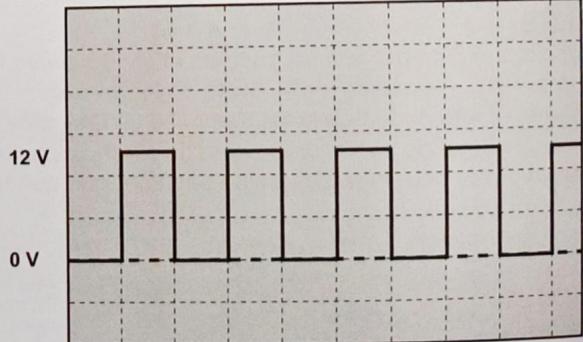
Los inyectores dosifican con exactitud la cantidad de combustible que necesita cada cilindro en función de las condiciones de funcionamiento.

Además de las expuestas, existen otras que asumen diferentes funciones como: EGR, cánister, ralenti, control de mariposas, distribución variable, etc.

Todas las electroválvulas se basan en el mismo principio de funcionamiento.

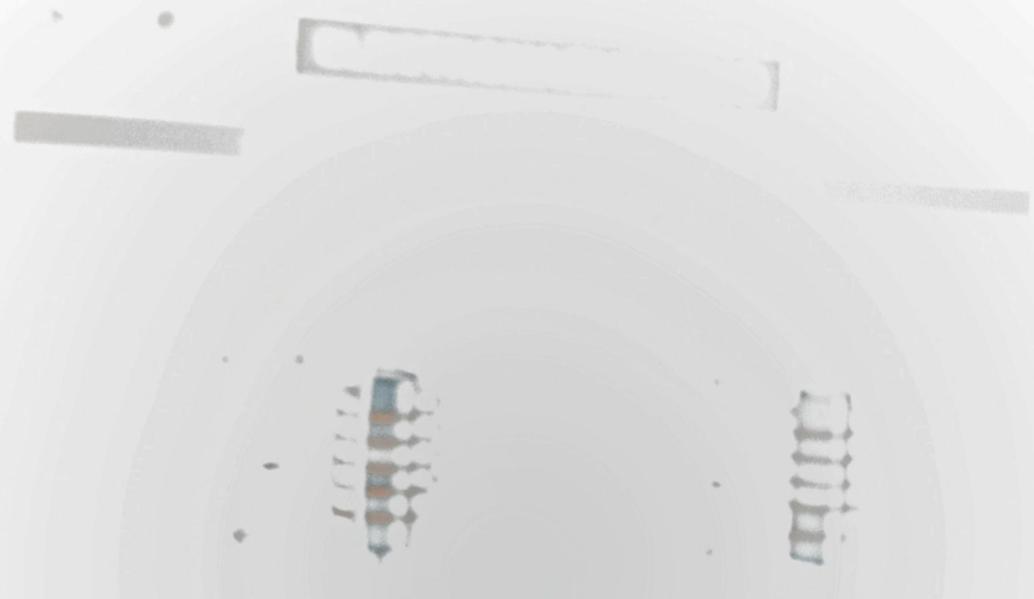
Si aplicamos corriente eléctrica a una bobina, se crea un campo magnético capaz de desplazar el núcleo o inducido de la electroválvula. La corriente aplicada suele ser pulsante, de frecuencia fija y amplitud variable para controlar con precisión el movimiento del núcleo.

SEÑAL DE ACTIVACIÓN DE UNA ELECTROVÁLVULA



SEÑAL DE ACTIVACIÓN DE UN INYECTOR





El núcleo de un transformador puede ser de hierro laminado, de aluminio, de acero al silicio, de cerámica, etc. El aluminio es el más utilizado por su facilidad de mecanizado y su resistencia a la oxidación. El hierro laminado es el más utilizado por su alta permeabilidad magnética y su facilidad de fabricación.

La fórmula de la potencia aparente en un transformador es:  $S = U \cdot I$ , donde  $S$  es la potencia aparente en VA,  $U$  es el voltaje en V y  $I$  es la corriente en A.

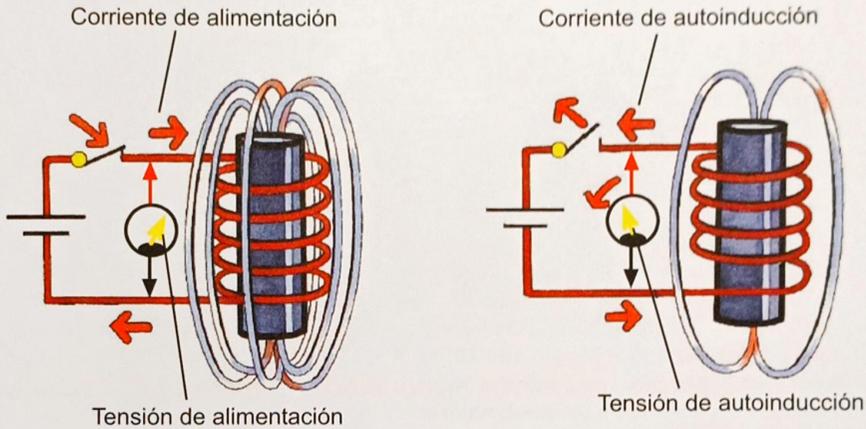
$$E = 4.44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_m$$

Donde  $E$  es el voltaje en V,  $f$  es la frecuencia en Hz,  $N$  es el número de espiras y  $\Phi_m$  es el flujo magnético en Wb. En el primario de una bobina de encendido por autoinducción, el voltaje es de una tensión comprendida entre 300 y 400 voltios. En el secundario se pueden alcanzar sin dificultad tensiones de entre 30 000 y 50 000 voltios.

## AUTOINDUCCIÓN E INDUCCIÓN MUTUA

ELECTROMAGNETISMO

### AUTOINDUCCIÓN



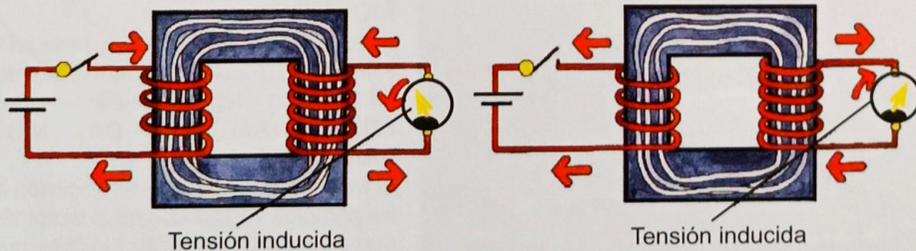
Como ya hemos explicado, al hacer pasar una corriente por una bobina arrollada a un núcleo se produce un campo magnético. Este campo magnético induce en las espiras que lo han creado una corriente de polaridad inversa a la que crea el campo magnético original. Este fenómeno que retrasa o frena la entrada de corriente a la bobina, se llama autoinducción.

La autoinducción depende del número de espiras, del flujo magnético y de la intensidad de corriente que circula por la bobina. La unidad de inducción (L) es el henrio (H).

La autoinducción es la propiedad que posee un circuito de impedir el cambio de la corriente. Podemos compararlo con la inercia mecánica que tiende a oponerse al aumento o disminución de la velocidad de un cuerpo.

El efecto de autoinducción es apreciable en las imágenes de osciloscopio en forma de picos de tensión que se producen al cortar la excitación de algunas electroválvulas.

### INDUCCIÓN MUTUA



Al colocar dos arrollamientos uno cerca de otro pero sin contacto, cuando por uno de ellos circula corriente, en el segundo se induce una corriente proporcional a la autoinducción de cada una de las bobinas. Éste es el principio básico en el que se basan las bobinas o transformadores de encendido.

La energía (E) que puede acumular una bobina o transformador de encendido viene dada por la siguiente expresión:

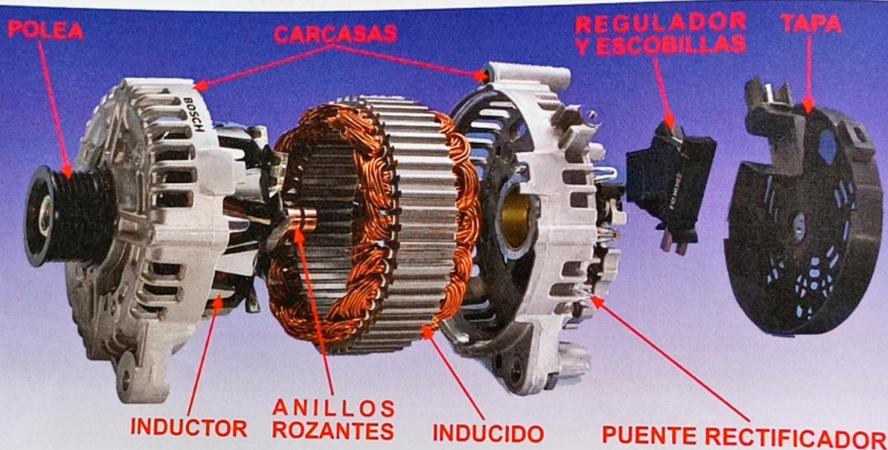
$$E = 1/2 L \times I$$

Siendo L la inductancia de la bobina e I la intensidad que circula por ella.

En el primario de una bobina de encendido, por autoinducción disponemos de una tensión comprendida entre 300 y 400 voltios. En el secundario se pueden alcanzar sin dificultad tensiones de entre 30.000 y 50.000 voltios.

## APLICACIONES PRÁCTICAS

Cortesía de Bosch



### GENERADORES

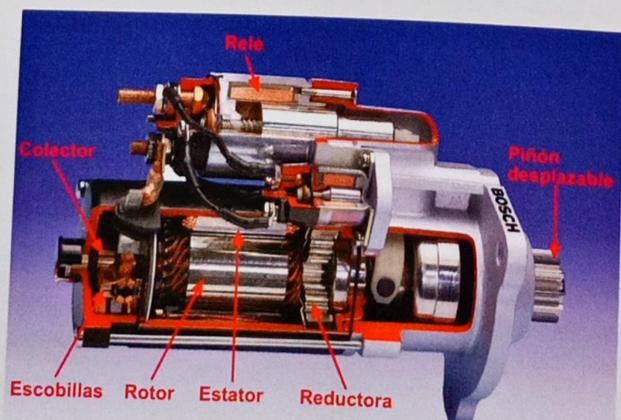
El funcionamiento del alternador, dinamo o volante magnético se basa en fenómenos electromagnéticos, según el principio de la corriente inducida en una bobina cuando es sometida a la variación de un campo magnético.

#### FUNCIONAMIENTO DEL ALTERNADOR

El regulador alimenta la bobina del rotor o conjunto inductor. La corriente que entra por los anillos rozantes crea un campo magnético. Mediante una polea hacemos girar el rotor y por tanto el campo magnético. Es decir producimos variación de campo magnético.

La bobina del estator o inducido está sometida a las variaciones de campo magnético y en ella se induce la corriente. El conexionado de las bobinas del estator suele ser trifásico, conexionado en estrella en los alternadores pequeños y medianos, o en triángulo para los alternadores de gran intensidad.

La corriente inducida en el estator es alterna y por tanto no nos sirve para cargar la batería. Para transformar la corriente alterna en continua se utiliza un puente rectificador compuesto por 6 o 9 diodos rectificadores que, como sólo dejan pasar la corriente en un sentido, convierten la alterna en continua.



### MOTORES

Su funcionamiento también se basa en fenómenos electromagnéticos, pero aquí utilizamos el poder de atracción y repulsión de los imanes.

#### FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE ARRANQUE

El motor de arranque tiene la misión de imprimir las primeras vueltas de giro al motor térmico para que éste pueda iniciar su funcionamiento.

El consumo de corriente es muy elevado, por tanto, los cables de alimentación han de ser de sección gruesa (aprox. 35 mm<sup>2</sup>). Y el control de la corriente que entra al motor se efectúa mediante un relé.

Al accionar la llave de contacto a posición arranque, el relé desplaza en piñón de arranque para que engrane con la corona del volante motor y a la vez permite el paso de corriente hacia el estator (inductor) y el rotor (inducido). Con el paso de la corriente creamos electroimanes y por la propiedad de atracción repulsión de los polos magnéticos, el inducido es obligado a girar.

En motores Diesel y vehículos industriales, se suelen emplear motores de arranque con reductora. En estos motores el inducido gira más rápido y mediante un sistema de reducción formado por un conjunto epicicoidal se puede arrastrar un motor térmico grande con un motor de arranque relativamente pequeño.