

CIRCUITO DE CARGA Y ARRANQUE EN EL AUTOMÓVIL

**IES LUIS VIVES
283VIVES
PERFIL ELECTROMECAÁNICA
EQUIPO A
FERNANDO REBOLLO GARCÍA
JESÚS GUERRERO GUTIERREZ
BLAS TORNERO LORENZO**

1. Introducción

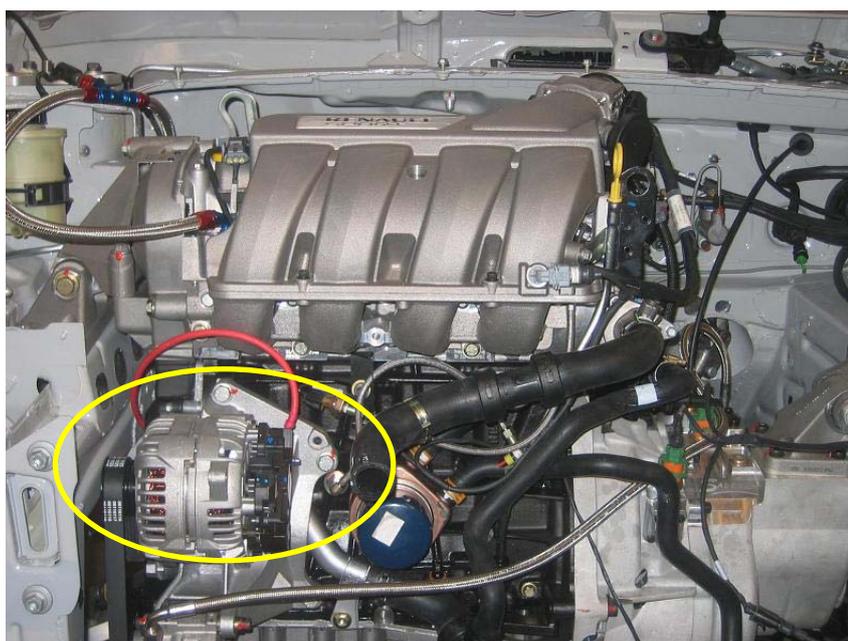
Los motores diesel y gasolina empleados actualmente para propulsar los vehículos necesitan la aportación de una fuerza externa al grupo termodinámico que lo haga girar a un mínimo régimen que lo permita comenzar a funcionar. Esta fuerza es aportada por el motor de arranque, que obtiene la energía necesaria para su funcionamiento de la batería. La batería no es más que un acumulador más o menos complejo que agotaría su carga si no existiera un equipo de carga, con el alternador como principal componente, que genere energía para recargas el acumulador o batería. Pero no sólo en cargar la batería está la finalidad de alternador, a lo largo de estos apartados iremos estudiando en profundidad estos dos sistemas del vehículo y cómo han ido evolucionando hasta la actualidad en la que el ahorro de combustible y el medio ambiente están en pleno auge en la industria automovilística.

2. Circuito de carga

Los vehículos necesitan en todo momento la energía eléctrica para su funcionamiento, cuando el motor está parado esta energía es proporcionada por la batería. Una vez arrancado el motor la batería pasa a un segundo plano y es el alternador el que genera la energía eléctrica necesaria.

Si echamos la mirada unos años atrás nos encontramos con la dinamo como elemento principal del equipo de carga. Este elemento fue sustituido por el alternador, principalmente por el menor volumen y peso de éste segundo, una mayor vida útil, un mayor número de consumidores en el vehículo (luces, luneta térmica, etc) y por la entrega a bajo régimen de su potencia nominal.

El alternador es una máquina que transforma energía mecánica en energía eléctrica por el fenómeno del electromagnetismo, y más en concreto la inducción electromagnética.



La inducción electromagnética, explicado de modo breve, no es más que la generación de corriente al introducir un devanado eléctrico en el interior de un campo magnético siempre que exista una variación del flujo de dicho campo. Las variaciones de flujo de un campo magnético pueden producirse de dos maneras:

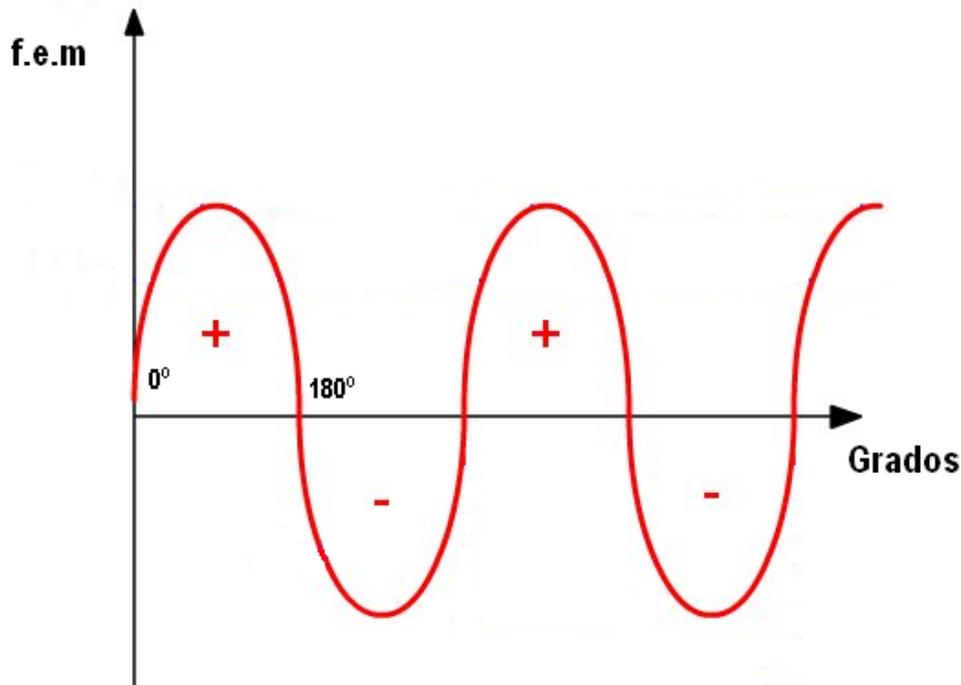
- Devanado que se mueve con respecto al campo magnético fijo.
- Campo magnético que se mueve con respecto al devanado fijo.

Estas variaciones de flujo generan una fuerza electromotriz, en el caso del alternador generamos un movimiento que produce electricidad.

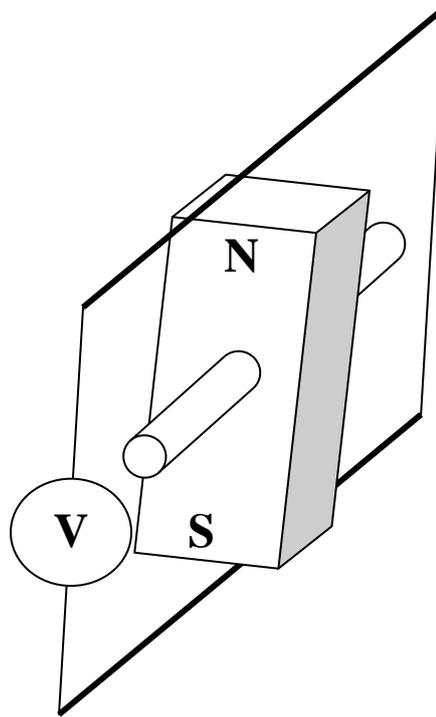
2.1. Alternador básico, monofásico y trifásico

Con una espira de cobre u otro material conductor y un imán girando en su interior conseguiríamos un sistema que produciría electricidad alterna, lo consideraríamos como un alternador básico, ya que los utilizados en el automóvil son bastante más complejos.

La forma de la fuerza electromotriz generada se correspondería con la representada en el siguiente gráfico:



Cuando el rotor no ha girado las líneas magnéticas son paralelas al eje longitudinal del imán, los conductores de bobinado no cortan las líneas de campo. A medida que el imán gira, va cortando un mayor número de líneas y el voltaje va aumentando. El número de líneas de fuerza cortadas va aumentando hasta los 90° donde toma un máximo valor y empieza a disminuir a medida que el imán sigue girando hasta conseguir su valor mínimo de voltaje en los 180° de giro. Hasta completar una vuelta el imán corriente conseguida será de signo negativo consiguiendo su mayor valor a los 270° de giro del imán y volviendo a 0 en los 360°.



Representación gráfica del alternador monofásico

En un alternador monofásico se colocarían más de un conductor arrollado en serie aumentando así el voltaje obtenido por cada vuelta del rotor.

En el alternador trifásico estos arrollamientos se multiplican por tres, las bobinas están desfasadas entre sí 120° lo que hace que la tensión obtenida sea más uniforme. Cada bobina se comporta más o menos igual, la única diferencia es que están desfasadas 120° . Los polos del rotor también aumentan en número, lo habitual son 3 o 4 polos, que hacen que la frecuencia aumente siendo más uniforme la tensión obtenida después del rectificado. Algunas de las ventajas de los alternadores trifásicos son:

- Más ligeros que una dinamo.
- Pueden funcionar en los dos sentidos de giro sin ninguna adaptación.
- Entrega de potencia desde el régimen de ralentí del motor térmico.
- Larga vida útil.

2.2. Partes del alternador

De la definición de inducción electromagnética extraemos que dos elementos básicos del alternador son un devanado y un elemento que genere un campo magnético (imán o electroimán).

En el caso del alternador básico el devanado es fijo constituido por un bobinado de cobre y el campo magnético es móvil, cumpliendo con esta función un imán móvil.

Las partes o piezas principales que componen un alternador son:

- Rotor o inductor
- Estator
- Puente rectificador
- Regulador
- Escobillas

2.2.1. Rotor o inductor



El rotor es la parte móvil del alternador que genera el campo magnético, que a su vez induce la corriente eléctrica en el bobinado (de ahí inductor).

Estructuralmente el rotor está formado por un núcleo dividido en dos piezas con forma de garra, el número de salientes de las garras varía según los alternadores siendo 6 u 8 el número de salientes. Éstos salientes van entrelazados pero no se llegan a tocarse y van

montados sobre una bobina cuyos extremos están unidos a unos anillos rozantes. Por éstos anillos, conectados mediante escobillas (más adelante trataremos sobre ellas) se hace llegar una corriente eléctrica, conocida como corriente de excitación.

El rotor es una pieza que puede llegar a girar a altos regímenes lo que hace necesario un perfecto equilibrio para evitar vibraciones.

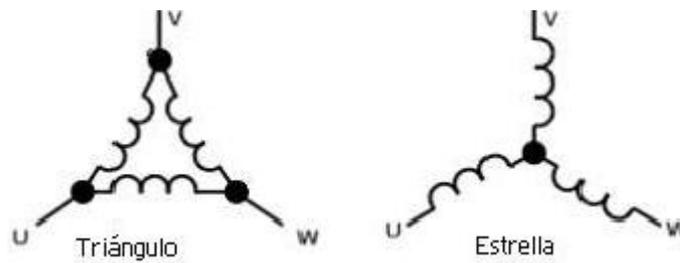
2.2.2. Estator

El estator es la parte fija del alternador en la cual están situadas las bobinas en las que se induce el campo magnético generado por el rotor y es en las bobinas donde se genera la corriente eléctrica.

El bobinado del inducido normalmente está formado por tres arrollamientos independientes (fases) que van conectados entre sí de dos modos posibles: en estrella o en triángulo. Normalmente la construcción del estator es igual para conexiones en estrella o triángulo y es el puente de diodos el que varía y conecta las fases en estrella o triángulo.



Cada una de las fases se suele denominar con la letra u, v, w y esquemáticamente el conexionado se representa como en la imagen siguiente:



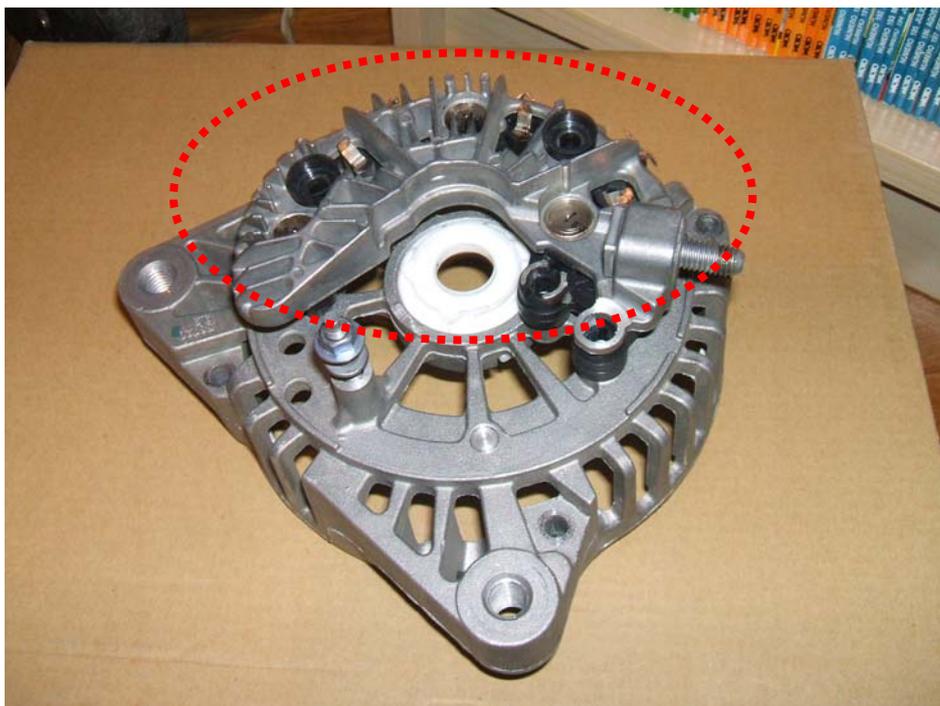
Representación gráfica de las conexiones en triángulo y en estrella

2.2.3. Puente rectificador

La corriente alterna generada en el alternador no es la adecuada para la batería ni los demás consumidores del vehículo, por lo que existe la necesidad de rectificar esta corriente. Esto se consigue mediante el puente rectificador de diodos.

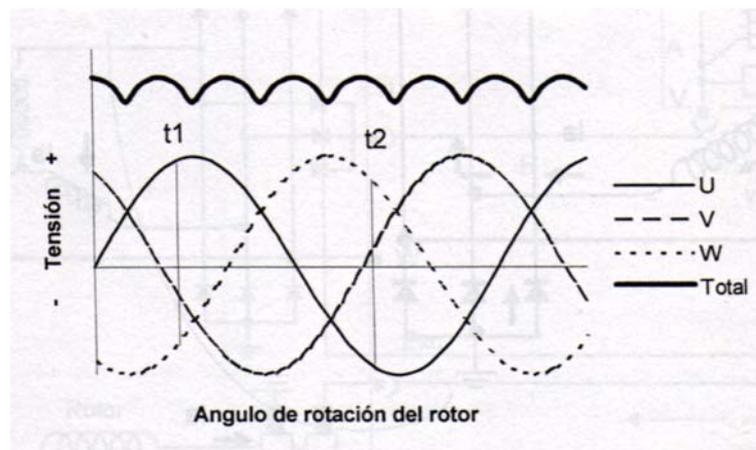
El puente rectificador está compuesto por 6 diodos y normalmente se añaden otros tres diodos más del circuito de excitación. Suele ir montado en la carcasa del lado de los anillos rozantes o en una placa en forma de U conectándose a cada una de las fases del estator. Este elemento es uno de los que más calor desprende, y los diodos tienen una temperatura de funcionamiento limitada, lo que hace necesaria la refrigeración del puente mediante aletas y con la ventilación del alternador.

Existen también puentes con 8 diodos de potencia, dos de ellos conectados con el centro de la estrella de las bobinas, los cuales permite obtener un 5% más de rendimiento.



Un diodo es un componente electrónico que sólo permite el paso de la electricidad en un sentido, al igual que una válvula antirretorno de un circuito hidráulico. El diodo en la rectificación lo que hace es eliminar la parte de la onda negativa generando una corriente continua a pulsos. Esta rectificación de onda se lleva a cabo en uno de los tríos de diodos, el otro trío se encarga de la doble rectificación; es decir, se aprovechan las partes negativas de las ondas suprimidas. Finalmente lo que se obtiene es una tensión con una pequeña ondulación aunque lo ideal sería obtener una señal totalmente plana.

En la siguiente imagen se observa lo explicado anteriormente sobre la rectificación:



La presencia del puente de diodos evita, además, que la batería se descargue a través del alternador cuando se encuentra parado o averiado.

2.2.4. Regulador

El regulador de tensión es el elemento que mantiene constante la tensión generada por el alternador en todo su régimen de giro, a mayor número de revoluciones, mayor tensión. De este modo, el regulador evita sobretensiones que destruirían los componentes eléctricos del automóvil y la sobrecarga de la batería.

El regulador lleva a cabo esta función modificando el valor de la corriente de excitación del rotor. Cuando el valor de tensión generada supere los 14V aproximadamente el regulador disminuiría la tensión de excitación del rotor, bajando de este modo la tensión generada por el alternador. Una vez reducido el valor de tensión generada por el alternador la tensión de excitación volvería a aumentar hasta llegar nuevamente al límite y se volvería a repetir el proceso.

Existen dos tipos de reguladores: los electromagnéticos (actualmente en desuso) y los electrónicos.

- Regulador electromagnético: el regulador electromagnético estaba compuesto de una bobina alimentada por el circuito de excitación del alternador que abría o

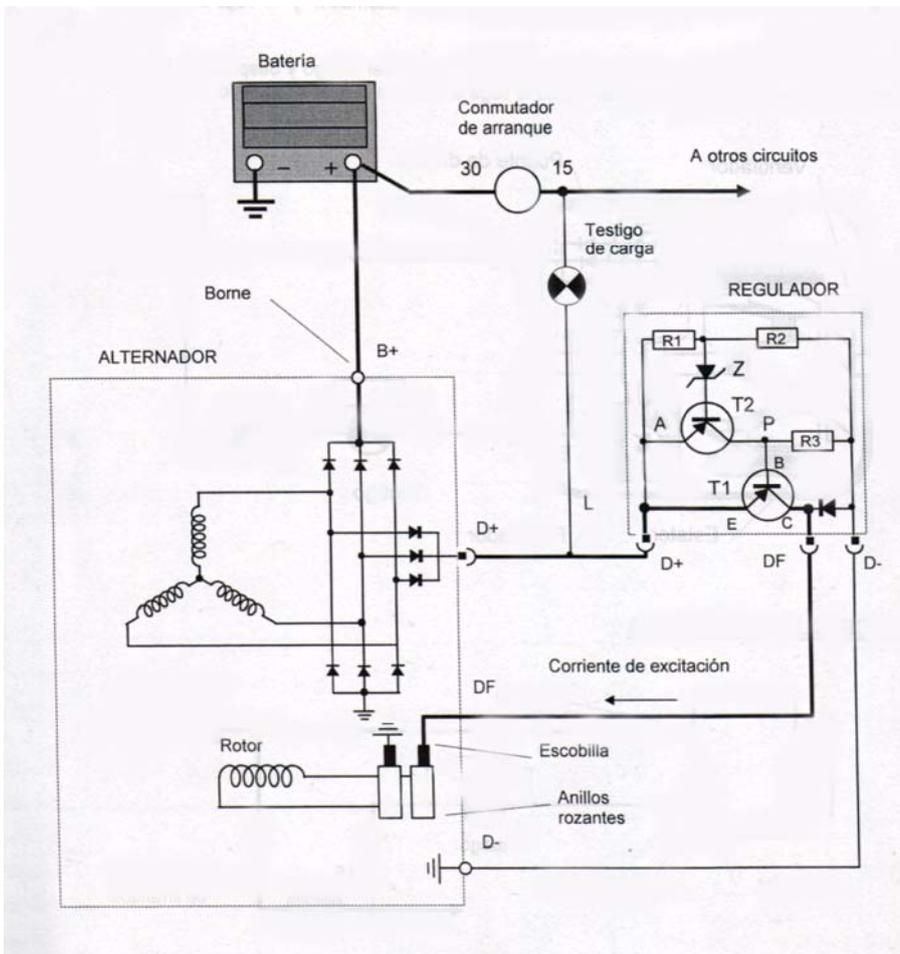
cerraba el circuito de excitación por la atracción magnética que generaba dicha bobina sobre un interruptor.

- Regulador electrónico: la regulación en este caso se lleva a cabo por un circuito integrado. Normalmente tiene una vida útil más larga que la del electromagnético ya que los elementos principales de este tipo de reguladores son el tiristor y el diodo zener.



Algunos reguladores electrónicos llevan incorporado el portaescobillas

Para entender más o menos el funcionamiento de este regulador utilizaremos un esquema:



Mientras el punto P sea negativo, el transistor T1 será conductor dejando pasar la corriente al rotor, el alternador estará plenamente excitado, el voltaje aumentará, también lo hará en el punto A, cuando esta tensión sea igual a la tensión del Zener, este diodo se vuelve conductor y deja circular corriente por la base del transistor T2, el transistor T2 se hace conductor y deja circular corriente por E-C, esto provoca que el punto P sea ahora positivo, con lo que el transistor T1 se bloquea y se interrumpe la excitación del rotor y el voltaje disminuye.

2.2.5 Otros elementos del alternador

Desde el aspecto funcional los elementos vistos anteriormente son los más importantes para que el alternador desempeñe su función, pero sin los elementos que se van a mencionar ahora no podría funcionar correctamente:

- **Aspas de ventilación:** debido al calor generado durante el funcionamiento el alternador necesita la evacuación de calor mediante unas aspas que generan un flujo de aire que extrae el calor del interior del alternador. Hay distintos tipos de aspas, algunas van unidas al rotor en el interior de la carcasa, otras son solidarias a la polea exterior de accionamiento, etc. Algunos tipos de alternadores sustituyen estas aletas por un sistema de refrigeración líquida que utiliza el propio líquido refrigerante del motor disminuyendo así el ruido generado por el flujo de aire en el alternador y ayudando a calentar el líquido para el arranque en frío y la calefacción.



- **Polea:** mediante la polea el rotor es movido junto a otros órganos mecánicos por el motor térmico. Actualmente han pasado de ser una simple polea solidaria al rotor, ha disponer de sistemas de rueda libre para suavizar las reducciones de revoluciones más bruscas.



2.3. Excitación y autoexcitación del alternador

En el momento del arranque del motor térmico, cuando el alternador aún se encuentra parado, el rotor se alimenta de la batería hasta que el motor térmico arranca y el alternador gira a un determinado número de revoluciones. La corriente de excitación previa sale del regulador y llega hasta el rotor por medio de las escobillas, éstos son los elementos que componen lo que conocemos como circuito de preexcitación, junto al testigo del cuadro. Este testigo se enciende durante la preexcitación ya que recibe positivo al activar la llave de contacto y cierra a masa por el alternador. Cuando el alternador comienza a girar se apaga ya que recibe positivo por los dos polos. Si el testigo no se apaga significa que el alternador no se autoexcita por avería.

Una vez que el motor térmico comienza a girar, y junto a él, el alternador, éste genera la electricidad necesaria para autoexcitarse. Esta corriente se regula en función de las necesidades del momento por el regulador como se ha explicado anteriormente.



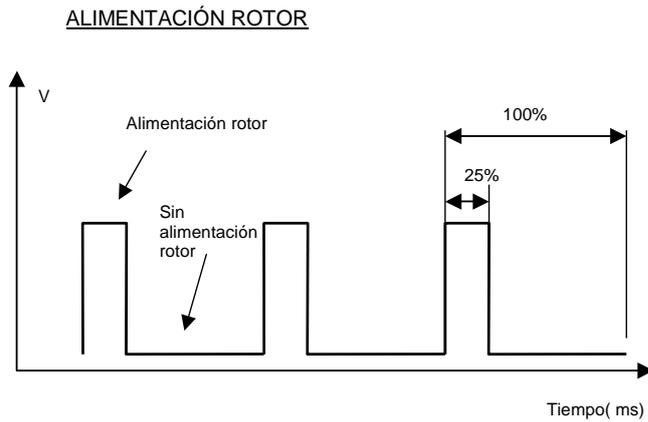
Testigo de excitación previa en cuadro

2.4. Potencia disponible o disponibilidad de carga

La potencia disponible del alternador es un parámetro importante a tener en cuenta para la gestión del circuito de carga, sobre todo en la actualidad, donde los principales objetivos son disminuir los consumos y la baja contaminación, optimizando y gestionando correctamente los recursos.

La potencia disponible nos indica el tanto por ciento al que está trabajando el alternador en un momento dado, con esto sabemos si le podemos pedir que de más potencia, es decir que si nos puede dar más carga (más voltaje o más intensidad, recordar que $Potencia = V \times I$).

Si el alternador está trabajando al 25% sabemos que es capaz de trabajar un 75% más. Si en otro instante es de 99% sabemos que no le podemos pedir más al alternador porque está trabajando al máximo de sus posibilidades.

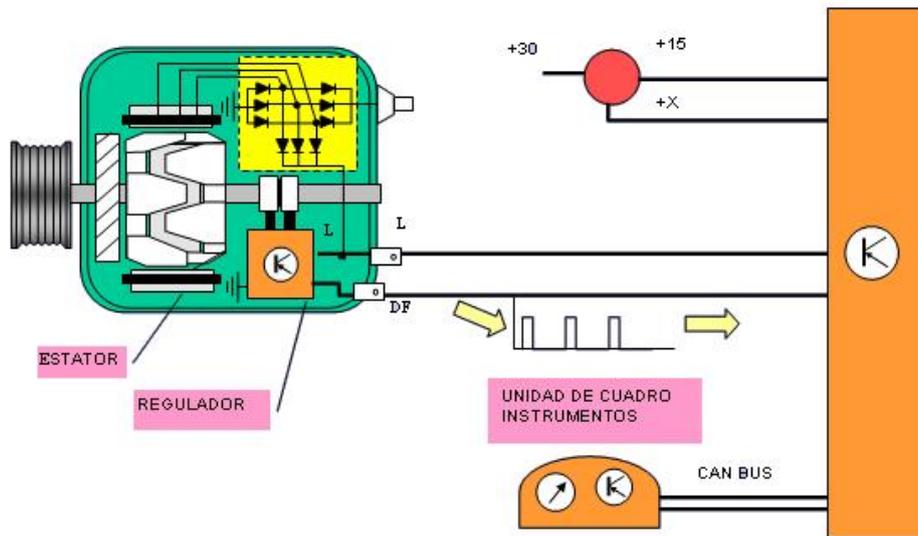


Como se ha dicho anteriormente, el regulador alimenta al rotor para crear el campo magnético, la fuerza del campo dependía de la alimentación que hacia el regulador, unos momentos está alimentado y otros instantes no. Dependiendo de la proporción del tiempo alimentado y del no alimentado se obtiene el estado de trabajo del alternador.

Al 100% de trabajo es cuando el regulador esta constantemente alimentado (el campo magnético del rotor es el mayor posible).

2.4. Circuito de carga y CAN-Bus

En vehículos con sistema de comunicación CAN-Bus el sistema de carga puede gestionarse de una manera mucho más óptima no desperdiciando energía y consumiendo justo la necesaria.

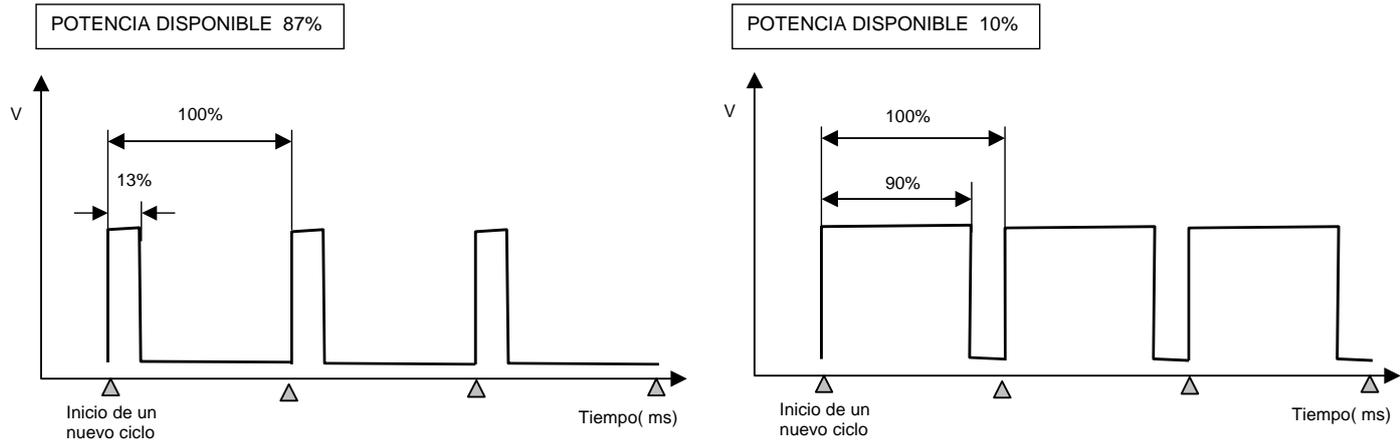


En este caso cuando se gira el contacto la Unidad de Red recibe positivo que la informa del accionamiento del contacto, en ese momento esta Unidad alimenta por el terminal L el regulador, y éste al rotor creando el campo magnético.

Cuando el motor térmico está en funcionamiento, por el terminal L del alternador hay voltaje generado por el alternador, la Unidad de Red recibe este voltaje y se informa del voltaje generado por el alternador. Cuando el voltaje cae por debajo de un valor determinado, la Unidad manda vía CAN-Bus que se encienda el testigo de carga situado en la unidad de Cuadro de Instrumentos.

Por el terminal **DF** sale una señal cuadrada de frecuencia fija y de proporción positiva variable. La frecuencia en un alternador Bosch es de 90 Hz y de un Valeo es de 150Hz. Tras la sustitución de un alternador es necesario configurar el calculador de protección y de conmutación situado en el propio alternador , indicando el alternador montado en el vehículo (Bosch o Valeo) .

Por la señal del terminal **DF** informamos a la Unidad de Red de la potencia disponible del alternador.



2.4.1. Modificación del consumo

En caso de detectar un bajo valor de tensión (terminal **L**) o que el alternador está al límite del máximo rendimiento, la unidad de la red de a bordo emprende acciones para reducir el consumo eléctrico.

La unidad desconecta los grandes consumidores que no afectan a la seguridad de conducción. En la desconexión se establece el siguiente orden:

- la luneta térmica,
- los asientos térmicos,
- los retrovisores térmicos,
- el aire acondicionado.

La desconexión de los asientos se efectúa enviando una señal a las unidades de control de los asientos térmicos. Y la desconexión del aire acondicionado se realiza enviando un mensaje por el CAN-Bus de confort a la unidad de climatización.

Al igual que se reduce el consumo eléctrico cuando se hace necesario, el sistema CAN-Bus permite que el alternador funcione a plena carga cuando no repercute en el consumo de combustible y en las emisiones contaminantes. La mayoría de constructores de automóviles están desarrollando sistemas que permiten que el alternador genere su máxima potencia en frenadas, cuando se utiliza el freno motor, etc. Y todo esto se lleva a cabo gracias a la comunicación entre las distintas unidades del vehículo.

3. Circuito de arranque

Los motores térmicos empleados en la automoción necesitan una fuerza externa para poder ponerse en marcha. En el automóvil esta fuerza es generada por un motor eléctrico, el motor de arranque que sólo necesita corriente eléctrica para ponerse en marcha y arrastrar el motor térmico desde la corona del volante de inercia.



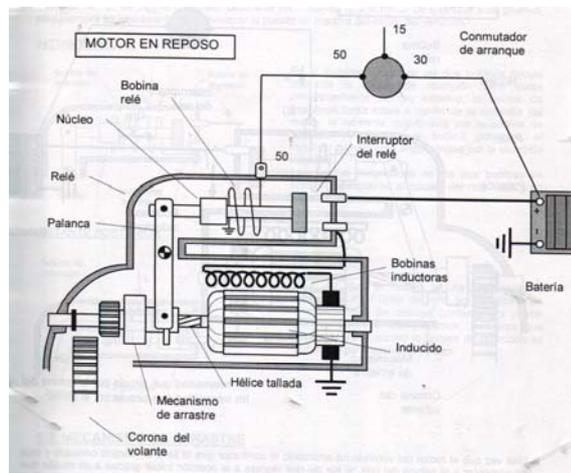
Normalmente los motores diesel necesitan más velocidad angular para ponerse en marcha necesitando girar entre 100 y 150 rpm. para poder arrancar, mientras que un motor gasolina lo hace entre 60 y 100 rpm. El motor diesel no sólo necesita más velocidad sino también mayor potencia debido a la mayor relación de compresión, mayor peso de componentes, etc.

3.1. Secuencia de arranque

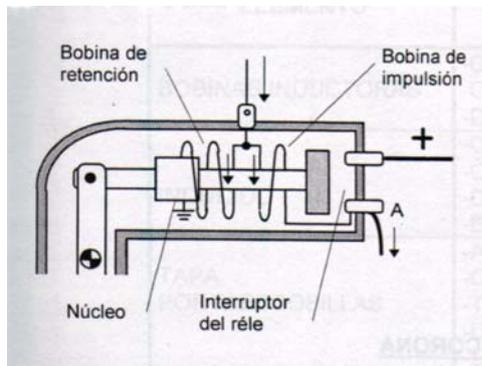
En el momento de arrancar el contacto hace llegar corriente al relé de accionamiento del motor de arranque mediante el denominado terminal 50. El relé cierra el circuito del motor de arranque que comienza a girar y a la vez acopla su piñón a la corona del volante de inercia.

3.2. Partes de un motor de arranque

Un motor de arranque está compuesto por varias piezas con unas funciones determinadas:



- **Motor eléctrico:** motor de corriente continua que puede tener excitación magnética o eléctrica. Si la excitación es eléctrica los devanados de excitación y del inducido están conectados en serie. En el momento del arranque la intensidad del motor crea un gran campo magnético que genera un par de aceleración que va perdiendo intensidad a medida que aumenta el régimen de giro del motor de arranque.
- **Relé/acoplador:** normalmente el relé de accionamiento tiene una doble función, por un lado hace llegar corriente hasta las bobinas inductoras y el inducido, y por otro acciona el mecanismo de arrastre.
Existen relés con dos bobinas que tienen la ventaja de un menor consumo durante los instantes que el motor de arranque se encuentra girando, favoreciendo así la puesta en marcha del motor del vehículo.
En estos relés en el instante inicial circula corriente por las dos bobinas y una vez que el núcleo del relé se ha desplazado deja de circular corriente por la bobina de impulsión y el campo magnético creado por la bobina de retención es suficiente para retener el núcleo.



- **Mecanismo de arrastre:** todos los motores de arranque deben disponer de un mecanismo de arrastre que acole y desacople el piñón a la corona una vez arrancado el motor de combustión, ya que sino el rotor se destruiría.
- **Rueda libre:** la mayoría de los mecanismos de arrastre, a su vez, disponen de un sistema de rueda libre que impide que el motor térmico arrastre al motor de arranque una vez arrancado, y sigue activado el relé de arranque. La función de este elemento es mantener la integridad del motor de arranque evitando su destrucción.

3.3. Características motor arranque

Las principales características que caracterizan un motor de arranque son:

- **Par Motor:** par necesario para poner en marcha el motor térmico, no es igual para un mismo motor ya que depende de la temperatura, lubricación, estado conservación, rozamientos, etc.
- **Par de Arranque:** par transmitido al motor térmico en el momento del acoplamiento del motor de arranque.

- *Consumo de corriente:* corriente que el motor de arranque consume de la batería cuyo valor es considerable
- *Tensión de alimentación:* en automóviles la tensión de alimentación del motor de arranque es de 12 V. La tensión disponible en los terminales del motor es importante que sea suficiente para que no se produzca alguna caída de tensión que haga necesario el accionamiento repetido del motor de arranque que conllevaría una descarga de la batería.

3.4. Tipos de motores de arranque

Existen distintos tipos de motores de arranque con diferencias en cuanto a estructura y funcionamiento se refieren.

3.4.1. Con reductora

Este tipo de motores de arranque dispone de una reductora basada en un tren de engranajes epicicloidales que permite aumentar el par de giro. El piñón del inducido hace girar al satélite, como este también engrana con la corona fija, el satélite se desplaza a lo largo de la corona.

3.4.2. Engranaje por horquilla

En este sistema el propio relé/acoplador de arranque actúa sobre una horquilla que, a su vez, está acoplada al piñón del motor de arranque. Al activar el relé se desplaza la horquilla engranando el piñón con la corona del volante de inercia.

3.4.3. Deslizante

Este tipo de sistema de acoplamiento se utiliza sobre todo en motores de arranque se motores diesel de mediana y gran potencia.

Simplificando el sistema se puede decir que el inducido es desplazado por la fuerza ejercida por el campo magnético creado por una serie de devanados que hacen que su desplazamiento y entrega de par sea de un modo progresivo.

3.4.4. Engranaje por inercia

En este caso el piñón se encuentra retraído por la fuerza ejercida por un muelle que lo aleja de la corona del volante de inercia. Una vez que el inducido comienza a girar la fuerza centrífuga del piñón vence la fuerza del muelle y se acopla a la corona.