

Unidad Didáctica
Motores de Corriente Continua

FONDO  FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© **FONDO FORMACION - FPE**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal *AS -742-2001*

Unidad Didáctica Motores de Corriente Continua

Como sabes, la energía eléctrica, al igual que cualquier otro tipo de energía, se puede transformar. Puede convertirse en calor, como consecuencia de la resistencia que ofrece un conductor eléctrico al ser atravesado por la corriente; en energía química, si este paso tiene lugar a través de un electrolito; en energía mecánica...

La relación mutua que se establece entre la electricidad y los campos magnéticos hace posible que, si tenemos un carrete con un eje de giro colocado entre los polos de un electroimán, y sobre él enrollamos un hilo conductor, cuando hacemos pasar la corriente eléctrica a través del conductor, el carrete se mueve. De esta forma se transforma la energía eléctrica en mecánica.

La gran mayoría de los motores utilizados en la industria o en los hogares son motores eléctricos, de ahí la importancia de conocer cómo se produce esta transformación de energía.

En esta unidad estudiaremos los siguientes apartados:

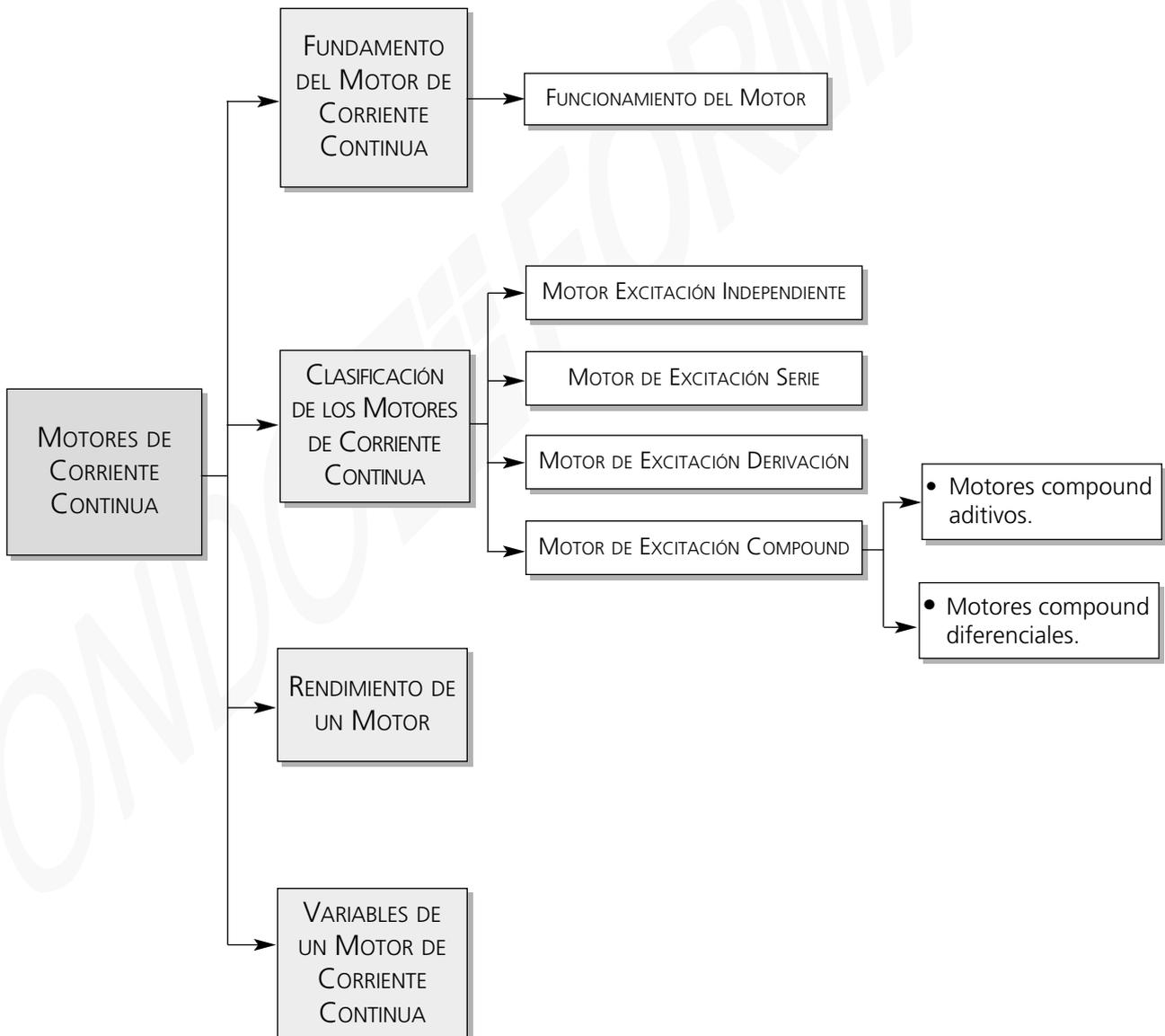
- Fundamento del motor de corriente continua. Funcionamiento.
- Clasificación de los motores de corriente continua:
 1. Motor de excitación independiente.
 2. Motor de excitación serie.
 3. Motor de excitación derivación o shunt.
 4. Motor de excitación compound.
- Rendimiento de un motor.

Tus objetivos

Al final de esta unidad serás capaz de:

- Explicar el funcionamiento de un motor de corriente continua.
- Diferenciar entre rotor y estátor.
- Clasificar los diferentes tipos de motor de corriente continua.
- Describir las características de los motores de corriente continua.
- Calcular el rendimiento de un motor.

Esquema de estudio



Fundamento del motor de corriente continua

Un motor de corriente continua es una máquina capaz de transformar energía eléctrica, suministrada en forma de corriente continua, en energía mecánica.

Es una máquina **reversible**, es decir, puede funcionar como motor o como generador.

La única diferencia entre ambos dispositivos está en la forma en que se realiza la conversión de energía, pero constructivamente son iguales.

- Como **generador**: transforma energía mecánica en eléctrica.
- Como **motor**: transforma energía eléctrica en mecánica.

La mayor parte de las veces, las máquinas de corriente continua se emplean como motor, ya que la producción de energía eléctrica se genera en forma de corriente alterna y, en caso de necesitar una corriente continua, resulta más económico rectificarla (transformar la corriente alterna en continua).

El funcionamiento de un motor de corriente continua está basado en el efecto dinámico* (fuerza electromagnética) que se produce sobre un conductor recorrido por una corriente eléctrica mientras está sometido al efecto de un campo magnético.

Funcionamiento del motor

Los imanes permanentes producen campos magnéticos débiles, por lo que tienen una escasa aplicación en máquinas industriales, donde se requiere una potencia considerable. Por eso, el campo magnético necesario en un motor eléctrico se obtiene a partir de electroimanes.

Un motor de corriente continua comprende dos partes:

- **Estátor**: es la parte fija de la máquina. Generalmente comprende el circuito eléctrico por el cual circula la corriente que dará lugar a la creación de un flujo magnético (electroimán). Este circuito eléctrico se denomina **devanado inductor**.
- **Rotor**: es la parte móvil de la máquina. Comprende un núcleo donde va enrollado un circuito eléctrico, el cual al interactuar con el flujo magnético del inductor, produce el giro del conjunto. Este circuito eléctrico se denomina **devanado inducido**.

En el motor de corriente continua, el electroimán constituye el inductor, mientras que el circuito eléctrico (conductores) donde se produce el movimiento es el inducido.

Para explicar el funcionamiento de un motor de corriente continua, supondremos que el circuito inducido está formado por una sola espira, aunque en realidad estará constituido por gran cantidad de espiras.

La espira se introduce en un campo magnético de manera que el plano formado por la espira coincida con la dirección del campo, es decir, en posición horizontal (fig. 1). La espira se conecta a dos **semianillos colectores** o delgas, las cuales, al rozar con unas escobillas*, permiten el paso de corriente hacia la espira.

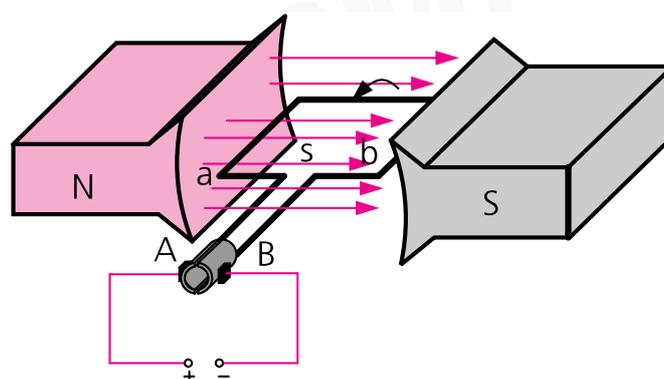


Fig. 1: Espira en posición inicial (paralela a la dirección del flujo magnético).

Al conectar los semianillos, a través de las escobillas, a una fuente de tensión continua, la corriente circulará por la espira, saliendo del polo positivo (+) de la pila y entrando por el negativo (-). La espira se considera como si estuviera formada por dos conductores: uno de **ida** (a) y otro de **vuelta** (b).

Debido a esta circulación de corriente, se crea un flujo magnético alrededor de cada conductor que corta al flujo magnético creado por el imán. De esta forma, ambos campos interactúan y dan lugar a la fuerza electromagnética que produce el movimiento de la espira.

En cada uno de los conductores se crea una fuerza electromagnética. Al tener el sentido contrario de circulación de corriente, las fuerzas creadas en ambos conductores serán opuestas entre sí (una hacia arriba y la otra hacia abajo). Esto hace que se produzca un **par de fuerzas** que provoca, el giro de la espira.

La espira, por acción de este par de fuerzas, girará hasta alcanzar la posición vertical (fig. 2). En este punto deja de pasar corriente, ya que las escobillas se ponen en contacto con el aislante de los semianillos colectores.

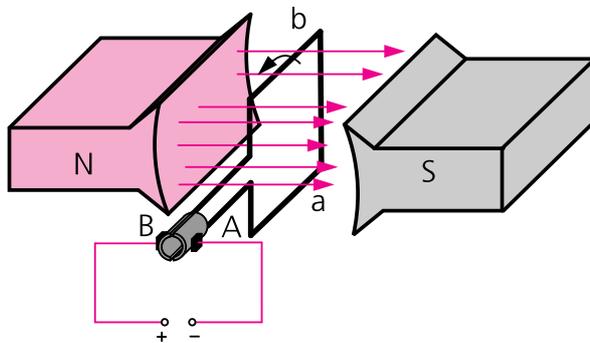


Fig. 2: Espira en posición intermedia (perpendicular al flujo magnético).

En esta posición, desaparece el par de rotación. Sin embargo, aunque desaparezca el par, la espira sigue girando por inercia. Al continuar el giro, los semianillos del colector cambian de polaridad, e invierten, en consecuencia, el sentido de la corriente en los conductores (fig. 3).

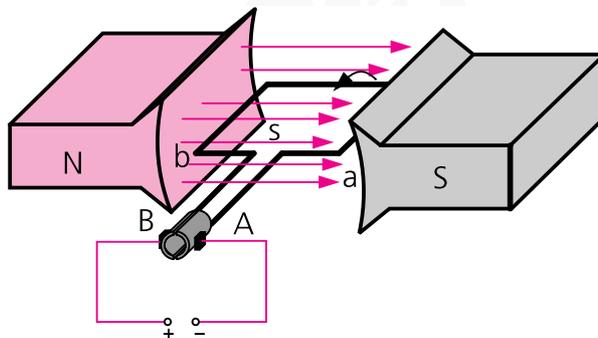


Fig. 3: Espira en posición final (paralela nuevamente al flujo magnético).

Al invertirse la corriente (en un principio la corriente entraba por "a" mientras que ahora lo hace por "b"), se consigue que la espira continúe girando en el mismo sentido de rotación que al iniciarse el movimiento. A partir de aquí, se repite la operación anterior.

ACTIVIDAD 1

Completa el texto con las palabras siguientes:

semianillos colectores, inductor, par de fuerzas, fija, móvil, inducido, conductores, fuerza electromagnética.

En un motor de corriente continua, el circuito eléctrico por donde circula la corriente que dará lugar al flujo magnético se denomina
Constituye la parte de la máquina.

El circuito eléctrico que interacciona con el flujo magnético anterior se denomina
Es la parte de la máquina.

Las espiras del motor se conectan a dos
A través de estos anillos, circula la corriente eléctrica hasta las espiras.

El flujo magnético creado por cada espira y el flujo magnético creado por el electroimán interaccionan produciendo una que mueve la espira. Cada espira se considera como dos en los que la corriente circula en sentido contrario. Esto hace que en ellos se produzcan fuerzas de sentido contrario, dando lugar a un que hace girar la espira.

Clasificación de los motores de corriente continua

Los motores de corriente continua se clasifican principalmente teniendo en cuenta la disposición del devanado inductor (excitación) y del inducido. Pueden ser:

- De excitación **independiente**.
- Autoexcitados:
 1. De excitación **serie**.
 2. De excitación **derivación** o **shunt**.
 3. De excitación **compound**.

1. Motor excitación independiente

En este motor, la excitación está conectada a una fuente de tensión independiente, de modo que no acusa las variaciones de carga que se produzcan en el inducido. Debido a esto, el motor es **muy estable**.

Tiene un **par de arranque* muy elevado** y su velocidad es **prácticamente constante** y fácil de controlar.

Se utiliza en motores de pequeña y gran potencia.

Entre sus principales aplicaciones podemos citar las siguientes: trefilería, extrusión de plásticos y gomas, desenrollado de bobinas, retrocesos rápidos en vacío de ganchos de grúas y máquinas de serrar, torneado y taladrado de materiales, etc.

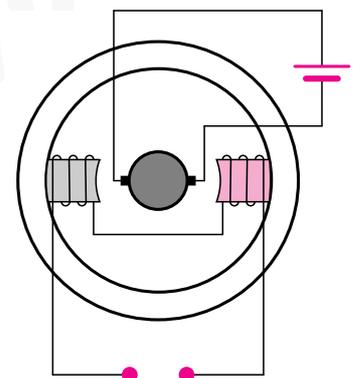


Fig. 4
Conexión de los devanados de un motor de excitación independiente.

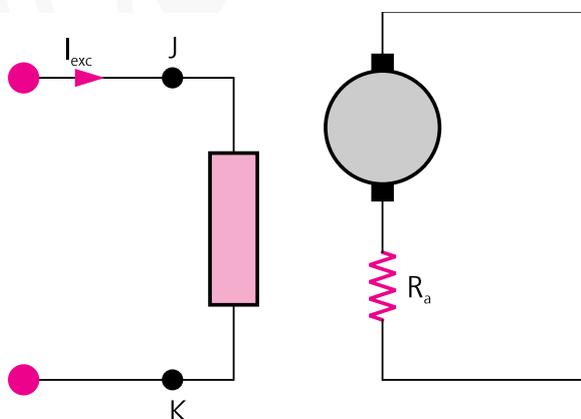


Fig. 5: Representación de un motor de excitación dependiente.

2. Motor de excitación serie

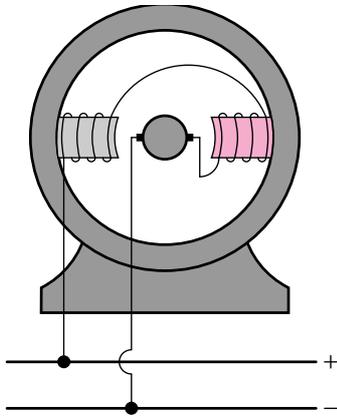


Fig. 6
Conexión de los devanados
del motor serie.

En este motor el devanado de la excitación se conecta en serie con el inducido (fig. 6 y 7), de forma que a través de ellos circula la misma intensidad. El arrollamiento de la excitación está formado por pocas espiras de hilo grueso que ofrecen baja resistencia al paso de la corriente.

La principal característica de este motor es que **su velocidad varía en función de la carga**. Si conectamos una carga muy pesada, el motor se frena; sin embargo, con una carga ligera, se acelera. Este motor **nunca puede trabajar sin carga (en vacío)**, ya que se "embala", acelerándose tanto que podría llegar a destruirse. Este riesgo se elimina conectando en paralelo el inducido con una resistencia, o haciendo lo mismo con el devanado inductor.

Otra característica del motor serie es que desarrolla un **par de arranque muy elevado**, que lo hace ideal para máquinas que necesiten mover grandes cargas, como grúas, locomotoras...

Su potencia se mantiene prácticamente constante para cualquier velocidad, por lo que se denomina **motor autorregulador de potencia**.

Entre las principales aplicaciones de este tipo de motores citamos las siguientes: máquinas de tracción eléctrica, grúas, bombas de pistón y en todas las aplicaciones donde se necesite vencer un gran par en el arranque, sin que sea imprescindible una gran precisión en la velocidad.

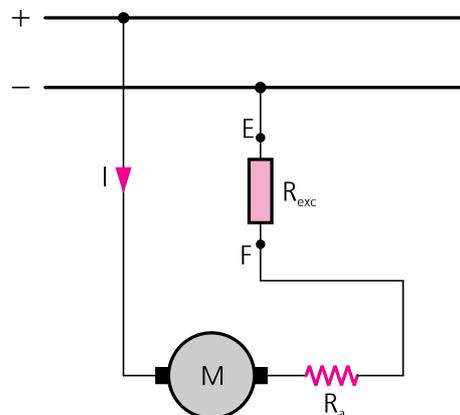


Fig. 7: Representación de un motor serie.

3. Motor de excitación derivación

El devanado de la excitación consta de muchas espiras finas que presentan una gran resistencia al paso de la corriente.

Las bobinas del inductor están conectadas directamente a la red, y en paralelo con el inducido (fig. 8 y 9), de modo que no se verán afectadas por las variaciones de carga que pueda tener el motor. La velocidad de este motor es **prácticamente constante**.

Esta característica hace que sea idóneo para máquinas que tengan que trabajar a velocidad constante, incluso en vacío.

Tiene un **par de arranque bajo**, y se emplea en instalaciones que necesiten trabajar a una velocidad constante, como bombas, máquinas herramientas...

Este motor se conoce también con el nombre de motor **shunt** o **paralelo**.

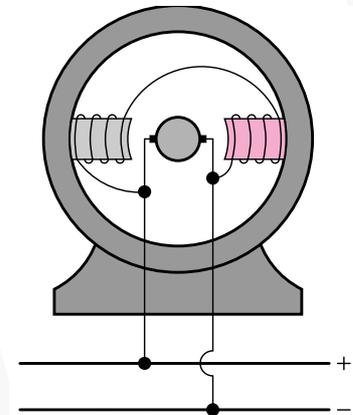


Fig. 8
Conexión de los devanados en un motor derivación.

Puede utilizarse en motores de excitación independiente y, además, en máquinas herramientas, ventiladores, bombas, etc.

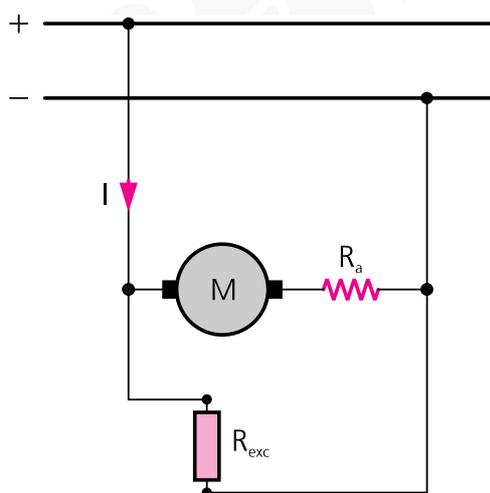


Fig. 9: Representación de un motor derivación.

4. Motor de excitación compound

El motor compound es una combinación entre un motor serie y un motor derivación, de forma que reúne las ventajas de ambos.

El devanado de la excitación se divide en dos trozos: en uno, las espiras son pocas y gruesas (conectadas en serie con el inducido) y se denomina **devanado serie**, y en el otro son numerosas y delgadas (conectadas en paralelo) y se denomina **devanado derivación**.

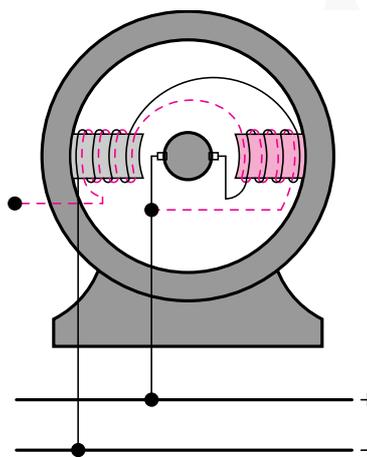


Fig. 10: Conexión de los devanados de un motor compound.

Con este motor se obtiene un **alto par de arranque** (como en el motor serie) y una **velocidad prácticamente constante** (como en el derivación). Es el más utilizado, sobre todo en tracción eléctrica y máquinas herramientas.

Los motores compound se clasifican a su vez en:

- Aditivos.
- Diferenciales.

Las características de cualquier motor compound dependen de la relación entre los devanados serie y derivación.

En la figura 11 se muestra la representación de un motor compound.

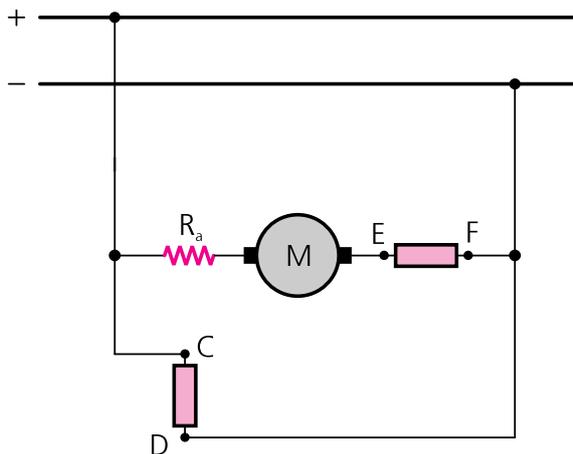


Fig. 11: Representación de un motor compound.

A. Motores compound aditivos

En estos motores, el campo magnético resultante es la suma de los campos magnéticos correspondientes del devanado serie y del derivación.

Aunque el flujo en el devanado serie varíe mucho, no hay peligro de embalamiento, ya que el devanado derivación se encarga de mantener un valor del flujo constante de vacío a plena carga.

Es el más utilizado de los motores compound. Este motor presenta una leve disminución de su velocidad cuando aumenta la carga, un poco mayor que en el motor derivación.

Su par motor aumenta en mayor proporción que en el derivación, pero menos que en el motor serie.

Su mayor aplicación la tiene en grúas, ventiladores, prensas, extrusadoras, tracción, etc.

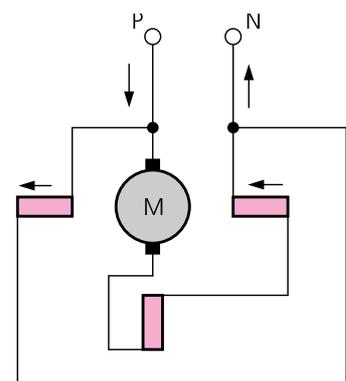


Fig. 12
Conexiones para motor compound adicional.

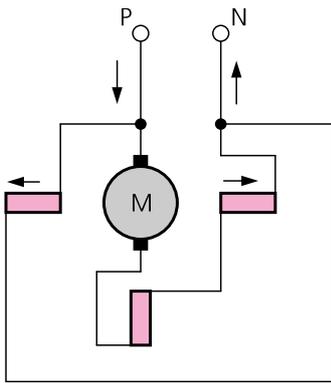


Fig. 13
Conexiones para motor com-
pound diferencial.

B. Motores compound diferenciales

En el motor compound diferencial, el flujo resultante es la diferencia entre los flujos del devanado serie y el de derivación.

El mayor flujo se obtendrá cuando la máquina trabaje en vacío (sin carga), ya que en este caso no pasa corriente a través del devanado serie. Cuando se conecta una carga, la corriente que absorbe el inducido aumenta, y se crea un campo en el devanado serie que se opone al del devanado derivación, con lo cual el flujo total disminuye.

El motor compound diferencial tiene muy pocas aplicaciones por el peligro que corre de embalsarse con cargas elevadas.

ACTIVIDAD 2

De acuerdo con lo visto hasta ahora, indica a qué tipo de motor de corriente continua corresponden las características de velocidad y par de arranque siguientes:

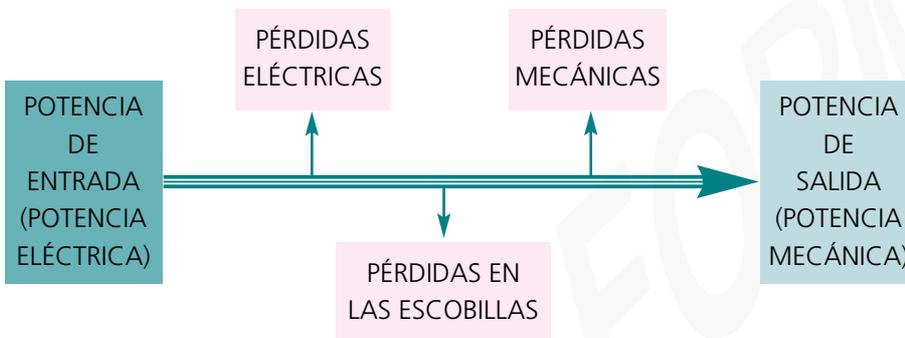
Velocidad	Par de arranque	Motor
Prácticamente constante	Alto	
Prácticamente constante	Muy elevado	
Variable con la carga	Muy elevado	
Prácticamente constante	Bajo	

Rendimiento de un motor

No toda la potencia eléctrica que se suministra al motor se transforma en potencia mecánica, sino que una parte se pierde. El concepto de **rendimiento** nos da una idea de la cantidad de potencia útil que obtenemos de un motor.

Las pérdidas de potencia son debidas a múltiples causas:

- **Pérdidas eléctricas**, generalmente por efecto Joule: al circular la corriente por los devanados de las máquinas, se produce un calentamiento, que se deriva en una pérdida de potencia.
- **Pérdidas en las escobillas**, por caída de tensión.
- **Pérdidas mecánicas**, por rozamientos.



El rendimiento en tantos por ciento (%) de un motor se calcula dividiendo la potencia útil que obtenemos (potencia mecánica) entre la potencia que aportamos al motor (potencia eléctrica), y multiplicándola por cien.

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \cdot 100$$

η = Rendimiento en tantos por ciento (%).
 P_e = Potencia de entrada o potencia eléctrica.
 P_s = Potencia de salida o potencia mecánica.

El rendimiento se puede expresar también en "tantos por 1". Para pasarlo a tantos por ciento (%), sólo tendrás que multiplicar por 100. Por ejemplo, un rendimiento de 0,8 equivale a un rendimiento del 80%.

Un dato a tener en cuenta es que, al hablar de potencia mecánica, se suele expresar en caballos de vapor (CV); mientras que, cuando se habla de potencia eléctrica, se expresa en vatios (W) o kilovatios (kW). La equivalencia entre estas unidades es:

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W} \quad \text{ó} \quad 1 \text{ kW} = 1,36 \text{ CV}$$

El rendimiento depende de la potencia que la máquina deba suministrar, y es mayor cuanto más se aproxime la demanda a las características nominales* del motor. Así, si a un motor de 4 CV le conectamos una carga que sólo necesite 2 CV, su rendimiento será menor que si trabaja a 4 CV. En este último caso, se dice que **trabaja a plena carga**.

La variación que sufre el rendimiento en una máquina eléctrica al variar la carga se representa por curvas como la de la figura 14:

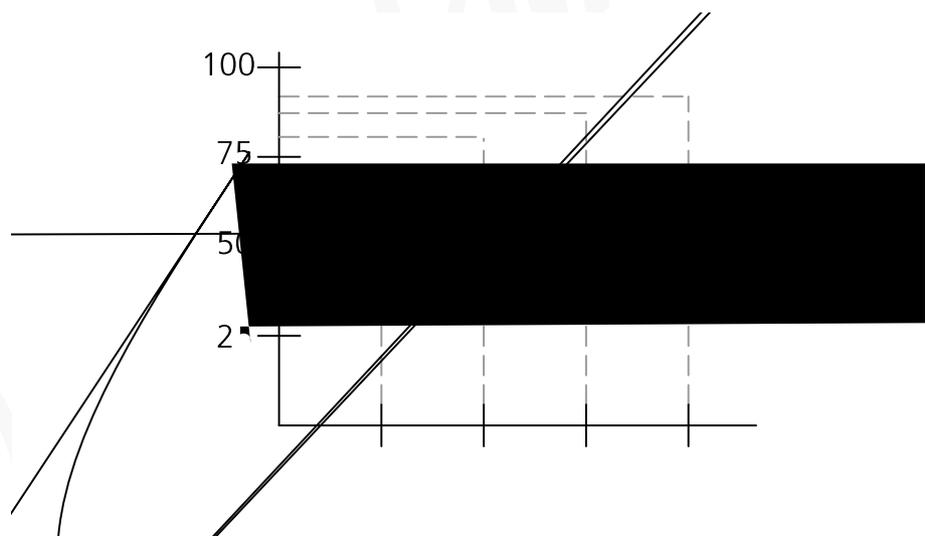


Fig. 14: Curva de rendimiento.

Ejemplo:

Un motor de 20 CV tiene un rendimiento del 80%. ¿Qué potencia absorbe de la red?

Como la potencia eléctrica viene dada en kW, necesitamos convertir la potencia mecánica del motor a kW (1 CV equivale a 0,736 kW):

$$20 \text{ CV} \times \frac{736 \text{ W}}{1 \text{ CV}} \times \frac{1 \text{ kW}}{1.000 \text{ W}} = 14,72 \text{ kW}$$

Ahora calculamos la potencia que absorbe de la red (potencia de entrada o potencia eléctrica) despejando de la fórmula de rendimiento:

$$\eta = \frac{P_{\text{mecánica}}}{P_{\text{eléctrica}}} \cdot 100 \Rightarrow P_{\text{eléc}} = \frac{P_{\text{mec}} \cdot 100}{\eta}$$

$$P_{\text{eléctrica}} = \frac{14,72 \times 100}{80} = 18,4 \text{ kW absorbidos de la red}$$

ACTIVIDAD 3

Conectamos un motor a una tensión de 380 V. Si absorbe 20.000 W de la red de alimentación, ¿qué potencia (en CV) será capaz de desarrollar, sabiendo que su rendimiento es 0,8?

Variables de un motor de corriente continua

Hay una serie de factores que son de gran importancia a la hora de trabajar con un motor. Los fundamentales son:

- **Fuerza contraelectromotriz.** Cuando el motor gira, el conductor (o espira) pasa a funcionar simultáneamente como un generador de corriente; es decir, al moverse dentro del campo magnético se produce en su interior una corriente o fuerza electromotriz, que tendrá el sentido contrario a la corriente aplicada inicialmente. Esta fuerza electromotriz es lo que se llama fuerza contraelectromotriz.
- **Par motor.** La suma de las fuerzas electromagnéticas creadas en cada uno de los conductores o espiras del motor da lugar a un par de fuerzas resultante que es el que produce el movimiento de giro del motor. Este par de fuerzas es lo que llamamos par motor.
- **Velocidad de rotación:** es la velocidad a la que gira el inducido del motor.
- **Intensidad absorbida por el motor:** es la intensidad de corriente que el inducido absorbe.

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, intenta responder a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

1 Explica lo que son el rotor y el estátor de un motor.

2 Explica brevemente el funcionamiento de un motor de corriente continua.

3 Clasifica los tipos de motores de corriente continua según la conexión de sus devanados, e indica las características principales de cada uno.

4 Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: **V F**

a. Un motor puede funcionar también como generador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. El motor transforma energía mecánica en eléctrica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Un motor serie no puede trabajar en vacío ya que tiende a embalsarse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. La potencia mecánica de un motor es mayor que la potencia eléctrica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. En un motor de excitación serie, la intensidad que recorre el devanado inductor es la misma que la que recorre el inducido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

R

ACTIVIDAD 1

En un motor, el circuito eléctrico por donde circula la corriente que dará lugar al flujo magnético se denomina **inductor**. Constituye la parte **fija** de la máquina. El circuito eléctrico que interacciona con el flujo magnético anterior se denomina **inducido**. Es la parte **móvil** de la máquina. Las espiras del motor se conectan a dos **semianillos colectores**. A través de estos anillos, circula la corriente eléctrica hasta las espiras.

El flujo magnético creado por cada espira y el flujo magnético creado por el electroimán interactúan produciendo una **fuerza electromagnética**, que hace mover a la espira. Cada espira se considera como dos **conductores** en los que la corriente circula en sentido contrario. Esto hace que en ellos se produzcan fuerzas de sentido contrario, dando lugar a un **par de fuerzas** que hacen girar la espira.

R

ACTIVIDAD 2

Velocidad	Par de arranque	Motor
Prácticamente constante	Alto	Compound
Prácticamente constante	Muy elevado	Independiente
Variable con la carga	Muy elevado	Serie
Prácticamente constante	Bajo	Derivación

R

ACTIVIDAD 3

Pasando los vatios a kilovatios ($20.000 \text{ W} = 20 \text{ kW}$) y el rendimiento a tantos por ciento ($\eta = 0,8 = 80\%$), calculamos la potencia mecánica:

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \cdot 100 \Rightarrow P_s = \frac{\eta \cdot P_e}{100} = \frac{80 \cdot 20}{100} = 16 \text{ kW}$$

Dividiendo por 0,736 ($\text{CV} = 0,736 \text{ kW}$), obtendremos la potencia en caballos de vapor:

$$P_s = \frac{16}{0,736} = 21,74 \text{ CV}$$

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

El estátor de un motor es la parte fija de la máquina. Consta de un circuito eléctrico (devanado inductor) cuya corriente da lugar a un flujo magnético.

El rotor es la parte móvil del motor. Consta de un circuito eléctrico (devanado inducido) cuya corriente interacciona con el flujo magnético del inductor y provoca el giro del rotor.

2

El devanado inductor se conecta a una corriente eléctrica y crea un flujo magnético. En el interior de ese campo magnético está colocado el rotor con su devanado inducido, formado por una serie de espiras, por donde también circula corriente. Cada espira se considera como dos conductores, uno de ida y otro de vuelta, con lo cual la corriente en los dos conductores de cada espira circula en sentido contrario dentro del flujo magnético. La corriente que circula por la espira crea una fuerza en cada conductor de la misma intensidad pero de sentido contrario, denominado par de fuerzas, que produce el giro de la espira. La suma de los pares de fuerzas producidos en todas las espiras del inducido dan lugar al movimiento del motor.

3

- Motor **de excitación independiente**: tiene un par de arranque muy elevado y su velocidad es prácticamente constante.
- Motor **de excitación serie**: tiene un par de arranque muy elevado. La velocidad varía con la carga (no puede trabajar sin carga ya que la velocidad aumentaría tanto que se destruiría).
- Motor **de excitación derivación**: tiene un par de arranque bajo y una velocidad prácticamente constante.
- Motor **de excitación compound**: tiene un alto par de arranque (como el motor serie) y una velocidad prácticamente constante (como el motor derivación).

4

Las respuestas **a**, **c** y **e** son verdaderas.

b. **Falsa**: el motor transforma energía eléctrica en mecánica.

d. **Falsa**: la potencia mecánica que proporciona el motor es menor que la potencia eléctrica absorbida de la red, ya que ha sufrido pérdidas por calor, rozamientos, etc.

Resumen de Unidad

Funcionamiento del motor de c.c.

El funcionamiento del motor de corriente continua se basa en que cuando un conductor recorrido por una corriente eléctrica se somete a los efectos de un campo magnético, se produce sobre el conductor una fuerza (fuerza electromagnética) capaz de moverlo.

En un motor de corriente continua se diferencian básicamente dos partes:

- **Estátor:** es la parte fija donde va colocado el circuito eléctrico, (devanado inductor) por el cual circula la corriente que da lugar al flujo magnético.
- **Rotor:** es la parte móvil donde va colocado el circuito eléctrico, (devanado inducido) cuya corriente interacciona con el flujo magnético del inductor produciendo el movimiento.

Clasificación de los motores de corriente continua

Los motores de corriente continua se clasifican según la disposición de los devanados inductor e inducido:

- Motor de **excitación independiente**. Los devanados inductor e inducido se conectan a redes diferentes. Tiene un par de arranque muy elevado y su velocidad es prácticamente constante.
- Motor **serie**. El inductor y el inducido son atravesados por la misma intensidad (conexión en serie). Tiene un par de arranque muy elevado. La velocidad varía con la carga (no puede trabajar sin carga ya que la velocidad aumentaría tanto que se destruiría). Son útiles para trabajos que precisen un gran par de arranque.
- Motor **derivación** o shunt. El inductor está conectado en derivación (conexión en paralelo) con el inducido. Tiene un par de arranque bajo y una velocidad prácticamente constante. Son útiles para obtener velocidades sensiblemente constantes.
- Motor **compound**. El inductor es excitado a la vez mediante el sistema serie y derivación. Tiene un alto par de arranque (como el motor serie) y una velocidad prácticamente constante (como el motor derivación).

Rendimiento

El rendimiento de un motor se calcula mediante la expresión:

$$\eta (\%) = \frac{P_{\text{salida}}}{P_{\text{entrada}}} \cdot 100$$

Notas

Vocabulario

Características nominales: valores de los parámetros con los cuales el motor trabaja en las mejores condiciones.

Efecto dinámico: en el caso de un motor, es el que produce el movimiento de los conductores.

Escobillas: elementos del motor a través de los cuales entra la corriente hacia los semianillos colectores y, con ello, hasta la espira.

Par de arranque: conjunto de dos fuerzas paralelas y de sentidos contrarios que desarrolla el motor en el momento del arranque y que permite hacer girar cualquier elemento conectado a él.



FONDO  FORMACION