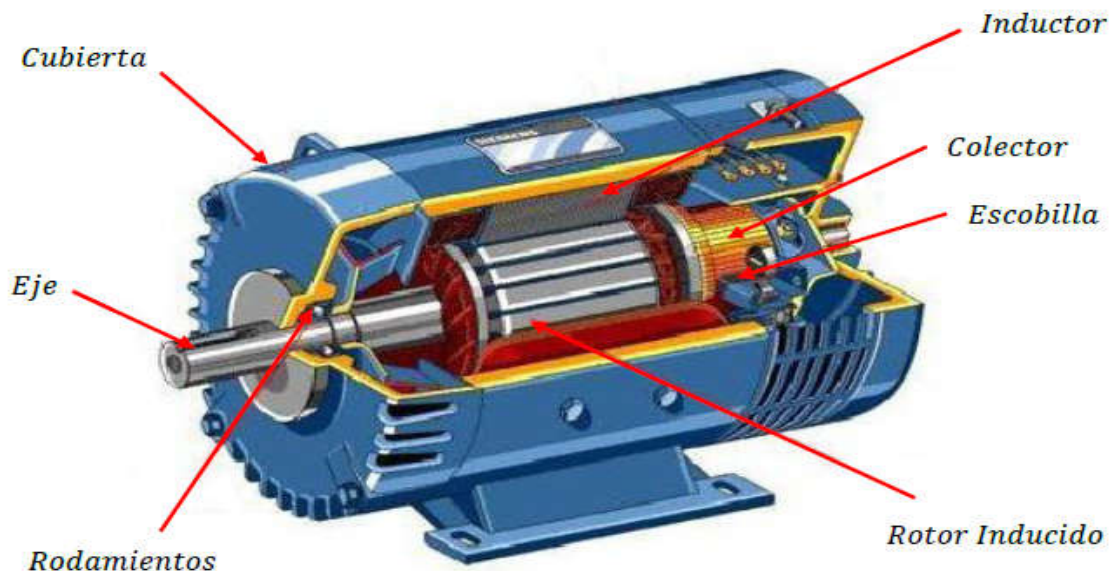


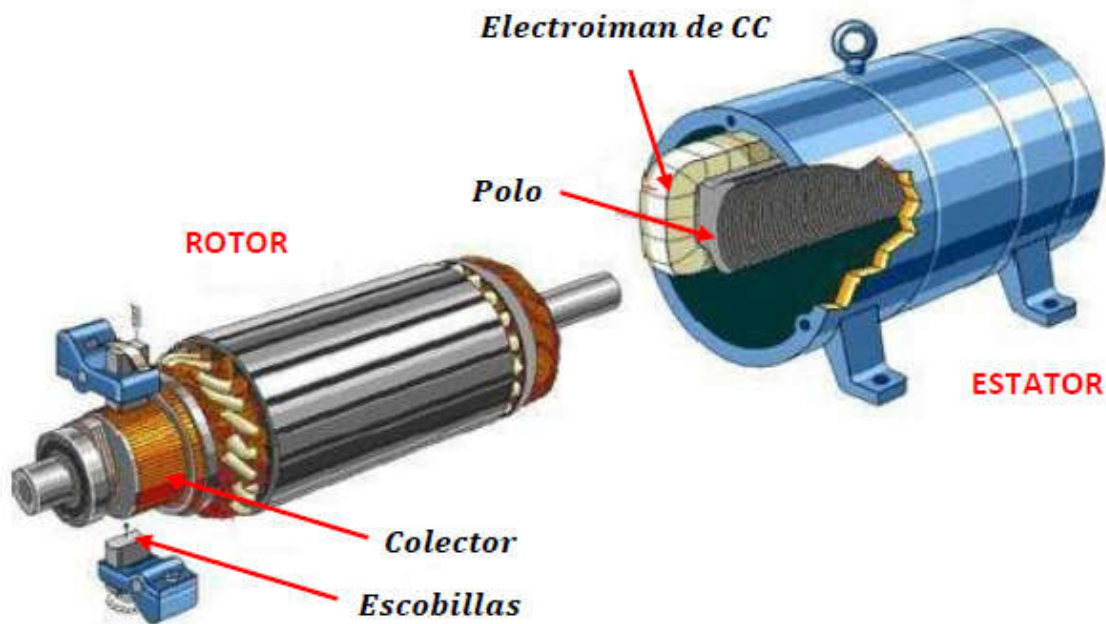
Motores eléctricos de Corriente Continua

Un motor CC está compuesto principalmente por el rotor y el inductor que a su vez se componen de:

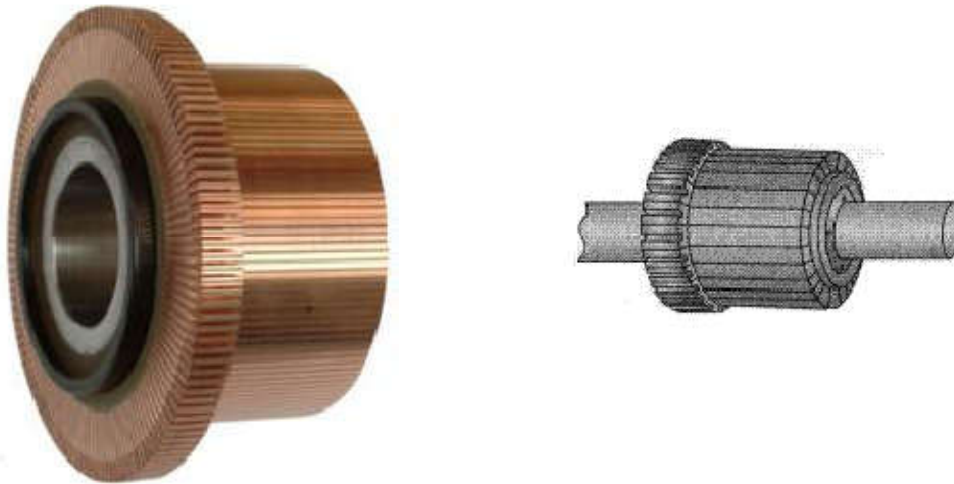
- a) Un imán fijo que constituye el inductor
- b) Un bobinado denominado inducido que es capaz de girar en el interior del primero, cuando recibe una CC.
- c) Escobillas: cuya función es la de transmitir la corriente proveniente de la fuente CC al colector o conmutador. Las escobillas son de grafito, material menos duro que el del conmutador, con el fin de evitar el desgaste de este. Debido a que el acercamiento de las escobillas al conmutador debe ser continuo para evitar las chispas entre una conmutación y otra, las escobillas poseen un sistema de resortes que proveen la presión suficiente para generar un contacto adecuado entre estas y el conmutador.
- d) El colector o conmutador es un conjunto de láminas (delgas) que van montadas sobre el rotor, separadas entre sí y del eje por medio de materiales aislantes para evitar el contacto eléctrico con estos. Su función es la de mantener la corriente que viene de las escobillas en un flujo unidireccional y comunicándola de esta manera al inducido.
- e) Eje que tiene como responsabilidad ser la parte móvil del rotor y sobre el que van montados: el inducido, el colector o conmutador y el núcleo del inducido. Para facilitar su movimiento giratorio está soportado sobre cojinetes.



Generalmente los motores CC tienen la disposición de montaje que se muestra en la próxima figura, donde es posible apreciar las dos partes más importantes del motor CC que son el rotor y el inductor. El rotor es una pieza giratoria cilíndrica, un electroimán móvil, con varios salientes laterales, que llevan cada uno a su alrededor un bobinado de hilo de cobre por el que pasa la corriente eléctrica. El estator, situado alrededor del rotor, es un electroimán fijo, cubierto con un aislante. Al igual que el rotor, dispone de una serie de salientes con bobinados eléctricos por los que circula la corriente. También se ve en esta figura uno de los polos del imán que poseen este tipo de motores y que es el responsable del campo magnético. Además, se aprecia la forma mecánica en la que las escobillas entran en contacto con las delgas del conmutador que gira con el rotor y se esquematiza de manera sencilla resortes usados con el fin de mejorar el contacto y evitar las chispas por mal contacto entre el conmutador y el rotor.



Otro elemento importante y fundamental del motor eléctrico de corriente continua es el colector de delgas, que es un conjunto de láminas de cobre, aisladas entre sí y que giran solidariamente con el rotor. Las delgas están conectadas eléctricamente a las bobinas del devanado inducido y por medio de ellas dicho devanado se puede conectar a la fuente de energía eléctrica del exterior. Cada delga está unida eléctricamente al punto de conexión de dos bobinas del devanado inducido, de tal forma que habrá tantas delgas como bobinas simples posea el devanado. Al colector de delgas también se le conoce como conmutador.

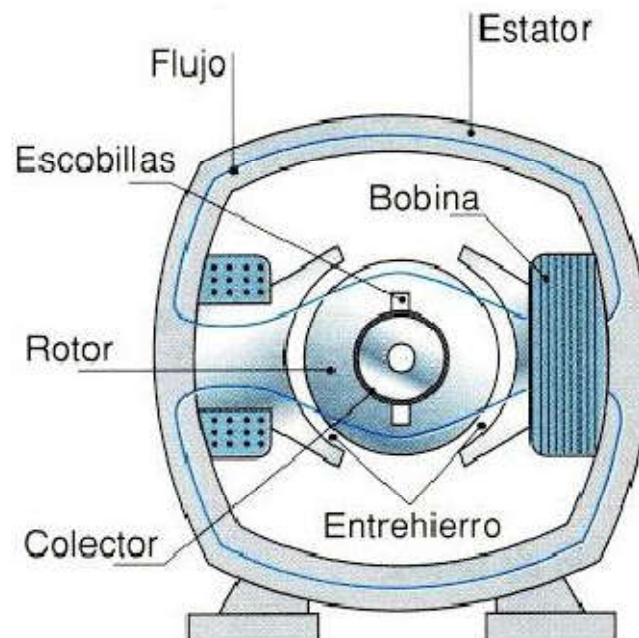


Escobillas: Las escobillas permanecen fijas al estator, sin realizar movimiento alguno, y están en contacto permanente sobre la superficie del colector de delgas. Esto permite el paso de corriente eléctrica desde el exterior hasta el devanado inducido del rotor. Las escobillas y el colector de delgas permiten la conmutación de corriente cada media vuelta del rotor.

Desde el punto de vista del tipo de corriente eléctrica pueden ser:

- a) De corriente continua
- b) De corriente alterna: síncronos y asíncronos

Para permitir el movimiento del rotor, entre rotor y estator, existe un espacio de aire llamado entrehierro, que debe ser lo más reducido posible para evitar pérdidas del flujo magnético.



Desde el punto de vista electromagnético se pueden considerar constituidos por:

- a) Un conjunto magnético.
- b) Dos circuitos eléctricos: uno en el rotor y otro en el estator.

Definiciones

Devanado o bobinado: hilo de cobre arrollado que forma parte de los circuitos eléctricos de las máquinas.

Uno de los devanados de uno de los circuitos eléctricos produce el flujo que se establece en el conjunto magnético cuando es recorrido por la corriente eléctrica, es el devanado inductor o excitador. En el otro devanado, perteneciente al segundo circuito eléctrico se induce una fuerza que provoca un par-motor en el caso de un motor eléctrico, este es el devanado inducido.

Devanado (o bobinado) inductor: Es el devanado (circuito eléctrico) que genera el campo magnético de excitación en una máquina eléctrica. Se sitúa en el interior del estator en número par en unos salientes llamados polos. En todo circuito magnético, como se sabe se distinguen los polos norte, de donde salen las líneas de fuerza del campo de inducción magnética (B), y los polos sur, por donde entran dichas líneas. Siguiendo el circuito magnético de los motores de corriente continua se observan núcleos de hierro rodeados por bobinas (devanados) que se conocen como polos, que van incrustados por uno de sus extremos en una pieza de hierro llamada culata o expansión polar, de manera que queda libre sólo el extremo de cada uno de ellos, que es precisamente el que da nombre al polo. En definitiva, los polos generan un campo magnético cuando circula corriente por ellos, un campo magnético inductor.

Devanado (o bobinado) Inducido: Es el devanado sobre el que se inducen las fuerzas electromotrices. Se sitúa en unas ranuras del rotor.

Antes de enumerar los diferentes tipos de motores, conviene aclarar un concepto básico que debe conocerse de un motor: el concepto de funcionamiento con carga y funcionamiento en vacío.

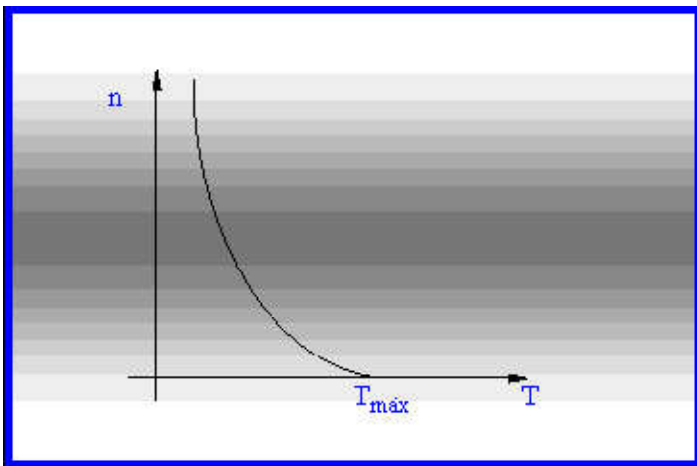
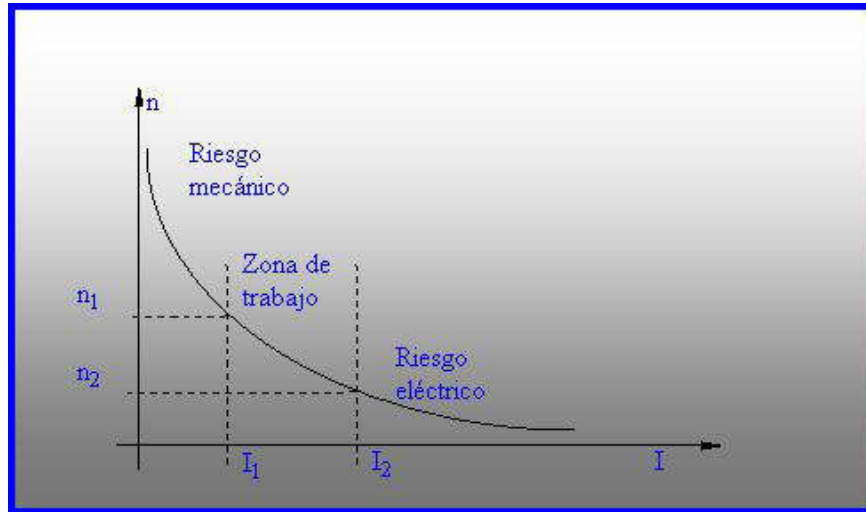
a) Un motor funciona con carga cuando está arrastrando cualquier objeto o soportando cualquier resistencia externa (la carga) que le obliga a absorber energía mecánica. Así pues, en este caso, el par resistente se debe a factores internos y externos. Por ejemplo: una batidora encuentra resistencia cuando bate mayonesa; el motor de una grúa soporta las cargas que eleva, el propio cable, los elementos mecánicos propios de la grúa, etc.

b) Un motor funciona en vacío, cuando el motor no está arrastrando ningún objeto, ni soportando ninguna resistencia externa. El eje está girando libremente y no está conectado a nada. En este caso, el par resistente se debe únicamente a factores internos.

El giro del rotor (revolución) induce una tensión en las bobinas de este. Esta tensión es opuesta en la dirección a la tensión de alimentación que se aplica a el rotor, y de ahí que se conozca como voltaje inducido o fuerza contra electromotriz.

Cuando el motor gira más rápido, esta tensión inducida aumenta hasta que es casi igual a la de alimentación. La corriente entonces es pequeña, y la velocidad del motor permanecerá constante siempre que el motor no esté bajo carga y tenga que realizar otro trabajo mecánico que no sea el requerido para mover el rotor. Bajo carga, el rotor gira más lentamente, reduciendo el voltaje inducido y permitiendo que fluya una corriente mayor en el rotor. El motor puede así recibir más potencia eléctrica de la fuente, suministrándola y haciendo más trabajo mecánico.

Debido a que la velocidad de rotación controla el flujo de la corriente en el rotor, deben usarse aparatos especiales para arrancar los motores de corriente continua. Cuando el rotor está parado, ésta no tiene realmente resistencia, y si se aplica el voltaje de funcionamiento



normal, se producirá una gran corriente, que podría dañar el conmutador y las bobinas del rotor. El medio normal de prevenir estos daños es el uso de una resistencia de encendido conectada en serie con el rotor, para disminuir la corriente antes de que el motor consiga desarrollar el voltaje inducido adecuado. Cuando el motor acelera, la resistencia se reduce gradualmente, tanto de forma manual como automática.

Esta es la característica más importante de este motor. Cuando no hay resistencia (par pequeño) el motor se puede embalar, no debe trabajar en vacío. El motor tiene el máximo par en el momento del arranque. Si la carga es mucha el motor se puede parar.

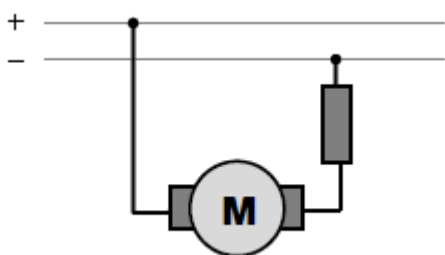
Conexiones del motor de corriente continua

Las conexiones que se pueden realizar en un motor son tres:

- a) Serie.
- b) Paralelo.
- c) Compound (excitación compuesta).

Excitación Serie

Como se puede observar en el dibujo el devanado de excitación se encuentra conectado en serie con el inducido.



Si esta se desconecta de los bornes de salida del motor, quedará interrumpido el circuito de excitación y por lo tanto no se producirá en el inducido tensión alguna. La tensión aplicada es constante, mientras que el campo magnético de excitación aumenta con la carga, puesto que la corriente es la misma corriente de excitación. Al cargar el motor debe tomar más corriente para vencer

el obstáculo a que gire su eje.

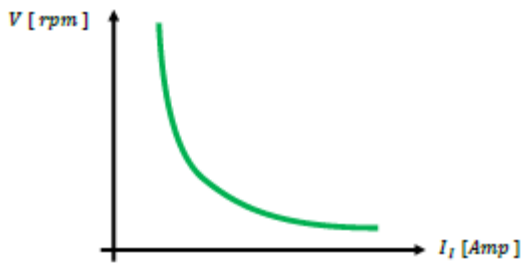
El flujo aumenta en proporción a la corriente en la armadura, como el flujo crece con la carga, la velocidad cae a medida que aumenta esa carga. El principal problema de esta conexión es que, en el momento de arranque, la corriente que circula es muy elevada, debido a que el motor al estar detenido aún no ha creado la fuerza contra electromotriz, y la única resistencia que ofrece el conjunto es la del alambre de los devanados y ésta es MUY BAJA.

En el motor con excitación en serie tenemos que la intensidad de excitación es igual a la intensidad que circula por el inducido. Esta es su característica principal. El motor con excitación en serie es mejor arrancarlo con una carga ya que a bajas intensidades adquiere mucha velocidad de giro resultando arriesgado para el motor. Para que no ocasionen caídas de tensión elevadas en el devanado del inductor es preciso que tenga pocas espiras y además estas deben ser de hilo grueso, de lo contrario la velocidad sería muy pequeña.

Un taladro no podría tener un motor serie, ¿Por qué? Pues porque al terminar de efectuar el orificio en la pieza, la máquina quedaría en vacío (sin carga) y la velocidad en la broca aumentaría tanto que llegaría a ser peligrosa la máquina para el usuario

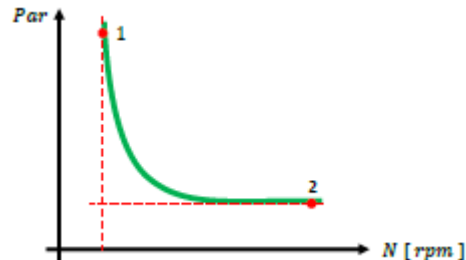
Sabiendo que el flujo de campo inductor es proporcional a la intensidad de excitación tenemos que el flujo magnético dependerá directamente de la intensidad de carga en el inducido.

La curva característica que representa la velocidad sería:



Se puede ver que a bajas intensidades la velocidad de giro se eleva peligrosamente. Sin carga la velocidad tiende a infinito.

Respecto al par motor es muy alto en el arranque debido a que tiene una elevada corriente de arranque. Respecto a la característica mecánica estudiaremos el siguiente diagrama:



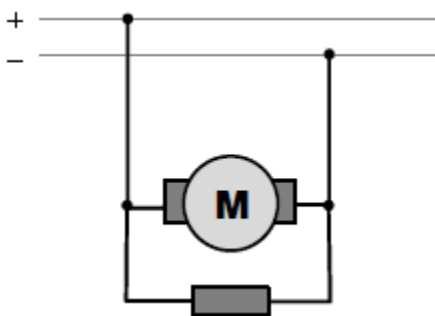
Cuando el par excede el punto 1 el motor no puede con la carga y tiende a pararse. Sin embargo, cuando el par se encuentra por debajo del punto 2 el motor se acelera. Es decir, al reducir la velocidad de giro el motor genera más par y una mayor potencia. Esta característica es muy útil en los medios de transporte eléctrico como locomotoras, tranvías, grúas, sillas de ruedas, etc. Si una persona en silla de ruedas debe subir por una rampa su motor desarrollará más par y por ello más potencia ya que disminuye su velocidad.

Las características más destacadas de este motor son:

- a) Gran par de arranque
- b) Velocidad variable con la carga aplicada a su eje
- c) No se daña fácilmente con sobrecargas.
- d) Se embala cuando funciona en vacío
- e) La potencia es casi constante a cualquier velocidad.

Autoexcitación Shunt o Paralelo.

Se conecta inductor e inducido en paralelo, conectados ambos a la tensión de alimentación.

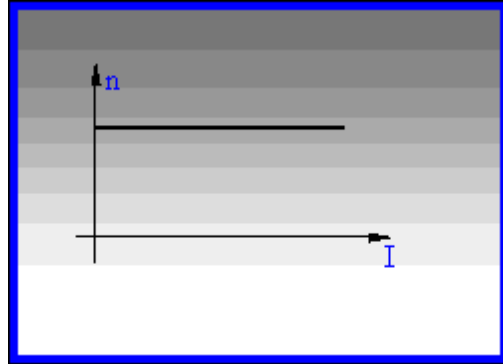


En este caso, cada devanado trabajará con una tensión constante, lo que hace que el flujo magnético del inductor o campo sea constante, traduciéndose esto último en que la velocidad permanece constante, aunque varíe la carga mecánica.

Respecto al par motor tenemos que decir que mientras el flujo sea constante, el par es directamente proporcional a la corriente del inducido. Además, el par motor lo podemos relacionar con la velocidad del motor, a esta relación se la llama característica del motor. Siendo esta característica la que mejor define el funcionamiento

del motor con excitación en derivación o shunt, esto es así porque se puede calcular la velocidad de giro del motor necesaria para una determinada carga. Si se aumenta la carga aplicada al motor se obtiene una corriente del inducido mayor para poder producir un par de motor igual a la carga, lo que hace que este tipo de motor sea muy estable.

En el instante del arranque, el par motor que se desarrolla es menor que en el motor serie. Al disminuir la intensidad absorbida, el régimen de giro apenas sufre variación. Es el tipo de motor de corriente continua cuya velocidad no disminuye más que ligeramente cuando el par aumenta.



Los motores de corriente continua en derivación son adecuados para aplicaciones en donde se necesita velocidad constante a cualquier ajuste del control o en los casos en que es necesario un rango apreciable de velocidades (por medio del control del campo).

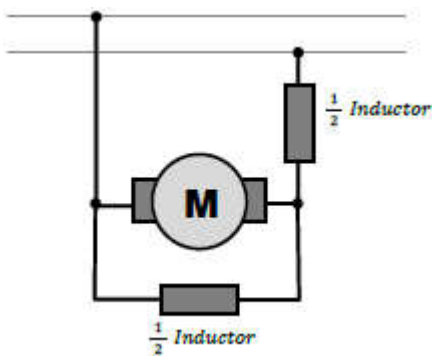
Este motor es usado en máquinas herramientas.

Sus características son:

- a) Débil par de arranque;
- b) No soportan bien las sobrecargas
- c) Velocidad constante casi independiente de la carga.

Sus principales aplicaciones son aquellas en donde es necesario variar la velocidad con par constante, como por ejemplo en las bombas de sangre para diálisis.

Excitación Compound



Un motor compound o motor de excitación compuesta es un motor eléctrico de corriente continua cuya excitación es originada por dos bobinados inductores independientes; uno dispuesto en serie con el bobinado inducido y otro conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados: inducido, inductor serie e inductor auxiliar. En este tipo se tiene una combinación de la excitación serie y derivación (motor serie y paralelo) con lo que se logra combinar las buenas características de ambas conexiones. Para la realización de esta se cuenta con un inductor o campo separado en dos arrollamientos, conectando uno de ellos en derivación y el otro en serie con el inducido, pero situado de tal manera que la corriente que circule por este semi devanado sea de sentido contrario a la que pasa por el otro.

Presentan características intermedias entre el motor serie y shunt, mejorando la precisión y estabilidad de marcha del paralelo y el par de arranque del serie y no corre el riesgo de embalsarse al perder la carga.

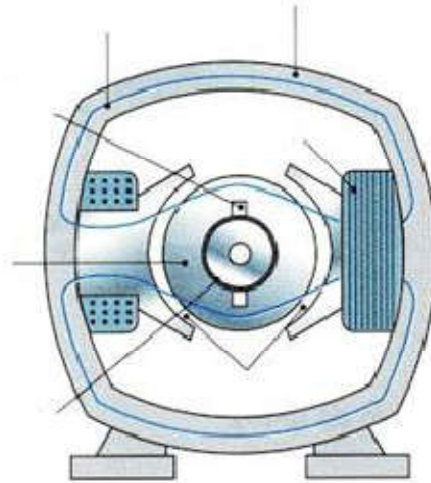
El flujo del campo serie varía directamente a medida que la corriente de armadura varía, y es directamente proporcional a la carga. El campo serie se conecta de manera tal que su flujo se añade al flujo del campo principal shunt. El motor compound es un motor de excitación o campo independiente con propiedades de motor serie. El motor da un par constante por medio del campo independiente al que se suma el campo serie con un valor de carga igual que el del inducido. Cuantos más amperes pasan por el inducido más campo serie se origina, claro está, siempre sin pasar del consumo nominal.

De esta forma se consigue:

- a) Velocidad constante para todas las cargas.
- b) Par bastante débil.

CUESTIONARIO

- 1- ¿Cuándo se utilizan los motores de corriente continua? Dar ejemplos de aplicación. ¿Se pueden transformar en generadores?
- 2- ¿Cuáles son los dos circuitos de un motor de corriente continua? Explique cada uno de ellos.
- 3- Explica la función que hacen los siguientes elementos de un motor eléctrico: imanes, electroimanes, colector, escobillas.
- 4- ¿Qué es el rotor? ¿Y el estator?
- 5- ¿Qué diferencias hay entre un imán y un electroimán?
- 6- Indique los elementos de un motor en la siguiente figura:



- 7- ¿Por qué gira la bobina cuando circula corriente continua por ella en un motor?
- 8- ¿Con cuál mano se determina el sentido de giro de la espira? Explique.
- 9- Diga cómo se conectan los bobinados inductores en un motor serie.
- 10- Indique las características del motor serie. Ventajas y desventajas.
- 11- Diga cómo se conectan los bobinados inductores en un motor paralelo.
- 12- Indique las características del motor paralelo. Ventajas y desventajas.
- 13- Diga cómo se conectan los bobinados inductores en un motor compound.
- 14- Indique las características del motor compound. Ventajas y desventajas.