

El Motor de corriente continua (Motor C.C.)

Motor CC

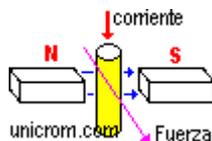
Un motor de corriente continua está compuesto de un estator y un rotor. En muchos motores c.c., generalmente los más pequeños, el estator está compuesto de imanes para crear un campo magnético. En motores c.c. más grandes este campo magnético se logra con devanados de excitación de campo.

El rotor es el dispositivo que gira en el centro del motor y está compuesto de arrollados de cable conductores de corriente continua. Esta corriente continua es suministrada al rotor por medio de las "escobillas" generalmente fabricadas de carbón.

Nota: un devanado es un arrollado compuesto de cables conductores que tiene un propósito específico dentro de un motor

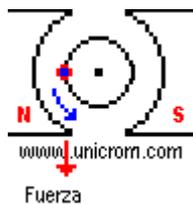
Principio básico de funcionamiento.

Cuando un conductor por el que fluye una corriente continua es colocado bajo la influencia de un campo magnético, se induce sobre él (el conductor) una fuerza que es perpendicular tanto a las líneas de campo magnético como al sentido del flujo de la corriente. Ver la figura.



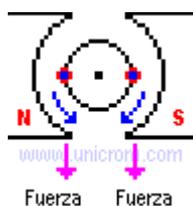
- Campo magnético en azul
- Corriente continua en rojo
- Dirección de la fuerza en violeta
- Imanes: N (norte) y S (sur)

Para que se entienda mejor, ver como se tiene que colocar este conductor con respecto al eje de rotación del rotor para que exista movimiento. En este caso la corriente por el conductor fluye introduciéndose en el gráfico.



- Par motor en azul
- Fuerza en violeta
- Conductor con corriente entrante en el gráfico azul y rojo
- Imanes: N (norte) y S (sur)

Pero en el rotor de un motor cc no hay solamente un conductor sino muchos. Si se incluye otro conductor exactamente al otro lado del rotor y con la corriente fluyendo en el mismo sentido, el motor no girará pues las dos fuerzas ejercidas para el giro del motor se cancelan.



- Par motor en azul
- Fuerza en violeta
- Conductor con corriente entrante en el gráfico azul y rojo
- Imanes: N (norte) y S (sur)

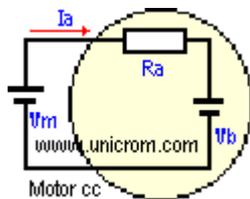
Es por esta razón que las corrientes que circulan por conductores opuestos deben tener sentidos de circulación opuestos. Si se hace lo anterior el motor girará por la suma de la fuerza ejercida en los dos conductores.

Para controlar el sentido del flujo de la corriente en los conductores se usa un conmutador que realiza la inversión del sentido de la corriente cuando el conductor pasa por la línea muerta del campo magnético.

La fuerza con la que el motor gira (el par motor) es proporcional a la corriente que hay por los conductores. A mayor tensión, mayor corriente y mayor par motor.

Fuerza contraelectromotriz de un motor cc

Cuando un motor de corriente continua es alimentado, el voltaje de alimentación se divide entre la caída que hay por la resistencia de los arrollados del motor y una tensión denominada fuerza electromotriz (FCEM). Ver el siguiente diagrama.



- V_m = tensión de entrada al motor (voltios)
- R_a = resistencia del devanado de excitación (ohmios)
- I_a = corriente de excitación (amperios / amperes)
- V_b = FCEM debido al giro del motor (voltios)

Aplicando la ley de tensiones de Kirchoff:

$$V_m = V_b + (I_a \times R_a) \quad \text{o} \quad V_b = V_m - (I_a \times R_a)$$

Nota: Observar de la última ecuación que cuando sube el valor de I_a , disminuye el valor de V_b .

La FCEM es proporcional a la velocidad del motor y a la intensidad del campo magnético. Si el motor tiene rotor con imán permanente esta constante es:

$$K = V_b / N_d$$

Donde:

- K = constante de FCEM del motor y se expresa en Voltios / rpm.
- N_d = Velocidad de giro del motor en rpm

Nota: rpm = revoluciones por minuto

El Transformador ideal, bobinado primario, secundario

El transformador

- Relación de tensiones entrada y salida
- Relación de corrientes entrada y salida
- Potencia de entrada y salida
- Acople de impedancias

Es un dispositivo que se encarga de "transformar" el voltaje de corriente alterna que tiene a su entrada en otro diferente que entrega a su salida.

El transformador se compone de un núcleo de hierro sobre el cual se han arrollado varias espiras (vueltas) de alambre conductor.

Este conjunto de vueltas se llaman bobinas y se denominan:

Bobina primaria o "primario" a aquella que recibe el voltaje de entrada y Bobina secundaria o "Secundario" a aquella que entrega el voltaje transformado.

- La Bobina primaria recibe un voltaje alterno que hará circular, por ella, una corriente alterna.
 - Esta corriente inducirá un flujo magnético en el núcleo de hierro
 - Como el bobinado secundario está arrollado sobre el mismo núcleo de hierro, el flujo magnético circulará a través de las espiras de éste.
 - Al haber un flujo magnético que atraviesa las espiras del "Secundario", se generará por el alambre del secundario una tensión. En este bobinado secundario habría una corriente si hay una carga conectada (el secundario está conectado a una resistencia por ejemplo)

La razón de la transformación del voltaje entre el bobinado "Primario" y el "Secundario" depende del número de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario. En el secundario habrá el triple de voltaje.

La fórmula:

$$\frac{\text{Número de espiras del primario (Np)}}{\text{Número de espiras del secundario (Ns)}} = \frac{\text{Tensión del primario (Vp)}}{\text{Tensión del secundario (Vs)}}$$

$$\text{Entonces: } Vs = Ns \times Vp / Np$$

Un transformador puede ser "elevador o reductor" dependiendo del número de espiras de cada bobinado.

Si se supone que el transformador es ideal. (la potencia que se le entrega es igual a la que se obtiene de él, se desprecian las pérdidas por calor y otras), entonces:

$$\text{Potencia de entrada (Pi) = Potencia de salida (Ps).}$$
$$Pi = Ps$$

Si tenemos los datos de corriente y voltaje de un dispositivo, se puede averiguar su potencia usando la siguiente fórmula.

$$\text{Potencia (P) = Voltaje (V) x corriente (I)}$$
$$P = V \times I \text{ (watts)}$$

Aplicamos este concepto al transformador y...

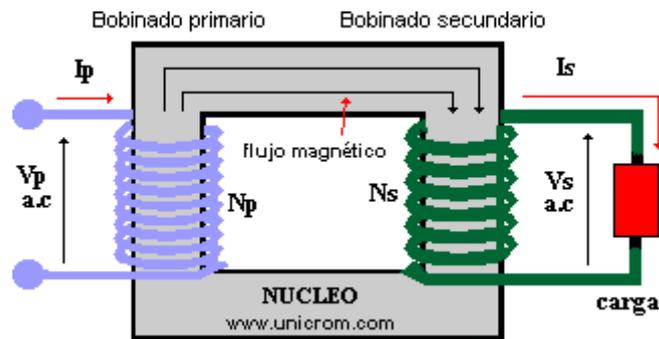
$$P(\text{bobinado primario}) = P(\text{bobinado secundario}) \text{ y...}$$

La única manera de mantener la misma potencia en los dos bobinados es de que cuando el voltaje se eleve la corriente se disminuya en la misma proporción y viceversa. Entonces:

$$\frac{\text{Número de espiras del primario (Np)}}{\text{Número de espiras del secundario (Ns)}} = \frac{\text{Corriente en el secundario (Is)}}{\text{Corriente en el primario (Ip)}}$$

Así, para conocer la corriente en el secundario cuando tengo la corriente Ip (corriente en el primario), Np (espiras en el primario) y Ns (espiras en el secundario) se utiliza siguiente fórmula:

$$Is = Np \times Ip / Ns$$



Acople de impedancias

El transformador también se utiliza para acoplar impedancias. Asumiendo que el acople entre el primario y el secundario es ideal, el Coeficiente de acoplamiento k es 1. Si el transformador no es ideal el valor de k es menor a 1. Entonces:

$$\frac{Zs}{Zp} = n^2 = \left(\frac{Vs}{Vp} \right)^2$$

donde:

- Zp es la impedancia reflejada al primario cuando en el secundario la carga es Zs .
- Zs es la impedancia reflejada al secundario cuando la impedancia conectada en el primario es Zp .
- n es la relación de vueltas entre el bobinado primario y el secundario. $n = Vs / Vp$

Ejemplo:

Se tiene una carga conectada en el secundario de un transformador de 80 ohmios. Si el valor de $n = 3$, ¿Cuál es la impedancia que se ve desde el bobinado primario?

De la fórmula anterior $Zp = Zs / n^2$. Entonces $Zp = 80 / 3^2 = 80/9 = 8.89$ ohmios