

**ELECTROTECNIA**  
**GENERADOR DE CORRIENTE CONTÍNUA**

**Características de funcionamiento**

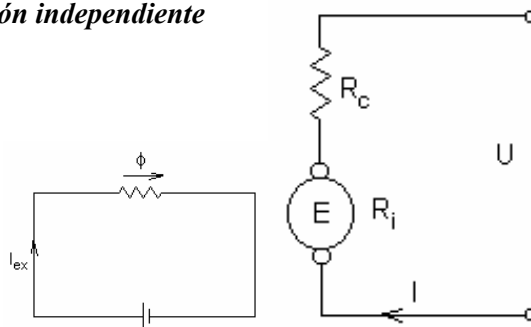
Constructivamente, todas las máquinas para corriente continua son similares, pero según se conecten entre sí, la excitación y el inducido, da origen a diferentes máquinas en cuanto a su funcionamiento. Para conocer la característica de funcionamiento, correspondiente a cada conexión, se necesita conocer las variaciones de los principales parámetros a través de las curvas que los ligan, ya que generalmente éstas no son lineales.

Por lo tanto, estudiaremos las siguientes características para cada conexión:

- 1) Característica magnética:  $\Phi = f(\theta)$ , relaciona las variaciones de flujo, en función de la fmm.
- 2) Características en vacío:  $E = f(I_{ex})$  relaciona las variaciones de Fem. en función de la excitación.
- 3) Característica en carga:  $U = f(I_{ex})$ , variación de tensión en función de corriente de excitación.
- 4) Característica externa:  $U = f(I)$ , variación de la tensión en función de la corriente de carga.
- 5) Curva de regulación:  $I_{ex} = f(I)$ , variación de la excitación en función de la corriente de carga.

Quando analizamos un parámetro en función del otro, queda implícito que los demás permanecen constantes; por ejemplo, la velocidad ó la tensión en la curva de regulación ó la excitación en la característica externa.

**Generador excitación independiente**

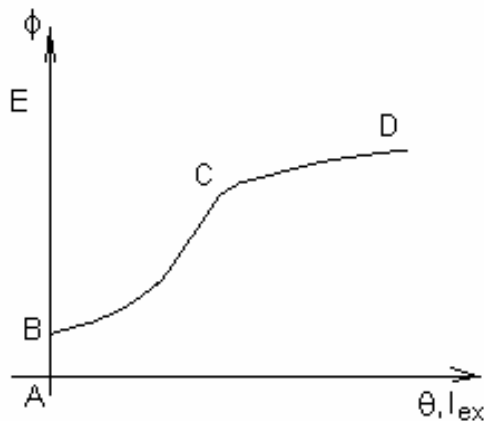


Característica magnética:

$$\Phi = f(\theta)$$

Siendo:  $\Phi = \Lambda \cdot NI = \Lambda \cdot \theta$  ;  $\theta = NI_{ex}$   
aumentando la excitación, aumenta el flujo, pero la variación no es lineal en todo su recorrido porque:

- 1) aunque no haya excitación, hay flujo, debido al magnetismo remanente (tramo A-B de la curva).
- 2) en valores normales de excitación crece el flujo aproximadamente en forma lineal. (Tramo B-C).
- 3) para grandes excitaciones, el circuito magnético se satura y no se obtiene mayor ganancia de flujo (Tramo C-D).



Conclusiones:

Esta curva nos sirve para saber hasta cuando conviene excitar el circuito magnético, porque exagerar la excitación no nos resulta en más flujo, y nos aumenta las pérdidas  $R_{ex} \cdot I_{ex}^2$

Característica en vacío:  $E = f(I_{ex})$

A través de la excitación, conocemos el flujo  $\phi = \Lambda N I_{ex}$  y a través de él podemos obtener  $E = \frac{p \cdot N}{60 \cdot a} \cdot \Phi \cdot n$  es decir, hay una relación constante entre  $\phi$  y  $E$ , y entre  $\theta$  y  $I_{ex}$ .

Por consiguiente, la curva será la misma anterior, pero a otra escala.

Conclusiones:

Con la máquina aún sin excitación, genera cierta  $E$ , debida al magnetismo remanente. Luego, aumentando  $I_{ex}$ , aumenta  $E$ , hasta cierto límite, que es cuando se satura.

Característica en carga:  $U = f(I_{ex})$

Se conoce la relación  $E = f(I_{ex})$ , por lo que restará conocer los elementos que ligan  $E$  con  $U$ .

Estos son dos:

- a) reacción de inducido
- b) caídas de tensión interna.

a) partiendo de la curva  $E = f(I_{ex})$  y considerando un punto cualquiera, por ejemplo el A, éste se desplazará, por reacción de inducido a la posición B, por cuanto hará falta aumentar la excitación para mantener la tensión.

b) La caída de tensión será  $\Delta U = (R_i + R_c) I_i$  lo que provocará que el punto B se desplace a C.

Aplicando el mismo razonamiento a todos los puntos de la curva, se obtendrá:  $U = f(I_{ex})$

Se observa que no parte del origen, esto se debe a que la máquina va a requerir una cierta excitación primero, para vencer la reacción de inducido, antes de entregar tensión a sus bornes.

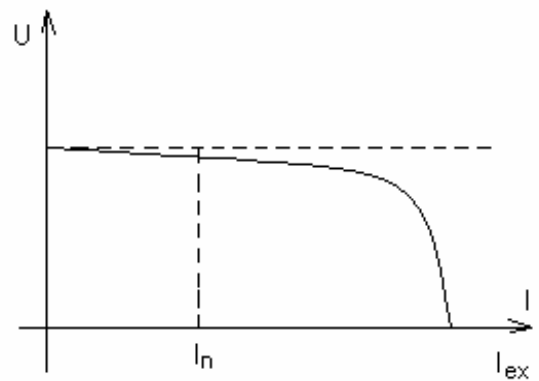
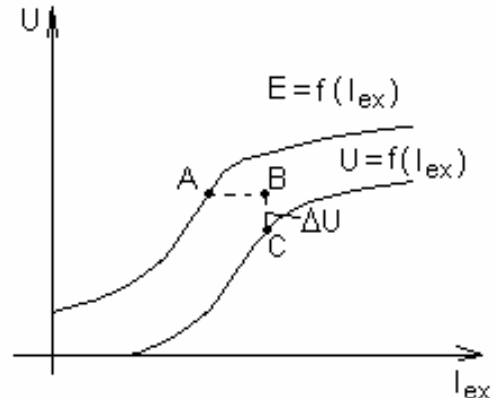
Característica externa:  $U = f(I)$

En una máquina ideal, la tensión de bornes no debería variar con la carga (línea punteada).

Pero esto es alterado por las dos causas que se mencionaron anteriormente es decir, reacción de inducido y caídas de tensión. Como éstas aumentan con la corriente, con más carga tendremos menos tensión (ver curva). En el límite, cortocircuito, la corriente será máxima  $I_{cc}$ , y la tensión cero.

El rango de trabajo nominal, debe elegirse en la zona más recta posible, por ejemplo hasta  $I_n$ . De esta manera podemos decir que ese tipo de conexión tiene una tensión muy constante con la carga.

CURVA DE REGULACIÓN:  $I_{ex} = f(I)$



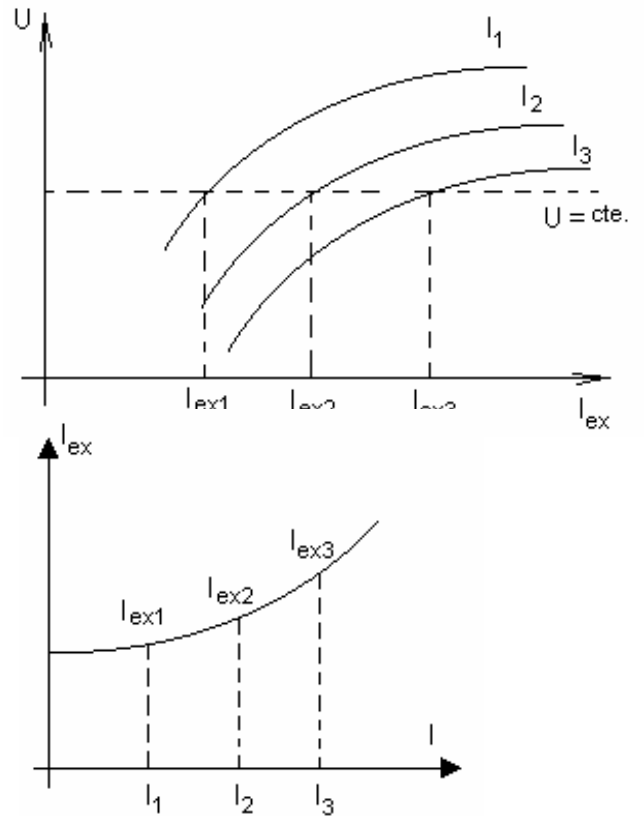
Dada una serie de características en carga  $U = f(I_{ex})$  para diferentes valores de  $I$ , se obtiene una familia de curvas.

Para obtener tensión constante (recta de puntos), para cada estado de carga  $I$ , necesitaremos una excitación  $I_{ex}$ .

Llevando estos valores al diagrama  $I_{ex} = f(I)$  obtenemos una curva creciente.

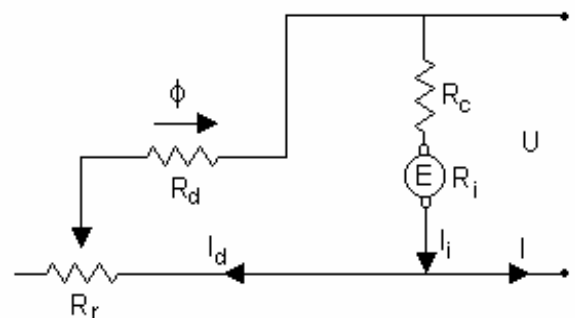
Esto significa que: para tener tensión constante a medida que aumenta la carga, se debe aumentar la excitación.

Nos indica la necesidad de tener un dispositivo automático que regule la excitación.



**Generador derivación**

Previo al análisis de las características enumeradas, vamos a ver una condición particular de esta máquina, que llamaremos "recta de tensión", que corresponde al circuito de excitación.

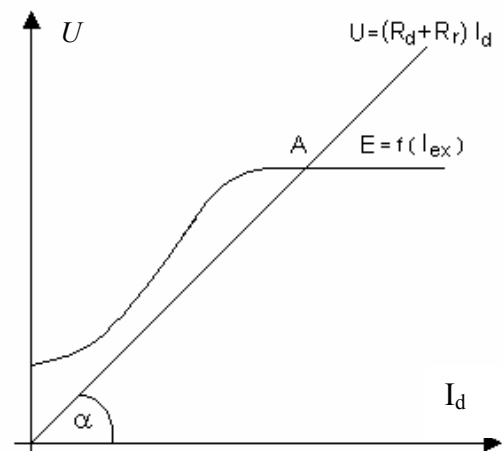


Sea la característica en vacío  $E = f(I_{ex})$  para  $n = cte$ , y la recta de tensión del circuito derivación:  $U = (R_d + R_r) I_d$  en la cual  $tg \alpha = U / I_d = R_d + R_r$

en la que  $R_r$  es una resistencia de regulación para variar  $I_d$ .

La corriente de excitación  $I_d$ , aumentará cuando la Fem. del inducido (ver curva) sea mayor que la tensión del circuito derivación (recta de la figura).

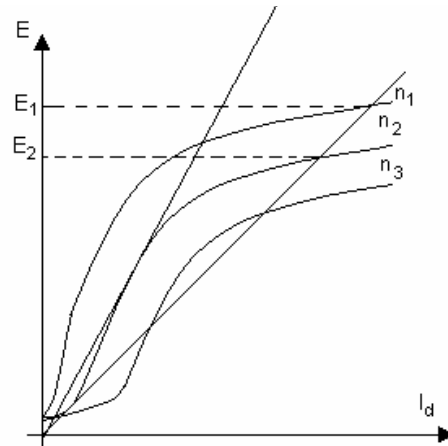
En el equilibrio (punto A) éstas se igualan, y obtenemos la tensión de régimen.



Se observa que variando  $R_r$ , varía la pendiente de la recta y por lo tanto, la tensión.

Conclusiones:

- 1) Para pequeñas variaciones de  $R_r$ , grandes variaciones de  $U$ ; y éstas no son lineales (desplazamiento del punto de interacción A)
- 2) Para cierto valor de  $R_r$ , puede llegar a coincidir la recta con la parte rectilínea de la característica en vacío, hay indeterminación, por lo tanto no se pueden regular bajas tensiones.
- 3) Sabemos que  $E = f(n)$ ; lo que nos dice que al bajar la velocidad, disminuirá la característica en vacío, y si mantenemos la recta de tensión constante, llegará un momento que ésta no corte a la curva, no habrá punto de equilibrio, no habrá tensión. (curva  $n_3$  de figura)



Esto nos dice: las máquinas derivación sin  $R_r$  no generan a bajas velocidades.

Este era el caso de los dinamos en los automotores.

Características en vacío, carga y regulación

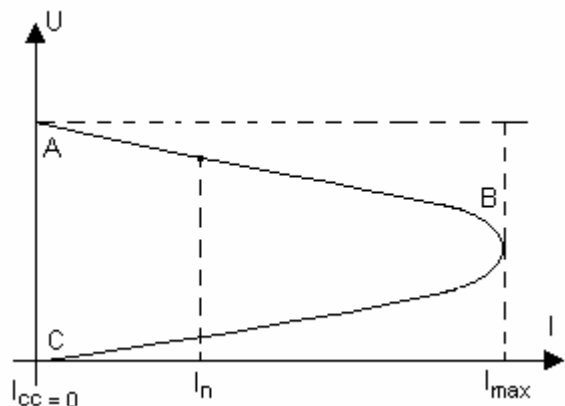
Son prácticamente iguales a las de excitación independiente.

La pequeña diferencia estriba en que ahora, la tensión en el circuito de excitación proviene de los bornes de la máquina, la que puede sufrir variaciones, en cambio en la otra, era absolutamente constante.

Característica externa:  $U = f(I)$

Comparándola con el ideal de tensión constante cualquiera sea la carga, (recta punteada), esta máquina presenta una disminución más rápida que la de excitación independiente, porque la  $I_d = cte.$ , ya que está alimentada por la tensión de bornes. (tramo A - B)

Cuando la carga toma valores grandes, aumentan mucho las caídas de tensión en la rama del inducido, disminuye la tensión de bornes, y consecuentemente la  $I_d$ .



Se produce una disminución de flujo, lo que trae aparejado a su vez una reducción de  $U$ , y por consiguiente, de  $I_d$ , y así sucesivamente, hasta que, en el cortocircuito, la tensión de bornes  $U = 0$  se anula  $I_d$ , y al no haber excitación se hace  $I = 0$ . (tramo B-C)

En cortocircuito la  $I_{cc} = 0$ , pero hay una  $I_{max}$ . El rango de utilización para determinar  $I_n$ , deberá hacerse en la zona más horizontal posible.

Conclusión

- 1) Estas máquinas soportan cortocircuitos sin deteriorarse.
- 2) Esto explica porqué un cortocircuito exterior a la máquina, hace que la misma no genere.

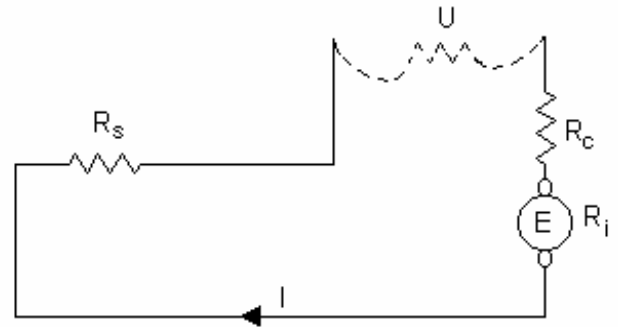
Aplicaciones:

**ELECTROTECNIA**

Uso general ; como generador en los motores de combustión interna.

**Generador serie**

Por el hecho de tener todos sus elementos en serie, la corriente de carga es igual a la de excitación  $I = I_s$  y solo podrá funcionar teniendo conectada una carga (para que cierre el circuito). Por esta última circunstancia no se pueden trazar las características magnéticas y en vacío. Si se deseara hacerlo, habría que excitarlas independientemente , por lo que las curvas serían las de éstas.



Además, es de hacer notar que la característica magnética no es más que el relevamiento del circuito magnético, que es igual para todas.

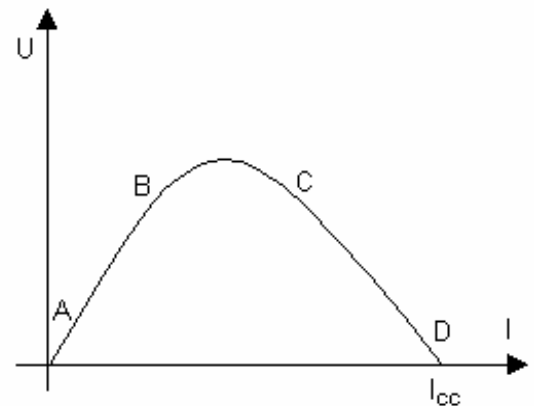
Las características en carga y externa son iguales por ser  $I = I_s$

Característica en carga o externa:  $U = f(I_s) = f(I)$

Al aumentar la carga, aumenta la excitación y por lo tanto, la tensión (tramo A-B)

Para grandes cargas, son importantes la reacción de inducido y las caídas de tensión que crecen considerablemente, reduciendo la tensión de bornes (tramo C-D).

En cortocircuito,(carga máxima) la tensión es cero y la corriente máxima  $I_{cc}$ .



Conclusión:

Por las grandes variaciones de tensión con la carga que posee, no sirve como generador.

**Generador compuesto**

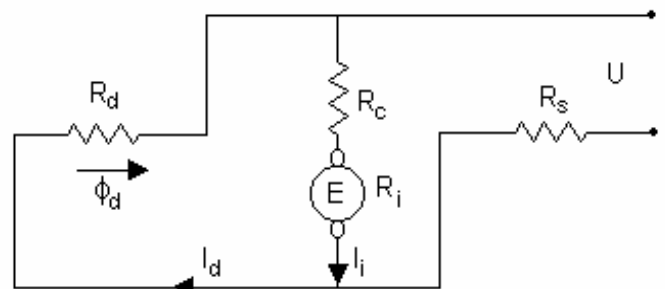
Posee la particularidad de tener dos arrollamientos en los polos principales, uno de muchas espiras de alambre fino, conectado en derivación  $R_d$ , y otro de pocas espiras de alambre grueso, conectado en serie  $R_s$ .

Según la predominancia de los amperios vueltas de uno sobre otro y el sentido de giro de los devanados, da origen a tres máquinas distintas, según su comportamiento.

$\theta_d > \theta_s$  devanados en igual sentido:  
compuesta normal

$\theta_d > \theta_s$  devanados en igual sentido:  
sobre compuesta

$\theta_d > \theta_s$  devanados en sentido contrario:  
compuesta diferencial



Características magnética y en vacío

Para los tres casos son iguales a la de excitación derivación, por cuanto en estas condiciones no trabaja el arrollamiento serie.

Característica en carga

En la compuesta normal y sobre compuesta, la influencia del arrollamiento serie hace que se refuerce el flujo con la carga, por lo tanto la incidencia de la reacción del inducido es menor.

Características externas:  $U = f(I)$

Compuesta normal (curva 1)

Con bajas cargas, inciden las caídas de tensión y reacción de inducido, a medida que las mismas crecen, los  $\theta_s$  refuerzan el  $\Phi_d$  aumentando la tensión. En consecuencia, esta máquina tiene mayor constancia de  $U$  para grandes variaciones de  $I$ , que las derivación.

Además permite regular tensiones más bajas debido a los  $\theta_s$ .

APLICACIONES

Máquina para carga de baterías, y generadores en general.

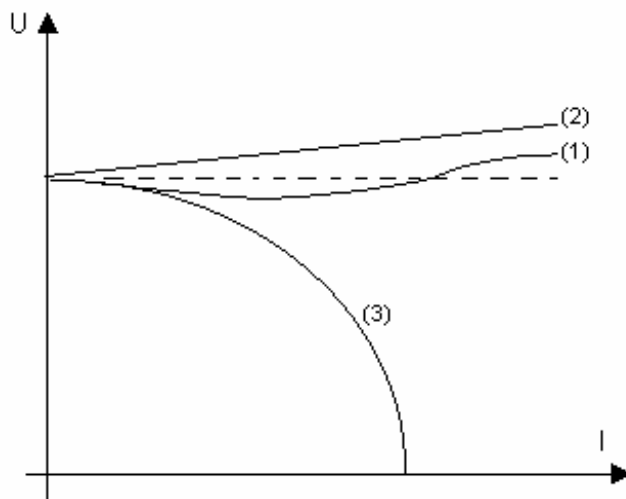
Sobre compuesta (curva 2)

Al predominar los  $\theta_s$ , apenas toma carga, aumenta  $\phi$ , y por tanto  $U$ . Mientras más carga posee, más tensión entrega.

Compuesta diferencial (curva 3)

Al tomar carga los  $\theta_s$  hacen disminuir rápidamente el  $\phi$ , lo que provoca una abrupta caída de tensión.

Aplicación: Esta es una característica ideal para máquinas para soldadura eléctrica en corriente continua.



--ooOoo--