



LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

RESPONSABLE DR. OSCAR MANUEL LÓPEZ YZA

NOMBRE: _____ MATRÍCULA: _____

E.E: _____

EQUIPO O BRIGADA No. _____ DÍA: _____ HORA: _____

PRÁCTICA No. 2 FECHA: _____

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

EL GENERADOR DE C-D EN DERIVACIÓN CON EXCITACIÓN INDEPENDIENTE

OBJETIVOS

- Examinar la estructura de un motor/generador de c-d.
- Estudiar las propiedades del generador de c-d en derivación con excitación independiente, en condiciones de vacío y de plena carga.
- Obtener la curva de saturación del generador.
- Obtener la curva del voltaje de armadura en función de la corriente y armadura del generador.

EXPOSICIÓN

Los generadores de corriente directa son insuperables para aplicaciones en los que se desea tener amplios rangos de corriente así como para diversas aplicaciones como son la compensación de líneas de transmisión.

La máquina de c-d tiene un estator y un rotor, éste último es más conocido como armadura. El estator contiene uno o más devanados por cada polo, los cuales están diseñados para llevar corrientes directas que establecen un campo magnético.

La armadura y su devanado están ubicados en la trayectoria de ése campo magnético y cuando el devanado es movido para girar dentro del campo por una

fuerza externa, en los conductores aparece una fuerza electromotriz; debido al movimiento relativo entre dichos conductores y el campo magnético constante teniendo una inducción electromagnética. Por lo tanto, una máquina de c-d puede funcionar ya sea como motor o como generador. El motor convierte la potencia eléctrica en potencia mecánica, en tanto que el generador transforma la potencia mecánica en eléctrica. De aquí que, el generador debe ser impulsado mecánicamente o a fin de que produzca electricidad.

Puesto que el campo es un electroimán, una corriente debe fluir a través de él para producir un campo magnético. Esta corriente se conoce como corriente de excitación y se puede suministrar al devanado de campo en dos formas: puede provenir de una fuente externa independiente de c-d en cuyo caso el generador se clasifica como generador con excitación independiente, o bien puede provenir de la propia salida del generador, en cuyo caso se denomina generador con autoexcitación.

Suponga que el campo en derivación se excita por medio de una corriente directa, estableciéndose así el flujo magnético en el generador. Si se aplica un esfuerzo mecánico al eje, el rotor (o más correctamente la armadura) girará y las bobinas de la armadura cortarán el flujo magnético induciéndose en ellas un voltaje. Este voltaje es de c-a y para obtener el c-d del generador se deberá utilizar un rectificador. Con este fin se utiliza el conmutador y las escobillas. El conmutador está conectado al devanado de la armadura; en realidad, el conmutador es un dispositivo mecánico que sirve para que la corriente inducida en la armadura, bajo cualquier polo del estator, circule siempre en el mismo sentido, sin importar la posición. Si no se utilizara conmutador la corriente de salida del generador de c-d sería senoidal, es decir, corriente alterna.

El voltaje inducido de las bobinas (y por lo tanto el voltaje del cd en las escobillas) depende exclusivamente de dos cosas: la velocidad de rotación y la intensidad del campo magnético. Si la velocidad se duplica el voltaje se duplicará también. Si la intensidad del campo se incrementa en un 20%, el voltaje se incrementa también en la misma porción.

Aunque una excitación independiente requiere de una fuente de alimentación de c-d también independiente, es inútil en los casos de que el generador deba responder rápidamente y con precisión a una fuente de control externo o bien cuando el voltaje e salida deba variar en un rango amplio.

Si no se tiene una carga eléctrica conectada al generador, no fluirá corriente y sólo habrá un voltaje en la salida. En cambio sí se conecta una resistencia de carga a la salida, la corriente fluye y el generador comenzará a proporcionar potencia eléctrica a la carga.

Entonces la máquina que impulsa el generador debe proporcionarle una potencia mecánica adicional. Debido a ello con frecuencia; se observa un incremento en el ruido y la vibración del motor y del generador, junto con una caída de velocidad.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

| | |
|------------------------------------|----------|
| Módulo de fuente de alimentación. | EMS 8821 |
| Módulo de medición de c-d. | EMS 8412 |
| Módulo de medición de c-a. | EMS 8425 |
| Módulo motor/generador de c-d. | EMS 8211 |
| Módulo motor/generador sincrónico. | EMS 8241 |
| Módulo de resistencia. | EMS 8311 |
| Cables de conexión. | EMS 8941 |
| Banda. | EMS 8942 |

PROCEDIMIENTOS

Advertencia: ¡En este experimento de Laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de cada medición!

ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA DE CORRIENTE DIRECTA

1. Examina la estructura del módulo de motor/generador de c-d EMS8211, poniendo especial atención en el estator, el reóstato las terminales de conexión y el alambrado. Observe que la cubierta de la máquina se diseñó de manera que se pueda ver fácilmente su estructura interna. La mayoría de las máquinas comerciales no tienen esta estructura de construcción abierta, son cerradas con el fin de evitar que objetos extraños, así como polvo penetren a los devanados.

2. Observando la máquina desde la parte posterior del módulo.
 - a) Identifique el devanado de la armadura.
 - b) Identifique los polos de estator.
 - c) ¿Cuántos polos de estator hay? _____
 - d) El devanado del campo en derivación (paralelo) se compone de muchas vueltas de alambre de diámetro pequeño. Identifique el devanado del campo en derivación.
 - e) El devanado del campo en serie está arrollado en el interior del devanado de

campo de derivación sobre cada polo de estator, se compone de vueltas y el diámetro del alambre es mayor.
Identifique el devanado de campo serie.

3. Viendo la máquina desde el frente del módulo:

- a) Identifique el conmutado. Aproximadamente son 72 barras de conmutador (segmentos).
- b) ¿Cuántas escobillas hay? _____
- c) La posición neutral de las escobillas se indica mediante un punto rojo marcado en la cubierta de la máquina. Identifíquelo.
- d) Las escobillas se pueden ubicar en el conmutador moviendo la palanca de ajuste de las escobillas, hacia la derecha o hacia la izquierda del punto rojo indicador. Mueva la palanca en ambos sentidos y luego devuélvala a su posición neutral.

4. Viendo la parte delantera del módulo se nota que:

- a) El devanado del campo en derivación (vueltas numerosas de alambre delgado) está conectado con las terminales _____ y _____.
- b) El devanado de campo en serie (pocas vueltas de alambre grueso) están conectados con las terminales _____ y _____.
- c) Las corrientes nominales de cada devanado está indicada en la carátula del módulo.

¿Podría responder a las preguntas 4(a) y 4(b) contando sólo con estos datos?

_____.

Explique su respuesta _____

- d) Las escobillas (segmentos del conmutador y devanado del inducido) se conecta a las terminales _____ y _____.

5. El reóstato montado en la carátula del módulo, está diseñado para controlar (y llevar con seguridad) la corriente del campo en derivación.

- a) El reóstato está conectado a las terminales _____ y _____.
- b) ¿Cuál es el valor nominal de su resistencia? _____ Ω .
- c) ¿Cuál es su máxima corriente de conducción? _____.
- d) ¿Cuál es la máxima potencia que puede disipar? _____.

EN ESTE EXPERIMENTO DE LABORATORIO SE UTILIZARÁ LA MÁQUINA MOTOR/GENERADOR DE C-D EMS GENERADOR.

CARACTERÍSTICA EN VACÍO

6. Puesto que se requiere una velocidad constante de funcionamiento, se usará el motor síncrono para impulsar mecánicamente al generador de c-d. Conecte el circuito que se ilustra en la figura 1, utilizando los Módulos EMS de fuente de alimentación, medición de c-a y motor síncronico.

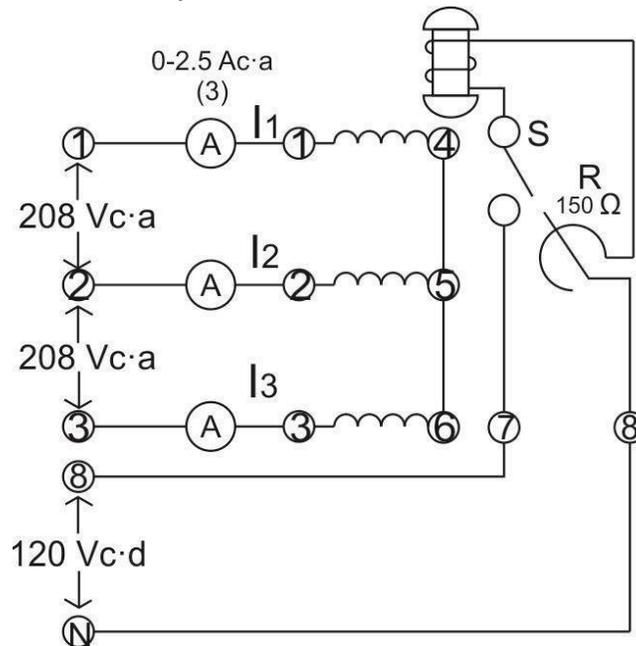


Figura 1

¡NO APLIQUE POTENCIA POR AHORA!

7. Las Terminales 1, 2 y 3 de la fuente de alimentación proporcionan la potencia trifásica fija a los tres devanados del estator. (La potencia trifásica se estudiará en Experimentos de Laboratorio posteriores.) Las terminales 8 y N de la fuente de alimentación proporcionan la potencia fija de c-d para el devanado del rotor. Ajuste la perilla de control del reóstato a la posición apropiada para una excitación normal. (Las corrientes del motor deben ser mínimas, con el movimiento del reóstato de campó del motor se logra esto).

8.

- a) Conecte el circuito que aparece en la figura 2 con los Módulos EMS motor/generados y de medición de c-d

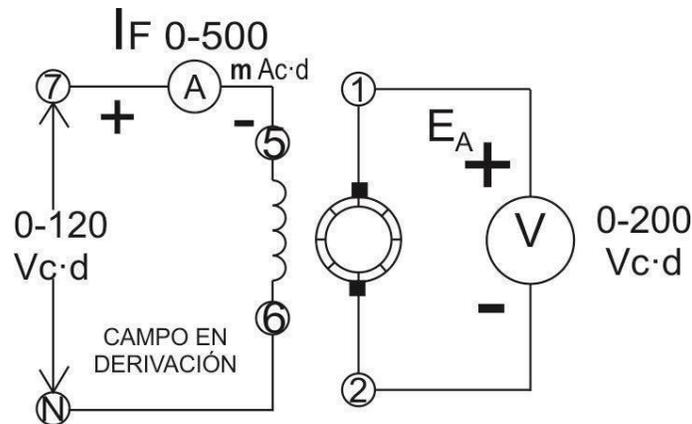


Figura 2

- b) Conecte el campo en derivación del generador, terminales 5 y 6, a la salida variable de c-d de la fuente de alimentación, terminales 7 y N, en tanto que el medidor de 500 mA se conecta en serie con el cable positivo.
- c) Conecte el medidor de 200 Vc-d a la salida del generador (terminales 1 y 2 de la armadura).
- d) Acople el motor sincrónico y el generador de c-d por medio de la banda.
- e) Cerciórese de que las escobillas están en la posición neutra.
- f) Pídale al instructor o al maestro que revise su circuito.

Advertencia: el interruptor en el circuito de excitación en el motor síncrono debe estar cerrado (posición arriba) sólo cuando el motor está girando.

9.

- a) Conecte la fuente de alimentación. El motor sincrónico debe comenzar a funcionar.
- b) Si el motor síncrono tiene el interruptor S, ciérrelo al llegar a este paso.
- c) Haga variar la corriente de campo en derivación I_F , haciendo girar la perilla de control del voltaje de la fuente de alimentación. Observe el efecto en la salida del generador (voltaje de armadura E_A según lo indica el medidor de 200 Vc-d).
- d) Mida y anote en la tabla 1, el voltaje de armadura E_A para cada una de las corrientes de campo que aparecen en ella.

| I_F (miliamperes) | E_A (volts) |
|------------------------|---------------|
| 0 | |
| 50 | |
| 100 | |
| 150 | |
| 200 | |
| 250 | |
| 300 | |
| 350 | |
| 400 | |

Tabla 1

- e) Reduzca a cero el voltaje y desconecte de la fuente de alimentación.
 f) Explique ¿Por qué se tiene un voltaje de armadura a pesar de que la corriente de campo sea cero?

10.

- a) Invierta la polaridad del campo en derivación intercambiando los cables a las terminales 5 y 6 del generador de c-d.
 b) Conecte la fuente de alimentación y ajuste la corriente de campo I_F a 300 mA c-d.
 c) ¿Se invirtió el voltaje e armadura? _____
 d) Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

11.

- a) Intercambie los cables del medidor de 200 Vc-d.
 b) Conecte la fuente de alimentación y ajuste la corriente de campo I_F a 300 mA c-d.
 c) Mida y anote el voltaje de armadura.

$$E_A = \text{_____} \text{ Vc-d}$$

- d) ¿Tiene aproximadamente el mismo valor el voltaje de armadura y el que se obtuvo en el procedimiento 9 (a una I_F de 300mA) excepto que sus polaridades son inversas?

- e) Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.
12. a) Invierta la rotación del motor propulsor intercambiando dos de las conexiones del estator (terminales 1, 2 o 3) que van al motor síncrono.
 b) Conecte la fuente de alimentación y ajuste la corriente de campo a 300 mA c-d.
 c) ¿Se invirtió la polaridad del voltaje de armadura? _____.
 d) Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.
13. a) Intercambie los cables del medidor de 200 V c-d.
 b) Conecte la fuente de alimentación y ajuste la corriente de campo I_F a 300 mA c-d
 c) Mida y anote el voltaje de armadura.

$$E_A = \text{_____} \text{ V c-d.}$$

- d) ¿Tiene aproximadamente el mismo valor el voltaje de armadura y el del procedimiento 9 (a una I_F de 300 mA) excepto que sus polaridades son inversas?
 e) Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

CARACTERÍSTICAS DE CARGA

Nota: Cambiar el sentido de la máquina síncrona.

14. Conecte el circuito que se ilustra en la figura 3, utilizando el Módulo EMS de resistencia. Coloque los interruptores de resistencia de tal modo que la resistencia total de carga sea 120Ω .

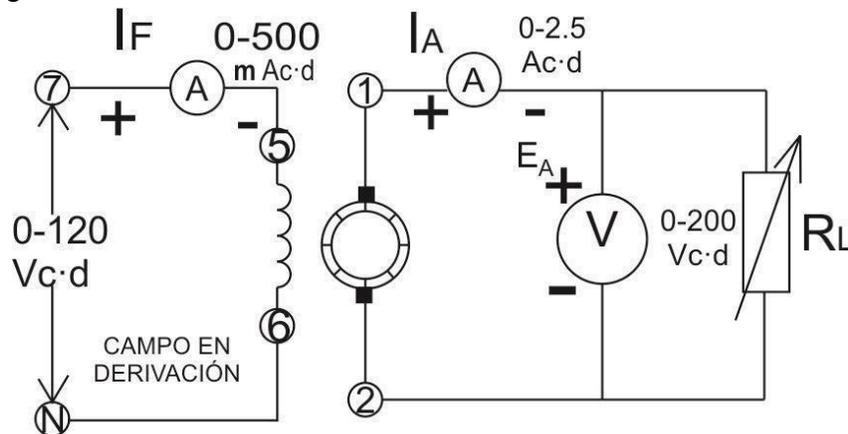


Figura 3

15.

- a) Conecte la fuente de alimentación. EL motor síncrono debe comenzar a girar.
- b) Ajuste la corriente de campo en derivación I_F , hasta que el generador proporcione un voltaje de salida de 120 V c-d. El amperímetro I_A debe indicar 1 A c-d.
- c) Anote la corriente de campo en derivación I_F .

$$I_F = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA}$$

Esta es la I_F nominal de salida (120 V x 1 A = 120 W) del generador de c-d.

16.

- a) Ajuste la resistencia de carga tantas veces cuantas se requieran para obtener cada uno de los valores que parecen en la tabla 2, en tanto que mantenga el valor nominal I_F que encontró en el procedimiento 10.
- b) Mida y anote E_A e I_A para cada uno de los valores de resistencia indicados en la tabla 2.

Nota: Aunque el valor nominal de la corriente de salida del generador es 1 A c-d, puede cargarse hasta 1.5 A c-d (50 % de sobrecarga) sin dañarlo.

| R_T (Ohms) | I_A (Amps) | E_A (Volts) | Potencia (Watts) |
|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|
| ∞ | | | |
| 600 | | | |
| 300 | | | |
| 200 | | | |
| 150 | | | |
| 120 | | | |
| 100 | | | |
| 80 | | | |
| 75 | | | |

Tabla 2

17.

- a) Con la resistencia de carga ajustada a una corriente de salida I_A de 15 A, conecte y desconecte la corriente de campo I_F , mediante el cable de conexión de la terminal 6 del generador de c-d (momentáneamente).

- b) ¿Nota que el motor propulsor funciona con mayor dificultad cuando el generador entrega potencia a la carga? _____
- c) Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

18. Calcule y anote la potencia para cada uno de los valores indicados en la tabla 2.

19.

- a) Conecte en cortocircuito total la armadura (terminales 1 y 2).
- b) Verifique la posición de la perilla del control de voltaje en la fuente de alimentación, debe ser tal que se obtenga una corriente de campo igual a cero.
- c) Conecte la fuente de alimentación.
- d) Incremente gradualmente la corriente de campo I_F hasta que el motor depare.

Advertencia: No deje el motor en esta condición durante más de dos segundos.

- e) ¿Cuál es el valor de la corriente de campo en derivación I_F que se requiere para parar el motor?

$$I_F = \text{_____mA}$$

- f) Desconecte la fuente de alimentación.

Nota: Con un corto circuito en la armadura, la corriente en este aumenta mucho, lo cual produce un efecto de frenado tan fuerte que se parará el motor.

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS:

- 1. Indique dos formas en que se puede cambiar la polaridad de salida de un generador de c-d en derivación.

- 2. Si un generador de c-d suministra 180 W a una carga, ¿Cuál es el valor mínimo de los hp necesarios para impulsar este generador (suponiendo una eficiencia del 100%)?

3. En la gráfica de la figura 4 dibuje la curva de E_A en función de la I_F del generador de c-d en derivación. Utilice los datos de la tabla 1 observe que la característica de “dobla” al aumentar la corriente de campo. ¿Puede explicar por qué sucede esto?

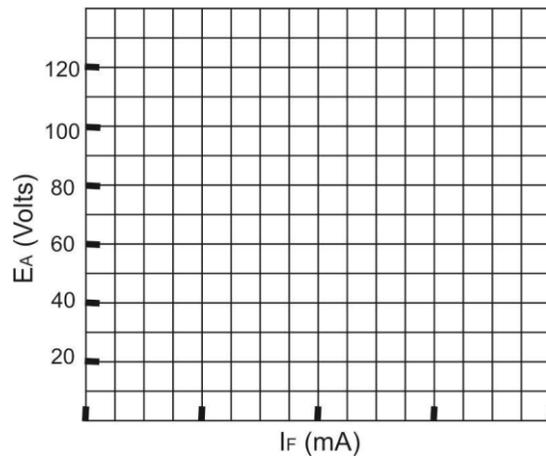


Figura 4

4. En la figura 5 trace la gráfica de la característica de carga E_A en función de I_A . Use los datos en la tabla 2.

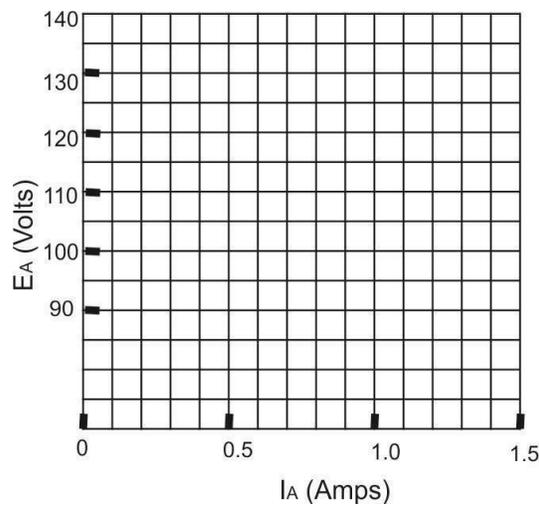


Figura 5

5. Calcule la regulación de voltaje de la condición de vacío a la plena carga (1.0 A c-d).

_____ Regulación: _____ %

6. Investigue ¿Qué es plano neutro?

TOMADO DEL LIBRO:
WILDI, THEODORE & VITO MICHAEL J. **EXPERIMENTOS CON EQUIPO ELÉCTRICO**, LIMUSA, 6ª REIMPRESIÓN, MÉXICO, 1987.