



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA  
ZONA XALAPA



## 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 MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA

#### OBJETIVOS

- Localizar la posición neutra de las escobillas.
- Conocer las conexiones básicas del motor.
- Observar las características de operación de motores conectados en serie y en derivación.

#### EXPOSICIÓN

Para que un motor de c-d pueda funcionar, es necesario que pase una corriente por el devanado de la armadura. El estator debe producir un campo (flujo) magnético con un devanado en derivación o en serie (o bien, una combinación de ambos).

El par que se produce en un motor de c-d es directamente proporcional a la corriente de la armadura y al campo del estator. Por otro lado, la velocidad del motor la determinan principalmente el voltaje de la armadura y el campo del estator. La velocidad del motor aumenta cuando el voltaje aplicado a la armadura se incrementa. La velocidad del motor aumenta cuando se reduce el campo del estator. En realidad, la velocidad puede aumentar en forma peligrosa cuando, cuando por accidente, se anula el campo del estator. Como ya sabe, los motores de c-d pueden explotar cuando trabajan a velocidad excesiva. No obstante, el motor de c-d que se

usa aquí, ha sido diseñado para soportar posibles condiciones de exceso de velocidad.

## INTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de energía.	EMS 8821
Módulo de Motor/Generador de c-d.	EMS 8211
Módulo de medición de c-a (0-100V).	EMS 8426
Módulo de medición c-d (0-200V).	EMS 8412
Tacómetro de mano.	EMS 8920
Cables de conexión.	EMS 8941

## PROCEDIMIENTOS

**Advertencia: ¡En este Experimento de Laboratorio se manejan altos voltajes! ¡No haga ninguna conexión cuando la fuente está conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada conexión!**

1. A continuación medirá la resistencia de cada devanado del motor utilizando el método del voltímetro-amperímetro. Con estos datos calculará la pérdida de potencia en cada devanado. Use los Módulos EMS de fuente de energía, medición de c-d y motor/generador de c-d para conectar el circuito de la figura 1.

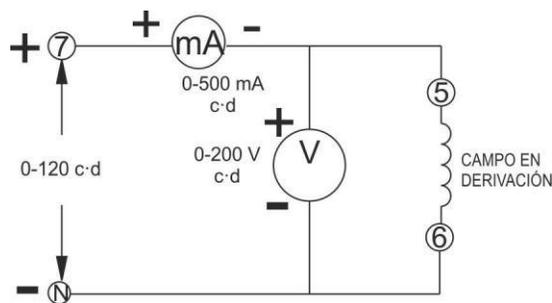


Figura 1

2. Conecte la fuente de alimentación.
  - a) Aumente lentamente el voltaje hasta que el devanado de campo en derivación lleve 0.3 A. de corriente, según lo indique el medidor de 0-500 mA c-d (este es el valor de la corriente nominal del devanado de campo en derivación).

b) Mida y anote el voltaje del devanado de campo en derivación

$$E_{\text{(CAMPO EN DERIVACIÓN)}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Vc-d.}$$

c) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.

d) Calcule la resistencia del devanado de campo en derivación.

$$R_{\text{(CAMPO DE DERIVACIÓN)}} = E / I = \underline{\hspace{1cm}} / \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \Omega$$

e) Calcule las pérdidas de  $I^2 R$  (potencial) del devanado de campo en derivación.

$$P_{\text{(CAMPO EN DERIVACION)}} = I^2 R = \underline{\hspace{1cm}} \times \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ W}$$

3. Conecte el circuito de la figura 2.

a) Este es el mismo circuito que se ilustra en la figura 1, excepto que el devanado de campo en serie sustituyó al devanado de campo en paralelo y que el medidor de 5 Ac-d ha reemplazado a uno de 500 mA-c-d.

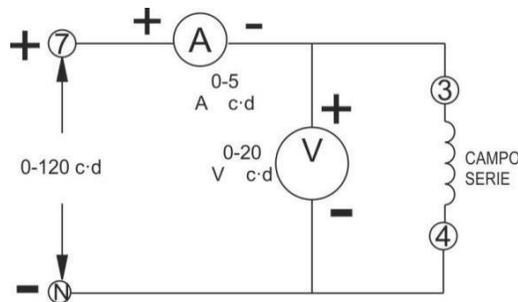


Figura 2

b) Conecte la fuente de alimentación y aumente lentamente el voltaje de c-d hasta que el devanado de campo serie lleve una corriente de 3 A. según lo indica el medidor de 5 Ac-d (este es el valor nominal de corriente del devanado de campo en serie). **¡Advertencia, Se requieren sólo unos cuantos volts, de manera que el control de voltaje se debe girar con mucha lentitud!**

c) Mida y anote el voltaje a través del devanado de campo en serie.

$$E_{\text{(CAMPO EN SERIE)}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Vc-d}$$

d) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.

e) Calcule la resistencia del devanado de campo en serie.

$$R_{\text{(CAMPO EN SERIE)}} = E / I = \underline{\hspace{1cm}} / \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \Omega$$

f) Calcule las pérdidas de  $I^2 R$  (potencial) del devanado de campo en serie.

$$P_{(\text{CAMPO EN SERIE})} = I^2 R = \_\_ X \_\_ = \_\_ W$$

4. Conecte el circuito que aparece en la figura 3.
- a) Este es el mismo circuito de la figura 2, excepto que el devanado de la armadura (más las escobillas) han reemplazado al devanado de campo serie.

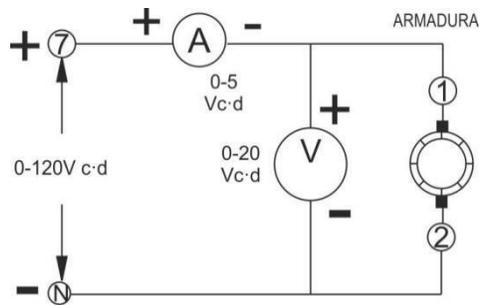


Figura 3

- b) Conecte la fuente de energía y aumente lentamente el voltaje hasta que el devanado de la armadura lleve una corriente de 3 A. según lo indique el medidor de 5 Ac-d (este es el valor nominal de la corriente del devanado de la armadura más las escobillas).
- c) Mida y anote el voltaje a través del devanado de la armadura (más las escobillas).

$$E_{(\text{ARMADURA})} = \_\_ Vc-d$$

- d) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.
- e) Calcule la resistencia del devanado del inducido (más las escobillas).

$$R_{(\text{ARMADURA})} = E / I = \_\_ / \_\_ = \_\_ \Omega$$

- f) Calcule las pérdidas de  $I^2R$  del devanado (más las escobillas).

$$P_{(\text{ARMADURA})} = I^2 R = \_\_ X \_\_ = \_\_ W.$$

5. Haga girar el devanado de la armadura aproximadamente  $90^\circ$  hacia la izquierda (girar el rotor  $90^\circ$  a la izquierda)
- a) Ahora, las escobillas están haciendo contacto con diferentes segmentos del conmutador.
- b) Repita el procedimiento 4.
- c)  $E = \_\_ Vc-d$ ,  $R = \_\_ \Omega$ ,  $P = \_\_ W$

6. Haga girar la armadura  $15^\circ$  más hacia la izquierda.
  - a) Repita el procedimiento 4.
  - b)  $E = \underline{\hspace{2cm}}$  Vc-d,  $R = \underline{\hspace{2cm}}$   $\Omega$ ,  $P = \underline{\hspace{2cm}}$  W

**Nota: Con los resultados anteriores comprobamos que en cualquier posición que pongamos el rotor los valores no cambia.**

### COMO ENCONTRAR LA POSICIÓN NEUTRA

7. Ahora se utilizará corriente alterna para determinar la posición neutra de las escobillas del motor de c-d. Con los Módulos EMS de fuente de Energía, de medición de c-a y de motor/generador de c-d, conecte el circuito que aparece en la figura 4. Las terminales 4 y N de la fuente de alimentación proporcionan un voltaje variable de 0-120 Vc-a, conforme se hace girar la perilla de control de la salida de voltaje.

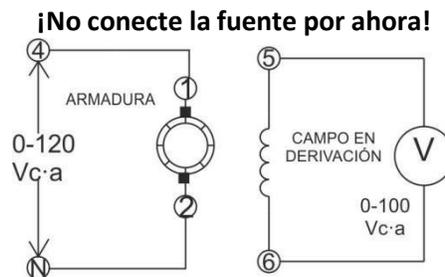


Figura 4

8. Desprenda el módulo/generador de c-d y adelántelo aproximadamente 4 *pulgadas*. Meta la mano detrás de la placa delantera del módulo y mueva la palanca de ajuste de la escobilla hasta el extremo máximo, en el sentido de las manecillas del reloj. No vuelva a poner el módulo en su lugar (tendrá que mover de nuevo las escobillas).
9. Conecte la fuente de energía; coloque en la posición de 4-n conmutador del voltímetro de la fuente de energía y mueva lentamente hacia adelante la perilla del control de la salida de voltaje hasta que el voltímetro de c-a conectado al devanado de campo en derivación indique aproximadamente 80 V c-a. (El voltaje de c-a en el campo en derivación se induce por acción de la corriente alterna que atraviesa la armadura esto se verá en un Experimento de Laboratorio posterior).
10.
  - a) Meta cuidadosamente la mano detrás de la cara frontal del módulo (**Sólo**

**trabajo con unamano para en caso de un inconveniente no hagamos un puente con la otra mano y cerrarel circuito)** y mueva la escobilla de una posición extrema a la otra. Observará que el voltaje de c-a inducido a través del campo disminuye a cero y luego aumenta nuevamente conforme se llega la otra posición extrema, siguiendo el sentido contrario al de las manecillas del reloj.

- b) Deje las escobillas en la posición en donde el voltaje inducido es cero. Este punto corresponde al plano neutro del Motor/Generador de c-d. Cada vez que use el Motor/Generador de c-d, las escobillas deben ajustarse a la posición neutra.
- c) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación. Vuelva a colocar el Módulo de Motor/generador de c-d en su lugar y desconecte el circuito.

### CONEXIONES DEL MOTOR EN SERIE

11. Con los módulos EMS de Fuente de Energía, de medición de c-d y del Motor/Generador de c-d, conecte el circuito ilustrado en la figura 5. Observe que la armadura está conectada en serie con el devanado de campo en serie, a través del voltaje de entrada.

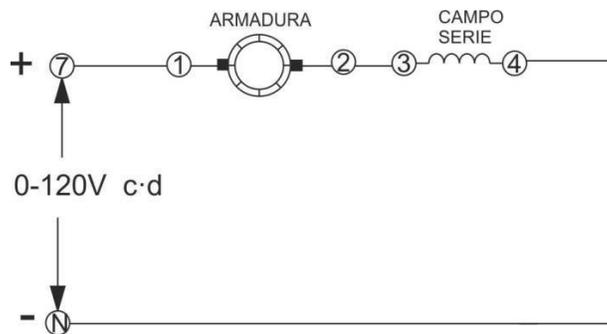


Figura 5

12. Conecte la fuente de energía y nuevamente coloque en la posición 7-N conmutador del voltímetro de la fuente de energía. Ajuste el voltaje de salida 120 Vc-d.

13.

- a) ¿Gira el motor rápidamente? \_\_\_\_\_.

- b) Use el tacómetro manual y mida la velocidad del motor en revoluciones por minuto.

Velocidad en serie \_\_\_\_\_ r/min

**Nota: En el estuche del tacómetro aparecen las instrucciones de funcionamiento.**

14.

- a) Reduzca el voltaje de la fuente de energía y observe el efecto que se produce en la velocidad del motor. Observaciones:

---



---



---

- b) Reduzca el voltaje hasta que pueda determinar la rotación (en sentido de las manecillas del reloj o contrario a este).

Rotación = \_\_\_\_\_

- c) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación

15. Vuelva a conectar el circuito de la figura 6. (el único cambio hecho en relación con el circuito de la figura 5, es que las conexiones a la armadura quedaron invertidas).

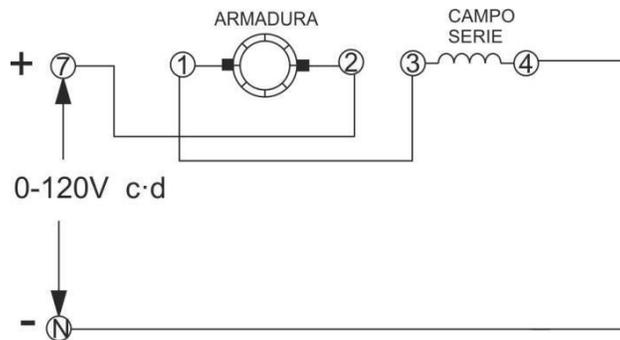


Figura 6

16. Repita los procedimientos 12 al 14 (con las conexiones de la armadura invertidas que se indican en la figura 6).

Velocidad en serie (inversión) = \_\_\_\_\_ r/min

Rotación: \_\_\_\_\_



21. Repita el procedimiento 19 y compare los resultados:

- a) ¿Cambió la rotación de dirección? \_\_.
- b) ¿Vario la velocidad? \_\_\_\_\_.
- c) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.

22. Intercambie los cables de conexión que van a la fuente de energía. El circuito debe quedar igual al que se ilustra en la figura 7. Ahora invierta sólo las conexiones de la armadura (terminales 1 y 2).

23. Repita el procedimiento 19 y compare la dirección de rotación con la que se encontró en el procedimiento 19.

Rotación = \_\_\_\_\_

24.

a) Mientras el motor siga funcionando, abra momentáneamente el circuito de campo en derivación, quitando el cable de conexión de una de las terminales del devanado de campo en derivación (5 ó 6). Tenga mucho cuidado de no tocar ninguna de las otras conexiones de las terminales ni ningún metal mientras efectúe este procedimiento. Estelista para cortar inmediatamente la energía aplicada al motor desconectando la fuente de alimentación.

b) Explique lo que sucede cuando en un motor de c-d se pierde la alimentación al campo en derivación.

---

---

---

c) ¿Puede ocurrir lo mismo en un motor de c-d conectado con el campo serie? Explique por qué.

---

---

---

25. Conecte el circuito de la figura 8. Observe que la armadura está conectada a la salida variable de 0-120 Vc-d (terminales 7 y N), en tanto que el campo en derivación está conectado a la salida fija de 120 Vc-d (terminales 8 y N).

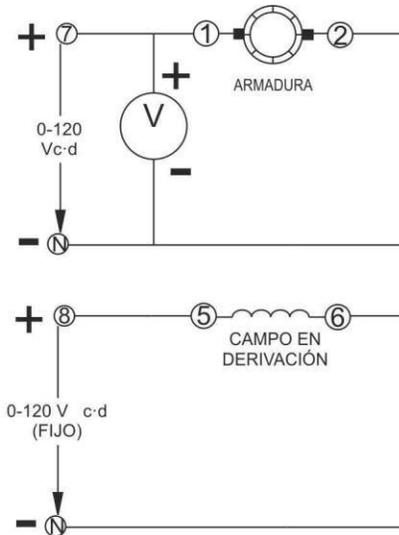


Figura 8

26.

- Conecte la fuente de energía y ajuste el voltaje de la armadura a 30 Vc-d, guiándose por las lecturas que dé el medidor.
- Use el tacómetro manual para medir la velocidad del motor. Anote en la tabla 1 las mediciones de la velocidad. (Espere hasta que la velocidad del motor se estabilice antes de efectuar la medición).

<b>E (VOLTS)</b>	0	30	60	120
<b>SPEED (r/min)</b>	0			

Tabla 1

- Repita (b) para cada uno de los valores de voltaje que se indican en la tabla 1.
- Marque los puntos obtenidos en la tabla 1, en la gráfica ilustrada en la figura 9. Luego trace una línea continua por los puntos marcados.
- ¿Es un buen método de control de velocidad el hacer que varíe el voltaje de la armadura (manteniendo constante el voltaje del campo en derivación)?

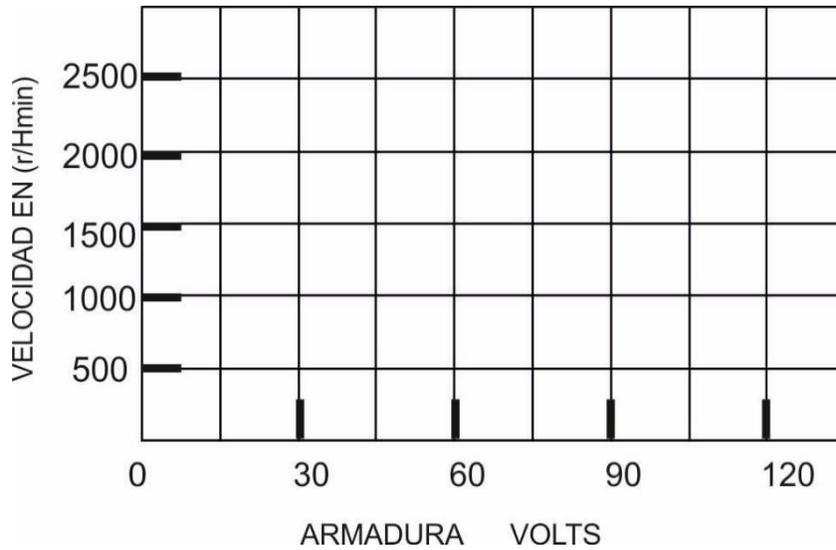


Figura 9

### PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. ¿Cuál sería la corriente del campo en derivación del motor, si el devanado de campo en derivación se excita mediante 120 Vc-d?

---



---



---

2. Si se tiene una corriente de 3 Ac-d que fluye por el devanado serie del motor, ¿Cuál será la caída del voltaje resultante?

---



---



---

3. Si el reóstato se conectará en serie con el devanado de campo en derivación y la combinación se conectará a una línea de 120 Vc-d, ¿Qué variaciones de corriente del campo en derivación se podrían obtener de su motor?

---



---



---

$I_{\text{Mínima}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A c-d}$

$I_{\text{Máxima}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A c-d}$

4. Todos los devanados e incluso el conmutador del motor están hechos de cobre ¿Por qué?

---



---



---

5. ¿Por qué las escobillas del motor están hechas de carbón y no de cobre?

---

---

---

6. Si el devanado de campo en serie del motor se conectará directamente a la fuente de energía de 120 Vc-d:

a) ¿Qué flujo de corriente se tendría?

b) ¿Cuál sería la pérdida de potencia (en Watts)?

c) ¿Se pierde toda esta energía solo en forma de calor?

d) ¿Qué cree que le sucedería al devanado si la corriente se mantuviera durante algunos minutos?

---

7. ¿Qué significa “corriente nominal” y “voltaje nominal”?

---

---

8. Si el devanado de la armadura y el de campo serie del motor se conectaran en serie a una fuente de 120 Vc-d, ¿Cuál sería la corriente?

---

---

---

9. En este motor, ¿Es la resistencia de la armadura (más las escobillas) substancialmente la misma para cualquier posición de rotación de la armadura? Explique por qué:

---

---

10. Explique cómo se localiza la posición neutra de las escobillas en un motor de c-d.

---

---

11. ¿Giraría el motor si sólo se excitara la armadura (se le aplicará un voltaje)?

---

---

12. ¿Por qué es peligroso aplicar energía a un motor de c-d en serie, sin ninguna carga?

---

13. ¿Cuáles son las dos formas en que se puede invertir la rotación de un motor c-d conectado en derivación?

---

---

---

14. ¿Por qué se necesitan detectores de pérdidas de campo en motores grandes de c-d?

---

---

---

15. De acuerdo con el procedimiento 26 conteste los incisos a) y b) :

a) ¿Se duplica la velocidad del motor cuando se duplica el voltaje de la armadura?

Explique por qué: \_\_\_\_\_

b) ¿Sería correcto afirmar que “con un voltaje fijo de campo, la velocidad de un motor en derivación es proporcional al voltaje de la armadura? \_\_\_\_\_

Explique por qué

---

---

---

16. Dibuje un circuito indicando cómo conectaría:

a) Un motor en derivación a una fuente de c-d.

b) Un motor en derivación a una fuente de c-d, utilizando un reóstato de campo.

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