



UNIVERSIDAD VERACRUZANA.  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA.  
ZONA XALAPA.



**LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.**  
RESPONSABLE DR. OSCAR MANUEL LÓPEZ YZA.

NOMBRE: \_\_\_\_\_ MATRÍCULA: \_\_\_\_\_  
E.E: \_\_\_\_\_  
EQUIPO O BRIGADA: \_\_\_\_\_ DIA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_  
PRÁCTICA No. 8 FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

**EL MOTOR DE INDUCCIÓN DE ROTOR  
DEVANADO.**

**OBJETIVOS**

- Analizar la estructura de un motor trifásico de inducción de rotor devanado.
- Exponer los conceptos de corriente de excitación, velocidad síncrona y deslizamiento en relación con un motor trifásico de inducción.
- Observar cómo influye el campo giratorio y la velocidad del rotor en el voltaje inducido en el rotor.

**EXPOSICIÓN**

Hasta ahora se han estudiado campos giratorios del estator producidos por una potencia monofásica. La mayoría de las compañías de energía eléctrica generan y transmiten potencias trifásicas. La potencia monofásica que se utiliza en las viviendas se obtiene de una de las fases de la línea de potencia trifásica. En la industria, se utilizan generalmente motores trifásicos (polifásicos) y las compañías de energía eléctrica, suministran potencia trifásica a los usuarios industriales.

Cuando se utiliza potencia trifásica para crear un campo giratorio en el estator se aplica un principio semejante al usado en un sistema de fase hendida y bifásica (funcionamiento por capacitor). En el sistema trifásico se genera un campo giratorio mediante tres fases, en lugar de dos. Cuando el estator de un motor trifásico se conecta a una fuente de alimentación trifásica, la corriente pasa por los tres devanados del estator y establece un campo magnético giratorio. Estas tres corrientes de excitación proporcionan la potencia reactiva para establecer el campo magnético giratorio. También proporcionan la potencia que consume el motor

debido a las pérdidas en el cobre y en el hierro.

La velocidad del campo magnético giratorio queda determinada por la frecuencia de la fuente de alimentación trifásica y se conoce como velocidad síncrona. Las compañías de energía eléctrica regulan con precisión la frecuencia de los sistemas de energía eléctrica manteniéndola siempre al mismo nivel; por lo tanto la velocidad síncrona del campo del estator (en r.p.m.) permanece constante. (En efecto, se utiliza para hacer funcionar relojes eléctricos).

El rotor devanado se compone de un núcleo con tres devanados de las barras conductoras del rotor jaula de ardilla. En este caso, las corrientes se inducen en los devanados en la misma forma que lo harían en barras en corto circuito.

Sin embargo, la ventaja de usar devanados consiste en que las terminales se pueden sacar a través de anillos colectores, de modo que la resistencia, y por lo tanto, la corriente que pasa por los devanados, se puede controlar en forma eficaz.

El campo giratorio del estator induce un voltaje alterno en cada devanado del rotor. Cuando el rotor está estacionario, la frecuencia y el voltaje inducido en el rotor es igual a la de la fuente de alimentación. Si el rotor gira en el mismo sentido que el campo giratorio del estator, disminuye la velocidad a la que el flujo magnético corta los devanados del rotor. El voltaje inducido y su frecuencia bajarán también.

Cuando el rotor gira a la misma velocidad y en el mismo sentido que el campo giratorio del estator, el voltaje inducido y su frecuencia caen a cero (el rotor está ahora a la velocidad síncrona). Por lo contrario, si el rotor es llevado a la velocidad síncrona pero en sentido opuesto al del campo giratorio del estator, el voltaje inducido y su frecuencia serán el doble de los valores que se tienen cuando el rotor está parado.

En este experimento de laboratorio, se utilizará un motor auxiliar para impulsar el rotor, pero conviene hacer notar que, para una velocidad de rotor dado, los valores de voltaje inducido y de la frecuencia serán los mismos que si el rotor girara por sí solo.

## INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de alimentación (208 V, 3 $\phi$ , 0-120 Vc-d)	EMS 8821
Módulo de motor de inducción de rotor devanado	EMS 8231
Módulo motor / generador de c-d	EMS 8211
Módulo de vatímetro trifásico	EMS 8441
Módulo de medición de c-a (2.5/2.5/2.5 A)	EMS 8941
Módulo de medición de c-a (250 / 250 V)	EMS 8426
Tacómetro de mano	EMS 8941
Cables de conexión	EMS 8550
Banda	EMS 8942

## PROCEDIMIENTOS

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

1. Examina la estructura del módulo EMS 8231 del motor de inducción de rotor devanado, fijándose especialmente en el rotor, los anillos colectores, las terminales de conexión y el alambrado.
2. Si observa el motor desde la parte posterior del módulo:
  - a) Identifique los tres anillos colectores del rotor y las escobillas
  - b) ¿Se pueden mover las escobillas? \_\_\_\_\_
  - c) Observe que las terminales de los tres devanados del rotor son llevadas a los anillos colectores, mediante una ranura en el eje del rotor.
  - d) Identifique los devanados del estator. Observe que se componen de muchas vueltas de alambre de un diámetro pequeño, uniformemente espaciadas alrededor del estator.
  - e) Identifique los devanados del rotor. Observe que se componen de muchas vueltas de un alambre de diámetro ligeramente mayor, uniformemente espaciadas alrededor del rotor.
  - f) Observe la magnitud del entrehierro entre el rotor y el estator.
3. Observe lo siguiente en la cara delantera del módulo:
  - a) Los tres devanados independientes del estator están conectados a las terminales \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
  - b) ¿Cuál es el voltaje nominal de los devanados del estator? \_\_\_\_\_
  - c) ¿Cuál es la corriente nominal de los devanados del estator? \_\_\_\_\_

- d) Los tres devanados del motor están conectados en \_\_\_\_\_ (estrella, delta).
- e) Estos devanados están conectados a las terminales \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
- f) ¿Cuál es el voltaje nominal de los devanados del rotor? \_\_\_\_\_
- g) ¿Cuál es la corriente nominal de los devanados del rotor? \_\_\_\_\_
- h) ¿Cuál es la velocidad nominal y la potencia en hp del motor?

$r/min =$  \_\_\_\_\_                       $hp =$  \_\_\_\_\_

4. Conecte el circuito que se ilustra en la figura 1 utilizando los módulos EMS de motor/generador de c-d, motor de rotor devanado, vatímetro trifásico, fuente de alimentación y medición de c-a.

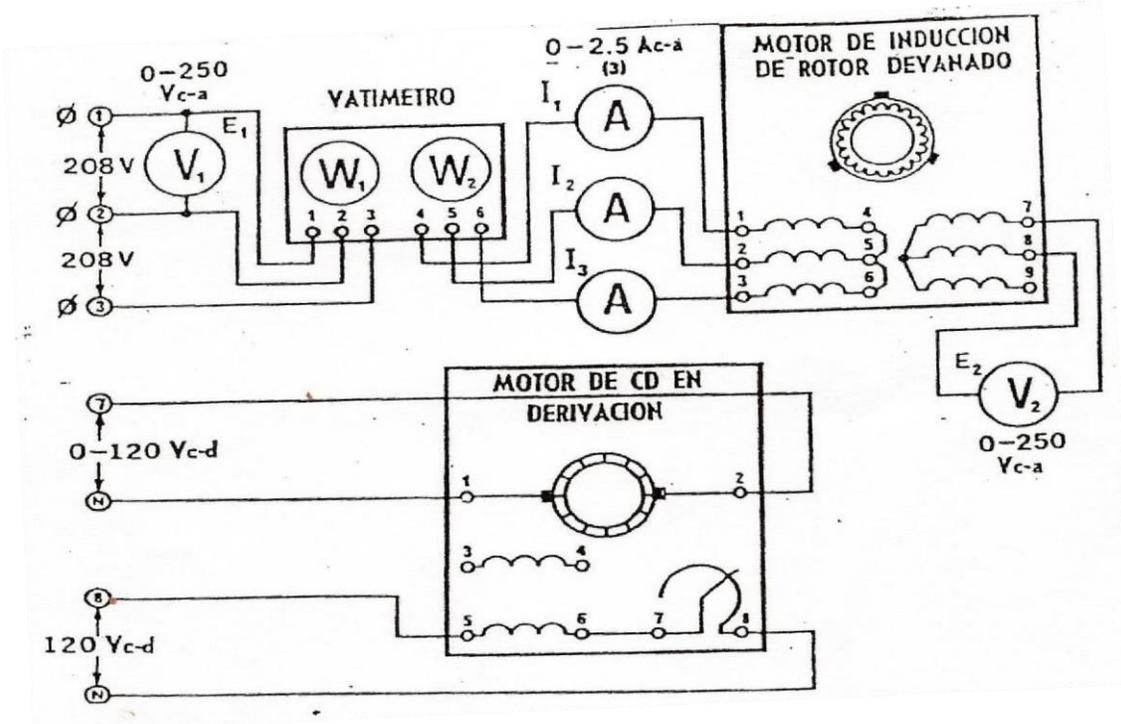


Figura 1

- 5. a) Observe que el motor/generador de c-d se conecta como una excitación fija de campo en derivación, a las terminales 8 y N de la fuente de alimentación (120 Vc-d). El reóstato de campo se debe hacer girar a su posición extrema en el sentido de las manecillas del reloj (para una resistencia mínima).
- b) Observe que la armadura se conecta a la salida variable de c-d de la fuente de alimentación, terminales 7 y N (0-120 Vc-d).
- c) Observe que el estator del motor de inducción de rotor devanado está conectado en estrella, y se encuentra en serie con los tres amperímetros y





Explique por qué: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. Como se sabe, el voltaje inducido en el devanado del motor es cero cuando este gira a velocidad síncrona, ¿Cuál es la velocidad síncrona del motor?

$$\text{Velocidad síncrona} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ r.p.m.}$$

2. Sabiendo que la ecuación de la velocidad síncrona es:

$$\text{r.p.m.} = 120 f/P$$

En donde:

$\text{r.p.m.}$  = velocidad síncrona.

$f$  = frecuencia de la línea de potencia.

$P$  = número de polos del estator

Determine el número de polos que tiene el motor.

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ número de polos.

3. Calcule el deslizamiento del rotor (en r.p.m. que hubo en los procedimientos 6, 8, 9, 10, y 11) (Deslizamiento en r.p.m. = velocidad síncrona del rotor).

Deslizamiento (6) = \_\_\_\_\_ r.p.m.      Deslizamiento (10) = \_\_\_\_\_ r.p.m.

Deslizamiento (8) = \_\_\_\_\_ r.p.m.      Deslizamiento (11) = \_\_\_\_\_ r.p.m.

Deslizamiento (9) = \_\_\_\_\_ r.p.m.

4. Calcule el % de deslizamiento en los procedimientos 6, 8, 9, 10, y 11.

Deslizamiento (6) = \_\_\_\_\_ r.p.m.      Deslizamiento (10) = \_\_\_\_\_ r.p.m.

Deslizamiento (8) = \_\_\_\_\_ r.p.m.      Deslizamiento (11) = \_\_\_\_\_ r.p.m.

Deslizamiento (9) = \_\_\_\_\_ r.p.m.

5. ¿Depende de la velocidad del rotor el valor de la corriente de excitación del mototrifásico? \_\_\_\_\_

6. ¿Qué potencia se necesita para producir el campo magnético en el motor?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ VAR.

7. ¿Qué potencia se requiere para compensar las pérdidas asociadas con la producción del campo magnético?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ W.

8. Dibuje la curva de la velocidad del rotor en función del voltaje del rotor, en la gráfica que aparece en la figura 2 ¿será una línea recta? \_\_\_\_\_

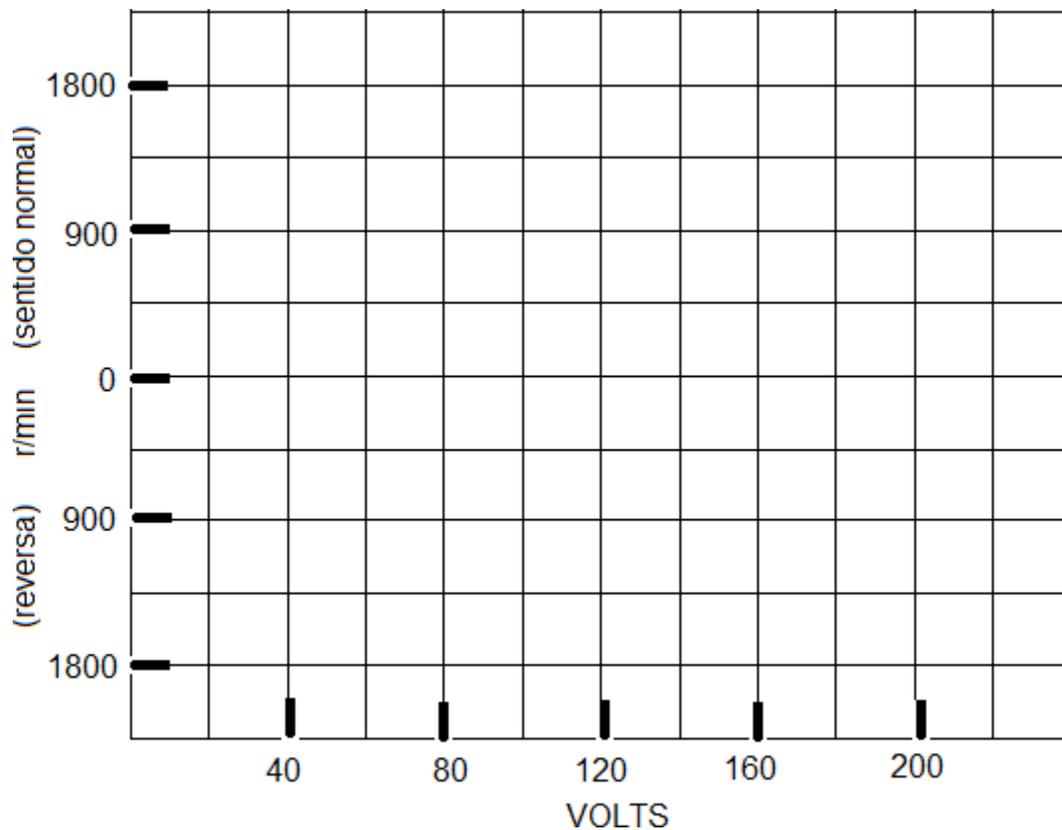


Figura 2

Tomado del libro:

WILDI, THEODORE & NDE VITO MICHAEL J; EXPERIMENTOS CON EQUIPO ELÉCTRICO.  
 LIMUSA, 6a REIMPRESIÓN, MÉXICO 1987.