



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. 7 FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

### **EL MOTOR DE INDUCCIÓN DE JAULA DE ARDILLA**

#### **OBJETIVOS**

- Analizar la estructura de un motor trifásico jaula de ardilla.
- Determinar sus características de arranque, de vacío y plena carga.

#### **EXPOSICIÓN**

El motor más sencillo y de mayor aplicación en los motores de inducción, es el que se denomina de jaula de ardilla. El rotor de jaula de ardilla se compone de un núcleo de hierro laminado que tiene ranuras longitudinales alrededor de su periferia. Barras solidas de cobre o aluminio se presionan firmemente o se incrustan en las ranuras del rotor. A ambos extremos del rotor se encuentran los anillos de cortocircuito que van soldados o sujetos a las barras, formando una estructura sumamente sólida. Puesto que las barras en cortocircuito tienen una resistencia mucho menor que la del núcleo, no es necesario que se les aisle en forma especial del núcleo. En algunos rotores, las barras y los anillos de los extremos se funden en una sola estructura integral colocada en el núcleo.

Los elementos de corto circuito que llevan elevadas corrientes inducidas en ellas, por el flujo del campo del estator.

En comparación con el complicado devanado del rotor devanado, o con la armadura de un motor de c-d, el rotor de jaula de ardilla es relativamente simple.

Es fácil de fabricar y generalmente trabaja sin ocasionar problemas de servicio.

En un motor de inducción de jaula de ardilla ensamblado, la periferia del rotor

está separada del estator por medio de un pequeño entrehierro. La magnitud de este entrehierro es, en efecto, tan pequeño como lo permitan los requerimientos mecánicos. Esto asegura que, al efectuarse la inducción electromagnética esta sea la más fuerte posible.

Cuando se aplica potencia al estator de un motor de inducción, se establece un campo magnético giratorio, conforme a todos los métodos que se han estudiado aquí. Cuando el campo empieza a girar, sus líneas de flujo cortan las barras del corto circuito que están alrededor de la superficie del rotor de jaula de ardilla y generan voltajes en ellas por inducción electromagnética. Puesto que estas barras están en corto circuito con una resistencia muy baja, los voltajes inducidos en ellas producen elevadas corrientes que circulan por dichas barras del rotor. Las corrientes circulantes del rotor producen, a su vez, sus propios campos magnéticos intensos. Estos campos locales de flujo del rotor producen sus propios polos magnéticos que son atraídos hacia el campo giratorio. Por lo tanto, el rotor gira con el campo principal.

El par de arranque del motor de inducción de jaula de ardilla es bajo, debido a que en reposo el motor tiene una reactancia inductiva ( $X_L$ ) relativamente grande con respecto a su resistencia ( $R$ ). En estas condiciones, se podría esperar que la corriente del rotor tuviera un atraso de  $90^\circ$  en relación al voltaje del rotor. Por lo tanto, se puede decir que el factor de potencia de la fuente es bajo. Esto significa que el motor es ineficiente como carga y que no puede tomar de la fuente de alimentación una energía realmente útil para su operación.

A pesar de su ineficiencia, desarrolla un par, y el motor comienza a girar. Conforme comienza a girar, la diferencia de velocidad entre el rotor y el campo giratorio, o deslizamiento, va de un máximo del 100% a un valor intermedio, por ejemplo, el 50%. Conforme el deslizamiento se reduce de esta forma, la frecuencia de los voltajes inducidos en el rotor va en disminución, porque el campo giratorio corta los conductores a una velocidad menor, y esto, a su vez, hace que se reduzca la reactancia general del circuito. Al reducirse la reactancia inductiva el factor de potencia comienza a aumentar, este mejoramiento refleja en forma de un incremento en el par y un aumento subsecuente en la velocidad.

Cuando el deslizamiento baja a un valor comprendido entre el 2 y el 10%, la velocidad del motor se estabiliza. Esta estabilización ocurre debido a que el par del motor disminuye por disminuir los voltajes y corrientes inducidas en el rotor, ya que por el pequeño deslizamiento, las barras del rotor cortan poco flujo del campo giratorio del estator. En consecuencia, el motor presenta un control automático de velocidad similar al del motor en derivación de c-d.

## **INSTRUMENTOS Y EQUIPO**

Módulo de motor de inducción de jaula de ardilla	EMS 8221
Módulo de electrodinamómetro	EMS 8911
Módulo de vatímetro trifásico	EMS 8441
Módulo de fuente de alimentación (0-120/208 V, 3φ)	EMS 8821
Módulo de medición de c-a- (250 V)	EMS 8426
Módulo de medición de c-a (2.5/2.5/2.5/8 A)	EMS 8425
Tacómetro de mano	EMS 8920
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 de alimentación esté conectada!  
¡La fuente debe desconectarse después de cada medición!**

- Examine la construcción del Módulo EMS 8221 de motor de inducción de jaula de ardilla, fijándose especialmente en el rotor, las terminales de conexión y el alambrado.
- Identifique los devanados del estator. Observe que se componen de muchas vueltas de alambrado de un diámetro muy pequeño, uniformemente espaciados alrededor del estator. (Los devanados del estator son idénticos a los de un motor de inducción de rotor devanado).
  - Identifique el abanico de enfriamiento.
  - Identifique los anillos de los extremos del rotor de jaula de ardilla.
  - Observe la longitud del entrehierro entre el estator y el rotor.
  - ¿Existe alguna conexión eléctrica entre el rotor y cualquier otra parte del motor?

\_\_\_\_\_

- Si observa el módulo desde la cara delantera:
  - Los devanados independientes del estator se conectan a las terminales \_\_y\_\_\_\_, \_\_\_\_y\_\_\_\_, \_\_\_\_y\_\_\_\_.
  - ¿Cuál es la corriente nominal de los devanados del estator? \_\_\_\_\_
  - ¿Cuál es el voltaje nominal de los devanados del estator? \_\_\_\_\_
  - ¿Cuál es la velocidad nominal y la potencia en hp del motor?

$r/mín =$  \_\_\_\_\_  $Hp =$  \_\_\_\_\_

4. Conecte el circuito que se ilustra en la figura 1 usando los módulos EMS de motor jaula de ardilla, electrodinamómetro, vatímetro trifásico, fuente de alimentación y medición de c-a. **¡No acople el motor al dinamómetro todavía!** Observe que los devanados del estator están conectados en estrella a través del vatímetro, a la salida trifásica variable de la fuente de alimentación, terminales 4, 5 y 6.
5. a) Conecta la fuente de alimentación y ajuste  $E_1$  a 208 Vc-a. El motor debe comenzar a funcionar.
  - b) Mida y anote en la tabla 1 las tres corrientes de línea, las lecturas del vatímetro y la velocidad del motor.
  - c) Reduzca a cero y desconecte la fuente de alimentación.

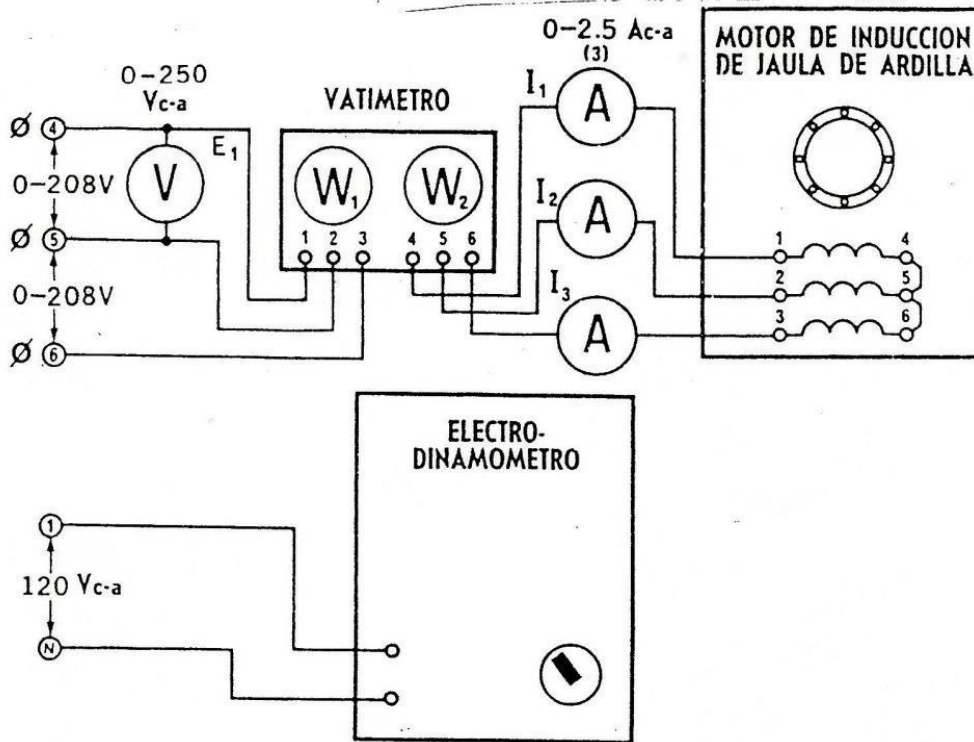


Figura 1

PAR (lbf.pulg)	$I_1$ (amps)	$I_2$ (amps)	$I_3$ (amps)	$W_1$ (Watts)	$W_2$ (Watts)	Velocidad (r/min)
0						
3						
6						
9						
12						

Tabla 1

6. a) Acople el motor al electrodinamómetro por medio de la banda.
  - b) Mueva a perilla de control de dinamómetro a su posición extrema haciéndola girar en el sentido contrario a las manecillas del reloj.
  - c) Repita el procedimiento 5 para cada uno de los pares anotados en la tabla 1, manteniendo el voltaje de entrada en 208 Vc-a.
  - d) Reduzca el voltaje a cero y desconecta la fuente de alimentación.
  
7. a) Conecte el circuito que aparece en la figura 2. Observe que ahora se utiliza la salida de c-a fija de la fuente de alimentación, terminales 1, 2 y 3.

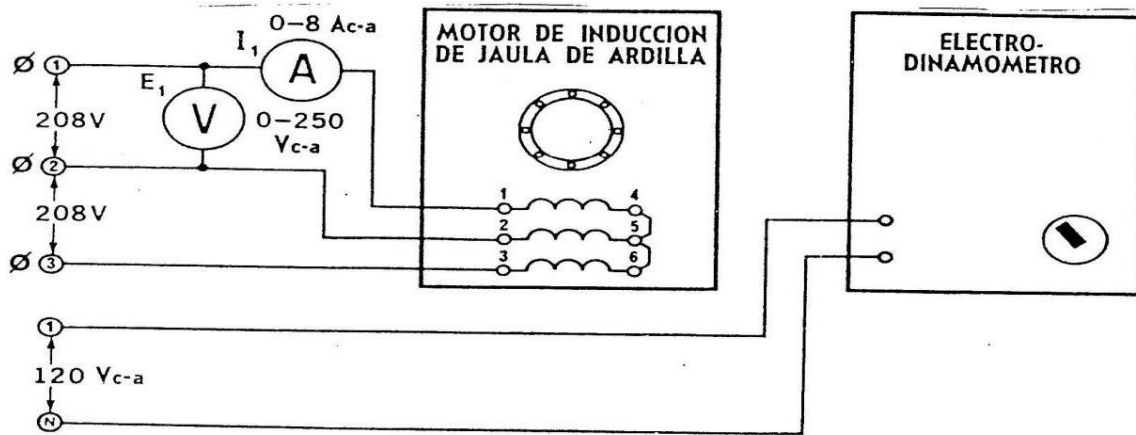


Figura 2

- b) Ponga la perilla de control del electrodinamómetro en su posición extrema haciéndola girar en el sentido de las manecillas del reloj (con el fin de darle al motor una carga máxima en el arranque).
8. a) Conecte la fuente de alimentación y mida rápidamente  $E_1$ ,  $I_1$  y el par de arranque desarrollado.

$$E_1 = \text{_____ Vc-a} \quad I_1 = \text{_____ A c-a} \quad \text{Par de arranque} = \text{_____ lbf-pulg.}$$

- b) Calcule la potencia aparente del motor para el par de arranque.

$$\text{Potencia aparente} = \text{_____ VA}$$

### PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. Con los resultados de la tabla 1 calcule las características en vacío del motor jaula de ardilla.
  - a) corriente media:

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *Ac-a.*  
 b) Potencia aparente:

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *VA.*  
 c) Potencia real:

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *W.*  
 d) Potencia reactiva:

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *VAR*  
 e) Factor de potencia:

\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

2. Con los resultados obtenidos en la tabla 1 calcule las características a 9 lbf-Pulg del motor de jaula de ardilla.

a) corriente media:  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *Ac-a.*

b) Potencia aparente:  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *VA.*

c) Potencia real:  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *W.*

d) Potencia reactiva:  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *VAR.*

e) Factor de potencia:  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_

f) Potencia en hp:  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ *HP.*

g) Eficiencia:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ %.

3. Use los resultados del procedimiento 8 y la tabla 1 para hacer los siguientes cálculos de relaciones (use las características a 9 lbf-pulg como valores a plena carga).

a) Corriente de arranque a corriente de plena carga:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

b) Par de arranque a par de plena carga:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

c) Corriente de plena carga a corriente en vacío:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

4. Compare las características de operación del motor de jaula de ardilla con las del motor síncrono sin energizar y aplicándole c-d. al campo de este último.

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

5. El motor de inducción jaula de ardilla es una de las maquinas más seguras y más usadas en la industria ¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

6. Si la frecuencia de la línea de alimentación fuera de 50 Hz:

a) ¿A qué velocidad giraría el motor?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

b) ¿Aumentaría la corriente de excitación, se reduciría o permanecería igual?

\_\_\_\_\_

**Tomado del libro:**

WILDI, THEODORE & NDE VITO MICHAEL J; EXPERIMENTOS CON EQUIPO ELÉCTRICO.

LIMUSA, 6a REIMPRESIÓN, MÉXICO 1987.