UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA.

SECCIÓN ELÉCTRICA.

MANUAL DE PRÁCTICAS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS (PLAN 93).

SEMESTRE 2014-II

ING. ANGOA TORRES ANSELMO

ING. LIMA GÓMEZ ÁNGEL ISAÍAS

ING. OROZCO HERNÁDEZ JOSÉ GUSTAVO

LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

REALIZACIÓN.

ING. ANGOA TORRES ANSELMO
ING. LIMA GÓMEZ ÁNGEL ISAÍAS
ING. OROZCO HERNÁDEZ JOSÉ GUSTAVO

COLABORACIÓN.

DR. FLORES ASCENCIO SABAS
AYUDANTE DE PROF. ROSALES SALVATORI ISMAEL
AYUDANTE DE PROF. MEDINA MORALES ALAN

ÍNDICE

PRESENTACIÓN……3

INTRODUCCIÓN……..….4

PRÁCTICA NO. 1 ……...……..….5

PRÁCTICA NO. 2 ……...…12

PRÁCTICA NO. 3 ……...…20

PRÁCTICA NO. 4 ……...…27

PRÁCTICA NO. 5 ……...…35

PRÁCTICA NO. 6 ……...…48

PRÁCTICA NO. 7 ……...…59

PRÁCTICA NO. 8 ……...…70

PRÁCTICA NO. 9 ……...…78

PRÁCTICA NO. 10……...…82

PRESENTACIÓN

El manual de prácticas tienen como objetivo principal que el estudiante de IME mediante la experimentación reafirme los conocimientos adquiridos en su clase teórica de Máquinas Eléctricas

El formato lleva una secuencia la cual consta:

- Número y tema de la práctica.
- Requisitos para tener derecho a realizar la práctica.
- Objetivos propuestos.
- **Introducción. (SE PROPONEN TEMAS QUE DEBERÁ DESARROLLAR EN UNA CUARTILLA COMO MÍNIMO Y PRESENTAR PREVIO AL INICIO DE LA SESIÓN, ES UN REQUISITO PARA TENER DERECHO A LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA)**
- Cálculos teóricos.
- Material y equipo requerido.
- Desarrollo.
- Cuestionario a resolver.
- **Conclusiones (QUE DEBERÁ REALIZAR CON RESPECTO A LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS).**
- **Bibliografía utilizada.**

Entrega de la práctica para su evaluación. Utilice hojas blancas tamaño carta no reciclada, todo debe de contestarse a mano con letra legible. No se evaluará si existen tachaduras, manchas, etc.

- Práctica que se realizó.
- Introducción.
- Cálculos teóricos y simulación de los circuitos que se realizaron experimentalmente.
- Cuestionario contestado, conclusiones y bibliografía. .

Es conveniente que para un mejor aprovechamiento, el alumno cuente con una preparación previa al tema y que la práctica la realice durante el tiempo asignado al laboratorio.

NOTA: Comentarios, opiniones y/o sugerencias para el mejoramiento de las prácticas a:

Buzon.electrica@gmail.com

INTRODUCCIÓN:

REGLAS DE SEGURIDAD QUE SE DEBEN TOMAR EN CUENTA PARA EVITAR UNA DESCARGA ELÉCTRICA.

- Concentrarse en el trabajo que se va a realizar.
- Analice las condiciones en que se encuentra la herramienta, el material y el equipo de trabajo.
- No se confíe de los dispositivos de seguridad (fusibles, relevadores e interruptores de cierre).
- Tener orden en la mesa de trabajo.
- No trabajar en pisos mojados.
- No trabaje solo.
- Trabajar con una sola mano para eliminar el paso directo de la corriente por el corazón.
- No distraerse.
- No hacer bromas.

PARA EVITAR QUEMADURAS.

- No tocar las resistencias ya que estas se calientan con el paso de la corriente.
- Tener cuidado con los capacitores ya que pueden almacenar energía.
- Tener cuidado al usar las herramientas eléctricas sobre todo las que producen calor.
- La soldadura caliente puede producir quemaduras en la piel, en la ropa o en los equipos de trabajo.

PARA EVITAR LESIONES POR CAUSAS MECÁNICAS.

- Uso correcto de las herramientas.
- Eliminar bordes filosos del material.
- Uso del equipo de protección.
- Usar equipo adecuado para cuando se trabaje con sustancias peligrosas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 1

EL TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

PRÁCTICA No. 1

El transformador monofásico.

OBJETIVOS

1.- Analizar la estructura de un transformador monofásico.

2.- Obtener la relación de transformación.

3.- Medición de la resistencia óhmica.

4.- Determinar la polaridad del transformador.

INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

TEMAS SUGERIDOS

El Transformador ideal, el transformador real, relación de transformación, polaridad del transformador.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Módulo de transformador.
- Módulo de fuente de alimentación.
- Módulos de medición de C.A. (Voltaje y Corriente).
- Cables de conexión.
- Óhmetro.

DESARROLLO

1. Examine la estructura del módulo de transformador:

    a) Observe que el núcleo del transformador está hecho de laminaciones en acero. Identifíquelo.

    b) Observe que los devanados del transformador están conectados a las terminales en la carátula del módulo.

2. Identifique los devanados del transformador, anote los valores nominales de acuerdo a la tabla l.

3. Haga la conexión del siguiente circuito. (Figura 1)

    a) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 120 V c.a., realizando las mediciones de los devanados indicados en la tabla l.

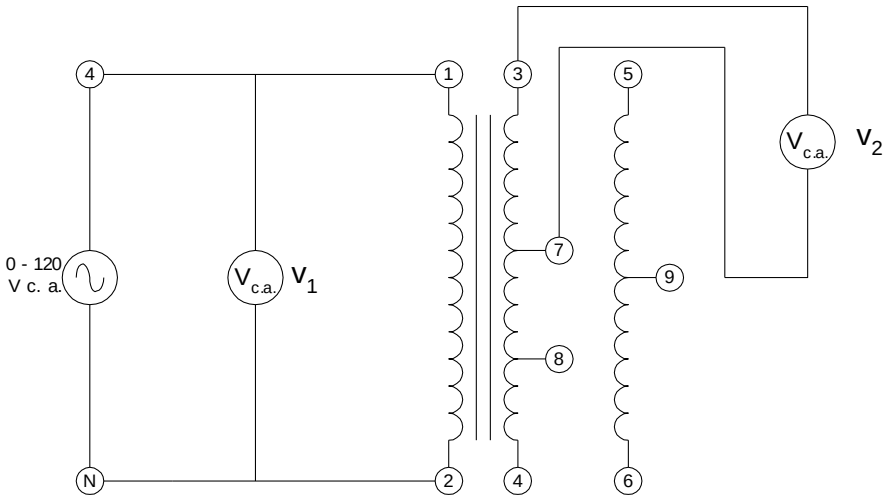


Figura 1

TERMINALES	VALORES NOMINALES (VOLTS)	VALORES MEDIDOS (VOLTS)
1 – 2		
3 – 7		
7 – 8		
8 – 4		
5 – 9		
9 – 6		

Tabla 1

4. ¿Concuerdan los valores medidos con los valores nominales? _____

5. Calcule la relación de transformación de acuerdo a los valores medidos en la Tabla 1.

	$\alpha = V_1 / V_2$
V_{1-2} / V_{3-7}	
V_{1-2} / V_{7-8}	
V_{1-2} / V_{8-4}	
V_{1-2} / V_{5-9}	
V_{1-2} / V_{9-6}	

Tabla 2

6. Conecte el circuito que aparece en la figura 2. Observe que el medidor de corriente I_2 pone en corto circuito el devanado 5-6.

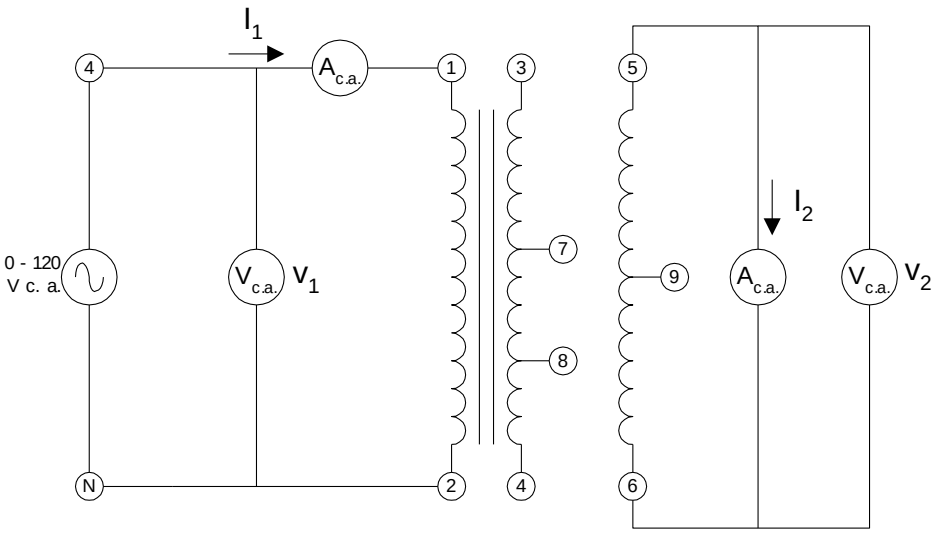


Figura 2.

a) Conecte la fuente de alimentación y aumente gradualmente el voltaje hasta que la corriente de corto circuito I_2 sea de 0.4 amperes de c. a.

b) Mida y anote:

$I_{1=}$_____ $V_{1=}$_____

$I_{2=}$_____ $V_{2=}$_____

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

d) Calcule la relación de corriente $\alpha =$_____

7. Conecte el circuito que aparece en la figura 3. Observe que el medidor de corriente I_2 pone en corto circuito el devanado 3-4

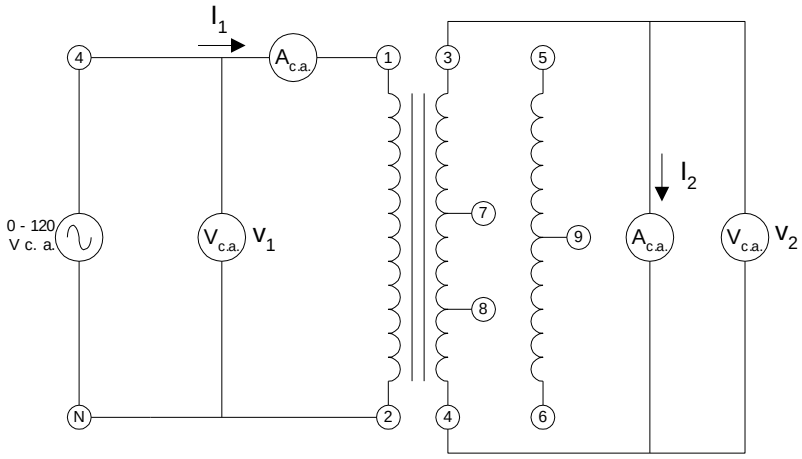


Figura 3

a) Conectar la fuente de alimentación y aumente gradualmente el voltaje hasta que la corriente I_1 sea de 0.4 amperes de c. a.

b) Mida y anote:

$I_{1=}$_____ $V_{1=}$_____

$I_{2=}$_____ $V_{2=}$_____

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

d) Calcule la relación de corriente $\alpha =$_____

8. Conecte el óhmetro como se muestra en la figura 4 y mida la resistencia de los devanados que se indican en la tabla 3.

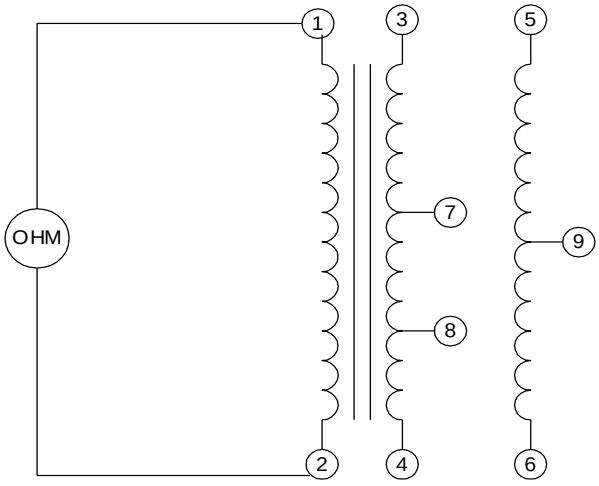


Figura 4.

TERMINALES	RESISTENCIA (Ω)
1 – 2	
3 – 7	
7 – 8	
8 – 4	
5 – 9	
9 – 6	

Tabla 3.

En función del valor de la resistencia del devanado diga quien tiene mayor número de vueltas y por que _____

_____

En función del valor de la resistencia del devanado diga por cual devanado (s) circula mayor amperaje _____

_____

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

Prueba de polaridad

9. Arme el circuito que se muestra en la figura 5. Use un multímetro analógico en la función de voltímetro y seleccione con la perilla ***0-20 V CD***, conecte la terminal positiva a la terminal 1 y la negativa a la terminal 2 del transformador.

a) Encienda la fuente de alimentación, mueva la perilla de voltaje muy lentamente y ajuste la corriente aproximadamente a 0.2 Amperes.

b) Sin tocar la perilla de control de voltaje, pase la terminal positiva y negativa del voltímetro, a la terminal 3 y 4 del transformador.

c) Observe la deflexión de la aguja del voltímetro de CD, en el momento que apague la fuente de alimentación. Si la aguja del voltímetro se desvía momentáneamente a la izquierda, las terminales 1 y 3 tienen la misma marca de polaridad (Polaridad sustractiva). Si la aguja del voltímetro se mueve a la derecha tiene polaridad aditiva.

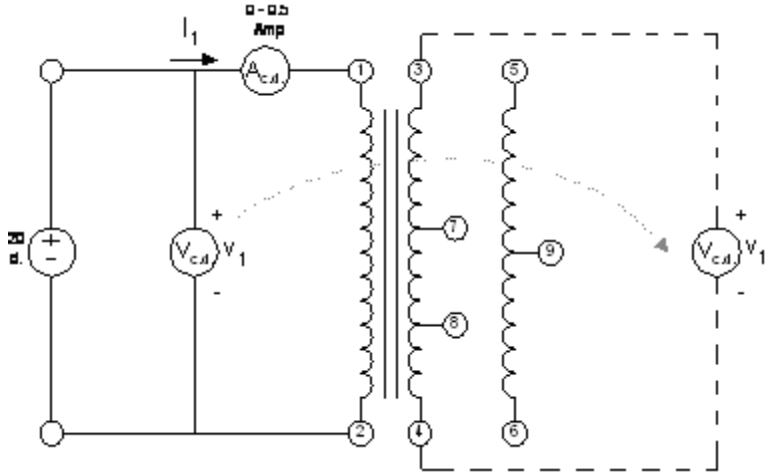


Figura 5.

¿Qué polaridad se tiene en los devanados 1 a 2 y 3 a 4?_____

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

El reporte de la práctica debe de incluir procedimiento teórico y operaciones donde se requiera.

1. Si la corriente de corto circuito que pasa por el devanado del secundario 9-6 fuera de 1 ampere de c.a., ¿cuál sería la corriente que pasaría por el devanado primario 1-2?

2. Si se pone en corto circuito el devanado secundario 7 - 8 Y el devanado primario 5-6 toma una corriente de 0.5 amperes, determinar la corriente de corto circuito que pasará por el devanado 7-8

3. ¿Por qué las pruebas de corto circuito deben realizarse con la mayor rapidez posible?

4. Si se aplica un voltaje de 120 Volts de ca al devanado **1-2** con el devanado 5-6 en corto circuito, ¿cuál será la corriente de cada devanado, cuántas veces es mayor esta corriente que su valor nominal y cuántas veces es mayor el calor generado en los devanados en estas condiciones.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

Debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 2

TRANSFORMADORES EN SERIE Y PARALELO

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

PRÁCTICA No. 2.

Transformadores en serie y paralelo

OBJETIVOS

1. Obtención de la curva de saturación

2.- Aprender cómo se conectan los transformadores en serie.

3.- Aprender cómo se conectan los transformadores en paralelo.

4.- Determinar la eficiencia de los transformadores conectados en paralelo.

INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

TEMAS SUGERIDOS

-Ventajas de la conexión serie

-Ventajas de la conexión en paralelo

-Reglas para conectar los transformadores en paralelo

-Eficiencia de un transformador

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Módulo de fuente de alimentación.
- Módulo de transformadores.
- Módulo de Wattmetro monofásico.
- Módulo de resistencias.
- Módulo de medición de Voltaje y de Corriente de c.a.
- Cables de conexión.

DESARROLLO:

1. Determinación del efecto de saturación del núcleo del transformador.

a) Conectar el circuito que se ilustra en la figura 1 observando que las termínales 4 y 5 de la fuente de alimentación se van a utilizar para proporcionar un voltaje variable de 0 a 220 volts de c.a.

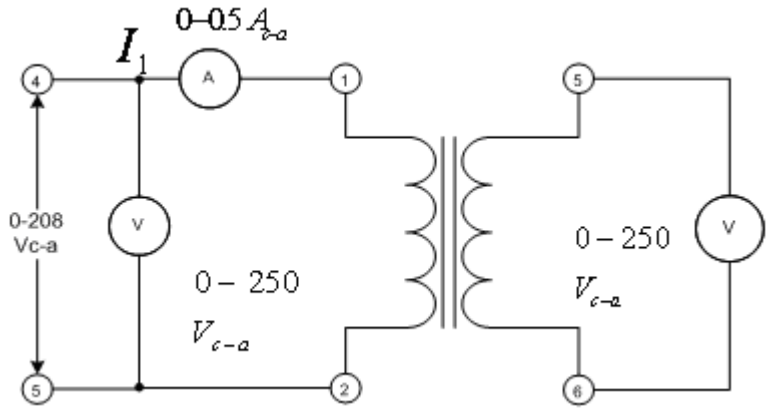


Figura 1

b) Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 25 volts de c. a.

c) Mida y anote la corriente de excitación I_1, y el voltaje de salida V_2 de acuerdo a la tabla 1:

V_1 (V c. a.)	I_1 (mA c. a.)	V_2 (V c. a.)
25		
50		
75		
100		
125		
150		
175		
200		

Tabla 1

2. En este procedimiento se conectarán en serie dos devanados de un transformador; observar los efectos que esto produce, se apreciará la importancia de la polaridad.

a) Conecte el circuito de la figura 2, observe que la terminal 1 se conecta con la 5.

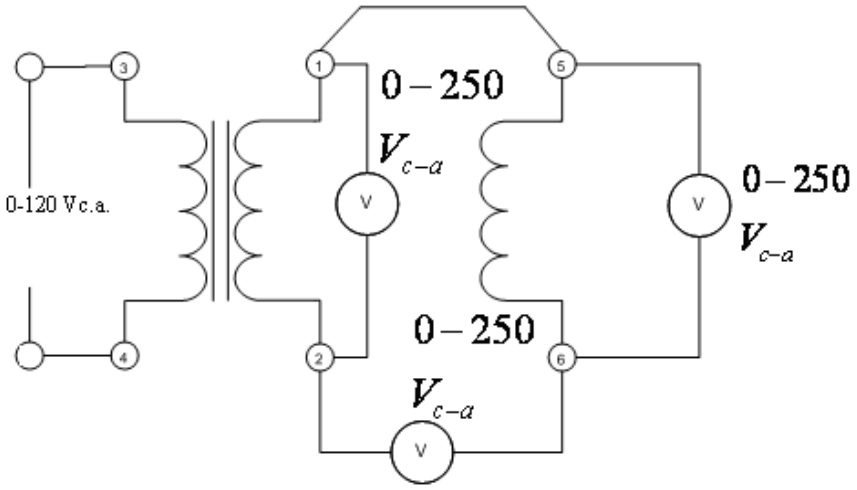


Figura 2

b) Conecte la fuente de alimentación y ajústela exactamente a 104 V c. a. (la mitad del voltaje nominal del devanado 3 a 4).

c) Mida y anote los voltajes en las terminales siguientes:

$V_{1\,a\,2}$ = _____ V c. a.

$V_{5\,a\,6}$ = _____ V c. a.

$V_{2\,a\,6}$ = _____ V c. a.

d) Apague la fuente de alimentación

e) Quite la conexión entre las terminales 1 y 5, Y luego conecte las terminales 1 y 6, como se ilustra en la figura 3.

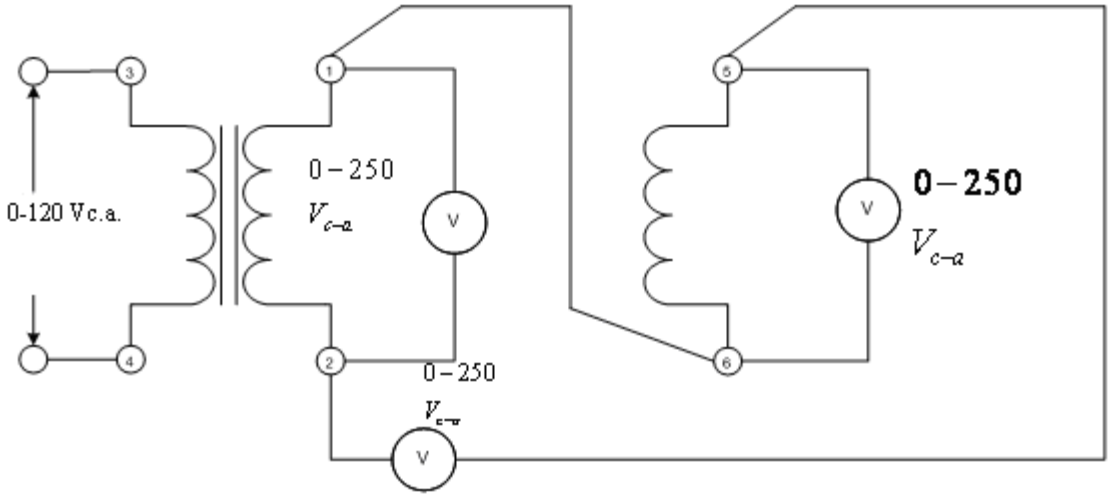


Figura 3

f) Conecte la fuente de alimentación y ajústela exactamente a 104 V c. a.

g) Mida y anote los voltajes en las siguientes terminales:

V_{1a2} = _____ V c. a.

V_{5a6} = _____ V c. a.

V_{2a5} = _____ V c. a.

Explique por qué el voltaje con dos devanados en serie es aproximadamente cero en un caso, y casi 120 V c. a. en el otro. _____

_____

_____

3. Conecte el circuito que aparece en la figura 3, observe que los dos transformadores están conectados en paralelo. Los devanados primario (1 a 2) se conectan a la fuente de alimentación de 120 V c. a, el Wattmetro indicará la potencia de entrada. Cada devanado secundario (3 a 4) se conecta en paralelo con la carga R_L. Los amperímetros se conectan para medir la corriente de carga I_L y las corrientes de los secundarios de los transformadores I_1 e I_2

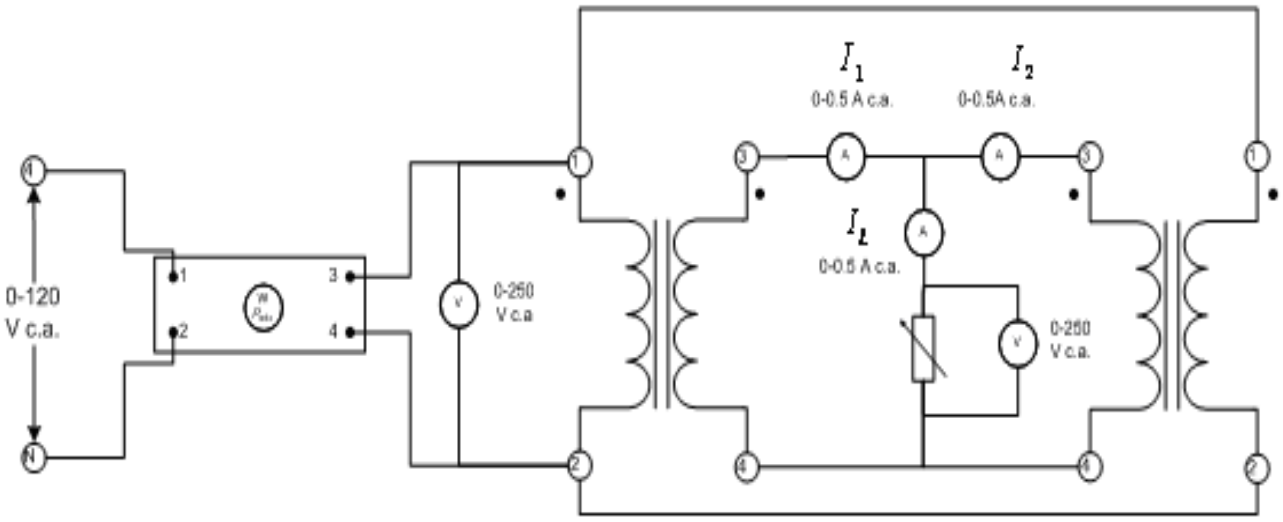


Figura 4

5. Abra todos los interruptores de resistencia para tener una corriente de carga igual a cero Amperes. Observe que los devanados se conectan para funcionar como transformador elevador (120 volts del primario a 208 volts del secundario).

6. Conecte la fuente de alimentación y haga girar lentamente la perilla de control del voltaje de salida, mientras que observa los medidores de corriente de los secundarios de los transformadores 1_1 e 1_2, así como el medidor de la corriente de carga I_L. Si los devanados están debidamente faseados, no habrá ninguna corriente de carga, ni corrientes en los secundarios.

a) Ajuste el voltaje de la fuente de alimentación a 120 V c. a. según lo indica el voltímetro.

b) Conectar una carga de 400Ω

c) Mida y anote:

I_1=_____

I_2=_____

I_L=_____

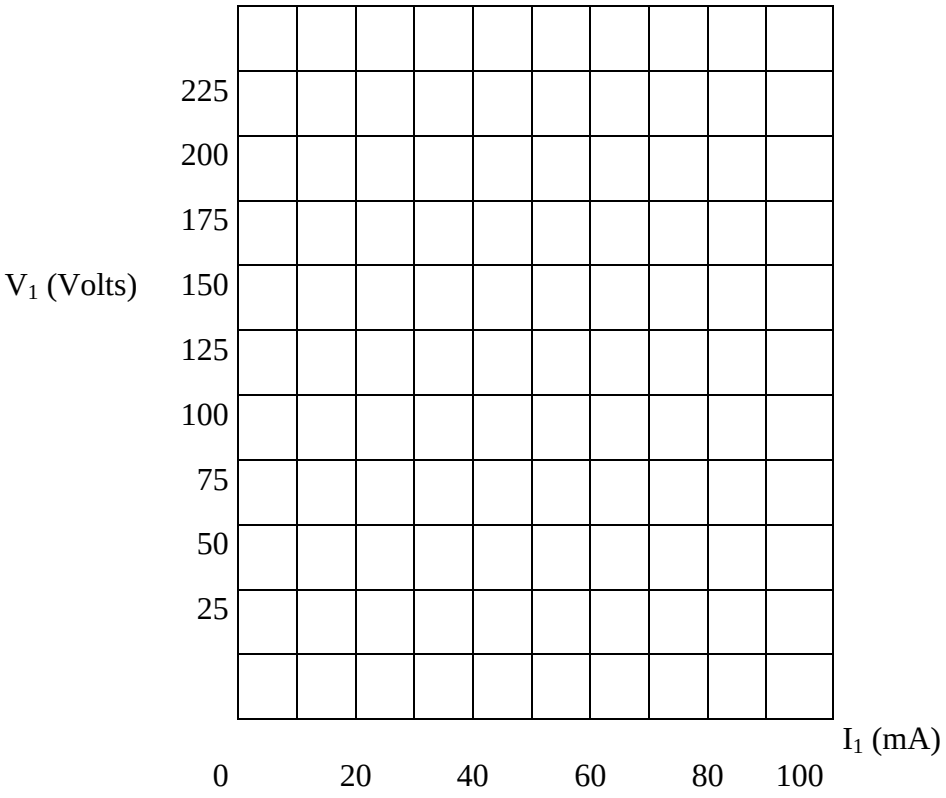
V_L=_____

NOTA: Anote los valores nominales que se tienen en la carátula del transformador.

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

El reporte de la práctica debe de incluir procedimiento teórico y operaciones donde se requiera.

1. Graficar la curva de saturación de transformador de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 4. Observando el comportamiento de la corriente de magnetización que aumenta rápidamente después de alcanzar cierto voltaje de entrada.



2. Suponga que tiene una fuente de alimentación de 120 V c. a. y que todos los devanados del módulo de transformador desarrollan su voltaje nominal; indique cómo conectaría los devanados para obtener los siguientes voltajes:

a) 240 volts

b) 88 volts

c) 180 volt

d) 92 volt

3. Con los valores medidos del punto 5 inciso c, calcule;

(a) la potencia en la carga:

V_L_____ X I_L_____ = _____W

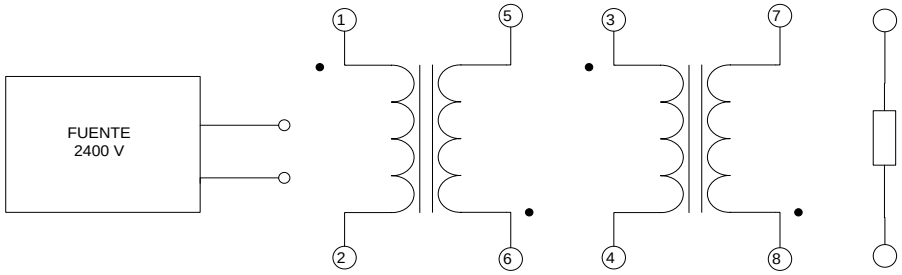
(b) el % de eficiencia del circuito:

$\eta = Pot_{sal} / Pot_{ent}$

(c) las pérdidas del transformador:

Potencia de entrada – Potencia de salida => _____ - _____=_____W

4. Indique como conectaría en paralelo los transformadores a la fuente y a la carga, en la figura 2. Los devanados 1 a 2 y 3 a 4, tienen un valor nominal de 2.4 KV c. a. y los devanados 5 a 6 y 7 a 8, tienen un valor nominal de 400 V c. a.



5. La eficiencia de un transformador que proporciona una carga capacitiva pura, es cero. Explique esto
_____
_____

6. Enumere las causas que hacen que un transformador se caliente:

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

Debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 3

EL MOTOR POLIFÁSICO JAULA DE ARDILLA

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

UNAM
CUAUTITLÁN

PRACTICA No. 3

El Motor Polifásico de Inducción Jaula de Ardilla

OBJETIVOS

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

INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

TEMAS SUGERIDOS

-Partes de un motor jaula de ardilla

-Funcionamiento

-Ventajas de un motor jaula de ardilla

-Factor de potencia del motor jaula de ardilla

-Par de arranque del motor jaula de ardilla

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Módulo de motor de inducción trifásico jaula de ardilla.
- Módulo de electrodinamómetro.
- Módulo de wattmetro trifásico.
- Módulo de fuente de alimentación trifásica.
- Módulo de medición de voltaje y corriente de c. a.
- Tacómetro de mano.
- Banda.
- Cables de conexión.

DESARROLLO:

1.- Examine la construcción del módulo de motor de inducción jaula de ardilla, fijándose especialmente en el motor, las terminales de conexión y el alambrado.

2.- Identifique los devanados del estator. Observe que se compone de muchas vueltas de alambre de un diámetro pequeño, uniformemente espaciadas alrededor del estator

a) 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?_____
_____

3.- Si observa el módulo desde la cara delantera:

a) Los devanados independientes del estator se conectan a las terminales:

_____y_____, _____ y _____, _____ y _____

b) ¿Cuál es la corriente, el voltaje, la velocidad y la potencia nominal del motor?

I = _____, V = _____, rpm = _____, Hp = _____

4.- Conecte el circuito que se ilustra en la figura 1, usando los módulos de motor de jaula de ardilla, electrodinamómetro, wattmetro trifásico, fuente de alimentación y medición de c. a.

¡NO ACOPLE EL MOTOR AL ELECTRODINAMÓMETRO TODAVÍA!

Observe que los devanados del estator están conectados en estrella a través del wattmetro, a la salida trifásica variable de la fuente de alimentación, terminales 4, 5 Y 6.

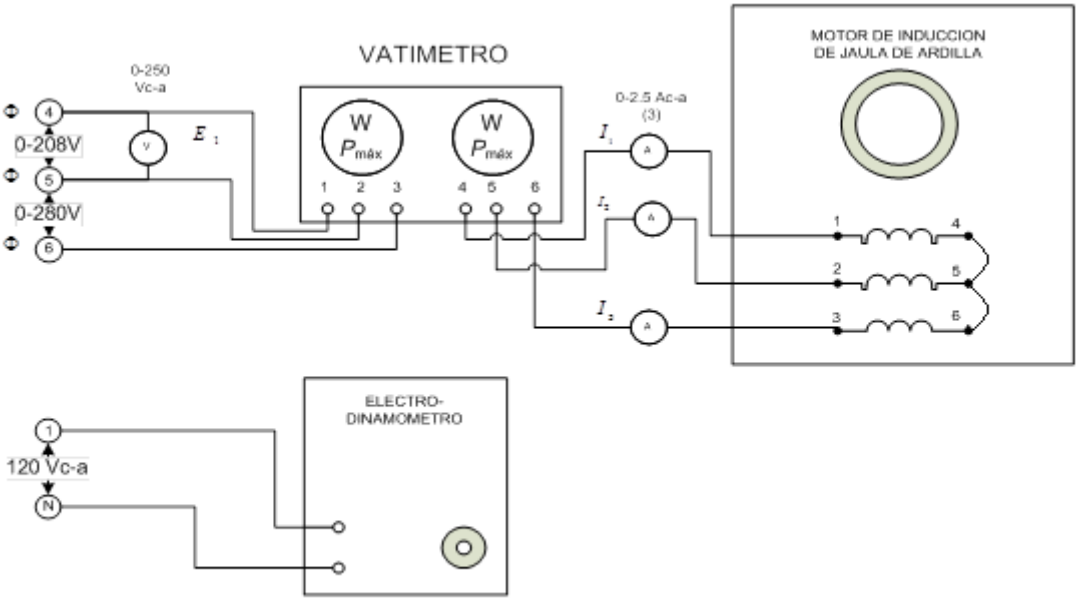


FIGURA 1

5.- Conecte la fuente de alimentación y ajuste V_1 a 208 V ca. El motor debe comenzar a funcionar.

Mida y anote en la tabla 1, las tres corrientes de línea, las lecturas del wattmetro (considerando los signos en cada lectura) y la velocidad del motor. Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

a.- Acople el motor al electrodinamómetro por medio de la banda. Mueva la perilla de control del electrodinamómetro a su posición extrema haciéndola girar en el sentido contrario al de las manecillas del reloj.

b.- Repita el procedimiento 5 para cada uno de los valores de par indicados en la tabla 1, manteniendo el voltaje constante en 208 V c. a. Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

PAR Ibf.plg	***I_1 (Amperes)***	***I_2 (Amperes)***	***I_3 (Amperes)***	***W_1 (watts)***	***W_2 (watts)***	***VELOCIDAD (rev/min)***
0						
3						
6						
9						
12						

TABLA 1

6.- Conecte el circuito que aparece en la figura 2, observe que ahora se utiliza la salida trifásica fija de la fuente de alimentación, terminales 1,2 Y 3.

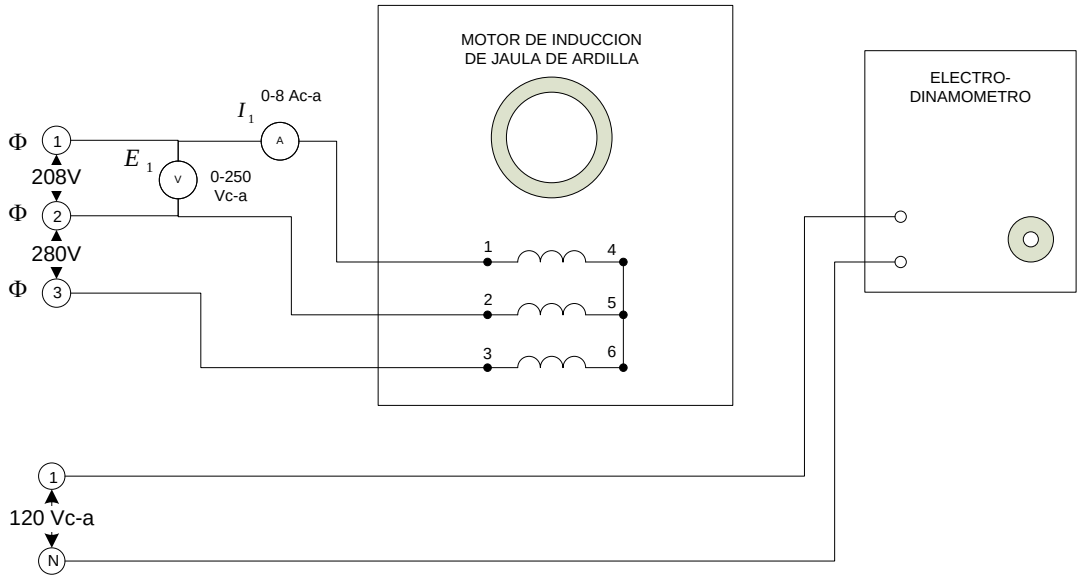


FIGURA 2

a.- 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). Conecte la fuente de alimentación y mida rápidamente V_1, I_1• y el par de arranque desarrollado por el motor.

NOTA: LA PRUEBA NO DEBE DURAR MÁS DE TRES SEGUNDOS

V_1 = ____V, I_1 = _____A, par de arranque = _____Ibf/plg

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

Potencia aparente = _____VA

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

El reporte de la práctica debe de incluir procedimiento teórico y operaciones donde se requiera.

1.- Con los resultados de la tabla 1, calcule las características en vacío del motor de jaula de ardilla:

a) corriente media._____

b) potencia aparente_____

c) potencia real ($\left|\pm W_1 \pm W_2\right|$) _____

e) factor de potencia_____

2.- Con los resultados obtenidos en la tabla 1, calcule las características con el par de 9 lbf/plg del motor:

a) corriente media._____

b) potencia aparente_____

c) potencia real_____

d) potencia reactiva _____

e) factor de potencia_____

f) potencia en HP $P = \frac{TS}{5252.1}$ $[HP]$, T=[lb-ft], S= [rpm]_____

g) eficiencia_____

3.- Use los resultados del procedimiento 6 y la tabla 1, para obtener las siguientes relaciones (utilice los datos del par de 9 lbf-plg. como valores de plena carga.).

a) corriente de arranque a corriente de plena carga:

_____

_____

b) par de arranque a par de plena carga:

_____

_____

e) corriente de plena carga a corriente en vacío:

_____

_____

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

_____

_____

_____

5.- 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?

_____

_____

Conclusiones

Bibliografía

Debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 4

EL MOTOR MONOFÁSICO CONARRANQUE POR CAPACITOR

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

PRÁCTICA No. 4

Motor monofásico con arranque por Capacitor.

OBJETIVO:

- Medir las características de arranque y funcionamiento del motor con arranque por capacitor.

INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

TEMAS SUGERIDOS

- Características de un motor monofásico con arranque por capacitor
- Principio de funcionamiento
- Características de la curva par-velocidad

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Módulo de motor con arranque por capacitor.
- Módulo de fuente de alimentación.
- Módulo de electrodinamómetro.
- Módulo de wattmetro monofásico (750 W).
- Módulo de medición de voltaje y corriente de ca.
- Tacómetro de mano.
- Cables de conexión.
- Banda.

DESARROLLO:

1.- Conecte el circuito ilustrado en la figura 1, utilizando el módulo de motor con arranque por capacitor, fuente de alimentación y medición de ca. Observe que se usa la salida fija de 120 V c.a. de la fuente de alimentación, terminales 1 y N.

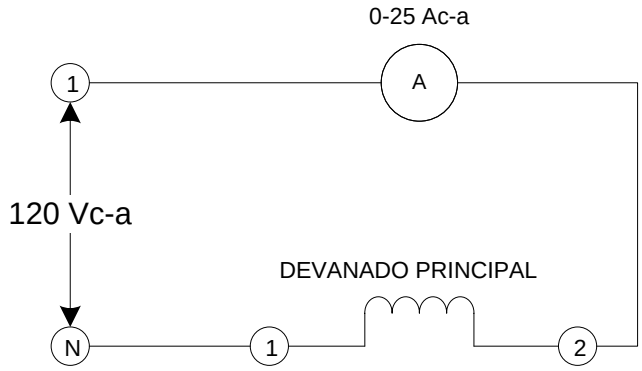


FIGURA 1

2.- Cierre el interruptor de la fuente de alimentación y mida tan rápidamente como sea posible **(en menos de 3 segundos),** la corriente que pasa por el devanado principal

$I_{\text{devanado principal}} =$_____Aca

3.- Desconecte los cables del devanado principal y conéctelos al devanado auxiliar y al capacitor, como se indica en la figura 2.

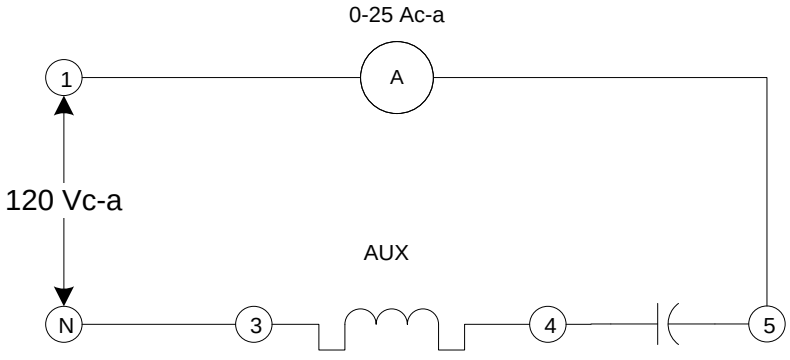


FIGURA 2

a.- Repita el procedimiento 2. **Recuerde que debe hacer la medición tan rápidamente como sea posible.**

$I_{devanado\ auxiliar}$ = _____Aca

4.- Conecte los devanados en paralelo, terminales 1 a 3 y 2 a 5, como se muestra en la figura 3.

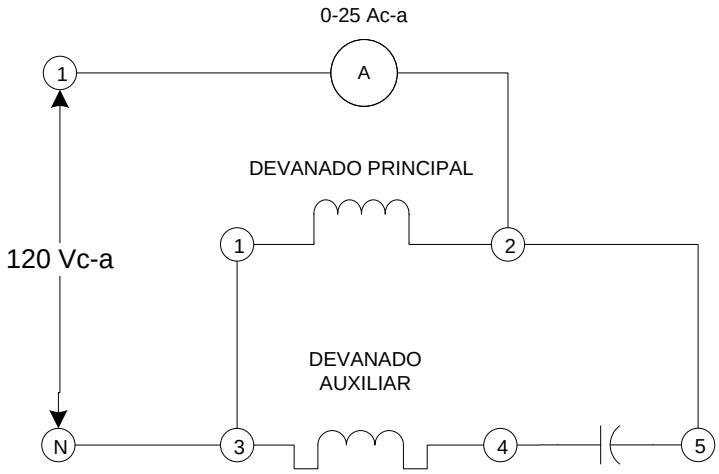


FIGURA 3

a.- Acople el electrodinamómetro al motor con arranque por capacitor, utilizando la banda. Conecte las terminales de entrada del electrodinamómetro a la salida fija de 120 V ca de la fuente de alimentación, terminales 1 y N.

b.- Dele toda la vuelta a la perilla de control del electrodinamómetro haciéndola girar en el sentido de las manecillas del reloj a fin de obtener una carga máxima de arranque para el motor con arranque por capacitor.

c.- Cierre el interruptor de la fuente de alimentación y mida la corriente de arranque tan rápidamente como sea posible **(en menos de 3 segundos).**

$I_{arranque}$ =_____A c. a.

5.- ¿A qué conclusiones se puede llegar respecto de las corrientes del devanado principal?

_____

_____

a.- ¿Qué conclusiones puede formular respecto a las corrientes del devanado auxiliar?

_____

_____

b.- ¿A qué conclusiones llega sobre la corriente de arranque para el motor monofásico de arranque por capacitor?

_____

_____

6.- Conecte el circuito de la figura 4 utilizando los módulos de wattmetro, electrodinamómetro y medición de c. a. Observe que el módulo está conectado con un motor normal con arranque por capacitor.

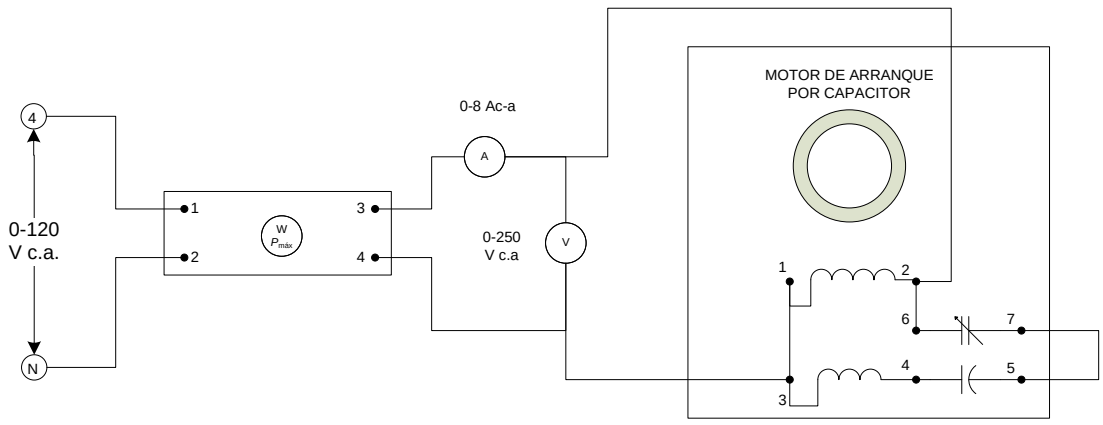


FIGURA 4

7.- Dé toda la vuelta a la perilla de control del electrodinamómetro, haciéndola girar en sentido contrario al de las manecillas del reloj, para ofrecerle el mínimo par resistente al arranque del motor de arranque por capacitor.

8.- Conecte la fuente de alimentación y ajústela a 120 V c. a. Mida y anote en la tabla 1 la corriente de línea, la potencia y la velocidad del motor.

a.- Repita el procedimiento para cada par indicado en la tabla. Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

9.- Calcule y anote en la tabla la potencia aparente suministrada al motor para cada uno de los pares indicados.

a.- Calcule y anote en la tabla la potencia desarrollada en HP para cada par anotado.

PAR Ibf.plg	I (Amperes)	VA	P watts	VELOCIDAD (r/min)	HP
0					
3					
6					
9					
12					

Tabla 1

10.- A continuación determinará el máximo par de arranque desarrollado por el motor de arranque por capacitor.

a.- Desconecte los módulos de wattmetro y medición del circuito.

b.- Conecte la entrada del motor con arranque por capacitor a las terminales 2 y N de la fuente de alimentación (120 V c. a. fijos). Dele toda la vuelta a la perilla de control del electrodinamómetro haciéndola girar en el sentido de las manecillas del reloj (para una carga máxima). Cierre el interruptor de la fuente de alimentación y lea rápidamente el valor del par, según lo indique la escala del electrodinamómetro. Abra el interruptor de la fuente de alimentación.

Par de Arranque = _____lbf plg.

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

El reporte de la práctica debe de incluir procedimiento teórico y operaciones donde se requiera.

1.- De acuerdo con la tabla 1, indique los siguientes datos para operación en vacío. (Par = 0 lbf plg)

a) Potencia aparente = _____VA

b) Potencia real = _____W

c) Potencia reactiva = _____VARS

d) Factor de Potencia =_____

2.- De acuerdo con la tabla 1, indique los siguientes datos para condiciones de plena carga, (par = 9 Ibfpig.):

a) Potencia aparente = _____VA

b) Potencia real = _____W

c) Potencia reactiva =_____VARS

d) Factor de Potencia = _____

e) Potencia entregada = _____Hp

f) Equivalente eléctrico de inciso e) = _____W

g) Eficiencia del motor = _____%

h) Pérdidas del motor = _____W

3.- ¿Cuál es la corriente aproximada a plena carga del motor de arranque por capacitor?

$I_{plena\ carga}$ = _____Aca

4.- ¿Cuántas veces es mayor la corriente de arranque que la corriente de operación a plena carga?

_____

Conclusiones

Bibliografía (debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 5

EL MOTOR DE C.D

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

UNAM
CUAUTITLÁN

PRÁCTICA No. 5

El Motor de CD.

OBJETIVOS:

1- Estudiar las características del par en función de la velocidad de un motor de CD con devanado en derivación.

2- Calcular la eficiencia de un motor de CD con devanado en derivación.

INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

TEMAS SUGERIDOS

-Principio de funcionamiento de los motores de C. D.

-Partes que componen un motor de C. D.

-Tipos de conexiones

-Características de la conexión derivación, serie y compuesto

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Módulo de fuente de energía.
- Módulo de medición de corriente y voltaje de CD.
- Módulo de motor/generador de CD.
- Módulo de electrodinamómetro.
- Tacómetro de mano.
- Cables de conexión.
- Banda.

DESARROLLO:

1. Construya el circuito ilustrado en la figura 1, utilizando los módulos de fuente de energía. Motor/generador de CD, medición de c.d. y electrodinamómetro.

¡No aplique potencia por ahora!

a.- Observe que el motor está conectado para funcionar con su campo en paralelo y se conecta a la salida de c.d. variable de la fuente de alimentación (terminales 7 y N). El electrodinamómetro se conecta a la salida de 120 V ca de la fuente de alimentación

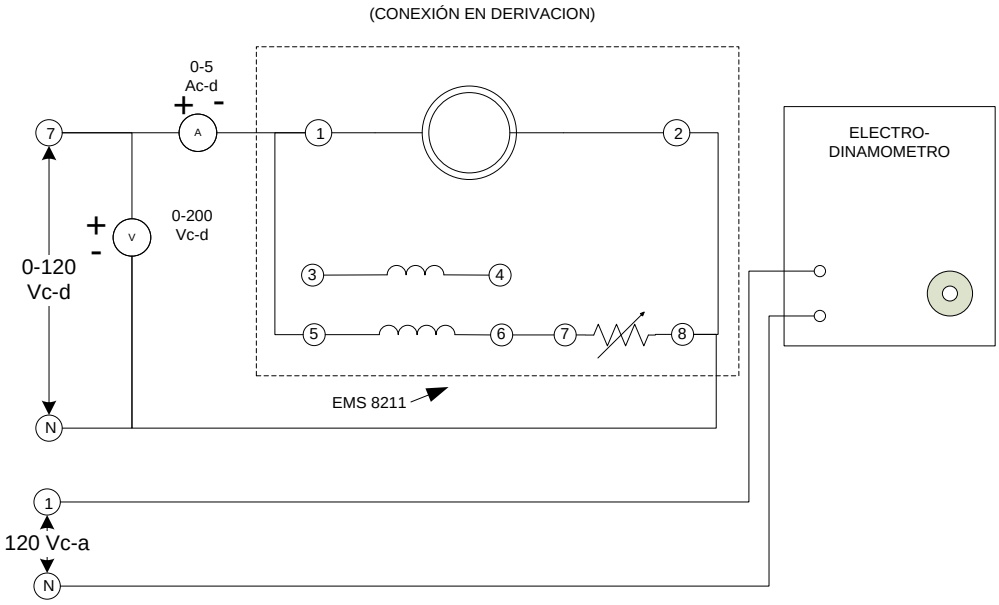


FIGURA 1

2.- Ajuste la perilla de control del reóstato de campo en derivación en su posición extrema haciéndolo girar en el sentido de las manecillas del reloj (para obtener una máxima excitación del campo en derivación). Verifique que las escobillas estén en la posición neutra.

3.- Ajuste la perilla de control del electrodinamómetro en su posición extrema haciéndola girar en el sentido contrario al de las manecillas del reloj (para proporcionar una carga mínima en el arranque del motor de CD).

4.- Conecte la fuente de alimentación y ajuste el voltaje variable de salida a 120 V CD, guiándose por las lecturas tomadas en el medidor. Observe la dirección de la rotación, si es en sentido contrario al de las manecillas del reloj, desconecte la fuente de alimentación, e intercambie las terminales de derivación.

5.- Ajuste el reóstato de campo en derivación a una velocidad en vacío de 1800 r.p.m., según lo indique el tacómetro de mano. (Cerciórese de que el voltímetro, conectado a la entrada del circuito, indique exactamente 120 V CD).

a.- Mida la corriente de la línea tomando esta lectura en el amperímetro cuando la velocidad del motor sea 1800 r.p.m. Anote este valor en la tabla 1.

NOTA: Para un par exacto de O lbf plg desacople el motor del electrodinamómetro.

6.- Aplique carga al motor. Haciendo variar la perilla de control del electrodinamómetro hasta que la escala marcada en la carcasa del motor indique 3 lbf plg. (Si es necesario, reajuste la fuente de energía para mantener 120 V CD exactamente).

a.- Mida la corriente de línea y la velocidad del motor, anote estos valores en la tabla 1.

7.- Repita esta operación para cada uno de los valores de par indicados en la tabla, en tanto que mantiene una entrada constante de 120 V CD.

8.- Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

V (volts)	I (amperes)	VELOCIDAD rpm	PAR Ibf.plg
120			0
120			3
120			6
120			9
120			12

Tabla 1

9.- Ajuste la perilla de control del electrodinamómetro a su posición extrema haciéndola girar en el sentido de las manecillas del reloj (a fin de proporcionar la máxima carga de arranque al motor con devanado en derivación).

l0.- Conecte la fuente de energía y aumente gradualmente el voltaje en CD hasta que el motor tome 3 Amperes de corriente de línea. El motor debe girar con lentitud o estar parado.

a.- Mida y anote el voltaje en c.d. y el par desarrollado

V= _____V CD PAR = _____ Ibf. Plg.

11.- Conecte el circuito ilustrado en la figura 2 utilizando los módulos de fuente de energía, motor generador de CD, medición de CD ye1ectrodinamómetro.

¡No aplique potencia por ahora!

a.- Conecte el electrodinamómetro al motor/generador de CD por medio de la banda. Observe que el motor está conectado para una operación en serie (el devanado de campo en derivación y el reóstato no se utilizan en este caso) y está conectado a la salida de CD variable de la fuente de alimentación (termína1es 7 y N). El electrodinamómetro se conecta a la salida de 120 V c. a. fijos de la fuente de alimentación (terminales 1 y N).

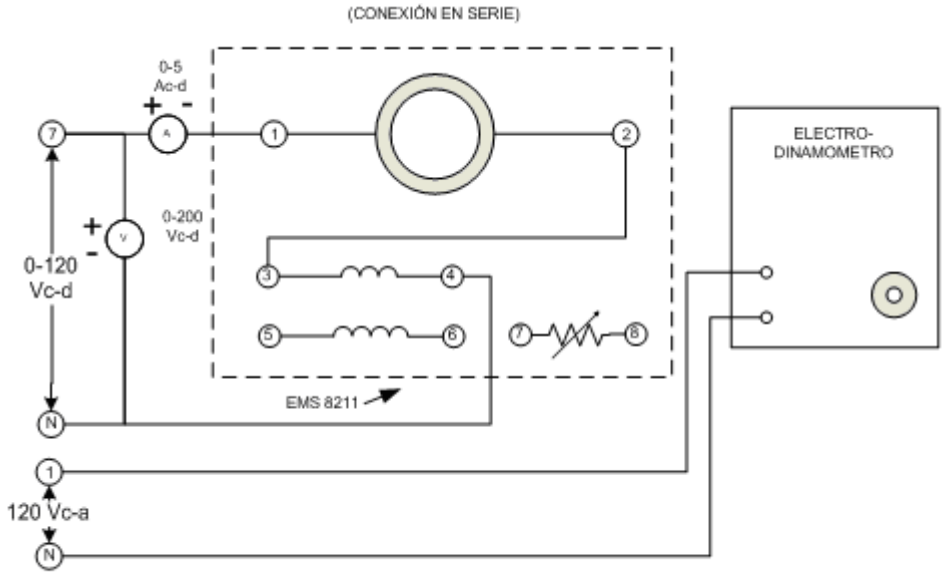


FIGURA 2

12. Ajuste la perilla de control del electrodinamómetro a su posición media (para proporcionar una carga de arranque para el motor de CD).

13. Conecte la fuente de energía y aumente gradualmente el voltaje de c.d. hasta que el motor comience a girar. Observe la dirección de rotación. Si no es en el sentido de las manecillas del reloj, desconecte el motor e intercambie las conexiones del campo serie.

a.- Ajuste el voltaje variable a 120 V CD, exactamente, tomando esta lectura en el medidor.

14. Ajuste la carga del motor serie de CD haciendo girar la perilla del electrodinamómetro hasta que la escala marcada en la carcasa, indique 12 lb. plg. (Si es necesario, ajuste de nuevo la fuente de alimentación para que suministre exactamente 120 V CD). a- Mida la corriente de línea y la velocidad del motor (con el tacómetro de mano). Anote estos valores en la tabla 2.

b.- Repita esta operación para cada valor de par anotado en la tabla manteniendo una: entrada constante de 120 V CD.

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

V (volts)	I (amperes)	VELOCIDAD rpm	PAR Ibf.plg
120			12
120			9
120			6
120			3
120			0

Tabla2

15.- Ajuste la perilla de control del electrodinamómetro a su posición extrema haciéndola girar en el sentido de las manecillas del reloj (a fin de proporcionar la máxima carga de arranque al motor con devanado en serie).

16.- Conecte la fuente de energía y aumente gradualmente el voltaje en CD hasta que el motor tome 3 Amperes de corriente de línea. El motor debe girar con lentitud o estar parado.

a.- Mida y anote el voltaje en c.d. y el par desarrollado

V= _____V CD PAR = _____ Ibf. Plg.

17.- Conecte el circuito que aparece en la figura 3, utilizando los módulos de fuente de alimentación, motor/generador de CD, medición de CD y electrodinamómetro.

¡No aplique potencia por ahora!

a.- Acople el electrodinamómetro al motor *I* generador de CD mediante la banda. Observe que el motor esta conectado para operar en serie (el devanado de campo en derivación y el reóstato todavía no forman parte del circuito), y está conectado a la salida de CD variable de la fuente de alimentación (terminales 7 y N). El electrodinamómetro está conectado a la salida fija de 120 V ca de la fuente de alimentación (terminales 1 y N).

18.- Ajuste la perilla de control del electrodinamómetro a su posición extrema haciéndola girar en sentido contrario al de las manecillas del reloj (a fin de proporcionar una carga mínima de arranque para el motor).

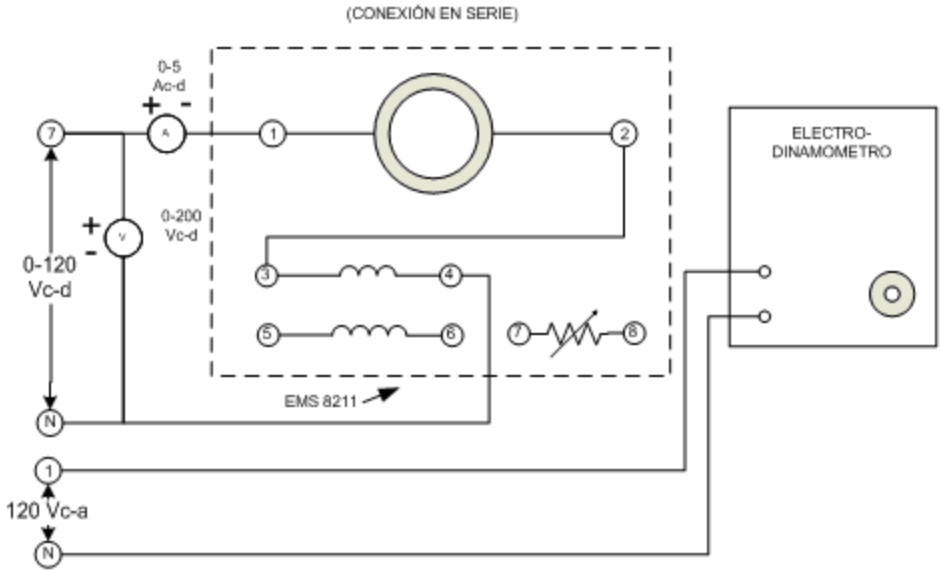


FIGURA 3

19.- Conecte la fuente de alimentación e incremente gradualmente el voltaje de CD hasta que el motor comience a girar. Observe la dirección de rotación. Si no es en el sentido de las manecillas del reloj, desconecte la fuente e intercambie las conexiones del campo serie.

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

20.- El campo en derivación debe conectarse en serie con el reóstato y a las terminales 1 y 4, como se indica en la figura 2.

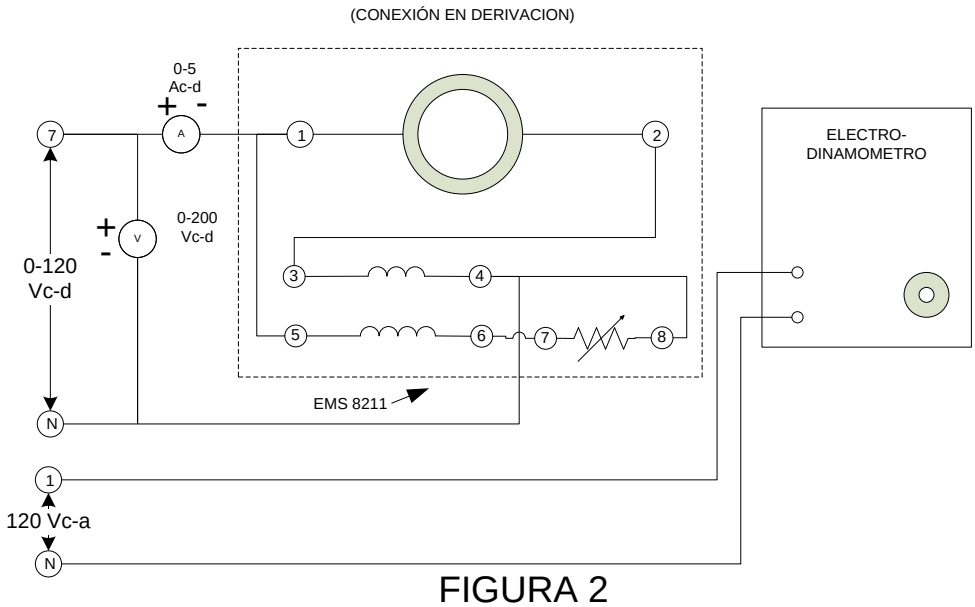


FIGURA 2

21.- Conecte la fuente de alimentación y ajuste el voltaje a 120 V CD, según lo indique el medidor. Si el motor desarrolla una velocidad excesiva, esto significa que funciona en forma diferencial compuesta. Si éste es el caso reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación intercambie las conexiones del campo en derivación a las terminales 1 y 4, para obtener el modo de operación acumulativo compuesto.

22.- Con la entrada a un nivel de 120 V CD exactamente, ajuste el reóstato del campo en derivación para una velocidad del motor en vacío de 1800 r.pm., tomando esta lectura con el tacómetro | la escala marcada en la carcasa del estator indique 3 lbf.plg. (Si es necesario, ajuste de nuevo la fuente de alimentación para tener siempre 120 V CD exactamente)

a.- Mida la corriente de línea y la velocidad del motor, anote estos valores en la tabla 3.

b.- Repita esta operación para cada valor de par que aparece en la tabla, mientras mantiene una entrada constante de 120 V CD.

C.- Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

NOTA: Para obtener exactamente 0 lbf.plg., desconecte el motor del electrodinamómetro.

V (volts)	I (amperes)	VELOCIDAD rpm	PAR Ibf.plg
120			0
120			3
120			6
120			9
120			12

24.- Ajuste la perilla de control del electrodinamómetro a su posición extrema haciéndola girar en el sentido de las manecillas del reloj (para obtener la máxima carga de arranque para el motor compuesto).

25.- Conecte la fuente de energía y aumente gradualmente el voltaje en CD hasta que el motor tome 3 Amperes de corriente de línea. El motor debe girar con lentitud o estar parado

a.- Mida y anote el voltaje en CD y el par desarrollado:

V = _____ V CD PAR = _____Ibf.plg

b.- Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

26.- La corriente de línea en el procedimiento 11 queda limitada sólo por la resistencia a CD equivalente del motor compuesto.

a.- Calcule el valor de la corriente de arranque si se aplica el voltaje pleno de línea (120 V CD) al motor serie:

Corriente de arranque =_____A CD

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS:

1.- Calcule los Hp que desarrolla el motor de CD con devanado en derivación, serie y compuesto cuando el par es 9 lbf p1g. Use la ecuación:

$$Hp = \frac{(r.p.m.)(Ibf.pIg)(1.59)}{100{,}000}$$

Motor de c. d.	Derivado	Serie	Compuesto
Pot. de salida			

2.- Si se sabe que un Hp equivale a 746 Watts, ¿cuál es el valor equivalente de la salida del motor de la pregunta 1?

Motor de c. d.	Derivado	Serie	Compuesto
Pot. de salida			

3.- ¿Cuál es la potencia de entrada (en Watts) del motor de la pregunta 1?

Motor de c. d.	Derivado	Serie	Compuesto
Pot. de entrada			

4.- Si se conoce la potencia de entrada y la de salida en Watts. ¿Cuál es la eficiencia del motor de la pregunta 1?

Motor de c. d.	Derivado	Serie	Compuesto
Eficiencia			

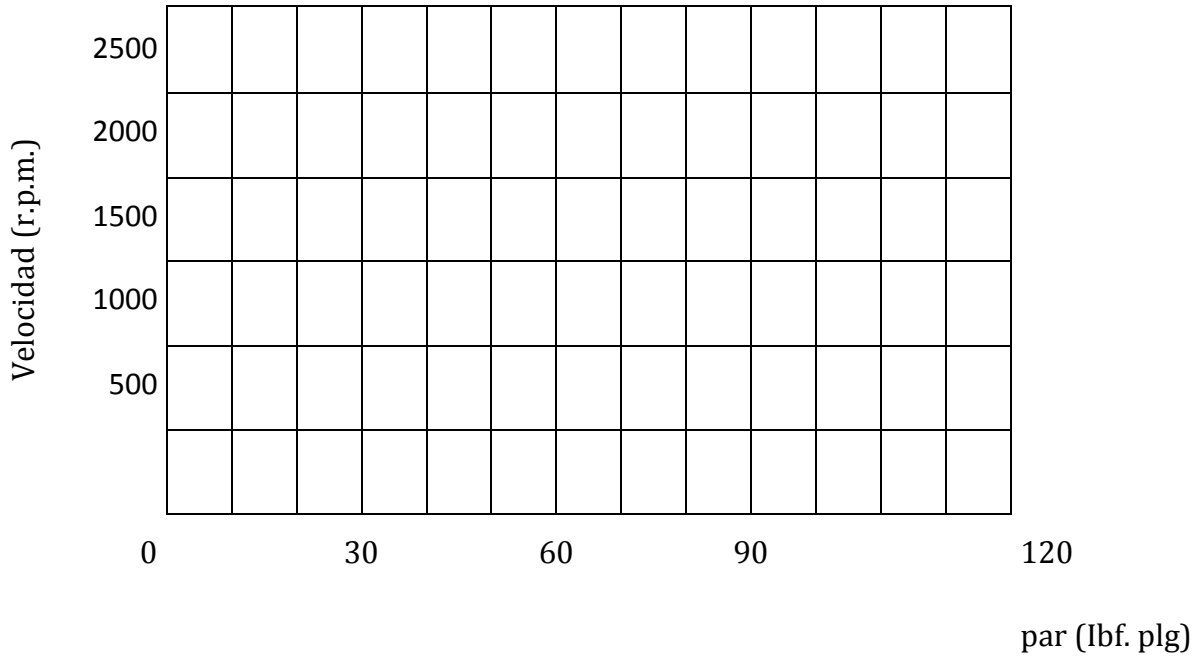
5.- ¿Cuáles son las pérdidas (en Watts) del motor de la misma pregunta?

Motor de c. d.	Derivado	Serie	Compuesto
Pérdidas			

6.- ¿Cuántas veces es mayor la corriente de arranque que la corriente normal a plena carga?

Motor de c. d.	Derivado	Serie	Compuesto
I_a / I_n			

7.- En una gráfica y utilizando los datos de la tabla 1, 2 y 3 correspondientes al motor de c. d. derivado, serie y compuesto, trace la curva par-velocidad



Calcule la regulación de velocidad (a plena carga = 9lbfplg.), para los tres motores

Motor de c. d.	Derivado	Serie	Compuesto
Regulación de velocidad			

7.- Un motor compuesto de CD es más estable que un motor serie de CD, y sus características de arranque son casi tan buenas como las de éste. Explique por qué:

8.- Compare los motores; compuesto, serie y en derivación, de acuerdo con:

a) el par de arranque

b) la corriente de arranque

c) la eficiencia

d) la regulación de velocidad

Conclusiones

Bibliografía (debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 6

EI GENERADOR EN DERIVACIÓN DE CD CON EXCITACIÓN INDEPENDIENTE.

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

PRÁCTICA No. 6

EI Generador en derivación de CD con excitación independiente.

OBJETIVOS:

1.- Estudiar las propiedades del generador de CD en derivaci6n con excitaci6n independiente, en condiciones de vacío y de plena carga

2.- Obtener la curva de saturación del generador

3.- Obtener la curva del voltaje de armadura en función de la corriente de armadura del generador.

INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

TEMAS SUGERIDOS

-Generador en derivación de CD

-Excitación en condiciones de vacío y plena carga

- Funcionamiento

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Modulo de fuente de alimentación.
- Modulo de medición de CD.
- Modulo de medición de ca.
- Modulo dc motor/generador de CD
- Modulo de motor/generador sincrónico.
- Modulo dc resistencia.
- Cables de conexión.
- Banda

DESARROLLO:

CARACTERÍSTICAS EN VACÍO

1.- Puesto que se requiere una velocidad constante de funcionamiento, se usara el motor síncrono para impulsar mecánicamente al generador de CD. Conecte el circuito que se ilustra en la figura I, utilizando los módulos de fuente de alimentación, medición de ca y motor síncrono.

2.- Las terminales 1, 2 Y 3 de la fuente de alimentación proporcionando la potencia trifásica fija a los tres devanados del estator. Las terminales 8 y N de la fuente de alimentación, proporcionen la potencia fija de CD para el devanado del rotor. Ajuste la perilla de control de reóstato a la posición apropiada para una excitación normal.

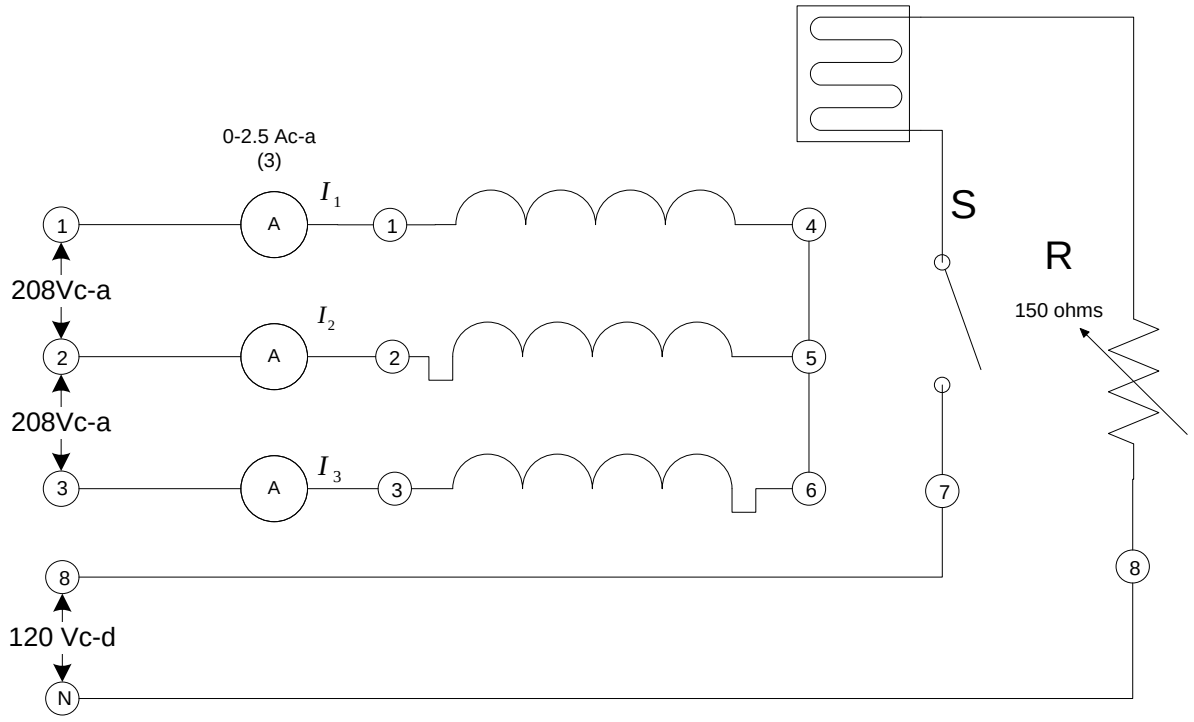


FIGURA 1

3.- Conecte el circuito que aparece en la figura 2 con los módulos del motor/generador y de medición de CD.

a.- Conecte el campo en derivación del generador, terminales 5 y 6 a la salida variable de CD de la fuente de alimentación terminales 7 y N, en tanto que el medidor 500 mA conecta en serie con el cable positivo. Conecte el medidor de 200 V.CD a la salida del generador terminales I y 2 de la armadura. Acople el motor y el generador de CD por medio de la banda. Cerciórese de que las escobillas están en la posición neutra.

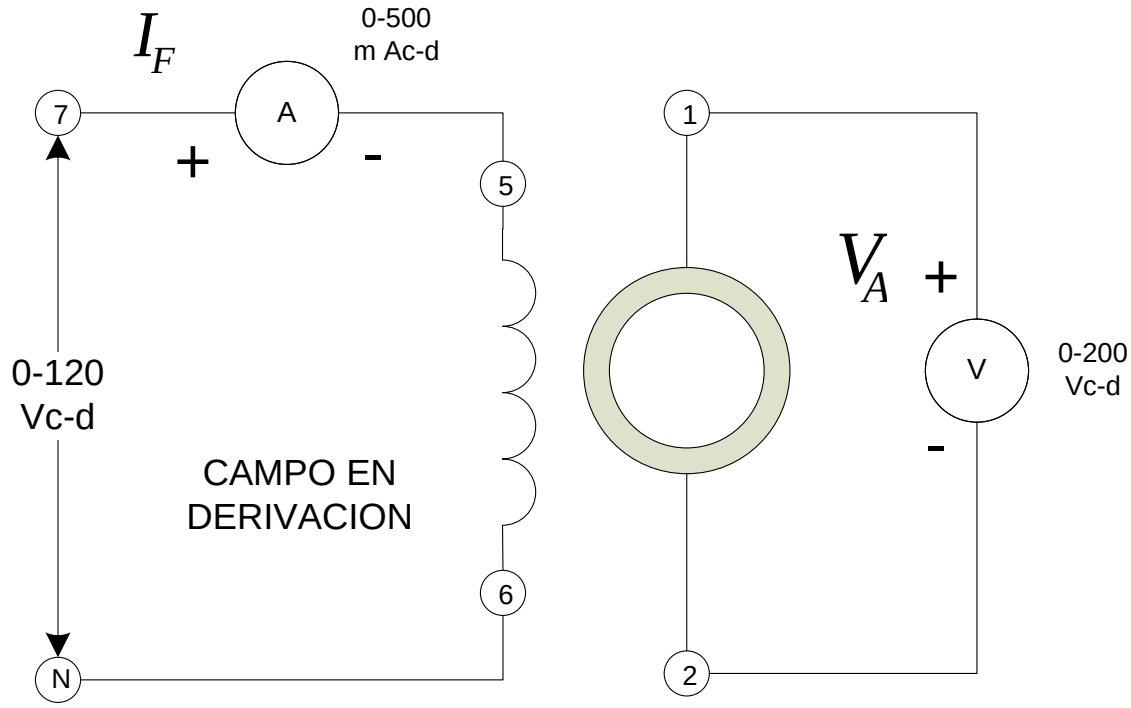


FIGURA 2

4.- Conecte la fuente de alimentación. EI motor síncrono debe comenzar a funcionar, si el motor síncrono tiene el interruptor S, ciérrelo al llegar a este paso.

a.- Haga variar la corriente del campo en derivaci6n If, haciendo girar la perilla de control del voltaje de la fuente de alimentaci6n. Observe el efecto en la salida del generador voltaje de armadura V A según lo indica el medidor de 200 V CD. Mida y anote en la tabla 1. el voltaje de armadura V A para cada una de las corrientes de campo que aparecen en ella.

I_F (mA)	V_A (volts)
0	
50	
100	
150	

200	
250	
300	
350	
400	

Tabla I

b.- Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentaci6n

c.-(,puede explicar por que se tiene un voltaje de armadura a pesar de que la corriente de campo sea cero?_____

_____

_____

5.- Invierta la polaridad del campo en derivaci6n intercambiando los cables alas terminales 5 y 6 del generador de CD. Conecte la fuente de alimentaci6n y ajuste la corriente de campo I_F a 300 mA CD

a.- ¿Se invirti6 el voltaje de armadura?_____

6.- Intercambie los cables del medidor de 200 V CD Conecte la fuente de alimentación y ajuste la corriente de campo a 300 mA CD. Mida y anote el voltaje de armadura

V_A= _____V CD.

a.- ¿Tienen aproximadamente el mismo valor el voltaje de armadura y el que se obtuvo en el procedimiento 4 (a una I_A de 300 mA), excepto que sus polaridades son Inversas?

_____

b.- Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

7.- Invierta la rotación del motor propulsor intercambiando dos de las conexiones del estator (1. 2 **O** 3) que van al motor síncrono. Conecte la [fuente de alimentación y ajuste la corriente de campo a 300 mA CD. Se invirtió la polaridad del voltaje de armadura?

_____

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

8.- intercambie los cables de medidor de 200 V CD. Conecte la fuente de alimentación y ajuste la corriente de campo a 300 mA CD .Mida y anote el voltaje de armadura.

VA= _____V CD.

a.- (Tienen aproximadamente el mismo valor el voltaje de armadura y el que se obtuvo en el procedimiento 4 (a una I_F 300 mA). excepto que sus polaridades son Inversas?

_____

b.- Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de alimentación.

CARACTERISTICAS DE CARGA

9.- Conecte el circuito que se Ilustra en la figura 3. Utilizando el modulo de resistencia. Coloque los interruptores de resistencia de tal modo que la resistencia total de carga sea 120 ohms.

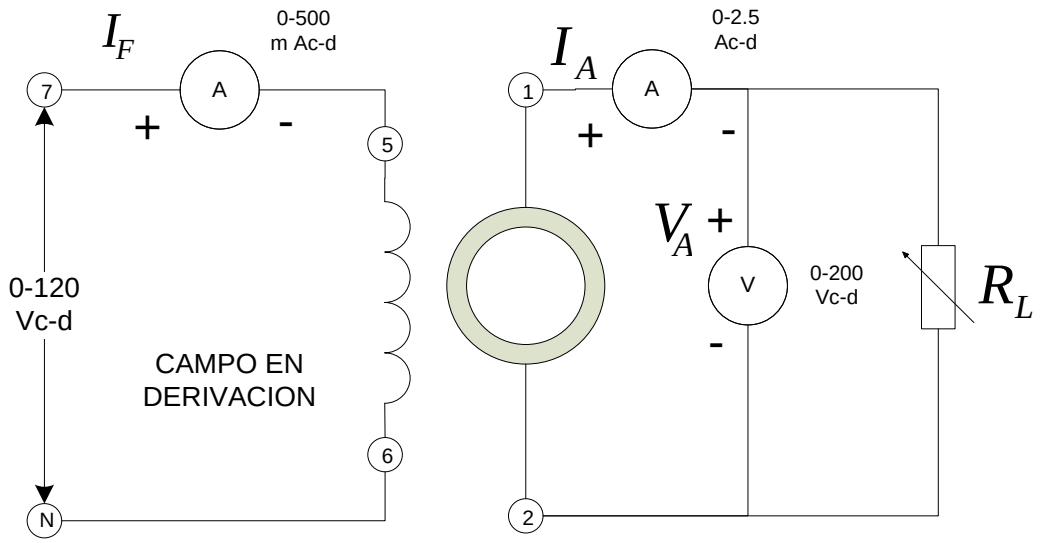


FIGURA 3

10.- Conecte la fuente de alimentaci6n. EI motor síncrono debe comenzar a girar. Ajuste la corriente de campo en derivaci6n IF, hasta que el generador proporcione un voltaje de salida de 120 VCD. EI amperímetro I A debe indicar 1 A c. d .Anote la corriente del campo en derivaci6n IF.

I_F = _____m.A.

Esta es la IF nominal a la potencia nominal de salida (l20V x l A = 120 W) del generador de CD.

RI(ohms)	I_A(Amperes)	V_A(volts)	POTENCIA(watts)
600			
300			
200			
150			
120			
100			

80			
75			

Tabla 2

11.- Ajuste la resistencia de carga tantas veces cuantas se requiera para obtener cada uno de los valores que aparecen en la tabla 2 en tanto que se mantenga el valor nominal IF que se encontró en el procedimiento 10. Mida y anote V A e IA para cada uno de los val ores de resistencias indicados en la tabla 2.

12.- Con la resistencia de carga ajustada a una corriente de salida I_A de 15 A, conecte y desconecte la corriente de campo IF, mediante el cable de conexión de la terminal 6 del generador de CD (,Nota que el motor propulsor funciona con mayor dificultad cuando el generador entrega potencia a la carga?

_____

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

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

14.- Conecte en cortocircuito totalla armadura (terminales 1 y 2) Verifique la posición de la perilla del control de voltaje de la fuente de alimentación, debe ser tal que se obtenga una corriente igual a cero. Conecte la fuente de alimentación. Incremente gradualmente la corriente de campo I_F hasta que el motor se pare. (, Cual es el valor de la corriente de campo en derivación I_F que se requiere para parar el motor? = _____mA

a.- Desconecte la fuente de alimentación

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

El reporte de la práctica debe de incluir procedimiento teórico y operaciones donde se requiera.

1.- Indique dos formas en que se puede cambiar la polaridad de salida de un generador en derivacion:_____

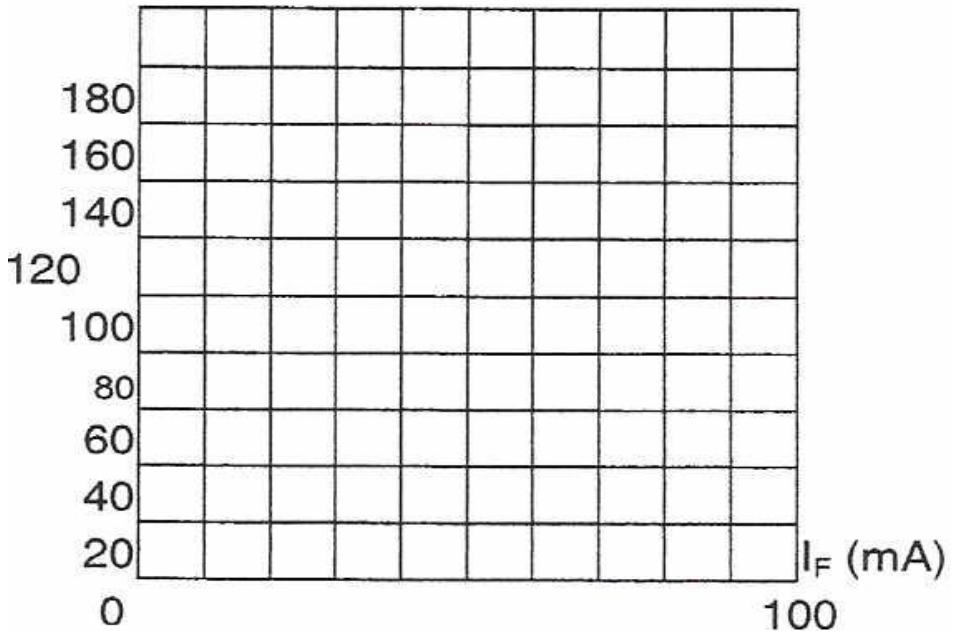
_____

2.- Si un generador de CD suministra 180 W a una carga, (,cual es el valor mínimo de los Hp necesarios para impulsar este generador? (suponiendo una eficiencia del 100%) _____

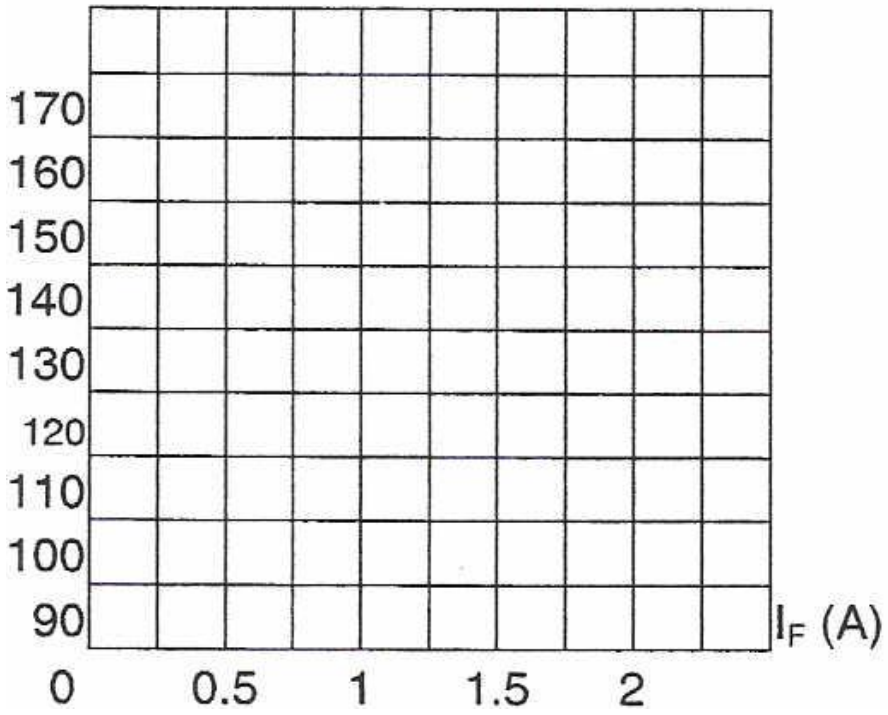
3.- Dibuje la curva característica de V_A en funci6n de I_F del generador de CD en derivaci6n. Utilice los datos de la tabla I. Observe que la curva característica se dobla al aumentar la corriente del campo ¿Puede explicar por qué sucede esto?

_____

_____



4.- Trace la grafica de la curva característica de carga VA en funci6n de I_A. Use los datos obtenidos en la tabla 2.



5.- Calcule la regulación de voltaje de la condición de vacio a la de plena carga (I A CD)

Regulación =_____%

Conclusiones

Bibliografía (debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 7

EL MOTOR SÍNCRONO

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

PRÁCTICA No. 7

El Motor Síncrono

OBJETIVOS:

1.- Analizar la estructura del motor síncrono trifásico.

2.- Calcular las características de arranque del motor síncrono trifásico.

INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

TEMAS SUGERIDOS

-El motor síncrono

-Partes que constituyen a un motor síncrono

-Características de funcionamiento de un motor síncrono

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Módulo de fuente de alimentación de ca y CD.
- Módulo de Motor / Generador Síncrono.
- Módulo de Electrodinamómetro.
- Módulo de interruptor de sincronización.
- Módulo de medición de ca.
- Tacómetro de mano.
- Cables de conexión.
- Banda.

DESARROLLO:

1.- Examine la estructura del módulo de motor/generador síncrono, fijándose especialmente en el motor, los anillos colectores, el reóstato, las terminales de conexiones y el alambrado.

2.- Observe el motor desde la parte posterior del modulo. a.- Identifique los anillos colectores y las escobillas.

b.- ¿Se pueden mover las escobillas? _____

c.- Observe que las terminales de los dos devanados del rotor se llevan hasta los anillos colectores a través de una ranura en el eje del rotor.

d.-Identifique los devanados amortiguadores de CD en el rotor (Aunque solo son dos devanados, están conectados de tal forma que sus fuerzas magnetomotrices actúan en oposición, creando así cuatro polos).

e.- Identifique los cuatro polos salientes inmediatamente debajo de los devanados de amortiguación.

f.- Identifique el devanado del estator y observe que es idéntico al de los motores trifásicos de jaula de ardilla y de rotor devanado.

3.- Observe desde la cara delantera del modulo.

a.- Los tres devanados independientes del estator están conectados a las terminales

_____ 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.- El devanado del rotor se conecta (a través del reóstato de 150 Q) a las terminales.

_____ y _____

e.- ¿Cuál es la corriente nominal del devanado del rotor?_____

f.- ¿Cuál es el voltaje nominal del devanado del rotar?_____

g.- ¿Cuál es la velocidad nominal y la potencia del motor?

r.p.m. = _____

Hp=_____

CARACTERÍSTICAS DE ARRANQUE

4.- Conecte el circuito ilustrado en la figura 1, utilizando los módulos de motor/generador síncrono, fuente de alimentación y medición de ca. Observe que los tres devanados del estator están conectados en estrella a la salida trifásica fija de 208 Vc.a. de la fuente de alimentación, terminales 1, 2 Y 3.

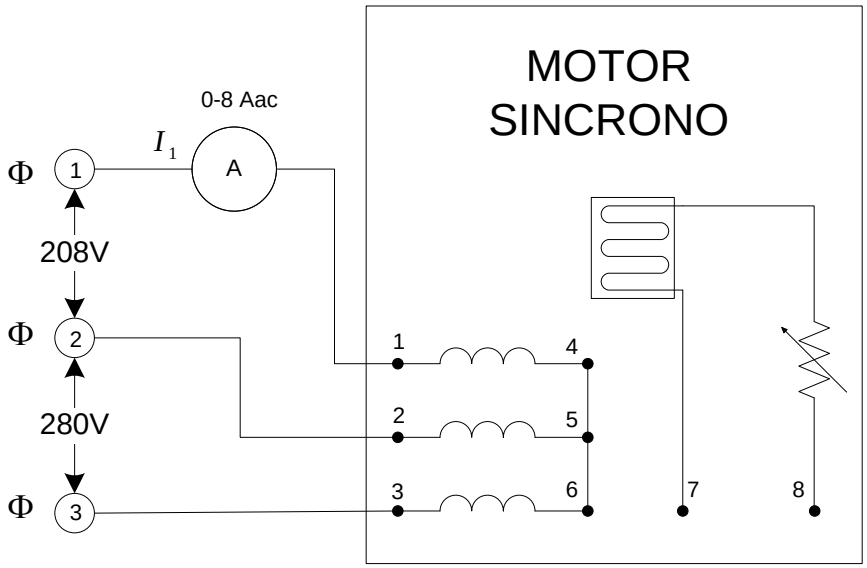


FIGURA 1

5.- Conecte la fuente de alimentación. Observe que el motor comienza suavemente a funcionar y sigue operando como un motor ordinario de inducción.

a -Observe el sentido de rotación.

rotación = _____, I_1= _____A ca

b.- Desconecte la fuente alimentación e intercambie dos de los tres cables que van a la fuente cd alimentación.

c .- Conecte la fuente de alimentación y observe el sentido de rotación.

rotación = _____, I_1= _____A ca

d.- Desconecte la fuente de alimentación.

6.- Conecte el circuito que aparece en la figura 2, con los módulos del electrodinamómetro y el interruptor de sincronización. Acople el motor al electrodinamómetro por medio de la banda.

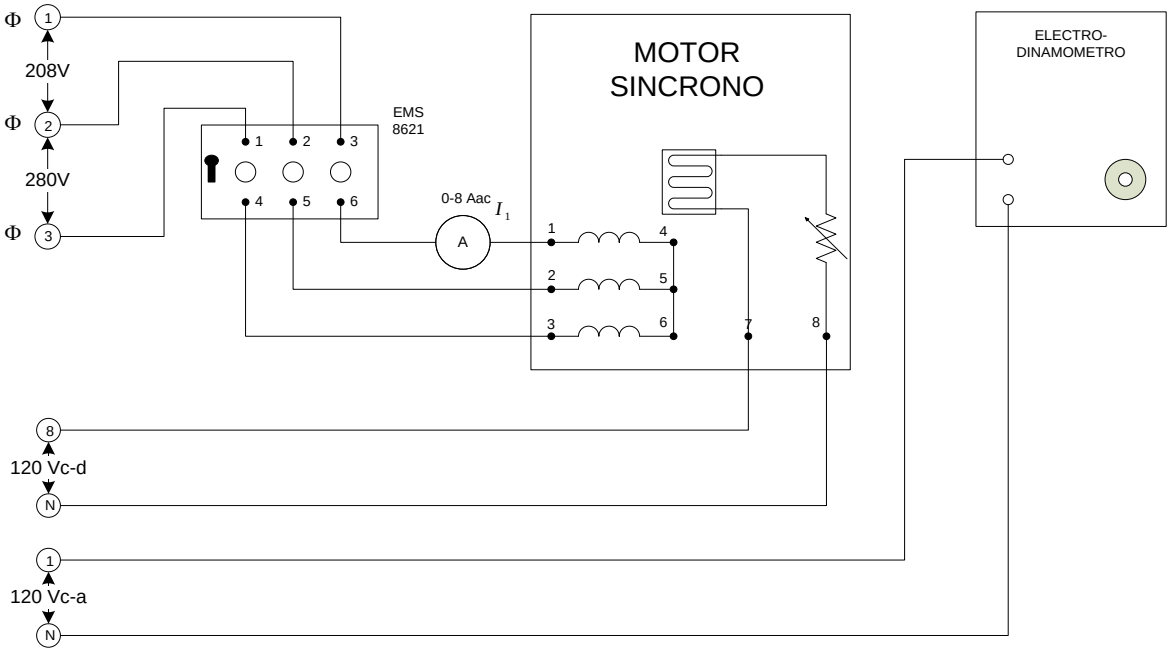


FIGURA 2

7.- El módulo del interruptor de sincronización se utiliza como interruptor para la potencia trifásica que va a los devanados del estator .Ponga el interruptor en la posición de "off'.

a.- El electrodinamómetro se conecta a la salida fija: de 120 V ca de la fuente de alimentación, terminales 1 y N. Ajuste la perilla de control del electrodinamómetro al 40 por ciento aproximadamente de excitación.

b.- El rotor del motor síncrono se conecta a la salida fija de 120 V CD de la fuente de alimentación 8 y N. Ajuste el reóstato de campo a una resistencia cero (la perilla de control debe ponerse en la posición extrema, haciéndola girar en el sentido de las manecillas del reloj).

c.- Si el motor síncrono tiene el interruptor S, ciérrelo al llegar a este paso (posición hacia arriba).

8.- Conecte la fuente de alimentación. A continuación aplique potencia trifásica cerrando el interruptor de sincronización y observe lo que sucede **¡No aplique la potencia más de 10 segundos!**

a .- Describa lo que sucede:

_____

_____

b.- ¿Qué lectura dio el amperímetro?

_____

___

c.- Si un motor síncrono tiene carga, ¿debe arrancarlo cuando existe excitación de

CD en su campo?

_____

_____

9.- Conecte el rotor del motor síncrono a la salida variable de O -120 V CD de la fuente de alimentación, terminales 7 y N. No cambie ninguna de las otras conexiones o los ajustes de control.

a.- Con el control de voltaje variable a la salida en cero, conecte la fuente de alimentación. Aplique potencia trifásica cerrando el interruptor de sincronización, observe y describa lo

que sucede:

_____

_____

b.- ¿Funciona el aparato como motor de
inducción?_____

_____

_____

c.- Ajuste cuidadosamente la salida de la fuente de alimentación a 120 V CD, según lo indique el medidor de la fuente de alimentación, describa lo que sucede:

_____

_____

e.- ¿Esta operando el motor como motor síncrono?

_____

f.- Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.

10. Conecte el Circuito que se ilustra en la figura 3. Observe cómo está conectado el motor síncrono, ésta es la configuración normal de arranque (como motor de inducción trifásico de jaula de ardilla).

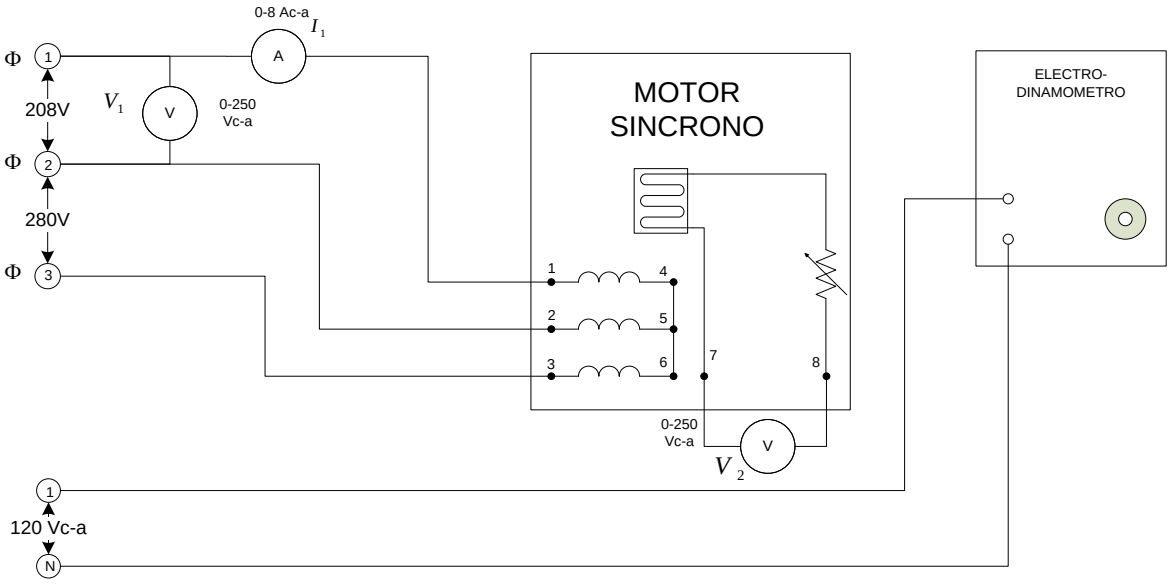


FIGURA 3

a.- Ajuste la perilla de control del electrodinamómetro en su posición extrema haciéndola girar en el sentido de las manecillas del reloj (a fin de proporcionarle al motor síncrono la máxima carga de arranque).

b.- Si el motor síncrono tiene el interruptor S, ciérrelo al llegar a este paso.

11. Conecte la fuente de alimentación y mida rápidamente V_1, V_2, I_1 Y el par de arranque desarrollado .Desconecte la fuente de alimentación.

V_1 = _____ V c.a V_2 = _____V c.a..

I_1 = _____A c.a. par de arranque = _____Lbf plg

a- Calcule la potencia aparente suministrada al motor de arranque.

Potencia aparente =_____VA

b.- Calcule el par a plena carga correspondiente a 1/4 Hp a 1800 r.p.m.

Par a plena carga =_____Lbf plg

c- Calcule la relación entre el par de arranque y el par a plena carga

Relación =_____

d.- Explique por qué se indujo un alto voltaje en c.a, V_2 en los devanados del rotar.

_____
_____

2. Sin cambiar el circuito, conecte la fuente de alimentación y, para reducir la carga, haga girar con lentitud la perilla de control del electrodinamómetro en sentido contrario al de las manecillas del reloj. El motor aumentará a velocidad plena y funcionará como motor de inducción de jaula de ardilla. Observe el efecto producido en el voltaje inducido V_2.

a.- ¿Por qué se reduce V_2 conforme se incrementa la velocidad del motor?

_____
_____

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

El reporte de la práctica debe de incluir procedimiento teórico y operaciones donde se requiera.

1.- ¿Que precauciones deben tomarse durante el periodo de arranque de un motor síncrono?

_____
_____

2. -Si se quitara el devanado de jaula de ardilla de un motor síncrono, ¿podría arrancar por sí solo? _____

_____

3.- Indique dos razones por las que el devanado del rotar de un motor síncrono se conecta casi siempre a una resistencia externa durante el arranque.

I._____

II._____

4.- Compare las características de arranque del motor síncrono con las del motor de inducción trifásico de jaula de ardilla.

_____
_____

Conclusiones.

Bibliografía (debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 8

EI ALTERNADOR TRIFÁSICO

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

PRÁCTICA No. 8

EI Alternador Trifásico.

OBJETIVOS:

1.- Obtener la curva de saturación en vacio del alternador.

2.- Obtener las características de corto circuito del alternador.

INTRODUCCIÓN

NOTA: Para tener derecho a efectuar la práctica correspondiente, el alumno desarrollará los temas sugeridos, el contenido será mínimo de una cuartilla.

TEMAS SUGERIDOS

- Alternador trifásico (generador síncrono)

- Funcionamiento

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Modulo de motor/generador síncrono.
- Modulo de motor de inducción de jaula de ardilla.
- Modulo de interruptor de sincronización.
- Modulo de fuente de alimentación.
- Modulo de medición de corriente y voltaje de CD.
- Modulo de medición de corriente y voltaje de ca.
- Cables de conexión.
- Banda.

DESARROLLO:

1.- Conecte el circuito ilustrado en la figura I, usando los módulos de motor/generador síncrono, motor de jaula de ardilla, fuente de alimentación y medición. EI motor de jaula de ardilla se usara para impulsar el *motor* generador síncrono como alternador; durante esta práctica, se supondrá que tiene velocidad constante. Observe que el motor de jaula de ardilla está conectado a la salida fija de 208 V ca trifásico de la fuente de alimentación, terminales I, 2 Y 3. EI rotor del alternador va conectado a la salida variable de 0 -120 V CD de la fuente de alimentación, terminales 7 y N.

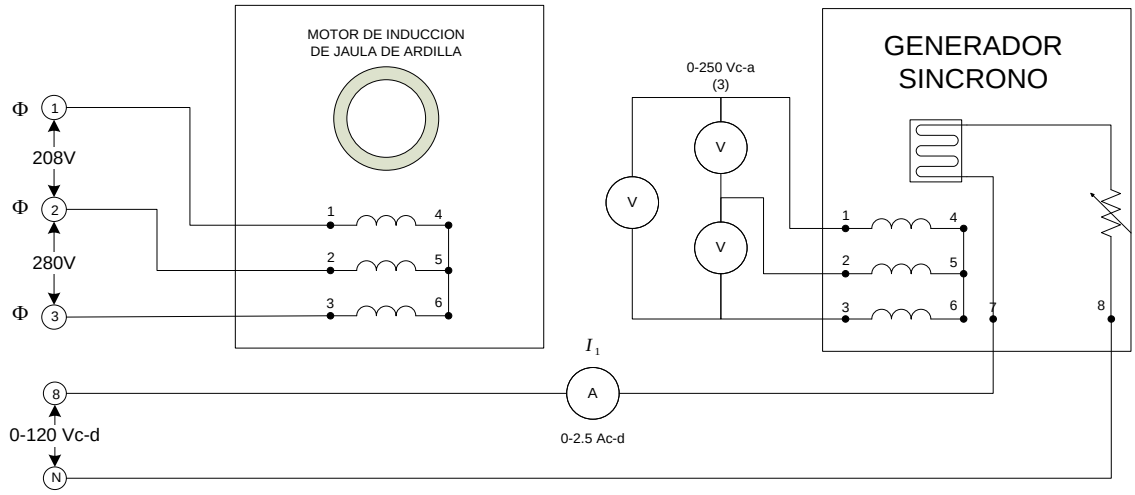


FIGURA 1

2.- Acople el motor de jaula de ardilla al alternador, mediante la banda.

a.- Ajuste el reóstato del campo del alternador a su posición extrema moviendo el control en el sentido de las manecillas del reloj (para una resistencia cero).

b.- Ponga la perilla de control del voltaje de la fuente a su posición extrema haciéndola girar en sentido contrario al de las manecillas del reloj (para un voltaje en CD igual acero).

3.- Conecte la fuente de alimentación. EI motor debe comenzar a funcionar.

a.- Siendo nula la excitación de CD, mida y anote V), V_2 Y V_3 (use las escalas más bajas de los voltímetros).

V_1 =_____V ca, V_2=_____V ca, V_3 = _____V ca.

b.- Explique por qué se genera un voltaje de c.a cuando no hay excitación en CD.

4.- Si el motor tiene un interruptor S ciérrelo al llegar a este paso.

a.- Aumente gradualmente la excitación de CD.

a partir de 0 hasta 0.1 A CD.

b.- Mida y anote en la tabla los tres voltajes generados V" V_2 Y V_3.

c.- Repita el inciso b para cada una de las corrientes directas indicadas en la tabla 1.

d.- Reduzca el voltaje a cera y desconecte la fuente de alimentación

5.- Calcule y anote en la tabla 1 el voltaje de salida promedio del alternador, para cada corriente directa indicada.

I_1 (ampers)	V_1 (volts)	V_2 (volts)	V_3 (volts)	V ca (promedio)
0				
0.1				
0.2				
0.3				
0.4				
0.5				
0.6				
0.7				
0.8				
0.9				

Tabla 1

6.- Conecte la fuente de alimentación y ajuste la excitación de CD hasta que VI =208 V ca mida y anote V2 y V_3.

V_1 = 208 V ca, V_2 = _____V ca, V_3 =_____V ca.

a- Desconecte la fuente de alimentación sin tocar el control de ajuste de voltaje

b- Vuelva a conectar los tres voltímetros de c.a de tal manera que midan los voltajes a través de cada uno de los tres devanados del estator.

C.- Conecte la fuente de alimentación. Mida y anote los voltajes generados en cada devanado del estator conectado en estrella.

$V_{1\,a\,4}$ =_____V ca, $V_{2a\,5}$ =_____V ca, $V_{3\,a\,6}$ =_____V ca

d.- Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentaci6n.

e.- Compare los resultados del inciso a) y d). (, Coinciden con los que se obtendrían normalmente de una fuete de alimentaci6n trifásica convencional?

_____

_____

7.- Conecte el circuito que se ilustra en la figura 2, con el interruptor de sincronizaci6n. Observe que el interior está conectado de tal manera que, al cerrarlo, quedan en corto circuito directo los devanados del alternador.

8.- Abra el interruptor de sincronizaci6n.

a.- Conecte la fuente de alimentaci6n y ajuste la excitaci6n de CD hasta que VI = 208 V ca. El motor debe de estar funcionando y las tres lámparas del m6dulo de sincronizaci6n deben estar prendidas.

b.- Mida y anote la corriente de excitaci6n de CD en **II**

I_1 =_____A CD.

c.- Cierre el interruptor de sincronizaci6n para poner en corto circuito al alternador; observe el comportamiento de la corriente alterna en I_2

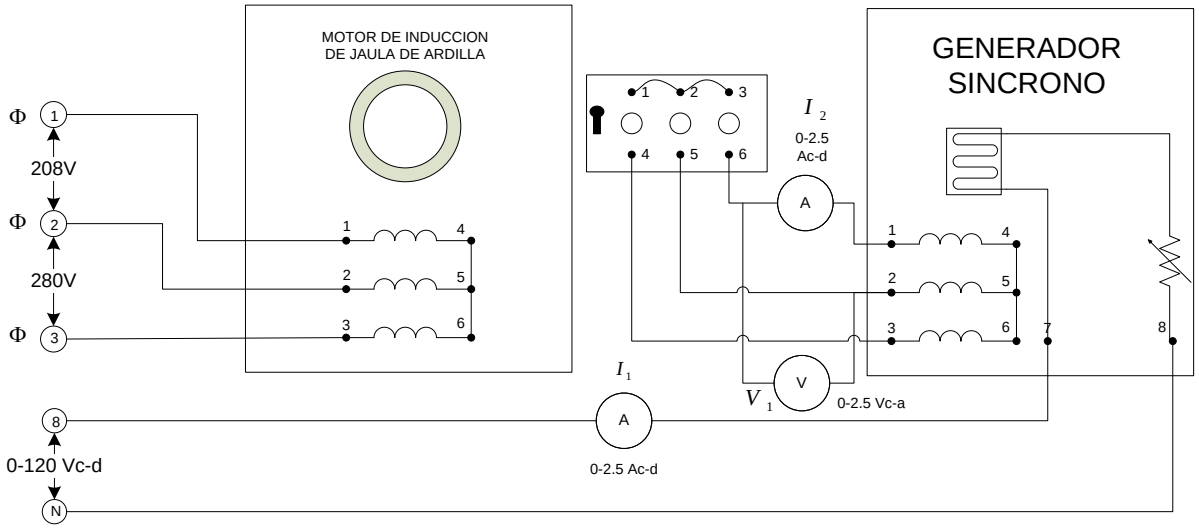


FIGURA 2

d.- ¿Hasta qué valor máximo (aproximadamente) aument6 I_2?

1_2 =_____A CD.

e.- ¿Cual es el valor final del estado permanente de I_2 e I_1?

I_1=_____ACD, 1_2=_____A CD.

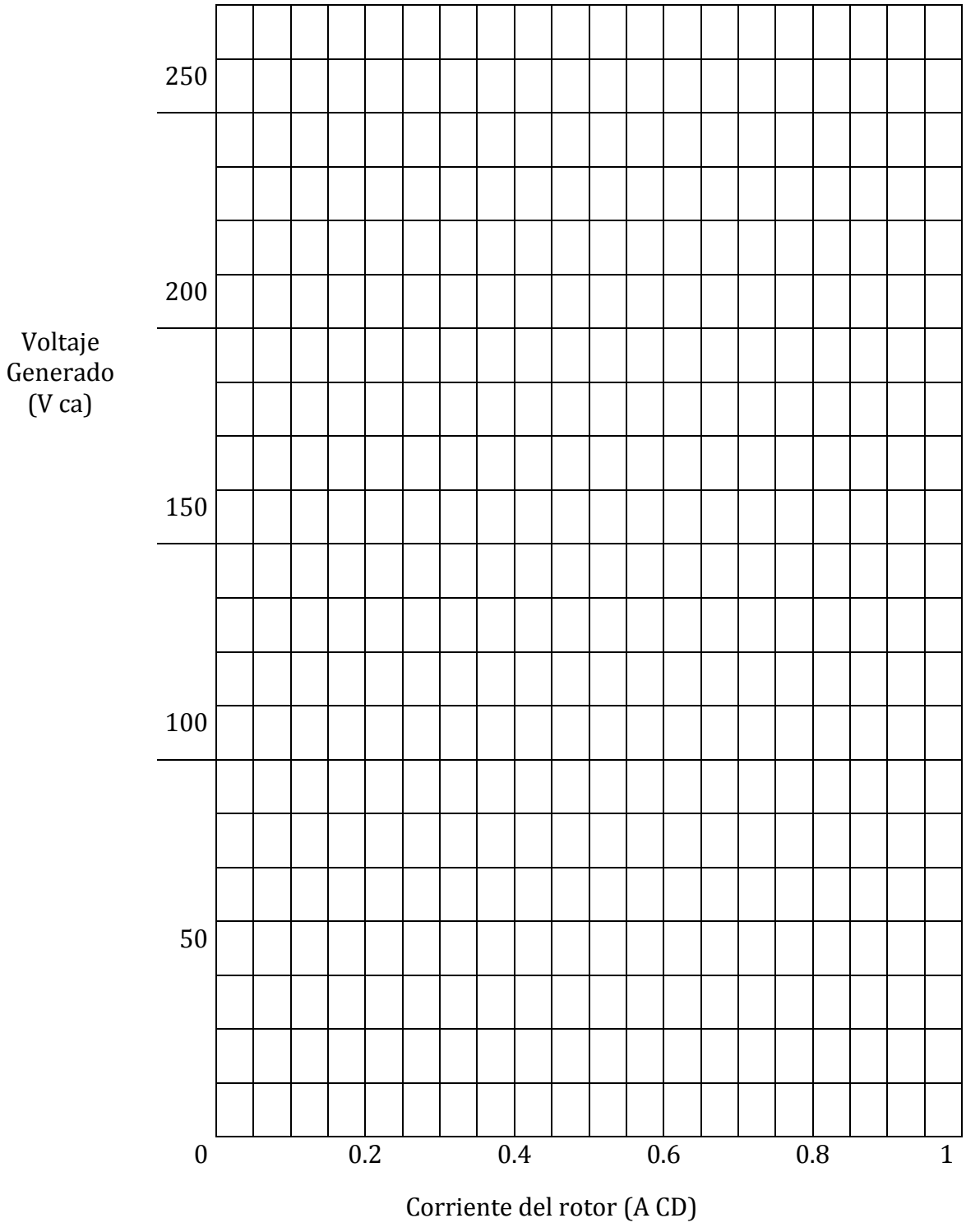
f.- Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentaci6n.

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

El reporte de la práctica debe de incluir procedimiento teórico y operaciones donde se requiera.

1.-Auxiliese de una hoja milimétrica y realice una gráfica como se muestra en la siguiente figura, marque los valores promedio de voltaje en función de los valores de CD, tomados de la tabla I.

a) Trace una curva continua que pase por los puntos marcados.



b) ¿Hasta qué valor forma una Línea más o menos recta la curva de voltaje?_____

c) ¿En donde se encuentra el codo de la curva de saturación? _____V ca.

d) Explique por qué el voltaje aumenta con menor rapidez cuando se incrementa la corriente de CD: _____

_____

_____

2.- De alguna de las razones por las que no se debe operar un alternador cerca del codo de su curva de saturación. _____

_____

_____

3.- Un alternador tiene menos probabilidades de quemarse cuando está en un corto circuito permanente, que un generador en derivación de CD con excitación independiente. Explique esto: _____

_____

_____

Conclusiones

Bibliografía (debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 9

DISPOSITIVO ARRANCADOR

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

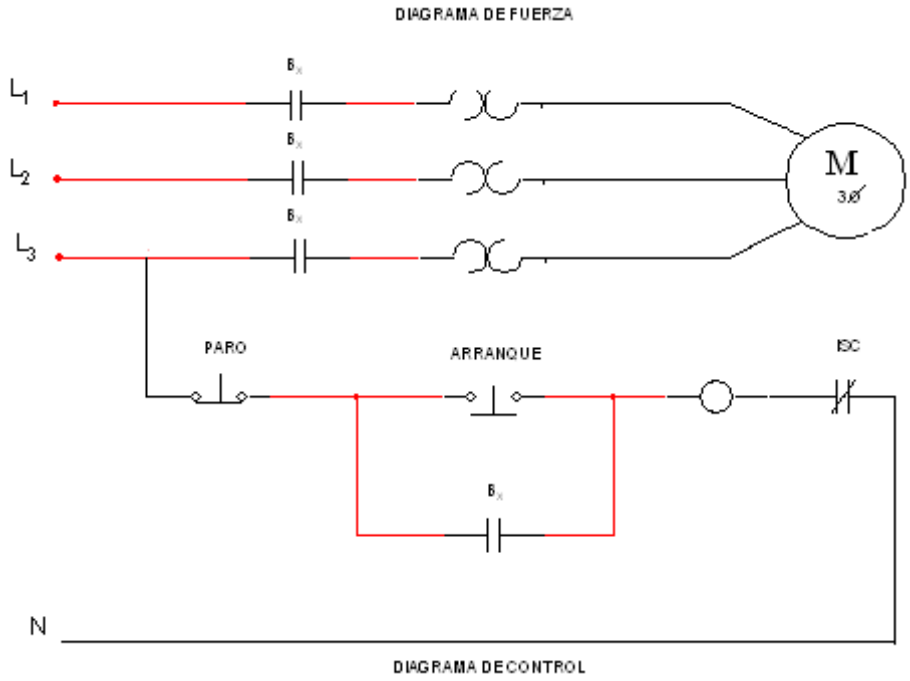
PRÁCTICA 9

DISPOSITIVO ARRANCADOR

OBJETIVOS

-Identificar los contactos principales, auxiliares, bobina, elementos térmicos.
-Comprender su funcionamiento.
-Aprender a realizar su alambrado.

Diagrama de fuerza y control



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El diagrama eléctrico muestra las conexiones eléctricas entre los componentes, pero sin tener en cuenta su localización física ni la disposición de los bornes.

El arrancador consta de tres componentes principales:
Un contactor magnético, un relé térmico y un centro de mando.

1. CONTACTOR. El cual tiene tres contactos principales B y un pequeño contacto auxiliar Bx. Los contactos B deben admitir sin recalentarse la intensidad de arranque y la nominal a plena carga. Todos los contactos B y Bx se mantienen cerrados mientras la bobina este excitada.

2. RELEVADOR DE SOBRECARGA. El relé térmico T protege al motor de las sobrecargas sostenidas y consta de tres elementos térmicos individuales conectados respectivamente a cada una de las tres fases. Un pequeño contacto T normalmente cerrado, también forma parte

del relé. Este contacto se abre cuando el relé se calienta excesivamente y permanece abierto hasta que se repone normalmente.
La corriente nominal de relé se elige de manera que el motor queda protegido frente a sobrecargas sostenidas. El contacto T se abre después de transcurrido un cierto tiempo que depende de la magnitud de la sobrecarga.

a) CONTACTOS AUXILIARES
Los reles de sobrecarga están equipados con un contacto normalmente cerrado NC(95-96) para la desconexión del contactor y un normalmente abierto NA(97-98) para el aviso de disparo.

b) FUNCION TEST
La indicación del estado de conección sirve al mismo tiempo como función test. Al accionarse se simula un disparo del rele de sobrecarga. Ambos interruptores auxiliares son accionados y el estado de conección aparece indicado.

c) FUNCION RESET
Cuando el relé esta disparado se le debe de rearmar para volver al estado anterior.
Hay disponibilidad de rearme:
-Rearme manual apretando el botón de reset.
-Rearme a distancia cortando la alimentación del relé durante 3 segundos.

d) FUNCION STOP
El accionamiento solo tiene efecto sobre un contacto NC.

e) TORNILLO DE AJUSTE DE INTENSIDAD
El relé de sobrecarga se debe ajustar a la intensidad de corriente nominal del motor.

DESARROLLO

1. Haciendo uso del óhmetro identificar las bobinas del motor de c.a indicando los números que corresponden a cada bobina; _____, _____, _____

2.Realizar las conexiones para alimentar al motor de c.a un voltaje de 208 volts (conexión de bobinas en bajo voltaje), como se muestra en el modulo de motor trifásico de c.a.

3. Observar el modulo de arrancador e indicar los números que corresponden a los
Principales ; _____, _____, _____, contactos auxiliares; ____, _____, _____, _____,
Contactos del relé térmico; _____, _____, y bobina; _____.

4. Anote el voltaje nóminal a suministrar a la bobina del contactor; _____volts (si se
Aplica un voltaje mayor al nóminal se quemaría y si el voltaje es menor no sería
Suficiente para cerrar los contactos.

5. Seleccionar la corriente nominal del relé para que el motor quede protegido en caso de una sobrecarga.

6. Utilizando el óhmetro pruebe la operación correcta de los botones de paro y arranque del modulo correspondiente.

7. Realizar las conexiones mostradas en los modulos motor arrancador de la figura 1.

7. Pida a su profesor que revise que sus conexiones sean correctas.

8. Si las conexiones son correctas energice la fuente de voltaje.

9. Pulsar el botón de arranque durante un momento, se energizará la bobina y se cierran los contactos B y Bx quedando el motor sometido a plena tensión, el motor comenzará a girar. Al soltar el pulsador este vuelve a su posición normal, pero la bobina continua excitada por estar cerrado el contacto auxiliar Bx.

10. Pulsar el botón de paro para detener la marcha del motor, en ese momento se abre el circuito de la bobina y los contactos vuelven a su posición normalmente abiertos (NA). En caso de sobrecarga la apertura del contacto (ISC, 95-96). En caso de sobrecarga la apertura del contacto (95-96) abrirá el circuito de la bobina.

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

El reporte de la práctica debe de incluir procedimiento teórico y operaciones donde se requiera.

1. Realice el diagrama para conexión de las bobinas del motor de c.a para alimentación en alto y bajo voltaje.
2. Cuando conecta las bobinas para alimentación en bajo voltaje que tipo de arreglo realiza.
3. Realice el diagrama de arranque realizado en la practica en la norma ANSI e IEC.
4. En los contactos auxiliares de un contactor que indica el primer digito y el segundo digito.
5. Como identifica los contactos auxiliares de un contactor cuando estos son abiertos o cerrados.
6. En el diagrama realizado en la practica conecte una lámpara roja que encienda cuando el motor este parado y una lámpara verde que encienda cuando el motor esta en marcha.

Conclusiones

Bibliografía (debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

SECCIÓN ELÉCTRICA

LABORATORIO DE: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GRUPO: _____

*PROFESOR*_____

*ALUMNO*_____

PRÁCTICA 10

INVERSION DEL SENTIDO DE ROTACION DE UN MOTOR TRIFASICO DE CA

FECHA DE ELABORACIÓN *FECHA DE ENTREGA*

_____ _____

SEMESTRE 2014-II

CALIFICACIÓN

_____

PRÁCTICA 10

INVERSION DEL SENTIDO DE ROTACION DE UN MOTOR TRIFASICO DE CA.

OBJETIVO.

- Aprender a invertir el sentido de giro de un motor mediante el uso de dos contactores.

INTRODUCCION.

Los motores trifásicos pueden invertir la dirección de rotación al intercambiar dos fases cualesquiera de la línea trifásica a la alimentación de sus terminales.
La cual se puede realizar con dos contactores magnéticos llamados B1 y B2, dos contactos auxiliares NC (normalmente cerrados), y tres botones pulsadores. El diagrama de la figura 1 nos muestra las conexiones de los contactores y los botones pulsadores para realizar el control de inversión.
En el diagrama de control se emplean dos contactos auxiliares NC, cuando el motor funciona hacia delante, se abre el contacto N.C del contactor de marcha hacia atrás, que impide que el contactor de reversa se energice y cierre. La misma operación ocurre cuando el motor funciona en reversa, se abre el contacto NC del contactor de marcha hacia delante que impide que este se energice.

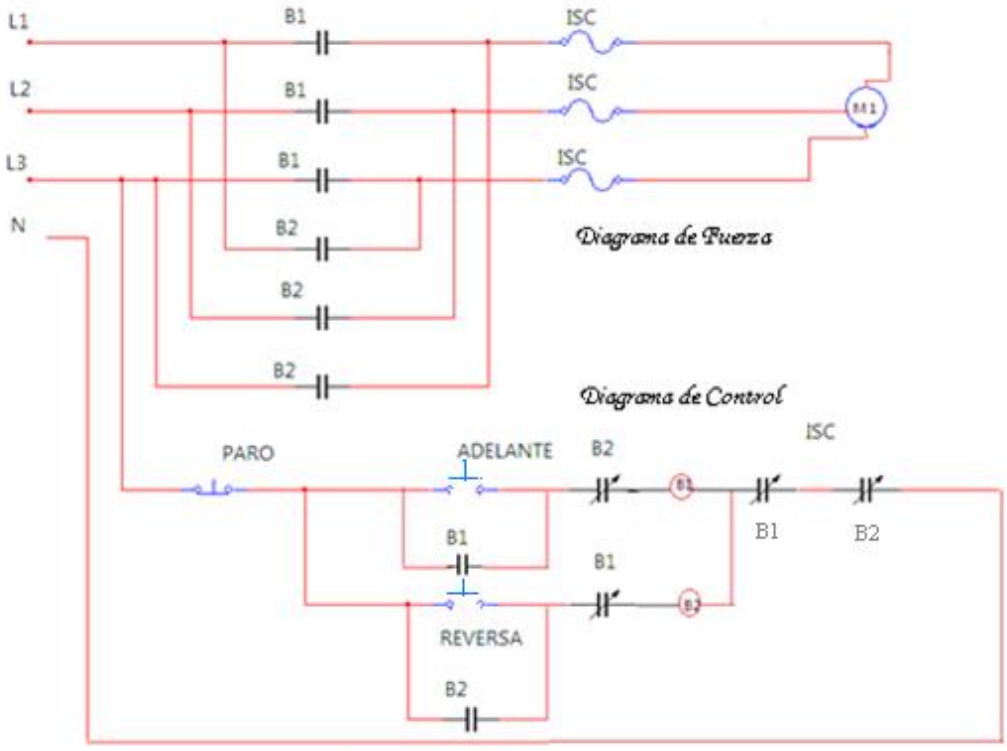


Figura 1 . Diagrama de Fuerza y Control para inversión de rotación de un motor trifásico de C.A.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

- Módulo de fuente de alimentación trifásica
- Módulo de motor trifásico de CA.
- Módulos de contactores (2)
- Módulo de botones pulsadores
- Cables de conexión

DESARROLLO

1. Realice las conexiones que se muestran en la figura 2.
2. Pida al profesor que revise que las conexiones realizadas son las correctas.
3. Cuando conecte las bobinas del contactor a la tensión tome en cuenta su valor nominal, de lo contrario un voltaje mayor podría quemarla.
4. Encienda la fuente de energía y pulse el botón de marcha hacia delante, el motor comenzará a girar.
5. Con el motor girando hacia delante, pulse el botón de marcha hacia atrás. Indique que sucede_____.
6. Detenga la marcha del motor empleando el botón de paro.
7. Ahora pulse el botón de marcha en reversa, el motor comenzará a girar en sentido contario.
8. Con el motor girando hacia atrás, pulse el botón de marcha hacia delante. Indique que sucede _____
9. Detenga la marcha del motor empleando el botón de paro.
10. Desconecte la fuente de energía.

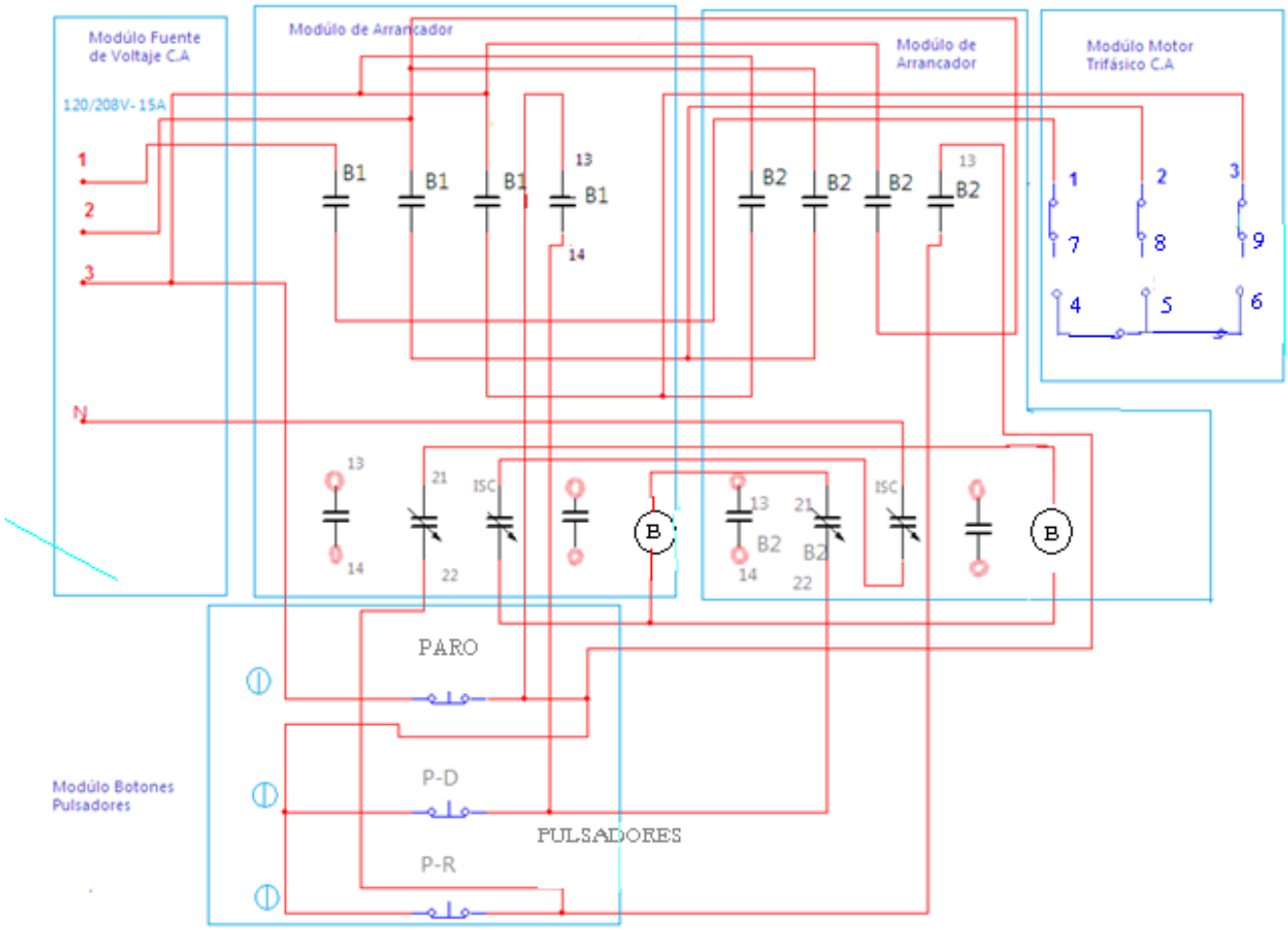


Figura 2. Diagrama de alambrado de arranque en directa y reversa de un motor Trifásico de ca.

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. ¿Cómo se obtiene la dirección de rotación que se desea de un motor trifásico?
2. ¿Porque se emplearon dos contactos auxiliares normalmente cerrados NC en serie con las bobinas?
3. Que pasaría si se emplearan dos contactos auxiliares normalmente abiertos NA en lugar de los NC?
4. Realice el diagrama de control para el arranque en directa y reversa para un motor trifásico en interconexión por botones.
5. Realice un diagrama en el cual se conecten luces piloto que indiquen la dirección de rotación del motor durante la marcha empleando contactos auxiliares.
6. ¿Dónde se deben conectar las luces piloto que indican la dirección de rotación del motor, sin agregar ningún contacto?

Conclusiones

Bibliografía (debe de ser de libros de texto o páginas electrónicas con extensión .edu, o de sociedades reconocidas).