



**UTN
FRM**

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

Legajo:

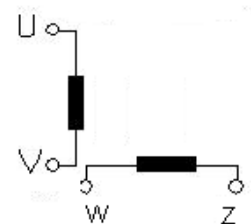
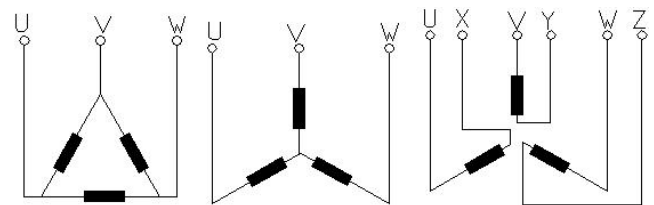
Hoja N°

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

OBJETIVOS GENERALES: ESTUDIAR Y COMPRENDER los Circuitos de Comando y Fuerza Motriz;
VERIFICAR las conexiones, los enclavamientos eléctricos, el cableado correspondiente y la influencia de los diferentes arranques en los parámetros del motor tales como: I_{arr} ; τ_{arr} ; U_{fase}
EFECTUAR las operaciones pertinentes para visualizar diferentes ARRANQUES;
MEDIR Y COMPROBAR las variaciones de la Intensidad de Corriente y tensión durante los arranques.
VISUALIZAR algún tipo de Frenado, MIDIENDO corriente y tiempo de frenado.-

Designación de Terminales:

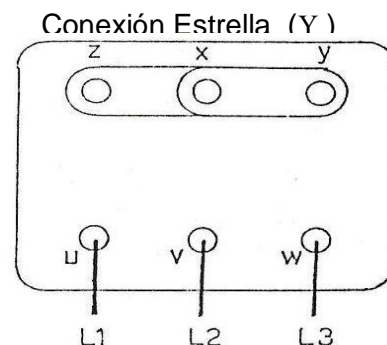
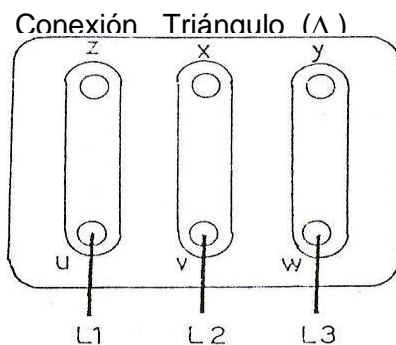
- Máquinas trifásicas:
 - Fases.....: U, V, W
 - Bornes abiertos.: U-X, V-Y, W-Z
 - Neutro.....: O
- Máquinas monofásicas:
 - Arrollamiento principal: U-V
 - Arrollamiento auxiliar: W-Z



1.-Arranque Y/Δ de un Motor Trifásico con Lógica Cableada

a) Conexión del motor:

Los motores trifásicos normales, tienen en su caja de conexiones un tablero con 6 bornes, los que se conectan según se indica en los siguientes esquemas:



Cuando se indican dos tensiones, el más pequeño, generalmente el primer número, indica la tensión de diseño del bobinado de fase. Este primer número es para la conexión triángulo y el segundo para conexión estrella.

Indicación de chapa	Tensión de Servicio (U_L)	Arranque Directo	Arranque Y-Δ
220/380 V	220 V	220 Δ	220 Δ
	380 V	380 Y	----



**UTN
FRM**

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

.....

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°

380/660 V ó 380V (Δ)	380 V	380 Δ	380 Δ
	660V	660 Y	----

Si se indica 380 V (Δ) significa que el motor está bobinado para esta tensión y son aptos para arranque directo en triángulo o estrella-triángulo en líneas de 380 V.

En el caso de motores de 220/380 V, son aptos para arranque directo en nuestras líneas de 380 V en conexión estrella.

En los motores cuya chapa característica indique: "220V/380V" resultará imposible arrancar con este método Y/Δ en líneas de tensión compuesta de 380 V, pues la bobina de fase del motor estará soportando 220V, que es su tensión de diseño y, cuando pase a la conexión triángulo, la bobina de fase (diseñada para 220V) recibirá 380 V entre sus extremos y no podrá soportarlo.

Otra tensión de línea normalizada a nivel industrial es la de 660 V y los motores 380/660 V podrán arrancar en este sistema directo en estrella pues la bobina de fase recibirá una tensión de 380V.

Borneras con 4 bornes: estas borneras se utilizan en motores trifásicos de pequeña potencia (hasta 1,5 H.P.), los cuales están diseñados para funcionar conectados en estrella en líneas eléctricas de 380 V y solo admiten arranque directo en Y.-

C) El Arranque:

Tanto la intensidad de la corriente de arranque I_{arr} como el par de arranque τ_{arr} se reducirán en una proporción fija, la misma para los dos, sin necesidad de utilizar componentes adicionales de precio elevado. Para ello sólo se precisan conmutadores especiales o contactores.

El devanado del estator se conecta primero en estrella y después en triángulo. En la conexión en estrella cada devanado se encontrará sometido a una tensión $\frac{U_L}{\sqrt{3}}$ y en la conexión en triángulo, a una tensión U_L . La corriente que circula por cada uno de los devanados en la conexión en triángulo será $\sqrt{3}$ veces más intensa que en la conexión en estrella, ya que la tensión que soportará cada bobinado de fase será la $U_L = U_L = \sqrt{3} \times U_{fase}$. En la conexión en estrella las corrientes que circulan por cada uno de los devanados serán las mismas que las consumidas por el motor ($I_Y = I_f$). En la conexión en triángulo la intensidad de línea será $\sqrt{3}$ veces mayor que la de las corrientes que circulan por los devanados ($I_\Delta = \sqrt{3} \cdot I_f$). Por tanto, si comparamos las intensidades de las corrientes de línea en ambas conexiones vemos que $I_\Delta = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot I_Y$; $I_\Delta = 3 \cdot I_Y$.

La Intensidad de la corriente de arranque del motor de rotor en jaula de ardilla conectado en estrella vale sólo un tercio de la que consume conectado en triángulo.

Como la tensión de los devanados conectados en estrella vale $\frac{U_L}{\sqrt{3}}$ y conectados en triángulo vale

U_L , el par para la conexión en estrella será sólo $\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{1}{3}$ del valor en la conexión en triángulo.



UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

.....

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°

El par de arranque del rotor en jaula de ardilla conectado en estrella vale tan sólo un tercio del par en la conexión triángulo.

Ejemplo, a la red de 380 V sólo motores con tensión nominal 380 V, o bien 380 V/660 V.

2.- Arranque por resistencias rotóricas de un Motor Asíncrono Trifásico

a) Objetivos:

- Conocer los aspectos constructivos y diferencias de los rotores de los motores asíncronos trifásicos.
- Interpretar la influencia de las resistencias rotóricas adicionales para la posición del $\tau_{\text{máx}}$

b) Clasificación:

Motor trifásico de rotor jaula de ardilla

Motor trifásico de rotor bobinado

c) Comparación:

Motor trifásico de rotor jaula de ardilla

- Menos costoso y más robusto.
- Rendimiento y factor de potencia algo mayores.
- Seguro contra explosiones ya que la ausencia de escobillas y anillos rozantes elimina el riesgo de producción de chispas.

Motor trifásico de rotor bobinado

- La cupla de arranque es mucho mayor y la corriente de arranque mucho menor.
- La velocidad puede regularse por medio de resistencias rotóricas externas.

d) Expresión matemática del par máximo

$$\tau_{max} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{m_1}{n_1} \cdot \frac{U_1^2}{2 \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_{21})^2} \right]}$$

que bajo condiciones normales de funcionamiento $X_1 + X_{21} > R_1$ y $R_1^2 >= 0,5\%$, queda

$$\tau_{max} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{m_1}{n_1} \cdot \frac{U_1^2}{2(R_1 + X_1 + X_{21})}$$



UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

Legajo:

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Hoja N°

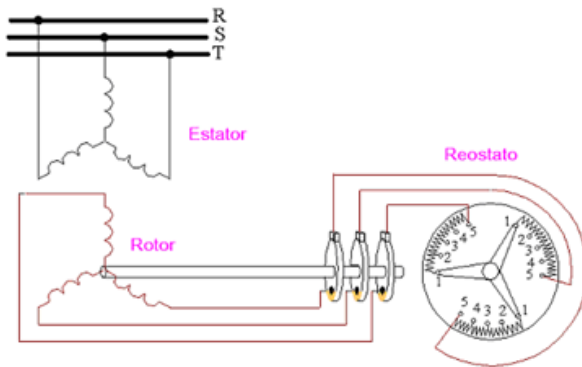


Figura 2

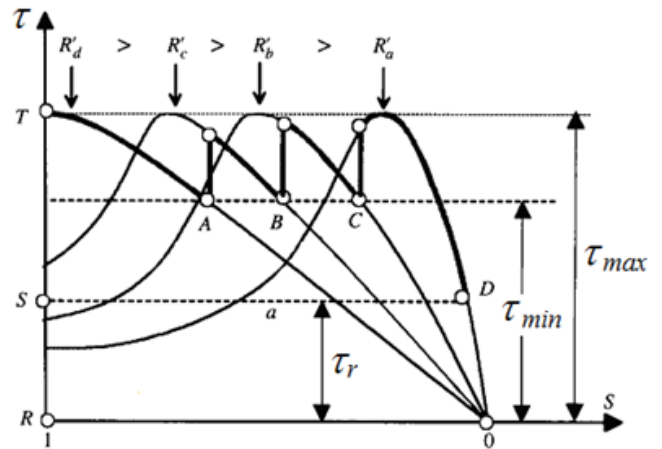


Figura 3

e) Las resistencias rotóricas

Al agregar resistencias al rotor se desplaza la característica hacia el origen: razón de los motores con rotor bobinado. En el arranque, con resistencia incluida, el momento de arranque es igual al máximo. En la Figura 2 se indican las conexiones del rotor en el motor con anillos, y en Figura 3 el desplazamiento de la curva de par al agregar la resistencia de arranque.-

3.- Arranque electrónico suave (por tensión variable y limitación de corriente)

a) Objetivos:

- Conocer los aspectos positivos y negativos del arranque electrónico suave.
- Comparar este tipo de arranque con el estrella-triángulo y el arranque con frecuencia variable (convertidores de frecuencia).

b) Funcionamiento:

La alimentación del motor asincrónico trifásico, se realiza mediante un aumento progresivo de la tensión en el arranque, por medio de un regulador cuyo circuito está compuesto por 6 tiristores, montados 2 a 2 en oposición en cada fase.

En función del instante y del ángulo de encendido de los tiristores, permite suministrar una tensión que aumenta progresivamente a frecuencia fija.

El aumento progresivo de la tensión de salida puede controlarse mediante la rampa de aceleración, depender de la limitación de corriente, o supeditarse a estos dos parámetros a la vez.

Al aplicarle una tensión variable desde cero al valor nominal, se limita la corriente de arranque, pero también provoca una disminución del par de arranque debido a su dependencia con la tensión al cuadrado.



UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

.....

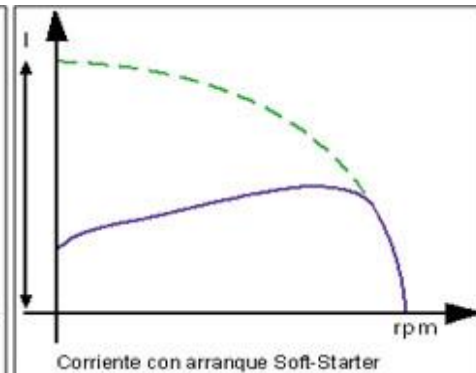
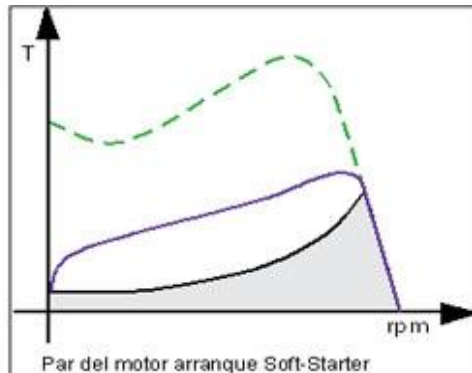
LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°



Arranque
Soft-Starter



c) Comparación:

El arrancador suave tiene en común con el convertidor de frecuencia, que son dispositivos electrónicos cuyo funcionamiento están basados en tiristores, lo que le permite realizar un arranque sin esfuerzos mecánicos ni sobrecargas eléctricas. Este dispositivo por precio y funcionalidad ocupa el espacio existente entre el arranque estrella-triángulo y el convertidor de frecuencia.

Estos arrancadores permiten programar la rampa de arranque y de parada del motor, como así también proteger al motor de sobre intensidades, falta de fase, cortocircuitos. Otra ventaja que tiene es que una vez alcanzada la velocidad nominal, el circuito electrónico de arranque queda desconectado circulando la corriente por un circuito interno fijo.

La desventaja que tiene con respecto al convertidor de frecuencia es que el par de arranque es menor.

4.- Arranque electrónico de frecuencia variable (convertidores de frecuencia)

a) Objetivos:

- Conocer los aspectos positivos y negativos del arranque electrónico de frecuencia variable.
- Comparar este tipo de arranque con el estrella-triángulo y el arranque suave.

b) Funcionamiento:

Estos dispositivos utilizan dos convertidores electrónicos constituidos por tiristores (rectificadores controlados). La red está conectada con un rectificador controlado que transforma la corriente alterna en continua, la cual sin embargo no es completamente lineal, por lo tanto se requiere un circuito intermedio para filtrarla. En otra etapa se utiliza un inversor que transforma la corriente continua en una nueva corriente alterna a frecuencia y tensión variables. El circuito de control y regulación controla los componentes de tal manera que la relación U/f de salida estén adaptadas entre sí.

Cabe aclarar que este dispositivo que estudiamos como elemento de arranque, se lo utiliza exclusivamente cuando es necesario variar la velocidad del motor.

 UTN FRM	MAQUINAS ELECTRICAS Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO ARRANQUES Y FRENADO	Alumno:.....
		Legajo:
LABORATORIO EXPERIMENTAL		Hoja N°

c) Comparación:

Los convertidores de frecuencia son dispositivos electrónicos cuyo funcionamiento están basados en tiristores, lo que le permite realizar un arranque sin esfuerzos mecánicos ni sobrecargas eléctricas. Este dispositivo es más caro que los arrancadores suaves y los estrella-triángulo.

Estos arrancadores permiten programar la rampa de arranque y de parada del motor, frenado por corriente continua; como así también proteger al motor de sobre intensidades, falta de fase, cortocircuitos, etc. También a diferencia de los otros provee al motor de un par de arranque mucho más grande.

Como desventaja podemos citar su alto costo, es por ello que no se lo utiliza exclusivamente como elemento de arranque.

5.-Frenado de motores trifásicos por corriente continua

a) Objetivos:

- Inferir la necesidad de un sistema de frenado para motores eléctricos trifásicos.
- Conocer las características de un sistema de frenado por una corriente continua.
- Reconocer los elementos de los circuitos de potencia y comando.

b) Generalidades:

Si es importante arrancar un motor, tanto o más es la operación de su parada cuando se pretende una parada rápida, una parada de emergencia, una parada de precisión, un bloqueo u otra maniobra que requiera precisión y tiempo reducido en su ejecución.

Dos conceptos importantes que debemos distinguir: no es lo mismo parar rápido (frenar), que parar y bloquear el eje del motor. Se puede parar rápido y luego dejar el eje libre de giro.

En muchas operaciones sólo se pretende parar rápido, mientras que en otras se exige parar y bloquear la máquina al mismo tiempo. Para cada aplicación se elegirá el tipo de motor y maniobra que convenga. A continuación nos concentraremos en el sistema de frenado por C.C.

c) El frenado:

El procedimiento consiste en que después de desconectar el motor, es decir dejarlo sin alimentación. Inmediatamente se lo realimenta con una C.C, de baja tensión (20 a 24 V) a dos de sus fases. La corriente continua que se le aplica al motor no deberá superar el valor de la corriente nominal del motor. Y podrá oscilar entre 1,4 y 4 veces la I_n del motor.



UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

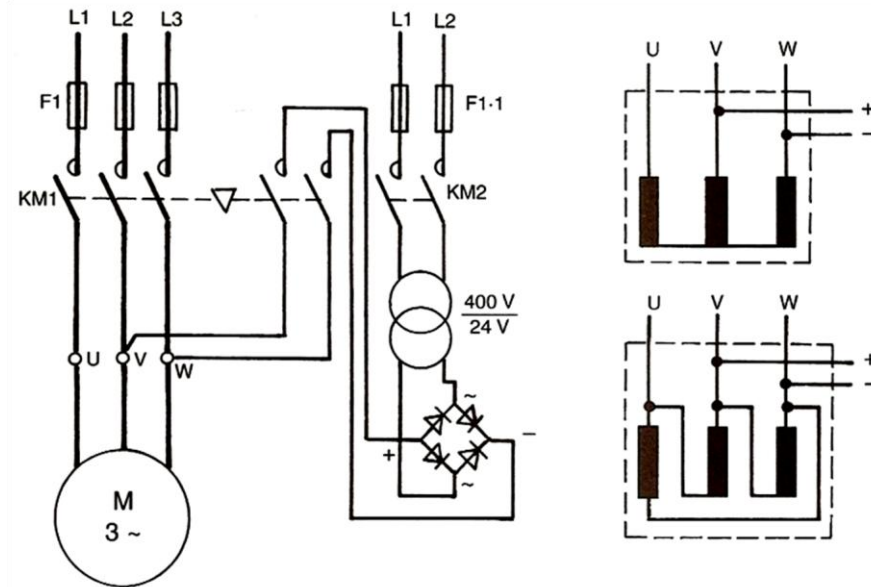
.....

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°

d) Esquema de potencia y comando:



e) Aplicaciones:

Este sistema de frenado puede aplicarse tanto a motores trifásicos de rotor jaula de ardilla como a motores trifásicos de rotor bobinado. Además en el esquema anterior se puede ver que el sistema de frenado, se aplica en cualquier tipo de conexión del estator, estrella o triángulo.

Se trata de un freno relativamente rápido, pero sin la brusquedad de un sistema de freno por inversión de corriente.



UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

.....

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°

ENSAYO

1.- Arranque Y/Δ de un Motor Trifásico con Lógica Cableada:

a) Objetivo de la práctica:

- Realizar el circuito de potencia analizando cuál es la parte de comando, y cuales las protecciones.
- Realizar el circuito de comando identificando cada uno de los elementos que intervienen.

b) Identificar las características de los instrumentos y/o elementos utilizados

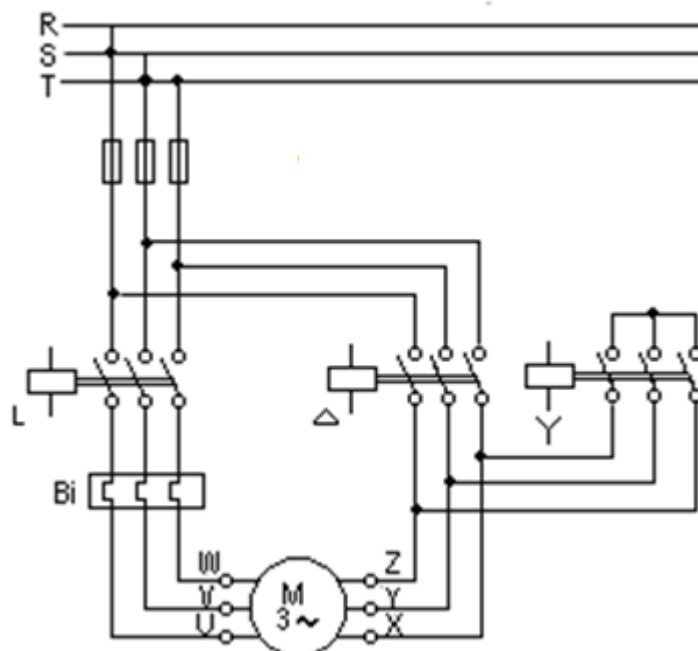
Instrumentos:

- ⇒ Magnitud que mide.....
- ⇒ Principio de funcionamiento.....
- ⇒ Rango o alcance.....
- ⇒ Tipo de corriente.....
- ⇒ Posición de trabajo.....
- ⇒ Tensión de prueba.....
- ⇒ Clase de exactitud.....
- ⇒ Otras características especiales.....
- ⇒ Dibujar los símbolos correspondientes.....

Elementos:

- Denominación.....
- ⇒ Tensión de entrada.....
- ⇒ Tensión de salida.....
- ⇒ Corriente máxima.....
- ⇒ Potencia aparente.....

c) Armar el circuito eléctrico siguiente:





UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

.....

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°

d) Maniobra operativa

.....
.....

e) Completar la siguiente tabla con los valores leídos y obtenidos.

Intensidad [A]	Conexión Estrella	Conexión Triángulo	Tensión [V]

f) Precauciones a tener en cuenta

- * Verificar el tipo de corriente que puede circular por el instrumento de medida.
- * Revisar cuidadosamente el circuito antes de conectarlo a la fuente.
- * Tener cuidado al realizar la medición a fondo de escala para no sobrepasarlo y quemar el instrumento.

g) Aplicaciones.....

h) Comentarios y conclusiones:.....

2.-Arranque por resistencias rotóricas de un Motor Asíncrono Trifásico

a) Objetivo de la práctica

- Relevar el circuito de arranque desde la salida de las escobillas que rozan los anillos hasta las resistencias en baño de aceite.
- Identificar los elementos que intervienen en el circuito.

b) Identificar las características de los instrumentos y/o elementos utilizados.

Instrumentos:

⇒ Magnitud que mide.....

⇒ Principio de funcionamiento.....

⇒ Rango o alcance.....

⇒ Tipo de corriente.....

⇒ Posición de trabajo.....

⇒ Tensión de prueba.....

⇒ Clase de exactitud.....

⇒ Otras características especiales.....

⇒ Dibujar los símbolos correspondientes.....

Elementos:

Denominación.....

⇒ Tensión de entrada.....



UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

.....

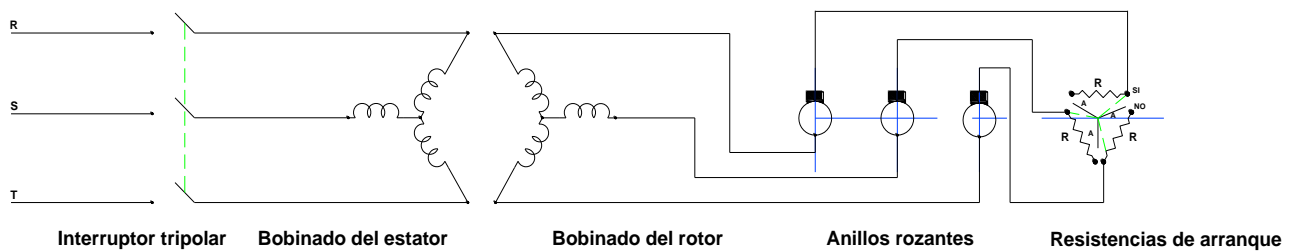
LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°

- ⇒ Tensión de salida.....
- ⇒ Corriente máxima.....
- ⇒ Potencia aparente.....

c) Armar el circuito eléctrico siguiente:



d) Maniobra operativa

e) Completar la siguiente tabla con los valores leídos y obtenidos.

	Mínima Resistencia	Máxima Resistencia
Intensidad [A]		
Revoluciones del rotor [r.p.m.]		

f) Precauciones a tener en cuenta:

- * Verificar el tipo de corriente que puede circular por el instrumento de medida.
- * Revisar cuidadosamente el circuito antes de conectarlo a la fuente.
- * Tener cuidado al realizar la medición a fondo de escala para no sobrepasarlo y quemar el instrumento.

g) Aplicaciones.....

h) Comentarios y conclusiones:.....

3.- Arranque electrónico suave (por tensión variable y limitación de corriente)

a) Objetivo de la práctica:

- Observar cómo se produce un arranque suave en un motor asíncrono trifásico, como así también la rampa de aceleración y desaceleración.
- Identificar los elementos que intervienen en el circuito.

b) Identificar las características de los instrumentos y/o elementos utilizados.

 UTN FRM	MAQUINAS ELECTRICAS Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO ARRANQUES Y FRENADO	Alumno:.....
		Legajo:
LABORATORIO EXPERIMENTAL		Hoja N°

Instrumentos:

- ⇒ Magnitud que mide.....
- ⇒ Principio de funcionamiento.....
- ⇒ Rango o alcance.....
- ⇒ Tipo de corriente.....
- ⇒ Posición de trabajo.....
- ⇒ Tensión de prueba.....
- ⇒ Clase de exactitud.....
- ⇒ Otras características especiales.....
- ⇒ Dibujar los símbolos correspondientes.....

Elementos:

- Denominación.....
- ⇒ Tensión de entrada.....
 - ⇒ Tensión de salida.....
 - ⇒ Corriente máxima.....
 - ⇒ Potencia aparente.....

- c) Aplicaciones.....
- d) Comentarios y conclusiones:.....

4. - Arranque electrónico de frecuencia variable (convertidores de frecuencia)

a) Objetivo de la práctica:

- Observar cómo se produce el arranque de un motor asincrónico trifásico utilizando un variador electrónico de frecuencia.
- Conocer las distintas posibilidades que nos brinda este dispositivo, en lo que respecta a rampa de aceleración y desaceleración, variación de la velocidad variando la tensión y la frecuencia; y frenado por corriente continua un en un motor asíncrono trifásico.
- Identificar los elementos que intervienen en el circuito.

b) Identificar las características de los instrumentos y/o elementos utilizados.

Instrumentos:

- ⇒ Magnitud que mide.....
- ⇒ Principio de funcionamiento.....
- ⇒ Rango o alcance.....
- ⇒ Tipo de corriente.....
- ⇒ Posición de trabajo.....
- ⇒ Tensión de prueba.....
- ⇒ Clase de exactitud.....
- ⇒ Otras características especiales.....
- ⇒ Dibujar los símbolos correspondientes.....



UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

Alumno:.....

.....

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°

Elementos:

Denominación.....

⇒ Tensión de entrada.....

⇒ Tensión de salida.....

⇒ Corriente máxima.....

⇒ Potencia aparente.....

c) Aplicaciones.....

d) Comentarios y conclusiones:.....

5. -Frenado de motores trifásicos por corriente continua

a) Objetivo de la práctica:

- Relevar os circuitos de potencia y comando.
- Identificar los elementos que intervienen en el circuito.

b) Identificar las características de los instrumentos y/o elementos utilizados

Instrumentos:

⇒ Magnitud que mide.....

⇒ Principio de funcionamiento.....

⇒ Rango o alcance.....

⇒ Tipo de corriente.....

⇒ Posición de trabajo.....

⇒ Tensión de prueba.....

⇒ Clase de exactitud.....

⇒ Otras características especiales.....

⇒ Dibujar los símbolos correspondientes.....

Elementos:

Denominación.....

⇒ Tensión de entrada.....

⇒ Tensión de salida.....

⇒ Corriente máxima.....

⇒ Potencia aparente.....

c) Armar el circuito eléctrico siguiente:



UTN
FRM

MAQUINAS ELECTRICAS

Trabajo Práctico N° 9 MOTOR ASINCRONO
ARRANQUES Y FRENADO

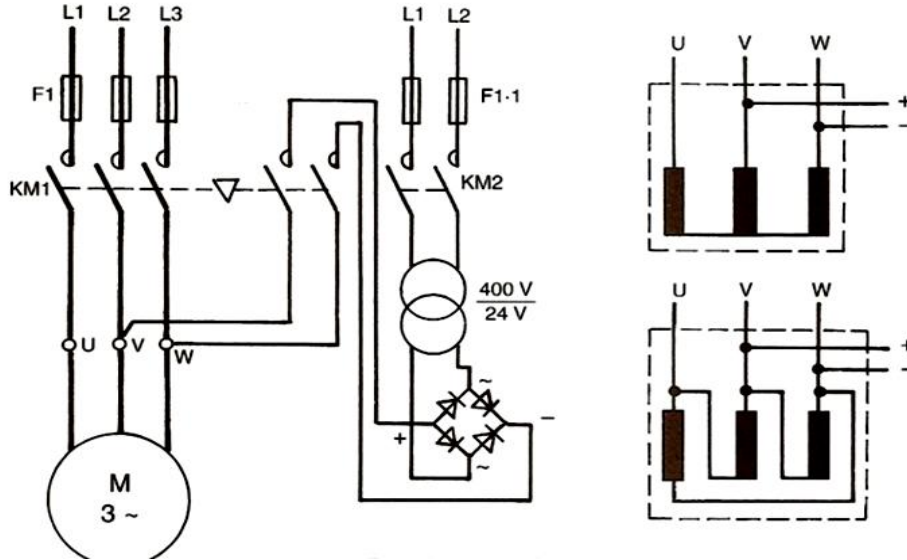
Alumno:.....

.....

LABORATORIO
EXPERIMENTAL

Legajo:

Hoja N°



d) Maniobra operativa

e) Completar la siguiente tabla con los valores leídos y obtenidos.

	Tiempo de Frenado [s]
Dejando el motor sin alimentación	
Con el empleo del sistema de freno	

f) Precauciones a tener en cuenta:

- * Verificar el valor de la intensidad de corriente nominal del motor a frenar.
- * Verificar la intensidad admisible por la fuente de C.C. a aplicar al circuito.
- * Tener cuidado de no sobrepasar con la C.C. el intervalo $1,4I_n \leq I_{cc} \leq 4I_n$

g) Aplicaciones.....

h) Comentarios y conclusiones:.....