



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

LABORATORIO 3 MOTOR AC, ARRANQUE DE MOTOR TRIFÁSICO

Angie Carolaine Ubaque Almanzar

u1802576@unimilitar.edu.co

Jorge Alberto Zorro Sánchez

u1802582@unimilitar.edu.co

David Steven Galvis Arévalo

u1802584@unimilitar.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Los motores de corriente alterna trifásicos son dispositivos capaces de transformar energía eléctrica en energía mecánica. Se utilizan con mucha frecuencia debido a su óptimo rendimiento, poco mantenimiento y sencillez, en su construcción.

Su funcionamiento radica en la energía que origina campos magnéticos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesite circuito auxiliar, por ende son más pequeños y livianos que uno monofásico de inducción de la misma potencia, debido a esto su fabricación representa un costo menor. Estos motores se caracterizan porque tienen una potencia que no varía en el tiempo, propio de las tres fases. Además presentan un arranque con corrientes elevadas y bajo torque; y se pueden realizar dos configuraciones diferentes dependiendo las necesidades de la aplicación, las cuales son estrella o triángulo.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Identificar las partes de un motor de corriente alterna trifásico.

•

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Observar y analizar el comportamiento de un motor asíncrono jaula ardilla conectado en estrella y en triángulo
- Determinar el consumo de corrientes en el arranque en las dos diferentes conexiones.
- Relacionar velocidad y corriente en función de la carga.

3. METODOLOGÍA:

Durante la práctica se llevará a cabo el diseño de un motor trifásico con inducción jaula de ardilla, su funcionamiento depende de un estator en el que se encuentran las bobinas inductoras. Por lo general, su configuración puede ser de tipo estrella o triángulo, con la característica de que la velocidad magnética no está sincronizada con la velocidad mecánica del motor.

El motor se configurará en distintos tipos de arranque y de esta manera se obtendrán los respectivos datos para analizar sus diferencias.

Así, el montaje es el siguiente:

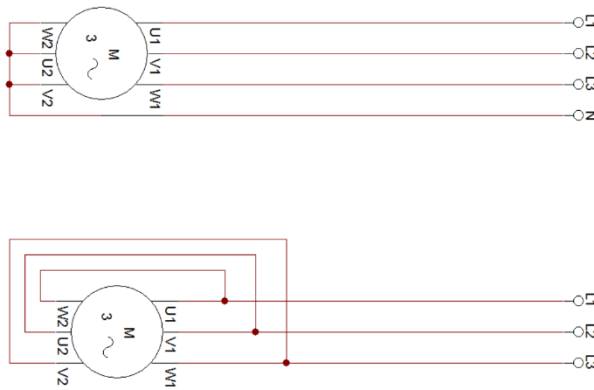


Ilustración 10. Estructura de un motor trifásico en conexión estrella (arriba) y triángulo (abajo).

Fórmulas

$$N_s = \frac{120 * f}{p}$$

$$N_r = N_s - N_m$$

$$s = \frac{N_r}{N_s} = \frac{N_s - N_m}{N_s}$$

Donde:

N_s : Velocidad de sincronismo

N_r : Velocidad de deslizamiento

N_m : Velocidad de la maquina

s : Factor de deslizamiento

p : Número de polos

4. MATERIALES:

- Cables caimán-caimán
- Cable trifásico
- Tacómetro
- Tabla de potencia
- Multímetro
- Cables de conexión banana-banana
- Motor AC Jaula de Ardilla
- Electrodinamómetro
- Voltímetro AC
- Amperímetro AC
- Correa de repartición
- Fuente de alimentación

5. PROCEDIMIENTO:

1. Se identifican las partes del motor de inducción jaula de ardilla, del electro – dinamómetro y de la fuente de alimentación para tener una conexión adecuada.
2. Realizar una conexión tipo estrella, teniendo en cuenta las medidas de seguridad.
3. Implementar diversos tipos de arranque.
4. Medir la corriente de arranque.
5. Registrar voltaje y corriente mediante los diferentes cambios del sistema.

6. Medir la velocidad del motor con variación de carga.

7. Repetir el proceso mencionado con anterioridad para la conexión en triángulo.

8. Con los resultados obtenidos encontrar las diferencias en las diferentes conexiones.

9. Analizar las características de consumo de corriente según su sistema de arranque.

10. Graficar velocidad en función de la carga, corriente en función de voltaje.

6. ANÁLISIS Y SIMULACIÓN:

El motor tiene la posibilidad de arrancarse de diferentes maneras con el fin de funcionar para diferentes actividades.

Un arranque muy común es el directo, donde se conecta directamente el motor a la fuente de alimentación. Se utiliza para motores en máquina que tienen carga constantemente o apagado y prendido constante. Otorga arranque y la corriente es máxima en el arranque.

Otro arranque muy común es el arranque estrella-triángulo, colocar en motor en conexión estrella y luego pasarlo a triángulo, lo que permite no tener la corriente máxima en el arranque y al tiempo de cambio de conexión. Para conllevar el cambio automático es necesario tener diferentes materiales que funcionarán con una lógica de control. Primero se necesitan contactores, que permiten el paso de corriente por un interruptor en presencia de conducción de corriente en una bobina, y existen temporizadores que tienen la misma

función pero sujeta a un tiempo determinado para realizar el cambio. Se activan los contactores de conexión en estrella, y luego pasado el tiempo de cambio del temporizador, se abre la conexión en estrella y luego se coloca en triángulo. Adicional se coloca contactores en las conexiones del motor a la fuente para controlados por un interruptor mecánico para que el usuario decida en que momento apagarlo. Se tiene un relé térmico que protege al motor cuando sube la temperatura del mismo, desconecta toda bobina y se activa una bocina de emergencia. Otro factor de conversión es colocar un fusil por cada fase previniendo picos de corriente y voltaje que el motor no podría soportar.

El esquema del circuito de control junto con el circuito de potencia del arranque estrella-triángulo es el siguiente:

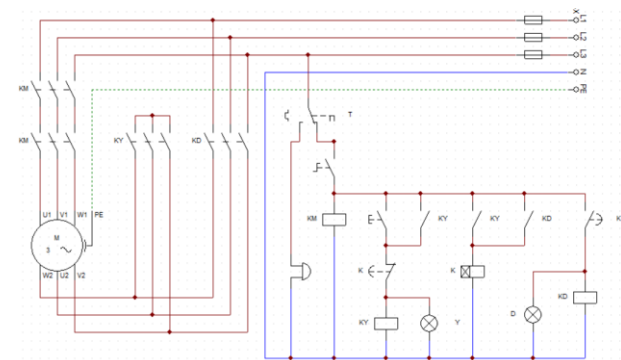


Ilustración 11. Circuito de potencia (izquierda) y circuito de control (derecha) de arranque estrella-triángulo.

7. RESULTADOS EXPERIMENTALES:

El motor dependiendo de las conexiones posee diferentes características. La alimentación siempre será el voltaje en línea de la fuente trifásica, pero en cada caso la fuente otorgará diferente voltaje por ende para

comparar las conexiones se debe llegar al mismo voltaje aunque no sea la nominal del motor.

En conexión en triángulo, el voltaje de línea es el mismo voltaje de fase (110 VAC), mientras el voltaje de línea en conexión estrella es la suma de una fase menos la otra, otorgando un voltaje de 208 VAC. Entonces la comparación se realizará con el voltaje de 110 VAC de línea. Además el voltaje nominal del motor está en 110 VAC.

Las corrientes y velocidades del motor en cada conexión se midieron cada 10 VAC, es decir, se calcularon en un arranque suave parando cada 10VAC. Los datos obtenidos son los siguientes:

V(V)	Triángulo		Estrella	
	I(A)	W(rpm)	I(A)	W(rpm)
10	1.6	0	0.1	0
20	1.8	213.1	0.24	0
30	2	1708	0.29	0
40	2	1754	0.29	1544
50	2.2	1771	0.27	1686
60	2.4	1782	0.27	1730
70	2.8	1788	0.29	1754
80	3.2	1790	0.30	1765
90	3.6	1791	0.33	1771
100	4	1794	0.39	1781
110	4.4	1794	0.41	1783

Tabla 1. Corriente y velocidad en función de voltaje en conexión estrella y triángulo.

Las corrientes máximas que consumen el motor al vacío ocurren en el arranque, pero para hallarlas es necesario hacerlo en arranque directo al voltaje nominal del motor, 110 VAC de línea. En estrella la corriente máxima es 2.7 A y en triángulo una corriente máxima de 6.9 A en el arranque directo.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Debido a la comparación de corrientes que consume el motor en las diferentes conexiones, el valor de corriente será mayor en conexión triángulo que en conexión en estrella. Se puede no solo ver reflejado en las corrientes del arranque suave las cuales en conexión en estrella es el 10% de los valores de corrientes en conexión estrella, sino que la corriente pico (corriente máxima) en arranque directo en conexión triángulo sobrepasa el doble del valor de corriente en conexión estrella.

El motor trifásico tiene una corriente nominal 1.2 A, y cada bobina soporta máximo 1.5 A. Bajo estos parámetros, la corriente máxima de cada conexión sobrepasa el valor de la corriente nominal, lo que implica que en el arranque se obtiene el torque máximo, y por ende el arranque directo se utiliza para carga fijas, torques que son aproximadamente constantes en el tiempo.

La corriente 1.2A significa la corriente máxima que se puede inducir del devanado del estator al rotor o jaula ardilla. La corriente de 1.5 A es la corriente máxima que puede soportar cada bobina del estator (bobinas que inducen el campo magnético). Estableciendo los parámetros, en conexión estrella por consumir la corriente en línea igual a la corriente de fase, la fuente solo puede otorgar una corriente máxima de 1.5 A, mientras que en conexión en triángulo se debe realizar el siguiente cálculo:

$$I_L = I_f \sqrt{3} = (1.5 A) \sqrt{3} = 2.6 A$$

Por lo que la corriente máxima que debe suministra la fuente es de 2.6 A.

Los datos muestran que la corriente de fuente suministrada para conexión estrella a voltaje nominal no supera el 50% de la corriente nominal de las bobinas. Pero en conexión triángulo, los valores de las corrientes sobrepasan la corriente nominal de las bobinas a partir de 70 VAC, y solo indica que la conexión en triángulo ejerce mayor potencia entrada que en conexión estrella. Comprobar esta afirmación, se compara la potencia entrada de cada conexión a 60 VAC (voltaje a la cual la corriente de línea no sobrepasa la corriente nominal de las bobinas en conexión triángulo):

$$P_o = V_s * I_L$$

$$(60\text{ V})(2.4\text{ A}): (60\text{ V})(270\text{ mA})$$

$$144\text{ W} > 16.2\text{ W}$$

Exactamente la potencia entrada suministrada en conexión triángulo es mayor que la potencia entrada en conexión estrella para este caso. Los valores de potencia entrada a cada nivel del voltaje son los siguientes:

V(V)	Triángulo		Estrella	
	I(A)	P(W)	I(A)	P(W)
10	1.6	16	0.1	1
20	1.8	80	0.24	4,8
30	2	60	0.29	8,7
40	2	80	0.29	11,6
50	2.2	110	0.27	13,5
60	2.4	144	0.27	16,2
70	2.8	196	0.29	20,3

80	3.2	176	0.30	24
90	3.6	324	0.33	29,7
100	4	400	0.39	39
110	4.4	484	0.41	45,1

Tabla 2. Potencia en función de corriente para cada conexión.

Una mejor visualización del comportamiento de las potencias entrada suministrada por la fuente es graficando todos los datos, pero en funciones separadas.

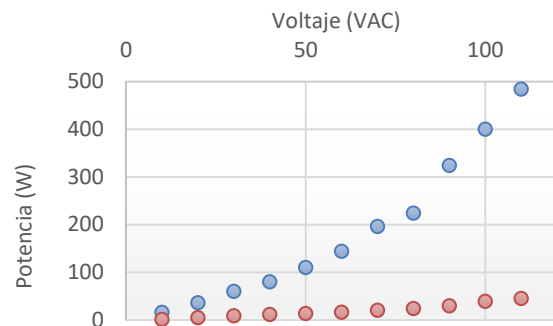


Ilustración 12. Gráfica de potencia en función de voltaje de alimentación de estrella (naranja) y triángulo (azul).

Toca tener en cuenta la potencia nominal que posee el motor, la cual es de 175W, por lo que en conexión en triángulo después de 60 VAC sobrepasa el valor nominal debido a que la corriente sobrepasa el valor de corriente máximo de las bobinas.

La potencia en conexión en triángulo es considerablemente mayor respecto a la conexión en estrella ya que en ésta aumenta aproximadamente lineal con una pendiente pequeña, la otra gráfica tiende a comportarse como una función exponencial, lo que implicaría que la corriente aumentaría de forma la misma manera. Para comprobar la anterior

afirmación, se muestran las gráficas de las corrientes en función del voltaje:

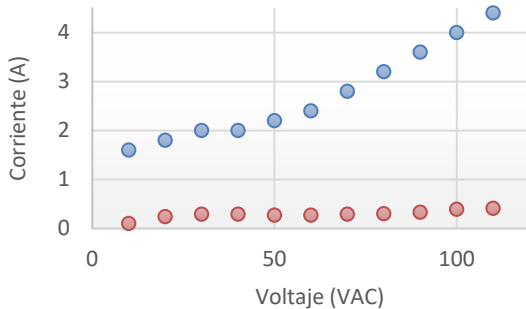


Ilustración 4. Gráfica de corriente en función de voltaje de alimentación de estrella (naranja) y triángulo (azul).

De esa manera, el comportamiento de la corriente de la conexión en triángulo tiende a crecer mucho más rápido que el voltaje, por la relación de $IL = \sqrt{3}If$, explicando el comportamiento de la potencia y afirmando la característica de la corriente en conexión en triángulo.

Analizando la velocidad, las gráficas son las siguientes:

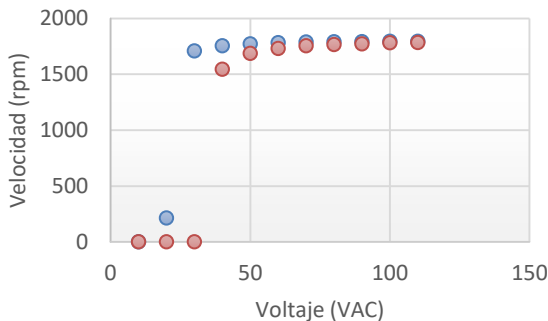


Ilustración 5. Gráfica de velocidad en función de voltaje de alimentación de estrella (naranja) y triángulo (azul).

Un dato importante es la velocidad nominal del motor, 1670 rpm. Con ese dato, las dos conexiones sobrepasan la velocidad nominal y además otra característica que comparten es que

también tienden a quedarse en un valor constante de velocidad. La gran diferencia es que esas propiedades en común ocurren a diferentes voltajes.

El motor en conexión en estrella se demora en arrancar, aunque tenga voltaje y corriente suministrada como se muestran en los gráficos y tablas anteriores. Eso implica que la corriente inducido del estator al rotor no es la suficiente, por ende la estructura jaula ardilla no recibirá la suficiente fuerza para moverse. Después de 30 VAC, el motor empieza a girar y el cambio es grande, pues a 40 VAC comienza con una velocidad de 1544 rpm y a 50 VAC sobrepasa la velocidad nominal.

En conexión triángulo, el motor también se demora en generar movimiento, pero lo hace a menor voltaje que la conexión en estrella y el cambio lo hace de menor diferencia, por encima de 10 VAC y a 20 VAC 213.1. Pero a 30 VAC ya sobrepasa la velocidad nominal y durante el resto del arranque suave, el cambio de velocidad es mínimo, tendiendo a que la velocidad se establezca en un valor constante. Lo mismo pasa en conexión estrella por encima de 50 VAC, la velocidad tiende a establecerse en un valor constante.

9. CONCLUSIONES

El voltaje medido en el motor, para el montaje en conexión estrella fue mucho mayor que el voltaje nominal aplicado por la fuente trifásica, así mismo la corriente entregada por la fuente es la misma que circula por el circuito.

Se evidencia que el motor en conexión triángulo tiene una potencia consumida mucho mayor que cuando se encuentra en conexión estrella.