






Análisis comparativo de los diferentes tipos de arrancadores en motores de inducción

Comparative analysis of the different types of starters in induction motors

Autores:

-  José Ezequiel Quizhpe Cartuche¹ | jquizhpe7324@utm.edu.ec
-  Isaac David Witong Zambrano¹ | iwitong3977@utm.edu.ec
-  Gabriel Enrique Pico Mera¹ | gabriel.pico@utm.edu.ec

¹Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Portoviejo, Manabí,
Ecuador

Recepción: 19 de febrero de 2026 | **Aceptación:** 30 de marzo de 2026 | **Publicación:** 30 de abril de 2026

Resumen

El análisis de los métodos de arranques utilizados en los motores trifásicos de inducción tiene un papel fundamental debido a que influyen directamente en el comportamiento de la corriente de arranque de los motores. Este estudio compara los métodos de arranque convencionales, como el arranque directo, el arranque estrella-triángulo y el arranque con convertidor de frecuencia, en cuanto a sus características operativas y limitaciones. La metodología empleada se basa en un enfoque experimental, respaldado por ensayos de laboratorio con diversos métodos de arranque. Se consideraron variables como la corriente de arranque y la corriente nominal del motor para determinar el efecto de cada método en el rendimiento del motor. Los resultados muestran que el uso de un convertidor de frecuencia como método de arranque para un motor de inducción trifásico permite una reducción significativa de la corriente de arranque máxima y un control de aceleración del motor más eficiente en comparación con los otros dos métodos mencionados. Por ende, esta alternativa se posiciona como la más eficiente y adecuada para la aplicación en las industrias.

Palabras clave: Corriente; Arranque; Motor; Inducción; Trifásico

Abstract

The analysis of starting methods used in three-phase induction motors plays a fundamental role because they directly influence the behavior of the motor starting current. This study compares conventional starting methods-such as direct starting, star-delta starting, and frequency converter starting-in terms of their operational characteristics and limitations. The methodology employed is based on an experimental approach, supported by laboratory tests using various starting methods. Variables such as starting current and rated motor current were considered to determine the effect of each method on motor performance. The results show that using a frequency converter as a starting method for a three-phase induction motor allows for a significant reduction in maximum starting current and more efficient motor acceleration control compared to the other two methods mentioned. Therefore, this alternative stands out as the most efficient and suitable for industrial applications.

Keywords: Current; Start; Motor; Induction; Three-phase



1. Introducción

Los motores de inducción son los más utilizados tanto en lo doméstico como en lo industrial, ya que, tiene grandes virtudes de durabilidad, fácil mantenimiento, un bajo costo y simplicidad al ser instalado. Su funcionamiento se basa en la ley de inducción de Faraday: La excitación de la bobina interna, que forma el estator, genera un campo magnético giratorio que, a su vez, induce una corriente en el rotor (Aguirre & Gonzales, 2022). El proceso de arranque de una máquina eléctrica se denomina arranque. Para que este proceso se produzca en un motor asíncrono, el par de arranque debe superar el par de resistencia de carga. Si se cumple esta condición, se genera un par de aceleración que permite al rotor aumentar gradualmente su velocidad hasta alcanzar un estado estacionario. Entonces, el par del motor y el par de carga se equilibran. Al momento del arranque del motor de inducción trifásico genera más corriente de la nominal, lo que con lleva caídas de tensión y esfuerzos mecánicos en el sistema. Sin embargo, para poder mitigar este fenómeno y proteger el motor como el sistema eléctrico, se emplearán los arrancadores de corriente (Freire et a 2024).

Tales dispositivos ayudan a limitar la corriente de arranque mediante el control, el voltaje aplicado al motor de inducción (Huamán Cruz, 2020). Asimismo, la literatura ha explorado metodologías para determinar la selección óptima del arranque, ya que su elección tiene un impacto significativo a la hora de operación junto a los motores de inducción y en el beneficio económico del mismo.

La metodología consistió en un banco de pruebas que se basaron en información previamente verificada con datos reales. Este artículo y sus componentes constituyen una valiosa fuente de información que complementa la formación teórica con ejercicios prácticos para enriquecer la experiencia de aprendizaje. El objetivo es optimizar el



proceso de aprendizaje y lograr resultados académicos óptimos, beneficiando a todos aquellos que necesitan trabajar con diversos métodos de operación de motores de inducción. Esto refuerza y consolida los conocimientos teóricos mediante la aplicación práctica.

Motor de inducción trifásico

Fundamentos técnicos del motor de inducción trifásico.

El motor asíncrono es el dispositivo electromecánico más utilizado en la industria. Esto se debe a su diseño sencillo y robusto, sus bajos costos operativos, su facilidad de mantenimiento y su versatilidad. Además, cabe destacar que el consumo energético de los motores trifásicos representa aproximadamente el 50 % de la demanda total de electricidad (Pacheco & Santos, 2020).

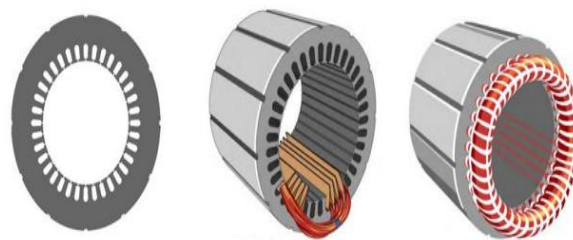
Los motores de inducción modernos están diseñados para su uso en diversos entornos exigentes, incluyendo entornos impermeables (IP), a prueba de polvo y resistentes a la corrosión. Sus principales ventajas incluyen la capacidad de manejar cualquier tipo de carga con tasas de fallo mínimas, mantener velocidades casi constantes, soportar ciclos de funcionamiento elevados en aplicaciones de baja potencia y operar bajo cargas moderadas (Rodríguez & Vásquez, 2025).

Principio de funcionamiento y componentes

En un motor de inducción, el estator constituye la carcasa exterior fija, mientras que el rotor, el componente giratorio interno, está separado de ella por un entrehierro de dimensiones precisas. El estator contiene un sistema de bobinado que, al aplicarse corriente alterna, genera un campo magnético variable debido a las fluctuaciones de voltaje. Este campo induce corrientes eléctricas en el rotor, creando así un conjunto de electroimanes. Esta característica justifica su clasificación como motor de inducción.

La interacción entre los bobinados del estator, el campo magnético inducido y las corrientes del rotor genera un par electromagnético que impulsa la rotación del motor en la dirección del par resultante. El estator, el componente fijo del motor, consta de finas capas de acero al silicio o hierro fundido, materiales altamente permeables al campo magnético, apiladas y conformadas en un cilindro hueco con ranuras axiales. Estas ranuras contienen bobinados conductores aislados que, junto con el núcleo circundante, forman los devanados (correspondientes a los polos magnéticos). El número de estos devanados viene determinado por el cableado interno. Los devanados del estator están conectados directamente a la fuente de alimentación. En un motor de inducción trifásico, los devanados del estator constan de tres fases de devanado desfasadas 120 grados (Valencia Rodríguez, 2022).

Figura 1. Estator de un motor

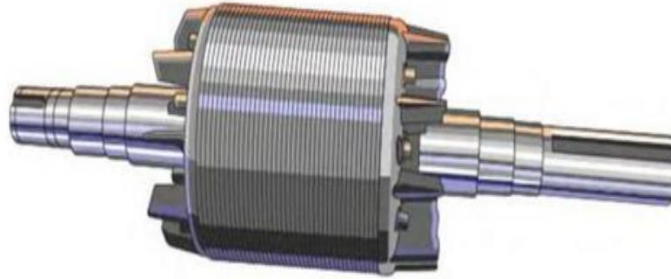


Fuente: Vasquez Montalvan (2024)

El rotor consta de varias capas de placas delgadas de acero con ranuras axiales por las que discurren caminos conductores espaciados regularmente. Estos caminos conductores están conectados mecánica y eléctricamente en sus terminales mediante anillos de cortocircuito. El diseño de rotor de jaula de ardilla es el más común y, gracias a su simplicidad y alta resistencia mecánica, se utiliza en más del 80 % de todos los motores de inducción. El núcleo del rotor es delgado y cilíndrico, con ranuras paralelas dispuestas axialmente para alojar los caminos conductores. Los caminos conductores del rotor están

conectados a un cortocircuito permanente en sus terminales mediante anillos de conexión (Valencia Rodríguez, 2022).

Figura 2. Rotor de motor



Fuente: Vasquez Montalvan (2024)

El principio de funcionamiento de estos motores, como el de la mayoría de las máquinas asíncronas, se basa en la rotación generada por un campo magnético que impulsa el rotor. Los motores de inducción se distinguen por su capacidad de generar un campo magnético giratorio en el estator mediante una fuente de alimentación de corriente alterna trifásica. La velocidad del rotor de un motor de inducción está determinada por el campo magnético del estator, que gira a velocidad síncrona (Valencia Rodríguez, 2022).

Principio del deslizamiento en motores trifásicos.

Un motor asíncrono trifásico funciona generando un campo magnético giratorio. Esto ocurre cuando se aplica una tensión sinusoidal trifásica a los devanados del estator, con una diferencia de fase de 120° entre las fases. La velocidad de rotación de este campo magnético, denominada velocidad síncrona (n), depende de dos factores principales: el número de pares de polos (p) del motor y la frecuencia de la alimentación (f). Esta relación se puede expresar mediante la ecuación 1.

$$n = 60 \frac{f}{p} \quad (1)$$

El campo magnético giratorio generado en los devanados del estator penetra en los conductores del rotor e induce una fuerza electromotriz (FEM) en ellos. Dado que estos conductores están en cortocircuito, se inducen corrientes eléctricas que, a su vez, generan

un segundo campo magnético giratorio. La interacción entre este campo inducido y el campo giratorio del estator produce un par electromagnético que pone en rotación al rotor. Por lo tanto, los convertidores de frecuencia funcionan según el principio de que la velocidad síncrona de un motor de CA depende directamente de la frecuencia de la alimentación y del número de polos del estator. Esta relación se puede representar según la ecuación 2 de la siguiente manera (Morales et a 2025).

$$RPM = 120 \frac{f}{p} \quad (2)$$

En los motores asíncronos, la velocidad de rotación, medida en revoluciones por minuto (RPM), es ligeramente inferior a la velocidad síncrona. Esta diferencia se debe al deslizamiento, una característica definitoria de su funcionamiento y el origen de su nombre. Existe una ligera desviación entre la velocidad del rotor (también llamada velocidad efectiva o de salida) y la velocidad del campo magnético giratorio, que teóricamente sigue la relación aplicable tanto a motores síncronos como asíncronos.

Esto ocurre porque el rotor no alcanza la velocidad de rotación máxima del campo magnético del estator, sino que es impulsado por él. El campo magnético siempre gira a mayor velocidad, y el deslizamiento impide que el rotor alcance la misma velocidad. Esto es lo que permite que el motor funcione de forma continua. El deslizamiento se define como la disminución de la velocidad angular del motor con respecto a la velocidad síncrona. Esta diferencia es esencial para generar par electromagnético y se suele expresar como un porcentaje de la velocidad síncrona. En un motor de inducción, la tensión inducida en las barras del rotor está determinada por la velocidad relativa entre el rotor y el campo magnético giratorio. Dado que el comportamiento del motor depende de las corrientes y tensiones presentes en el rotor, resulta más apropiado analizar esta relación utilizando la velocidad relativa. Para describir este fenómeno se emplean conceptos específicos, como la velocidad de deslizamiento (n_{des}), que es igual a la diferencia entre

la velocidad síncrona (n_{sinc}) y la velocidad del rotor (n_r), como se muestra en la ecuación 3.

$$n_{des} = n_{sinc} - n_r \quad (3)$$

El otro concepto para describir el movimiento relativo es el deslizamiento, que se determina mediante la siguiente ecuación 4.

$$s = \left(\frac{n_{des} - n_r}{n_{sinc}} \right) * 100\% \quad (4)$$

Es importante destacar que el deslizamiento es cero ($s = 0$) cuando el rotor alcanza la velocidad síncrona; por el contrario, alcanza su valor máximo ($s = 1$) cuando el rotor está en reposo. Todas las condiciones normales de funcionamiento del rotor se encuentran dentro de este rango.

Además, la velocidad mecánica puede expresarse como una función de la velocidad síncrona y el deslizamiento. Reordenando las ecuaciones anteriores, obtenemos la ecuación 5.

$$n_r = (1 - S) * n_{sinc} \quad (5)$$

Estas relaciones son fundamentales para el análisis del par motor y la transmisión de potencia. La Tabla 1 muestra los valores típicos de deslizamiento nominal en función del número de polos del motor a una frecuencia de 60 Hz.

Tabla 1. Valores nominales de velocidad para maquinas asíncronas.

Número de polos.	n_{sinc} RPM	n_r RPM	S%
2	3600	3550	1.38
4	1800	1750	2.7
6	1200	1150	4.16
8	900	850	5.5

Fuente: Cando & Murillo (2023)



La velocidad del rotor (n_r) y el deslizamiento (s) son inversamente proporcionales: si uno disminuye, el otro aumenta, y viceversa. Por ejemplo, un deslizamiento elevado indica que el rotor gira a baja velocidad, mientras que el campo magnético del estator continúa girando a velocidad síncrona (Cando & Murillo, 2023).

Fundamentos del arranque de motores

El arranque es la fase de transición en la que un motor, partiendo del reposo, alcanza su velocidad de funcionamiento constante. Desde la perspectiva de la dinámica de máquinas, un par de aceleración positivo es un requisito indispensable para un arranque exitoso. Esto significa que el par electromagnético generado por el motor debe superar el par de resistencia generado por la carga. Si no se alcanza este desequilibrio mecánico, el sistema no podrá vencer la inercia inicial para generar movimiento, o bien se detendrá prematuramente si las fuerzas se equilibran antes de alcanzar la velocidad nominal requerida (Mauro & Tito, 2023).

Tipos de arranque para motores asíncronos trifásicos

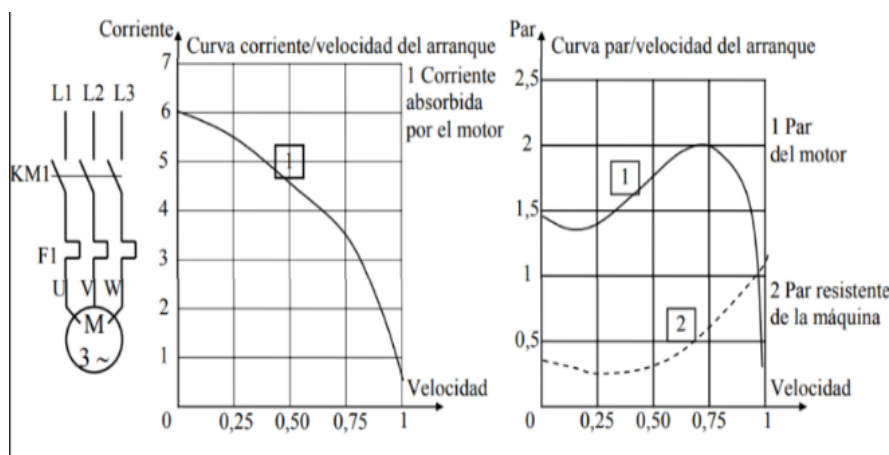
Si bien los procedimientos de arranque para motores asíncronos trifásicos son más sencillos que los de los motores síncronos, y técnicamente pueden conectarse directamente a la red eléctrica, esta práctica generalmente no se recomienda en entornos industriales. La razón principal es la elevada corriente de arranque, que puede provocar caídas significativas en la tensión de la red eléctrica, afectando negativamente su estabilidad.

En concreto, en los motores de jaula de ardilla, la corriente de arranque no es constante, sino que fluctúa considerablemente en función de dos factores críticos: la potencia nominal del motor y la resistencia efectiva del rotor durante el arranque.

Arranque directo.

El arranque directo es el método de arranque más simple y directo. La tensión nominal completa se aplica a los terminales del estator (U, V, W) mediante un único interruptor electromecánico. Debido a su funcionamiento, este método se utiliza normalmente para motores de baja potencia o en instalaciones donde la red eléctrica es lo suficientemente robusta como para soportar la corriente máxima transitoria. Esta corriente máxima suele ser de 5 a 7 veces la corriente nominal. En la práctica, este sistema es estándar para motores de jaula de ardilla conectados a cargas que no requieren una aceleración suave. A diferencia de los métodos de baja tensión, donde una caída de tensión provoca una caída significativa del par, el arranque directo utiliza el par máximo de diseño del motor desde el principio. Sin embargo, esto tiene la desventaja de que la curva de velocidad no se puede controlar durante el arranque.

Figura 3. Se observa la curva de arranque directo.



Fuente: Ayuque Silva (2021)

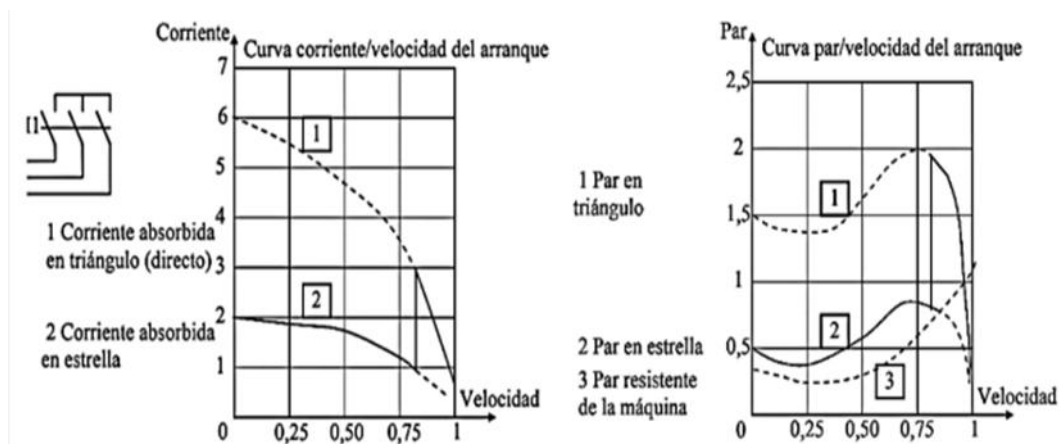
Arranque estrella-triángulo

En este método, el motor se arranca inicialmente en conexión estrella. Tras alcanzar la velocidad adecuada, se cambia a conexión triángulo para completar la aceleración. Este método solo es aplicable si la tensión de red coincide con la tensión de fase del motor.

Se trata de un arranque de baja tensión, ya que cada bobinado del motor se alimenta inicialmente con la tensión de red, y esta se utiliza únicamente después del cambio (Fernández & Tito, 2023).

- Aspectos clave a considerar:
- Corriente de arranque (I_a): Entre 1,4 y 2,6 veces la corriente nominal (I_n).
- Par de arranque (m_A): Entre el 30 % y el 50 % del par nominal (M_n).
- Ventajas del arranque estrella-triángulo:
- Menor consumo de energía durante el arranque.
- Opciones de arranque ilimitadas.
- Panel de control compacto.

Figura 4. Se observa la curva de arranque estrella-triángulo.



Fuente: Ayuque Silva (2021).

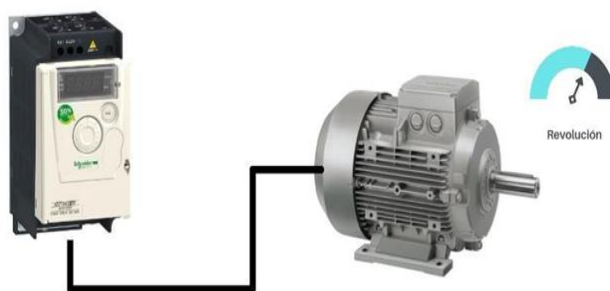
Arranque con convertidor de frecuencia (CF)

Un motor trifásico se arranca mediante un convertidor de frecuencia (CF) a través de un dispositivo electrónico que regula de forma integral la alimentación eléctrica de los motores de inducción. Este dispositivo ajusta la frecuencia de la energía eléctrica suministrada, lo que permite un control preciso de la velocidad del motor mediante variaciones controladas en la frecuencia y la tensión de salida.

Durante el proceso de arranque con CF, la frecuencia aplicada al estator aumenta gradualmente, mientras que la tensión o la corriente se ajustan simultáneamente para mantener un flujo magnético constante durante todo el funcionamiento. La frecuencia comienza con un valor bajo y luego aumenta hasta su valor nominal. Esto produce un aumento de velocidad síncrono proporcional a la velocidad nominal, lo que garantiza un arranque suave y controlado del motor (Ayuque Silva, 2021).

La principal ventaja de los convertidores de frecuencia (CF) reside en sus corrientes de arranque significativamente menores en comparación con otros métodos de arranque. En los sistemas convencionales, estas corrientes máximas pueden generar una tensión excesiva en los conductores y requerir un par de arranque mayor, lo que puede provocar perturbaciones en la red y caídas de tensión. Además, el proceso de arranque puede causar desgaste en los componentes del sistema y golpes mecánicos. Internamente, estas condiciones también contribuyen al sobrecalentamiento y al desgaste prematuro de componentes como las conexiones mecánicas (Valencia Rodríguez, 2022).

Figura 5. Se observa el variador de frecuencia en motor de inducción.



Fuente: Valencia Rodríguez (2022).

Metodología

El estudio para pruebas de arranques en motores de inducción trifásicos tiene como finalidad el análisis, la evaluación y comparación de los resultados conseguidos como de manera, practica y también teórica. Ahora, se define el proceso de realización de pruebas.

En el estudio de motores asíncronos trifásicos, uno de los parámetros más importantes es analizar la corriente que ingresa a este motor, por ende, la corriente de arranque es una de las principales razones causar averías internas al motor, por lo que se debe verificar el arranque que se realiza, ya que puede alcanzar valores de 2 a 7 veces el valor nominal. Por lo tanto, los métodos aplicables en esta investigación serán el arranque directo, estrella-triángulo y variador de frecuencia, para reducir el pico de las corrientes en el motor.

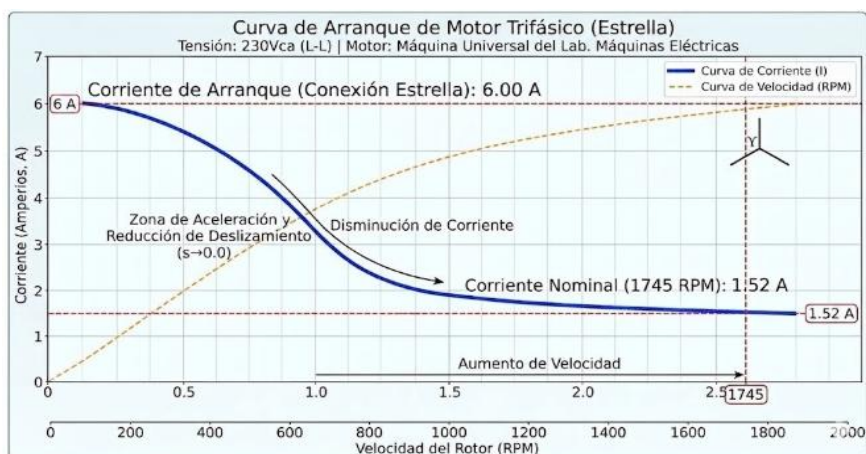
Estas mediciones a realizar utilizan un motor asíncrono, que corresponde a la máquina universal del laboratorio de máquinas eléctricas, ya que funciona como un motor trifásico de 4 polos a 1800 rpm.

Resultados

Se uso un motor de inducción trifásico universal, en el cual se realizarán las pruebas para obtener datos reales del comportamiento de la corriente inicial en cada tipo de arranque.

Conexión en arranque directo con topología estrella.

Figura 5.1. Curva en función de la corriente y velocidad del motor universal, en topología estrella.



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la corriente máxima de arranque en el momento en que se conecta en estrella al nivel de voltaje de 230 V es de 6 amperios. La figura muestra la corriente

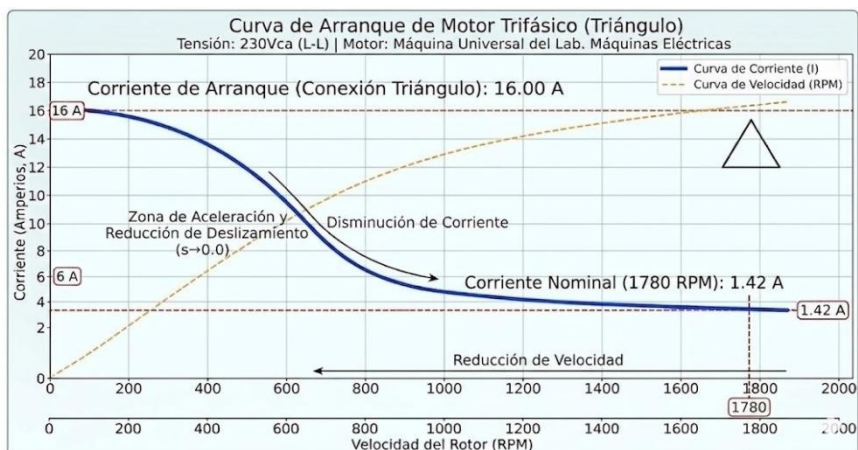
máxima (6 A) y cómo luego disminuye (1,52 A) a medida que el motor comienza a acelerar hasta alcanzar la velocidad nominal de 1745 rpm.

Dado que la tensión de fase de salida es de 132,79 V (calculada dividiendo la tensión de alimentación entre $(230/\sqrt{3})$), se pueden determinar diversos parámetros de funcionamiento, como el deslizamiento, la frecuencia del estator y la frecuencia del rotor. A una velocidad de 1745 rpm, el deslizamiento calculado fue del 3,05 %.

Conexión en arranque directo con topología en triángulo.

En conexión delta, se midió una corriente de arranque de 16 A y valores de funcionamiento nominales de 1,42 A. La figura 4.2 ilustra el comportamiento de estas variables, incluida la estabilidad de la velocidad.

Figura 5.2. Curva en función de la corriente y velocidad del motor universal, en topología triángulo.



Fuente: Elaboración propia

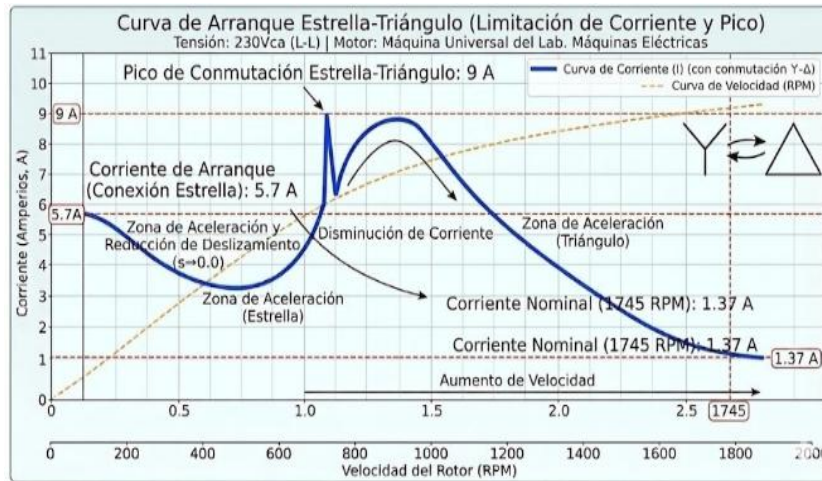
Con el método de arranque en delta el motor realizará un esfuerzo mayor en comparación a la estrella, por ende, alcanza una velocidad mayor a la topología antes mencionada, de la cual se pudo evidenciar que su velocidad aumento hasta 1780 rpm, provocando que el deslizamiento a 60 Hz sea de 1.11%.

Conexión en arranque estrella-triángulo.

El método de arranque estrella-triángulo es eficaz para limitar la corriente de arranque, que comienza en 6 amperios. La figura 4.3 ilustra el comportamiento del motor durante

la conmutación: al cambiar de conexión estrella a triángulo, se produce una corriente máxima de 9 amperios, tras la cual la corriente disminuye gradualmente hasta que el dispositivo alcanza su corriente nominal de aproximadamente 1,42 amperios.

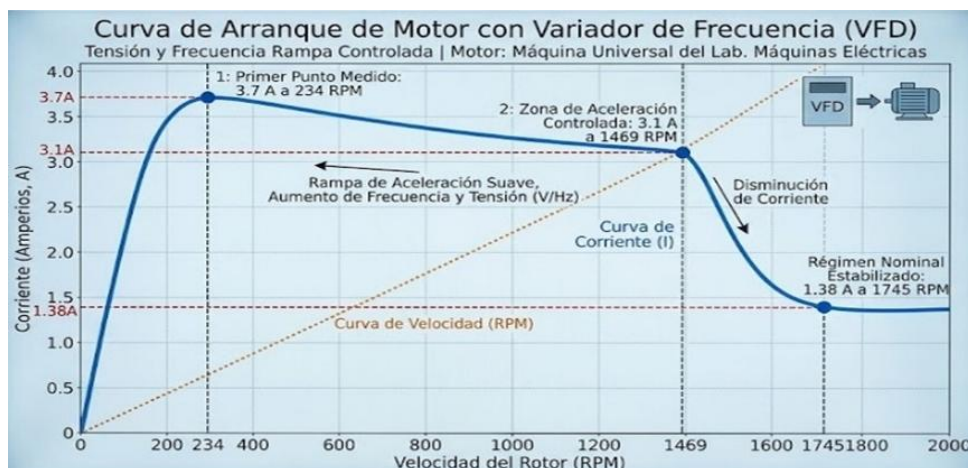
Figura 5.3. Curva en función de la corriente y velocidad del motor universal, en topología estrella-triángulo.



Fuente: Elaboración propia

Conexión en arranque con variador de frecuencia.

Figura 5.4. Curva en función de la corriente y velocidad del motor universal, con un variador de frecuencia.



Fuente: Elaboración propia

En este método donde se utilizó un variador de frecuencia a 30 Hz, se observa que, en las mediciones realizadas, tenemos un pico de arranque de 3.7 A, empezando con una



velocidad de 234 rpm, ahora cuando el motor está a 1469 rpm y con una frecuencia de 50 Hz, tenemos una corriente de 3.1 A, hasta acercarse a su velocidad y corriente nominal que es de 1745 rpm, y 1.38 A, ya con la frecuencia de 60 Hz, donde obtenemos una estabilización del sistema.

Discusión / Conclusiones

Se realizaron procedimientos experimentales en un motor trifásico de inducción donde se emplearon los diferentes métodos de arranques como el directo, estrella – triángulo y variador de frecuencia, donde se evaluó principalmente el comportamiento de la corriente de arranque. Dentro del arranque directo se analizó independientemente en estrella y luego triángulo donde se obtuvo que con la topología estrella el pico de arranque alcanza una corriente de 6 A mientras que en el delta fue de 16 A, confirmando que con la configuración delta genera picos de arranques elevados que pueden afectar a la red eléctrica, aunque su implementación es simple y económica.

El método estrella-triángulo muestra una mejora en la reducción de la corriente de irrupción al cambiar de estrella a triángulo, con una corriente de irrupción de 6 amperios al invertirse, y al cambiar a triángulo la corriente de irrupción es de 9 amperios, lo que indica una reducción inicial del efecto en comparación con la corriente de irrupción del triángulo directo, aunque todavía se observa un aumento significativo de la corriente durante la transición entre configuraciones.

Mediante un convertidor de frecuencia, se determinó que la corriente máxima de arranque era de aproximadamente 3,7 amperios, disminuyendo gradualmente hasta 1,38 amperios. Este comportamiento es característico del arranque suave, donde se evitan picos elevados gracias al control de frecuencia.



Recomendaciones

Se recomienda utilizar convertidores de frecuencia al arrancar el motor, ya que estos limitan los picos de arranque y permiten que la corriente se aproxime a la corriente nominal del motor. Esto reduce la carga en la red eléctrica y prolonga la vida útil de la máquina.

No se recomienda el uso de arrancadores de arranque directo en motores de alto rendimiento, ya que la corriente de arranque puede alcanzar más de siete veces el valor nominal, lo que puede provocar inestabilidad en el sistema eléctrico.

Referencias

- Aguirre, V., & Gonzales, L. (2022). Diseño e implementación de un tablero eléctrico de pruebas para la evaluación de parámetros eléctricos en arranque de motores monofásicos y trifásicos para procesos industriales. Trabajo de titulación, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Libertad.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8466>
- Ayuque Silva, J. (2021). Módulos de arranque de motores trifásicos. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Obtenido de <https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/49f2808f-79b7-4f3c-87a3-404e3116da8e/content>
- Cando, T., & Murillo, j. (2023). Análisis Del Comportamiento De Un Motor Asíncrono. Universidad Técnica de Cotopaxi.
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11421/1/PI-002644.pdf>
- Fernández, M., & Tito, E. (2023). Estudio de sistemas de arranque en motores eléctricos. Estudio de caso: Frigorífico. Mar del plata.
<http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/handle/123456789/730>



Freire, L., Castillo, J., Flores, L., & Amores, A. (2024). Control de motores eléctricos.

Jipijapa:

Alema.

<https://editorialalema.org/libros/index.php/alema/article/view/28/28>

Huamán Cruz, L. A. (2020). Elección óptima de arranque de motores eléctricos trifásicos asíncronos según su uso en la industria. universidad continental.

<https://repositorio.continental.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/2bfa4d6b-af9e-4ef0-9bab-80b40de74eba/content>

Mauro, F., & Tito, E. (2023). Estudio de sistemas de arranque en motores eléctricos.

Estudio de caso: Frigorífico. RINFI.

<https://rinfi.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/730/MFernandez%2bE-Tito-TFG-IEI-2023.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Morales Cevallos, J. W., Carrión Espín, D., Morales Rovalino, V. F., Iza Toapanta, E. P.,

Iza Toapanta, Á. R., & Tierra Tingo, L. F. (2025). Arranque y control de velocidad de motores trifásicos. Revista Multidisciplinar De Estudios Generales, 4(2). <https://doi.org/10.70577/reg.v4i2.131>

Pacheco, w., & Santos, k. (2020). análisis tecnológico de motor de inducción trifásico

tipo jaula de ardilla. Dominio de las ciencias. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8385965.pdf>

Rodríguez, L. R., & Vásquez, L. R. (2025). Análisis del desempeño de motores de inducción trifásicos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco., 1, 122.

<https://doi.org/10.19136/admt.300425.285>

Valencia Rodríguez, D. (2022). Simulación de los principales tipos de arranque de un motor trifásico de inducción: simulación de tipos de arranque de un motor

trifásico. 48. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23105>



Vasquez Montalvan, C. E. (junio de 2024). Desarrollo de una metodología para el modelamiento y caracterización del comportamiento térmico del motor trifásico de inducción tipo jaula de ardilla, en régimen estable.

<https://hdl.handle.net/20.500.12867/9915>

