

REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR MEDIANTE UN VARIADOR

CARLOS MARIO GIL RODRÍGUEZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

MEDELLÍN

2015

Carlos Mario Gil Rodríguez

Trabajo de grado presentado para optar al título de Tecnólogo
en Electrónica

Asesor:

Carlos Alberto Monsalve Jaramillo
Tecnólogo en electrónica especialista
En desarrollo de proyectos

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
MEDELLÍN
2015

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

Carlos Mario Gil Rodríguez

Se pretende lograr implementar un módulo que controle el motor de jaula de ardilla de un extractor de polvo en la sección de madera en el SENA de Itagüí, el tablero de control que se va diseñar es con el fin de variar la frecuencia y la velocidad del motor con propósito de reducir el consumo, polvo y aumentar la vida útil de este motor, ya que se ha observado que este tipo de motor presenta un alto consumo de energía, y en aras de coadyuvar con el medio ambiente y mejorar las condiciones de Seguridad Industrial del personal en general.

Los motores de Inducción. es sin duda el más común de todos los motores eléctricos, por su sencillez y forma constructiva. elimina el devanado en el rotor o inducido. las planchas magnéticas forman el núcleo del rotor, una vez ensambladas dejan unos espacios cilíndricos que sustituyen a las ranuras de los rotores bobinados, por estas ranuras pasan unas barras de cobre (o aluminio) que sobresalen ligeramente del núcleo, estas barras o conductores están unidos en ambos lados por unos anillos de cobre. Se denomina Jaula de Ardilla por la similitud que tiene con una jaula.

Palabras claves: Variador de velocidad, Motor inducido.

ABSTRACT

Carlos Mario Gil Rodríguez

It aims to successfully implement a module controlling the motor squirrel cage of a cyclone in the wood section SENA Itagui, control board that will design it in order to vary the frequency and speed engine to reducing the consumption, dust and increase the life of this engine, since it has been observed that this type of engine has a high power consumption, and in order to contribute to the environment and improve safety conditions Industrial staff in general.

Induction motors. It is arguably the most common of all electric motors, for its simplicity and constructively. Eliminates winding rotor or armature. The magnetic plates forming the rotor core, once assembled cylindrical spaces left replacing the rotor winding grooves, pass through these slots copper bars (or aluminum) which protrude slightly from the core, these bars or conductors are attached on both sides by copper rings. Squirrel Cage called for the similarity it has with a cage.

Keywords: Variable speed induced Motor.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	8
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
2. JUSTIFICACIÓN.	9
3. OBJETIVOS.	10
3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	10
4. MARCO TEÓRICO.	11
4.1 Motor de Inducción.	11
4.2 Motor asincrónico de rotor bobinado	12
4.3 Motor asincrónico tipo jaula de ardilla	13
4.4. Característica de funcionamiento del motor de inducción.....	14
4.5 Fundamentos básicos sobre el control de velocidad de un motor trifásico de inducción. ..	15
4.6. Control de velocidad mediante el cambio en la frecuencia de alimentación.....	15
4.7 Variador de velocidad	16
4.8 Características	17
5. METODOLOGÍA	18
5.1 TIPO DE PROYECTO	18
5.2 MÉTODO.....	18
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	18
5.3.1. Fuentes Primarias	18
5.3.2. Fuentes Secundarias.....	18
6. RESULTADOS DE PROYECTO.....	19
7. CONCLUSIONES.....	24
8. RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

TABLA DE FIGURAS	Figura 1. Motor Inducido	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2.	Motor asíncrono de rotor bobinado	12
Figura 3.	Motor asíncrono tipo jaula de ardilla.....	13
Figura 4 .	Variador de velocidad.....	16
Figura 5.	Montaje del variador.....	19
Figura 6.	Conexión del motor	20
Figura 7 .	Programación del variador.....	21
Figura 8.	Funcionamiento	22

INTRODUCCIÓN

El SENA (Calatrava) es un establecimiento público del orden nacional, con autonomía administrativa, adscrito al ministerio del trabajo.

Con el presente trabajo de investigación, planeación. se pretende lograr implementar un módulo que controle el motor de jaula de ardilla de un extractor de polvo en la sección de madera en el SENA de Itagüí, el tablero de control que se va diseñar es con el fin de variar la frecuencia y la velocidad del motor con propósito de reducir el consumo, polvo y aumentar la vida útil de este motor, ya que se ha observado que este tipo de motor presenta un alto consumo de energía, y en aras de coadyuvar con el medio ambiente y mejorar las condiciones de Seguridad Industrial del personal en general.

Se plantea utilizar un variador de velocidad SINAMIC G110, el cual nos permiten el control de la velocidad de un motor eléctrico, este es el método más eficiente de controlar la velocidad y de reducir el alto consumo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El problema parte de un alto consumo de energía que se está presentando en un motor jaula de ardilla que se encuentra en el SENA de Calatrava en Itagüí. El cual realiza la función de extractor de aire y desechos de madera.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será posible solucionar el problema con un variador de frecuencia?

3. JUSTIFICACIÓN.

Conociendo que el desarrollo de la tecnología avanza a pasos agigantados, surge la necesidad de ir innovando los diferentes equipos (Variador de Frecuencia) utilizando para el beneficio humano.

La planeación de este módulo de control con variador de frecuencia, nos ayuda a reducir el alto consumo de energía y al desarrollo de sistemas de enseñanza en la sección de maderas (Sena) la automatización industrial no sólo apoya al mejoramiento de la enseñanza y desarrollo tecnológico, sino que permite a los futuros tecnólogos adentrarse de manera más profunda en las tecnologías y procesos de control y automatización.

Es por eso que he considerado necesario la implementación de un módulo para el control de un motor asíncrono jaula de ardilla trifásico mediante un variador de frecuencia.

4. OBJETIVOS.

a. OBJETIVOS GENERALES.

Planear un módulo para el control de un motor asíncrono jaula de ardilla trifásico mediante un variador de frecuencia.

b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Construir un plano eléctrico y de control

Programar el variador de velocidad.

Desarrollar el módulo para el control de los motores asíncronos.

5. MARCO TEÓRICO.

a. Motor de Inducción.

Es sin duda el más común de todos los motores eléctricos, por su sencillez y forma constructiva. Elimina el devanado en el rotor o inducido. las planchas magnéticas forman el núcleo del rotor, una vez ensambladas dejan unos espacios cilíndricos que sustituyen a las ranuras de los rotores bobinados, por estas ranuras pasan unas barras de cobre (o aluminio) que sobresalen ligeramente del núcleo, estas barras o conductores están unidos en ambos lados por unos anillos de cobre. se denomina Jaula de Ardilla por la similitud que tiene con una jaula.

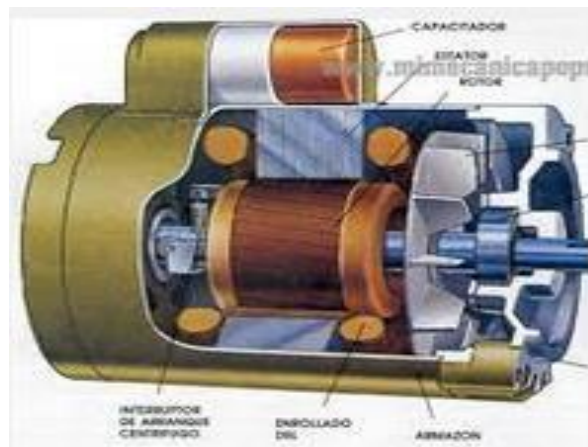


Figura 1. Motor Inducido

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Jaula_de_ardilla.

El motor de inducción, es el motor de corriente alterna más utilizado, debido a su Fortaleza y sencillez de construcción, buen rendimiento y bajo costo, así como a la ausencia de colector y al hecho de que sus características de funcionamiento se adaptan bien a una marcha a velocidad constante. el motor de inducción no necesita escobillas ni colector. su armadura es de placas de metal magnetizable. el sentido alterno de circulación, de la corriente en las espiras del estator genera un campo magnético giratorio que arrastra las placas de metal magnetizable y las hace girar. para una mejor ilustración de los llamados motores de inducción presentamos dos tipos de estos a saber:

Motor trifásico de inducción, dependiendo del tipo de rotor tenemos dos tipos de motores asincrónicos trifásicos:

- Motor asincrónico de rotor bobinado
- Motor asincrónico tipo jaula de ardilla

4.2 Motor asincrónico de rotor bobinado

Su característica principal es que en el rotor se aloja un conjunto de bobinas que además se pueden conectar al exterior a través de anillos rasantes. colocando resistencias variables en serie a los bobinados del rotor se consigue suavizar las corrientes de arranque. de la misma manera, gracias a un conjunto de resistencias conectadas a los bobinados del rotor, se consigue regular la velocidad del eje. un detalle interesante es que la velocidad del eje nunca podrá ser superior que la velocidad correspondiente si el motor fuera síncrono. se utiliza en aquellos casos en los que la transmisión de potencia es demasiado elevada (a partir de 200 KW) y es necesario reducir las corrientes de arranque. También se utiliza en aquellos casos en los que se desea regular la velocidad del eje.



Figura 2. Motor asíncrono de rotor bobinado

Fuente: <http://www.solucionesyservicios.biz/Variadores-SINAMICS/SINAMICS-G110>.

4.3. Motor asincrónico tipo jaula de ardilla

La diferencia con el motor de rotor bobinado es que el rotor de este está formado por un grupo de barras de aluminio o de cobre en forma similar al de una jaula de ardilla. La mayor parte de los motores, que funcionan con corriente alterna (AC) de una sola fase, tienen el rotor de tipo jaula de ardilla.

Los rotores de jaula de ardilla reales son mucho más compactos que tienen un núcleo de hierro laminado.

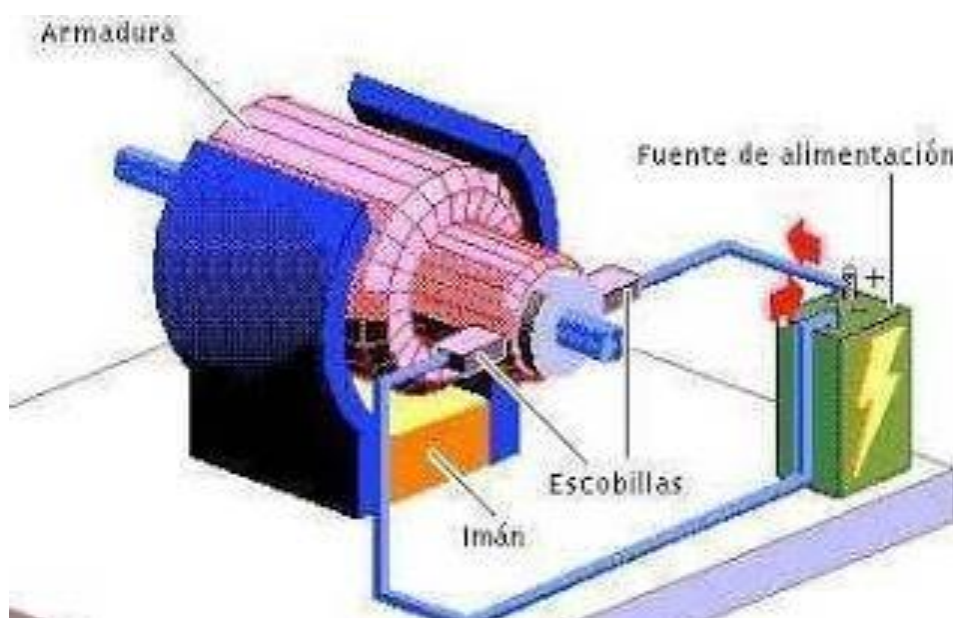


Figura 3. Motor asincrónico tipo jaula de ardilla.

Fuente: <https://www.google.com.co/search?q=motor+inducido&espv>

Deslizamiento La velocidad de giro del rotor debe ser menor que la velocidad del flujo magnético, puesto que si tuvieran la misma velocidad, las barras del rotor no cortarían las líneas de flujo y, por tanto, no se engendraría en ellas la fuerza electromotriz (f.e.m.), resultando que la corriente en el rotor sería nula. Debido a la resistencia con el aire y al rozamiento, el rotor no llega a alcanzar la misma velocidad que el flujo. y a esa diferencia se le denomina deslizamiento n_s . Donde: n_s = velocidad sincrónica, n = velocidad diferente a la sincrónica.

El Par motor cuando las líneas del campo magnético cortan las barras del rotor, se produce en ellas una fuerza electromotriz que da lugar a corrientes que circulan en los sentidos opuestos (en los hilos más próximos a los polos) es decir, que se producen esas corrientes en hilo separado 180°. Estos hilos se ven sometidos a unas fuerzas que tienden a moverlos en dirección perpendicular al campo magnético y produciendo con ello el llamado par motor.

Par de giro

El valor del par de giro del motor viene dado por:

$$M = K \cdot \delta \cdot I_r,$$

Siendo: K =

Constante.

δ = Flujo magnético del campo giratorio.

I_r = Intensidad de corriente del rotor

4.4. Característica de funcionamiento del motor de inducción

El funcionamiento de un motor, en general, se basa en las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica y la posibilidad de crear a partir de ellas, un campo magnético giratorio que induce un movimiento de rotación.

Si un motor de inducción comercial de jaula de ardilla se hace arrancar con el voltaje nominal en las terminales de línea de su estator desarrollará un par de arranque que hará que aumente su velocidad. al aumentar su velocidad a partir del reposo, disminuye su deslizamiento y su par disminuye hasta el valor en el que se desarrolle el par máximo.

Los pares desarrollados al arranque y al valor del deslizamiento que produce el par máximo ambos exceden al par aplicado a la carga. por lo tanto la velocidad del motor aumentará, hasta que el valor del deslizamiento sea tan pequeño que el par que se desarrolla se reduzca a un valor igual al par aplicado por la carga. el motor continuará trabajando a esta velocidad y valor de equilibrio del deslizamiento hasta que aumente o disminuya el par Aplicado.

Arranque de un motor trifásico de inducción. se denomina arranque de un motor al régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado de motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente. son necesarios los arrancadores para limitar la corriente de armadura que fluye cuando el motor se conecta, en el momento de arranque la corriente que alcanza el motor de inducción conectado directamente es de 4 a 8 veces la corriente del mismo a plena carga, y aunque puede ser de corta duración, produciría sobrecargas en la línea y consecuentemente caídas de voltaje de mucha incidencia en la red.

4.5 Fundamentos básicos sobre el control de velocidad de un motor trifásico de inducción.

El motor de corriente alterna, a pesar de ser un motor robusto, de poco mantenimiento, liviano e ideal para la mayoría de las aplicaciones industriales, tiene el inconveniente de ser un motor rígido en cuanto a la posibilidad de variar su velocidad. la velocidad del motor asincrónico depende de la forma constructiva del motor y de la frecuencia de alimentación. Como la frecuencia de alimentación que entregan las compañías de electricidad es constante, la velocidad de los motores asincrónicos es constante, salvo que se varíe el número de polos, el deslizamiento o la frecuencia.

4.6. Control de velocidad mediante el cambio en la frecuencia de alimentación

Al cambiar la frecuencia eléctrica aplicada al estator del motor de inducción, la velocidad de rotación de sus campos magnéticos cambiará en proporción directa al cambio de la frecuencia eléctrica y el punto de vacío sobre la curva característica par-velocidad cambiará con ella. La velocidad del motor en condiciones nominales se llama velocidad base. Se puede ajustar la velocidad del motor por encima o por debajo de la velocidad base, utilizando control de frecuencia variable, como se puede ver en la figura donde la velocidad es de 1800 r.p.m.

4.7 Variador de velocidad

Muchas ventajas gracias al uso de *variadores de frecuencia*. Las aplicaciones actuales exigen soluciones de accionamiento que ofrezcan un rendimiento elevado. En efecto, los movimientos suaves aumentan la precisión y cuidan las máquinas y las instalaciones. Un accionamiento con **SINAMICS G110** es más fácil de configurar, además de ofrecer rentable oportunidades de optimización para nuevas generaciones de productos o aplicaciones innovadoras. A su funcionamiento suave, progresivo y silencioso y sus reducidas necesidades de espacio *SINAMICS G110* suma alta seguridad de funcionamiento y larga vida útil.



Figura 4 .Variador de velocidad

Fuente: www.solucionesyservicios.biz/Variadores

4.8 Características

- Listo para el servicio tras el desembalaje.
- Posibilidad de copiar rápidamente parámetros usando el panel opcional (BOP).
- Mando mediante 2 ó 3 hilos para control universal vía las entradas digitales.
- Variante con interfaz RS485.
- Fácil integración en sistemas de automatización con SIMATIC.
- Sencilla conexión de los cables, bornes de control sin tornillos.
- Equipos compactos en tres tamaños constructivos.
- LED para información de estado.
- Variante con disipador plano: ideal para espacios de montaje reducidos.
- Robusto diseño CEM, con la misma posición de las conexiones que los contactares.

Los SINAMICS G110 son variadores de frecuencia con un rango de potencias de 0,12 - 3 kW; su funcionalidad base permite cubrir la mayor parte de las aplicaciones de velocidad variable en la industria.

El SINAMICS G110 es un variador especialmente compacto y trabaja con control por característica tensión-frecuencia alimentado desde redes monofásicas de 200 V a 240 V.

Es la solución de variador ideal para soluciones de precio económico dentro del segmento bajo de la familia de productos *SINAMICS*.

5. METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE PROYECTO

El proyecto es una mejora para la sección de madera del Sena

5.2. MÉTODO

El método utilizado en este proyecto se conoce como deductivo porque partiendo de una teoría ya conocida se puede dar solución a un problema específico que se presenta en el área de la sección maderas del Sena.

5.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.3.1. Fuentes: primarias Fuentes primarias por observación directa y por ayuda de los ingenieros del Sena.

5.3.2. Fuentes Secundarias: fuentes secundarias se utilizaron libros, artículos de revistas y el apoyo del internet, para obtener información de los circuitos empleados en el banco de prueba.

6. RESULTADOS DE PROYECTO

Se conoció que los motores de jaula de ardilla, dan la posibilidad de variar su velocidad cambiando la frecuencia de alimentación.

Se determinó que el método más eficaz para controlar la velocidad de un motor eléctrico es por medio de un variador electrónico de frecuencia.

La investigación realizada a los variadores SINAMICS G110, permitió entender su composición, estructura y funcionamiento, en sus diferentes etapas para llevar a cabo la variación de la frecuencia y su velocidad.



Figura 5. Montaje del variador
Imagen Propia.

Se realizó la operación del variador SINAMIC G110 y a través de su uso, operar los diferentes tipos de control que dispone en su programación, para el accionamiento del MAJA 3F.

Se conoció las distintas formas de puestas en marcha del variador conociendo cada uno de sus parámetros que existen en su programación.



Figura 6. Conexión del motor.
Imagen propia.

Para la realización de este proyecto se hará uso de un motor de jaula de ardilla debido a que es más barato en el mercado, un variador de frecuencia y conectores, como se ve en la foto anterior.

Se presentó problemas en la programación del variador de velocidad, luego de analizar las sintaxis, los problemas fueron desapareciendo estos, logrando dar efectos positivos de los variadores en la calidad eléctrica. En primer lugar, ofrecen capacidades de arrancador suave incorporado. Esto significa que no habrá corriente de arranque alguna ni ningún efecto de caída de tensión en el resto del sistema. En segundo lugar, si el variador es de tipo de modulación por ancho de pulso (PWM), con un terminal de entrada de convertidor basado en diodos, el factor de potencia de desplazamiento es alto (normalmente $> 95\%$ de carga nominal) y más o menos constante en todo el intervalo. Esto significa que los variadores pueden reducir el uso de energía y corregir el factor de potencia de desplazamiento al mismo tiempo. Esto también es positivo ya

que los variadores y los condensadores de corrección del factor de potencia no se mezclan. Los condensadores son vulnerables a las corrientes armónicas de frecuencias más altas generadas por los variadores ya que su impedancia disminuye cuando la frecuencia aumenta.

El tipo de variador tiene un impacto importante en los síntomas de calidad eléctrica debido a los diversos diseños de convertidor (los convertidores o rectificadores convierten la corriente alterna en corriente continua y constituyen la primera fase del variador). Existen dos tipos principales de diseño de convertido



Figura 7 .Programación del variador.
Imagen propia.

A lo largo de éste trabajo se describe el diseño y la implementación de un sistema variador de velocidad para motores de inducción trifásicos hasta de $\frac{1}{2}$ caballo. El sistema se alimenta con la línea monofásica de 110 voltios, y es capaz de controlar la velocidad de un motor desde el arranque, hasta su velocidad nominal



Figura 8. Funcionamiento

Imagen propia.

Este variador de velocidad posee la función de preestablecer el valor máximo de la frecuencia de salida, así como de visualizar sobre la marcha el valor de la frecuencia y la velocidad teórica del motor. Además, se puede cambiar el sentido de rotación del motor, así como programar el tiempo de subida a la velocidad preestablecida, y el tiempo de bajada hasta el alto total. Estos parámetros, que pueden ser programados por el usuario

Se conoció que los motores, dan la posibilidad de variar su velocidad cambiando la frecuencia de alimentación.

Se determinó que el método más eficaz para controlar la velocidad de un motor eléctrico es por medio de un variador electrónico de frecuencia.

La investigación realizada a los variadores SINAMICS G110, permitió entender su composición, estructura y funcionamiento, en sus diferentes etapas para llevar a cabo la variación de la frecuencia y su velocidad.

Se realizó la operación del variador y a través de su uso, operar los diferentes tipos de control que dispone en su programación

Se conoció las distintas formas de puestas en marcha del variador conociendo cada uno de sus parámetros que existen en su programación.

7. CONCLUSIONES

Como resultado del proyecto de grado, es posible concluir que existe una relación entre los altos niveles de voltaje consumidos anteriormente y los niveles de valores de voltajes actualmente, donde se reduce el consumo de la energía dando una eficiencia al sistema y un rendimiento adecuado de regulación de velocidad de este. Debido al variador de velocidad.

Se concluye que para la realización correcta del proyecto se tendrán un plan y un procedimientos los cuales hay que seguir: en la estructura del módulo de automatización industrial, dimensiones de la estructura modular, ubicación del controlador lógico programable, ubicación del variador, entradas y salidas del módulo, ubicación de los pulsadores y selectores, consideraciones básicas para el diseño, diseño del circuito de mando, diseño del circuito de potencia, datos técnicos y parámetros de funcionamiento de los equipos, datos técnicos y parámetros de funcionamiento del variador SINAMICS G110, Montaje de equipos y dispositivos eléctricos en el módulo, Montaje del el variador de velocidad sinamics G110, Normas de seguridad para el uso del módulo, Plan de mantenimiento de los equipos.

8. RECOMENDACIONES

Dentro del proyecto tan ambicioso como lo fue éste, siempre se desea que haya una mejora continua; por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes, la complementar el sistema con una interfaz de usuario, para que puedan modificar las variables.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardilla, M. a. (s.f.). *Motor asincrónico tipo jaula de ardilla*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Jaula_de_ardilla.
- ardilla, M. d. (s.f.). *Motor de jaula de ardilla*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Jaula_de_ardilla.
- bobinado, M. a. (s.f.). *Motor asíncrono de rotor*. Obtenido de <https://www.google.com.co/search?q=motor+inducido&espv=2&biw=1440&bih=775&tbm=isch&imgil=e7qZieV9v8q5hM%253A%253B8UpKU8SGsjPMrM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fes.wikipedia.org%25252Fwiki%25252FInducido&source=iu&pf=m&fir=e7qZieV9v8q5hM%253A%252C8UpKU8SGsjPM>.
- Frecuencia, V. d. (s.f.). *Variador de frecuencia*. Obtenido de <http://www.solucionesyservicios.biz/Variadores-SINAMICS/SINAMICS-G110>.
- Inducido, M. (s.f.). *Motor inducido*. Obtenido de <https://www.google.com.co/search?q=motor+inducido&espv=2&biw=1440&bih=775&tbm=isch&imgil=e7qZieV9v8q5hM%253A%253B8UpKU8SGsjPMrM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fes.wikipedia.org%25252Fwiki%25252FInducido&source=iu&pf=m&fir=e7qZieV9v8q5hM%253A%252C8UpKU8SGsjPM>.
- Motor, i. (s.f.). *Motor eléctrico*. Obtenido de <https://www.google.com.co/search?q=motor+inducido&espv=2&biw=1440&bih=775&tbm=isch&imgil=e7qZieV9v8q5hM%253A%253B8UpKU8SGsjPMrM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fes.wikipedia.org%25252Fwiki%25252FInducido&source=iu&pf=m&fir=e7qZieV9v8q5hM%253A%252C8UpKU8SGsjPM>.