

ESTUDIO COMPARATIVO DE VARIADORES DE VELOCIDAD.

Carlos Andrés Villamor Medina¹, John Jairo Páez Sereno².

UNIVERSIDAD ECCI

Cr 19 N° 49-20

carlosvillamor@yahoo.com

johnpaez84@gmail.com

1. RESUMEN.

Los variadores de velocidad son mecanismos creados para convertir la energía eléctrica en energía mecánica, convirtiendo las magnitudes de frecuencia y tensión de la red, en magnitudes variables.

El propósito de este trabajo es realizar un estudio comparativo de los variadores de velocidad Siemens Micromaster 420 y Yaskawa A 1000 para conocer sus características y aplicaciones.

El Variador Yaskawa A 1000, maneja motores de inducción e imán permanente aptos para un excelente rendimiento de motor, ahorro de energía, silencioso, amigable con el medio ambiente y numerosas características de funcionamiento para la integración con sistemas de automatización.

El variador de velocidad de Siemens MICROMASTER 420, tiene un diseño modular, que hace posible sumar múltiples opciones que sólo tienen que interconectarse. Tiene un diseño compacto, está compuesto básicamente de bobinas y filtros, posee varias interfaces de comunicaciones que aseguran su uso con las redes industriales más comunes.

En la operación se vislumbra que estos variadores, logran una mayor eficiencia y racionalidad en el trabajo de los sistemas en los cuales operan, y una de las principales ventajas que llama la atención, son los niveles de ahorro de energía eléctrica que se obtienen y la utilización eficiente de los recursos ambientales, tan disminuidos en la actualidad.

En las siguientes páginas se observara una breve explicación de la historia, funcionamiento, y aplicaciones de los variadores de velocidad. Además se examinaran los variadores de velocidad Siemens 420 y Yaskawa A1000 comparando sus características y aplicaciones.

PALABRAS CLAVES: Micromaster, motor, variador, velocidad, Yaskawa.

ABSTRACT

The variable speed drives are mechanisms created to convert electrical energy into mechanical energy, converting the magnitudes of frequency and voltage of the network, in varying magnitudes.

The purpose of this paper is a comparative study of variable speed drives Siemens Micromaster 420 and Yaskawa A 1000 to know their characteristics and applications.

The drive Yaskawa A 1000, manages induction motors and permanent magnet suitable for excellent engine performance, energy saving, quiet, friendly environment and numerous performance characteristics for integration with automation systems.

The VSD Siemens MICROMASTER 420 has a modular design that allows multiple add that only need to be interconnected. It has a compact design, it is basically composed of coils and filters, has several communication interfaces that ensure use with the most common industrial networks

The operation is envisaged that these drives , achieve greater efficiency and rationality in the work of the systems in which they operate , and one of the main advantages that caught my attention are the levels of electrical energy savings obtained and efficient use of environmental resources , as diminished today.

In the following pages a brief explanation of the history, operation, and applications of variable speed drives were observed. Furthermore Siemens variable speed drives 420 Yaskawa A1000 review and examining their characteristics and applications.

KEYWORDS: Drive, speed, Micromaster, Yaskawa, motor.

2. INTRODUCCION.

Las industrias constantemente investigan nuevas tecnologías y dispositivos para realizar sus procesos con mayor eficiencia. Uno de los avances más usados en la industria es el variador de velocidad, gracias al control que permite en los procesos y al ahorro de energía. [1]

Los variadores de velocidad son mecanismos creados para transformar la energía eléctrica en energía mecánica, convirtiendo las magnitudes de frecuencia y tensión de la red, entregada por las empresas de energía eléctrica, en magnitudes variables. [1]

El propósito de este trabajo es realizar un estudio comparativo de los variadores de velocidad siemens Micromaster 420 y Yaskawa A 1000, con la intención, de conocer las principales características y aplicaciones que tienen en la industria.

3. MARCO TEORICO.

En este estudio comparativo se realizara una sucinta descripción de la historia, funcionamiento, y aplicaciones generales de los variadores de velocidad. Además se analizaran las principales características y diferencias de los variadores Siemens 420 y Yaskawa A 1000.

3.1. Historia.

La primera solución utilizada para arrancar y controlar la velocidad de los motores eléctricos ha sido los reóstatos de arranque, los grupos giratorios (especialmente el Ward Leonard) y los variadores mecánicos; después, los arrancadores y variadores electrónicos se han aplicado en la industria como una medida viable y barata de cómoda manutención.

Un arrancador o variador electrónico es un mecanismo cuyo propósito es convertir la energía eléctrica de la red y ejercer un control sobre la energía del motor. Ver (figura 1).

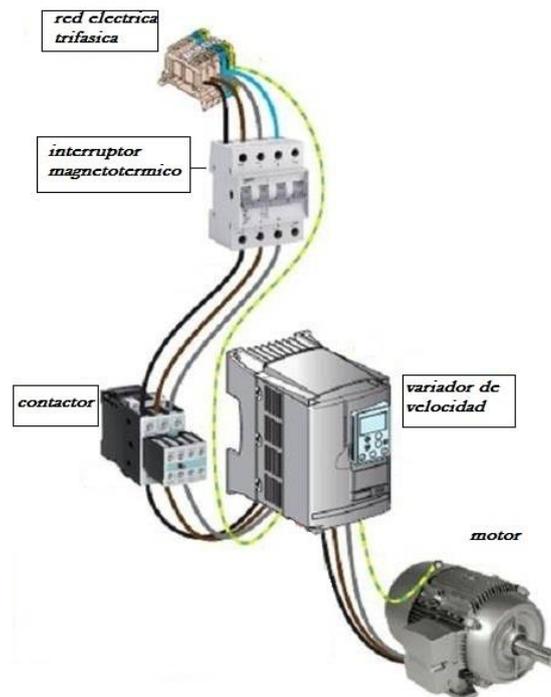


Figura 1. Instalación variador de velocidad. [2]

Los variadores de velocidad garantizan una aceleración y desaceleración paulatina, al mismo tiempo, permiten establecer con exactitud la velocidad de las maquinarias en las diferentes necesidades de producción.

Los variadores de velocidad son muy parecidos a los rectificadores diseñados para alimentar y controlar los motores de corriente continua.

El desarrollo en la tecnología electrónica de potencia ha permitido realizar nuevos avances en los variadores de velocidad. [3]

3.2 Definición.

Los motores más usados en la industria son los motores trifásicos de inducción y rotor sin bobinar (jaula de ardilla) [4]. Estos motores, a pesar de ser fuertes, robustos, sencillos y con un mantenimiento mínimo, son ideales para la mayoría de las aplicaciones industriales, no obstante, tienen el inconveniente de trabajar a una velocidad constante o casi constante. El método más eficaz usado en la industria para controlar la velocidad de un motor eléctrico es por medio de un variador electrónico de velocidad. [5]. Ver (figura 2)



Figura 2. Variador De velocidad SIEMENS Micromaster 420. [6]

El Variador de Velocidad es un mecanismo diseñado para; regular la aceleración y deceleración progresivamente, limitar la velocidad de funcionamiento, fijar la velocidad de funcionamiento y realizar paradas con precisión de los motores eléctricos. Ver (figura 3)



Figura 3. Motor jaula de ardilla [7]

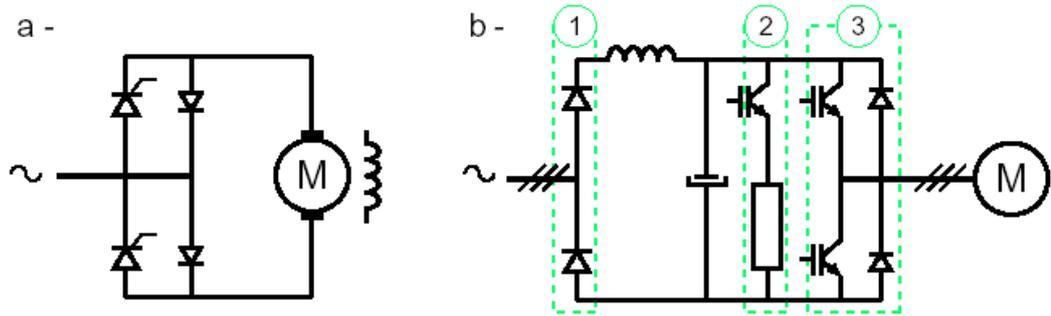
3.3 Funcionamiento de los variadores de velocidad.

Los variadores de velocidad pueden, según el convertidor electrónico, hacer funcionar un motor en un solo sentido de rotación, y se llaman unidireccionales, o en los dos sentidos de la marcha, y se llaman entonces bidireccionales. A continuación se define cada uno de ellos. [8]

3.3.1 Variador unidireccional

Este tipo de variador, la mayor parte de veces no reversible, se emplea para:

- Un motor cc, con un convertidor directo (ca \rightarrow cc) con un puente mixto con diodos y tiristores (figura 4a),
- Un motor ca, con un convertidor indirecto (con transformación intermedia en cc) con un puente de diodos a la entrada seguido de un convertidor de frecuencia que hace funcionar la máquina en el primer cuadrante [7]. Ver (figura 4b).



1-Puente de entrada de diodos, 2-Unidad de frenado con resistencia y chopper, 3-Convertidor de frecuencia.

Figura 4. Esquema del variador unidireccional: a- convertidor directo con puente mixto; b- convertidor indirecto. [8]

3.3.2. Variador bidireccional.

Este ejemplo de variador puede ser reversible o no reversible.

Si es reversible, la maquina funciona en los cuatro cuadrantes y puede permitir un frenado permanente. Ver (Figura 5).

Si no es reversible, la maquina solo funciona en los cuadrantes 1 y 3. [8]

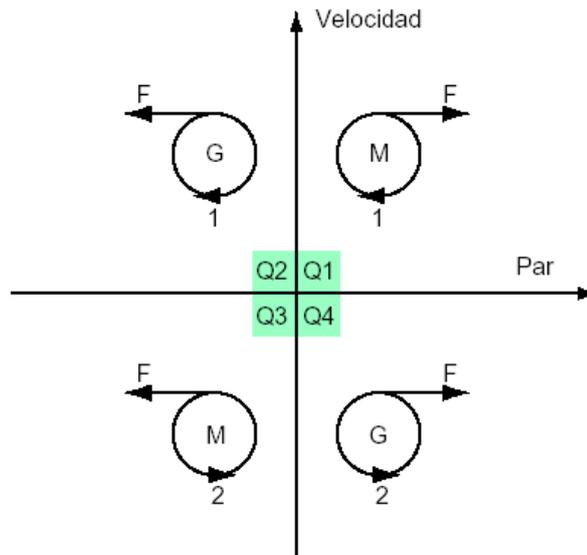


Figura 5. Los cuatro estados posibles de una máquina en su grafica par-velocidad. [8]

En la siguiente tabla se ilustra las cuatro posibles situaciones en el diagrama par-velocidad de una máquina. Ver (tabla 1).

Hay que observar que cuando una maquina trabaja como un generador debe existir una fuerza que lo mueva. Este estado se utiliza en particular para el frenado. La energía cinética del eje o bien se devuelve a la red de alimentación, o bien se disipa en una resistencia o, en caso de baja potencia, en pérdidas en la máquina. [9]

Tabla 1. Grafica par velocidad de los estados de una máquina. [8]

Sentidos rotación	Funcionamiento	Par -C-	Velocidad -n-	Producto C.n	Cuadrante
1 (horario)	Como motor	sí	sí	sí	1
	Como generador		sí		2
2 (antihorario)	Como motor			sí	3
	Como generador	sí			4

4. APLICACIONES.

Las principales aplicaciones de los variadores de velocidad en la industria son las siguientes:

4.1 Polipastos de carga.

Los polipastos se identifican como una combinación de poleas fijas y móviles; las poleas fijas, modifican la dirección de la fuerza que se ejerce sobre la cuerda; la polea móvil, se encarga de mover la carga en determinada dirección. [10].

Se emplean para subir y bajar materiales en sitios de construcción, transportación y embarque, además de gran cantidad de industrias de manufactura. La confiabilidad en las unidades de velocidad variable y controles específicos de los polipastos como control de freno son esenciales. [11]. Ver (figura 6)

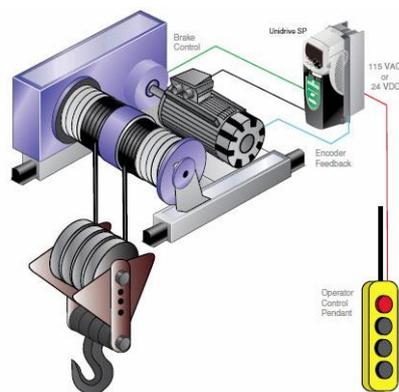


Figura 6. Polipasto de carga. [11]

4.2. Extrusoras.

Las Extrusoras, se usan en la industria de elaboración de productos de caucho y plástico, así como en industrias de preparación de alimentos. El control de la velocidad del tornillo de las extrusoras es uno de los componentes importantes que puede llegar a disminuir la calidad del producto si no se encuentra bien controlada. [11]. Ver. (Figura 7).



Figura 7. Extrusora. [11]

4.3. Bandas transportadoras.

Las bandas transportadoras son mecanismos que conducen artículos de un lado a otro. Tiene funciones claves en cualquier proceso de fabricación donde se requieran y se usan considerablemente en distintas industrias para el transporte de mercancías o materiales a granel. [11]. Ver (Figura 8).

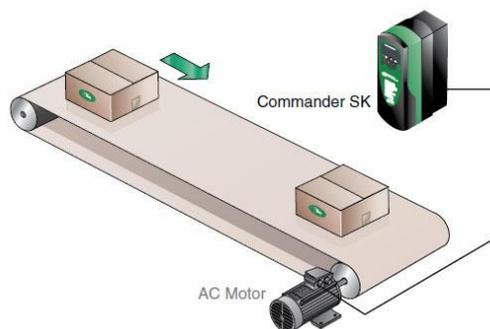


Figura 8. Banda transportadora. [11]

4.4. Gusanos, o, motor-reductor sin fin.

Son ejes de alta velocidad que se emplean en procedimientos de molienda, de corte y de perforación. Las velocidades del motor pueden llegar a ser de hasta 40.000 rpm y puntuaciones de 150 HP. Deben tener control de velocidad de alta precisión, amplio rango de velocidades y gran facilidad de utilización, son elementales en especificaciones para aplicación de un eje. [11]. Ver (Figura9).

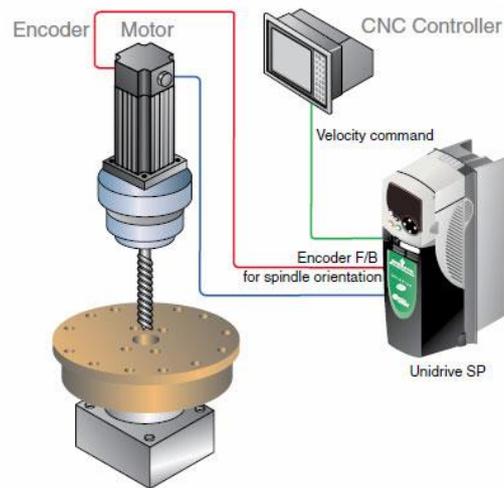


Figura 9. Gusanos. [11]

4.5. Enrolladores.

Los enrolladores se utilizan comúnmente en industrias de producción de papel, industria de las películas de plástico, industrias de impresión, industrias de cable y alambre e industrias de metales. El control de la velocidad es crucial para lograr la precisión en el espesor de la trama, composición del producto y un enrollado suave. Las configuraciones más comunes de enrollado son: enrollado al centro, enrollado en superficie, enrollado en torreta y enrollado transversal. [11] Ver (Figura10).

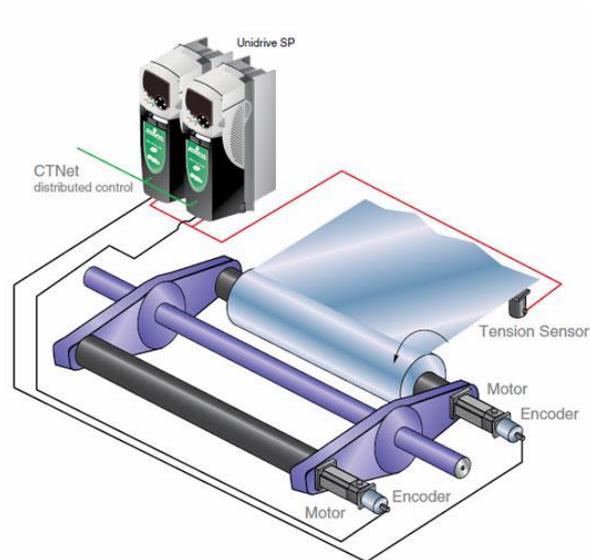


Figura 10. Enrollador. [11]

4.6. Tratamiento de aguas residuales.

Las aguas residuales se oxigenan durante el proceso de depuración mediante la inyección de aire con cuatro soplantes que se controlan con variadores de velocidad. Varios sensores miden los niveles de oxígeno y envían señales al variador, que se asegura de que el oxígeno se aporte en el momento adecuado y de que el proceso de oxigenación dure el tiempo debido. Las bacterias que se emplean para depurar el agua necesitan tiempo para crecer. En su recorrido desde la fábrica hasta la planta de tratamiento, las aguas residuales pasan por varios depósitos de sedimentación. El lodo que queda en ellos se centrifuga y se usa para mejorar el suelo o se quema. La escoria, que contiene metales pesados, se envía a vertederos controlados, aunque actualmente se está investigando la posibilidad de reciclar el cromo. [11] Ver (Figura 11).

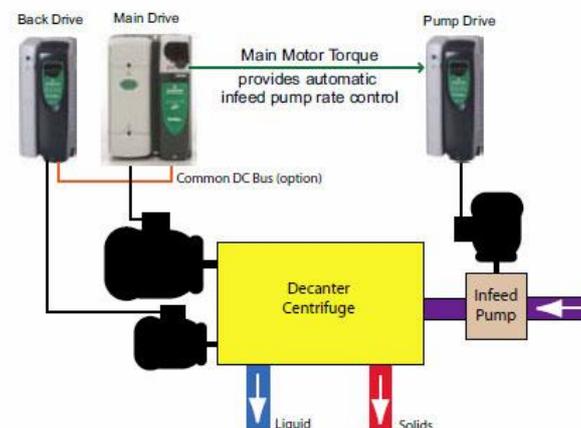


Figura 11. Tratamiento de aguas residuales. [11]

4.7. Compresores.

Los compresores se emplean para: comprimir refrigerantes usados en equipos de aire acondicionado y sistemas de refrigeración, gas natural en la generación de electricidad en instalaciones remotas y aire en gran variedad de equipos de producción y pruebas.

Mientras que la velocidad constante de compresión utilizando uno o dos motores de velocidad sigue siendo una práctica común, las unidades de velocidad variable ofrecen importantes ahorros de energía debido principalmente a la precisión del control del proceso y a la reducción de ciclos del compresor. [11] Ver (Figura 12).

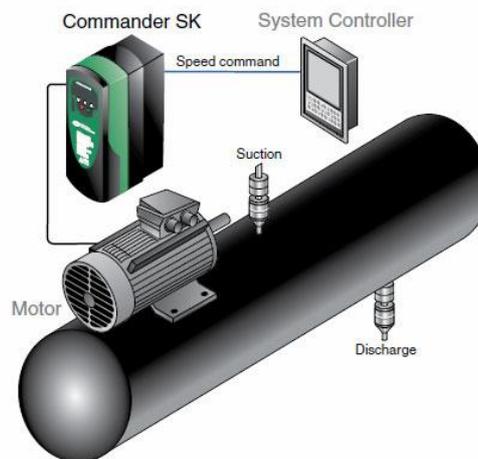


Figura 12. Compresor. [10]

4.8. Etiquetadoras.

Las etiquetadoras son máquinas muy adaptables y son usadas en muchas aplicaciones de etiquetado e industrias de alimentos y bebidas, industria farmacéutica entre otras. El propósito primordial es destinar etiquetas (impresas y con pegamento previamente aplicado) a productos mientras estos están en marcha continua. El aplicador de etiquetas se tiene que acelerar para alcanzar la velocidad de los productos que van llegando y desacelerar para detenerse.

El tiempo de ciclo del aplicador de etiquetas depende del tamaño de las etiquetas, la velocidad del producto, y la habilidad del servo controlador para alcanzar la velocidad de línea de los productos y evitar que se derrame. [11] Ver (Figura 13).

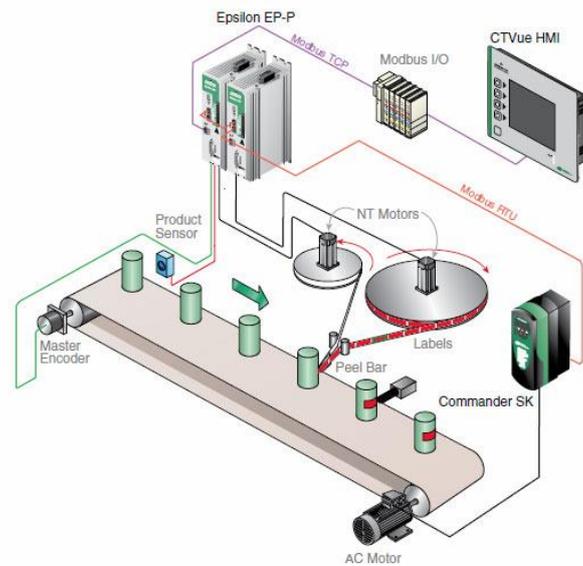


Figura 13. Etiquetadora. [10].

4.9. Trituradores para minería.

Es un mecanismo que toma grandes piedras u otro material de construcción y lo reduce a piedras más pequeñas, grava o polvo de roca. Establecer el perfil de inicio recomendable para el motor y la carga con capacidades de monitoreo son imprescindibles para esta aplicación. Los costos relacionados con una falla de arranque pueden resultar muy caros. Por eso un Arrancador Suave tiene que ser muy resistente y fiable. [11] Ver (Figura 14).

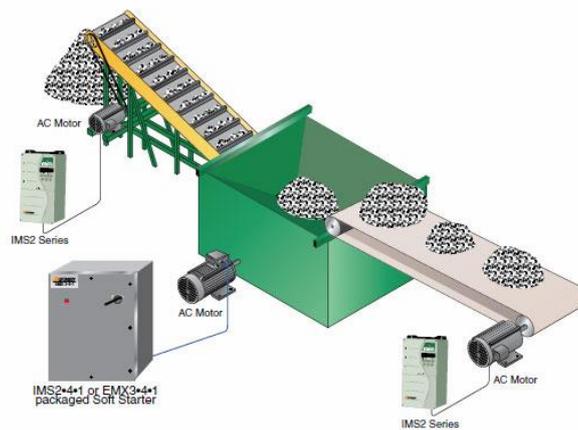


Figura 14. Triturador de minería. [11]

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS VARIADORES YASKAWA A 1000 Y SIEMENS 420.

Los variadores de velocidad en su amplia gama de referencias son importantes para la industria; se analizarán las distintas características de dos tipos de variadores verificando su efectividad en las aplicaciones.

5.1 Descripción Yaskawa A 1000.

Equipo construido inicialmente en 2007. Maneja motores de inducción e imán permanente, además, son aptos para múltiples aplicaciones.

Algunas de sus excepcionales ventajas son:

- Excelente rendimiento de motor.
- Ahorro de energía.
- Silencioso.
- Amigable con el medio. [12]



Figura 15. Variador Yaskawa serie A 1000. [12]

5.1.2 Características.

- Control vectorial de lazo cerrado.
- Autodiagnóstico de mantenimiento.
- Regulación de torque y posición.
- 7 métodos de control de autoajuste.
- Torque de arranque de 200% a 0Hz
- Control de motores de imán permanente.
- Control de velocidad hasta 1500:1.
- Tecnología de accionamiento avanzada.
- Capacidad de sobrecarga de 150% por un minuto (trabajo pesado) y 120% durante un minuto (trabajo normal).
- Incluye puerto USB para una rápida conexión y ajuste entre PC y variador.
- Protocolos industriales: DeviceNet, Ethernet, Profibus, entre otros. [12]

5.1.3 Potencias.

- 3/4 a 175 HP a 240 VAC 3-pH.
- 3/4 a 1000 HP a 480 VAC 3-pH.
- 1 a 250 HP a 600 VAC 3-pH. [12]

5.1.5 Funciones.

- Conmutación entre control de velocidad/par
- Función de ahorro de energía
- Servicio normal/pesado (ND/HD)
- Búsqueda de Velocidad
- Compensación de deslizamiento
- Compensación del par
- Control PID (con función de demora)
- Continuación en pérdida momentánea de alimentación
- Aplicación de parámetros preseleccionados
- Funciones de mantenimiento preventivo
- Interfaz RS-232C
- Puerto USB [12]

5.2 Variador Micromaster 420.

Se observaran las múltiples características del variador de velocidad Micromaster 420, para comprender su funcionamiento y aplicaciones prácticas, se realizara un estudio comparativo entre dos tipos de variadores.

5.2.1 Descripción.

El variador de velocidad de Siemens MICROMASTER 420 para redes trifásicas o monofásicas, gracias a su diseño modular, hace posible sumar múltiples opciones a sus funciones estándar. Para esto no hace falta ningún tipo de herramienta, ya que los paneles y los módulos de comunicación sólo tienen que enchufarse. [13] [14]

Sus ventajas son:

- Diseño compacto
- Componentes base tal como bobinas y filtros complementan la solución compacta
- Versátil
- Fácil puesta en marcha para múltiples usos
- Comunicables
- Varias interfaces de comunicaciones aseguran su uso con las redes industriales más comunes.
- Puesta en servicio rápida y sencilla.
- Funcionamiento silencioso del motor gracias a altas frecuencias de pulsación. [13] [14]



Figura 16. Variador Micromaster 420. [15]

5.2.2 Características.

- Fácil de instalar, parametrizar y poner en servicio.
- Tiempo de respuesta a señales de mando rápido y repetible.
- Amplio número de parámetros que permiten configuraciones para cubrir una gran gama de aplicaciones.
- Simple conexión de los cables.
- Diseño modular para configuración extremadamente flexible.
- Altas frecuencias de pulsación para funcionamiento silencioso del motor.
- Opciones externas para comunicaciones por PC, panel BOP, panel AOP, y tarjeta de comunicación Profibus. [16]
- Flux Current Control (FCC) para respuesta dinámica y control de remoto mejorados.
- Fast Current limitation (FCL) para funcionamiento con mecanismo exento de disparo.
- Freno por inyección de corriente continua integrada.
- Frenado combinado para mejorar el rendimiento de parada.
- Tiempos de aceleración/deceleración con redondeo de rampa programable.
- Regulación usando función de lazo de regulación proporcional e integral (PI). [17]
- Protección completa tanto para el motor como para el convertidor.
- Protección de sobretensión/mínima tensión.
- Protección de sobre temperatura para el convertidor.
- Protección de defecto a tierra.
- Protección de corto circuito.
- Protección térmica del motor por I^2t [17]

6. TABLA COMPARATIVA

YASKAWA – A1000	SIEMENS MICROMASTER 420
Menor costo en el mercado.	Mayor costo en el mercado
Las conexiones no son muy fáciles de hacer, ya que su manual no explica claramente los pasos de conexión.	Fácil instalación, ya que sus conexiones son muy fáciles de hacer, siguiendo los pasos del manual.
Toda la serie Yaskawa maneja las mismas señales de mando.	Tiempo de respuesta a señales de mando rápido y repetible.
Altas frecuencias de pulsación, para un funcionamiento silencioso del motor.	Amplio número de parámetros que permite así darle muchas aplicaciones de uso.
Requiere mayor mantenimiento por tener más piezas o componentes.	El mantenimiento requerido es mínimo.
Freno de inyección de corriente continua.	Frenado combinado para mejorar el rendimiento del motor.
85/95% eficiencia de funcionamiento.	95/100% eficiencia de funcionamiento.
Se usan mucho en la industria, sobretodo en el motor trifásico.	Se utilizan cuando se necesitan precisión de velocidad.

7. CONCLUSIONES.

- Los variadores de velocidad en el control de motores eléctricos, logran una mayor eficiencia y racionalidad en la operación de los sistemas, debido a los niveles de ahorro de energía eléctrica que se obtienen y a la utilización eficiente y racional de los recursos hídricos, tan disminuidos en la actualidad.
- Estos dispositivos agilizan los procesos porque permiten que los motores trabajen a diferentes velocidades. Esto se convierte en: mayor productividad y menor mantenimiento.
- El variador siemens Micromaster 420 por su diseño compacto e interfaces de comunicaciones aseguran su uso con las redes industriales más comunes
- El Variador Yaskawa A 1000, posee un sistema que lo hace ser un excelente mecanismo para el rendimiento del motor, además, es amigable con el medio ambiente y posee numerosas características de funcionamiento para la integración con sistemas de automatización, lo que lo lleva a ser un variador bastante eficiente económico y recomendable para la industria.

8. AGRADECIMIENTOS.

Inicialmente damos gracias a Dios por la oportunidad que nos brinda de educarnos, a nuestros padres porque gracias a su apoyo y enseñanzas hemos llegado a comprender la importancia de la educación moral en la búsqueda incesante de un mundo mejor a través de la caridad, convencidos que hay una vida feliz para nosotros, para nuestros hijos y hermanos, a los docentes o profesores de la ECCI que nos han transferido una serie de conocimientos los cuales no solo nos han ayudado al desarrollo de este trabajo, sino también, en nuestro entorno laboral y familiar.

9. REFERENCIAS.

[1] Power depot. Que es un variador de velocidad. [Online].

http://www.selecsacatalogo.com/que_es_un_variador_de_velocidad.html

[2] curso carnet instalador baja tensión. [Online]

<http://automatismoindustrial.com/el-variador-de-fercuencia/>

[3] cuaderno técnico nº 208 de Schneider Electric. [Online]

http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=682513012&p_File_Name=CT208.pdf

[4] Fernando Sevillano Calvo. Ciclo GS sistemas de regulación y control automáticos módulo 5. [Online]

http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf

[5] instituto de educación secundaria rey pastor. [Online]

http://www.reypastor.org/departamentos/dtec/tec_indII/motor_jaula_ardilla/index.html

[6] Inverter drive super market. [Online]

<https://www.inverterdrive.com/group/AC-Inverter-Drives-400V/Siemens-Micromaster-420-750W-230V-1ph-3ph/>

[7] Direct industry. [Online]

<http://www.directindustry.es/prod/cantoni-motor/motores-electricos-asincrono-jaula-ardilla-alto-rendimiento-32165-191974.html>

[8] Slideshare. [Online]

<http://es.slideshare.net/zeratul80/control-de-velocidad-electromagneticos>

[9] Schneider electric. Guía de soluciones de automatización cap. 5. [Online]

<http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/soporte/libreria-automatizacion-control/descarga/guia-soluciones.page>

[10] Quiminet. [Online]

<http://www.quiminet.com/articulos/los-polipastos-facilitan-la-elevacion-y-movimiento-de-cargas-2588814.htm>

[11] Power depot. Aplicaciones de variadores de velocidad. [Online]

http://www.selecsacatalogo.com/selecsa_control.htm

[12] Variadores S.A [Online]

<http://www.variadores.com.co/index.php/productos/variadores-de-velocidad/variador-a1000-detail>

[13] Electrónica edutronica [Online]

http://educatronica.blogspot.com/p/blog-page_21.html

[14] Siemens. Micromaster 420 instrucciones de uso edición A2. [Online]

http://cache.automation.siemens.com/dnl/TU/TUxNDcxAAAA_6515704_HB/opspa.PDF

[15] Siemens. Micromaster 420 instrucciones de uso edición A2. [Online]

http://cache.automation.siemens.com/dnl/TU/TUxNDcxAAAA_6515704_HB/opspa.PDF

[16] Siemens [Online]

http://cache.automation.siemens.com/dnl/TU/TUxNDcxAAAA_6515704_HB/opspa.PDF

[17] Electronica edutronica [Online]

http://educatronica.blogspot.com/p/blog-page_21.html