

BENEFICIOS DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD

PREPARADO POR: ING. ALBERTO SANDOVAL RODRIGUEZ

CONSULTOR EN ECONOMIA DE ENERGIA

DOCENTE: FACULTAD DE ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA -UNI

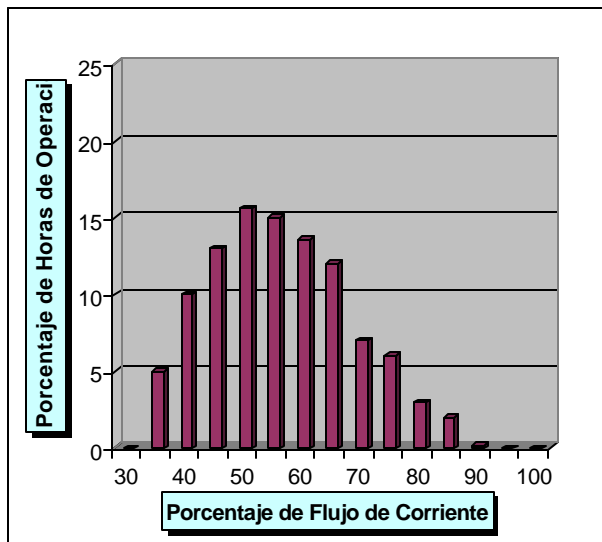
www.cenytec.com

VENTAJAS ECONOMICAS DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD

- Ahorro de energía con los variadores de velocidad
- Control Seguro del proceso productivo con variadores de velocidad
- Extiende la vida del equipo y reduce costos por mantenimiento

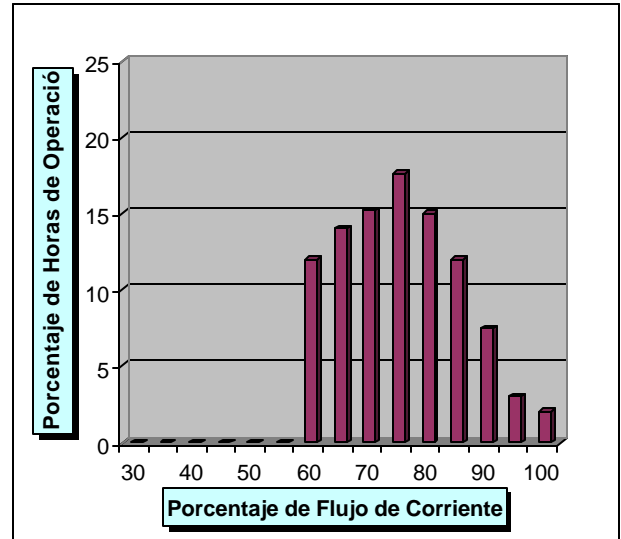
AHORRO DE ENERGÍA CON VARIADORES DE VELOCIDAD

Si Ud. tiene una aplicación de controlador de un motor AC que no necesita correr a toda velocidad, entonces usted puede reducir los costos de energía controlando el motor con variadores de velocidad (VDS, con controlador de frecuencia variable). Los controladores de velocidad permiten la partida de la velocidad del equipo y controlar de velocidad al requerimiento del proceso. No hay otro método de control de motor AC que permite llevar acabo esto

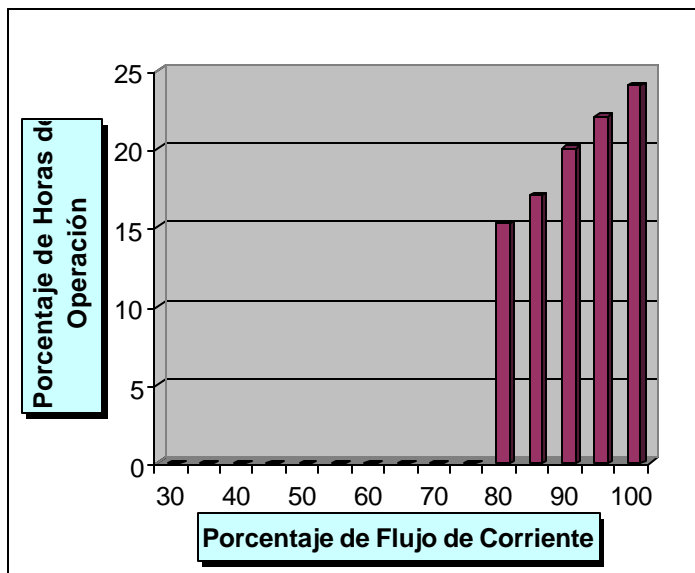


Ejemplo de un Modesto Variador de Velocidad

Ejemplo de un Excelente Variador de Velocidad



Ejemplo de un Deficiente Variador de Velocidad



Torque Variable Vs. Torque Constante

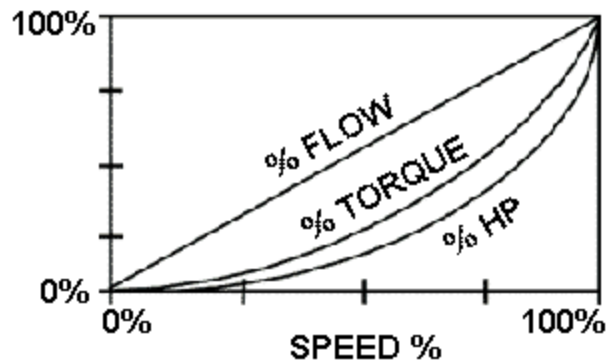
Los controladores de velocidad, y aquellos que son aplicados a las cargas, pueden generalmente ser divididos dentro de dos grupos: torque constante y torque variable. La energía ahorrada por aplicaciones de potencia o torque variable es mucho más representativa en comparación a aquellas aplicaciones por torque constante. Las cargas de torque variable incluyendo bombas centrífugas y ventiladores las cuales están compuestas en su mayoría por aplicaciones HVAC.

Las cargas de torque constante incluyen transportadoras de vibración, taladros a presión, máquinas para madera y otras aplicaciones donde el controlador sigue una razón constante V/Hz .

¿Por qué las cargas de Torque Variable Ofrecen Grandes Ahorros de Energía?

En aplicaciones de potencia variable, el torque requerido varía en forma proporcional a la velocidad al cuadrado, y la potencia requerida varía en forma proporcional a la velocidad al cubo, resultando en una gran reducción de caballos de fuerza por cada reducción pequeña en velocidad. El motor consumirá sólo el 25% de la misma cantidad de energía en 50% de velocidad en comparación a lo que será a 100% de velocidad. Esto está referido a las “Leyes de afinidad”, las cuales definen la mejor relación entre velocidad, flujo de corriente, torque, y caballos de fuerza.

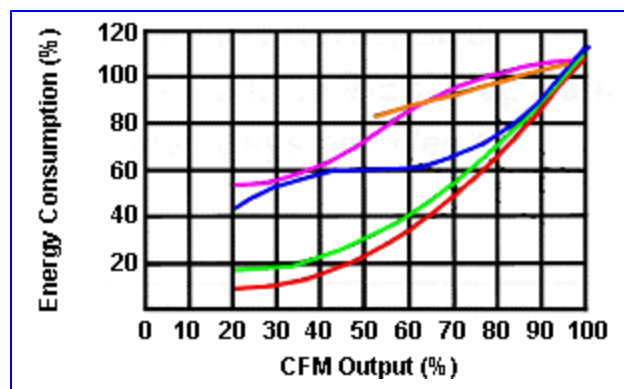
El siguiente diagrama ilustra estas relaciones:

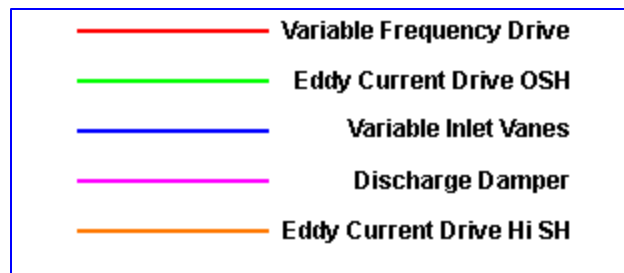


Consumo de Energía

Como muestra la tabla de abajo, los variadores de velocidad (VSDs) permiten consumir menos energía en comparación a otras técnicas de control de velocidad cuando los requerimientos de carga son menores que trabajar a toda velocidad, como es usualmente el caso en las aplicaciones de HVAC.

Consumo Típico de Energía de un Sistema de Ventilación Centrífuga Usando Seleccionadas Técnicas de Control de Velocidad.





SEGURO CONTROL DEL PROCESO CON VARIADORES DE VELOCIDAD

Ningún otro método de control de motor AC se compara al de los variadores de velocidad cuando estos tienen un control preciso sobre el proceso. A una tensión neta total (cruzando el límite) los iniciadores pueden sólo arrancar el motor a toda velocidad, con inicio amortiguado, reducir la tensión de los amortiguadores y pueden sólo gradualmente llevar el motor a toda velocidad, y retornar hasta desconectar. Los variadores de velocidad, por otro lado, pueden ser programados para llevar al motor a una velocidad precisa, detenerlo en una posición precisa, o aplicar un valor específico de torque.

En efecto, los modernos variadores de velocidad en Corriente Alterna son muy cerrados al controlador en Continua, en términos de respuesta a un torque y velocidad. Sin embargo, los motores de AC son mucho más confiables que los motores en DC, haciéndolos a lo lejos de mayor relevancia.

La mayoría de los controladores utilizados en el campo, emplean el tipo de control Voltz/Hertz, lo cual significa que ellos proveen una **“operación de lazo abierto”**. Estos controladores son incapaces de retribuir o retroceder y salir del proceso, pero son suficiente para la mayoría de las aplicaciones de controlador de velocidad variable. Muchos controladores de velocidad “de lazo abierto” ofrece compensación **“SLIP”** aún, el cual es capaz de medir la salida de corriente y estimar la diferencia existente entre la velocidad actual y el “set point” (el valor de entrada programado). El controlador entonces automáticamente ajustará su propio límite al “set point” basado en esta estimación.

La mayoría de los controladores de torque variable tienen capacidad PID (Capacidad Integral y Diferencial) **para aplicaciones de ventiladores y bombas**, la cual permite que el controlador cople el valor del “set point” basado en la actual realimentación del proceso. Una transmisión es usada para detectar procesos variables tales como niveles de presión, tasa de flujo de líquido, tasa de flujo de aire, o nivel de líquido. Entonces la señal es enviada a un PLC, la cual comunica la realimentación del proceso al controlador. El

variador de velocidad usa esta continua realimentación para ajustarse para congelar el “setpoint”.

Altos niveles de exactitud para otras aplicaciones pueden también ser logradas a través de los controladores que ofrecen una **operación de lazo cerrado**. La operación de lazo cerrado puede ser lograda con un campo orientado a un vector controlador, o un controlador o sensor. El controlador vector de campo orientado obtiene procesos de realimentación de un **encoder**, con medidas y transmisiones al controlador la velocidad y /o la tasa del proceso, tales como conveyor, máquinas de madera, el controlador se ajusta de acuerdo a la velocidad programada, torque, rapidez, y/o posición.

AUMENTA LA VIDA UTIL DEL EQUIPO Y REDUCE EL MANTENIMIENTO

Los métodos de inicio a una sola velocidad para encender los motores se inician abruptamente, sujetando al motor a un alto torque y la corriente de arranque que surge es por encima de 10 veces de la corriente de carga neta. Los variadores de velocidad, de otro modo, gradualmente llevan al motor hasta la velocidad de operación, reduciendo los costos por mantenimiento y reparación, y extendiendo la vida del motor y del equipo controlador.

Arrancadores amortiguados, o arrancadores amortiguados de voltaje reducido, son también capaces de acelerar el motor gradualmente, pero los controladores pueden ser programados para acelerar el motor mucho más gradualmente y lentamente, y puede operar el motor a menos que se presente una reducción de la velocidad nominal, por el uso y el tiempo. Los controladores de velocidad pueden también acelerar el motor en puntos patrones especializados para minimizar la caída de tensión mecánica y eléctrica. Por ejemplo, una curva S patrón puede ser aplicada a una aplicación de transporte.

PROBLEMAS CAUSADOS POR UN VOLTAJE NOMINAL (CRUZANDO EL LIMITE) EN LOS ARRANCADORES.

- En el instante de la energización, a rotor bloqueado (velocidad cero) la corriente de arranque es cerca de 600% de la carga neta o total.
- Esta gran corriente entonces disminuye gradualmente de acuerdo a cómo van perdiendo carga, y el motor empieza a acelerar, pero la causa inaceptable de tensión cae en el sistema de potencia. Adversamente afectando en otras cargas.
- También puede causar gran daño el uso del motor por un periodo excesivo.

- Puede también causar daños o pérdidas de productos.
- Usando este método de arranque se puede forzar la utilidad para imponer un límite variado de motores que se pueden usar, desde el comienzo cruzar el límite causa problemas sin descanso dentro del sistema de utilidades, creando problemas para otros clientes.
- El interruptor debido a un arranque y parada abruptos crea tensiones en el aislamiento del motor.

Entendiendo a los Controladores de Velocidad

Parte de DRIVESWORLD.COM

El rendimiento y confiabilidad del equipo de la planta frecuentemente depende de la propia aplicación de los motores y controladores. Tipos de controladores, parámetros de instalación, y condiciones ambientales que deben ser consideradas cuando se selecciona un controlador.

Adicionando un control de velocidad variable, frecuentemente se mejora el control y se reduce el costo de energía. Sin embargo, cortando a través del desorden de competición de técnicas y exigencias puede ser difícil. Un mejor entendimiento de las opciones de control del motor puede ahorrar tiempo, dinero y frustración durante la instalación y mantenimiento y sobre el ciclo completo de vida del sistema.

¿Por qué un control de velocidad variable?

¿Cuán diferente es el control de velocidad variable de los demás métodos de control tradicionales, tales como arrancadores electromecánicos o controladores de estado sólido “inteligentes”? Cada tipo es sustituible para ciertas aplicaciones, y muchas instalaciones usan múltiples tipos de control de motor.

Los arrancadores electromecánicos son en su mayoría utilizados para operaciones de arranque y parada simple donde el rápido cambio de cero a la velocidad nominal no afecta el proceso. Los controladores de motores “inteligentes” ofrecen características tales como arranque amortiguado, el cual es importante para la protección y el mejoramiento del proceso. Ambos tipos de arrancadores son designados por constantes de operación de velocidad. Una vez que el motor arranca, éste se mantiene funcionando a la misma velocidad hasta que es apagado.

Los variadores de velocidad son mejor usados cuando:

El proceso requiere velocidades variables, velocidades ajustables que puedan optimizar un proceso para ahorrar energía y obtener descuentos en las utilidades de la compañía, por ejemplo en muchas aplicaciones de ventiladores y bombas. La aplicación requiere recortes de velocidad y controladores de arranque y parada. La operación requiere control de torque o velocidad de alta precisión. El proceso requiere coordinación de velocidades entre secciones.

Los controladores de velocidad están comúnmente en aplicaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado. En estas aplicaciones la operación a velocidad variable hace esto simple: bajar lentamente la velocidad del ventilador cuando la demanda de aire es baja para reducir la electricidad. Otra aplicación es el control de bombas, donde el control variable de la velocidad puede ayudar en la protección del equipo, protección del equipo durante alto o bajo volumen de operación. Las aplicaciones industriales son numerosas e incluyen control de comunicadores, donde la operación a velocidad variable hace simple coordinar la velocidad de los comunicadores con la tasa de producción deseada.

La mayor parte del personal de mantenimiento eléctrico es familiar con la tecnología básica del controlador. Sin embargo, las fábricas controladas pronostican sus últimas tecnologías con términos confusos. Aquí están algunas de las características más comunes de los controladores, de las básicas a las de última tecnología, y algunas factores claves que las evalúan.

Controladores en AC y DC

Existen un número de diferencias claves entre los controladores AC y DC. El controlador en DC típicamente incorpora controladores rectificadores de silicio (SCRs), para transferir potencia entrante en alterna para controlar la tensión aplicada del motor DC. Aún cuando los controladores DC son frecuentemente menos caros, inicialmente, los motores DC, los cuales emplean escobilla, generalmente son más caros y requieren mayor mantenimiento que los motores AC. Sin embargo, los controladores DC, pueden proveer un control de velocidad y torque extremadamente preciso e independiente. Usando motores DC con escobillas disminuye el mantenimiento y el control concerniente a los motores DC, pero ellos generalmente son más caros debido a la composición electrónica interna del motor, y la complejidad en comparación con los motores AC.

Los controladores en AC usan nuevas tecnologías y pueden costar más inicialmente comparados con los controladores DC. Sin embargo, las ventajas de los motores AC, incluyen menores costos por mantenimiento y reparación, y alta eficiencia energética, que provee de un rápido retorno de inversión. Los controladores AC, típicamente son usados con técnicas de control de tensión y frecuencia con modulación de ancho de pulso (PWM) aplicadas al motor AC.

Los controladores PWM usan un rectificador de diodo puente o una completa presentación de SCRs para convertir la fuente de tensión AC en tensión DC. La tensión DC es entonces filtrada en un filtro pasa bajo. La tensión DC es luego conectada a tres

terminales de un motor AC para lograr la tensión requerida y la frecuencia esperada por el motor AC. La conexión al motor AC es lograda utilizando los dispositivos de interrupción electrónicos. Muchos controladores PWM emplean transistores bipolares de compuerta aislada (IGBTs), para controlar los interruptores requeridos por modulación de ancho de pulso. Los controladores PWM típicamente pueden reducir los armónicos del motor mediante el control de la ocurrencia y duración de cada pulso.

Tercera Generación de los Transistores Bipolares de Compuerta Aislada (IGBTs)

El más reciente avance en la tecnología del controlador AC viene mano a mano con las mejoras en los tamaños y rendimientos de los conocidos dispositivos de interrupción de potencia como los transistores bipolares de compuerta aislada. Ideal para bajo nivel de señal de control de potencia. Los controladores AC emplean IGBTs para proveer de rapidez, precisar la operación, señales electrónicas del motor, y detener la operación. Aunque algunas pérdidas eléctricas han sido asociadas con el uso de los dispositivos de interrupción IGBT, los fabricantes de los controladores han tomado todas las ventajas de esta tecnología para acrecentar el empaque de los controladores.

El controlador AC fue una aplicación absorbida por los primeros transistores bipolares de compuerta aislada, sin embargo, como son conocidas como tercera generación de transistores IGBTs reduce las pérdidas y eficientemente maneja altos voltajes. Estos dispositivos tienen altas velocidades de interrupción y las más bajas caídas de conducción. Las pérdidas de los nuevos dispositivos son 39 watts 15 kHz las cuales son 40% más bajas en comparación a los anteriores tipos de IGBTs.

Los controladores con los últimos IGBTs ofrecen incrementos en la confiabilidad y mejor rendimiento a bajo costo. En equipos con tensión de 460 volt o mayores, se hace uso de motores AC con aislamiento mejorado, que son requeridos cuando hay una gran longitud de cables entre el controlador y el motor.

Comunicaciones

Con el incremento necesario para el control e integración de dispositivos de automatización dentro las facilidades que brindan los sistemas de información, la flexibilidad y el fácil uso de las capacidades de comunicación en controladores de velocidad es vital.

Un número de factores que deberían ser considerados cuando aparecen en comunicaciones, por ejemplo:

¿Quieren ser controlados por controladores programables?

¿Por un sistema de administración de edificios?

¿Estará unido a la red de dispositivos o a remotas entradas y salidas de la red de trabajo?

COMO ESPECIFICAR LOS CONTROLADORES DE FRECUENCIA VARIABLE

1. Tipo de carga para controladores de frecuencia variable.
 2. Información sobre motor
 3. Fuentes de potencia
 4. Métodos de control para controladores de frecuencia variable
 5. Eficiencia y Factor de Potencia
 6. Protección y Calidad de Potencia
-

1. Tipo de carga para controladores de frecuencia variable.

¿Su aplicación de controlador de frecuencia variable requiere un controlador de torque constante o de torque variable?

Si el equipo siendo controlado es centrífugo, tal como un ventilador o una bomba, entonces el controlador de torque variable será el más apropiado. El ahorro de energía es la motivación primordial para instalar controladores de frecuencia variable para aplicaciones centrífugas, y **los controladores de torque variable ofrecen el gran ahorro de energía**. Por ejemplo, un ventilador necesita menos torque cuando funciona al 50% de su velocidad que cuando funciona a su velocidad nominal. La operación de torque variable permite al motor aplicar sólo el torque necesario, el cual resulta en reducir el consumo de energía.

Comunicadores, bombas de desplazamiento positivo, taladros de presión, y otras aplicaciones de tipo similar requieren nivel constante de torque en todas las velocidades. En cada caso, los controladores de frecuencia variable con torque constante serían los más apropiados para este trabajo. Un controlador de torque constante debería tener una capacidad de corriente de sobrecarga de 150% o más para un minuto. Los controladores de torque variable y frecuencia variable necesitan sólo una capacidad de corriente de sobrecarga de 120% para un minuto desde que aplicaciones centrífugas raramente excedieron la tasa de corriente.

Si es necesario un control de proceso estricto, entonces usted puede necesitar vectores sensoriales, o controladores de frecuencia variable, los cuales permiten un alto nivel de exactitud en el control de la velocidad, toque, y posición.

2. Información sobre el Motor

De acuerdo a la siguiente información sobre motor será necesario seleccionar los

propios controladores de frecuencia variable:

- **Tasa de corriente a carga neta.** Usando un caballo de fuerza del motor es una manera inexacta de medir la capacidad del controlador de frecuencia variable.
- **Tasa de Tensión.**
- **Rango de velocidad.** Generalmente hablando, un motor no debería funcionar a menos del 20 % de lo especificado de la velocidad máxima permitida. Si éste funciona a menor velocidad en comparación a ésta, sin enfriamiento del motor auxiliar, el motor sobrecalentará. El enfriamiento del motor auxiliar debería ser usado si el motor debe ser operado a velocidades lentas.
- **Motores múltiples.** Medir un controlador a frecuencia variable que controlará mejor en comparación a un motor. Agregando juntamente la carga neta de cada motor. Todo motor controlado por un simple motor controlador debería tener una tasa de voltaje similar.

3. Fuente de Potencia

Si es un deber continuar con la operación, entonces debería ser especificado lo siguiente:

- +/- 10 % fluctuación de tensión
- +/- 3% de variación de frecuencia
- 0% de tensión para 1 ciclo
- 60% de tensión para 10 ciclos
- 87% tensión continua

Si se necesita abastecer un controlador trifásico , con potencia monofásica, entonces el controlador debería estar en el rango de 25 % a 50% de su capacidad de corriente, la cual sería requerida para especificar el controlador de mayor capacidad.

4. Método de Control por Controladores de Frecuencia

Control por 2-conductores, 3-conductores.

Con el controlador controlado por dos conductores, sólo un interruptor es usado para hacer funcionar el controlador de frecuencia. Un interruptor abierto detiene el controlador, y un interruptor cerrado lo hace funcionar. El controlador de dos conductores es predominantemente usado en las aplicaciones de HVAC desde que este es capaz de mantener el comando RUN activo del controlador durante la pérdida de potencia, el cual permite a los controladores de frecuencia automáticamente reiniciar cuando la potencia es restaurada. Además, el control por 2 conductores permite controlar “a través de las pérdidas de potencia”, operar a potencia residual durante 2 segundos o menos de duración.

Con el controlador controlado por tres conductores, dos interruptores son usados para el funcionamiento del controlador. Un interruptor es necesario para detener y otro para

encender el controlador de frecuencia. Este permite un contacto auxiliar desde el arranque “cerrado” el comando RUN, parecido justamente a los más convencionales arrancadores de motores.

Alternativas referentes a la Velocidad:

- **Control de Velocidad a Base de Potenciómetro.** Permite al operador fijar la velocidad del motor.
- **Control de Velocidad mediante Programación Digital.**
- **A Base de señales análogas.**
- **Selección de velocidad mediante Interruptor selector.**
- **A base de Comunicación serial.**

5. Eficiencia y Factor de Potencia

Un controlador debería tener una eficiencia de 95% o más a carga completa.

Los controladores de frecuencia variable deberían también ofrecer un verdadero sistema con factor de potencia de 95% o más cruzando el rango operacional de velocidad.