VARIADORES S.A.

MOTORREDUCTORES - CONTROLES DE MOVIMIENTO

YASKAWA™

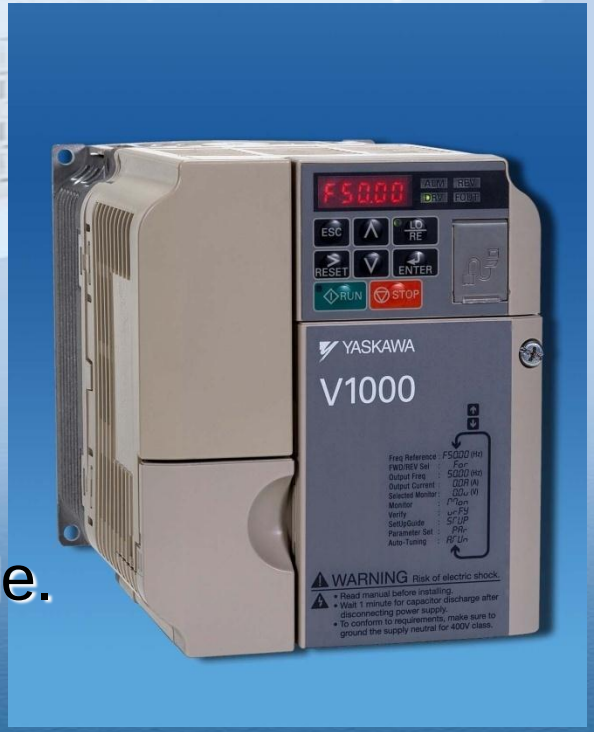
Ahorro de energía con variadores de frecuencia

Métodos de Ahorro de Energía

- *Fundamentos de Variadores de Frecuencia*
  - *¿Qué es un variador de frecuencia?*
  - *¿De qué forma un variador de frecuencia contribuye al ahorro de energía?*
- *Aplicaciones de variadores de frecuencia en edificios ¿Donde están las oportunidades para la aplicación de variadores y motores de alta eficiencia?*
- *Estimación de Ahorro*
  - *¿Cómo protegerse de los cálculos de retorno de inversión demasiado optimistas?*

¿Qué es un variador de frecuencia?

- Dispositivo usado para variar la velocidad de una carga conducida , tales como bombas, ventiladores, compresores, transportadores y troqueladoras, entre otras, para asegurar la exactitud requerida por el proceso y también obtener ahorro de energía.



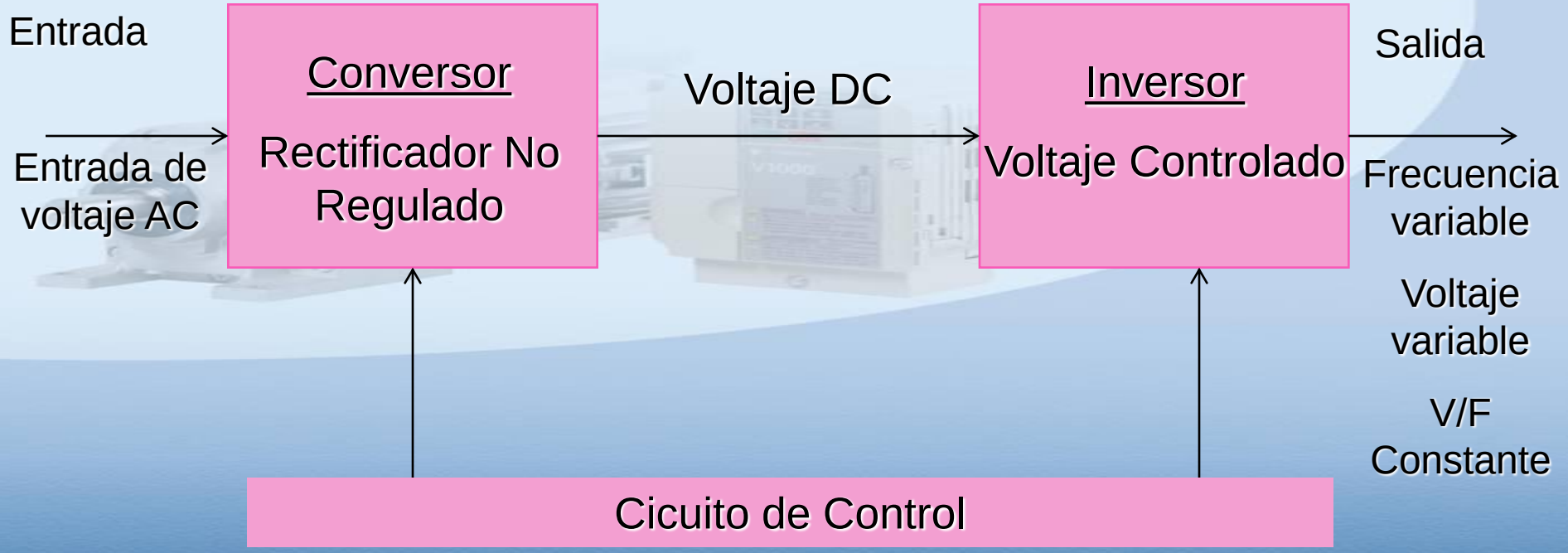
- Incluye protección de sobrecarga incorporado
  (no requiere elementos térmicos)

- Voltaje y Frecuencia de motor ajustable.

- Reduce la corriente de magnetización (inrush) al 150% (ajustable) de la corriente nominal del motor.

YASKAWA

Configuración básica del VDF



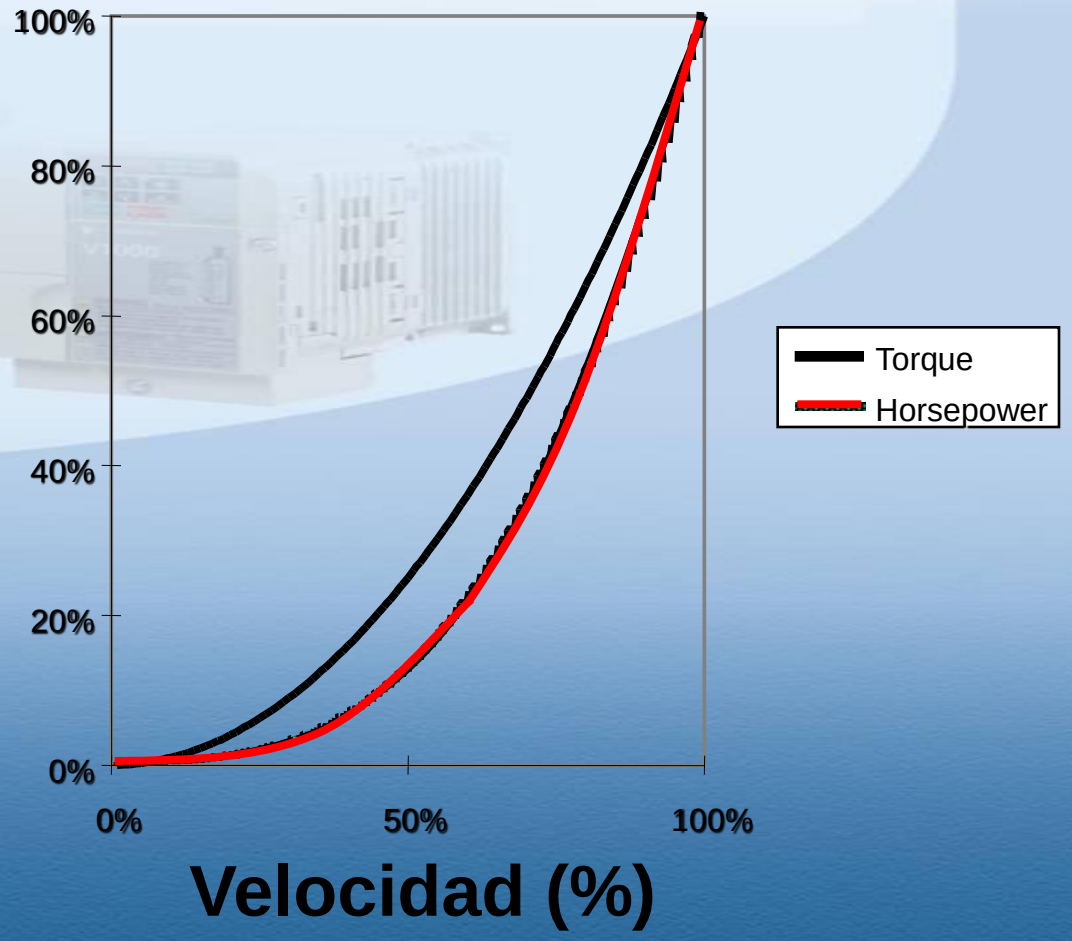
Tipos de Carga

- Las cargas estan agrupadas en cuatro categorias:
  - *Cargas de torque Variable*
    - *Cambios en la carga con la velocidad*
  - *Cargas de torque constante*
    - *La carga no cambia con la velocidad*
  - *Cargas de potencia constante*
    - *Consideraciones de carga por encima de velocidad base del motor*
  - *Cargas de impacto*
    - *La carga es intermitente no esta relacionada con la velocidad*

Carga de torque variable

- Con una carga de torque variable, el torque utilizado es una función de la velocidad. El torque cambiara con el cuadrado de la velocidad y la potencia cambiara con el cubo de la velocidad.

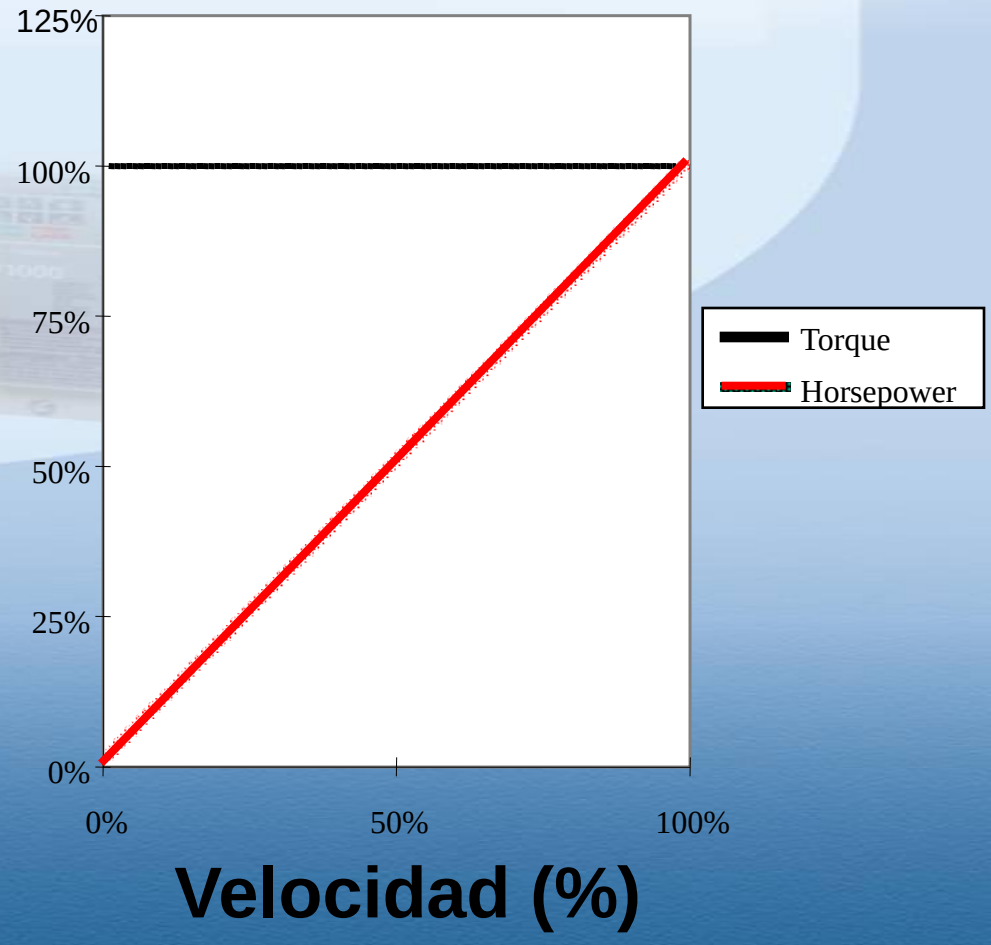
- Esta característica es típica de bombas y ventiladores centrífugos.



Carga de torque constante

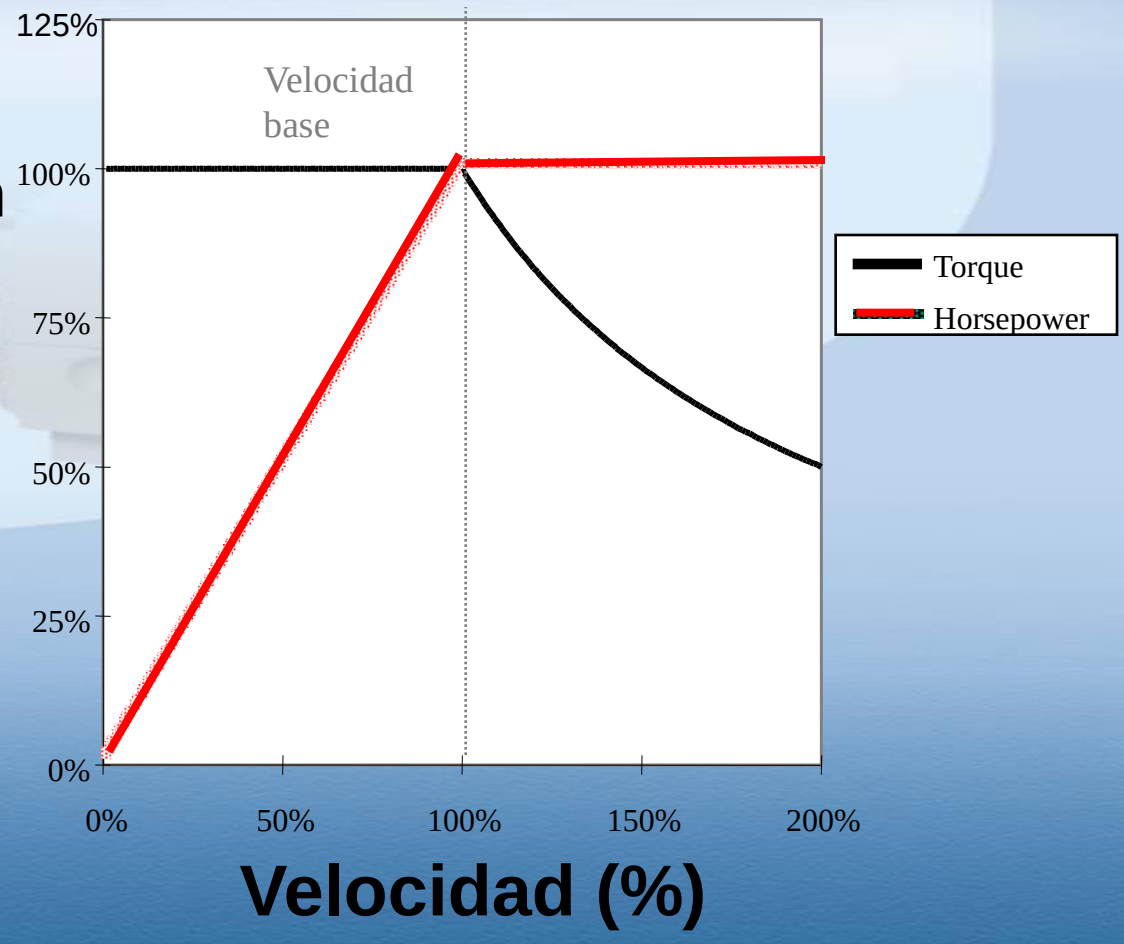
- Con una carga de torque constante, el torque de la carga no es una funcion de la velocidad. Si la velocidad cambia, el torque permanece constante. La potencia cambiara con la velocidad.

- Esta es una caracteristica típica de las bombas de desplazamiento positivo y las bandas transportadoras.



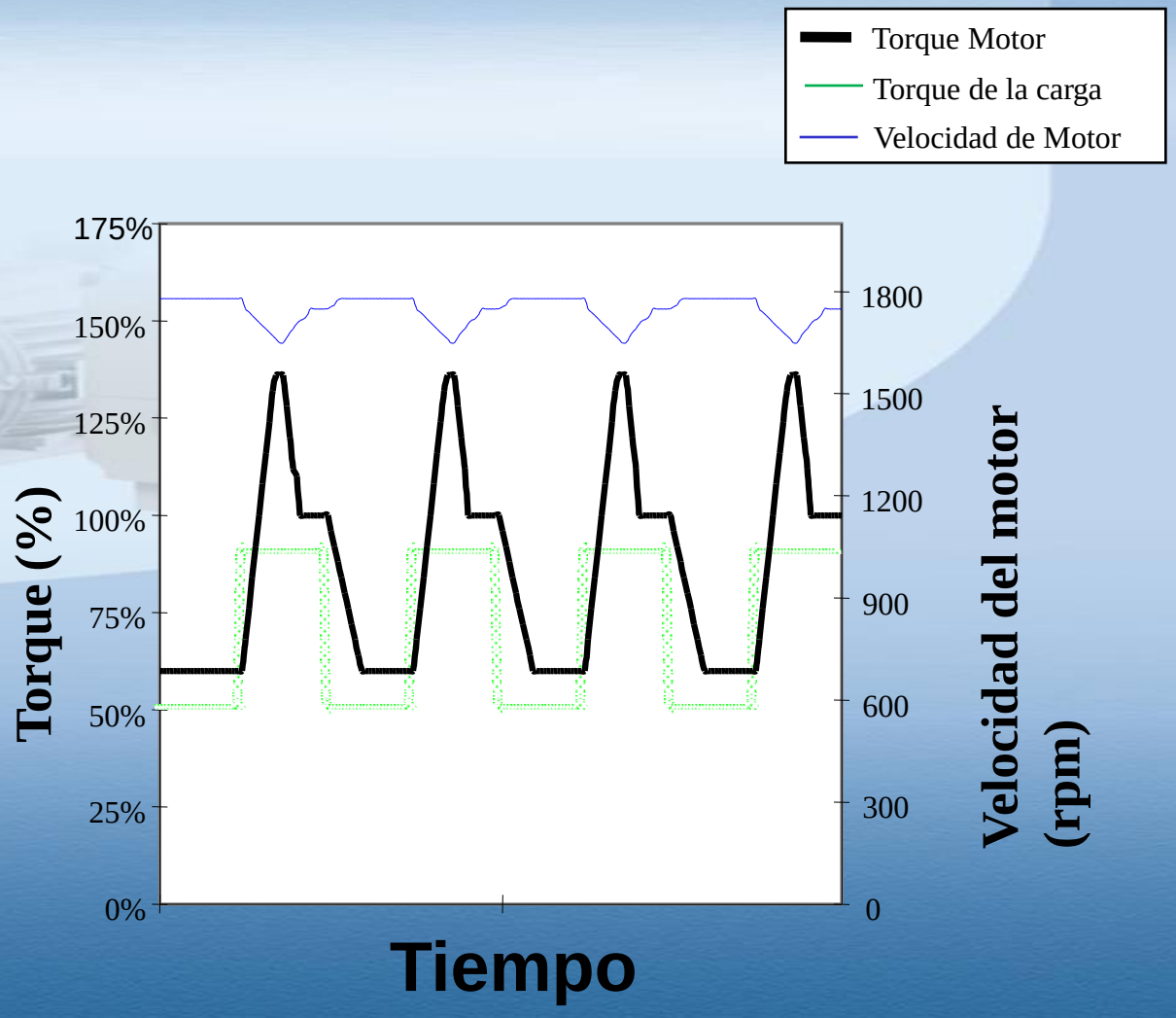
Carga de potencia constante

- Con una carga de potencia constante, El torque de la carga es una funcion de la velocidad en el rango de potencia constante. Con cambios de velocidad el torque de la carga disminuira con una razon inversamente proporcional con la velocidad (1/n). La potencia generalmente permanece constante.
- Esta caracteristica es típica del husillo de las maquinas herramientas.



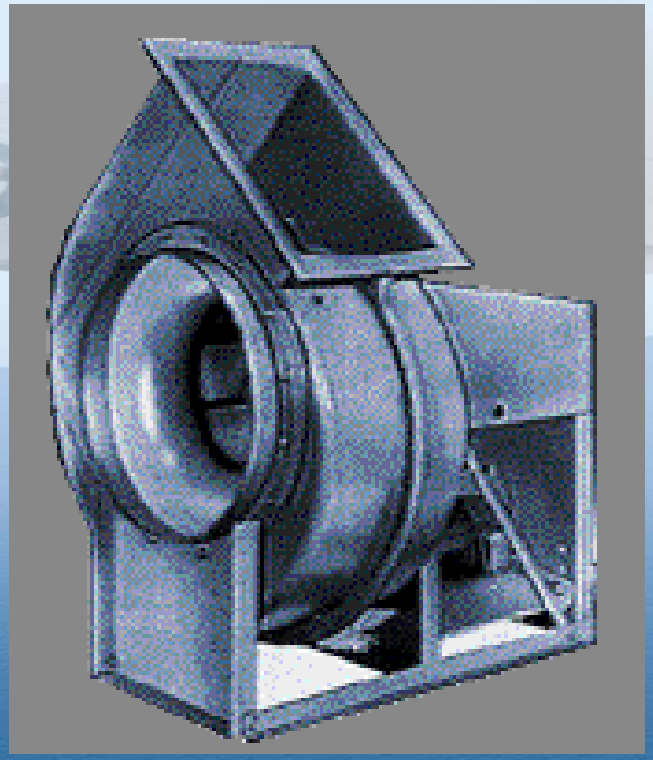
Carga de impacto

- Las carga de impacto tienen requerimentos de torque intermitentes, los cuales no estan en funcion de la velocidad.
- Este tipo de carga es tipico de prensas de impresion y algun equipo que este equipado con un volante de inercia.

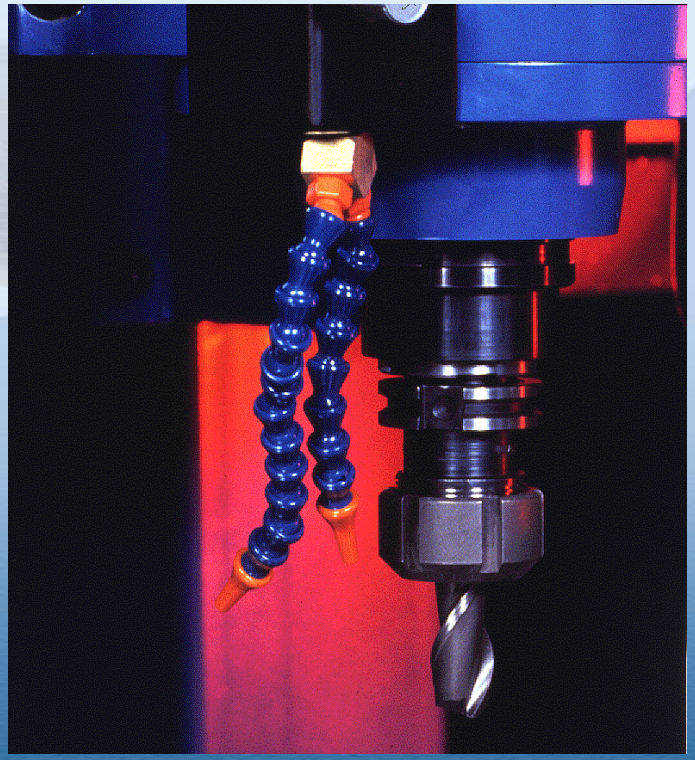


Fundamentos de Variadores de Frecuencia

Control de Velocidad



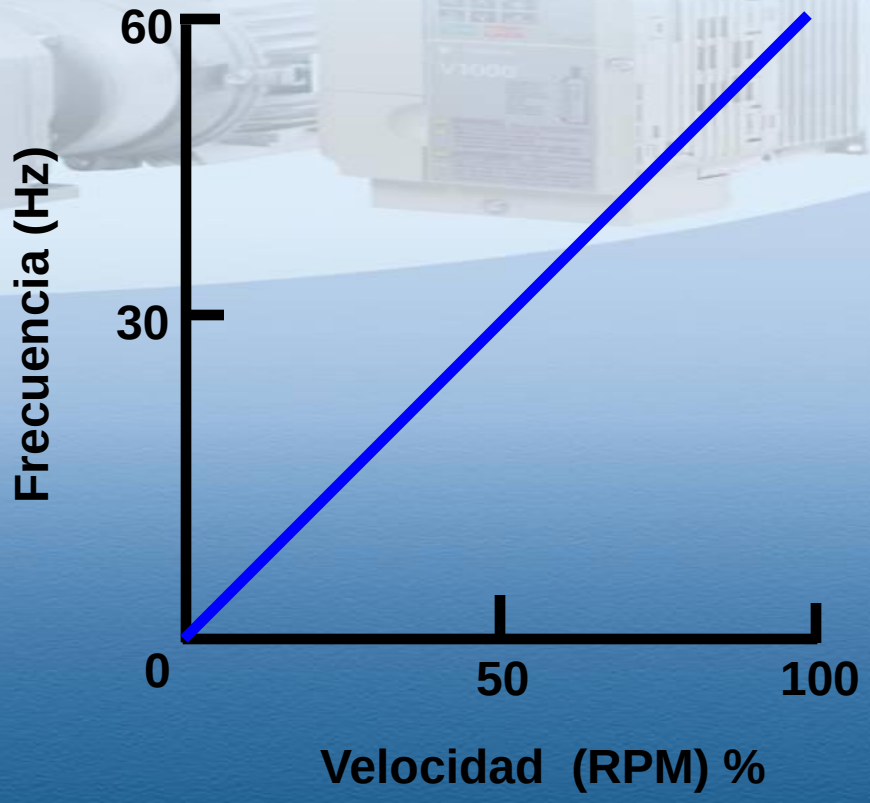
Control de Torque



YASKAWA

Fundamentos de Variadores de Frecuencia

- *La frecuencia controla la velocidad del motor*
  - *La velocidad se ajusta de manera como lo requiera el ventilador o la bomba*



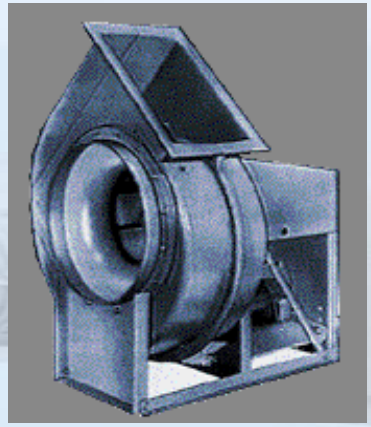
YASKAWA

Los Variadores de Frecuencia Ahorran Energía

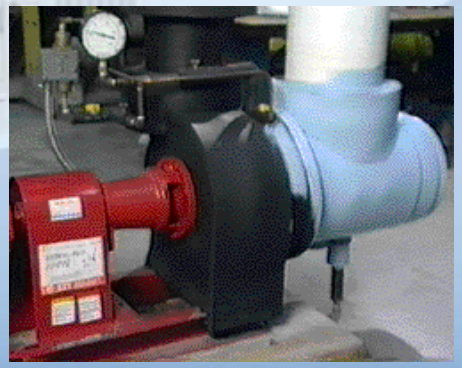
- *Leyes de Afinidad*
  - $Volumen_1 / Volumen_2 = RPM_1 / RPM_2$
  - $Presión_1 / Presión_2 = (RPM_1 / RPM_2)^2$
  - $HP_1 / HP_2 = (RPM_1 / RPM_2)^3$
- *Ejemplo*
  - *La velocidad se reduce un 25%*
  - *CFM son reducidos en un 25%*
  - *La potencia es reducida en un 57%*

Aplicaciónes Típicas de Variadores en Edificios

- *Ventiladores*



- *Bombas*



- *Torres de enfriamiento*

YASKAWA

Aplicación de Variadores en Edificios

- *Porqué usar variadores de frecuencia en ventiladores?*
- *Comparación entre controles de ventiladores*

¿Porqué Usar Variadores de Frecuencia en Ventiladores?

- *Ahorro de Energía Significativo: 20% hasta un 50%*
- *Bajo Mantenimiento: No hay conexiones mecánicas o controles que se desgasten*
- *Se reduce el nivel de ruido:*

  Baja velocidad = menos ruido
- *Se reduce la corriente de magnetización: Se reduce la demanda de carga*

YASKAWA

Comparación de Controles de Ventiladores

- *Compuertas de Salida: Outlet Dampers*

- *Rueda de paletas de entrada (Inlet Guide Vanes)*

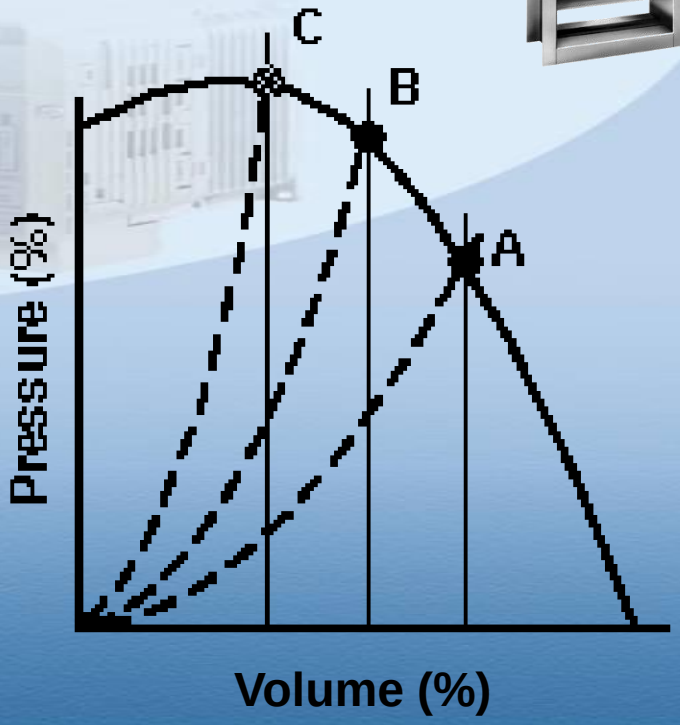
- *Variadores de frecuencia*

YASKAWA

Comparación de Controles de Ventiladores

Compuertas de Salida (Outlet Dampers)

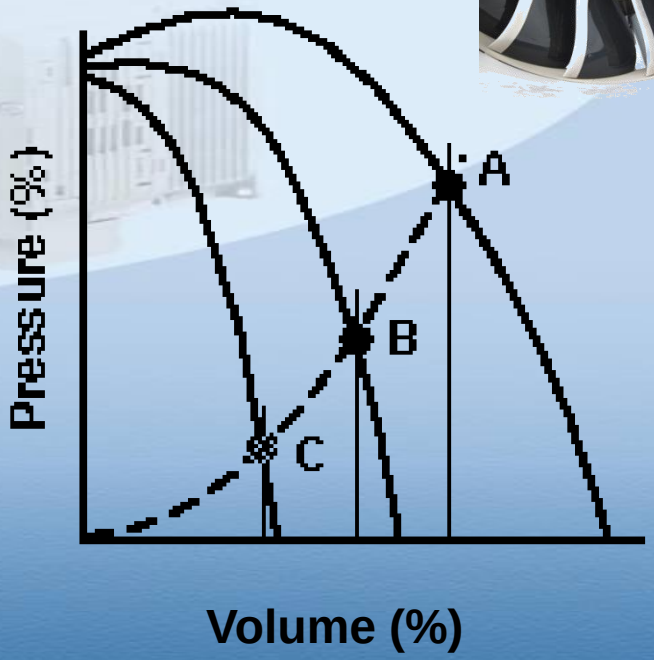
- *Placas de metal colocadas en el flujo de aire a la salida del ventilador*
- *El volumen de aire es controlado por medio de la apertura o cierre del damper*
- *El ventilador funciona a velocidad constante*



Comparación de Controles de Ventiladores

Rueda de paletas de Entrada (Inlet Guide Vanes)

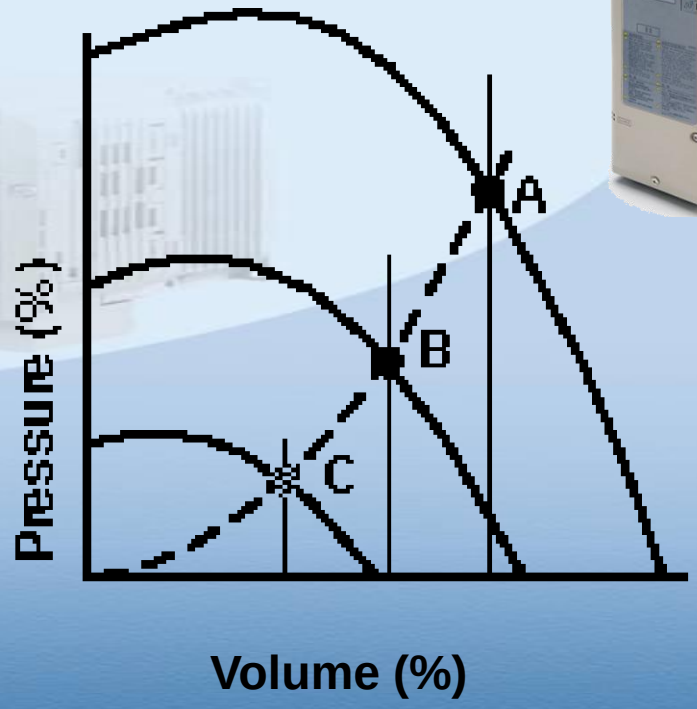
- *Paletas ajustadas y colocadas en la entrada del ventilador*
- *El volumen de aire es controlado mediante la alteración de la posición de las paletas*
- *El ventilador funciona a velocidad constante*



Comparación de Controles de Ventiladores

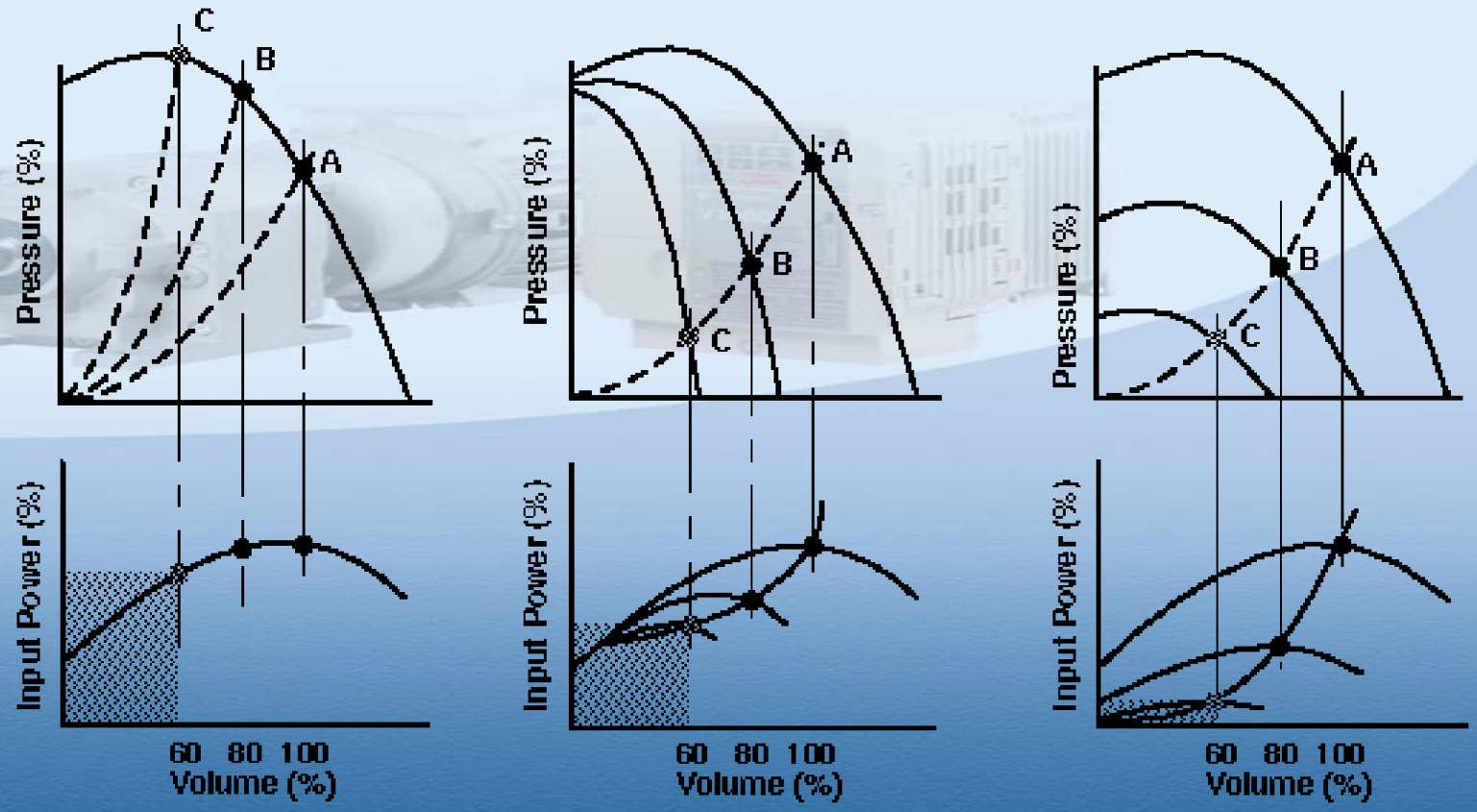
Variador de Frecuencia

- *El variador de frecuencia opera el motor del ventilador*
- *Ajusta la velocidad para satisfacer las necesidades de volumen*
- *La energía no es desperdiciada puesto que el motor solo funciona a la velocidad requerida*



Comparación de Controles de Ventiladores

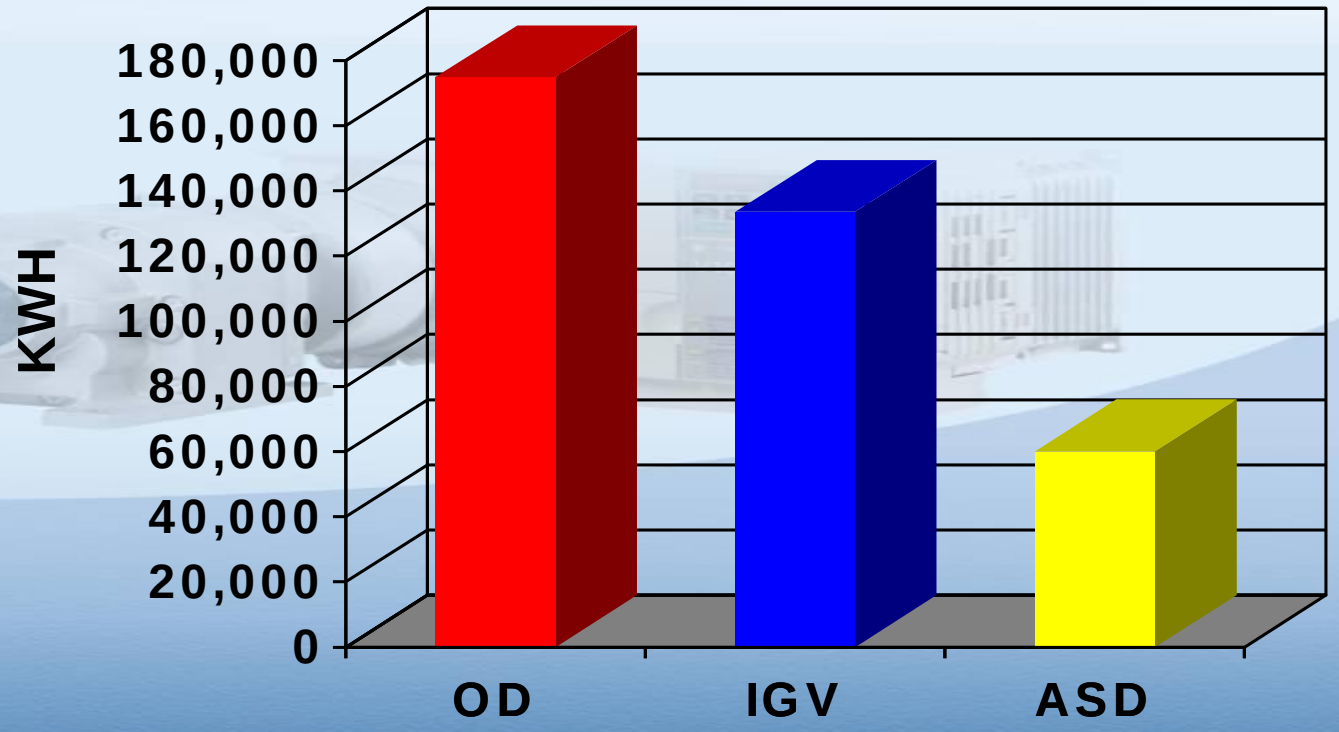
Entrada de Energía – Comparación



Compuertas de Salida **Álabes de entrada** **Variador de Frecuencia**

YASKAWA

Comparación de Controles de Ventiladores



Edificio de 100,000 pies cuadrados con 4000 horas de operación al año. (Dos ventiladores con motores de 30 HP) Basado en los procedimientos EPRI para la estimación del ahorro de energía desde la aplicación de un variador.

YASKAWA

Bombas

- *Porqué usar variadores de frecuencia en bombas*
- *Comparación entre sistemas de control de bombas*

¿Porqué usar variadores de frecuencia en bombas?

- *Ahorro de energía significativo*
  - *El ahorro depende de la cabeza estática del sistema*
- *Arranque suave*
  - *Reduce el golpe de ariete*
  - *Menos desgaste en los sellos (empaques)*
- *Reducción de ruido: Baja velocidad = menos ruido*

Comparación entre sistemas de control de bombas

- *Sistema Limitador*

- *Válvula de Bypass*

- *Variador de Frecuencia*

Comparación entre sistemas de control de bombas

Sistema Limitador

- *Las válvulas de control, como los dampers de salida y ventiladores, agregan resistencia al sistema*

- *La presión de bombeo se incrementa mientras que el volumen disminuye*

- *La bomba opera a velocidad constante*

Comparación entre sistemas de control de bombas

Válvula de Bypass

- *Se bombea la misma cantidad de agua independiente de las necesidades de refrigeración*

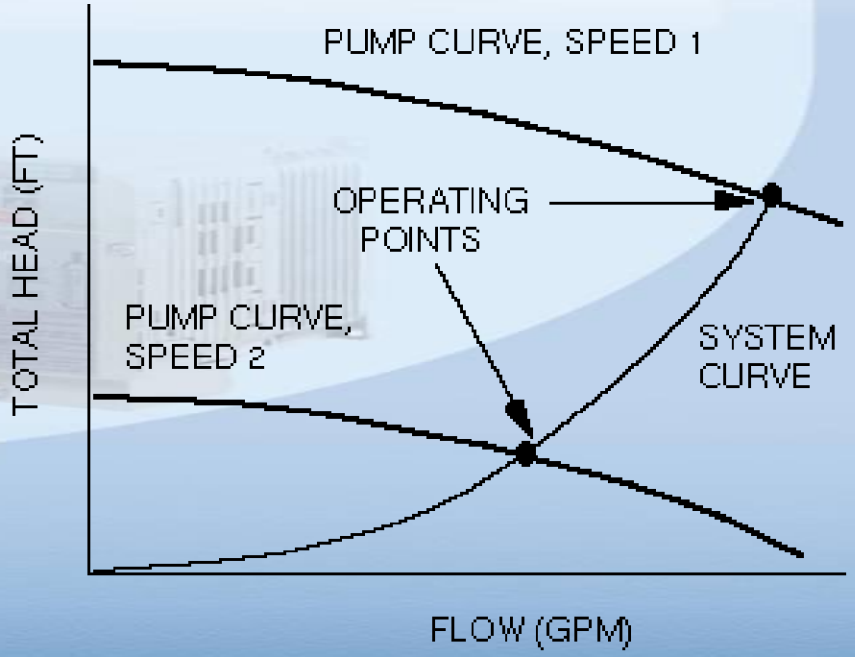
- *La velocidad de la bomba es constante*

- *La válvula de Bypass modula en respuesta a los cambios de presión para mantener una presión constante sobre la bomba*

Comparación entre sistemas de control de bombas

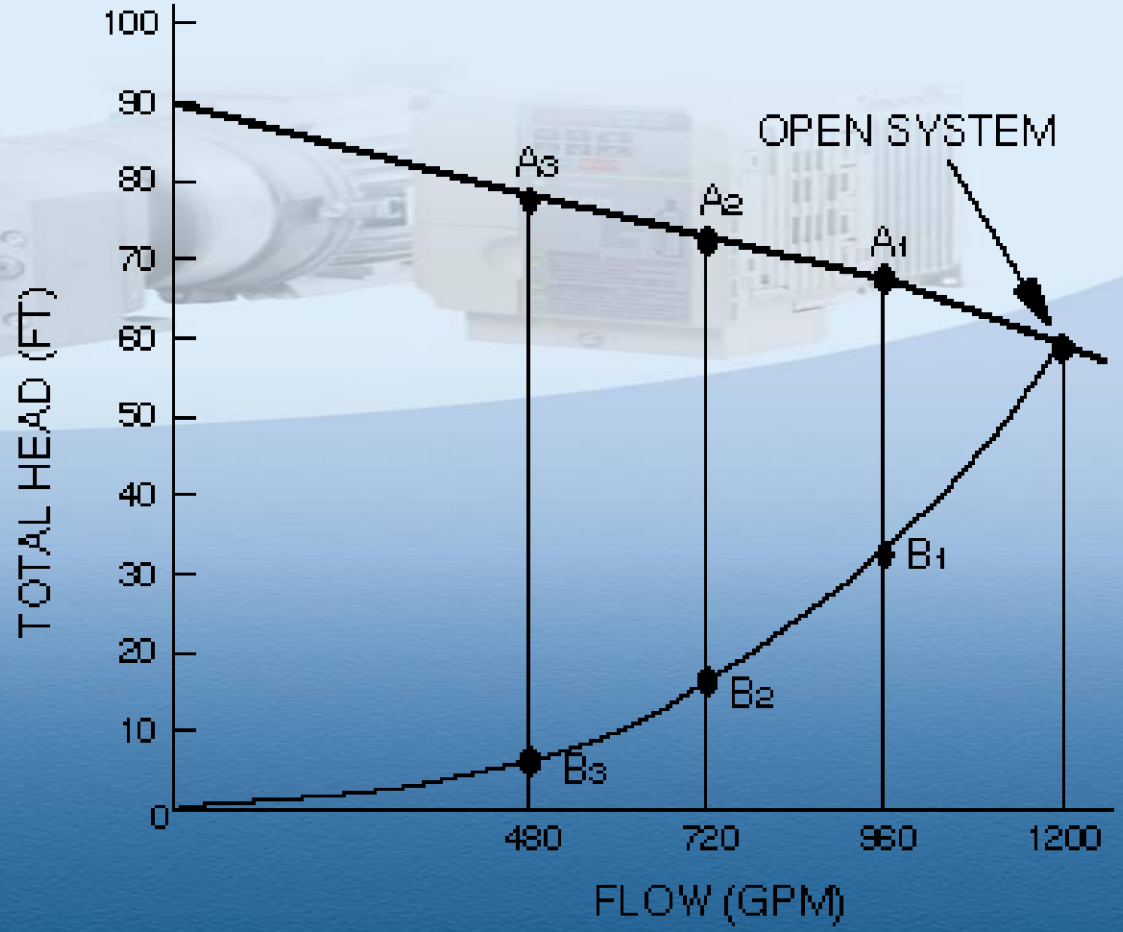
Variador de Frecuencia

- *Mantiene presión o flujo*
- *El ahorro de energía es considerable a bajas velocidades*
- *No se requiere válvula limitadora*
- *Ajusta el sistema a la demanda deseada*



Comparación entre sistemas de control de bombas

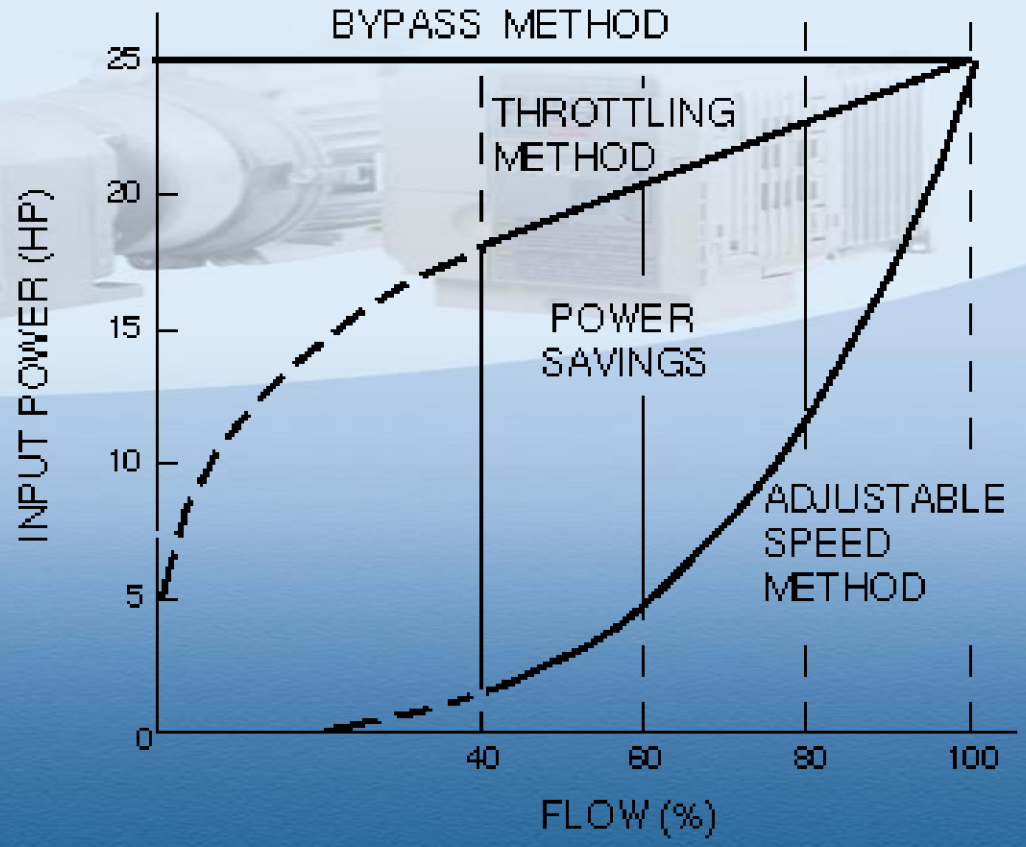
Limitador vs. Variador de Frecuencia



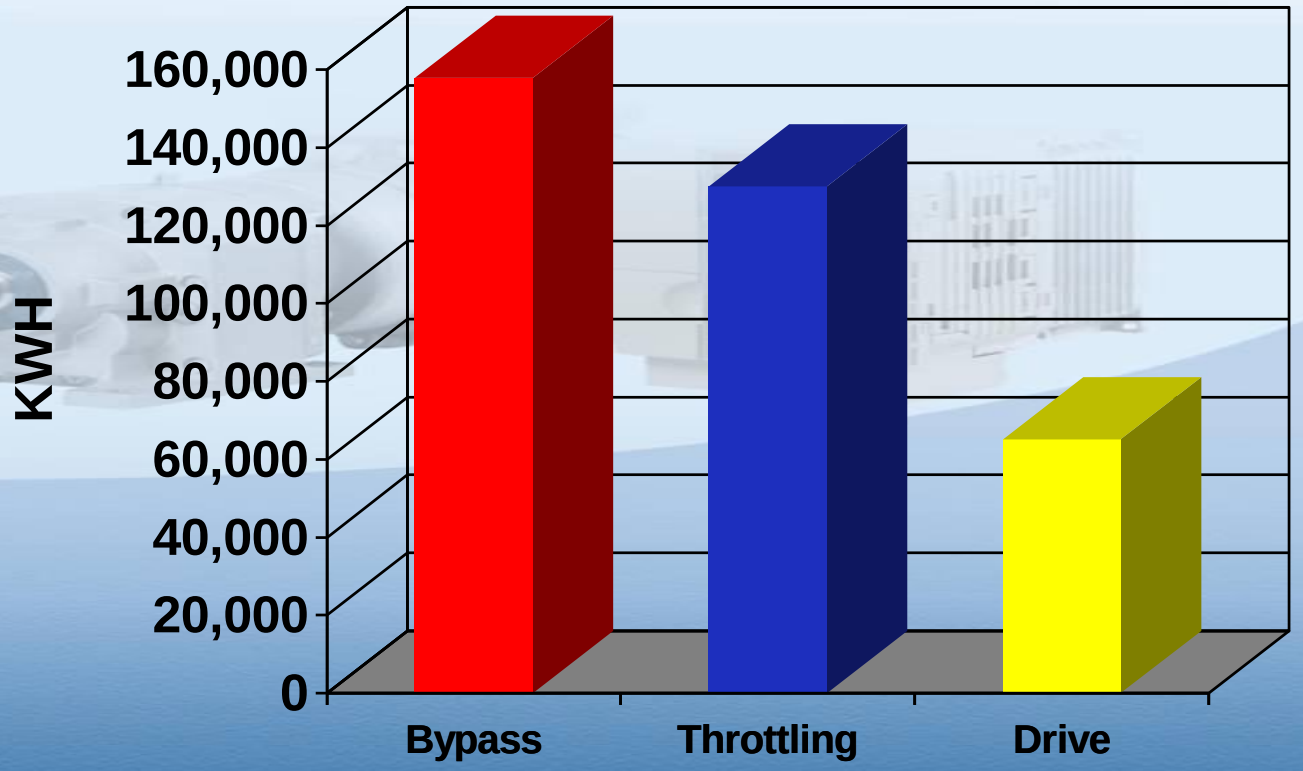
YASKAWA

Comparación entre sistemas de control de bombas

Comparación de potencia de entrada



Comparación entre sistemas de control de bombas



Edificio de 100,000 pies cuadrados con 4000 horas de operación por año.
(Bomba de 50 HP) Basado en los procedimientos EPRI para la estimación del ahorro de energía desde la aplicación de un variador.

YASKAWA

Torres de enfriamiento

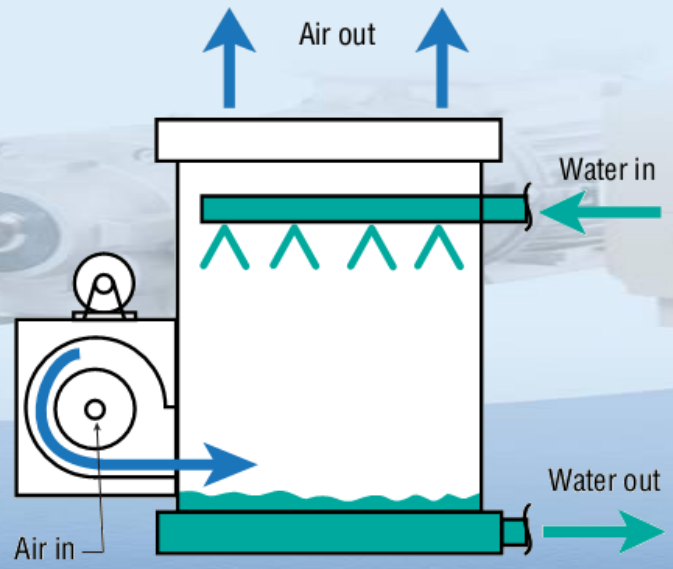
- *Porqué utilizar variadores de frecuencia en torres de enfriamiento*

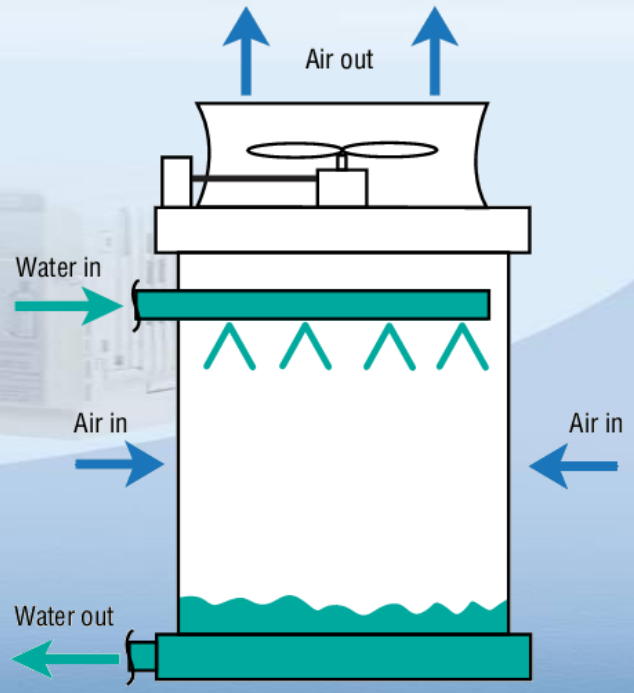
- *Comparación de sistemas de control de torres de enfriamiento*

¿Porqué utilizar variadores de frecuencia en torres de enfriamiento ?

- *Ahorro*
  - *Consumo y demanda eléctrica*
  - *Consumo de agua*
- *Se reduce el ruido, baja velocidad = menos ruido*
- *Se reduce el mantenimiento*
  - *El arranque suave disminuye el desgaste mecánico de la caja reductora y las correas*
  - *Menos agua = Mayor duración*

Tipos de torres de enfriamiento





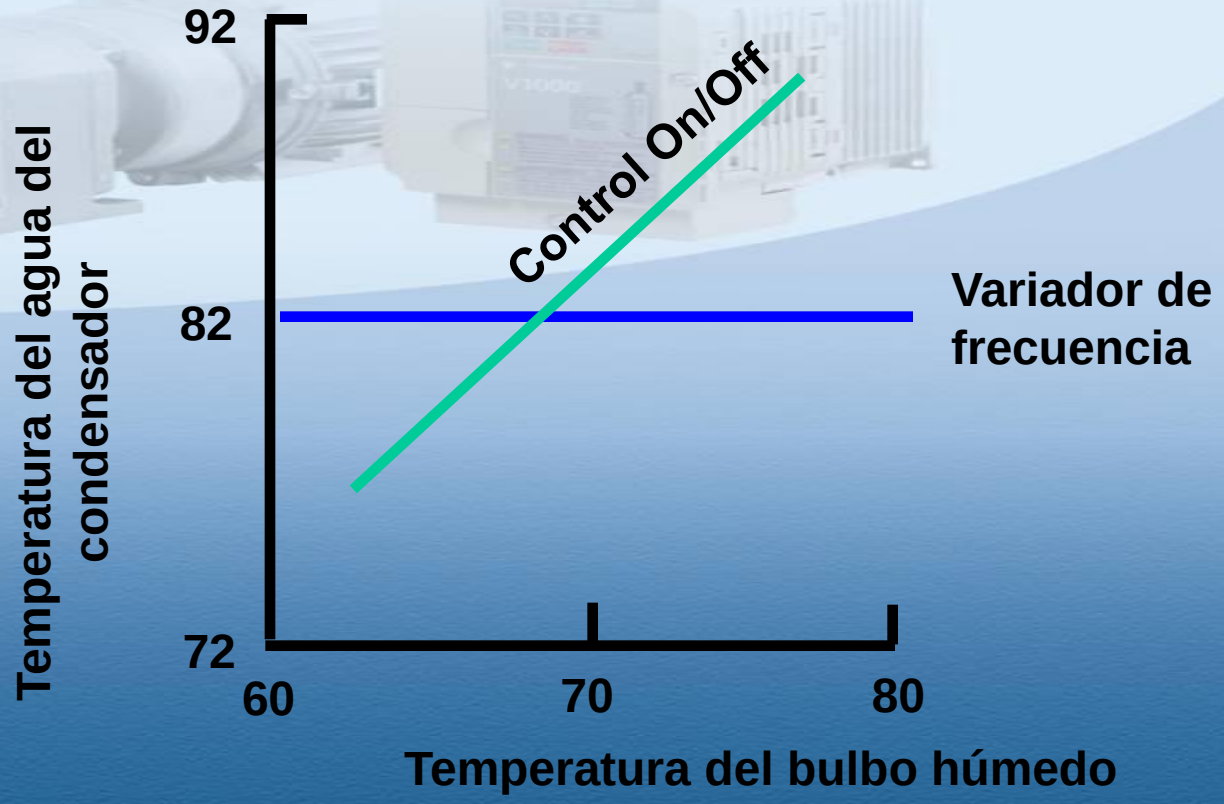
- *Ventilación forzada*
- *Ventilación inducida*

Comparación de controles para torres de enfriamiento

- *Control simple de Torre*
  - *Control On/Off*
  - *Motor de dos velocidades*

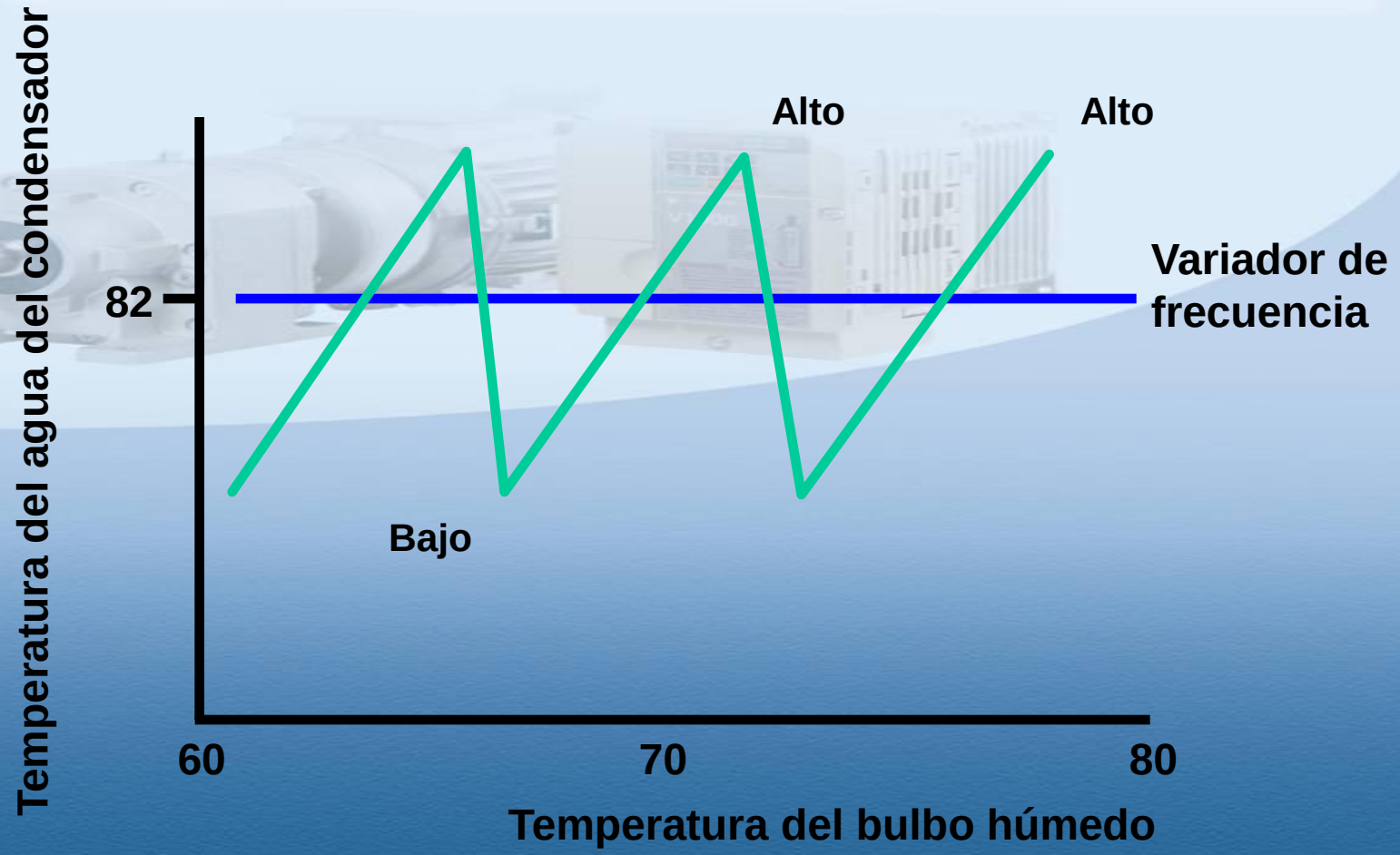
Comparación de controles para torres de enfriamiento

Control On/Off vs. Variador de frecuencia



Comparación de controles para torres de enfriamiento

Motor de dos velocidades vs. Variador de Frecuencia



Cálculo para el ahorro de energía

- *Cálculo de ahorro de energía para una aplicación de torque variable*

- *Costo($)=* $\frac{Kw * S^3 * T * C}{Ef}$

- *Donde :*
  - *Kw = Potencia del motor*
  - *Ef = Eficiencia del motor*
  - *S = Velocidad del motor (%/100)*
  - *T = Tiempo en horas*
  - *C = Costo de energía en $ por Kw/h*

Cálculo para el ahorro de energía

- *Ejemplo: Motor de 55Kw a carga completa, con velocidad de operación del 100%, a $119.84 el Kw/h, el costo por año será*

$$Costo(\$)= \frac{55 * 1^3 * 24 * 365 * 119{,}84}{0{,}9} = \$64'154.346{,}67$$

Si el motor es operado al 50% de la velocidad nominal tenemos

$$Costo(\$)= \frac{55 * 0{,}5^3 * 24 * 365 * 119{,}84}{0{,}8} = \$9'021.705$$

Esto representa aproximadamente un 86% en costos de ahorro de energía!

YASKAWA

Estimación de ahorros

- *Métodos e información requerida*
- *Revisar los resultados*
- *Combinar motores de alta eficiencia y variadores*
- *Programa Energy Savings Predictor (ESP)*

Métodos e información requerida

- *Cálculos manuales*
  - *Regla de oro de cifras aproximadas*
    - *Potencia del Motor HP, tipo de control, horas de operación*
- *Programas de predicción simplificados*
  - *Energy Savings Predictor (ESP)*
    - *Voltaje, perfil de operación del edificio*
- *Programas de simulación*
  - *Blast, DOEII, y Trace*
    - *Datos meteorológicos, descripción detallada de la construcción, el perfil de utilización, equipos específicos*

Revisar los resultados

- *Programas de predicción simplificado*
- *Perfil de operación correcta*
  - *Asumiendo un gran número de horas de operación a bajo flujo desviará los resultados*
  - *Básico para los cálculos*
  - *Estrictamente las leyes de ventiladores o datos empíricos*
- *Consideración de sus límites del sistema*
  - *Efectos del ajuste de presión estática*
  - *Presión de cabeza estática/mínima velocidad de la bomba*

Energy Savings Predictor (ESP)

- *Conservativo*
  - *Utilice el perfil de construcción desarrollado por EPRI*
  - *Utilice resultados empíricos desde el EPRI*
- *Cálculos económicos*
  - *Retorno de inversión simple*
  - *Tasa interna de retorno*
- *Programa de computador sencillo de manejar*

Motores de alta eficiencia y variadores

- *Siempre considere el reemplazo del motor cuando adiciona un variador*
- *Adiciona ahorros*
- *Los motores viejos pueden tener problemas en el aislamiento*
- *El retorno de la inversión de esta combinación (variador y motor) puede ser mejor que el variador y el motor por separado*

Preguntas?

Contáctenos

VARIADORES S.A.

MOTORREDUCTORES - CONTROLES DE MOVIMIENTO

www.variadores.com.co

oblanco@variadores.com.co