



Ahorro de Energia en Compresores de Aire y Amoniaco

Marzo 2005

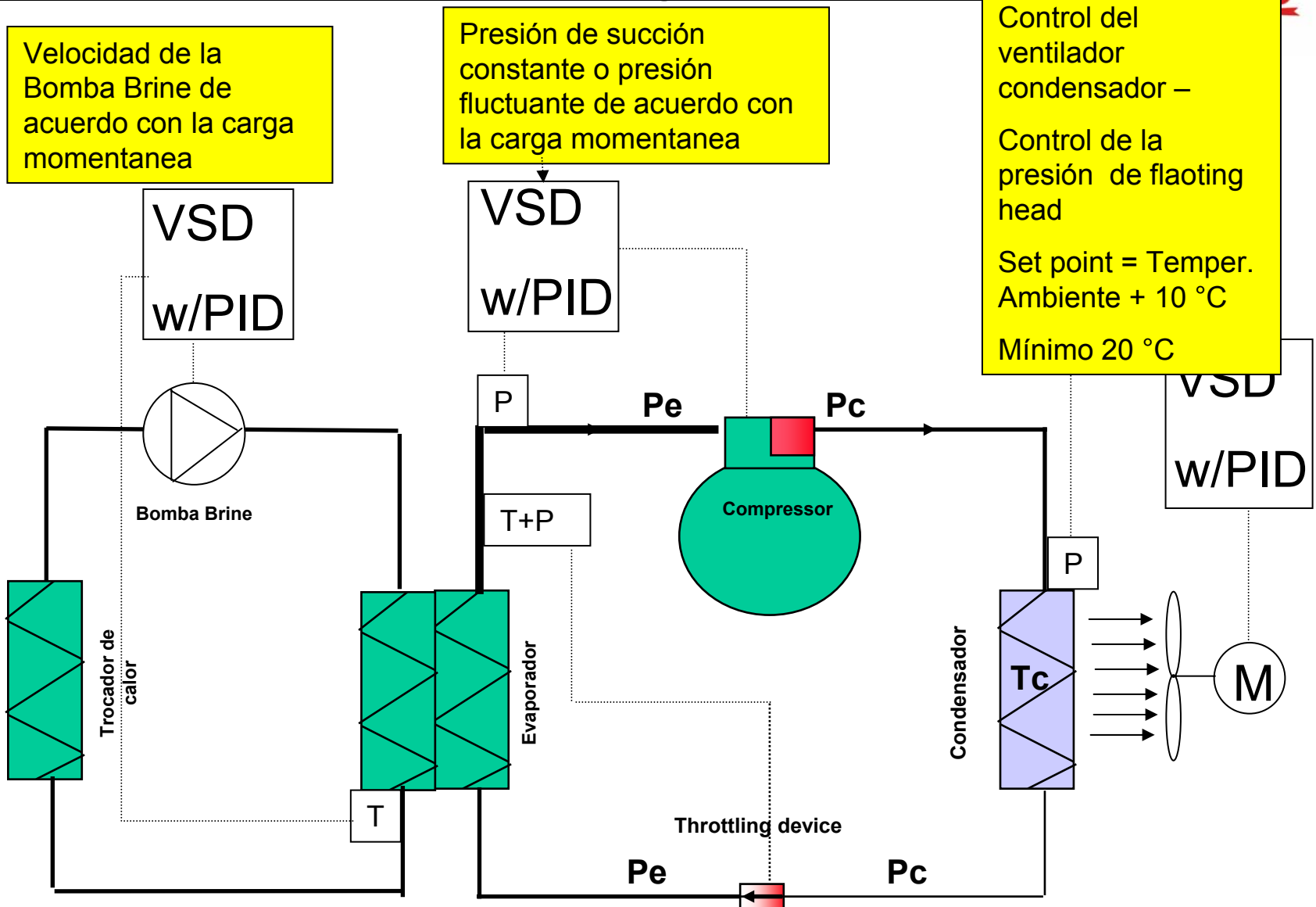
Danfoss Drives

Control de Compresores de Amoniaco

Observaciones interesantes!

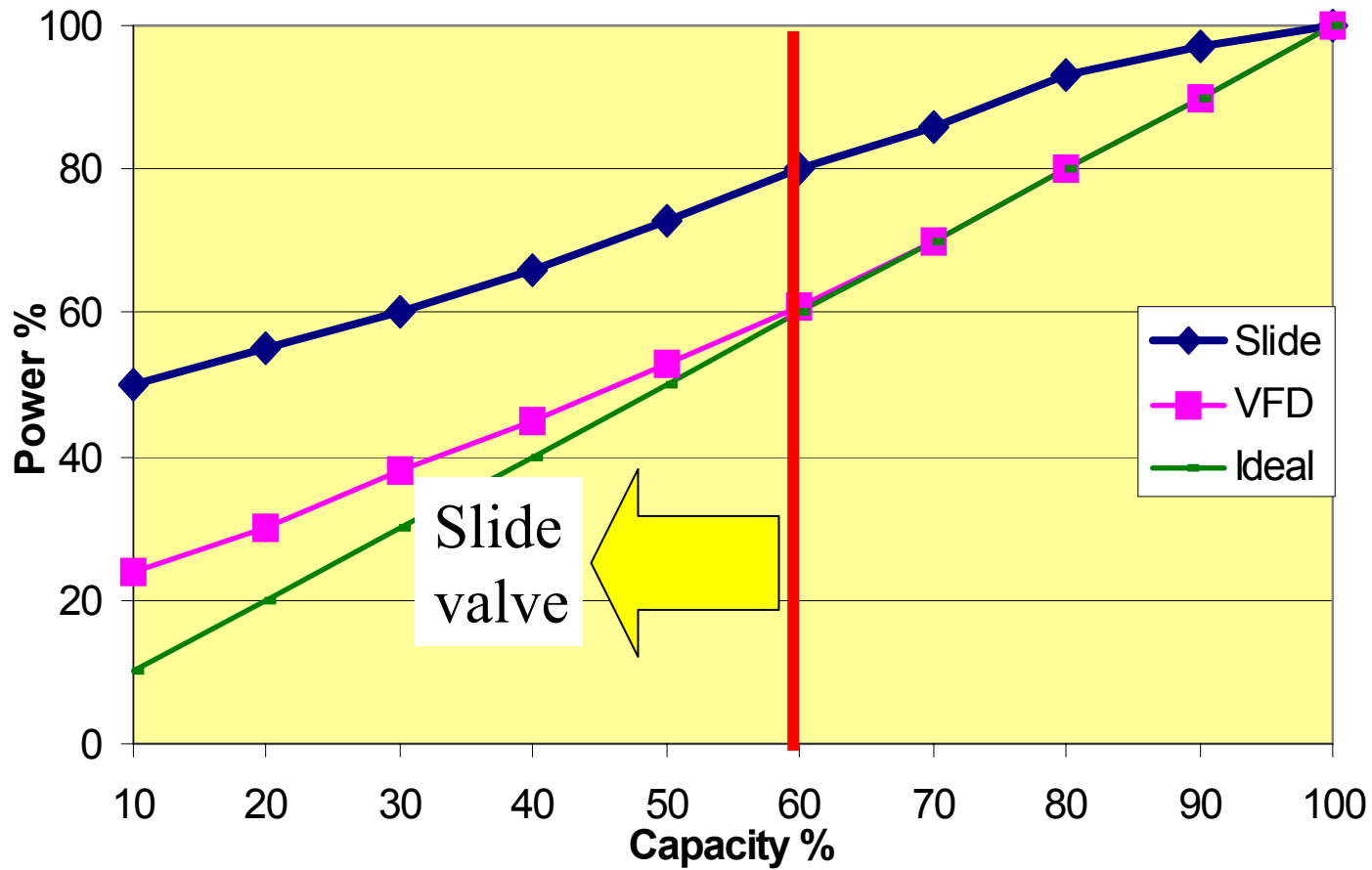
- La refrigeración representa 40% - 50% del costo total con energía eléctrica en una cerv El incremento de 1° C en la temperatura de evaporación → puede mejorar la eficiencia en 2-3%.
Por ejemplo un chiller evaporando a + 3° C es 6% más Eficiente que uno evaporando a + 1° C.
- La eficiencia de la refrigeración es altamente dependiente de las temperaturas de evaporación y condensación

Sistema simplificado de refrigeración en cervecerías:



Ahorro de Energia en Compresores de Tornillo

Ahorro de Energia en Compresores Tornillos



Ahorro de Energia en Compresores de Tornillo

Ejemplo:

- Datos del Motor: 315 kW motor, 560 A @ 380 V, $\cos \varphi = 0.91$
- Costos de Energia: 0.06 USD/kWh
- Válvula Slide @ 68 %: 438 A
- Válvula Slide @ 100 %: 490 A

Pregunta:

- Cuánta energia es utilizada a 100 % de la capacidad?

$$(kW = \sqrt{3} \times V \times A \times \cos \varphi)$$

- Cuánta energia es utilizada a 68% de la capacidad?
- Costo anual en regimen de trabajo de 20hs/dia ?

Ahorro de Energia en Compresores de Tornillo

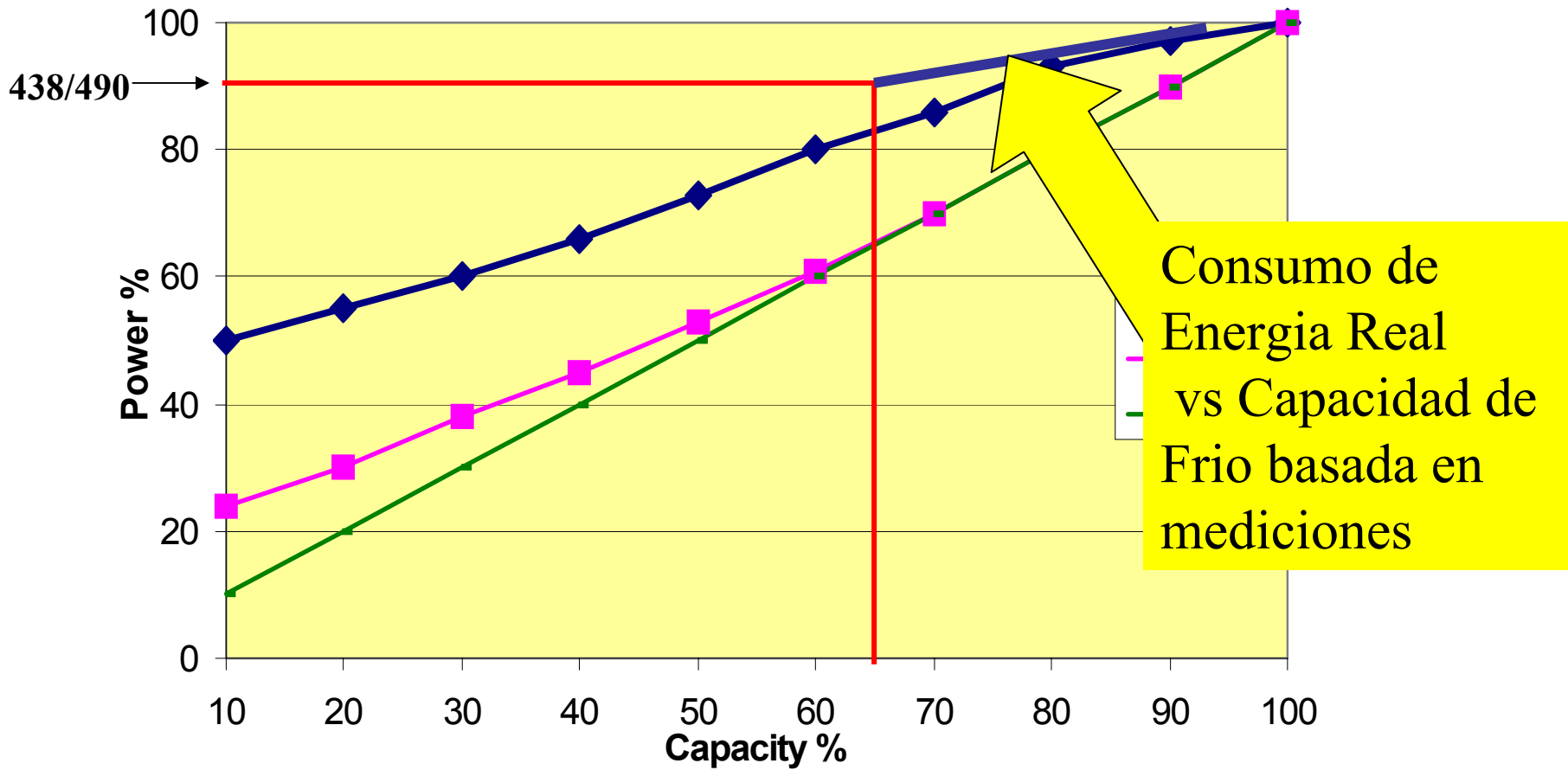
Solución:

- Válvula Slide @ 68 %: 438 A = 260 kW (110,250 USD)
- Válvula Slide @ 100 %: 490 A = 291 kW (123,750 USD)

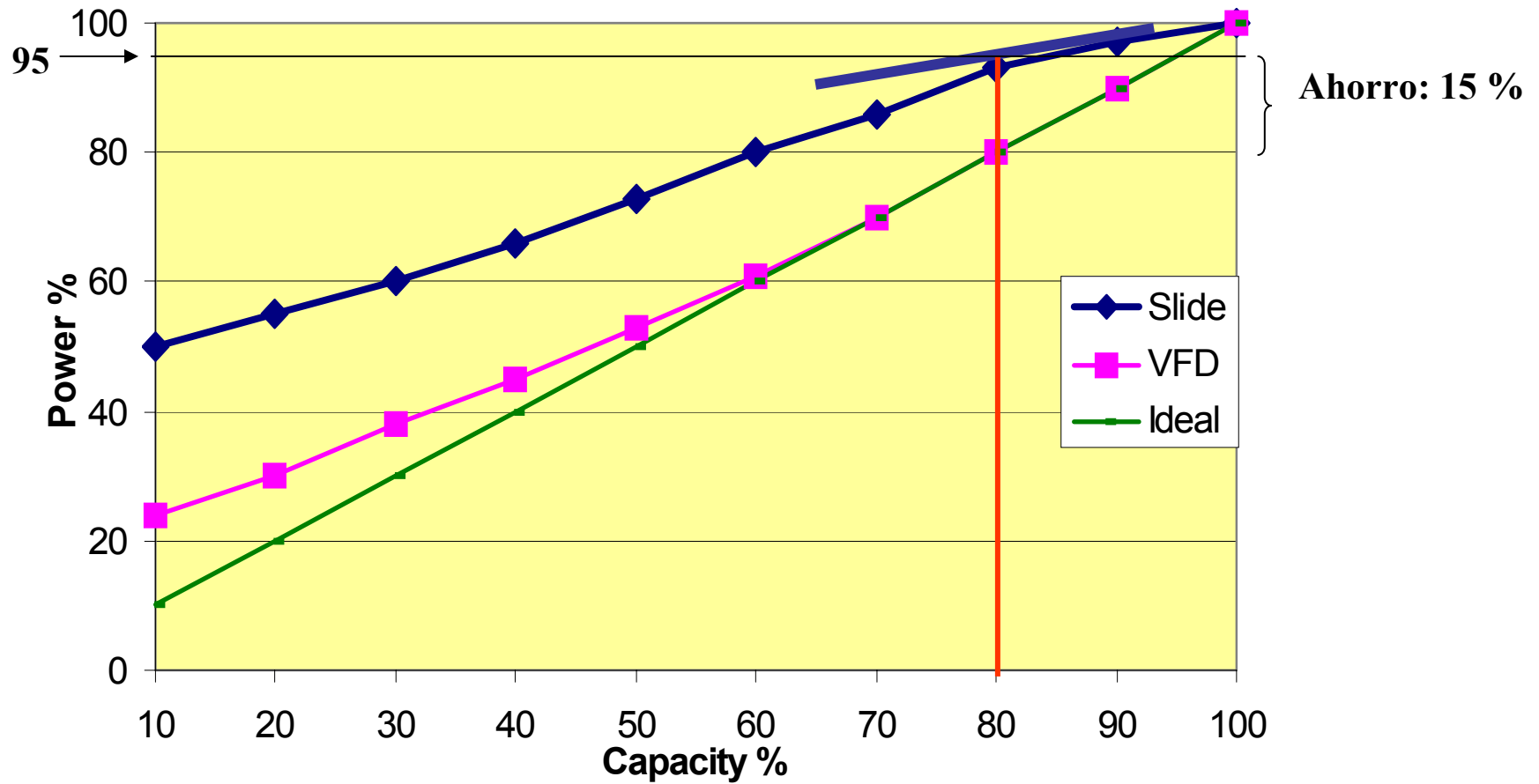
Pregunta:

- Asumiendo capacidad media de 80 %, cuál es el consumo anual de energia?
- Cuál es el potencial de ahorro de energia anual con Control por Convertidores de Frecuencia contra el Control por Válvula Slide?

Ahorro de Energia en Compresores de Tornillo



Ahorro de Energia en Compresores de Tornillo



Ahorro de Energía en Compresores de Tornillo

Solución:

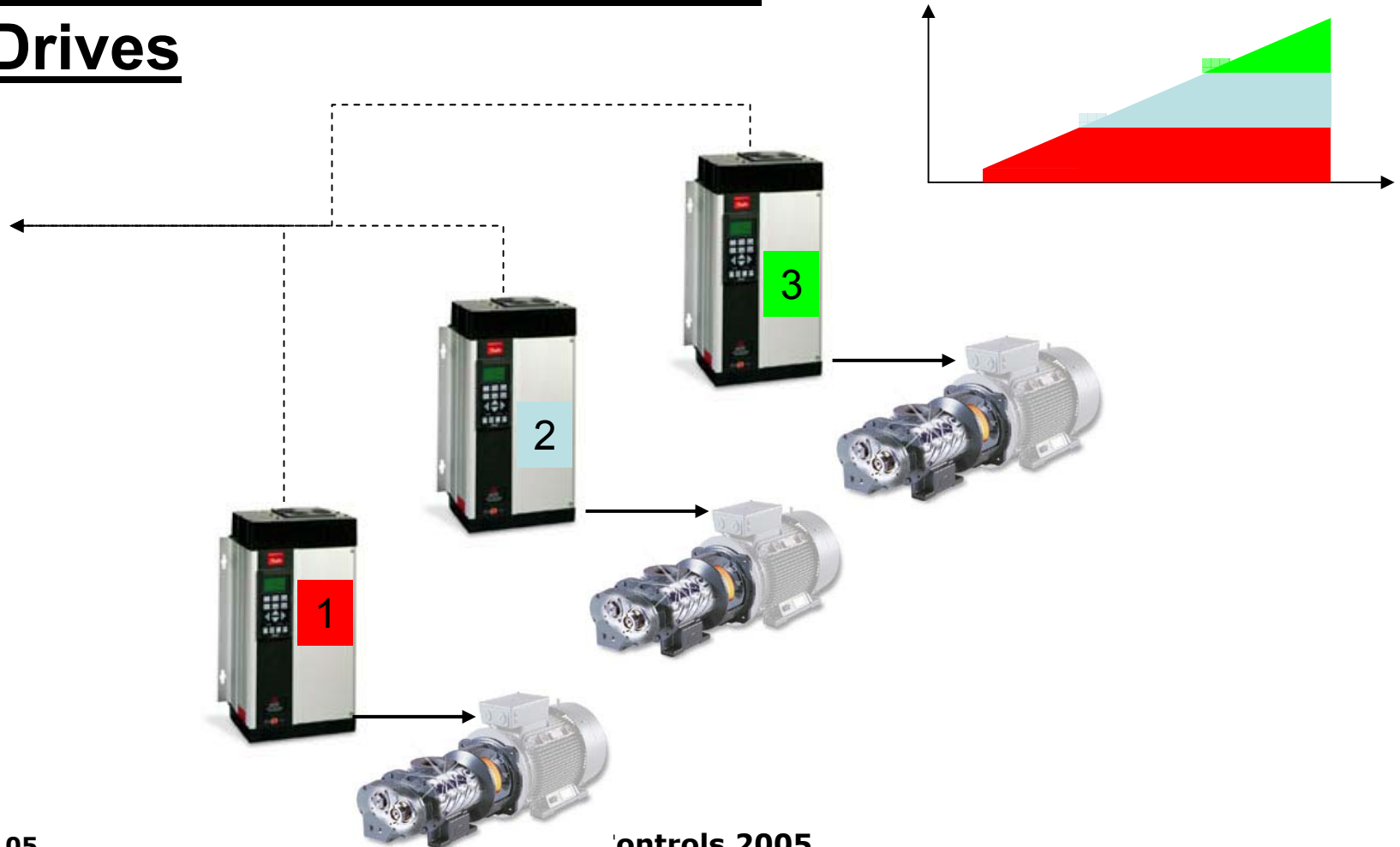
- Asumiendo capacidad media de 80 %, cuál es el consumo anual de energía (95 %)? = 117,000 USD
- Cuánto se puede ahorrar con el Control del Compresor con CF en vez de la Válvula Slide (15 %)? = 18,500 USD

Cuál es el tiempo de Pay-Back?:

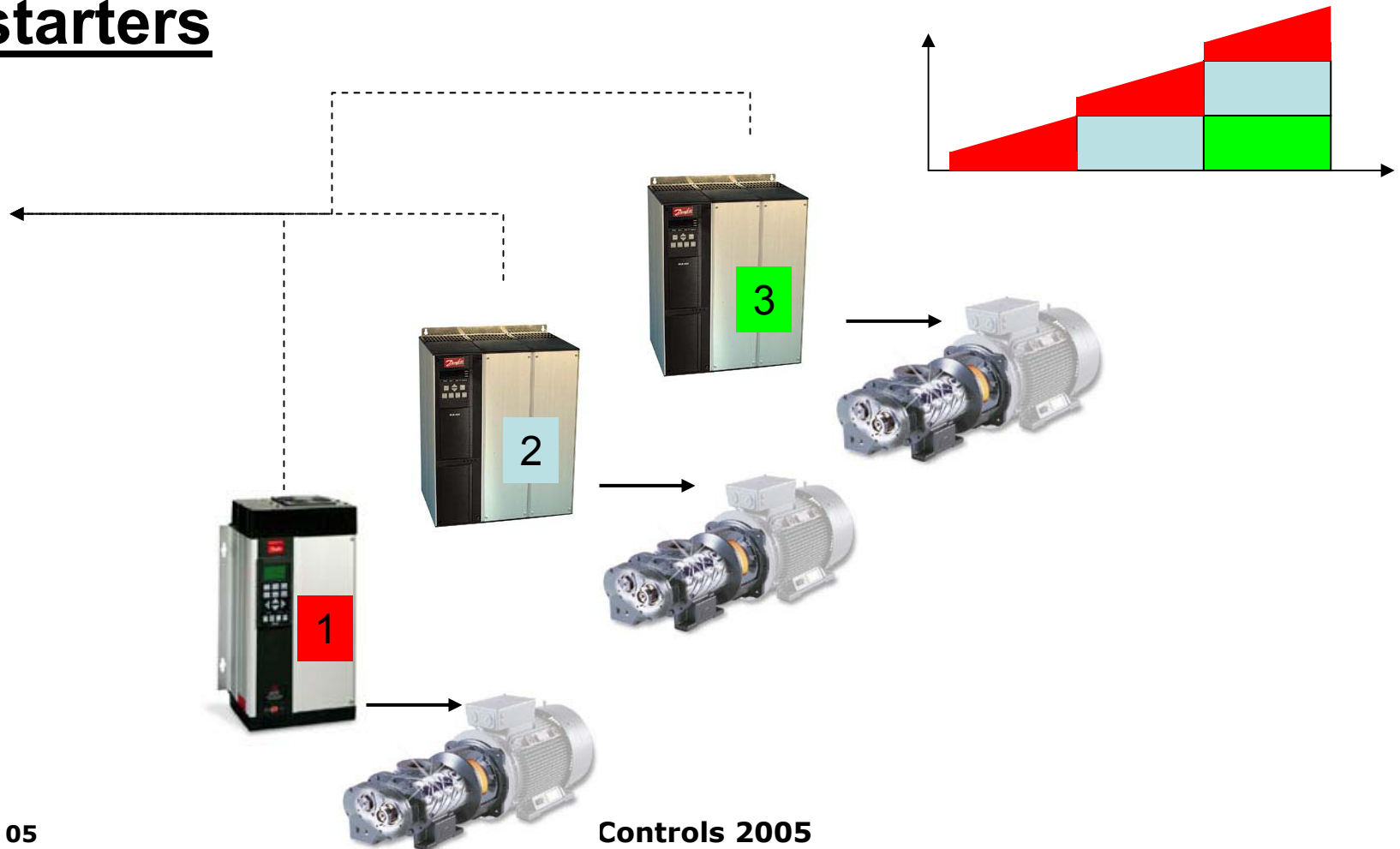
- Costo del Convertidor + costo del Capital (315 kW):
 - **Tiempo medio de pay-back está entre 12 e 18 meses**

Configuración del Sistema de control de los Compresores

Control en cascada con 3 Drives



Control en cascada con 1 Drive y 2 Soft starters



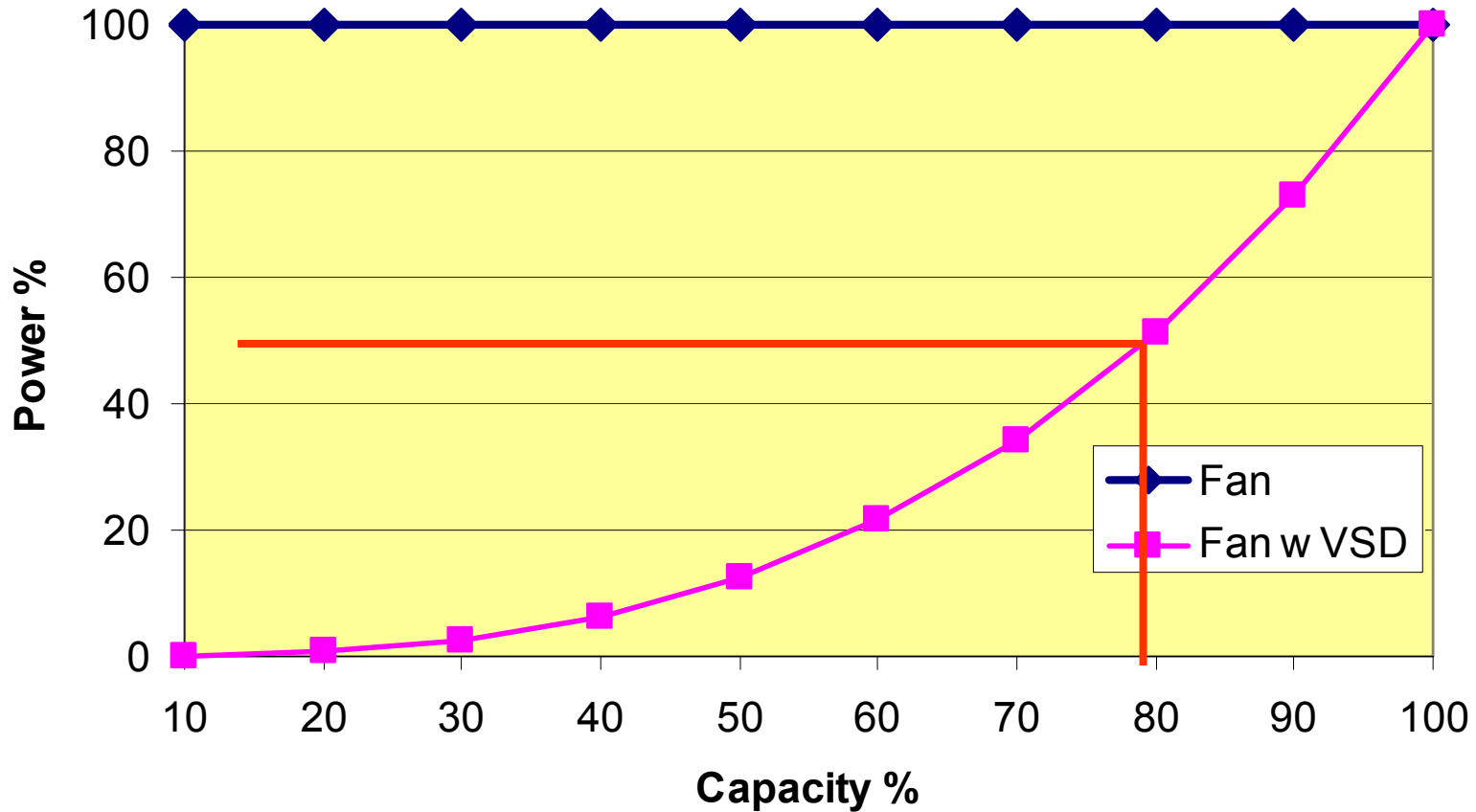
Otros Beneficios

- Control continuo para atender la carga de calor momentánea
- Capacidad aumentada utilizando un compresor menor (30 – 100 Hz)
- Menor cantidad de componentes y compresores necesaria
- Funcion de “soft starter” Built-in
- Reducción de desgaste mecánico
- Menor cantidad de arranques y paros
- No hay necesidad de regulacion mecánica



Ahorro de Energia en Condensadores

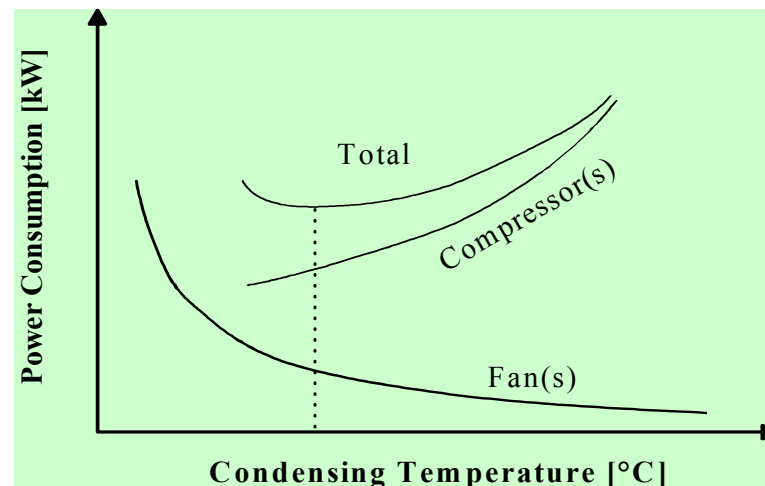
Ahorro de Energia en Condensadores



Velocidad óptima del compresor y del ventilador condensador

Una temperatura de condensación muy baja, T_c resulta en un mayor consumo de potencia de los ventiladores condensadores. Por otro lado, una temperatura muy alta resulta en mayor consumo de potencia de los compresores.

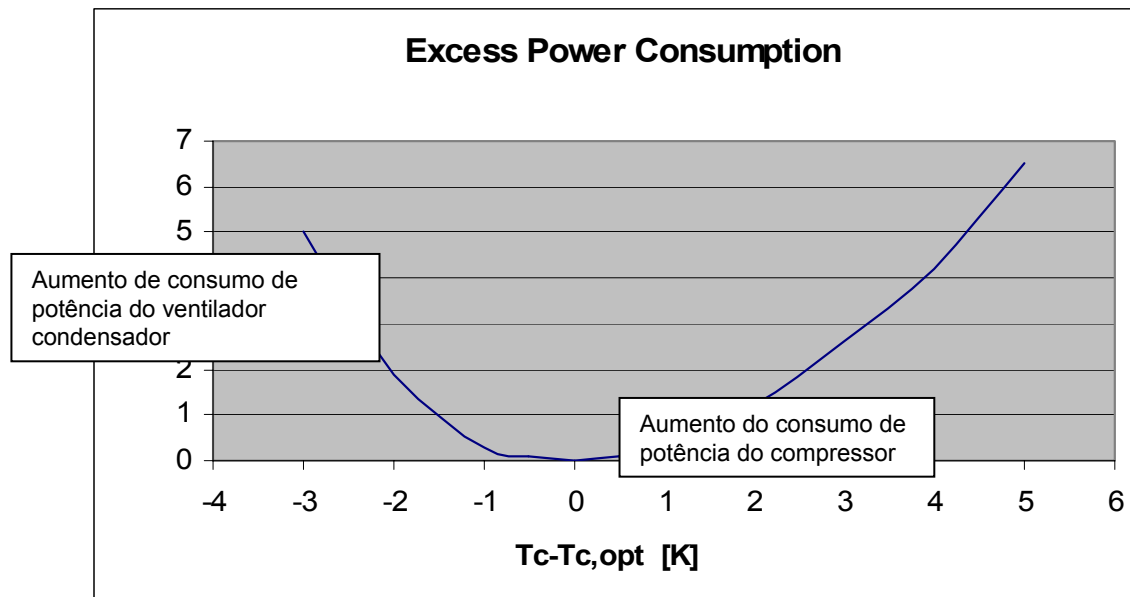
El punto óptimo es aquel representado en la curva, donde el consumo total es mínimo.



Variación del T_c

Variaciones en el T_c causados por control discreto de velocidad del ventilador aumentará el consumo total de potencia del sistema (ventiladores e compresores) por dos motivos:

- La temperatura desviará por lo menos parte del tiempo del valor óptimo
- Habrá una tendencia de operar con un setpoint relativamente alto pues un valor muy bajo podrá causar problemas con la capacidad de expansión de las válvulas.



Ahorro de Energia en Condensadores

Ventajas:

- Menor consumo de energia del ventilador :
- 50% velocidad = 15% consumo de energia

Vantajas adicionales:

- Circuito de enfriamiento estable:
 - ✓ Incremento de eficiencia de las válvulas electronicas de expansion y eficiencia total
 - ✓ Nivel de liquido estable
- Menor nivel de ruido:
 - ✓ Menor velocidad media de los ventiladores
 - ✓ Sin llaveamientos de los ventiladores
- Mantenimiento:
 - ✓ Menores costos de mantenimiento



Tiempo medio de pay-back menor que 12 meses

Case story:



Cerveceria Yatala
Cerveceria Carlton & United
Queensland, Australia

Proyecto de reforma de la planta de refrigeración

Más que 13% de ahorro en el costo total de electricidad para toda la cervecería utilizando:

- Ventiladores condensadores controlados por Drives,
- Compresores controlados por Drives,
- Bombas Brine controladas por Drives

Y un sistema inteligente de gerenciamiento de frío !





Histórico y motivación:

- Reduzir el consumo de energía (brine chilling representava aprox. 60% del consumo total de electricidad de Yatala)
- Upgrade de la planta de refrigeración

Objetivos del upgrade:

- Adaptar la capacidad de refrigeración para cambios climáticos y carga de fabrica
- Obtener temperatura y presion brine consistentes en la planta

Implementacion del proyecto:

- Ventiladores condensadores controlados por Drives (Control de presión de floating head)
- Compresores de amoniaco controlados por drives (4 x 400kW)
- El intercambiador de calor fue sustituido por cambiador de placas
- La bomba Brine fue mejorada y controlada por Drive
- Nuevo sistema gerenciador de control de energia

El proyecto fue implementado en 2002 y optimizado en 2003





Carlton & United
BUILDING GREAT AUSTRALIAN BRANDS



Reducción del costo:

El consumo total de electricidad para toda la cerveceria fue reducido de 9,690 kWh/hl para 8.443 kWh/hl – e los resultados más recientes son todavía mejores!

Más de 13% de la conta de electricidad de la cerveceria Yatala fue reducida.

Resumen:

- La eficiencia de energía en muchas empresas puede ser mejorada significativamente por la utilización de Convertidores de Frecuencia (Drives) en aplicaciones llaves que pueden tener alto potencial de mejora e reducción de costos:
- **Planta de Refrigeración:**
- Típicamente 20-30% del consumo de energía puede ser reducido en la planta de refrigeración por el uso de controladores de velocidad de los ventiladores condensadores (Control de floating head)
- También 15–20% del consumo de energía puede ser reducido en la planta de refrigeración por el uso de Convertidores de Frecuencia en los compresores de amonio.

Control de Compresores **de Aire**

La necesidad de control de aire

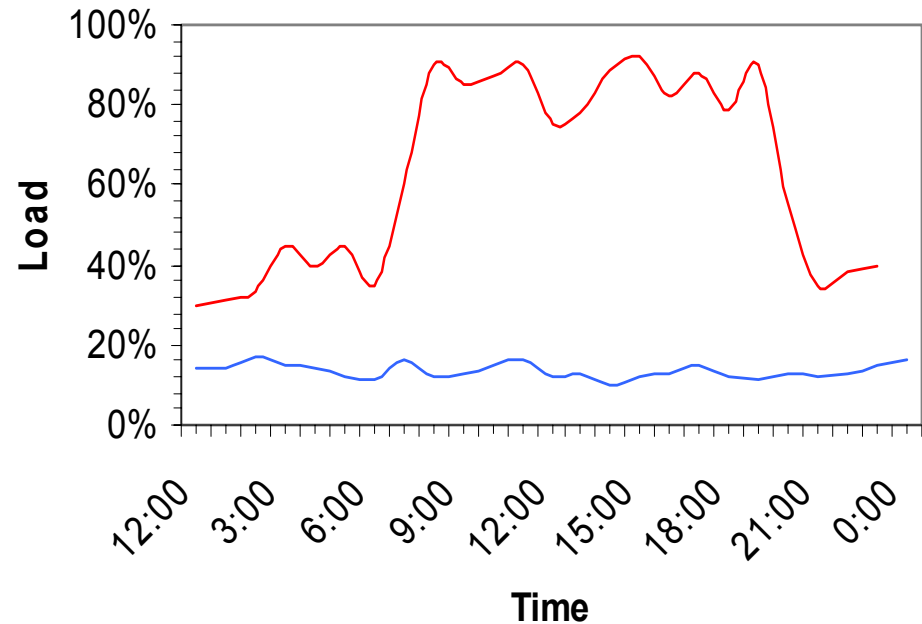
- Por lo menos 10% de la energía eléctrica utilizada en plantas de bebidas son para los compresores de aire:
 - Sopladoras de botellas PET
 - Control del proceso
 - Sistemas de utilidad
- El costo del aire comprimido es 10 veces mayor que el costo de electricidad
- El foco está normalmente en bajar el costo de compra
- Carga típica: 70 – 80% de la capacidad rateada;
- Control de presión poco preciso e poco eficiente

Beneficios de control de aire

- Presión de la planta estabilizada
- Variables de proceso reducidas
- Mantenimiento reducido

Perfil de demanda del aire

- 24 hr / 5 dias semanais
 - Alto consumo en los turnos do dia
 - Consumos menores nos turnos de la noche
 - Consumo fijo durante finales de semana
 - ~ 65% del mercado
 - Potencial 39% de ahorro de energia

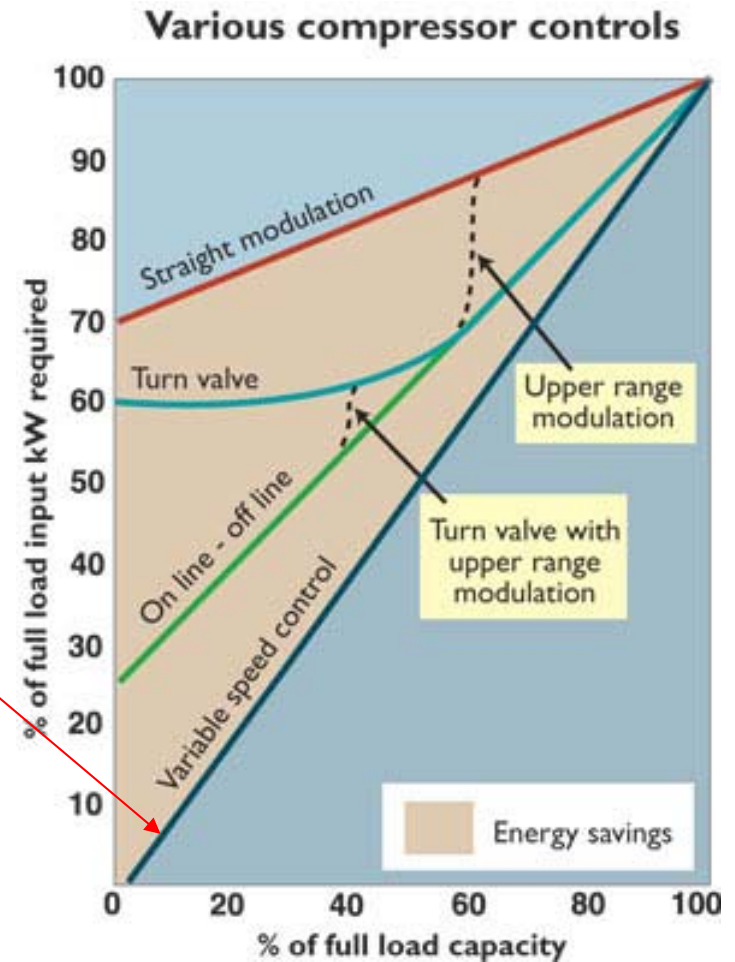


Metodos de regulación

- Control on-off
- Control carga – non carga [L-NL]
- Modulaci3n
 - Throttle valve
 - Slide valve
- Hibrido L-NL / Modulaci3n
- Control por Convertidor de Frecuencia

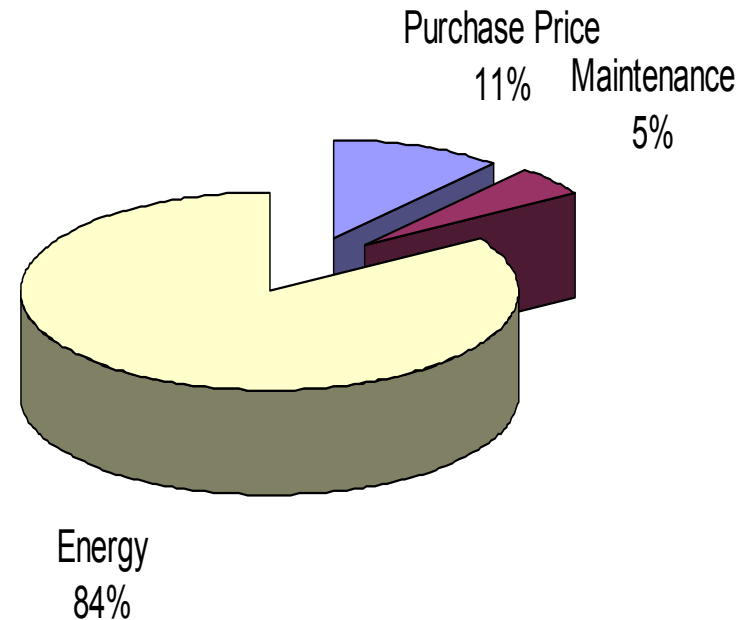
Overview de métodos de control

Gran ahorro de energia usando control de velocidad



Potencial de ahorro de energia

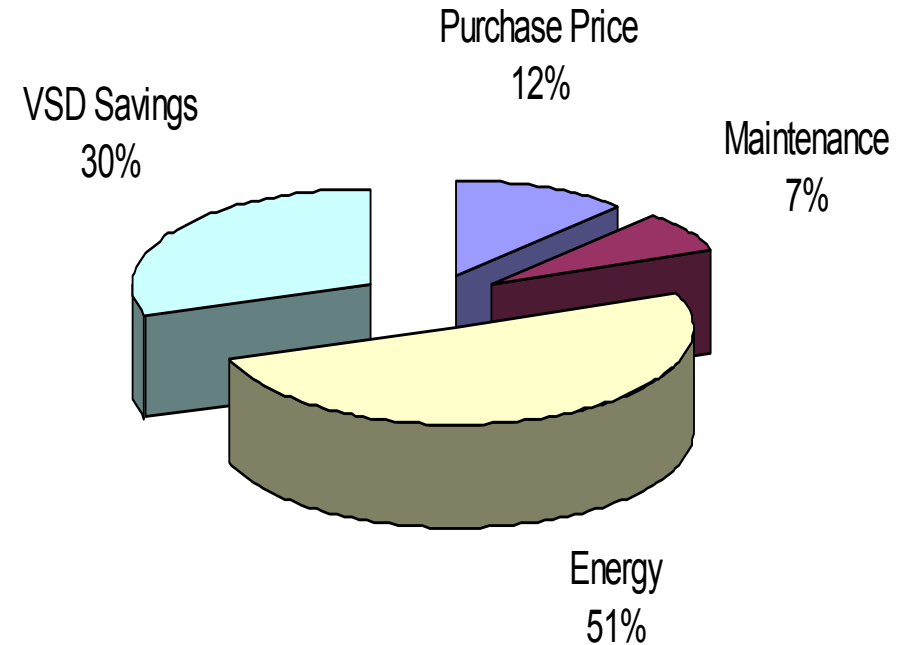
- Ciclo de vida del costo – Control Convencional
 - 11% Compra
 - 5% Mantenimiento
 - 84% Energia



Data provided by Ingersoll Rand

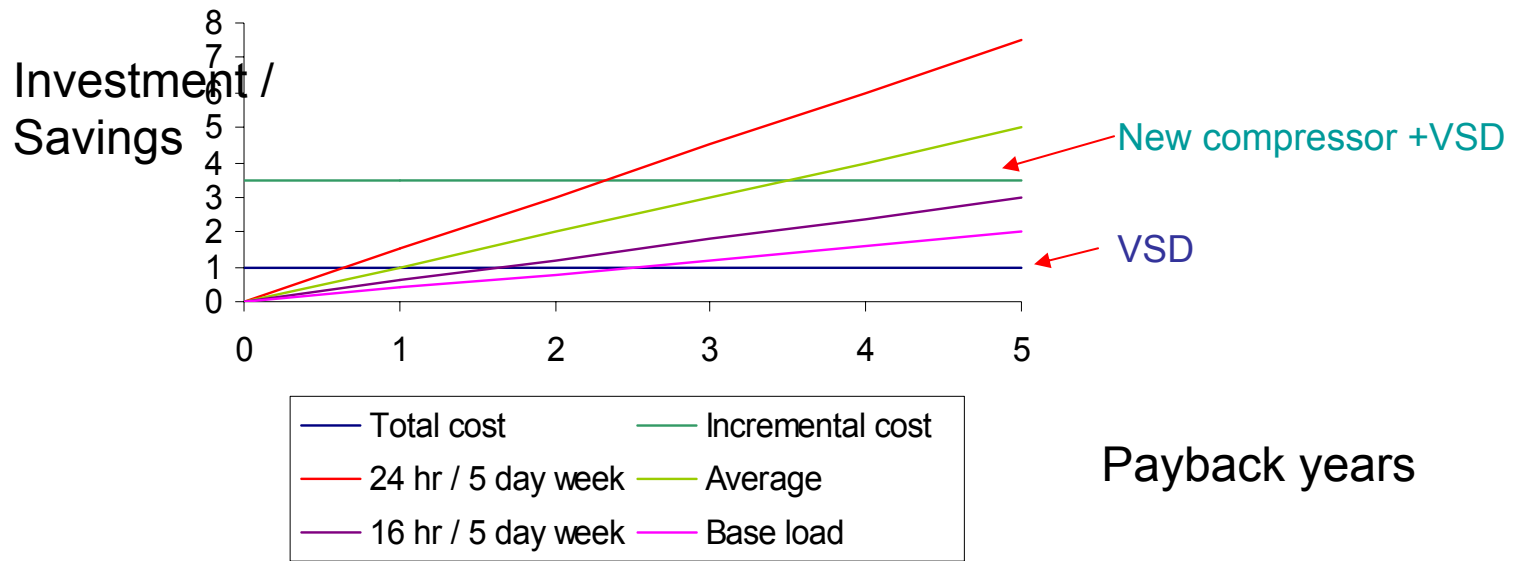
Potencial de ahorro de energia

- Ciclo de vida del costo:
Control por Convertidores de Frecuencia
 - 12% Compra
 - 7% Mantenimiento
 - 51% Energia
 - 30% de ahorro



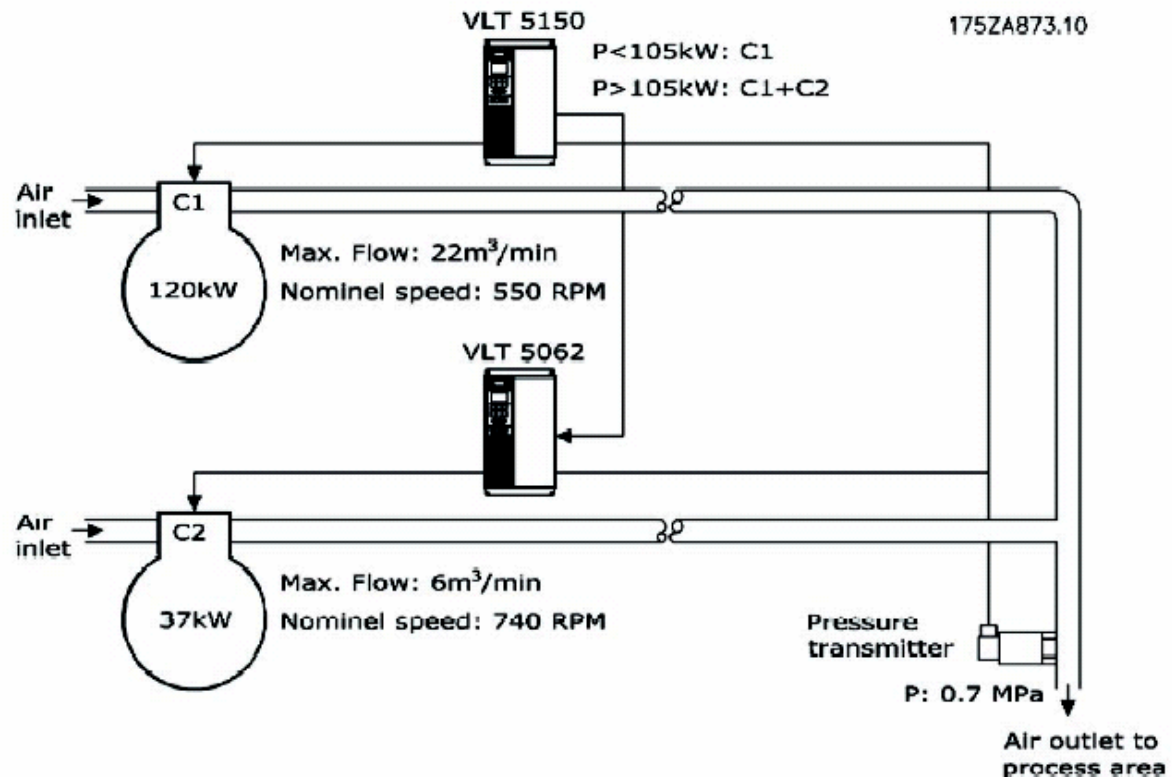
Payback de la inversion

- Dependiendo de las características de la carga
- Media de 1 año de payback de la inversion incremental del Convertidor de Frecuencia



Case Story: Cervejaria Hubo, Shandong, China

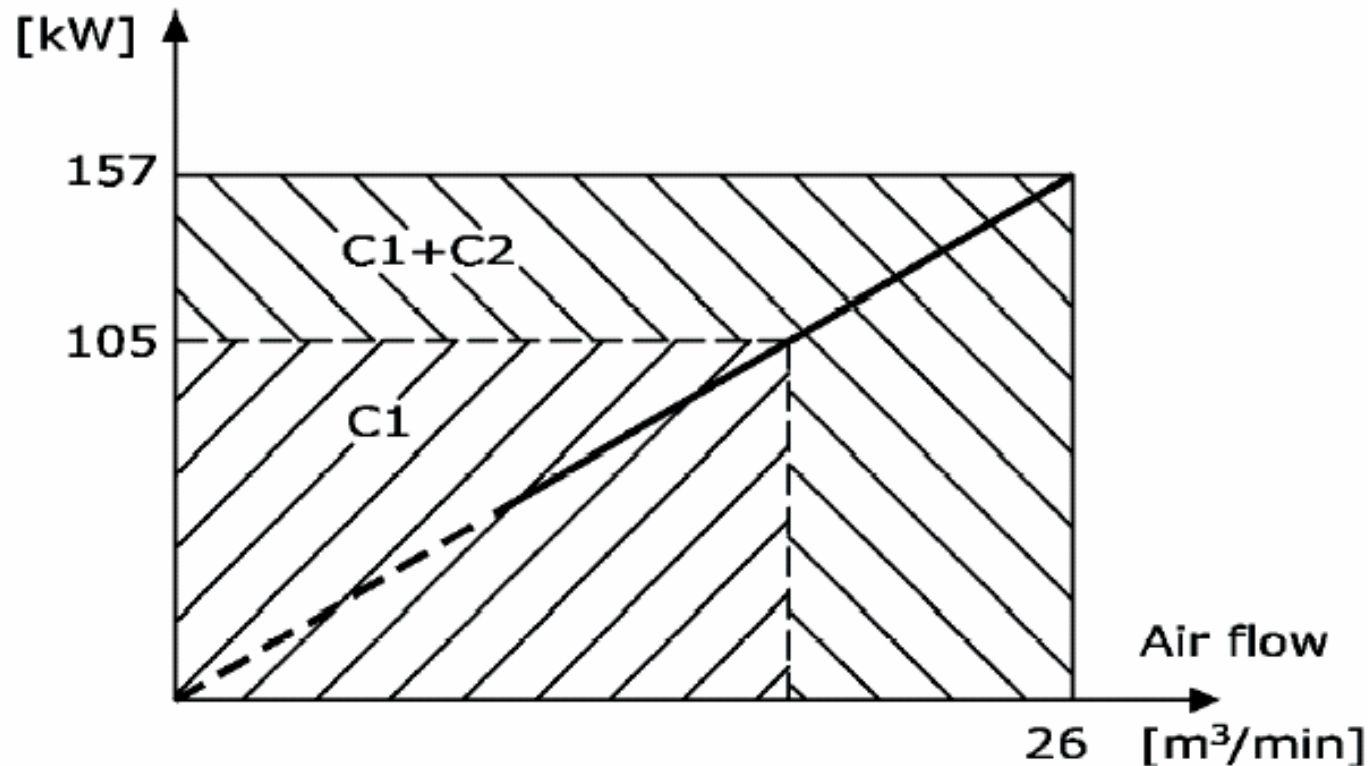
Upgrade del compresor alternativo existente:



Sistema de aire comprimido:

- una unidad operando hasta 105 kW
- Dos unidades de 105 a 157 kW

Compressor power



Instalación con VLT 5000



Compresor Alternativo (reciprocating)



Resumen

- Control por Convertidores de Frecuencia es atractivo cuándo los compresores trabajan por largos períodos en carga parcial
- Para mayor ahorro de energía en instalaciones de compresores múltiples, el compresor con modulación de velocidad debería trabajar como máquina "top-up"
- El payback del investimento incremental del Convertidor de Frecuencia típicamente es en 1 año debido al ahorro de energía proporcionado pelo mismo
- Beneficios adicionales:
 - Reducción de ruido
 - Reducción de mantenimiento
 - Vida útil prolongada de las partes mecánicas