



# AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

## DRIVES & MOTORS

**Alain Chávez Carbajal**

Asesor en Accionamientos

LIMA – PERÚ

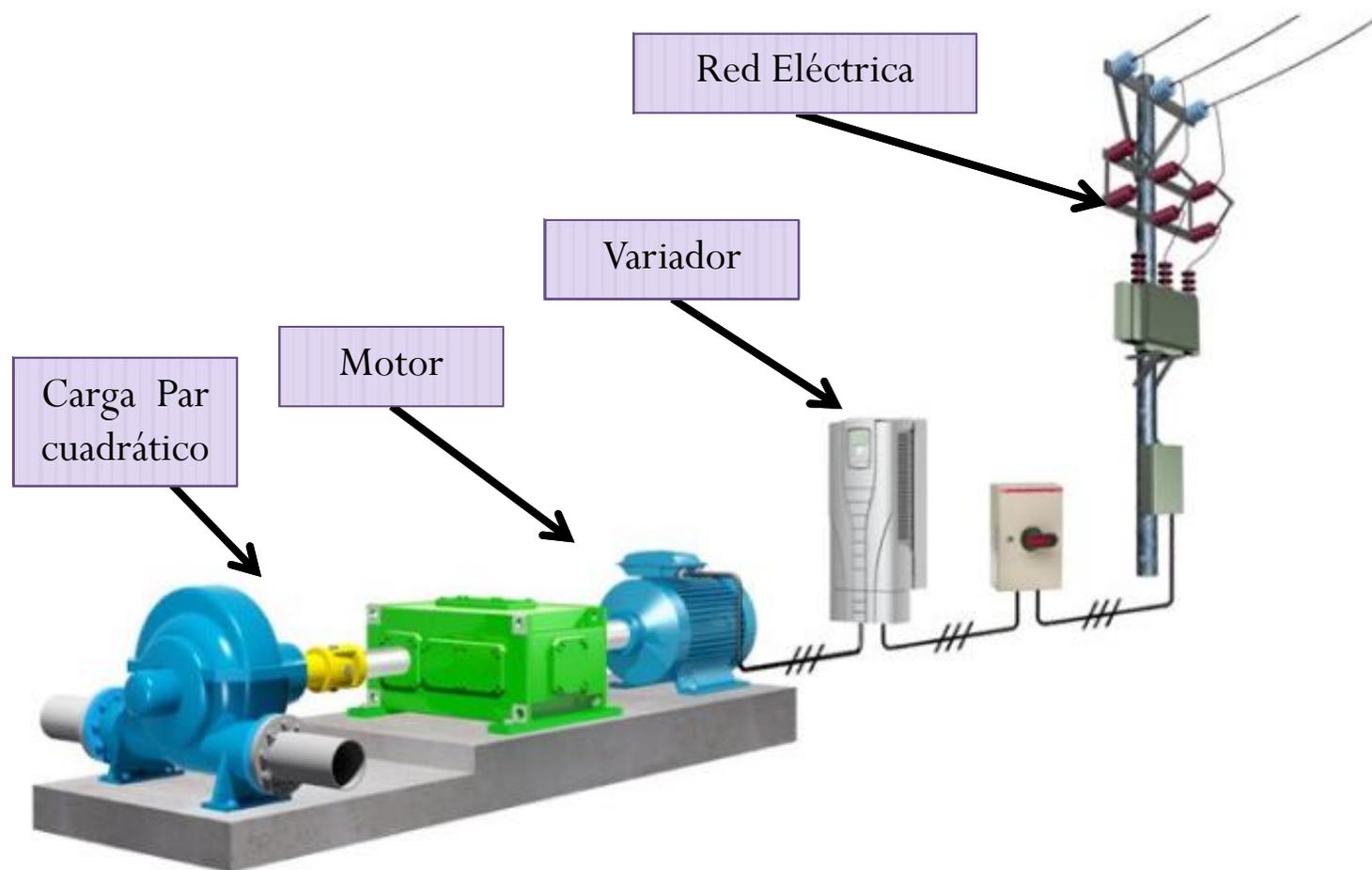
2016

# Introducción

- Cerca del 60% de las aplicaciones de los procesos industriales son bombas y ventiladores es por ello que son muy comunes en la industria y porque no decirlo también en entornos no industriales como viviendas.



# Accionamiento

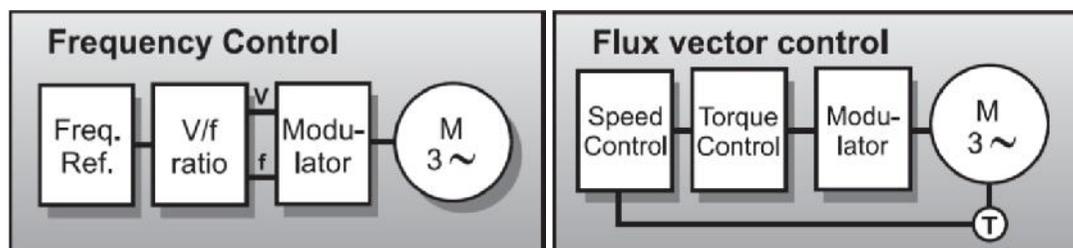
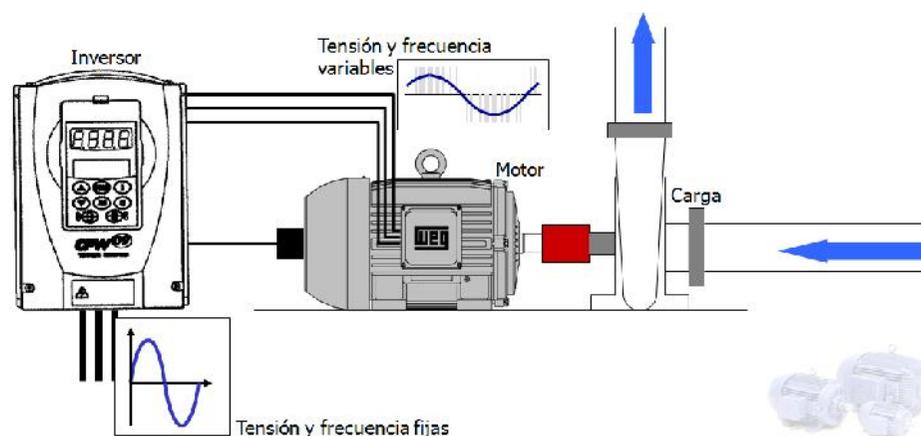


AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

# Accionamientos de AC

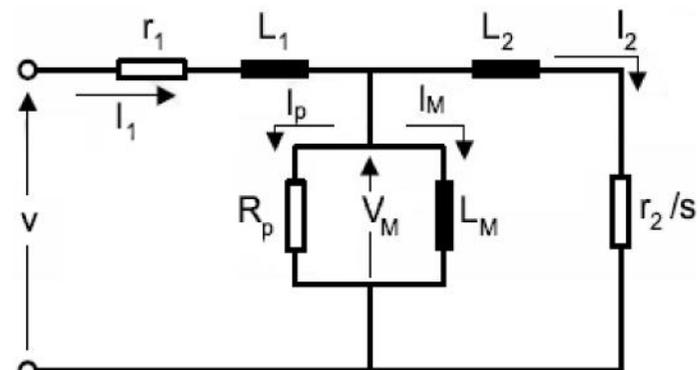
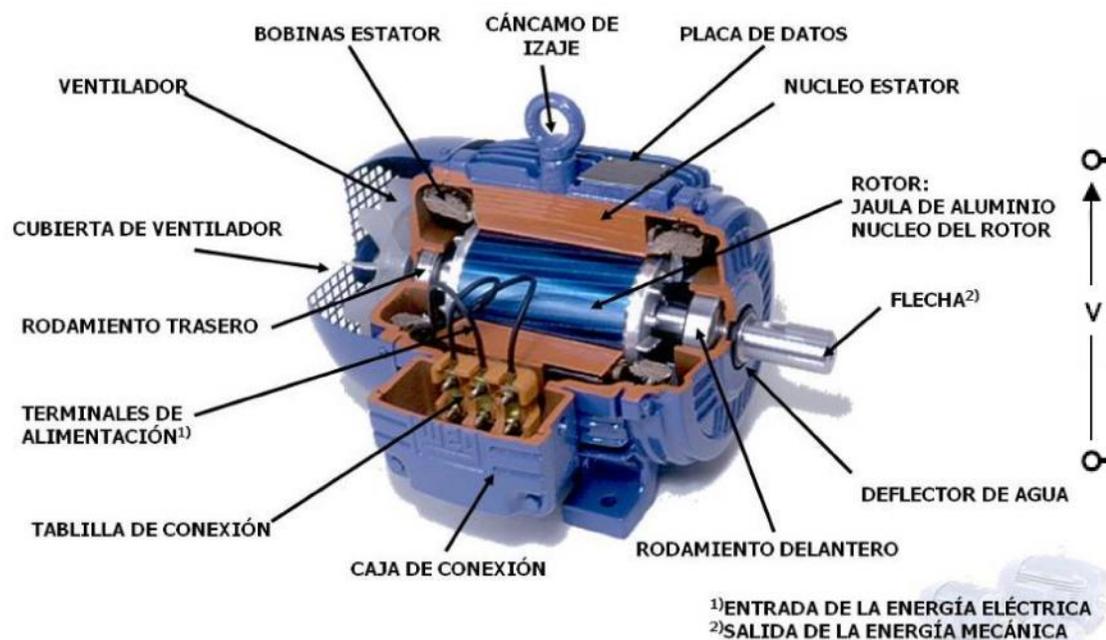
## Características :

- Tamaño reducido
- Robusto
- Diseño simple
- Ligero y compacto
- Bajo mantenimiento
- Bajo costo



AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

# Motor de AC



AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

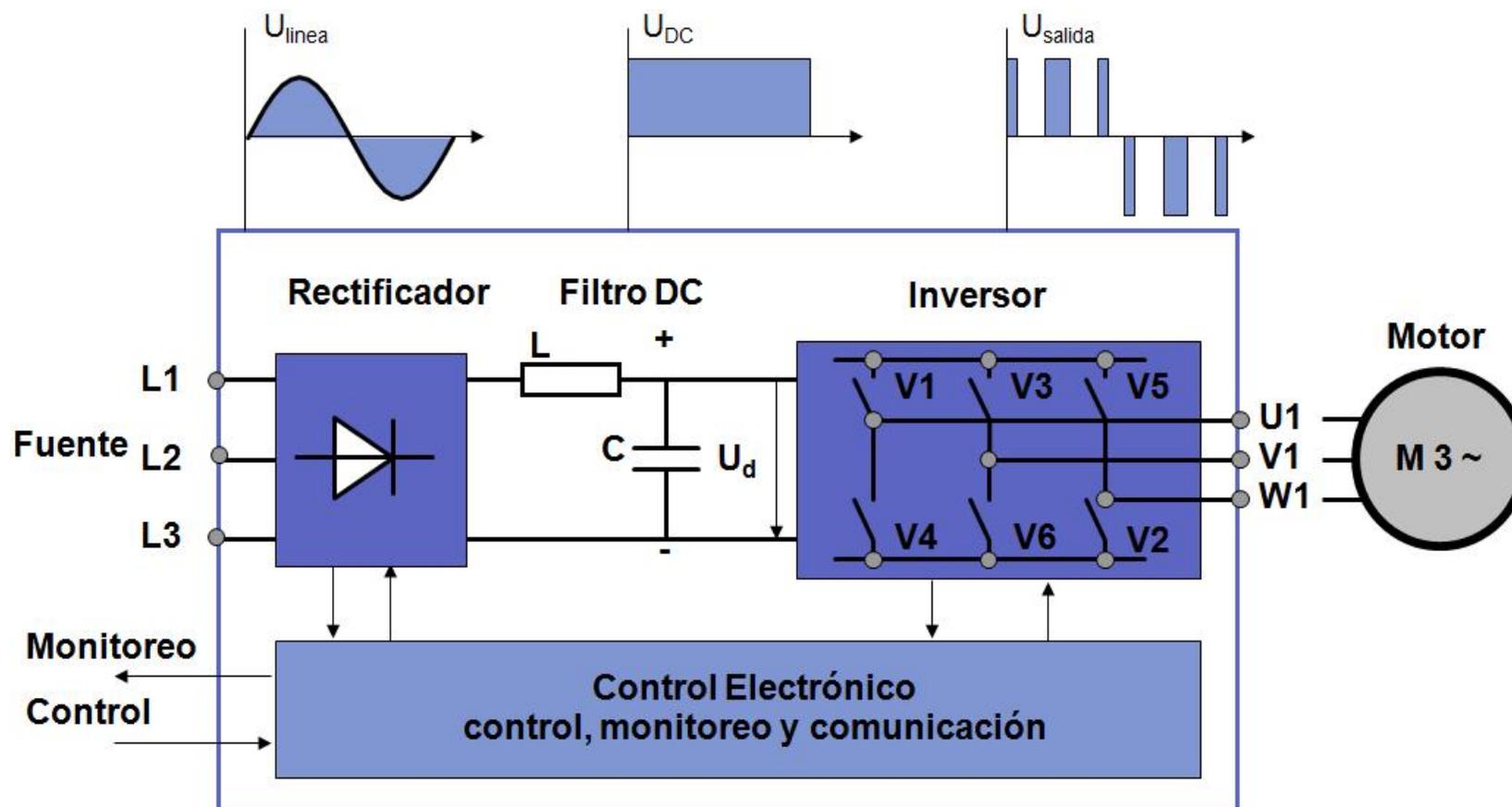
# Variador de velocidad

- Es un equipo electrónico que permite regular la velocidad de los motores de inducción de corriente Alterna



AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

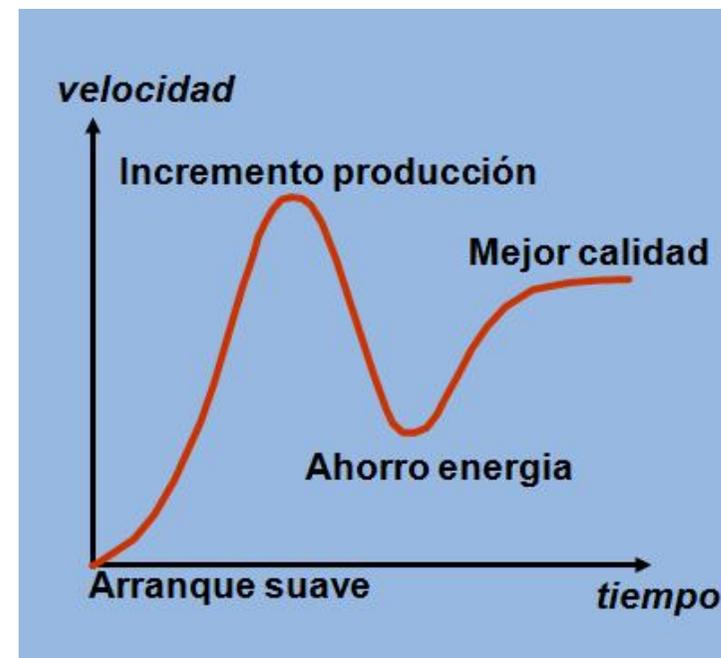
# Esquema de variador de velocidad AC



AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

# Motivos para emplear variadores de velocidad

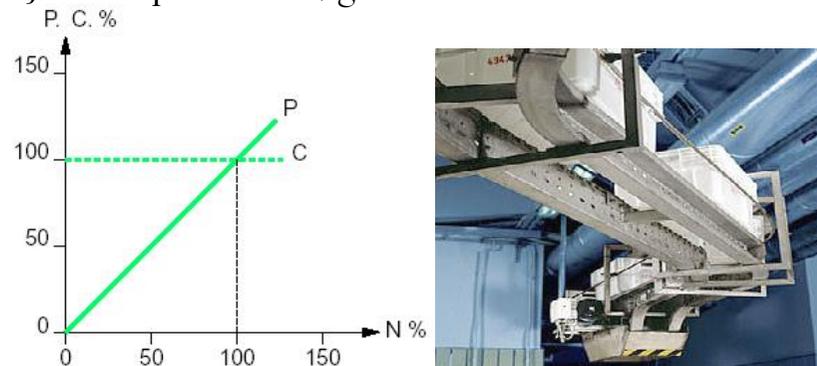
- Control de velocidad variable ahorra una considerable cantidad de energía
- Mayor calidad a través de un mejor control del proceso
- Se reduce el desgaste del equipo de proceso y se logra una disminución de la carga medioambiental.
- Un arranque y parada suave reduce las pérdidas y ahorra materia prima.
- Reduce el ruido en muchos casos



# Tipos de cargas

- **Par constante**

Compresores de tornillo,  
fajas transportadoras, grúas



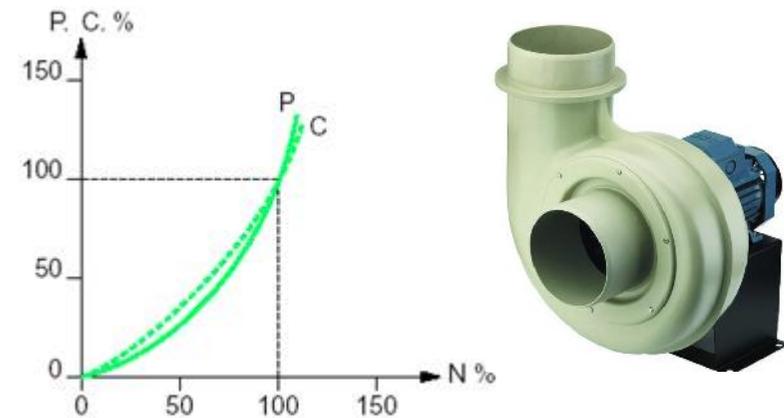
Curva de funcionamiento a par constante.



AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

- **Par Variable**

Bombas y ventiladores centrífugos



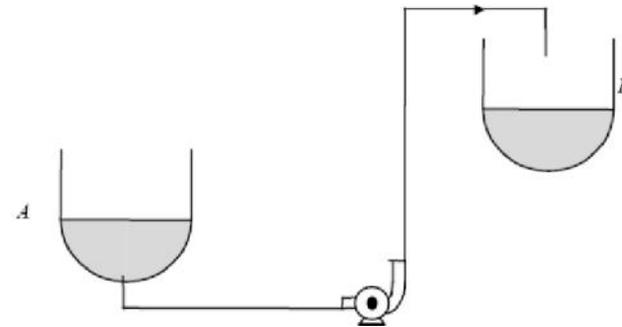
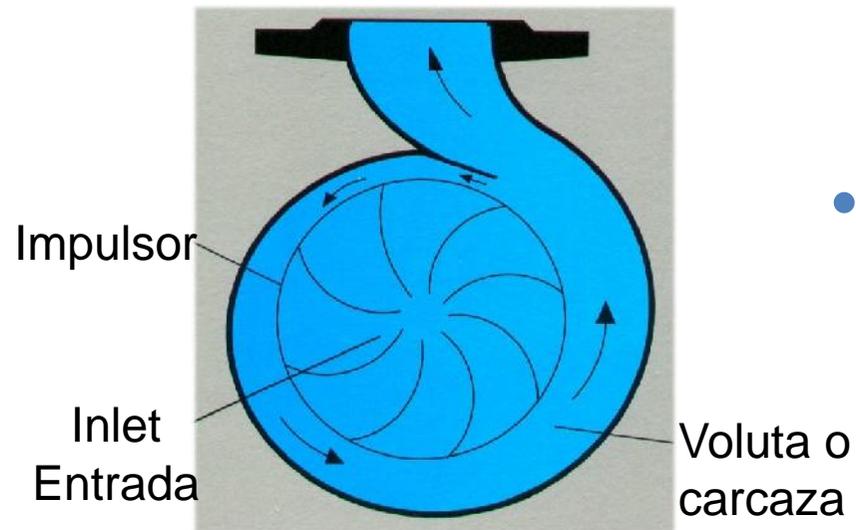
Curva de funcionamiento a par variable.



**MATYC**  
AUTOMATION

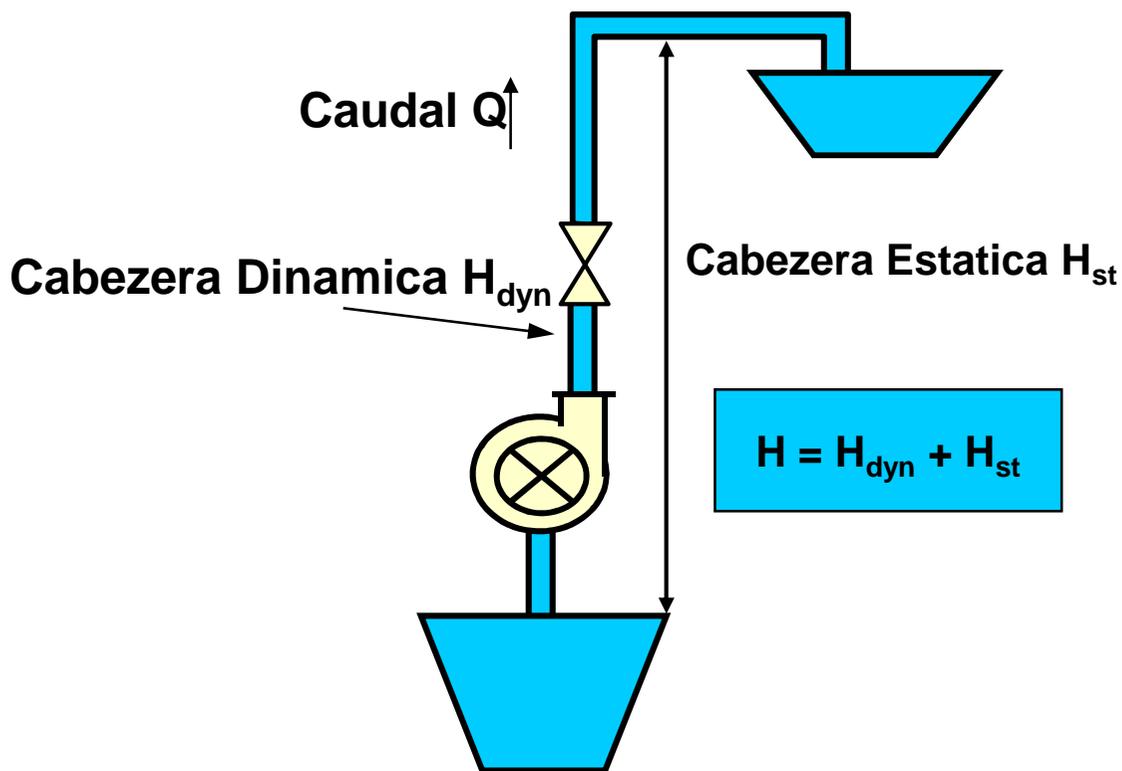
# Bombas

- Una Bomba es un dispositivo mecánico que transfiere Líquidos.



- El 80% de todas las Bombas son Bombas Centrifugas.

# Características de un Sistema de Bombeo



$$P = \frac{\rho * Q * H * g}{\eta}$$

P = Potencia

$\rho$  = densidad

Q = Caudal

H = Cabezera

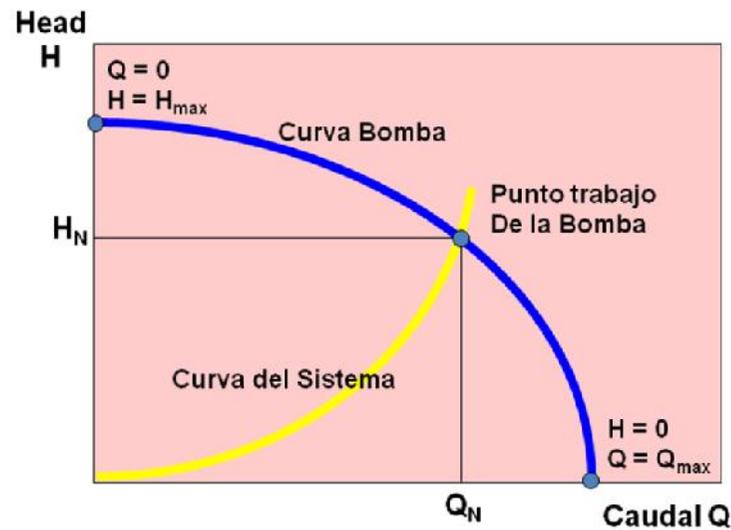
$\eta$  = eficiencia

$$[Q] = 1 \text{ m}^3/\text{s} = 3600 \text{ m}^3/\text{h} = 1000 \text{ l/s}$$

$$[H] = 10 \text{ m} = 9,81 * 10^4 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

# Leyes Afines



**Caudal**

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

**Head**

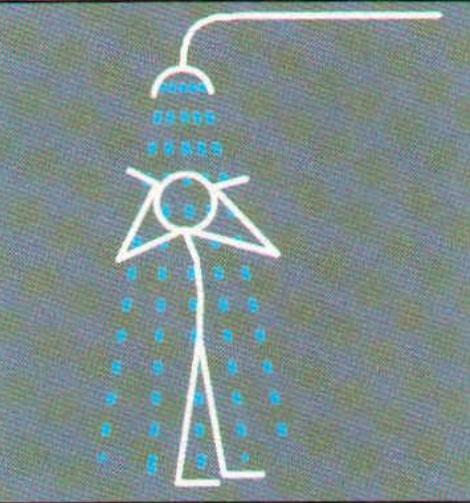
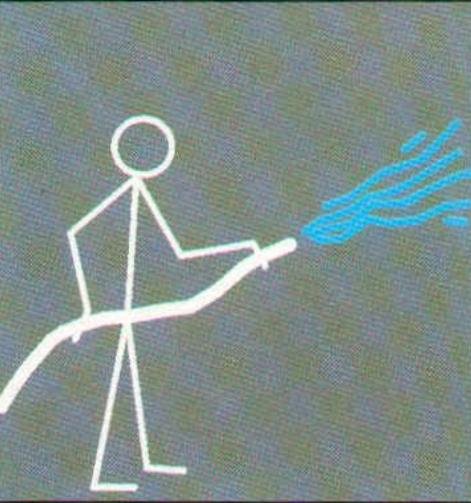
$$\frac{H_1}{H_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^2$$

**Potencia**

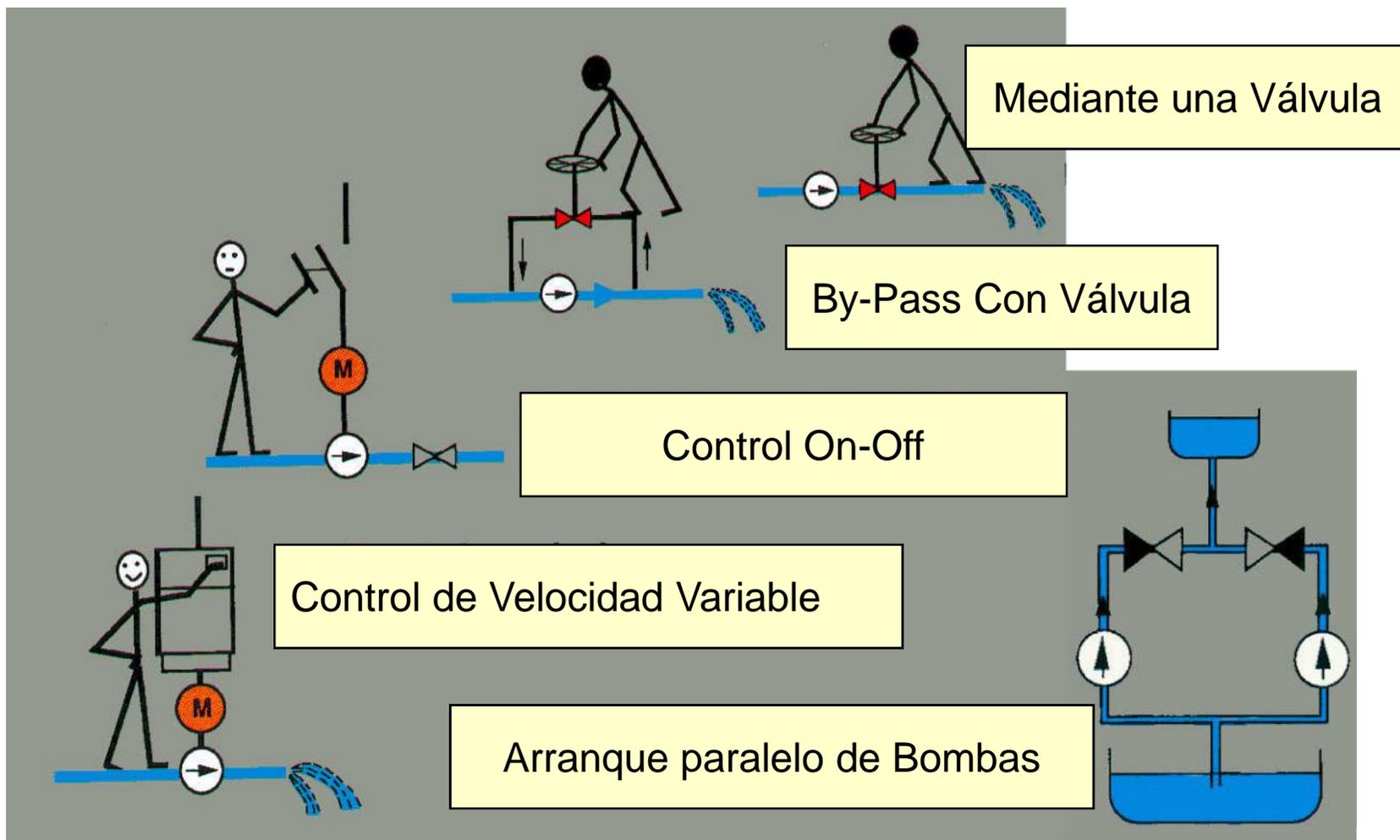
$$\frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^3$$

# Control de flujo es necesario

- Ejemplo: Consumo de Agua en el Hogar

Noche	Mañana	Tarde
		
Un vaso de Agua 0,1 Litros por seg.	Baño 1 Litro por segundo	Riego del Jardin 10Litros por segundo

# Métodos de Control de Flujo



AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

# Consumo de energía de una bomba

$$P = \frac{\dots * Q * H * g}{\eta}$$

Cuando  $\eta$  es Constante

$$P = k * Q * H$$

**P = Potencia**

**r = densidad**

**Q = Caudal**

**H = Cabezera**

**h = eficiencia**

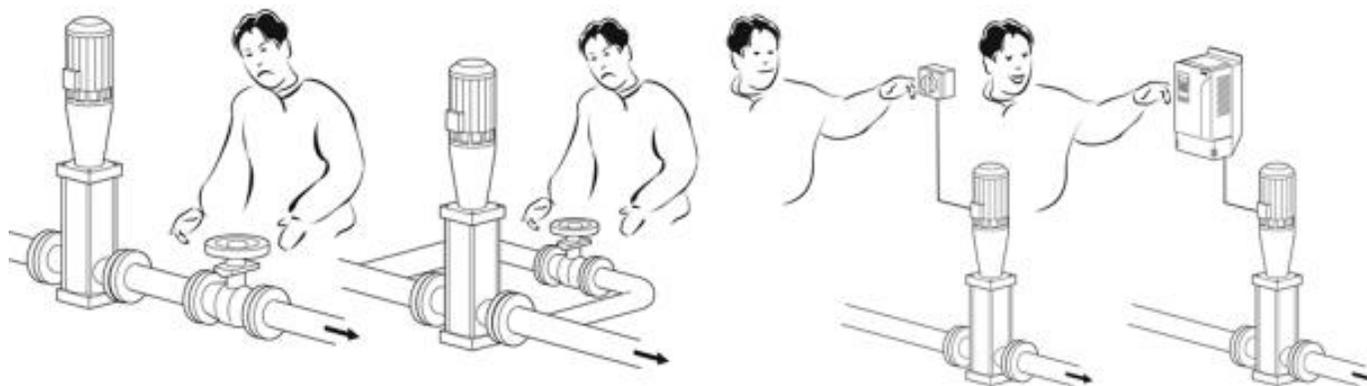
**[Q] = 1 m<sup>3</sup>/s = 3600 m<sup>3</sup>/h = 1000 l/s**

**[H] = 10 m = 9,81 \* 10<sup>4</sup> Pa = 1 atm**

**g = 9,81 m/s<sup>2</sup>**

# Propuesta de solución

- Aprovechando las leyes físicas que rigen en los sistemas de bombeo y la tecnología que actualmente se cuenta como los productos de automatización es que la propuesta de este proyecto es utilizar variadores de velocidad para controlar el flujo o caudal en los procesos industriales en lugar de otros métodos de control como el control por estrangulamiento con válvula, on/off o bypass.

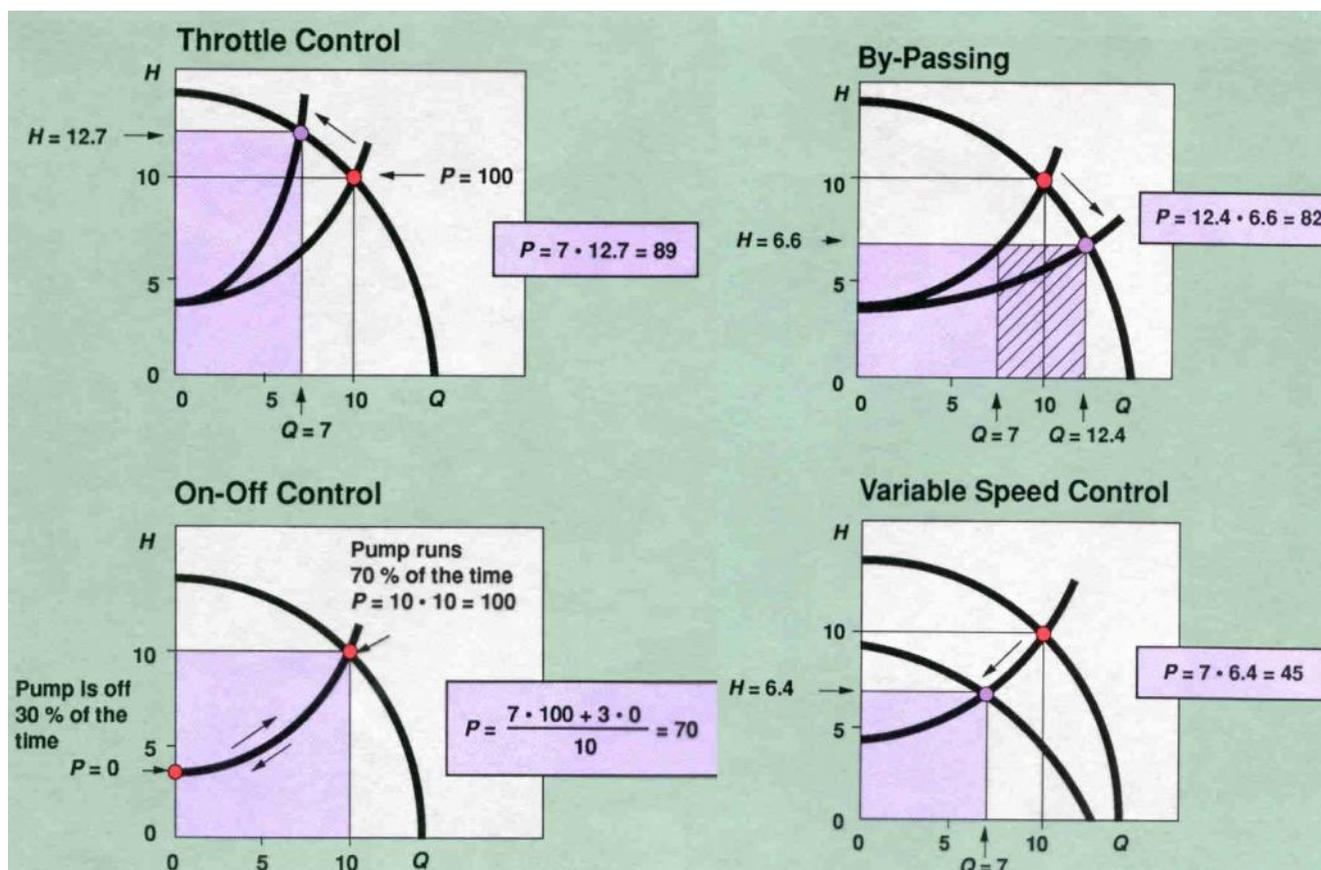


AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

**MATYC**  
AUTOMATION

# Desarrollo de la Propuesta

- Comparación entre los diferentes métodos de control de flujo, el consumo de energía puede ser estimada a través del área entre los ejes x e y, y el punto de operación, es decir  $P \sim Q \times H$ .



AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

## Análisis costo beneficio

- El tiempo de operación es de 300 días.

El ciclo de trabajo del proceso es:

- Al 100% de flujo - 1 hora al día
- Al 80% de flujo - 19 horas al día
- Al 50 % de flujo - 4 horas al día
- El control de flujo es realizado mediante estrangulamiento con válvula.
- El factor de emisión de promedio de CO<sub>2</sub> es 0.5 kg / kWh, Por carbón es 0.8 kg/kWh
- La potencia es :  $P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos$

Motor rating plate	
V	400 V
P	55 kW
RPM	1480 RPM
I	100 A
T	355 Nm
cos	0.84
eff	94.5

## Análisis costo beneficio

- Calculamos la potencia de consumo utilizando el control de estrangulamiento:
- Al 100, 80 y 50 % de flujo la potencia es de 55 KW

$$300 \times 1 h \times 55 kW = 16,500 kWh$$

$$300 \times 19 h \times 55 kW = 313,500 kWh$$

$$300 \times 4 h \times 55 kW = 66,000 kWh$$

- Ahora calculamos cuando el control de velocidad variable es usado
- Al 100, 80 y 50 % de flujo la potencia es

$$300 \times 1 h \times 56.1 kW = 16,830 kWh$$

$$300 \times 19 h \times 28.6 kW = 163,020 kWh$$

$$300 \times 4 h \times 7.025 kW = 8,430 kWh$$

Energía Ahorrada = Estrangulamiento versus control de velocidad variable

$$(16,500 + 313,500 + 66,000) kWh - (16,830 + 163,020 + 8,430) kWh = 207,720 kWh$$

El ahorro de energía es **207.72 MWh**

# Herramienta de cálculo de ahorro de energía

PumpSave
4.2 Energy saving calculator for pumps

### System Data

Liquid density:  kg/m<sup>3</sup>    Static head:  m

### Pump Data

Nominal volume flow:  m<sup>3</sup>/h    Efficiency:   
=> 300 l/s

Nominal head:  m    Max head:  m

### Existing Flow Control

### Motor and Supply Data

Supply voltage:  V    380/400/415 V  
Required motor power: 49.5 kW including 10% safety margin

Motor power:  kW

Motor efficiency:  %    ?

### Operating Profile

Annual running time:  h

DEFAU	Flow	Time	at
4%	nom. flow	288 h	
0%	90% flow	0 h	
79%	80% flow	5688 h	
0%	70% flow	0 h	
0%	60% flow	0 h	

### Measurement Units

Metric     US

Calculated by:

Calculated for:

Pump ID:

Improved Control by ABB Drive :

ACS800-01-0060.3

[Copy to clipboard](#)

### Results

Saving percentage: 53.5 %

Annual energy consumption:

- with existing control method: 401 MWh
- with improved control method: 187 MWh

Annual energy saving: 215 MWh

Annual CO<sub>2</sub> reduction: 107 t

CO<sub>2</sub> emission/unit:  kg/kWh

### Economic Data

Currency unit:

Energy price:  EUR/kWh

Investment cost:  EUR

### Energy Consumption

### Power (kW)

### Economic Results

Annual saving: 21,154 EUR

AHORRO DE ENERGIA CON VARIADORES DE VELOCIDAD EN APLICACIONES INDUSTRIALES

## CONCLUSIONES

- Se concluye que los motores de AC tienen un tamaño reducido, son robustos de diseño simple, compacto, de bajo mantenimiento y se pueden adquirir a bajo costo en comparación de los motores de CC.
- El variador de velocidad de CA permite ajustar la velocidad de la bomba o el ventilador por lo tanto se controla el flujo. El resultado es un ahorro increíble en comparación con las soluciones convencionales.
- La explicación del ahorro de energía radica en las leyes afines de la bomba centrífuga. Cuando se produce una disminución de la presión, se requiere una disminución de la aceleración del aire o fluido a través del rodete. Es esta reducción simultánea de la aceleración y la presión lo que multiplica el ahorro energético.
- Se concluye que usando un Variador de velocidad en un sistema de bombeo se puede obtener una devolución de dinero en un corto tiempo

## RECOMENDACIONES

- Utilizar variadores de velocidad para reducir el desgaste del equipo.
- Utilizar variador de velocidad en sistemas de presión constante, con control PID monitorear y controlar la velocidad y flujo del líquido vía panel operador.
- Para evitar el golpe de ariete causado por los cambios rápidos en el flujo y no se dañen las tuberías y válvulas se recomienda usar variadores de velocidad permitiendo controlar la rampa de aceleración en el arranque y parada de los motores eléctricos.
- Utilizar variadores de velocidad en lugar de un arranque directo y retirar el dispositivo de restricción (válvula o dámper). Para ahorrar una considerable cantidad de energía lo que significa ahorro de dinero y disminución de la carga medioambiental.



Consultas:

[ventas@matycperu.com](mailto:ventas@matycperu.com)

**MATYC**  
**AUTOMATION**

---