



Franklin Electric

Service Club

BOMBAS SUMERGIBLES Y VARIADORES DE FRECUENCIA

Pautas de instalación de los motores
sumergibles Franklin Electric
Aplicación de los variadores de frecuencia
VACON

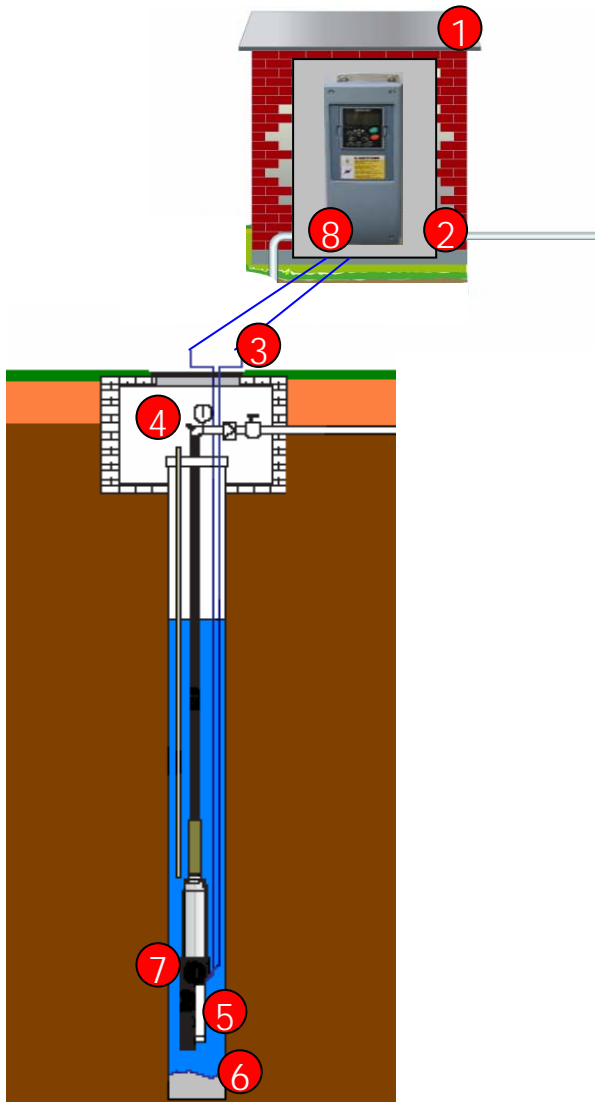


Franklin Electric



COMERCIAL
TECNICAS
HIDRAULICAS, S.A.
www.ctih-fele.com

ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE UNA BOMBA SUMERGIBLE



- 1 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
- 2 TIPOS DE ARRANCADOR
- 3 CABLES DE ALIMENTACIÓN
- 4 ELEMENTOS ASOCIADOS A LA INSTALACIÓN
- 5 REFRIGERACIÓN DEL MOTOR
- 6 ARENA Y SEDIMENTOS
- 7 CONTROL DE LA CORROSIÓN
- 8 PROTECCIÓN Y CONTROL DEL MOTOR
- 9 PUNTOS A TENER EN CUENTA EN LA INSTALACIÓN
- 10 APLICACIONES
- 11 AHORRO ENERGÉTICO
- 12 ANÁLISIS DE AVERÍAS

1 Alimentación eléctrica

Por línea

Tener en cuenta la tolerancia de tensión que permiten los motores Franklin. Instalar una protección de sobre o bajo voltaje.

Por generador

Las tolerancias de tensión son las mismas que para la alimentación de línea.

Asegurarse que el generador puede suministrar continuamente la potencia requerida por el grupo y que el voltaje durante el arranque es de por lo menos el **65%** de la tensión nominal. Tener en cuenta el pico de corriente del motor durante el arranque.

Siempre poner en marcha el generador sin carga:

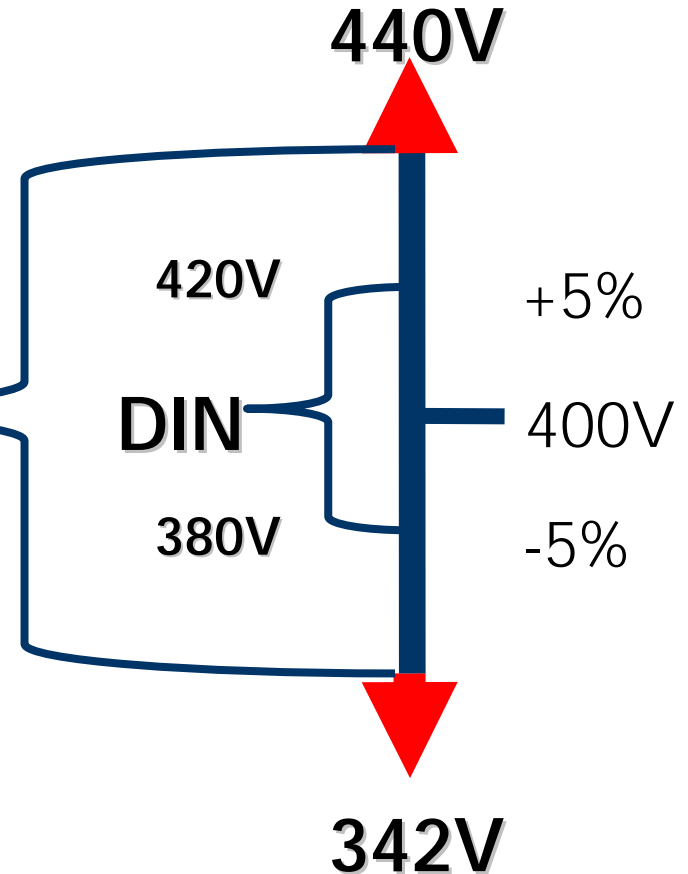
- al arrancar: poner en marcha primero el generador y después el motor
- al parar: parar primero siempre el motor y después el generador

Tolerancia de Tensión del motor

380V-10% = 342V hasta 415V +6% = 440V

Motores
Franklin

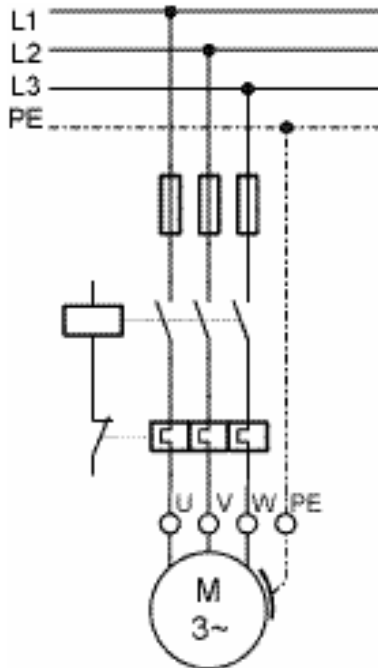
En los motores asíncronos, como los Franklin Electric, una tensión demasiado alta o demasiado baja genera un excesivo aumento de la corriente y por consiguiente una sobrettemperatura en el motor.



Tipos de arrancador

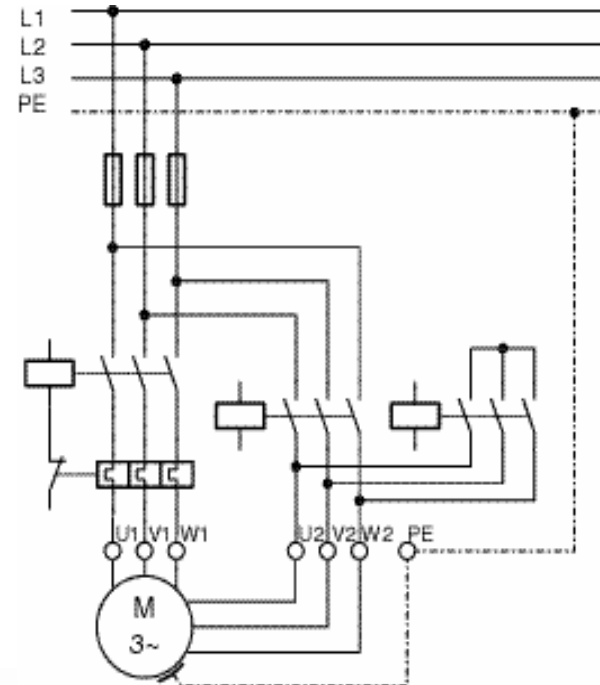
A. Arranque directo

Arranque del motor directamente de la alimentación



B. Arranque estrella - triángulo

Arranque del motor en dos etapas



Diferenciar motor de superficie de motor sumergible.

Conexión motor en estrella

En algunas aplicaciones puede ser conveniente la conexión de un motor estrella-triángulo en estrella. Por ejemplo para utilizar un motor 220/380V ET como 380V AD.

Para ello, Franklin Electric dispone de un conector para realizar la conexión en estrella directamente en el conector de uno de los cables del motor, sin sobresalir ningún cable adicional de la brida del mismo.



En el ejemplo dado, para utilizar el motor 220/380V ET como 220V AD, debería realizarse la conexión en triángulo de las conexiones del motor.

C. Arrancador progresivo

Arranque y parada del motor progresivamente variando la tensión de alimentación

- ✓ Ventajas: arranque y parada progresiva. Minimiza el golpe de ariete.
- ✓ Desventajas: No se pueden trabajar con sistemas de alimentación monofásicos.
- ✓ Aplicación aconsejada: para todas las potencias

D. Variador de frecuencia (VDF)

Arranque y parada del motor progresivamente variando la tensión y frecuencia de alimentación al motor

- ✓ Ventajas: arranque y parada progresiva (controlada). Se evitan golpes de ariete. Podemos variar la frecuencia, lo que nos permite regular el caudal y prefijar la presión. Permite controlar sistemas con alimentación monofásica.
- ✓ Desventajas: Coste del variador.
- ✓ Aplicación aconsejada: para todas las potencias

Reglas generales de uso de arrancadores progresivos en motores sumergibles Franklin

La **tensión de arranque** debe ser al menos el **55 %** de la tensión nominal de funcionamiento para asegurar el par de arranque adecuado.

El tiempo de la rampa de aceleración y de parada debe ser como máximo de **3 segundos**.

Compatible con el SubMonitor

Reglas generales de uso de variadores de frecuencia en motores sumergibles Franklin

- La intensidad del motor siempre debe estar por debajo de la indicada en la placa de características
- Verificar durante el funcionamiento que la velocidad del flujo de refrigeración es la mínima exigida:
motores encapsulados 4" ... 8 cm/s, 6" y 8" ... 16 cm/s
motores rebobinables 8" (30-52kw) ... 20 cm/s, (55-93kw) ... 50 cm/s
motores rebobinables 10" ... 50 cm/s
- Debido a las mayores pérdidas eléctricas del motor cuando éste trabaja con un variador de frecuencia, se debe incrementar un 10% la potencia del motor requerida.
- Ajustar el variador de frecuencia de forma que no se sobrepasen los valores límite de mínimo 30 Hz y máximo 50 Hz (consultar con el fabricante para frecuencias superiores).
- Entre 30 y 50 Hz hay que mantener la relación tensión/frecuencia constante (o sea 240V a 30 Hz, 320V a 40 Hz, 400V a 50 Hz). Por encima de 50 Hz tener la tensión nominal (400V a 50 Hz, 55 Hz y 60 Hz)
- La rampa de arranque y parada debe de ser de máx. 1 segundo de 0 a 30 Hz (y de 30 Hz a 0) y de máximo 3 segundos de 0 a 50 Hz (y de 50 Hz a 0)
- Dejar 1 minuto entre varios arranques
- Es imprescindible limitar los picos de tensión a una rampa máxima de 500 V/ μ s y a un pico de tensión máximo de 1000 V según norma EN 60034 (EN 0530 anexo 2)
- Utilizar filtros para disminuir los picos de tensión, especialmente cuando la longitud del cable entre el motor y el variador sea superior a 15m. Contacte con el fabricante del variador

Convertidores de frecuencia

¿Qué es un convertidor de frecuencia?

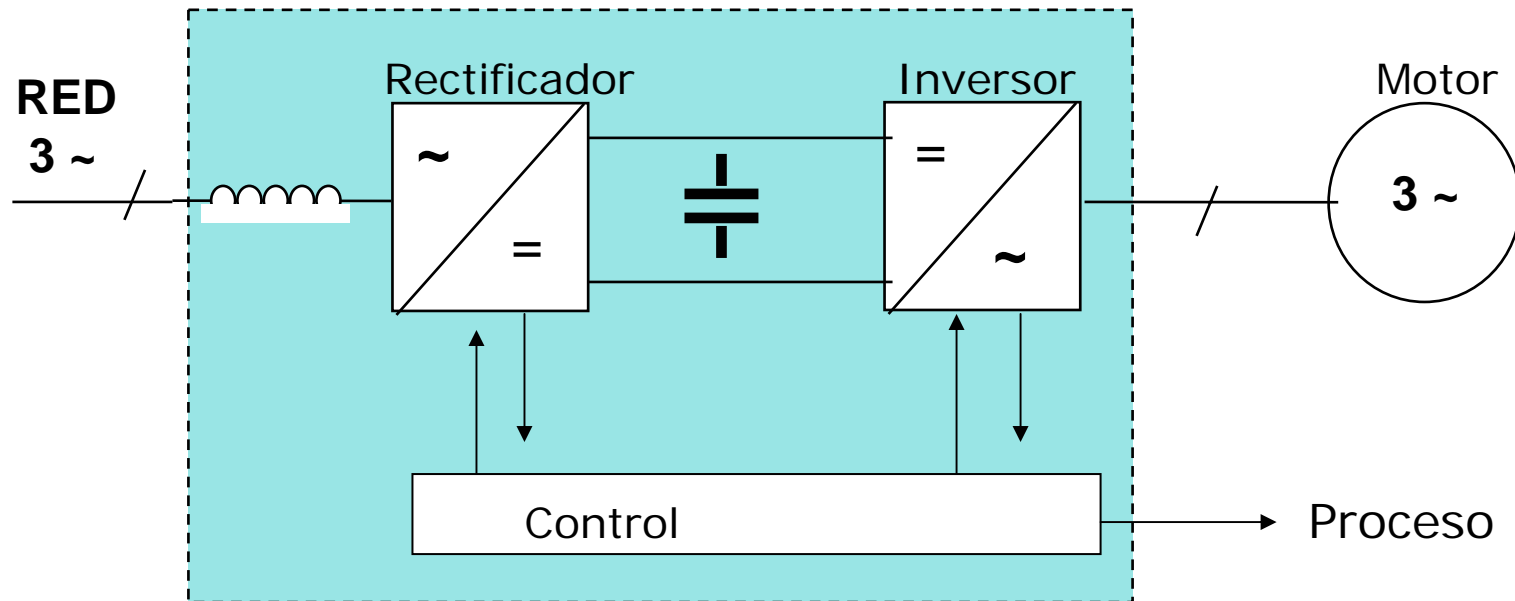
- El convertidor de frecuencia es un aparato electrónico que nos sirve para variar la velocidad de los motores de inducción



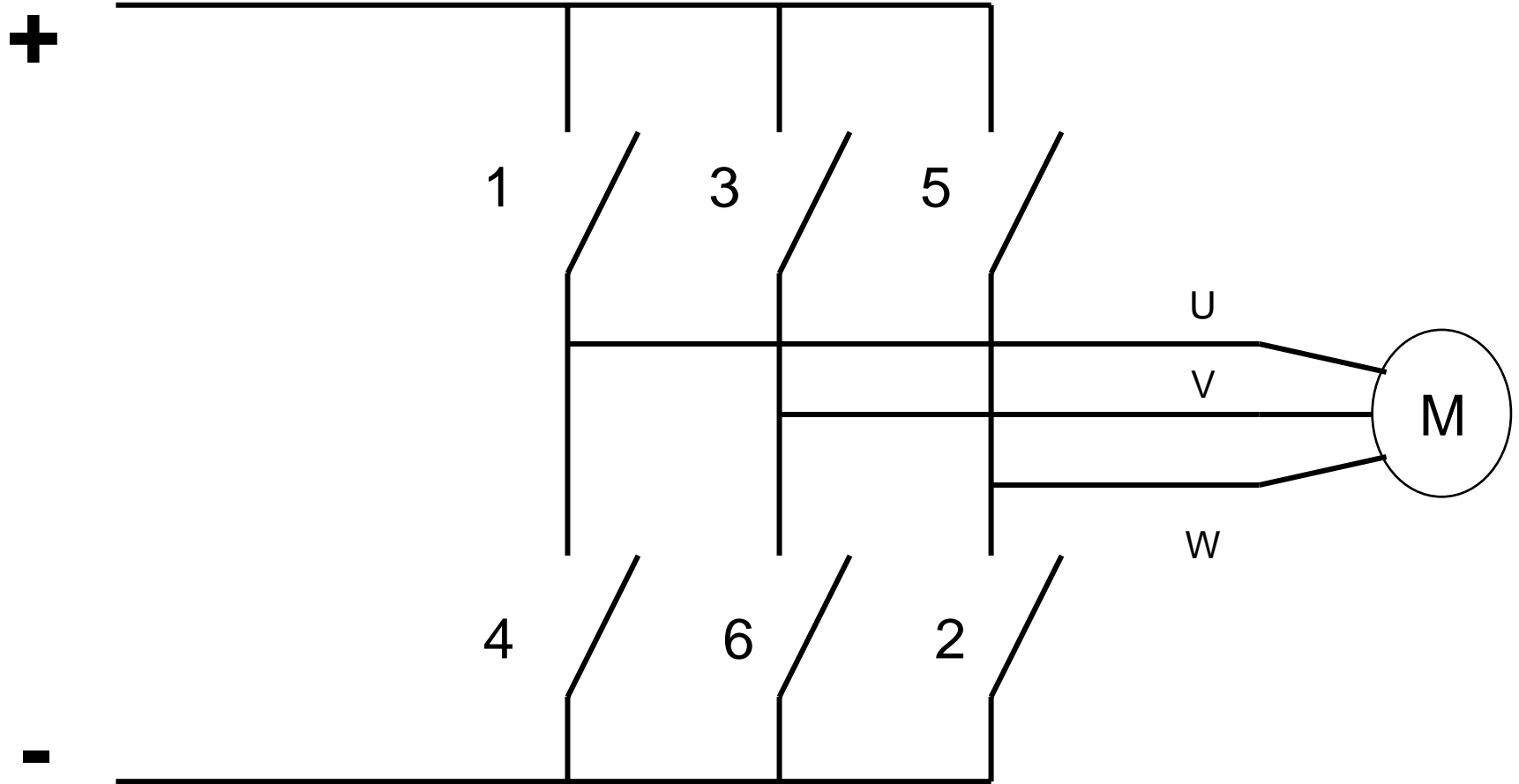
¿Para que sirve?

- Mejora el funcionamiento
 - Arranque suave y controlado
 - Eliminación del golpe de ariete
 - No son necesarios los condensadores para la reactiva
- Ahorro energético
- Permite adaptar la velocidad del motor a las necesidades del proceso
 - Control de la presión
 - Control del nivel
 - Control del caudal

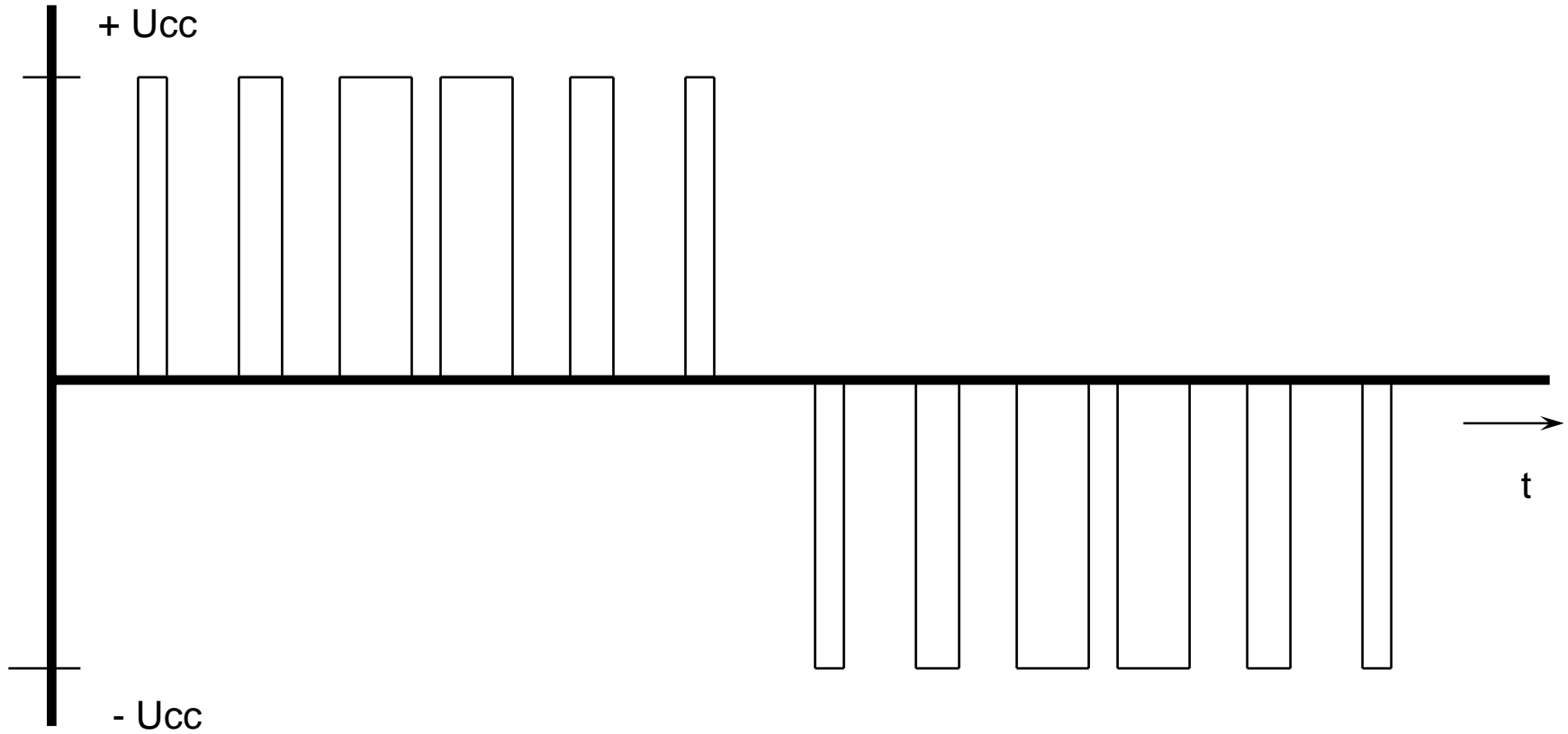
Esquema de bloques



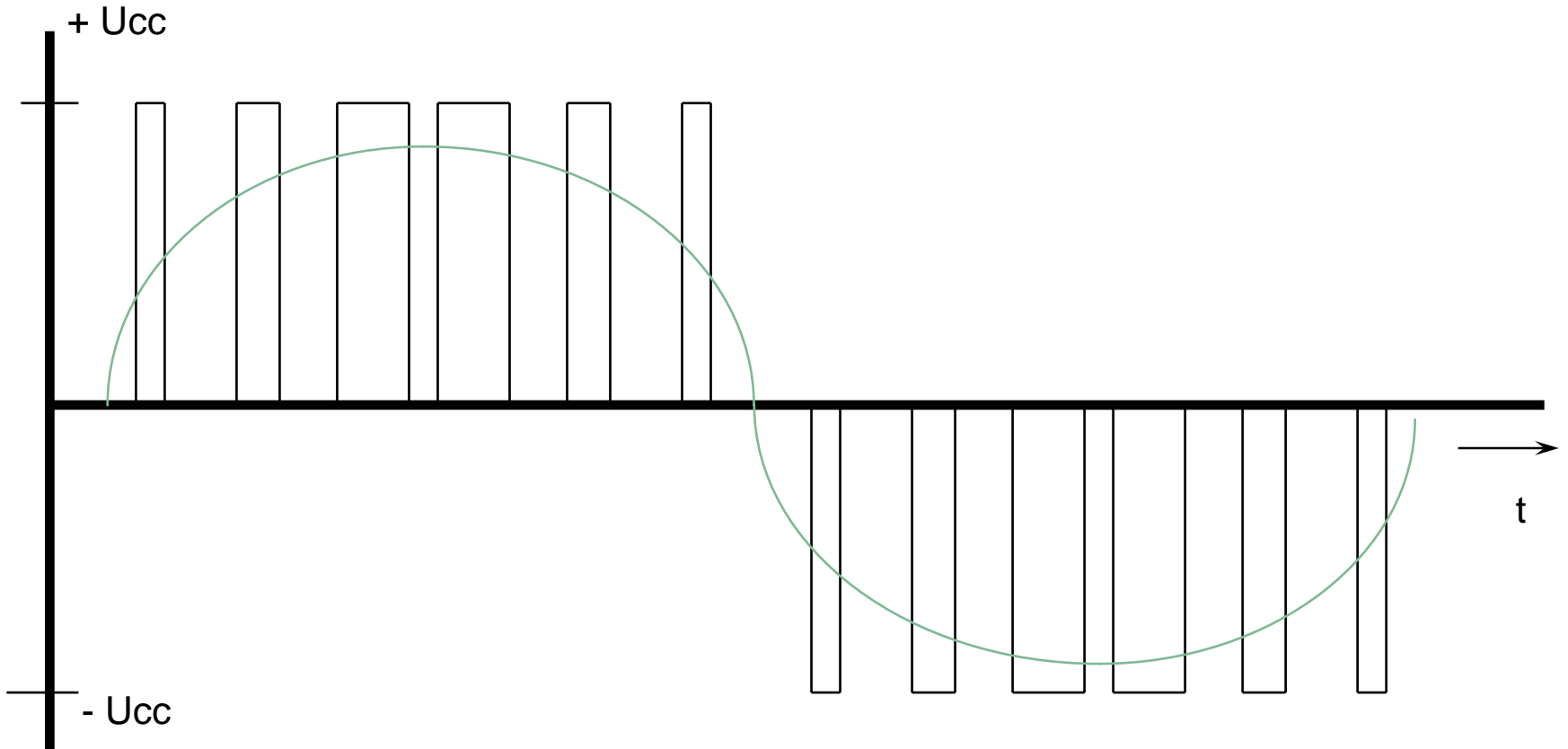
Inversor



Generación PWM



Generación PWM



Conexión mediante convertidor de frecuencia

- Elimina las puntas de arranque
 - Arranque con intensidad controlada, puede ser inferior a la nominal
- Permite la conexión a generadores
 - Disminución de la intensidad de arranque
 - Retraso a la puesta en marcha
- Soporta los microcortes
 - Continúa funcionando sin desconexión frente pequeños fallos de red
- Reduce los golpes de ariete
 - Paro controlado, disminución progresiva de la velocidad
- Sin condensadores
 - No son necesarios para compensar la reactiva
- Reconexión automática

3 Cables de alimentación

Prolongación del cable

La sección de los cables prolongados debe calcularse, para fuera del agua, en función de la distancia existente entre el punto de entrada de alimentación de fluido eléctrico y el motor.

Para su elección, ver las tablas de selección de cables de Franklin Electric o consultar con el fabricante del cable.

El cable proporcionado con el motor Franklin Electric debe estar plenamente sumergido en el agua durante el funcionamiento del motor para asegurar su refrigeración.

En el empalme de los cables pueden usarse cartuchos de resina, cintas vulcanizadas o funda termoretráctil para proporcionar la estanqueidad requerida.



Cable de Tierra

El motor debe conectarse a tierra con un cable correctamente dimensionado, y este, a una adecuada toma de tierra.

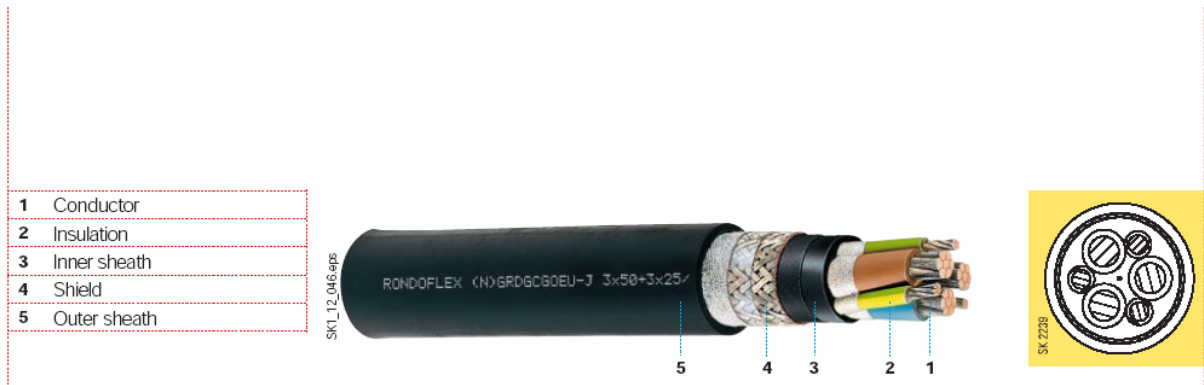
Al dimensionar el cable de tierra tener en cuenta la potencia del motor y la normativa del país en el que será instalado.

La instalación del tierra es imprescindible para un correcto funcionamiento y eficacia de las protecciones, de los controles y de los pararrayos.

Cables

Cables

- Recomendable utilizar cables apantallados simétricos con tierras concéntrico, EMC
 - Cumplir la normativa de EMC
 - Más importante cuanto más grande es el motor (>200 kW)
- Empalme cable motor / cable alimentación lo más próximo al motor

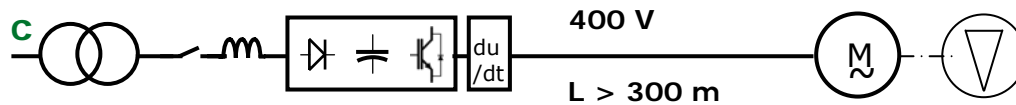


Longitud de cables a motor

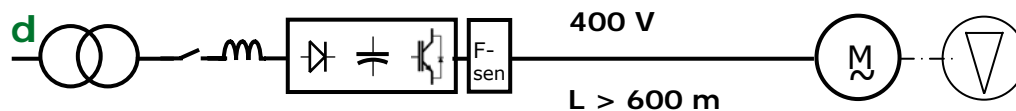
- Debido al efecto capacitativo del cable sobre el convertidor de frecuencia la distancia máxima entre convertidor y motor son según el tipo de convertidor:
- Vacon NXL 220 V, 380-500 V
 - Tamaños MF2 y MF3, hasta 2,2 kW, hasta 30 m
 - Tamaño MF4, hasta 5,5 kW, hasta 50 m
 - Tamaños MF5 y MF6, hasta 300 m
- Vacon NXS/NXP, 220 V 380-500 V
 - Modelos con potencia hasta 1,5 kW, hasta 100 m
 - Modelos potencias superiores, hasta 300 m

Longitud de cables a motor

- Distancias superiores a las recomendadas e inferiores a 600 m
 - Utilizar filtros dU/dt de salida



- Distancias superiores a 600 m
 - Utilizar filtros senoidales

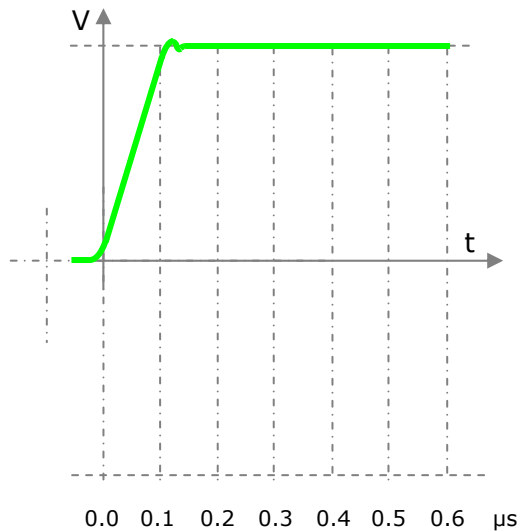


- Instalaciones con red de 690 V
 - Utilizar **siempre** filtros dU/dt hasta 300 m
 - Desde 300 m utilizar filtros senoidales

Filtro du/dt

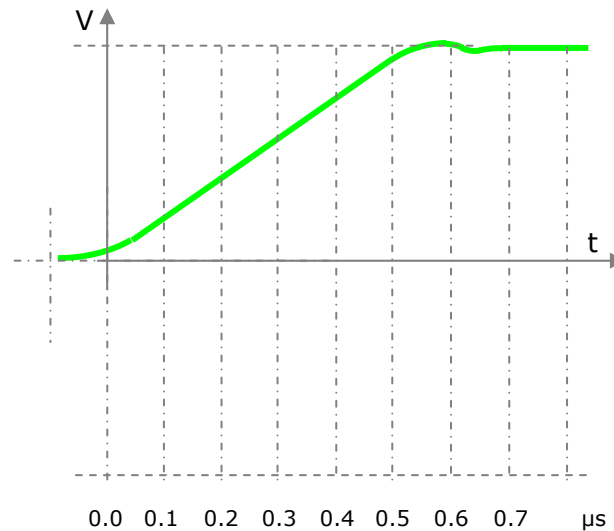
Tensión de salida
sin filtro

$$\frac{550 \text{ V}}{0.1 \mu\text{s}} \approx 6 \text{ kV}/\mu\text{s}$$

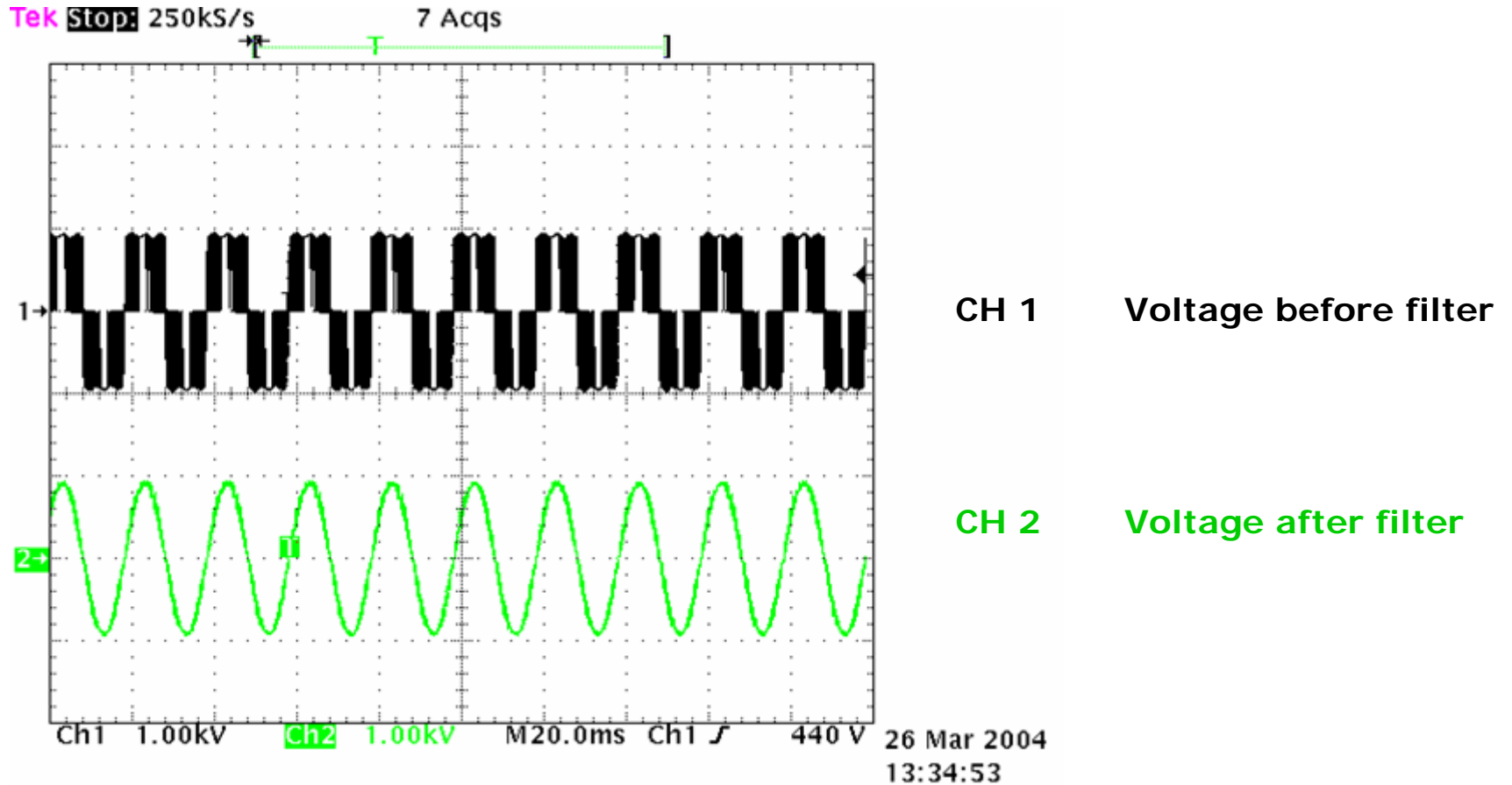


Tensión de salida
con filtro

$$\frac{550 \text{ V}}{0.5 \mu\text{s}} \approx 1 \text{ kV}/\mu\text{s}$$



Filtros senoidales

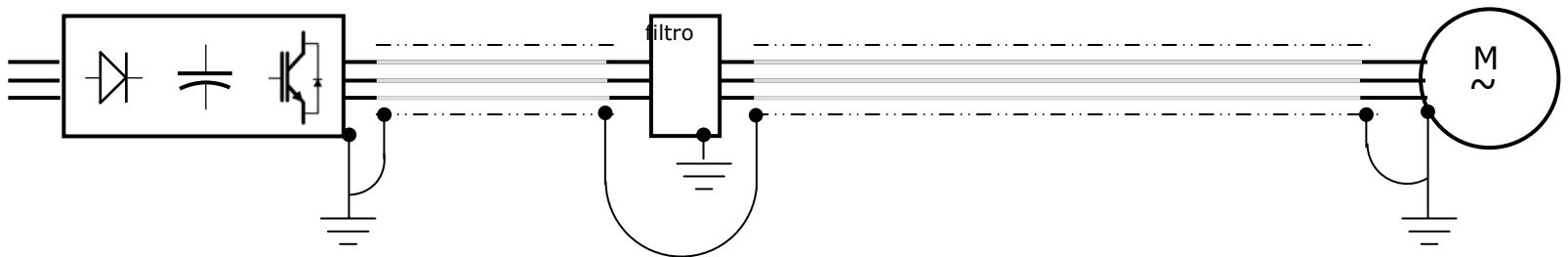


Recomendaciones

- Para motores sumergibles utilizar siempre filtros de salida entre motor y convertidor.

Conexión del tierras

- El convertidor de frecuencia siempre debe estar conectado a tierras por un cable de la sección adecuada
- El cable de tierras del motor debe conectarse a la conexión de tierras del convertidor de frecuencia
- La malla no se conecta a la tierra del filtro, sino a la malla del siguiente tramo del cable. Así, establece el paso más fácil para las corrientes de circulación parásitas



4 Elementos asociados a la instalación

Manómetro de presión

Utilizar un manómetro preferentemente con indicación por aguja para detectar la presencia de golpes de ariete.



Válvulas de regulación

Es conveniente la instalación de una válvula de control que permita la regulación del caudal de salida.



Sondas de nivel

En pozos con gran variabilidad de entrada de agua se recomienda la instalación de sensores de nivel para evitar que el grupo hidráulico pueda funcionar en seco, lo cual dañaría de inmediato la bomba y el motor.

Picos de voltaje y sobretensiones

Causas:

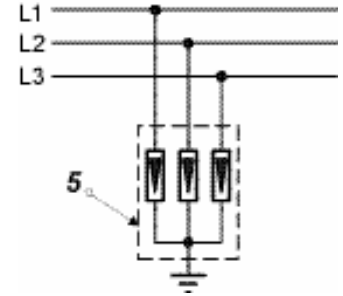
- ✓ caída de rayos en las inmediaciones
- ✓ conmutación de grandes cargas inductivas en la línea
- ✓ conmutación de equipos de potencia en la línea

Estos picos y sobretensiones transitorias pueden transmitirse a los bobinados del motor y dañar la resistencia de aislamiento.

Solución: instalación de un pararrayos

- ✓ lo más cerca posible del motor (boca del pozo)
- ✓ conectarlo al cable de tierra proveniente del motor
- ✓ conectar este a una buena toma de tierra

Sin embargo, tener en cuenta que es prácticamente imposible proteger el motor de la caída directa de un rayo de millones de voltios.

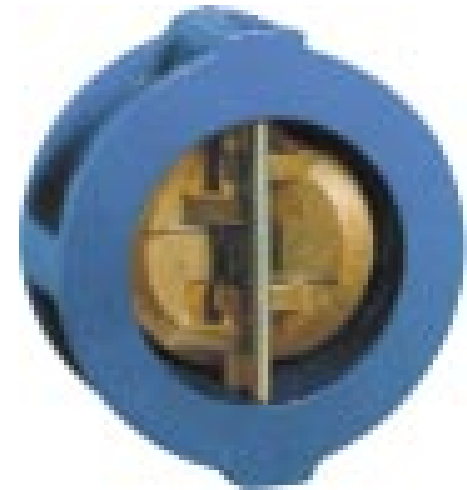


Válvulas de retención

Debe instalarse una válvula de retención a la salida de la bomba y como máximo a una distancia de 7 m desde la misma.

Aconsejamos que el resto de válvulas se instalen a una distancia de unos 50m entre cada una de ellas.

La no instalación o defecto de estas válvulas, pueden provocar choques hidráulicos que pueden dañar el motor



Golpe de ariete

Si la válvula de retención está más alta de 9 metros del nivel del agua, cuando se para la bomba se vacía el tubo de impulsión desde la válvula hasta el nivel del agua. Cuando se vuelve a poner en marcha la bomba, este espacio vacío del tubo se llena a gran velocidad produciendo un choque hidráulico comúnmente llamado golpe de ariete.

Este golpe debilita la tuberías y también causa importantes daños en las partes mecánicas de los motores, principalmente el cojinete axial.

Backspinning

El motor gira al revés a causa del vaciado del tubo de impulsión a través de la bomba.

Causas:

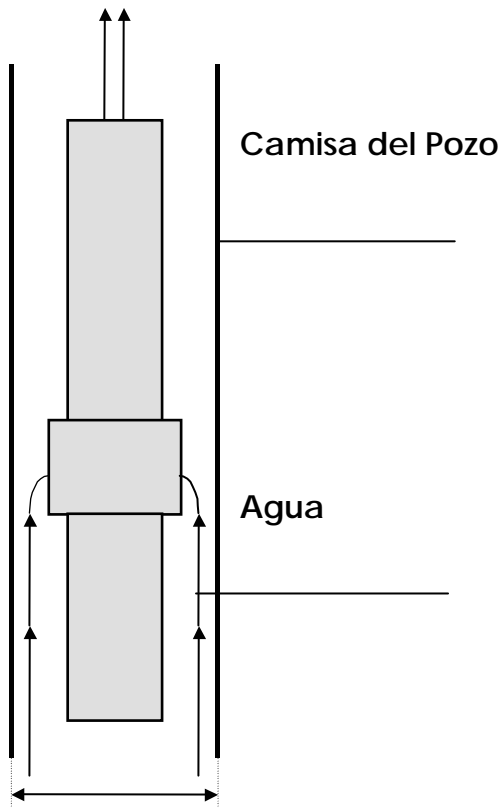
- ✓ fallo, fugas o ausencia de válvula de retención
- ✓ válvulas agujereadas con el objetivo de vaciar tubos impulsión

Consecuencias en el motor:

- ✓ desgaste del cojinete axial y radiales (insuficiente velocidad)
- ✓ si se pone en marcha el motor mientras ocurre este fenómeno, el esfuerzo del grupo del motor y la bomba cambia de sentido y puede causar daños en el eje

6 Refrigeración del motor

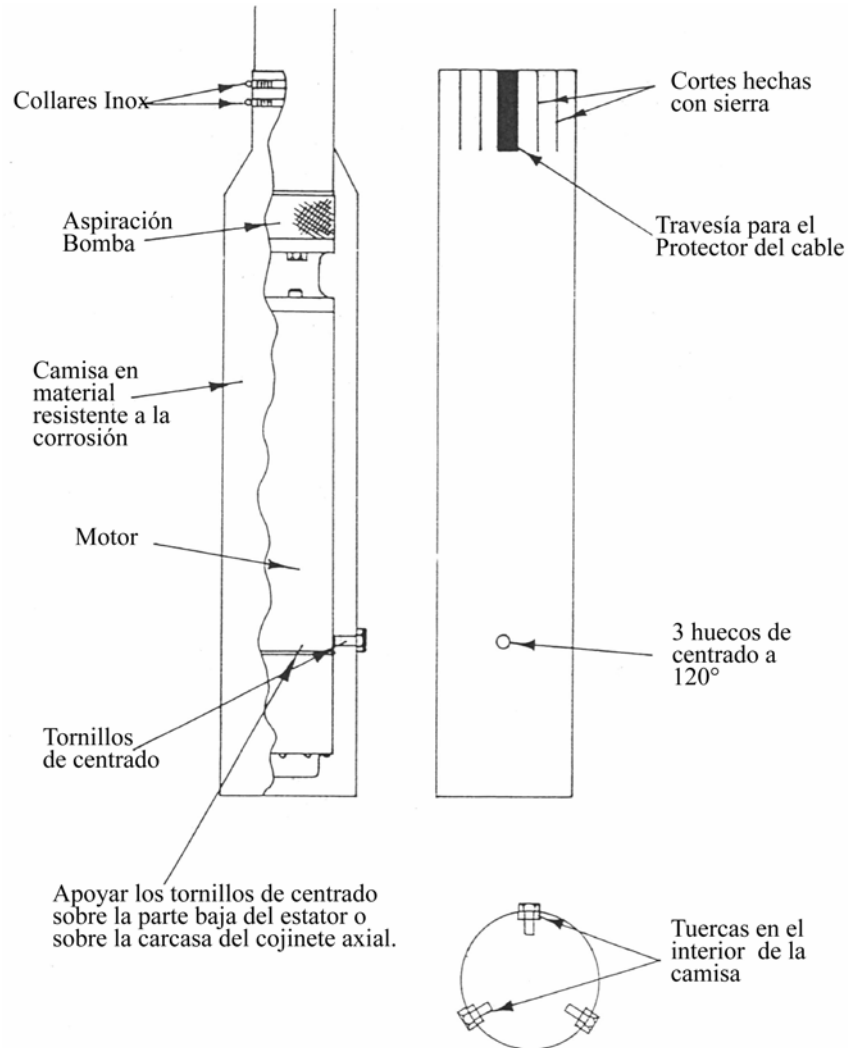
Para que los motores sumergibles Franklin Electric tengan una refrigeración adecuada, la temperatura del agua a bombear debe ser como máximo de **25°C** para los motores de 10" y de **30°C** para el resto de motores. Asimismo, **deben respetarse las siguientes velocidades de flujo de circulación del agua a lo largo de la superficie del motor:**



Motores 4"	$v = 0,08 \text{ m/s}$
Motores 6" y 8" Encapsulados	$v = 0,16 \text{ m/s}$
Motores 6" Rebobinables $\leq 15 \text{ kW}$	$v = 0,20 \text{ m/s}$
Motores 8" Rebobinables $\leq 52 \text{ kW}$	$v = 0,20 \text{ m/s}$
Motores 6" Rebobinables $\geq 18,5 \text{ kW}$	$v = 0,50 \text{ m/s}$
Motores 8" Rebobinables $\geq 55 \text{ kW}$	$v = 0,5 \text{ m/s}$
Motores 10" Rebobinables	$v = 0,5 \text{ m/s}$



Si no se cumplen las condiciones de refrigeración requeridas, se debe instalar una camisa de refrigeración en el motor.

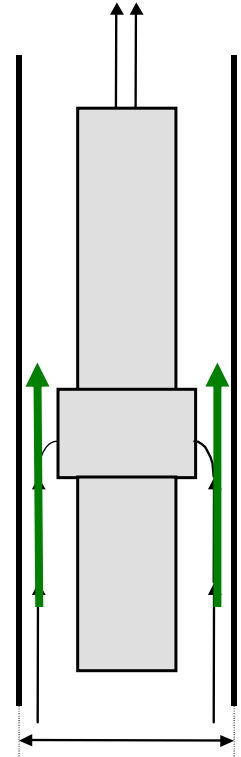
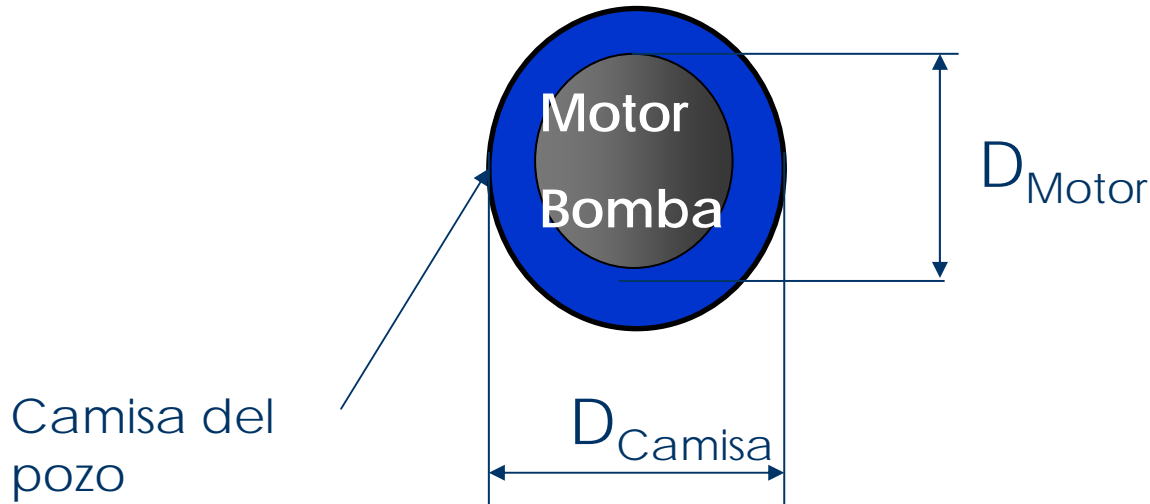


Refrigeración Motor y Cálculo camisa

Caudal = Q

Vel. Refrig. =

Caudal
—————
Superficie Anular



$$D_{Camisa} (mm) = \sqrt{\frac{Q [m^3/h] \times 353,68}{V_{m/sec}} + [D_{motor} (mm)]^2} Dw$$

Ejemplo cálculo camisa refrigeración

$$D_{\text{Camisa}}(\text{mm}) = \sqrt{\frac{Q [\text{m}^3/\text{h}] \times 353,68}{V_{\text{m/sec}}} + [D_{\text{motor}}(\text{mm})]^2}$$

Ejemplo de una aplicación:

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

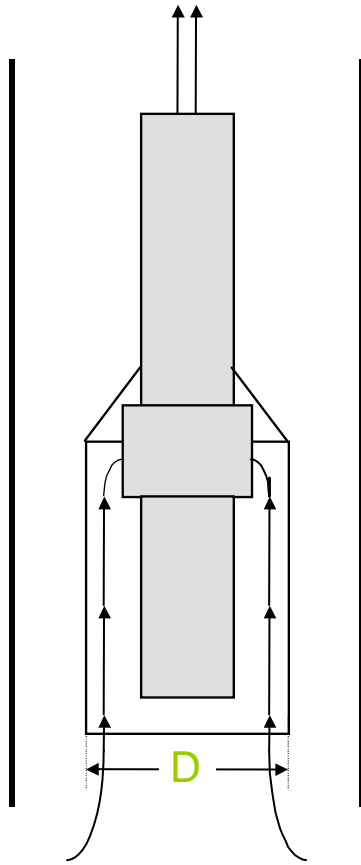
$$D_{\text{motor}} = 95,25 \text{ mm}$$

$$V = 0,08 \text{ m/sec}$$

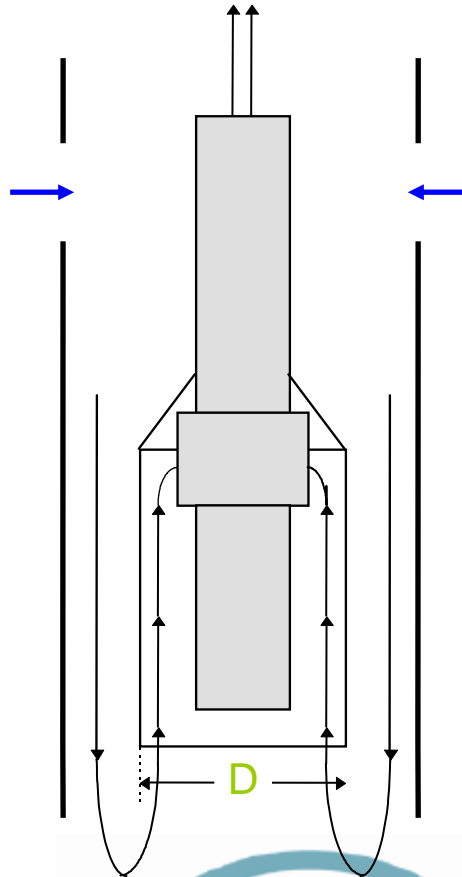
$$\sqrt{\frac{10 [\text{m}^3/\text{h}] \times 353,68}{0,08_{\text{m/sec}}} + [95,25(\text{mm})]^2} = \mathbf{230,83 \text{ mm}}$$

Algunas de las aplicaciones para las que es necesario instalar una camisa de refrigeración en el motor :

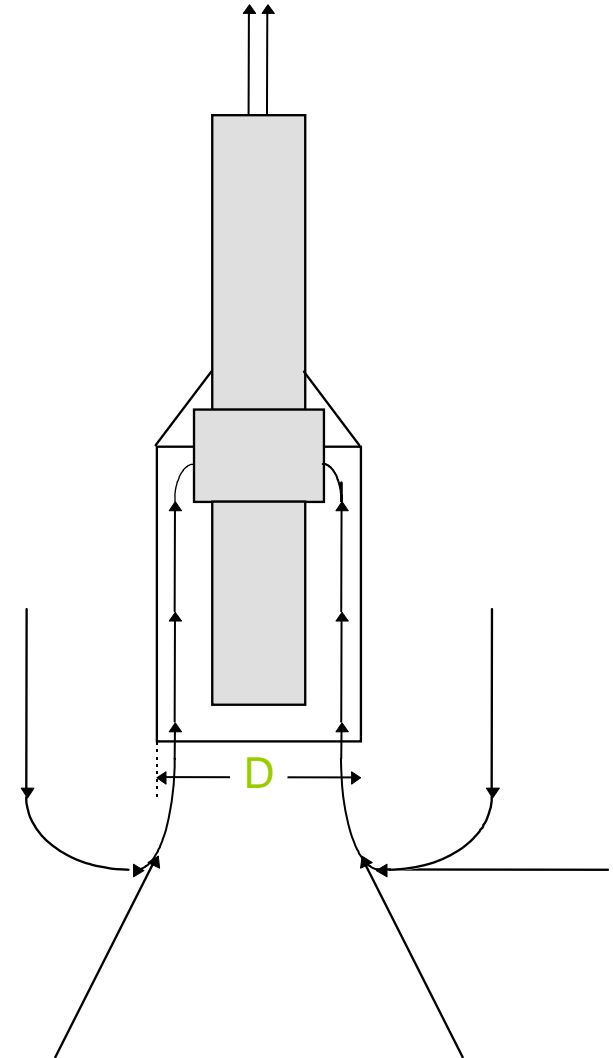
Tubo demasiado ancho



Acuífero por encima de la bomba



Tanque abierto



Aplicaciones para alta temperatura

Motores bobinados con hilo PE2/PA

- ✓ los motores rebobinables 6", 8" y 10" pueden bobinarse con hilo especial de doble aislamiento PE2/PA

- ✓ siempre que se cumplan las velocidades mínimas de refrigeración exigidas, los motores pueden trabajar con agua hasta:
 - **50°C** (45°C para el 37kW que está bobinado con PE2/PA de serie) para los motores 6"
 - **50°C** para los motores de 8"
 - **45°C** para los motores de 10"

Tipos Hilo bobinado

PVC – Clase de Aislamiento : 70°C temperatura del cobre



PE2/PA – Clase de Aislamiento : Y 90°C temperatura del cobre



Aplicaciones para alta temperatura

DE-RATING

Otra opción para trabajar a plena carga con agua a temperatura superior a 30°C es el De-rating, para evitar el sobrecalentamiento de los bobinados.

Se trata de incrementar la potencia del motor para compensar la pérdida de rendimiento por trabajar con agua a temperatura superior a 30°C. Con ello disminuimos la temperatura interna de los devanados

Carga máxima del motor en % de la carga nominal						
Temp. °C	Potencia 5,5 - 22 kW			Potencia > 22 kW		
	Velocidad en m/s			Velocidad en m/s		
	0.16	0.3	1	0.16	0.3	1
40	88	100	100	76	88	100
45	76	88	100	62	76	88
50	62	76	88	48	62	76
55	48	62	76	-	48	62
60	-	48	62	-	-	48

Aplicaciones para alta temperatura

Motores especiales Hi-Temp

✓ motores encapsulados con una solución acuosa refrigerante interna especial que permite trabajar con agua hasta:

- **75°C** para los motores 8" Hi-Temp (30kW a 110kW)
- **90°C** para los motores 6" Hi-Temp (3,7kW a 30kW)

con las condiciones de refrigeración mínimas requeridas

- ✓ permite trabajar en condiciones de escasa refrigeración a temperaturas de agua adecuadas
- ✓ cables adecuados para trabajar a altas temperaturas
- ✓ brida NEMA
- ✓ retén SiC especial antiarena de serie
- ✓ versión en material inoxidable AISI 304 y 316
- ✓ aplicaciones en minería, aguas termales, condiciones de refrigeración deficiente, etc.

5 Arena y sedimentos

Consecuencias de la existencia de arena en el pozo

- ✓ desgaste mecánico de las piezas internas del motor: cojinete axial, cojinetes radiales, contracojinete, retén, eje rotor
- ✓ falta de refrigeración lo que se puede traducir en una avería mecánica (comentado en el primer punto) y/o eléctrica (derivado de los bobinados del estator)



Como minimizar la acción de la arena en el motor

- ✓ antes de instalar el motor se recomienda aforar el pozo

- ✓ instalar el grupo hidráulico por arriba del fondo del pozo y de los sedimentos que pueda haber en el mismo. Recomendación:
 - Motores de 4" y 6" : mínimo a 5m del fondo del pozo
 - Motores de 8" y 10" mínimo a 10m del fondo del pozo

- ✓ instalar motores "Sandfigther" que llevan incorporados un retén de carburo de silicio y protector antiarena especiales diseñados por Franklin Electric para evitar la entrada de arena en el mismo



Como minimizar la acción de la arena en el motor

✓ de todas formas, en función de la cantidad y diámetro de la arena, incluso este tipo de retén especial no asegura al 100% que no penetre con el tiempo la misma dentro del motor

✓ proteger el estriado del motor poniendo grasa no ácida y no tóxica en el mismo antes de acoplar este con el manguito de acoplamiento de la bomba (por ejemplo Mobil FM102, Texaco Cygnus 2661 o bien vaselina)



Consecuencias de la existencia de sedimentos en el agua

- ✓ los sedimentos se fijan en la superficie del estator dificultando su refrigeración, lo que se puede traducir en una avería eléctrica (derivado de los bobinados del estator)
- ✓ dependiendo de la magnitud de dichos sedimentos, al igual que la arena, puede producir desgastes en las piezas mecánicas del motor



Materiales de los motores

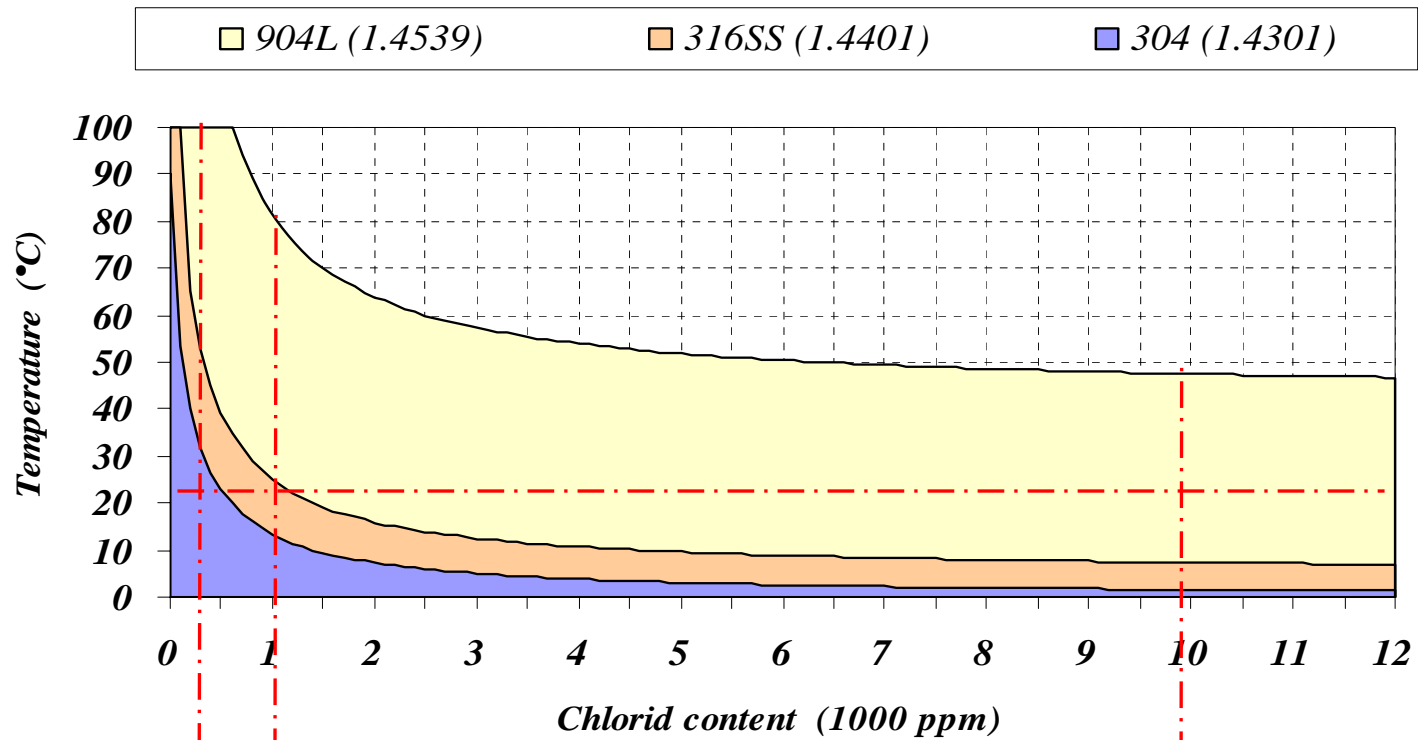
AISI 304: Acero inoxidable estándar. Es el tipo de material de que están fabricados los motores estándar, excepto para la brida y la base del motor que es de hierro de fundición pintado con pintura epoxy.

AISI 316 : Mejor protección contra la corrosión que el 304 gracias a la presencia de Molibdeno.

AISI 316 Ti: El acero inox. 316 Ti lleva un índice importante de Ti. En el proceso de soldadura, en vez de carburo de cromo, se crea carburo de titanio, conservando la concentración de Cr cerca de la soldadura. De esta forma, se conserva la resistencia contra la corrosión alrededor de la soldadura.

AISI 904L: material de una calidad superior al 316. Indicado para aplicaciones en aguas salinas y/o agresivas. Elimina la corrosión debido a corrientes galvánicas. Parte exterior del motor totalmente en 904L. La parte superior del eje se diferencia del resto por ser de calidad DUPLEX lo que le confiere una mayor resistencia al desgaste mecánico.

Gráfico de corrosión



Potable

Riego

Salobre

Mar

Corrientes galvánicas

- ✓ tienen lugar en aguas subterráneas
- ✓ provocan el **desgaste por electrólisis de ciertos materiales**, usualmente en forma de poros, en especial en las uniones de dos o más de ellos de diferente tipo
- ✓ consecuencia : **pérdida de aislamiento de los bobinados**
- ✓ su intensidad puede variar en el tiempo y la profundidad de instalación del motor dentro del pozo
- ✓ incluso en aguas potables, pequeñas cantidades de cloruros, sulfatos u otros ingredientes, así como altas conductividades, pueden crear una solución que lleve a reacciones galvánicas
- ✓ solución : instalación de un **ánodo de sacrificio** en la base del motor, que hará la función de cebo para dichas corrientes, minimizando la acción dañina de las mismas sobre el motor

Anodo de sacrificio

- ✓ Se trata de una pieza de hierro de fundición (GG20) que se une a la base del motor mediante tres tornillos inoxidable.
- ✓ Al ser este material químicamente más activo que los materiales de que están formados el motor y la bomba, este reacciona con los elementos corrosivos del agua desgastándose, y con ello, minimizando los daños en el motor.



Instalación ánodo de sacrificio



Instalación

Instalación del convertidor de frecuencia

- Humedad máxima 95%
- Sin condensación
- Temperatura máxima 40 °C
- Ambiente no corrosivo
- Sin sustancias agresivas en el ambiente
- Protección contra sobre tensiones (rayos)
- Recomendable cartas barnizadas
- Recomendable protección IP54 (convertidor sin armario)

8 Protección y control del motor

Sistema de protección mínima exigida

- ✓ relé térmico conforme a la norma EN 60947-4-1 (VDE 660 cap.102) de la clase 10A o 10, con compensación de la temperatura ambiente de 20° a 40°C. Con corrientes del 500% de I_N debería disparar en menos de 10 segundos con el bimetal frío, por ejemplo en caso de bloqueo del rotor
- ✓ el relé debería ajustarse al consumo medido y como máximo a la corriente máxima indicada en la placa de características del motor. Se recomienda su ajuste al 90% I_N
- ✓ relé con protección por fallo de fase
- ✓ diferencial conectado a una buena toma de tierra donde también deberá conectarse el motor
- ✓ interruptor magnetotérmico adecuado a la instalación
- ✓ si las protecciones no cumplen los requisitos anteriores, la garantía del motor pierde su validez

SubMonitor

Control de **sobrettemperatura** (sólo para los motores equipados con el sensor Subtrol). Genera señal on/off de salida al superar una temperatura preajustada de fábrica para los motores encapsulados. Los rebobinables no pueden utilizar esta opción.



Además controla los siguientes parámetros :

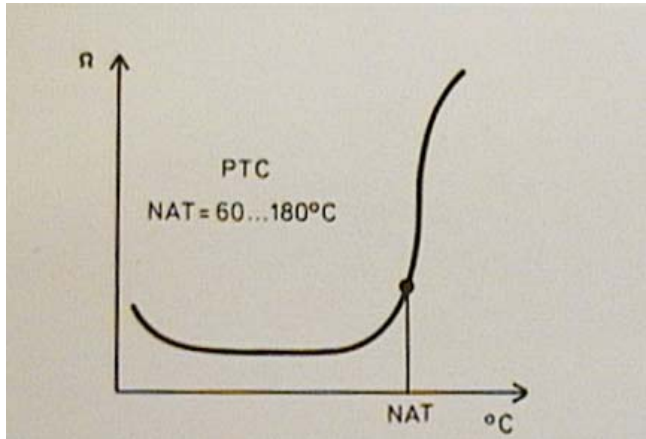
- ✓ Sobrecarga / Funcionamiento en vacío
- ✓ Desbalanceo de corrientes
- ✓ Falso arranque
- ✓ Sobrevoltaje / Voltaje insuficiente
- ✓ Falta de fase

Extensión de **garantía a 3 años** para los motores instalados con el SubMonitor con la opción "Premium" que incluye un pararrayos.

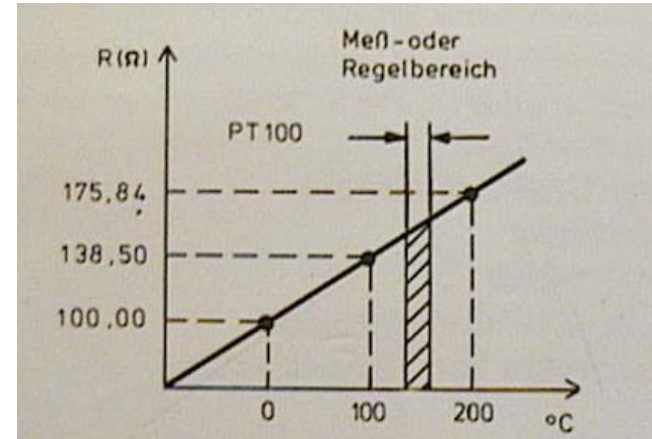
Sistemas de control de temperatura

Motor	Tipo de motor	Control de temperatura	Observaciones
6" ≤ 30 kW	Encapsulado	<ul style="list-style-type: none"> • PT100 • PTC • SubMonitor 	<ul style="list-style-type: none"> • PT100 : fácil instalación • PTC : previa petición al hacer pedido motor • SubMonitor : previa petición sensor Subtrol al hacer pedido motor
6" ≥ 37 kW y 8"	Encapsulado	<ul style="list-style-type: none"> • PT100 • SubMonitor 	<ul style="list-style-type: none"> • PT100 : fácil instalación • SubMonitor : incorporan sensor Subtrol de serie. Fácil instalación
6", 8" y 10"	Rebobinable	<ul style="list-style-type: none"> • PT100 	<ul style="list-style-type: none"> • PT100 : fácil instalación

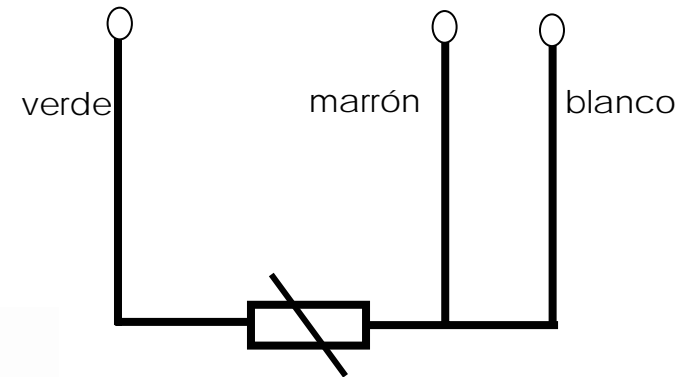
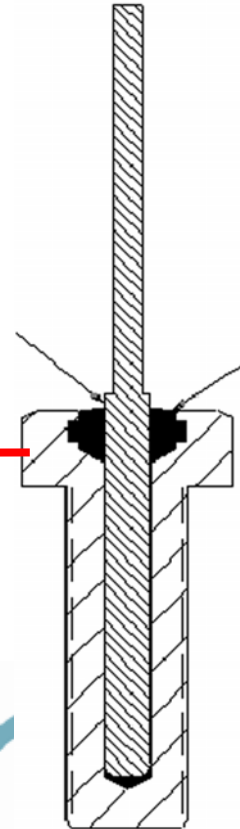
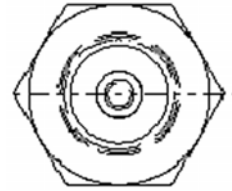
PTC



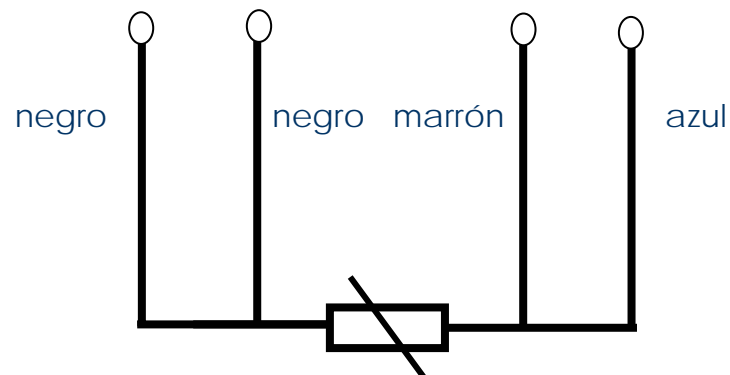
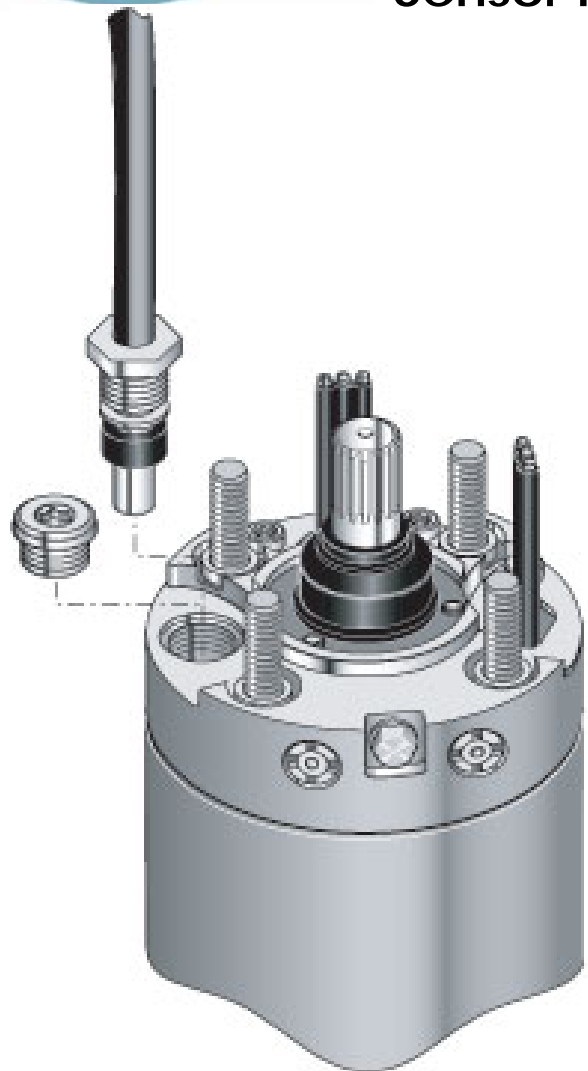
PT100



Sensor PT100 para Motores Encapsulados 6" y 8"



Sensor PT100 para Motores Rebobinables 6" y 8"



Protecciones

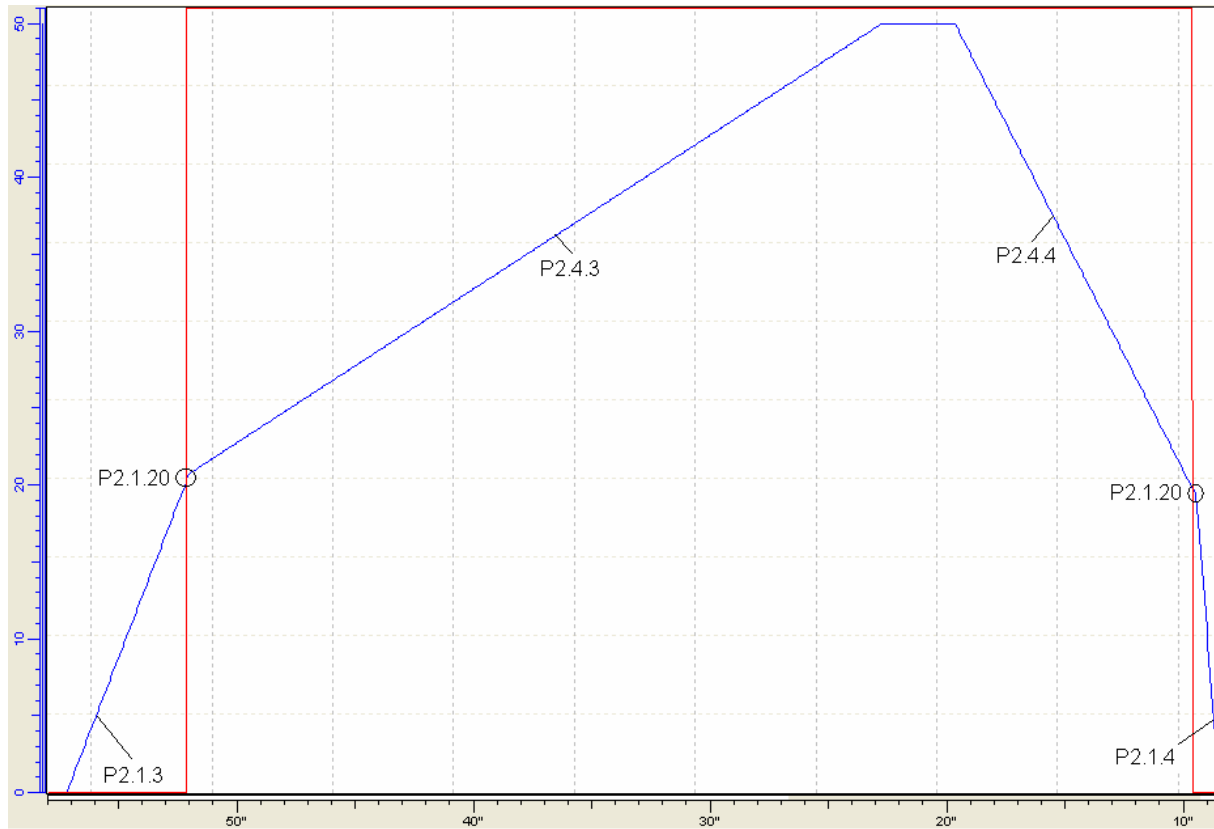
Protecciones

- El convertidor de frecuencia Vacon proporciona de serie las siguientes protecciones:
 - Sobreintensidad
 - Sobrecarga
 - Subcarga
 - Fallo fase entrada
 - Fallo fase salida (
 - Rotor bloqueado
 - Fallo a tierra (protección motor y convertidor, no protección personal)
- Además de manera opcional se puede equipar con las siguientes protecciones
 - PT100 (NXOPTB8)
 - PTC (NXOPTA3)

Aplicación bombas sumergidas

- Rampa de aceleración y deceleración en dos tramos
 - Aceleración desde 0 a frecuencia ajustada
 - Aceleración desde frecuencia ajustada a frecuencia máxima
 - Tiempo en segundos de aceleración
- Protección de baja frecuencia
 - Paro por debajo de esta frecuencia, auto reset
- Protección de baja carga
 - Paro si la intensidad está por debajo de un valor ajustado durante un tiempo determinado
 - Auto reset ajustable en minutos, para que el pozo recupere el nivel adecuado

Aplicación bombas sumergidas, gráfico



Instalación del convertidor de frecuencia

- Humedad máxima 95% sin condensación
- Temperatura máxima 40 °C
- Sin sustancias agresivas en el ambiente
- Protección contra sobre tensiones (rayos)
- Recomendable cartas barnizadas
- Recomendable protección IP54 (convertidor sin armario)

Ajustes más importantes

- Velocidad mínima
 - Mínima velocidad a la que la bomba puede trabajar de manera permanente
- Velocidad máxima
 - Máxima velocidad a la que puede trabajar el motor de manera permanente
- Tiempo de aceleración hasta velocidad mínima
 - Para evitar problemas en el rodamiento axial del motor
- Intensidad nominal del motor
 - Para ajustar las protecciones del convertidor a las características del motor

9 Puntos importantes a tener en cuenta en la instalación

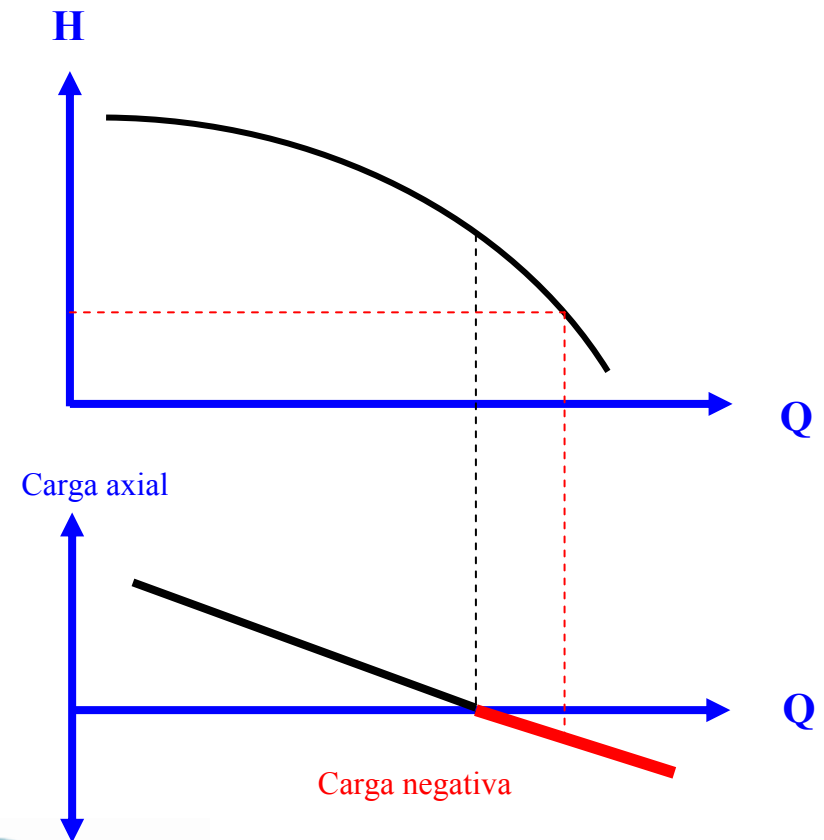
Inversión del Empuje

Punto de trabajo de la bomba

✓ El punto de trabajo de la bomba debe situarse en el **tercio medio** de la curva.

✓ Si la bomba funciona demasiado a la derecha de su curva se produce una **inversión del empuje**. En estas condiciones, la mayoría de las bombas ejercen una tracción hacia arriba que arrastra el rotor del motor produciendo el rozamiento del contracojinete con la parte inferior del cojinete radial superior por un periodo de tiempo demasiado prolongado.

✓ Este fenómeno produce la **destrucción del contracojinete**, las partículas del cual se mezclan con el líquido interno del motor desgastando todos los cojinetes.



Posición instalación del motor

- ✓ El motor se puede instalar en todas las posiciones entre vertical y horizontal (de 0 a 180°) pero ni un grado de inclinación boca abajo
- ✓ Excepciones: por la longitud del rotor, no se pueden instalar horizontalmente los motores rebobinables de 8" 93kW y 10" 185kW

Arranques / hora

- ✓ No exceder el número permitido de arranques por hora indicados en el manual de instalación de los motores: (arranque sin variador)
 - 10 arranques/hora para los motores 8" y 10" rebobinables
 - 20 arranques/hora para el resto de los motores

Sistemas de protección

- ✓ Es de una gran importancia proteger el motor con los controles adecuados y verificar sus ajustes, según las recomendaciones dadas en el apartado nº 8
- ✓ El cumplimiento de estas normas puede suponer el evitar daños importantes al motor y por lo tanto minimizar el coste de su mantenimiento

Refrigeración

- ✓ La refrigeración del motor es un factor muy importante para optimizar la vida útil del motor
- ✓ Tener en cuenta las recomendaciones hechas en el apartado nº 6

Uso de válvulas adecuadas

- ✓ Deben instalarse válvulas adecuadas en los emplazamientos necesarios para evitar choques hidráulicos

Revisión periódica de los controles y protecciones

- ✓ Los controles y protecciones deben estar en buenas condiciones de trabajo y de seguridad
- ✓ Deben revisarse regularmente para detectar fallos en los mismos y comprobar su correcto funcionamiento y ajustes si procede

Medición de aislamiento

En superficie sin cable	Ohmios	Megohmios
Motor nuevo	200.000.000	200 (y más)
Motor a instalar nuevamente en el pozo	20.000.000	20 (y más)
Motor en el pozo con cable		
Motor nuevo	2.000.000	2 (y más)
Motor en buenas condiciones	500.000–2.000.000	0,5 – 2
Defecto de Aislamiento, reparación necesaria	Menos de 500.000	Menos de 0,5

Medidor de aislamiento a 500V DC
Previo a la medición desconectar
el cable del motor del sistema

10 Aplicaciones

Pozos

- ✓ Es la aplicación típica de los motores sumergibles
- ✓ Tener en cuenta las normas dadas, principalmente en cuanto a refrigeración y distancia de instalación respecto al fondo del pozo

Cisternas, depósitos y pantanos

- ✓ Debe **instalarse siempre una camisa de refrigeración** en el motor ya que, en caso contrario, no se produciría la velocidad del flujo de refrigeración requerida produciéndose una sobretemperatura en el motor y la avería del mismo
- ✓ En un pantano tener en cuenta la calidad del agua en el lugar de la instalación. La existencia de lodos y sedimentos en la misma pueden causar graves problemas en el grupo hidráulico

Fuentes ornamentales y estanques

- ✓ Se trata de una aplicación complicada especialmente debido a los factores de refrigeración y usual presencia de elementos sólidos en el agua

Normas para la instalación de motores sumergibles en fuentes, estanques o depósitos abiertos

- Tener en cuenta la temperatura del agua de la fuente a bombear (circuito cerrado, poca profundidad, elevada temperatura exterior). **Sobredimensionar el motor** para evitar problemas de consumo y refrigeración.
- Instalar siempre **camisa de refrigeración** (el agua no se direcciona en forma de flujo a lo largo del motor)
- Bomba instalada con **protección antioleaje** para evitar la entrada de aire (**cavitación y mala refrigeración**)
- El agua a bombear debe estar libre de elementos sólidos (hojas, arena, papeles, ramas,...) para evitar taponar la boca de aspiración de la bomba o depositarse en la superficie del motor (**mantenimiento adecuado** de la fuente)
- El motor se puede instalar en **posición horizontal**, pero nunca con el eje boca abajo, ni tan siquiera leve inclinación hacia abajo.
- Verificar durante y después de la instalación que el **consumo** del motor no sobrepase el máximo permitido (placa de características del motor). Instalar **protecciones** para evitar sobrepasarlo.
- En caso de arranque con **variador de frecuencia**, tener en cuenta los puntos dados por Franklin Electric.

Plantas desalinizadoras

- ✓ La aplicación típica es la de desalinizar el agua por medio de un sistema de osmosis inversa, que consiste básicamente en una membrana a través de la cual se aplica agua a presión
- ✓ El motor sumergible puede tener varias funciones:
 - proporcionar agua a presión para limpiar la membrana de desalación
 - como sistema recuperador de presión una vez pasada el agua a través de la membrana de desalación
 - en pequeñas instalaciones como bomba de cabecera
- ✓ tener en cuenta que la presión máxima que soporta el motor sin test adicional de presión es de 35 bar

Aplicaciones : Plantas desalinizadoras

▪ Elección del tipo de motor

✓ preferentemente usar el motor especial encapsulado para aplicaciones Booster (diapositiva siguiente)

✓ de querer usar un motor estándar, escoger preferiblemente un encapsulado por los siguientes motivos:

- longitud rotor menor que en los rebobinables
- los motores encapsulados de potencias mayores llevan un cojinete central que da mayor estabilidad al conjunto
- la resina de los motores encapsulados tiene una muy buena transmisión de calor

Motor 8" especial para aplicaciones Booster

Características más relevantes:

- ✓ Cables de alimentación con conector extraíble, apropiados para trabajar fuera del agua
- ✓ Puede trabajar en posición vertical / horizontal
- ✓ Mayor volumen interno de alojamiento de líquido para mejorar su lubricación y refrigeración
- ✓ Rotor equilibrado dinámicamente para maximizar la duración de los cojinetes
- ✓ Versión en material inoxidable AISI 304 y 316
- ✓ Disponible en el rango de potencias de 30 a 93kW



Aplicaciones

Aplicaciones

- Aplicaciones
 - Presión constante
 - Nivel constante
 - Dosificación
 - Booster

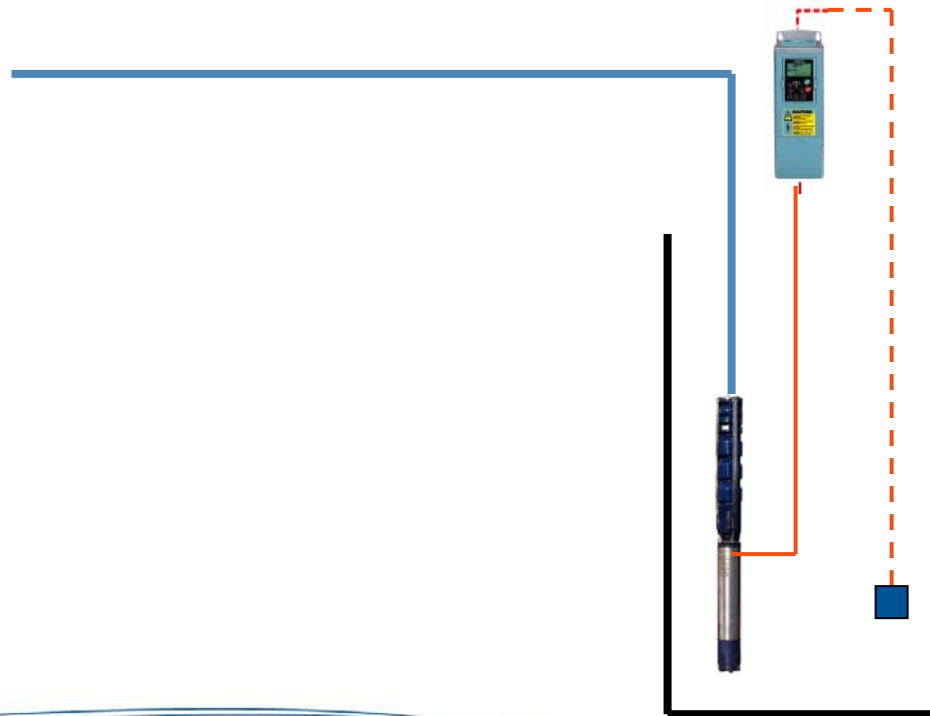
Presión constante

- Se mantiene la presión independientemente de las variaciones de caudal



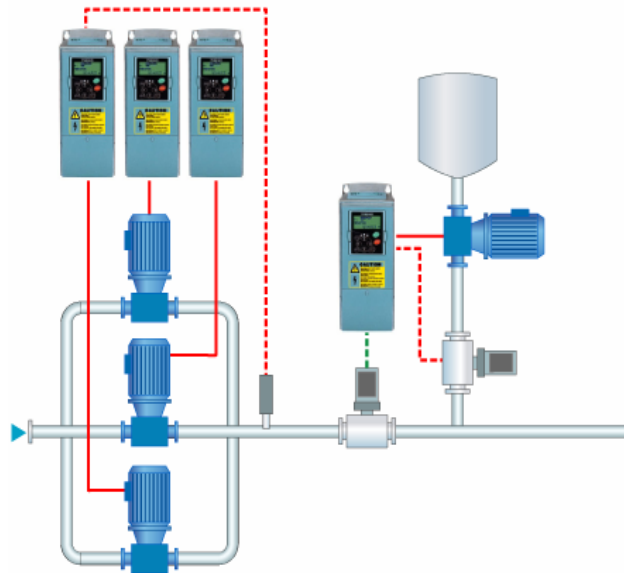
Nivel constante

- Mantenemos constante el nivel del pozo para no agotar el acuífero



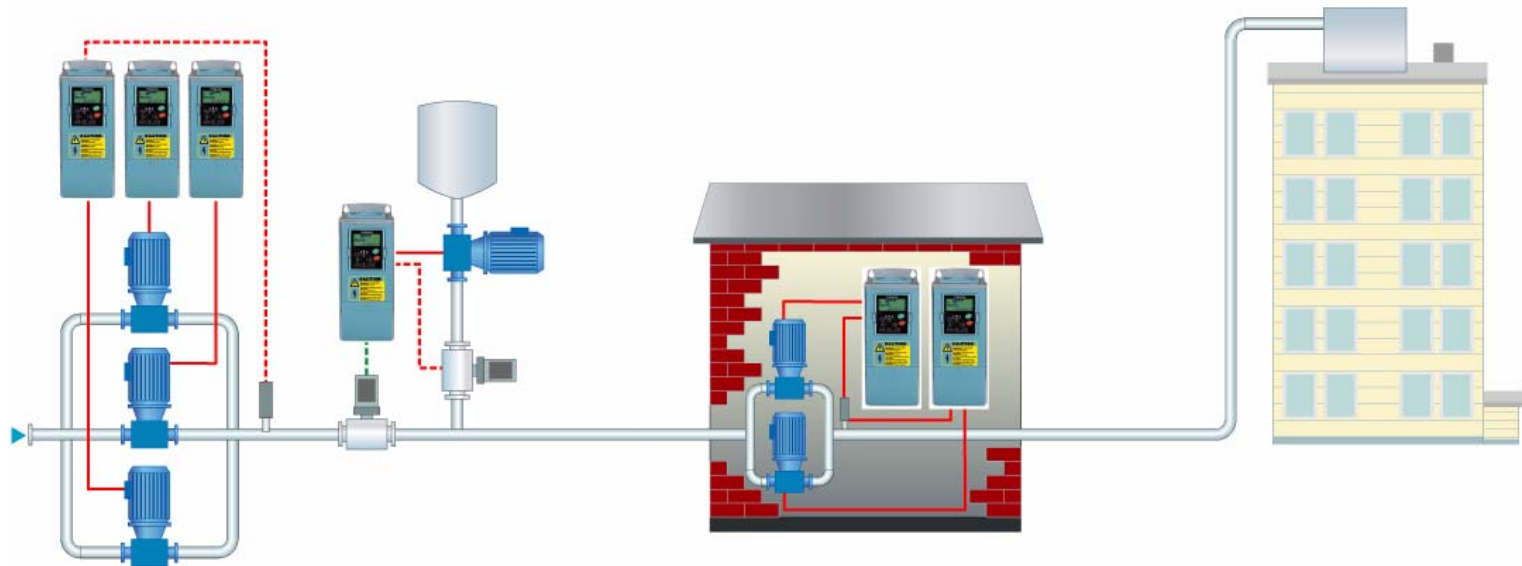
Dosificación

- Dosificación de componentes químicos para la depuración del agua o dosificación de abono para el riego.



Booster

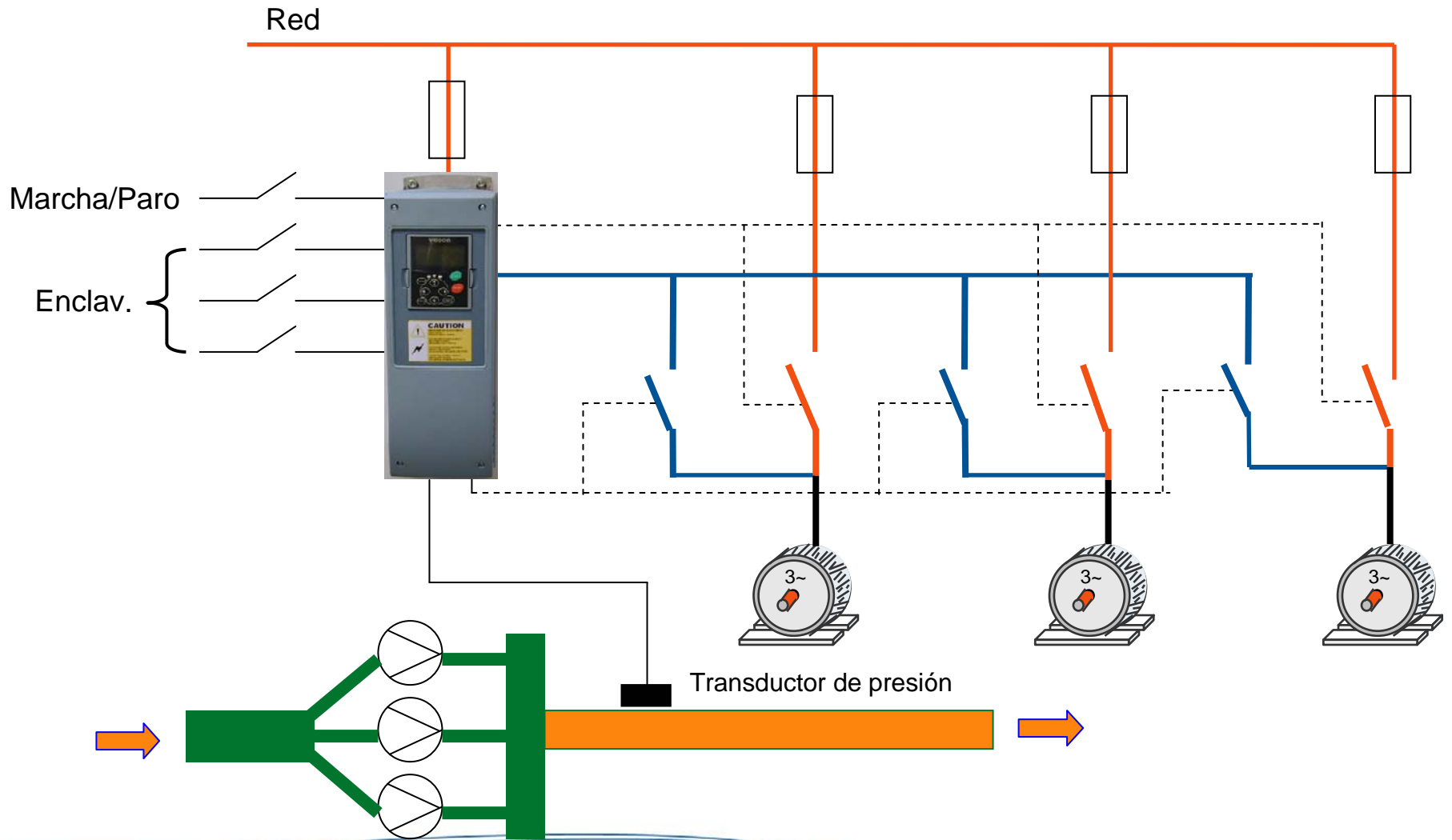
- Aumento de la presión, para compensar las pérdidas de carga en la red de suministro.



Aplicaciones para la industria del agua

- PFC
 - Control de una estación de bombeo con una bomba regulada y hasta 4 bombas de apoyo de velocidad constante, rotación total o solo bombas auxiliares. Opcional hasta 8 bombas auxiliares (NXL solo hasta dos bombas auxiliares)
- PFC2
 - Solo NXS y NXP. Control de una estación de bombeo con una bomba regulada y hasta 4 bombas de apoyo de velocidad constante, rotación total o solo bombas auxiliares, hasta 16 presiones de consigna, captura automática de la frecuencia dormir. Puesta en marcha simplificada.

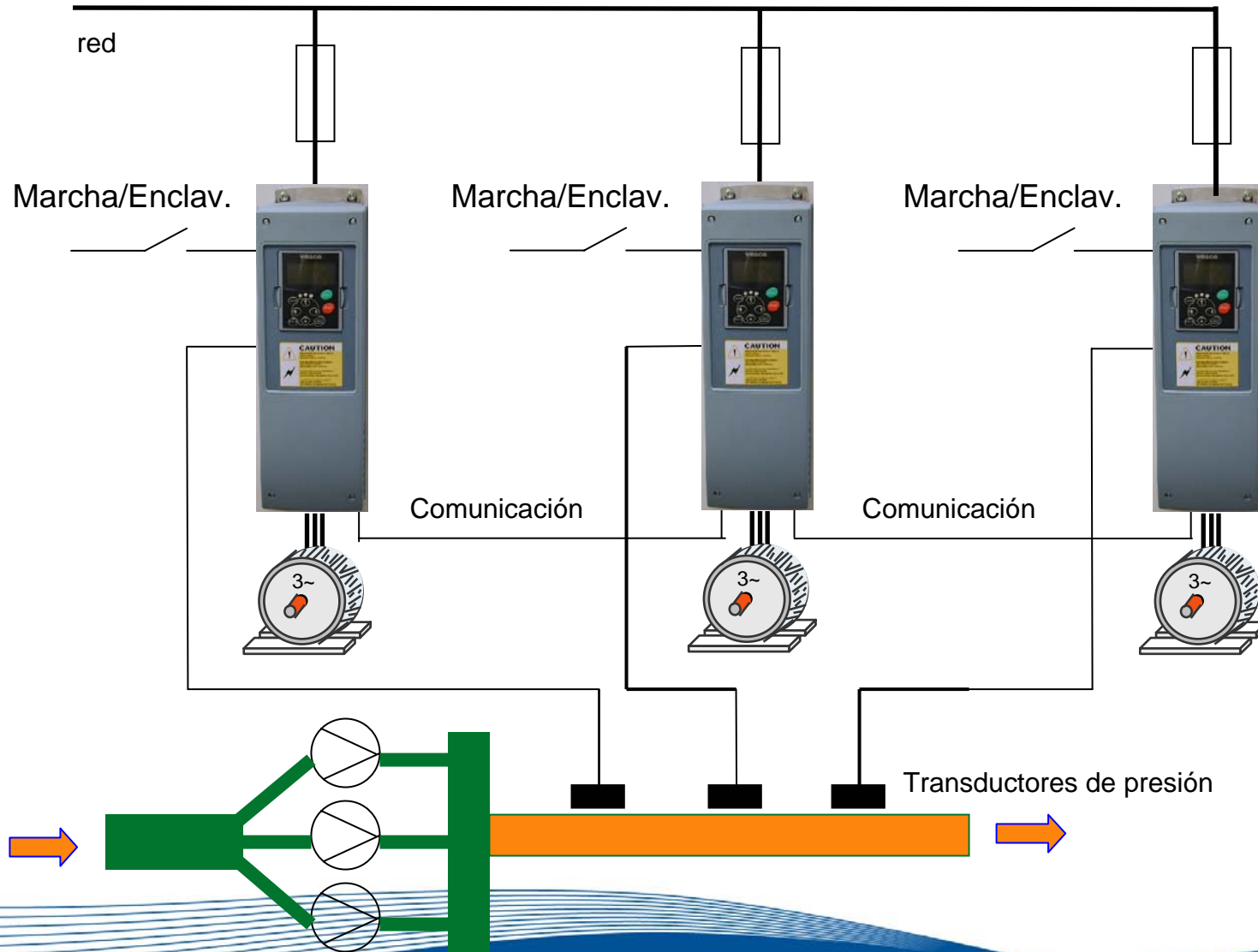
PFC



Aplicaciones para la industria del agua

- Multimaster
 - Solo NXS y NXP. Control de una estación de bombeo con un convertidor por bomba, una bomba regula y las otras sirven de apoyo, con rotación y redundante. Hasta tres bombas, opcional hasta 10 bombas solo NXP
- Multifollower
 - Solo NXS y NXP. Control de una estación de bombeo con un convertidor por bomba, todas las bombas regulan, con rotación y redundante. Hasta tres bombas, opcional hasta 10 bombas solo NXP

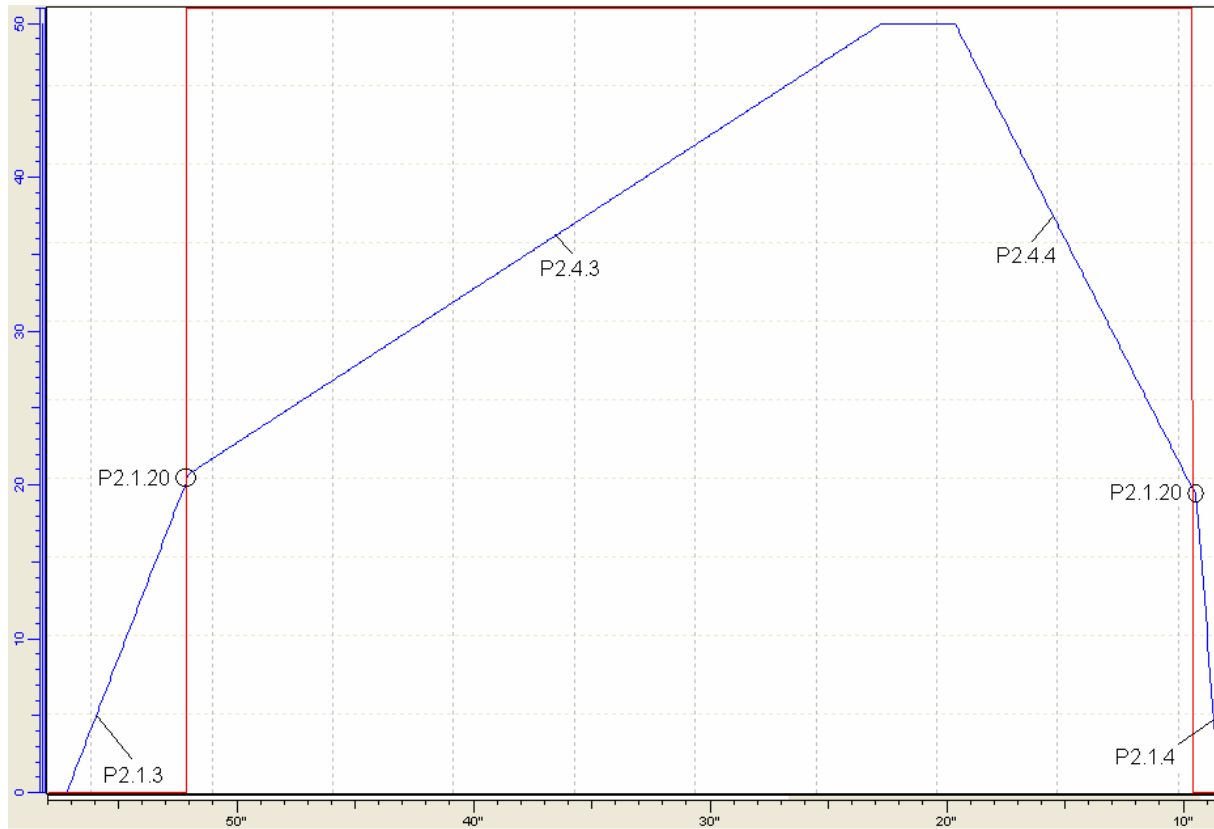
Multimaster, Multifollower



Aplicaciones para la industria del agua

- Dosificación
 - Solo NXS y NXP. Control de la dosificación de productos químicos o abonos desde el propio convertidor.
- Bombas sumergidas
 - Rampa de aceleración y deceleración en dos tramos
 - Aceleración desde 0 a frecuencia ajustada
 - Aceleración desde frecuencia ajustada a frecuencia máxima
 - Tiempo en segundos de aceleración
 - Protección de baja frecuencia
 - Paro por debajo de esta frecuencia, auto reset
 - Protección de baja carga
 - Paro si la intensidad está por debajo de un valor ajustado durante un tiempo determinado
 - Auto reset ajustable en minutos, para que el pozo recupere el nivel adecuado

Aplicación bombas sumergidas, gráfico



Ajustes más importantes

- Velocidad mínima
 - Mínima velocidad a la que la bomba puede trabajar de manera permanente
- Velocidad máxima
 - Máxima velocidad a la que puede trabajar el motor de manera permanente
- Tiempo de aceleración hasta velocidad mínima
 - Para evitar problemas en el rodamiento axial del motor
- Intensidad nominal del motor
 - Para ajustar las protecciones del convertidor a las características del motor

Ahorro de energía

Ahorro de energía

- Formula de la potencia de una bomba

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

En donde:

P = potencia en el eje

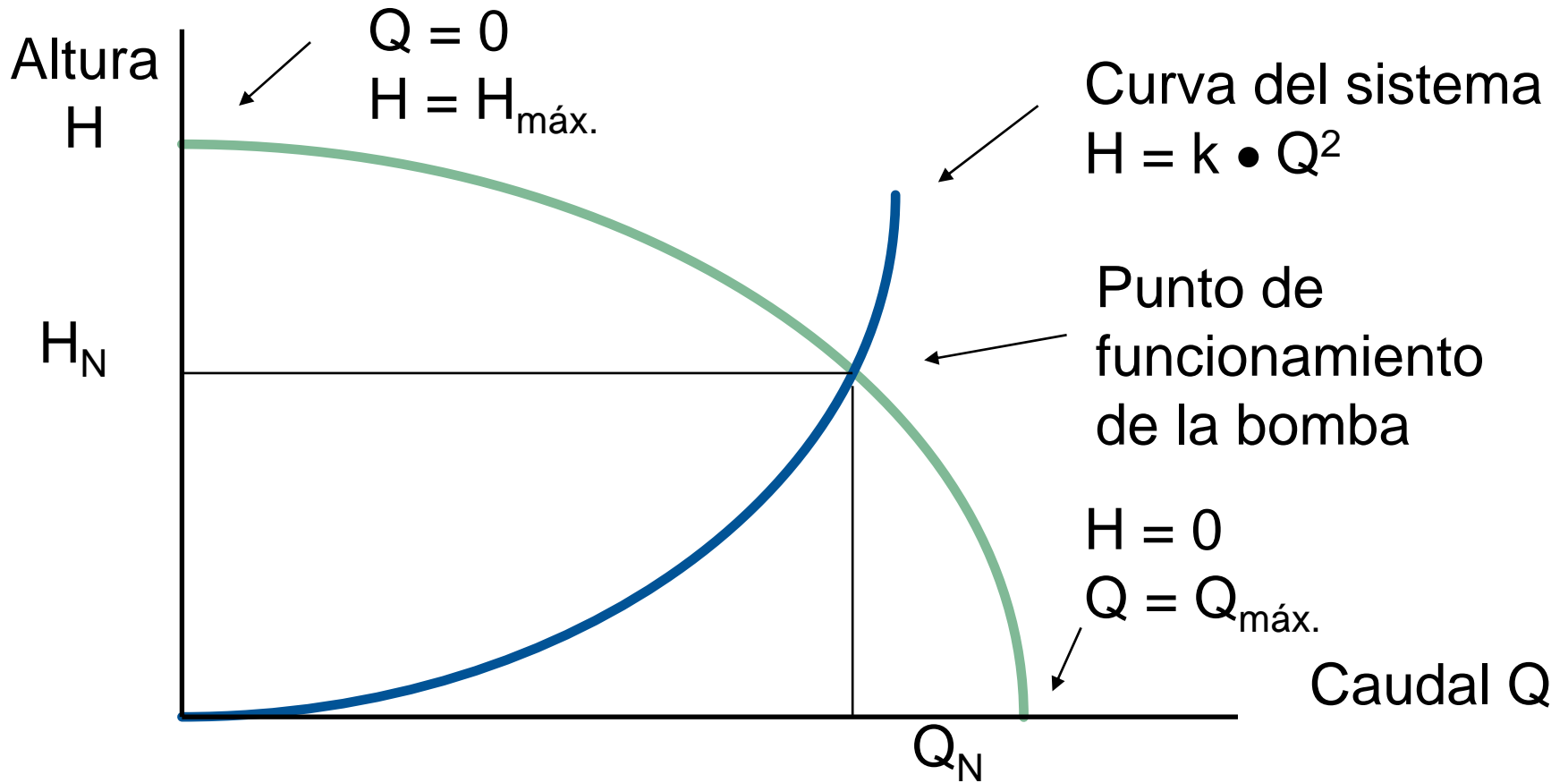
ρ = densidad

H = altura manométrica

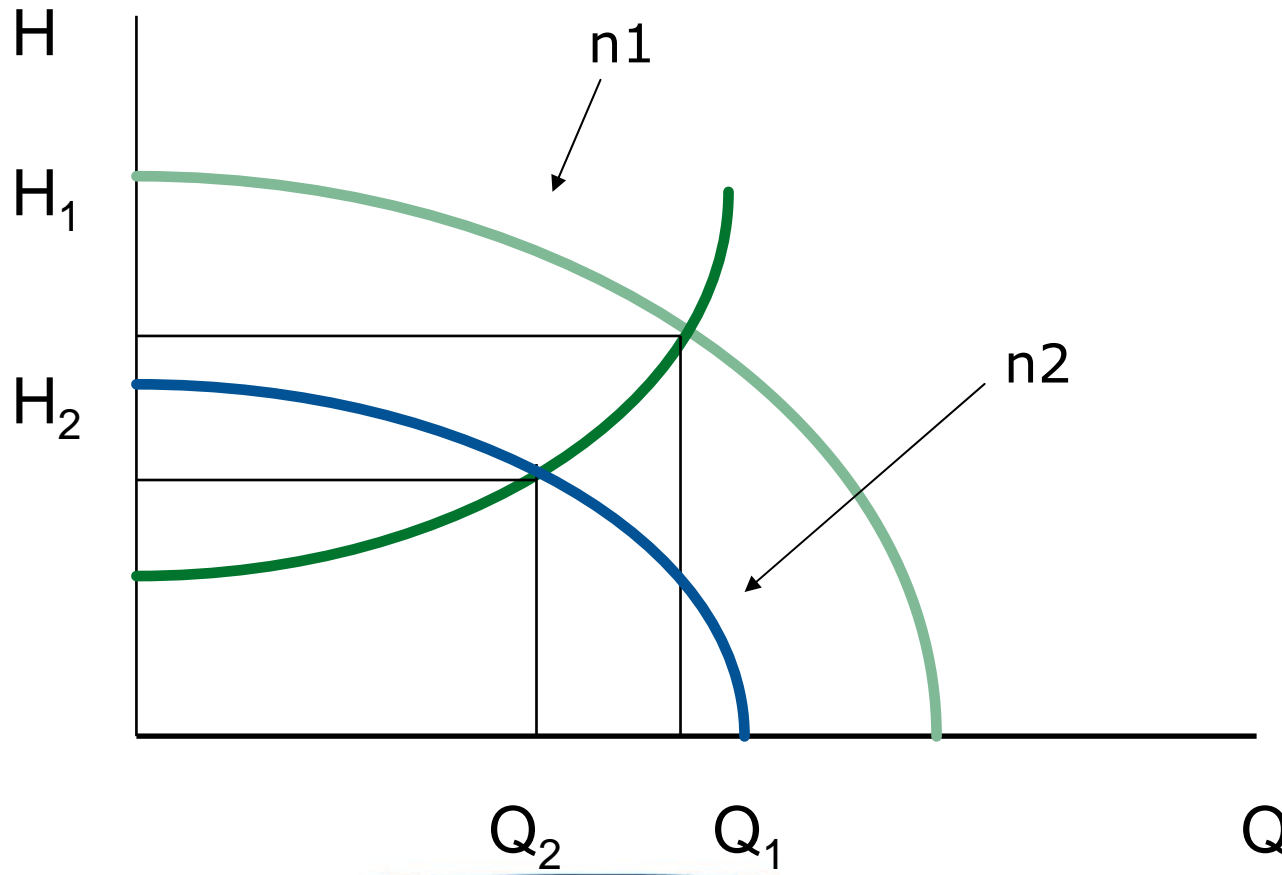
η = rendimiento

g = 9,81 m/s²

Curvas altura/caudal



Regulación de velocidad, curvas de la bomba



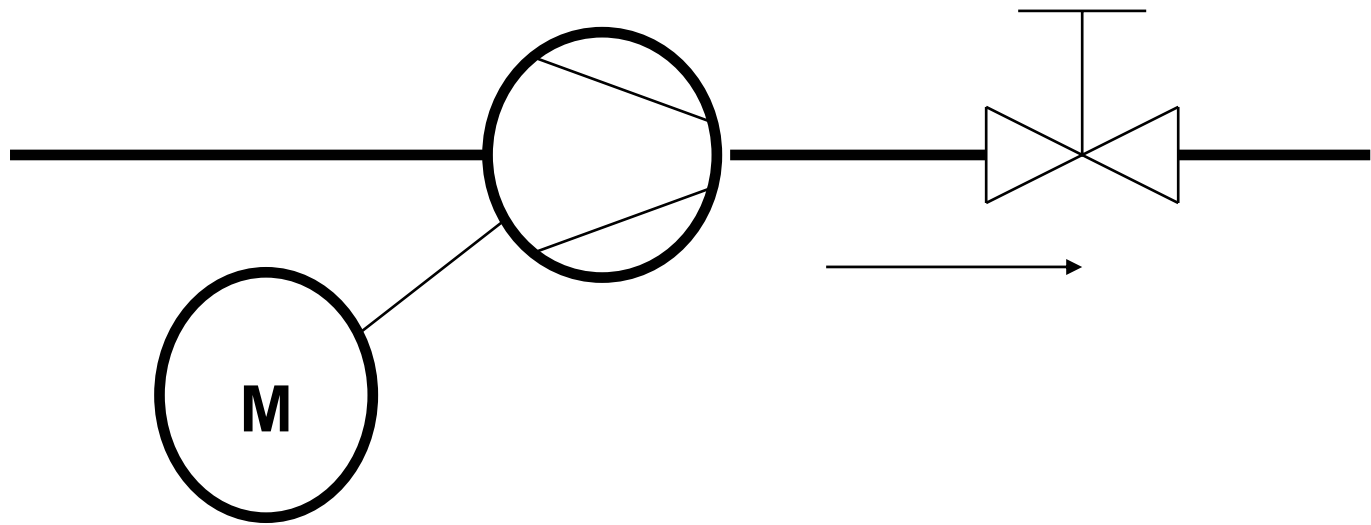
Calculo de la potencia consumida

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

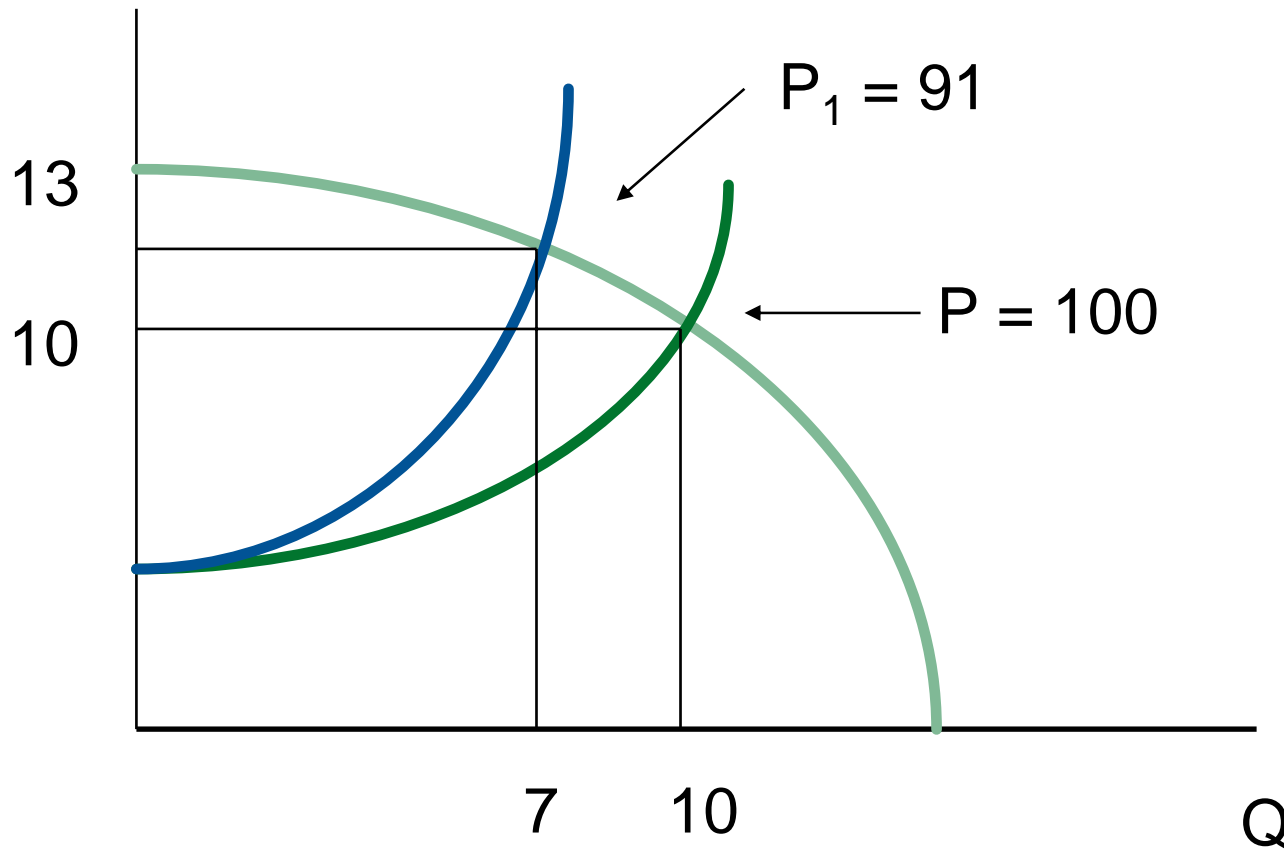
Suponiendo que η es constante y englobándolo junto a ρ y g en la constante k nos queda:

$$P = K \times Q \times H$$

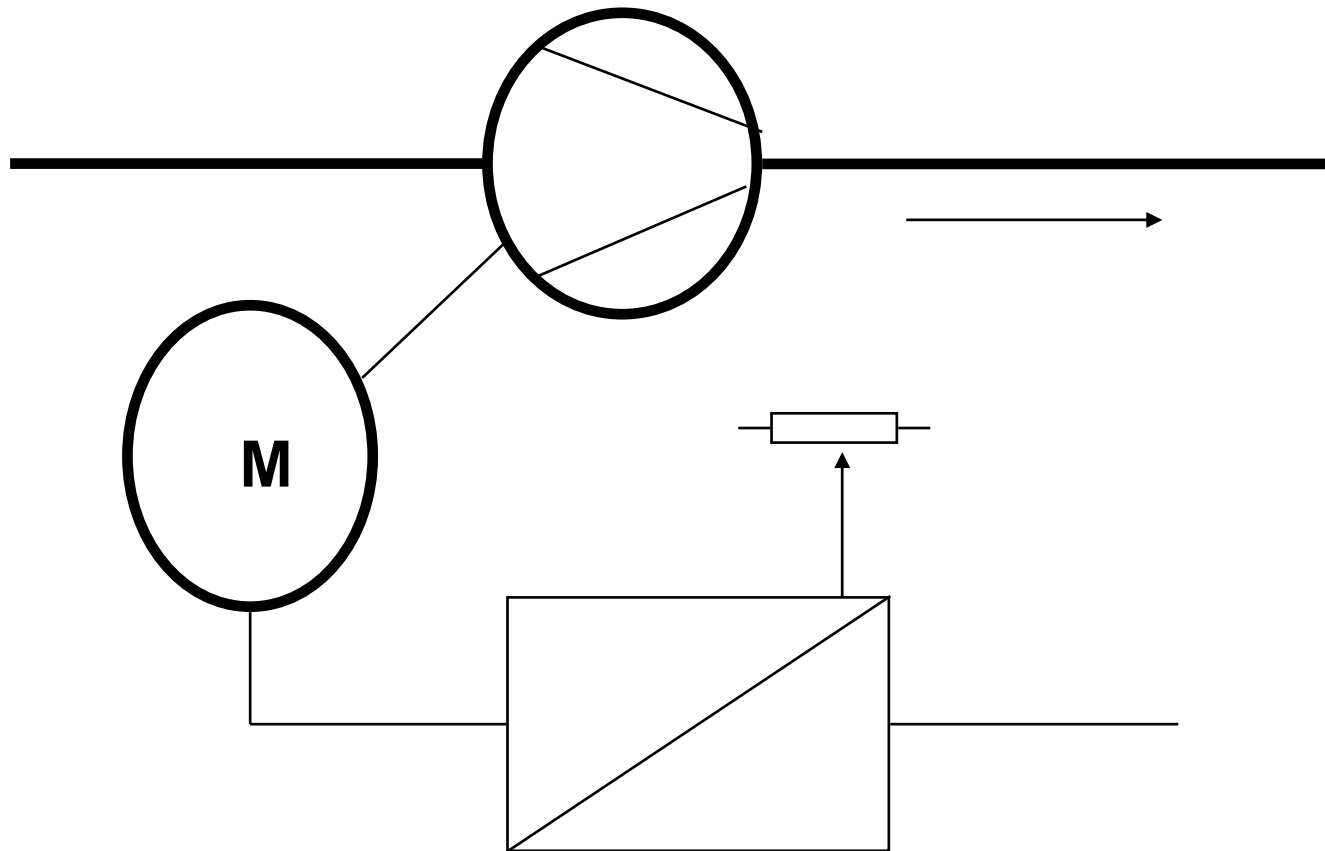
Regulación de caudal por válvula de estrangulamiento



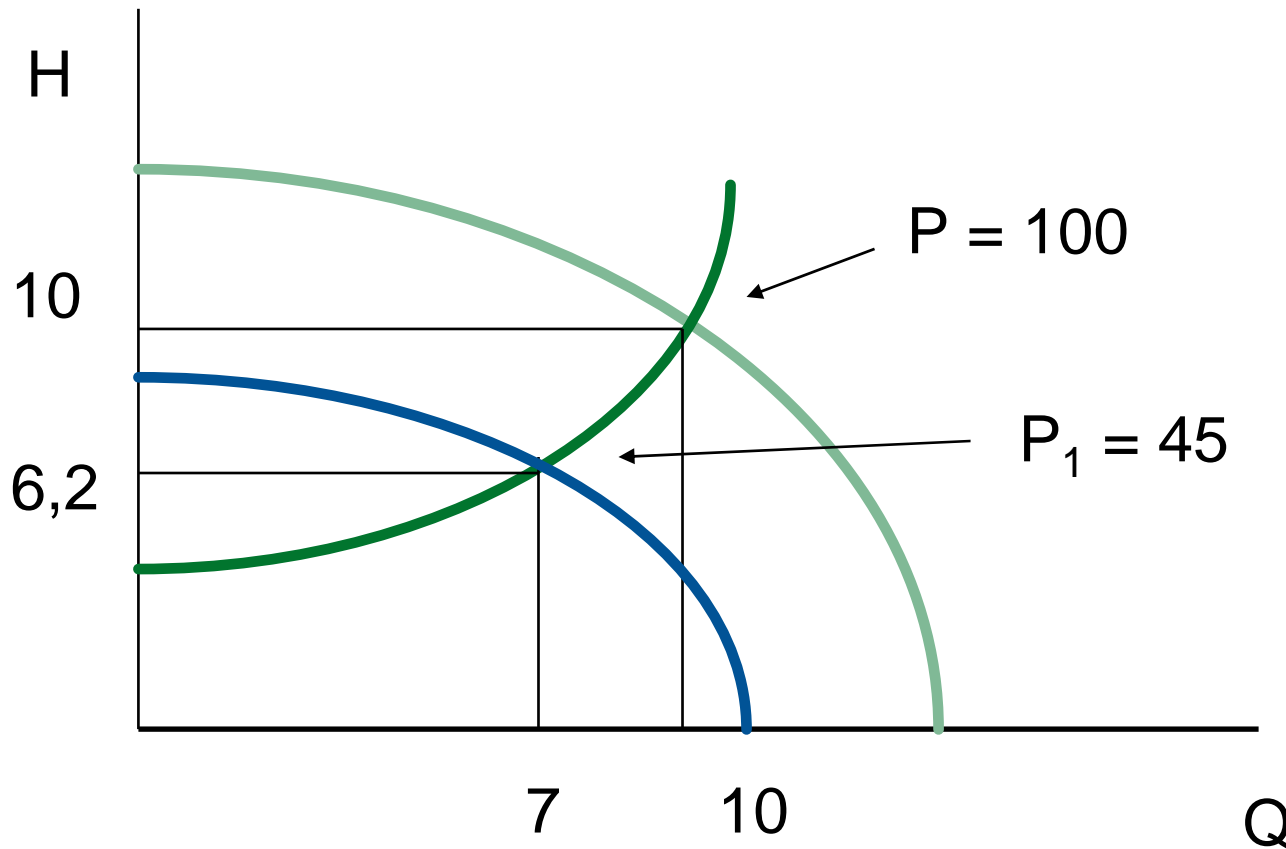
Potencia consumida, control de caudal por válvula



Regulación de caudal por variación de velocidad



Potencia consumida, control de caudal por regulación de velocidad



Comparación regulación válvula / velocidad

- Control de caudal por válvula 91%
- Control de caudal por regulación de velocidad 45%
- Ahorro 46%

Ahorro de energía al año Bomba 90 kW

Tiempo	Caudal		Control por estrangulación		Control por veloc. variable		Ahorro
	h	%	l/s	kW	kWh	kW	
3000	90	270	75	225000	64	192000	33000
3000	62	186	71	213000	35	105000	108000
2000	32	96	65	130000	24	48000	82000

Total ahorro de energía kWh

223000

Amortización

Coste ahorrado

223.000 kWh x 0,07 €/kWh = **15.610,-€**

Coste aproximado instalación de un convertidor de frecuencia para el accionamiento de una bomba centrífuga de 90 kW

Coste aprox. convertidor 10.000,-€

Coste aprox. instalación 3.000,-€

Total coste aproximado 13.000,-€

Análisis de averías en los motores sumergibles Franklin Electric



Tres tipos de averías :

- Eléctricas
- Mecánicas
- Averías mecánicas que causan averías eléctricas

Posibles causas :

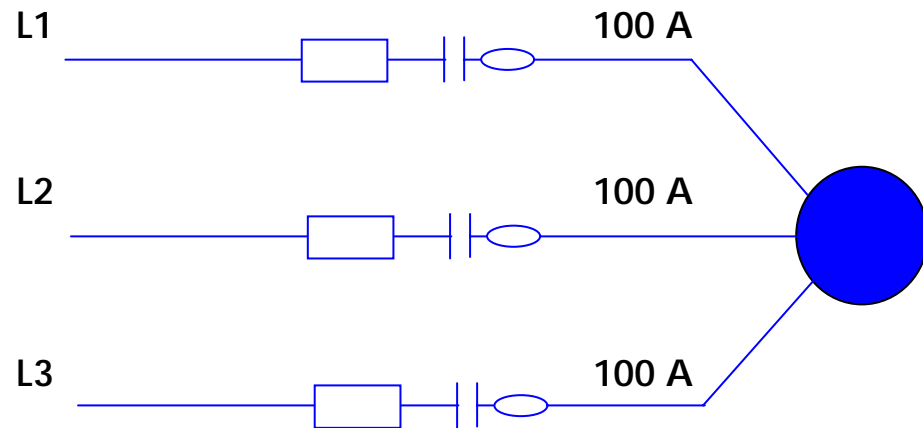
- Fallo de fase
- Muy alta o muy baja tensión en el motor
- Desequilibrio de fases
- Sobretensiones, caída de rayos
- Falta de refrigeración, sobrecalentamiento

El 80 % de los problemas son debidos al deterioro del bobinado por sobrecalentamiento.

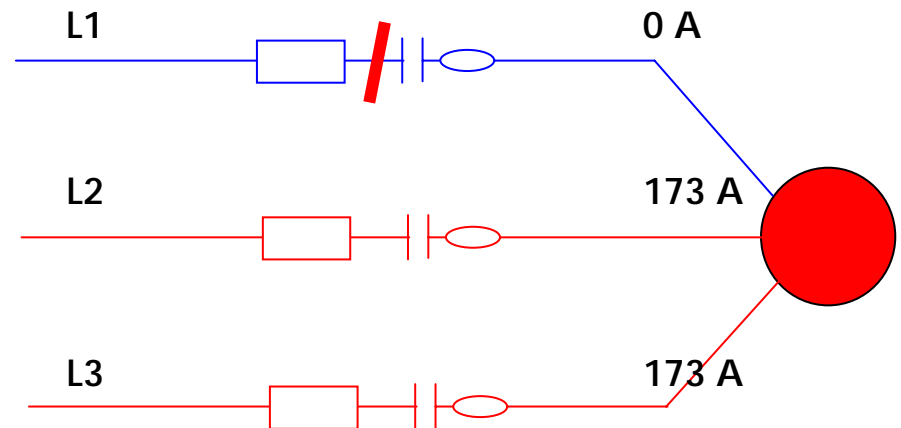
Falta de fase

Cuando se produce una falta de fase, La corriente en las otras dos aumenta un 73% del valor nominal, puesto que la fase cortada no tiene carga.

Condiciones normales :



Falta una fase :



Desequilibrio de corrientes

DESEQUILIBRIO EN LOS MOTORES TRIFASICOS

Un 1 % de desequilibrio de tensión provoca de un 6 a un 10 % de desequilibrio de corriente. Para asegurar un funcionamiento correcto, **el desequilibrio de corriente entre fases no debe sobrepasar el 5% respecto a la media.**

Ejemplo:

Ph. 1 = 51 Amps.

Ph. 2 = 46 Amps.

Ph. 3 = 53 Amps.

Total = 150 Amps.

Se busca la corriente media entre la tres fases, en este caso 50 A (150 A /3).

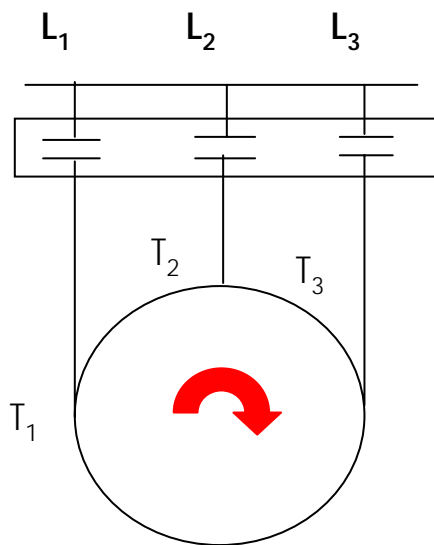
La mayor diferencia es : $50 - 46 = 4$ A.

El desequilibrio es de $4 \text{ A} / 50 \text{ A} = \mathbf{8\%}$, demasiado

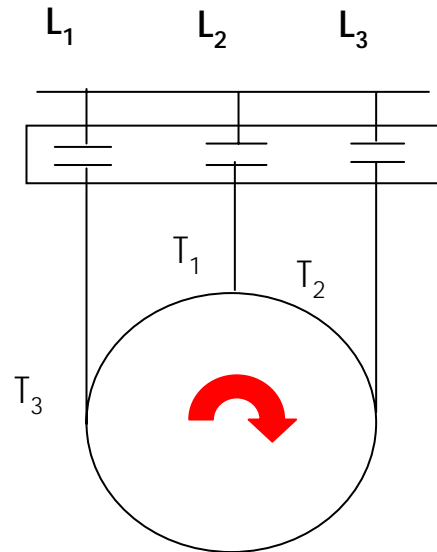
Desequilibrio de corrientes

Un desequilibrio del 8% es muy importante, el 5% es considerado como el límite aceptable.

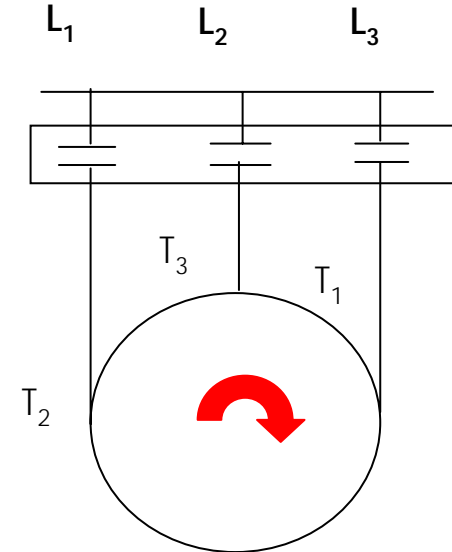
Solución: intentar otra conexión moviendo todas las fases en el mismo sentido y medir las corrientes. Si el resultado no es satisfactorio volver hacer la otra conexión que falta. Si el resultado tampoco es satisfactorio se debe informar a la compañía suministradora de electricidad.



$T_1=51 \text{ A}$
 $T_2=46 \text{ A}$
 $T_3=53 \text{ A}$



$T_3=50 \text{ A}$
 $T_1=48 \text{ A}$
 $T_2=52 \text{ A}$



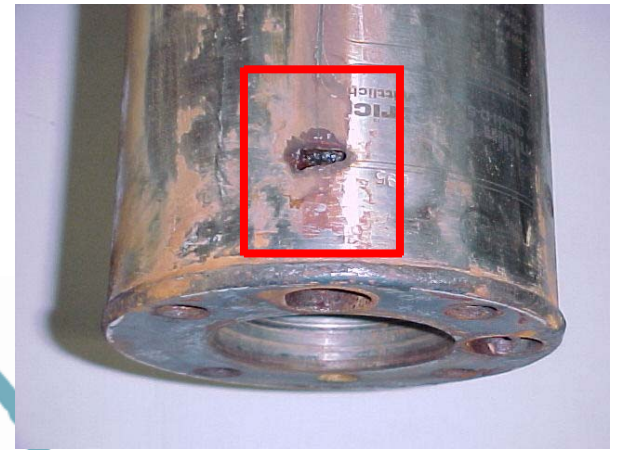
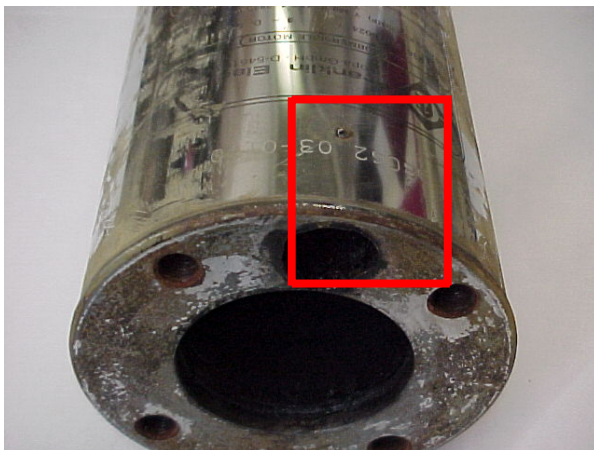
$T_2=50 \text{ A}$
 $T_3=49 \text{ A}$
 $T_1=51 \text{ A}$

La mayor parte de las averías pueden evitarse con :

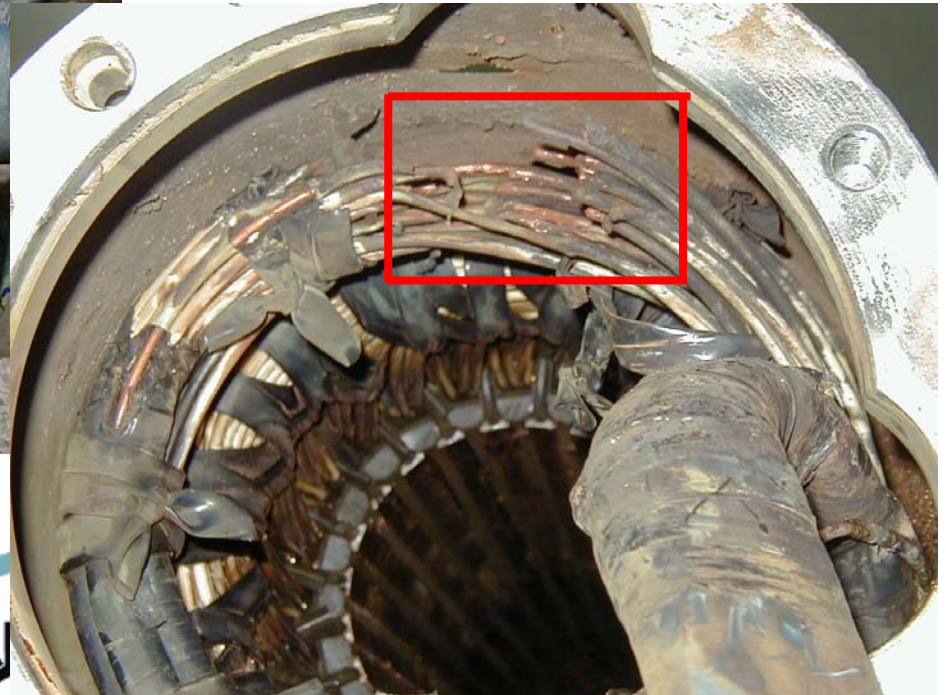
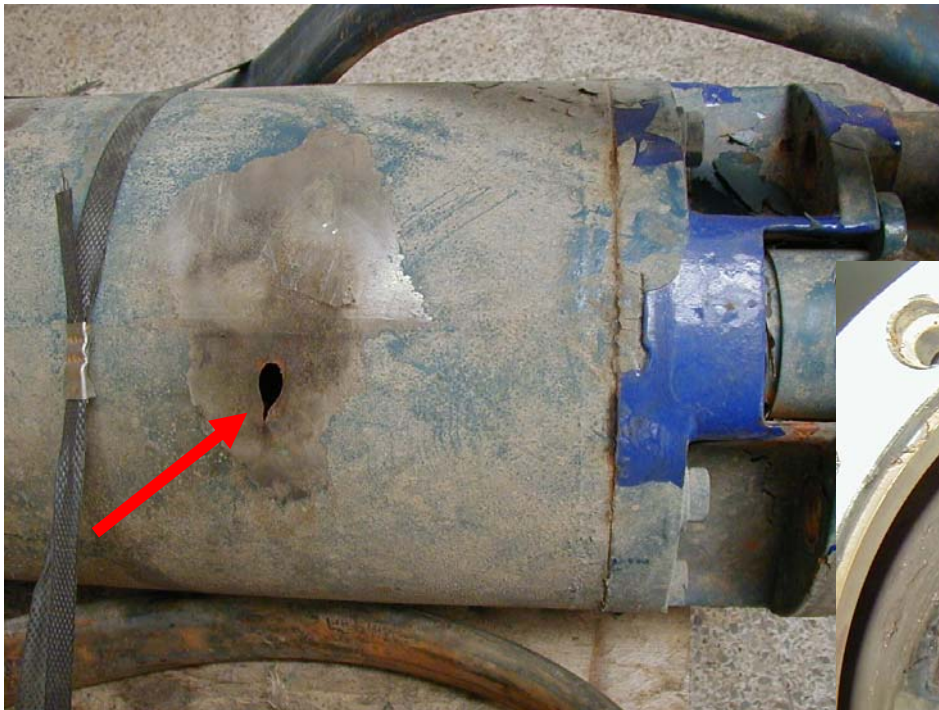
- El ajuste correcto de los sistemas de protección, la protección por falta de fase y el empleo de relé de protección equipados con sistemas de compensación de la temperatura ambiente.
- Un pararrayos de buena calidad correctamente conectado a tierra.
- Una refrigeración adecuada del motor

Efectos de las averías en los motores

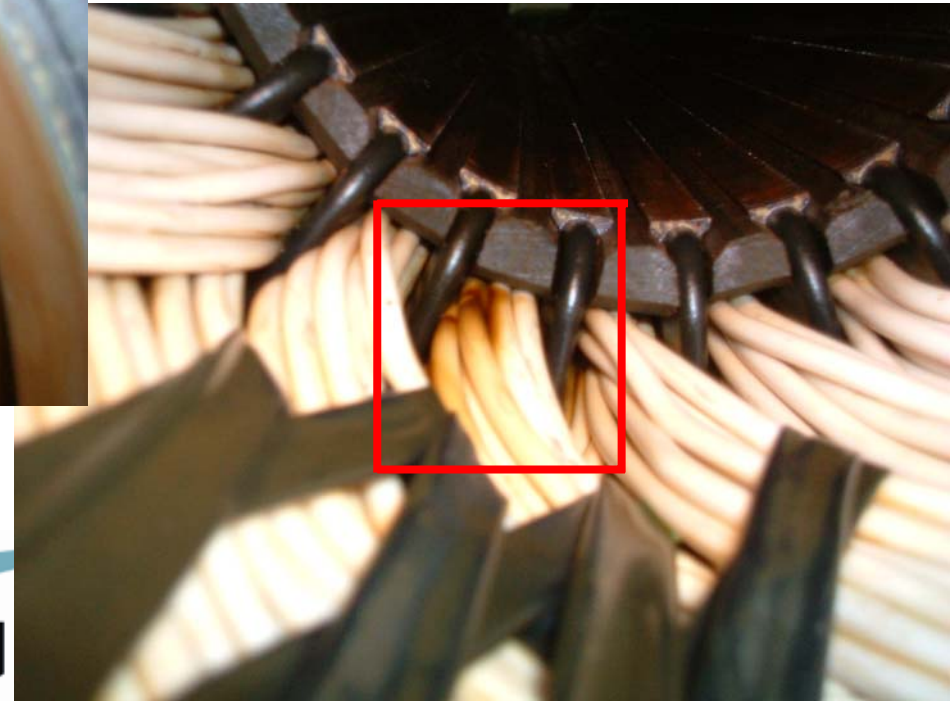
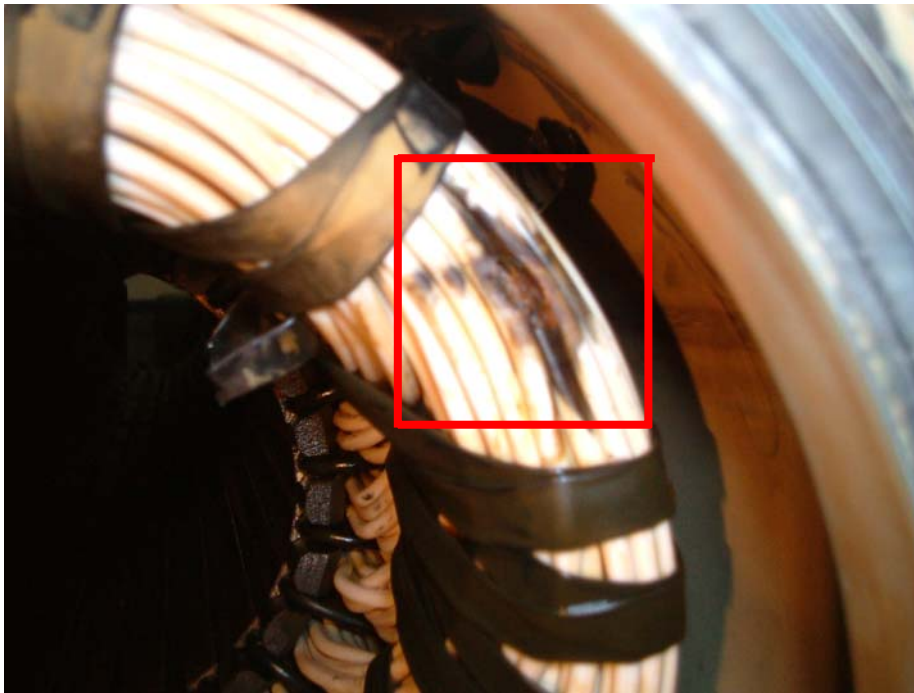
Ejemplos de perforaciones causadas por las sobretensiones o caída de rayos



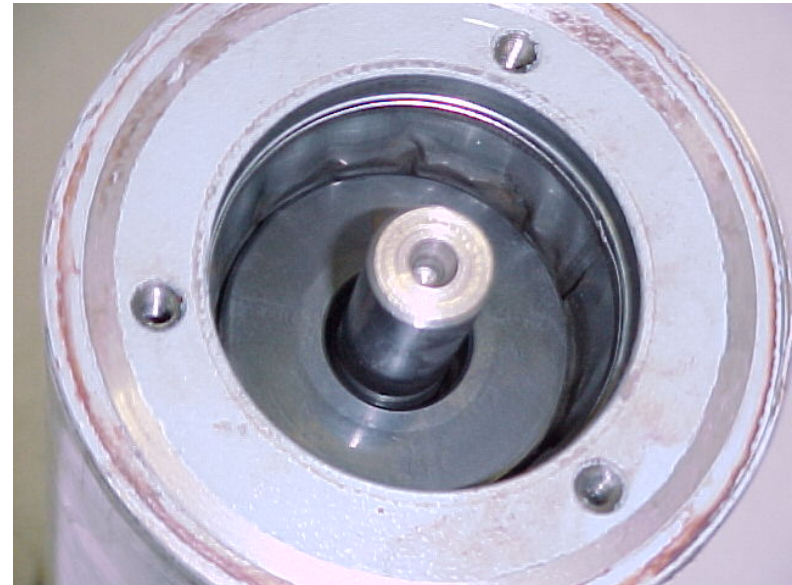
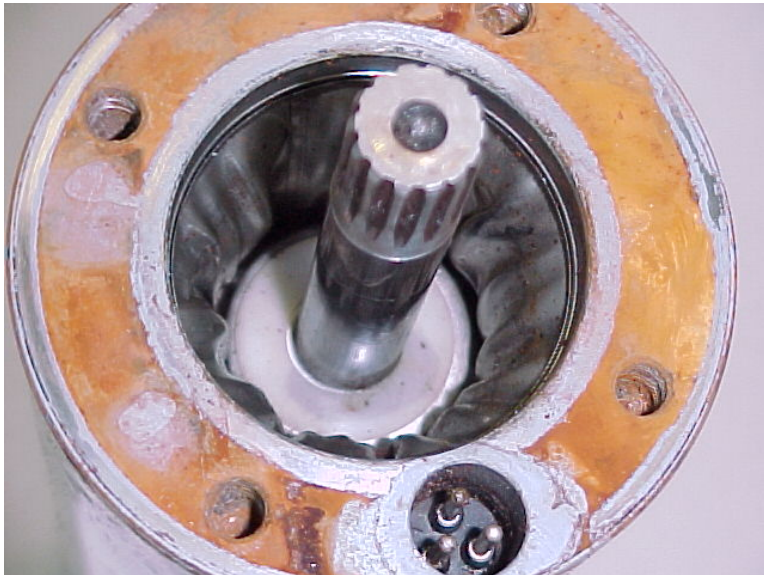
Consecuencia de la caída de rayos



Consecuencia de sobretensiones



Consecuencia de la falta de refrigeración:
sobrecalentamiento



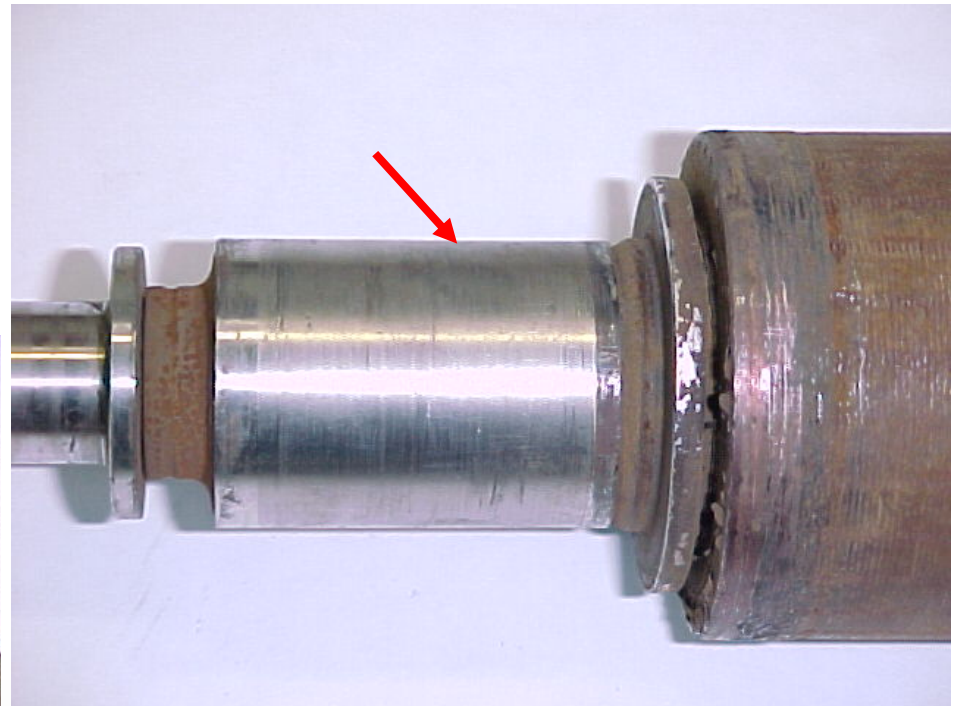
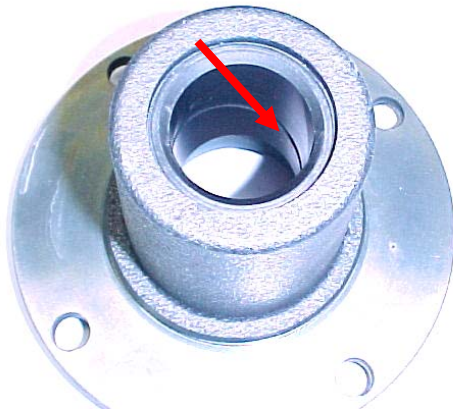
Desgaste eje y estriado rotor



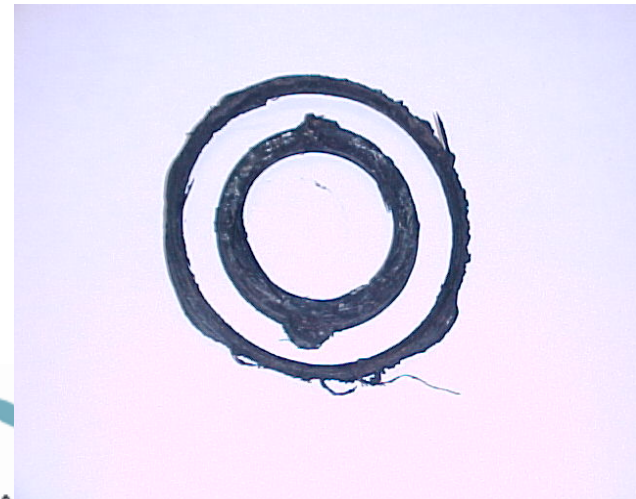
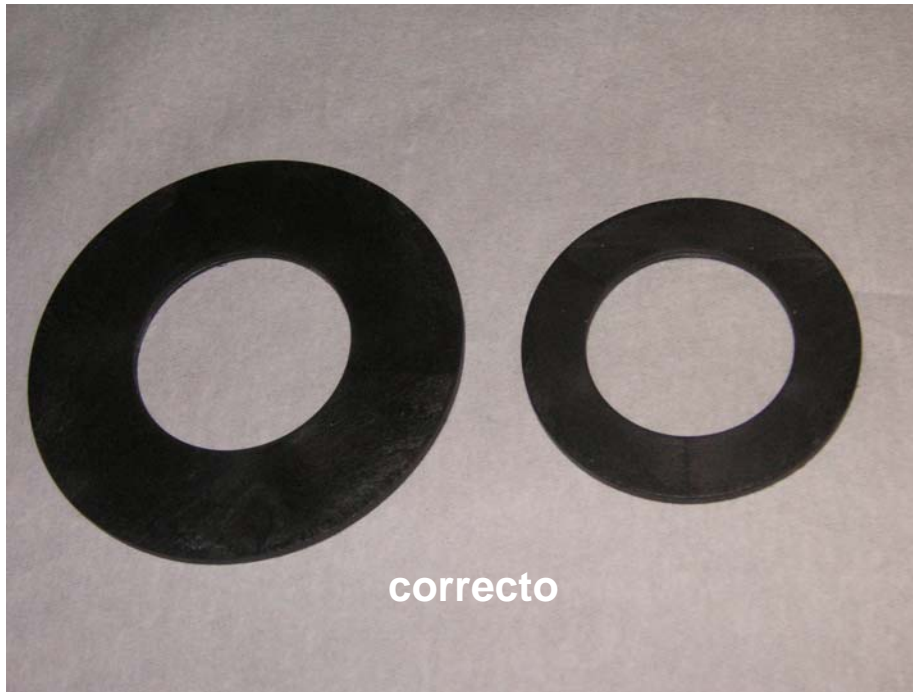
Desgaste mecánico del eje



Desgaste de los cojinetes radiales y muñequilla eje rotor



Desgaste del contracojinete (encapsulados)



Consecuencias de la falta
de refrigeración en el
cojinete axial



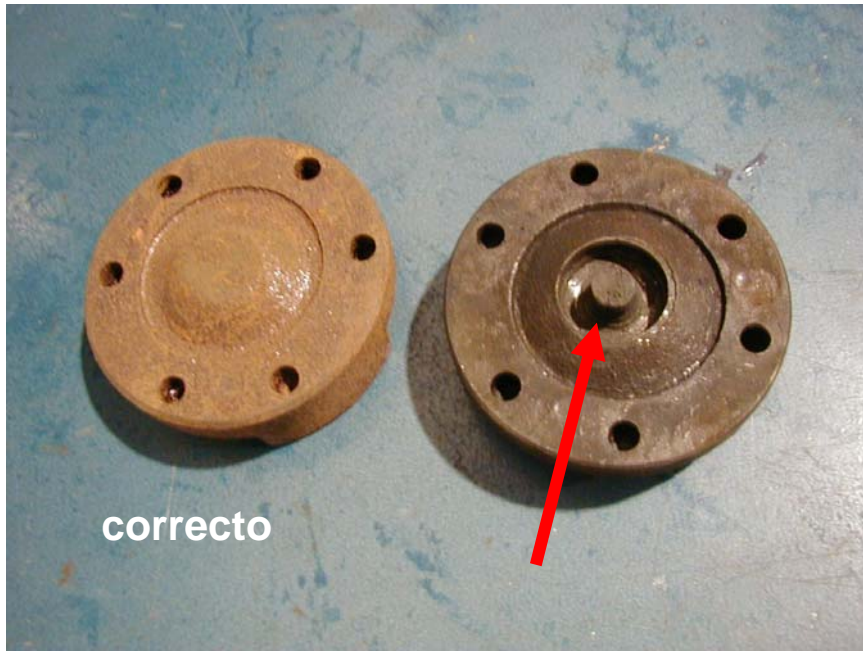
Base del motor enterrada en el fondo



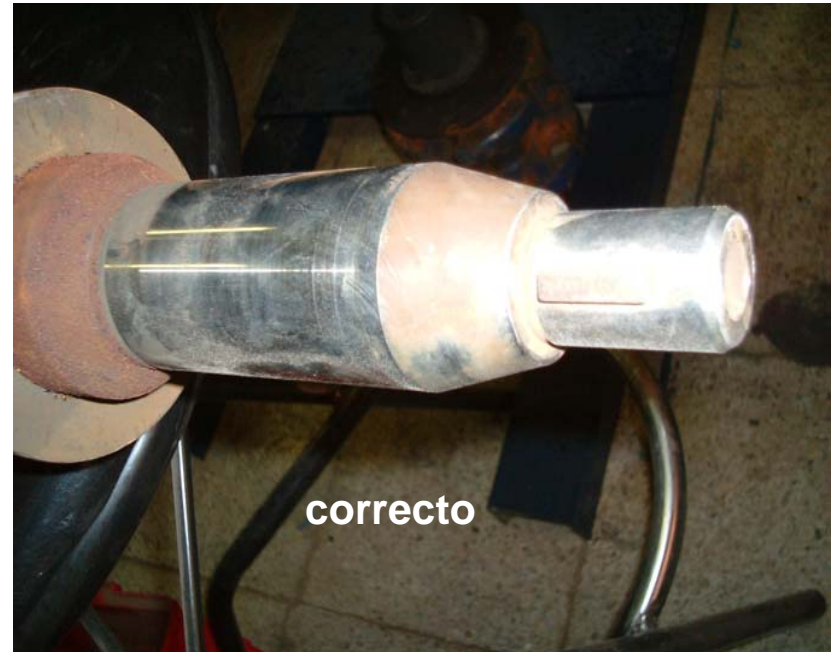
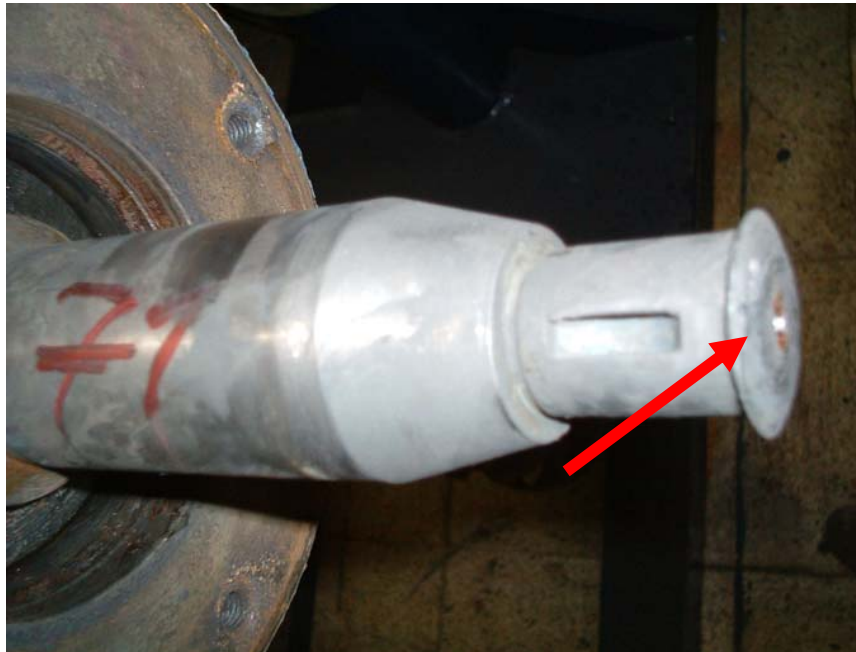
Ejemplos de desgaste en el cojinete axial



Desgaste del cojinete axial



Consecuencias del desgaste del cojinete axial en el eje del rotor



MOTOR

Referencia motor: 2_____ Potencia:KW Voltaje:V
 Arranque: AD ET Prolongación cable: Longitudm Secciónmm²
 Montaje motor: Vertical Horizontal Motor: Monofásico Trifásico

BOMBA

Marca Modelo Caudal m³/h

CONTROLES Y PROTECCIONES

¿Están instalados los siguientes controles y/o protecciones? :

Relé térmico	SI/NO	ajusteA
Sensor temperatura PT100	SI/NO	ajusteΩ
Detector de fallo de fase	SI/NO	
Subtrol	SI/NO	

Tipo de arrancador:

- Estrella-Triángulo
 - Tiempo conmutación conexión estrella a triángulo sg
- Arrancador Progresivo
 - Tiempo rampa voltaje arranque/parada sg
 - Tensión de arranque mínima V
- Variador de Frecuencia
 - Tiempo rampa voltaje arranque (0 a 30 Hz) /parada (30 a 0 Hz) sg
 - Tiempo rampa voltaje arranque (0 a 50 Hz) /parada (50 a 0 Hz) sg
 - Frecuencia: mínimaHz máximaHz
 - Filtros instalados SI NO

Temperatura del agua°C

Flujo de refrigeración m/sg

Válvulas retención:mmm

1. Diámetro del pozo/tubom
2. Diámetro de la tubería de impulsiónmm
3. Nivel estático del aguam
4. Nivel de agua mínimom
5. Profundidad instalación bomba.....m
6. Profundidad entubado pozom
7. Profundidad del pozom

Está instalada camisa de efrigeración ?
 SI/NO Diámetro camisa mm

