

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“OPTIMIZACION EN LA SELECCIÓN Y OPERACIÓN
DE ESTACIONES DE BOMBAS CENTRÍFUGAS DE
VELOCIDAD VARIABLE Y PRESION CONSTANTE”**

INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

MANUEL JESÚS MENDIETA CARDENAS

PROMOCION 1979-II

LIMA-PERU

2003

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
Prólogo.	1
Introducción.	4
Capítulo N° 1	7
Operación de una bomba centrífuga a diferentes regímenes de carga y de velocidad.	
1.1 Curva de un sistema con carga variable.	7
1.2 Velocidad específica.	10
1.3 Curva de una bomba, variación de su comportamiento en función de la velocidad.	13

Capítulo N° 2	18
Extracción de agua del subsuelo.	
2.1 Rendimiento de un pozo.	19
2.2 Curva de aforo de un pozo.	24
2.3 Calidad de un acuífero.	32
2.4 Clima y recursos hídricos en el Perú.	33
2.5 Acuíferos de la costa peruana.	36
2.6 Empleo de agua para uso agrícola.	42
2.7 Tendencias actuales en la gestión de recursos hídricos en el Perú.	48
CAPÍTULO N° 3	50
Variador de velocidad.	
3.1 Motores de alta eficiencia y variadores de velocidad.	51
3.1.1 Motores de alta eficiencia.	52
3.1.2 Variadores de velocidad.	53
3.2 Aplicaciones principales de variadores de velocidad	54
3.3 Principio de funcionamiento.	55
3.4 Componentes principales de un variador de frecuencia.	57

		V
3.5	Principio de control de un variador de frecuencia.	59
3.6	Tipos de variadores de frecuencia.	60
3.7	Ventajas en el empleo de un variador de frecuencia.	61
3.8	Especificaciones de un variador de frecuencia.	67
3.9	Consideraciones para la selección de un variador de velocidad operando con bombas centrífugas.	69
Capítulo N° 4		77
	Sistema de abastecimiento de agua del subsuelo controlado por variador de frecuencia.	
4.1	Sistema de riego por goteo.	79
4.2	Descripción de un sistema de riego por goteo en la costa norte del Perú, abastecido por fuente de agua subterránea.	80
4.3	Descripción de los principales componentes requeridos para equipamiento de un sistema de bombeo de pozo profundo.	84
4.4	Descripción del proyecto agrícola.	85
4.5	Cálculo de un sistema de presión constante y velocidad variable para un sistema de riego por goteo.	93
4.5.1	Cálculo del sistema de riego.	94
4.5.2	Curva de aforo Pozo Puerto Rico.	97
4.5.3	Selección del equipo de bombeo.	98

	VI	
4.5.4	Curva de rendimiento hidráulico.	99
Capítulo N° 5		100
Análisis económico.		
5.1	Situación de la infraestructura de soporte hídrico de la costa peruana.	100
5.1.1	Riego.	101
5.1.2	Drenaje.	103
5.2	Rentabilidad e impactos de un estudio de riego.	103
5.3	Metodología.	104
5.4	Análisis económico para el proyecto agrícola planteado.	105
5.4.1	Estructura de costos iniciales.	111
5.4.2	Cálculo del consumo de energía en sistemas de estrangulamiento.	113
5.4.3	Comparación entre un sistema de regulación convencional de estrangulamiento y un sistema que opera con variador de velocidad.	118
5.4.4	Consideraciones finales al análisis económico.	119
Conclusiones.		121

	VII
Bibliografía.	130
Apéndice.	132

PRÓLOGO

Al inicio de este milenio nos encontramos incorporados a la cultura de la globalización y de la competitividad; siendo estas las leyes principales que rigen las actividades del mundo actual, los sectores productivos y de servicios buscan en todas las latitudes la interrelación de muchas disciplinas que hagan posible su desarrollo económico y por ende su permanencia en el mercado.

Es bajo estos conceptos de globalización y competitividad que la mayoría de las actividades del hombre actual obligan al uso de la tecnología existente de diversas fuentes, correspondiendo a la ingeniería eminentemente el arte de aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionando la utilización de la técnica industrial en todos sus alcances y desarrollando cada vez más la facultad inventiva de la mente humana para producir condiciones favorables, superávit en la acción, ventaja en los resultados, ganancia, beneficio económico.

En el último siglo, el desarrollo tecnológico, ha tenido un crecimiento vertiginoso e impresionante sobre el cual gravita toda la sociedad actual. Estamos en una época de crecimiento exponencial en la que el cambio se apoya en el cambio.

En el presente informe se analiza la aplicación de los variadores de velocidad electrónicos para lograr el funcionamiento económico, óptimo y técnicamente eficiente en el control de equipos de bombeo centrífugos en sistemas de riego tecnificado.

En el capítulo primero, se analiza la operación de un equipo de bombeo centrífugo a diferentes velocidades y se explica la variación de su comportamiento empleando los factores de similitud hidráulica, así como con curvas de rendimiento hidráulico reales.

Todas las variables existentes en un pozo de agua, considerando una ubicación geográfica determinada son analizadas en el segundo capítulo.

En el capítulo tercero, se explica los principios de operación de un convertidor de frecuencia así como los requisitos de éstos para obtener un funcionamiento económico, óptimo y técnicamente eficiente en el control de equipos de bombeo centrífugos, para lograr así el uso racional del agua y la energía.

Un ejemplo real de operación de un equipo de bombeo accionado mediante convertidor de frecuencia para la atención de un campo agrícola, es planteado en el capítulo cuarto.

Por último en el capítulo quinto se analiza el ahorro de energía comparando el consumo entre un sistema convencional y el sistema planteado, llegando a ajustar al límite la cantidad de agua a bombear a los requerimientos biológicos diarios elementales de la especie a cultivar.

Es el competitivo sector de la agroindustria en el que predomina la tendencia natural a la baja en los precios internacionales de sus principales productos, pendiente que obliga a cada agricultor a la constante reducción de costos operativos, única posibilidad de asegurarse su permanencia en el mercado.

Siendo el agua precisamente el principal recurso de esta actividad, el uso racional de la misma y por ende de la energía requerida, nos lleva a niveles de control al límite de los requerimientos biológicos diarios de cada especie que se cultive, maximizando los rendimientos en la conducción de agua, sistemas de riego y especialmente en la operación de todos los equipos electromecánicos involucrados.

INTRODUCCIÓN

Objetivo.- El presente informe tiene por finalidad analizar la optimización en la selección de equipos de bombeo, que nos permita lograr una explotación eficiente de los recursos naturales y una operación económica de los equipos que intervienen en un determinado proceso productivo.

Se pretende demostrar como el uso de un sistema innovador de control de motores y la selección correcta de los equipos requeridos, puede significar un ahorro significativo en el consumo de energía, manteniendo una cultura de uso racional de los recursos.

Alcances.- El presente estudio parte del análisis del comportamiento de una bomba centrífuga ante la variación de la velocidad de giro, un análisis de la variación en las fuentes de agua (agua del subsuelo), el comportamiento de un variador de velocidad y sus características principales, para centrarse en el

análisis de la operación de un equipo de bombeo de pozo mediante el comando de un convertidor de frecuencia para fines agroindustriales, con un resultado final de alto rendimiento de producción agrícola a bajos costos tanto de inversión como de operación. Se presenta además las ventajas de este sistema para operar en situaciones disímiles, tales como la adecuación de una sola bomba a distintas áreas de riego, a diferentes condiciones topográficas; a variados tipos de cultivo, fluctuantes requerimientos de riego y condiciones climáticas, así como a distintas condiciones de la napa freática y por ende del rendimiento del pozo.

Hasta hace pocos años, la atención a las variables arriba descritas se solucionaba con varias bombas de operación independiente empleando dos o más pozos, con tanques pulmón o reservorios con los cuales se atendían las fluctuaciones indicadas, lo que originaba mayores costos iniciales tanto en la obra civil: perforación de pozos, tubería de conducción y reservorios; así como en el equipamiento electromecánico, con indudables mayores costos, complicadas y engorrosas maniobras para la operación de los equipos. Al día de hoy, gracias al empleo de los convertidores de frecuencia todas las variables arriba indicadas se controlan fácilmente.

Corresponde dentro de todas las disciplinas a la ingeniería electrónica ser el vehículo que impulsa el desarrollo, es imposible, al día de hoy, imaginarnos una actividad económica exenta de la participación de la electrónica: los sistemas de comunicación y manejo de información son el

ejemplo más marcado. Fábricas con sistemas de automatización y máquinas herramientas con sistemas de control numérico, son parte de nuestro entorno laboral cotidiano.

Es así como se hace cada vez más imprescindible la operación de un equipo electromecánico como un sistema de bombeo bajo el control de protección y mando electrónico, ya sea mediante el empleo de un arrancador de estado sólido, de un convertidor de frecuencia o de un sofisticado sistema de control de mando a distancia.

Es en este campo de aplicación de los convertidores de frecuencia donde las leyes de la hidráulica se juntan en armonía con las de la electricidad y la electrónica. De esta forma se logra que variados sistemas de bombeo, aplicados a diversos sectores de la industria tales como la textil, papelera, química; así como también dentro del sector de la construcción civil, con sistemas elementales de abastecimiento de agua potable y manejo de aguas residuales y pluviales se conviertan en equipos altamente eficientes y de bajos costos operativos.

Hoy en día, ante la depredación de los recursos naturales y propensión real de deterioro del planeta, donde los temas de crecimiento económico son discutidos sobre la base del desarrollo sostenido; es necesario el replanteo de actividades productivas tradicionales, adecuándonos al uso racional de los recursos.

CAPÍTULO N° 1

OPERACIÓN DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA A DIFERENTES REGÍMENES DE CARGA Y DE VELOCIDAD

1.1 Curva de un sistema con carga variable

Debido a la prioridad cada vez mayor que se tiene al día de hoy, en los diversos proyectos de sistemas de bombeo, del ahorro de energía; las estaciones de bombeo que trabajan contra un sistema de carga flexible son las más requeridas. No por ello dejan de existir instalaciones que reportan a curvas de sistema rígidas con un punto de operación definido prácticamente inalterable, en las que el sistema de estación de bombeo convencional prevalece.

El modelo de sistema de carga fijo, se extrapoló muchas veces a instalaciones que no respondían a estas características, dando así una errónea solución a muchas aplicaciones de sistemas de bombeo haciendo que estos

equipos operen ineficientemente con altos consumos de energía y con costosas inversiones en obra civil, tanto en línea de conducción como en reservorios.

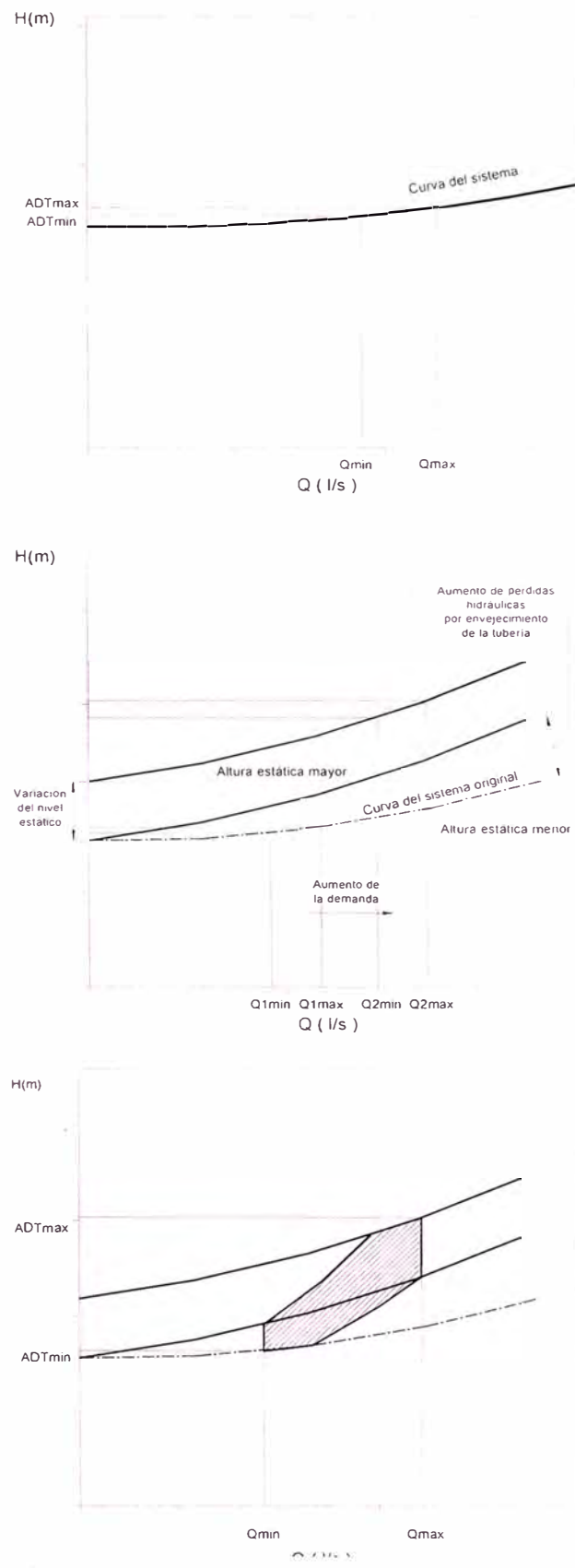
Este tipo de instalaciones, aparte de significar mayores costos de inversión tanto en equipamiento como en obra civil, arroja mayores consumos de energía, y conlleva a engorrosas maniobras de operación, dificulta las labores de mantenimiento y ante continuos arranques y paradas los equipos electromecánicos sufren un mayor desgaste mecánico de sus partes; viéndose considerablemente recortadas sus expectativas de vida útil.

Por ello es necesario replantear muchos proyectos de suministro de agua, sean estos del ámbito urbano: hoteles, hospitales, centros comerciales y deportivos; así como en sectores del agro y de la industria en general; para lograr en todos los casos la empatía entre los requerimientos de consumo con los de bombeo, asegurando así un gasto real de energía.

El equipo de bombeo, así como los accesorios inherentes a el, siempre son seleccionados para las condiciones de máxima demanda. Para determinar estas condiciones de diseño, se tiene en cuenta principalmente:

- Condiciones normales actuales de máxima y mínima demanda.
- Condiciones estacionales para el período estimado de vida útil del equipo.
- Condiciones futuras de incremento o descenso de demanda.

En los gráficos 1.1.1 a 1.1.3, se puede apreciar ejemplos de sistemas reales con variación de curva del sistema.



Figuras 1.1.1 a 1.1.3.- Fig. 1.1.1.- Puntos de bombeo de máximo y mínimo caudal por variación de la demanda. Fig. 1.1.2.- Cambio de los puntos de bombeo y la curva del sistema por aumento de la demanda, variación del nivel estático y aumento de las pérdidas hidráulicas en el sistema. Fig. 1.1.3.- Rango de caudales y alturas que necesita bombearse.

En vista que la estación de bombeo se diseña para las condiciones futuras de máxima demanda, es necesario ajustar de algún modo el caudal a condiciones de necesidades actuales reales.

Existen métodos para lograr esta regulación:

- Mediante el estrangulamiento, ya sea por válvula de compuerta o cualquier reducción a la descarga.
- Mediante recirculación de parte del flujo bombeado.
- Mediante el control de arranque y parada de una o más bombas dentro de una estación de bombeo.
- Mediante el control de la velocidad de operación de la unidad de bombeo.

Dependiendo del sistema que optemos para obtener esta regulación, lograremos un consumo de energía diferente.

1.2 Velocidad específica.

El diseño de las bombas centrífugas no es una ciencia exacta debido a muchos factores interrelacionados cuyo efecto combinado no se puede prever con precisión y por lo tanto se tiene que determinar experimentalmente.

El desarrollo de las bombas centrífugas ha sido en gran parte el resultado de la acumulación de datos, tanto del funcionamiento de los diseños específicos en servicio, así como de los diseños experimentales, el resultado de

investigaciones y experiencias en otros campos de la hidráulica y la aplicación de esta información al desarrollo de nuevos diseños.

Dentro de los parámetros que se definen para el análisis del comportamiento de una bomba centrífuga está el de la velocidad específica, el cual se basa en el principio de la similitud dinámica, que en su dimensión básica es un parámetro, adimensional, numéricamente igual a la velocidad giratoria a la que un modelo exacto teórico de una máquina centrífuga tendría que operar con la finalidad de descargar una capacidad unitaria contra una unidad de carga total.

Su representación matemática es:

$$N_s = n \sqrt{Q} / (H)^{3/4}$$

en la que:

N_s	=	Velocidad específica
Q	=	Capacidad
H	=	Carga
n	=	Velocidad giratoria

Con el objeto de que esta relación permanezca sin dimensiones, y para el sistema internacional se obvia el uso de la gravedad.

El principio de la similitud dinámica cuando se aplica a una bomba centrífuga, determina que dos bombas de configuración similar tendrán características similares de funcionamiento.

La aplicación más relevante de la velocidad específica es el hecho de que distintos tipos de bombas pueden agruparse , así pueden darse leyes de afinidad dentro de familias de bombas con similar velocidad específica.

Debido a que las características físicas y el contorno general de los perfiles de los impulsores están íntimamente ligados a sus respectivas velocidades específicas, el valor de esta describe inmediatamente la forma aproximada del impulsor en cuestión.

El valor de la velocidad específica definirá rápidamente la configuración de los impulsores y se reflejará en la curva característica de los equipos.

Como excepción para predecir el comportamiento de bombas con impulsores de flujo axial, no se recomienda aplicar las fórmulas de semejanza por variación de velocidad arriba indicadas

Si las condiciones de funcionamiento de una bomba a su velocidad de diseño, es decir, la capacidad, carga, eficiencia y entrada de potencia con las cuales la curva de eficiencia llega a su máximo, se consideran como norma de 100 % para comparación, entonces las curvas de carga contra capacidad, capacidad contra potencia, y capacidad contra eficiencia, se pueden trazar en términos de porcentaje de sus respectivos valores a la capacidad para máxima

eficiencia. Este conjunto de curvas representa la curva característica tipo o curva del 100 % de la bomba.

Las curvas se pueden utilizar para predecir la forma aproximada de las características de una bomba cuando se conoce la velocidad específica de ella.

1.3 Curva de una bomba, variación de su comportamiento en función de la velocidad

En caso de que no se disponga de las características de una unidad de bombeo centrífugo a distintas velocidades estas se pueden predecir a partir de la curva dada a una velocidad determinada.

Similares leyes de afinidad se cumplen cuando se reduce el diámetro del impulsor, también a partir de la curva dada por el fabricante y dentro de los límites de recorte que indique.

La capacidad de una bomba se relaciona directamente con la variación en la velocidad de accionamiento de la misma. Para el caso de las presiones esta relación varía con el cuadrado de la velocidad y para el caso de la potencia la relación es al cubo de la velocidad.

Estas relaciones quedan definidas como sigue:

$$Q_2 / Q_1 = (n_2 / n_1)$$

$$H_2 / H_1 = (n_2 / n_1)^2$$

$$P_2 / P_1 = (n_2 / n_1)^3$$

en las cuales:

- Q2 = Capacidad a la velocidad deseada
- H2 = Presión a la velocidad deseada
- P2 = Consumo de potencia a la velocidad deseada
- n2 = Velocidad a la que se desea conocer las características
- Q1 = Capacidad a la velocidad n1 dada en la curva del fabricante
- H1 = Presión a la velocidad n1 dada en la curva del fabricante
- P1 = Consumo de potencia a la velocidad n1 dada en la curva del fabricante
- n1 = Velocidad dada en la curva del fabricante a la que se conoce las características del equipo

Estas relaciones de velocidad se pueden utilizar para un cambio moderado de las mismas, para un cálculo preciso es mejor disponer de la curva de laboratorio del equipo con la indicación correcta de las eficiencias para cada uno de los puntos a trabajar.

En el gráfico 1.3.1 se puede apreciar la curva de una bomba operando a diferentes regímenes de velocidad. Así mismo en el gráfico 1.3.2 a 1.3.4 se muestra la variación de caudal, presión y potencia derivada de las leyes de proporcionalidad en condiciones diversas.

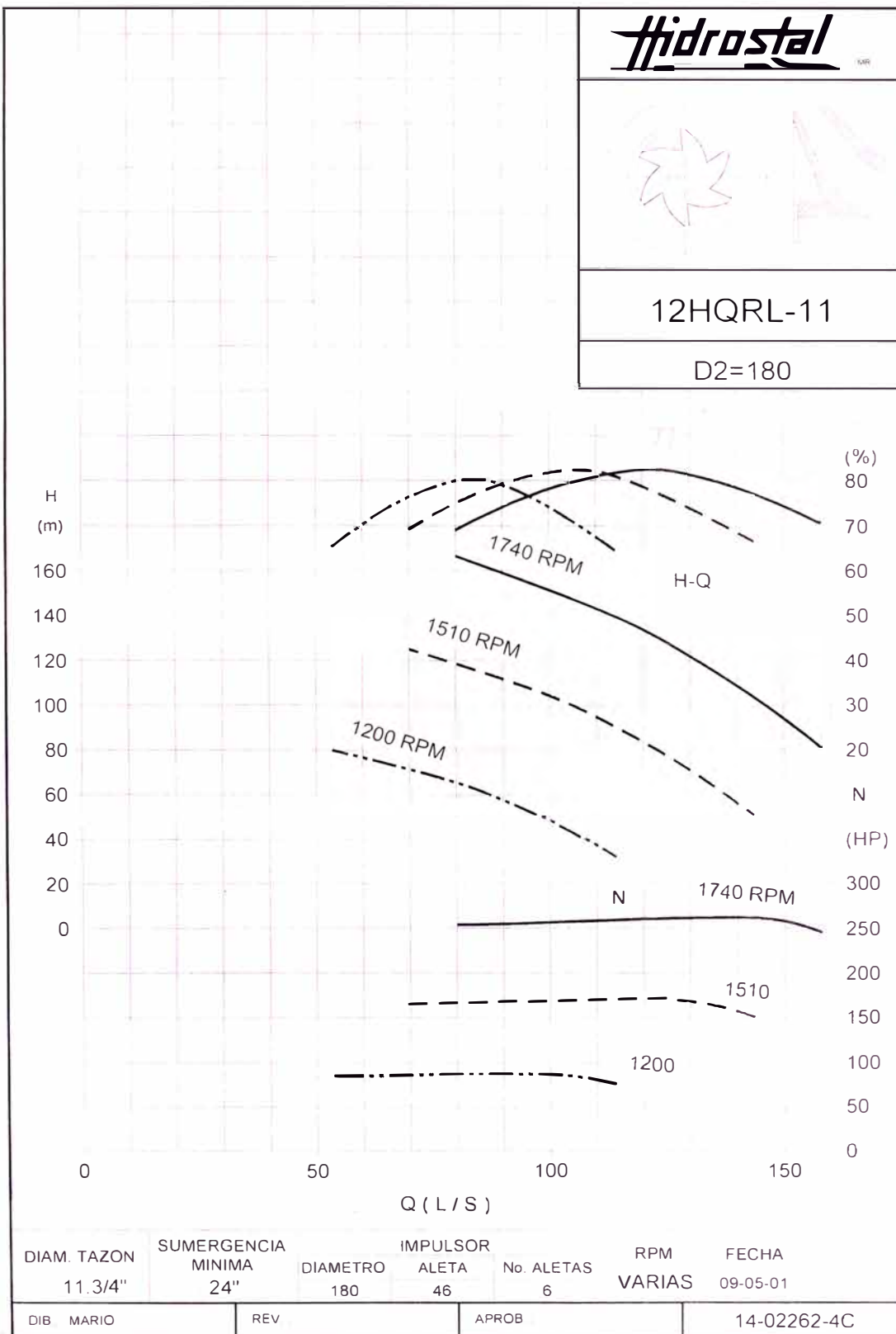


Figura 1.3.1.- Curvas de una bomba turbina a diferentes velocidades.

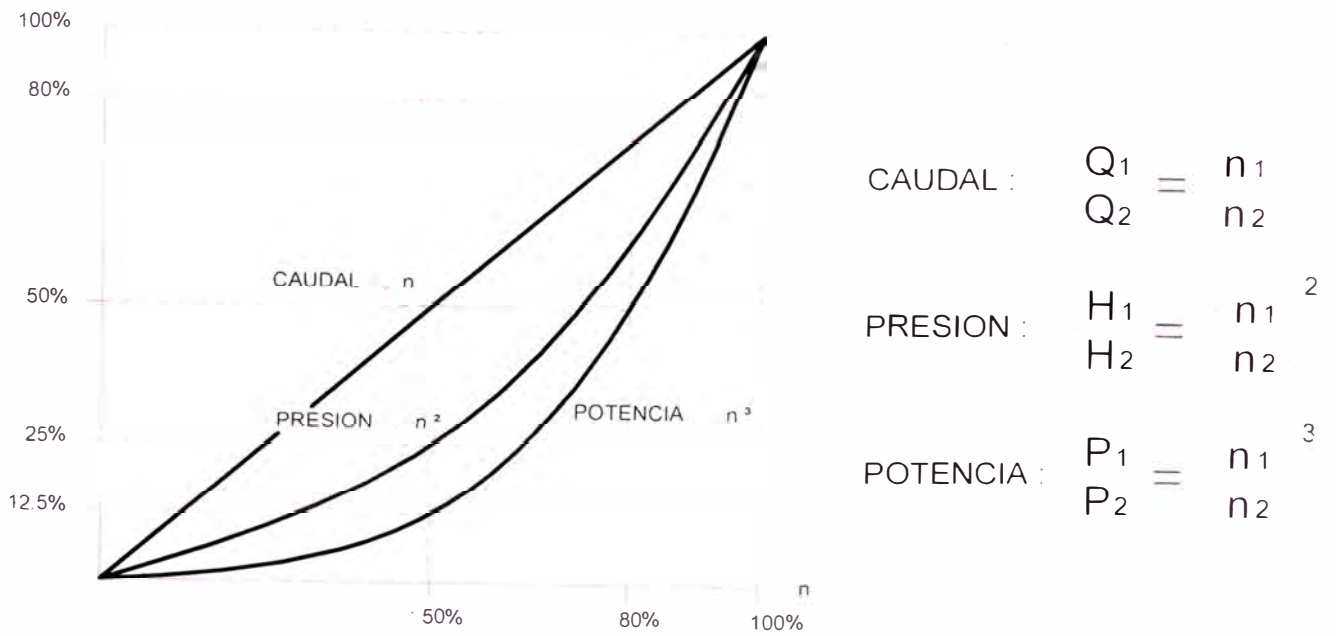


Figura 1.3.2.: Leyes de afinidad.

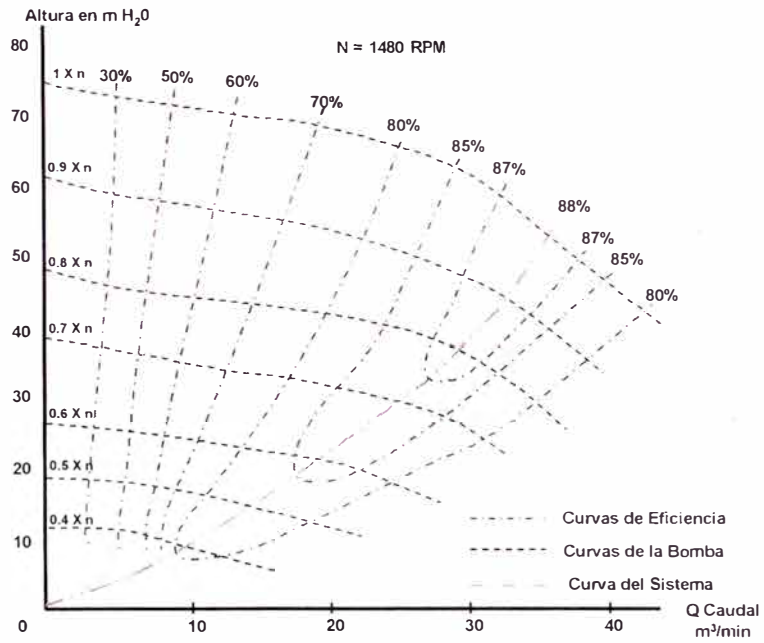


Fig. 1.3.3.- Performance hidráulico diferentes velocidades altura estática 0m.

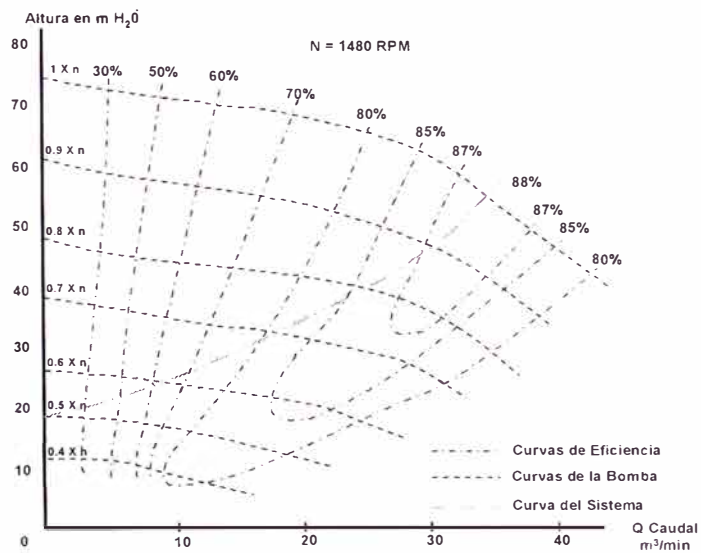


Fig. 1.3.4.- Performance hidráulico diferentes velocidades altura estática 20m.

CAPÍTULO N° 2

EXTRACCIÓN DE AGUA DEL SUBSUELO

El agua es el principal recurso natural con que cuenta la humanidad. Su sobre explotación debida al incremento de la población mundial y por ende los mayores requerimientos para la agricultura e industria, así como la contaminación a la que se ha llegado en todo el planeta, hace que cada día tengamos que recurrir más a la obtención del agua subterránea, tanto para atender el abastecimiento directo de la población en programas de saneamiento público, así como para otros fines.

Al igual que las fuentes de agua de superficie como son los ríos y lagos, los acuíferos subterráneos constituyen fuentes de una capacidad finita. Es por ello que la explotación de los mismos debe hacerse de una forma racional, más aún considerando el mayor costo que se tiene por producción unitaria de metro cúbico de agua obtenido contra muchas fuentes de fácil acceso.

2.1 Rendimiento de un pozo

En el Perú la explotación del agua del subsuelo se desarrolla principalmente en la zona costera desde hace muchos años. Antiguas áreas de trabajo agrícola en los departamentos de Piura, Lambayeque, La Libertad, Ica y Tacna son las que presentan mayor número de pozos operativos.

Siendo la costa peruana, básicamente una zona árida y desértica caracterizada por escasas precipitaciones pluviales y número reducido de ríos de exiguos caudales; no está asegurada la recarga natural de los acuíferos subterráneos, teniendo ésta períodos de estiaje que se ven muchas veces agravados por la presencia del fenómeno del niño.

Para poder efectuar el estudio de los pozos, se definen los siguientes términos:

Nivel estático del pozo: Se define como el nivel al que se encuentra el agua dentro del pozo, sin que el agua sea bombeada. Este nivel se expresa como la distancia desde la superficie del pozo al nivel de agua encontrado.

Nivel dinámico del pozo: Se define como el nivel al que se encuentra el agua durante el proceso de bombeo. Este nivel varía en función del caudal de explotación.

Abatimiento del pozo, descenso o depresión del pozo: se define como la diferencia entre el nivel estático y el nivel dinámico del pozo para un caudal de explotación determinado.

Esta diferencia entre el nivel estático y dinámico representa la presión de agua que causa el flujo de la misma a través del acuífero hacia el pozo.

En el gráfico N° 2.1.1, se puede apreciar los términos arriba definidos.

La diferencia de presión que trae el agua al pozo es también llamada cabeza, la misma que representa la diferencia entre el nivel dentro del pozo y el nivel de agua en un lugar fuera del pozo. Esta varía en un mismo pozo, dependiendo del caudal de explotación y del tiempo de operación.

Abatimiento residual del pozo: una vez que se deja de bombear agua del pozo, este trata de recuperar las condiciones iniciales del nivel estático. Para un período de tiempo determinado de parada del equipo, se define un abatimiento residual como la diferencia entre el nivel de recuperación y el nivel estático.

Rendimiento del pozo: Caudal de explotación, o volumen de agua por unidad de tiempo descargado del pozo.

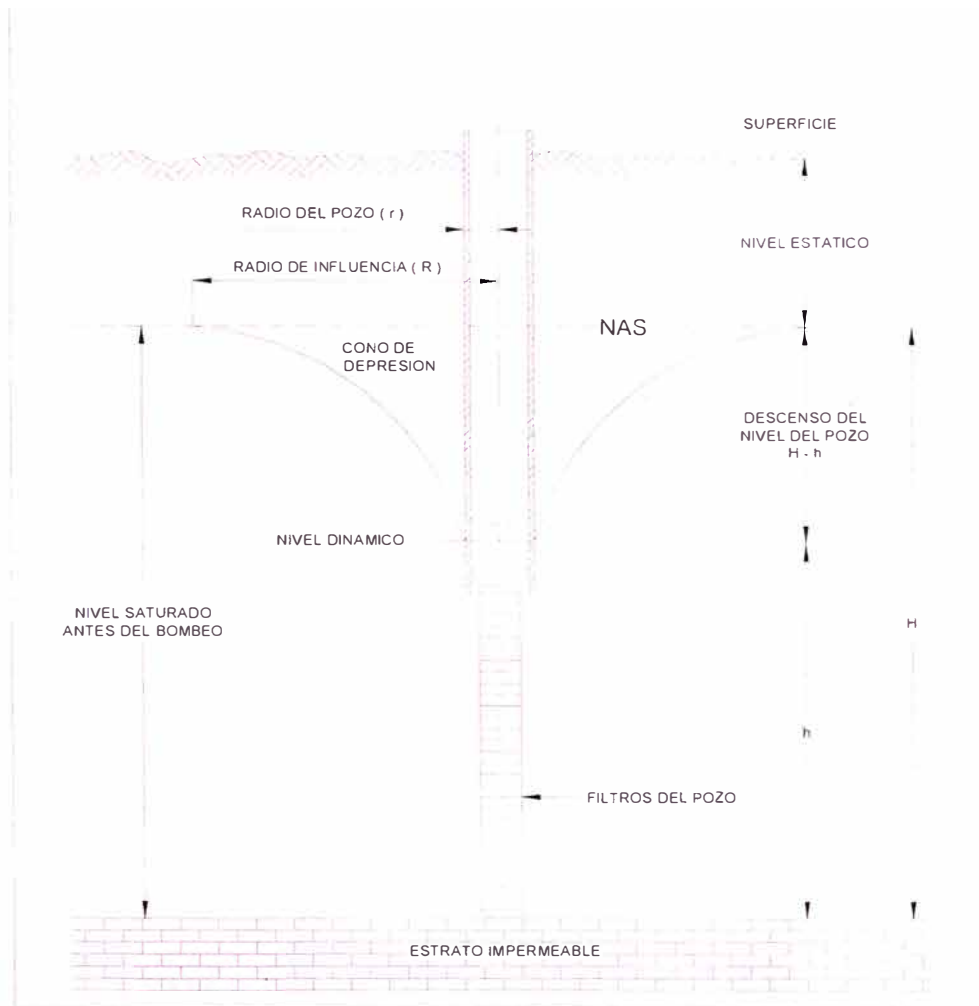


Figura 2.1.1.- Esquema y definiciones de un pozo profundo

Radio de influencia: un factor importante que se debe tomar en cuenta es el radio de influencia, que viene a ser la distancia horizontal desde el centro del pozo a la zona límite del cono de depresión del mismo.

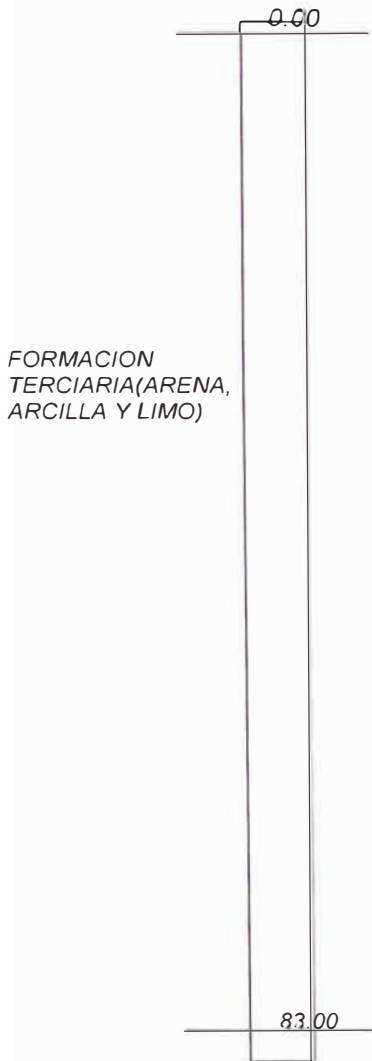
Para definir el radio de influencia de un pozo en forma práctica es necesario efectuar la perforación de pozos de observación que muestren el nivel de descenso de la napa freática.

ACISA

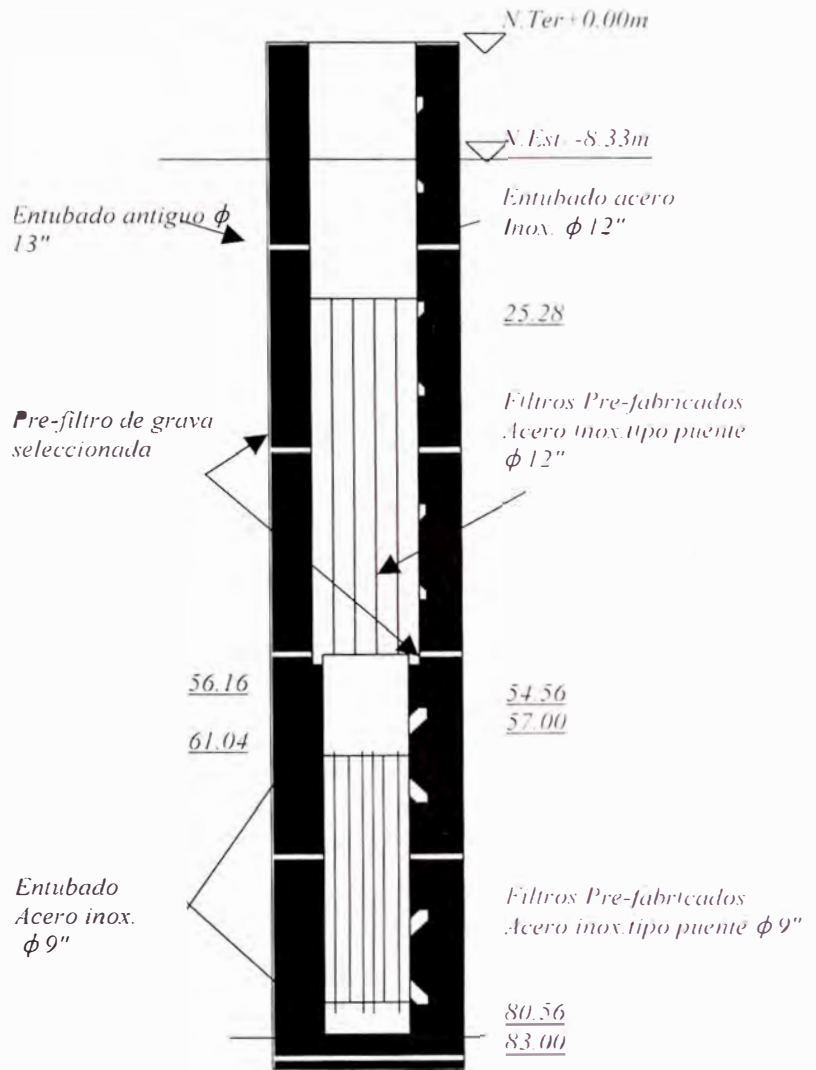
CORTE GEOLOGICO - PERFIL TECNICO

POZO: CERVECERIA SAN JUAN N°2
 FECHA: JULIO 2003

CORTE GEOLÓGICO



PERFIL TÉCNICO



ENTUBADO CIEGO ϕ 12" x 4mm acero inoxidable
 FILTROS PRE-FABRICADOS ϕ 12" x 4mm acero inoxidable: 29.28m
 ENTUBADO CIEGO ϕ 9" x 4mm acero inoxidable: 7.32m
 FILTROS PRE-FABRICADOS ϕ 9" x 4mm acero inoxidable: 19.52m

Figura 2.1.2.- Corte geológico - Perfil técnico pozo Cervecería San Juan N°2

Coeficiente de almacenamiento: el coeficiente de almacenamiento de un acuífero representa la capacidad de reserva de volumen de agua de un pozo.

La capacidad de recuperación de un pozo depende de varios factores, composición litológica del terreno, diseño del pozo, ubicación de filtros, capacidad de reserva del acuífero y velocidad del flujo de recuperación.

Cono de depresión: cuando el agua es bombeada del pozo, la descarga inicial de líquido proviene de la capacidad de almacenamiento del mismo, mientras la bomba continua operando el suministro de agua proviene del acuífero en sí, derivándose hasta el pozo desde grandes distancias, según el caudal bombeado y el cono de depresión del mismo.

Es decir el radio de influencia del pozo se incrementa y el cono de depresión se expande. Para un equipo con un caudal de explotación constante, el cono de depresión se incrementa en función del tiempo y del volumen bombeado.

Para intervalos iguales de tiempo el cono de depresión incrementa su radio, resultando que para el primer intervalo el cono de depresión representa un volumen unitario, para el segundo intervalo el doble. Luego el incremento en volumen del cono de depresión es constante sobre el tiempo que el pozo esta siendo bombeado a un ritmo constante y el acuífero es homogéneo.

Es evidente que después de algunas horas de operación el cono de depresión se estabiliza y no llega a expandirse, esto significa que se ha logrado una equivalencia en el flujo de aporte del acuífero con el caudal bombeado.

Cuando este equilibrio ocurre pueden haber transcurrido algunas horas desde el inicio de bombeo, como también puede darse luego de años de operación de los equipos.

Un factor importante que puede convertirse en un factor adverso en la operación de varios pozos simultáneamente es la interferencia que pudiera existir entre los radios de acción de dos o más pozos. Esta situación altera definitivamente el performance de explotación de cualquier pozo de extracción de agua subterránea. (gráfico 2.1.3)

2.2 Curva de aforo de un pozo

Los factores arriba detallados son mostrados gráficamente en la curva de aforo de un pozo (gráficos 2.2.1 a 2.2.6), la misma que viene a representar las características del mismo, relativas a la fecha de la prueba de bombeo.

Es interesante indicar que un pozo puede tener distintas curvas de aforo en función a la estacionalidad o de la fecha en que se realice la prueba, así como en función a la estabilidad del acuífero del que se abastece. Es así como se puede definir la calidad del mismo y su factibilidad de explotación.

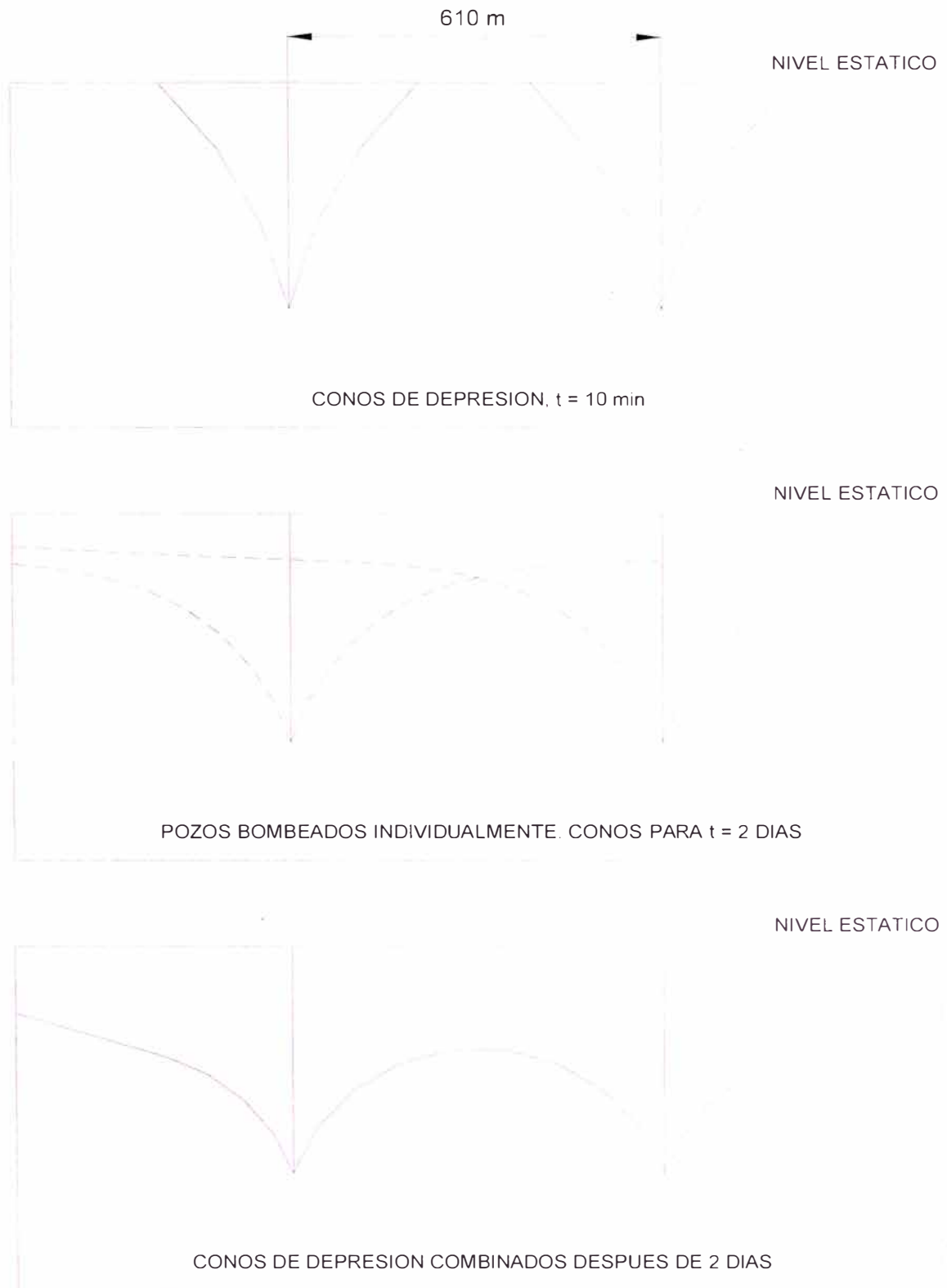


Figura 2.1.3.- Interferencia de los conos de depresión en dos pozos.

PRUEBA DE AFORO

SAN MIGUEL DE PIURA
 POZO N° PP 01

FECHA DE LA PRUEBA : 20/7/99 A 22/7/99
 PROFUNDIDAD DE LA BOMBA: 40 m
 PROFUNDIDAD DEL POZO : 55 m
 NIVEL ESTÁTICO: 4.8 m

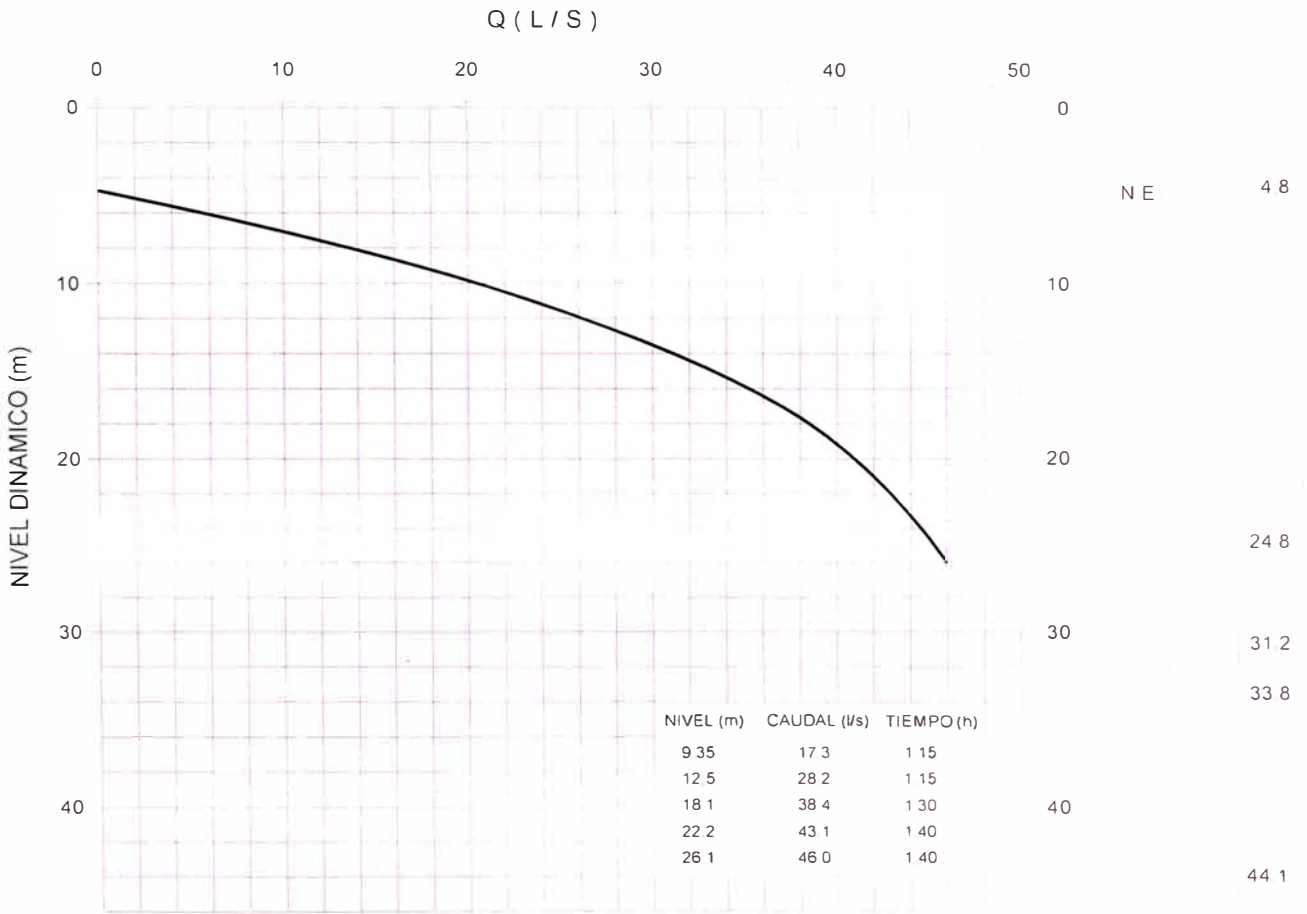


Figura 2.2.1.- Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo PP01. San Miguel de Piura.

GyM S.A. GMB S.A Asociados

PRUEBA DE BOMBEO CAUDAL ESCALONADA

Departamento: Lima Fecha: 21/11/1995
 Provincia: Lima N.E.: 11.35 m
 Distrito: Carabayllo
 Nombre del pozo: Sedapal P-1

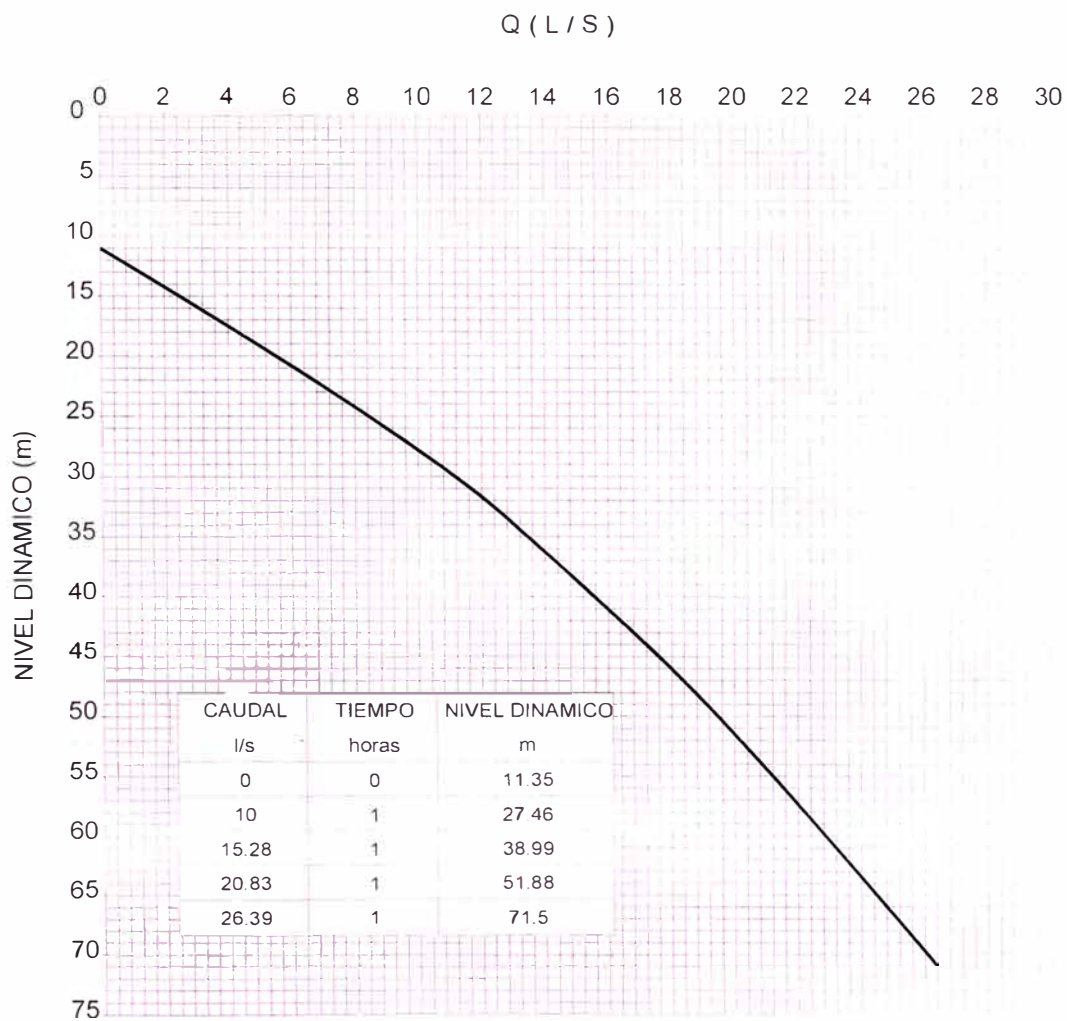


Figura 2.2.2.-. Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo 1 – Proyecto Río Chillón, Carabayllo

GyM S.A. GMB S.A Asociados

PRUEBA DE BOMBEO CAUDAL ESCALONADA

Departamento: Lima Fecha: 7/12/1995
 Provincia: Lima N.E.: 9.11 m
 Distrito: Carabaylo
 Nombre del pozo: Sedapal P-2

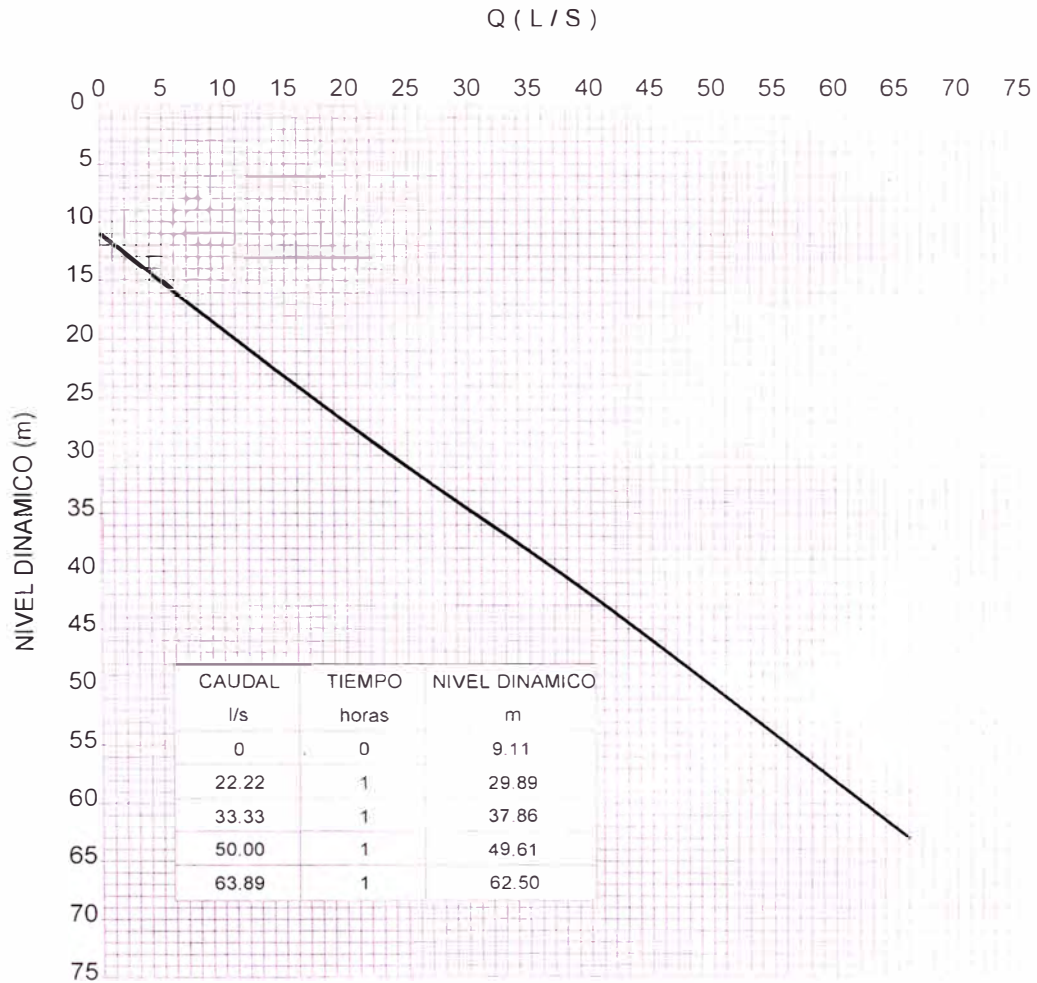


Figura 2.2.3.- Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo 2 – Proyecto Río Chillón, Carabaylo

D'IMPULLSA

PRUEBA DE RENDIMIENTO

Pozo: P-14
 Contrato: A.D. No. 01-98-LC SEDAPAL, perforación de tres pozos tubulares de 120m - Carabaylo.
 Proyecto: Aprovechamiento Optimo de las Aguas Superficiales y Subterráneas del Río Chillón-SEDAPAL
 Ubicación: Sector San Luis, fundo Punchauca, distrito Carabaylo, Prov. de Lima
 Fecha: Agosto 12 de 1998
 Observaciones: Los niveles están referidos al piso.

AFORO DEL POZO

Punto	0	1	2	3	4	5	6	7	Total
Tiempo de bombeo	0	2	2	2	2	2	0	0	9
Caudal (L/S)	0.00	30.00	40.00	50.00	55.00	60.00			
Nivel (metros)	6.96	18.60	27.01	35.03	42.84	55.43			

CURVA DE RENDIMIENTO

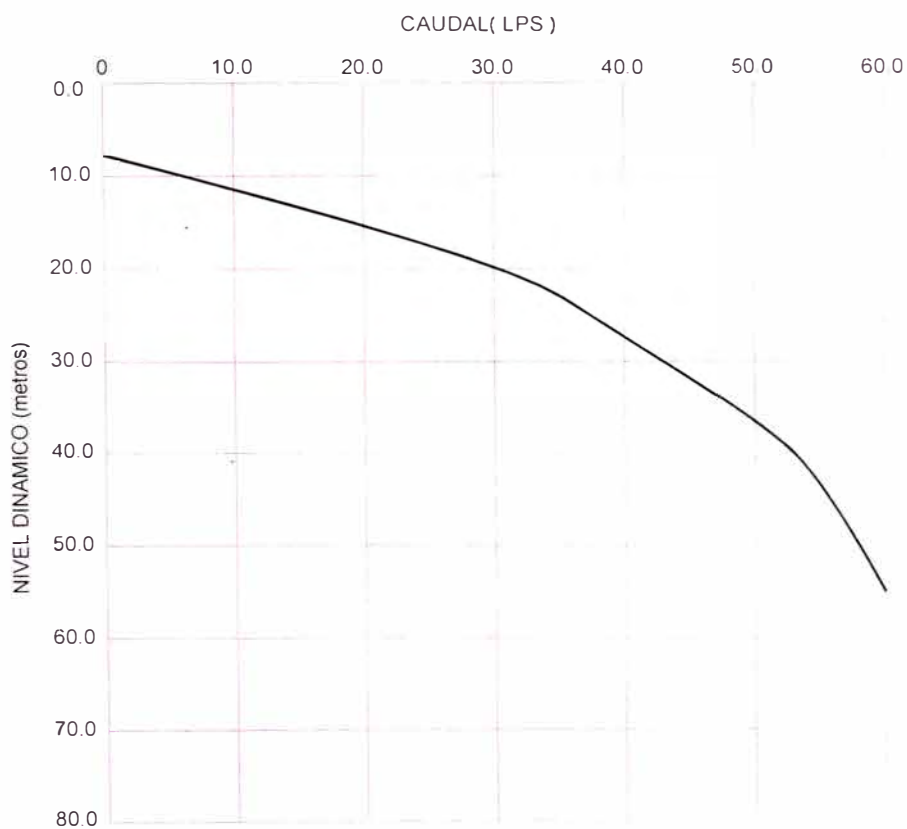


Figura 2.2.4.- Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo 13 – Proyecto Río Chillón, Carabaylo

D'IMPULLSA

PRUEBA DE RENDIMIENTO

Pozo: P-14
 Contrato: A.D. No. 01-98-LC SEDAPAL, perforación de tres pozos tubulares de 120m - Carabaylo
 Proyecto: Aprovechamiento Optimo de las Aguas Superficiales y Subterráneas del Río Chillón-SEDAPAL
 Ubicación: Sector San Luis, fundo Punchauca, distrito Carabaylo, Prov. de Lima.
 Fecha: Agosto 12 de 1998
 Observaciones: Los niveles están referidos al piso.

AFORO DEL POZO

Punto	0	1	2	3	4	5	6	7	Total
Tiempo de bombeo	0	2	2	2	2	2	0	0	9
Caudal (L/S)	0.00	30.00	40.00	50.00	55.00	60.00			
Nivel (metros)	6.96	18.60	27.01	35.03	42.84	55.43			

CURVA DE RENDIMIENTO

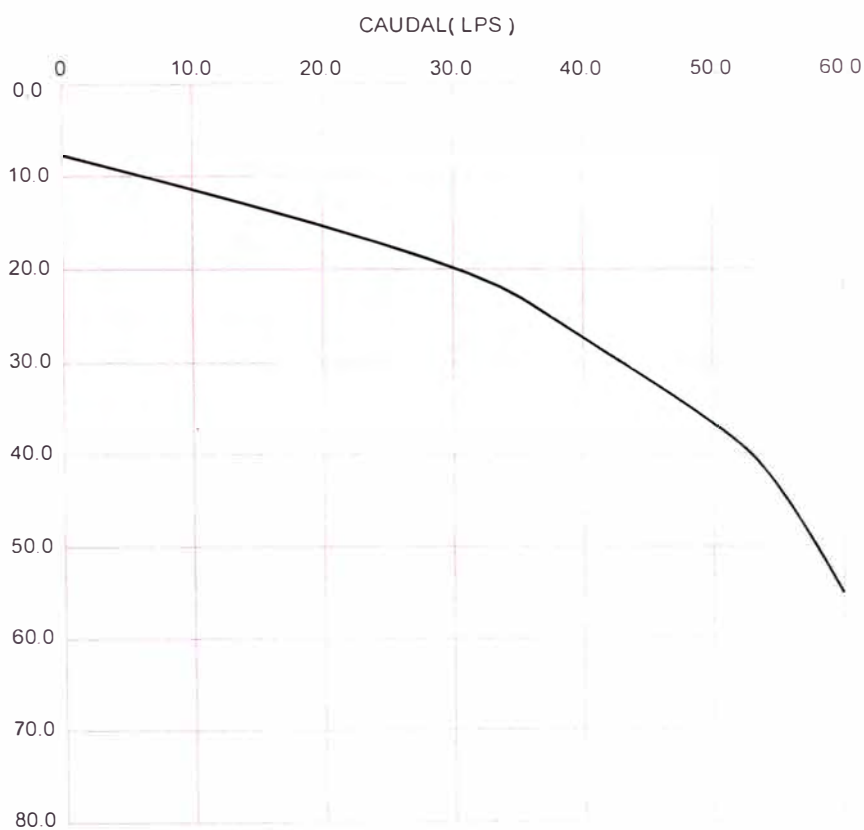


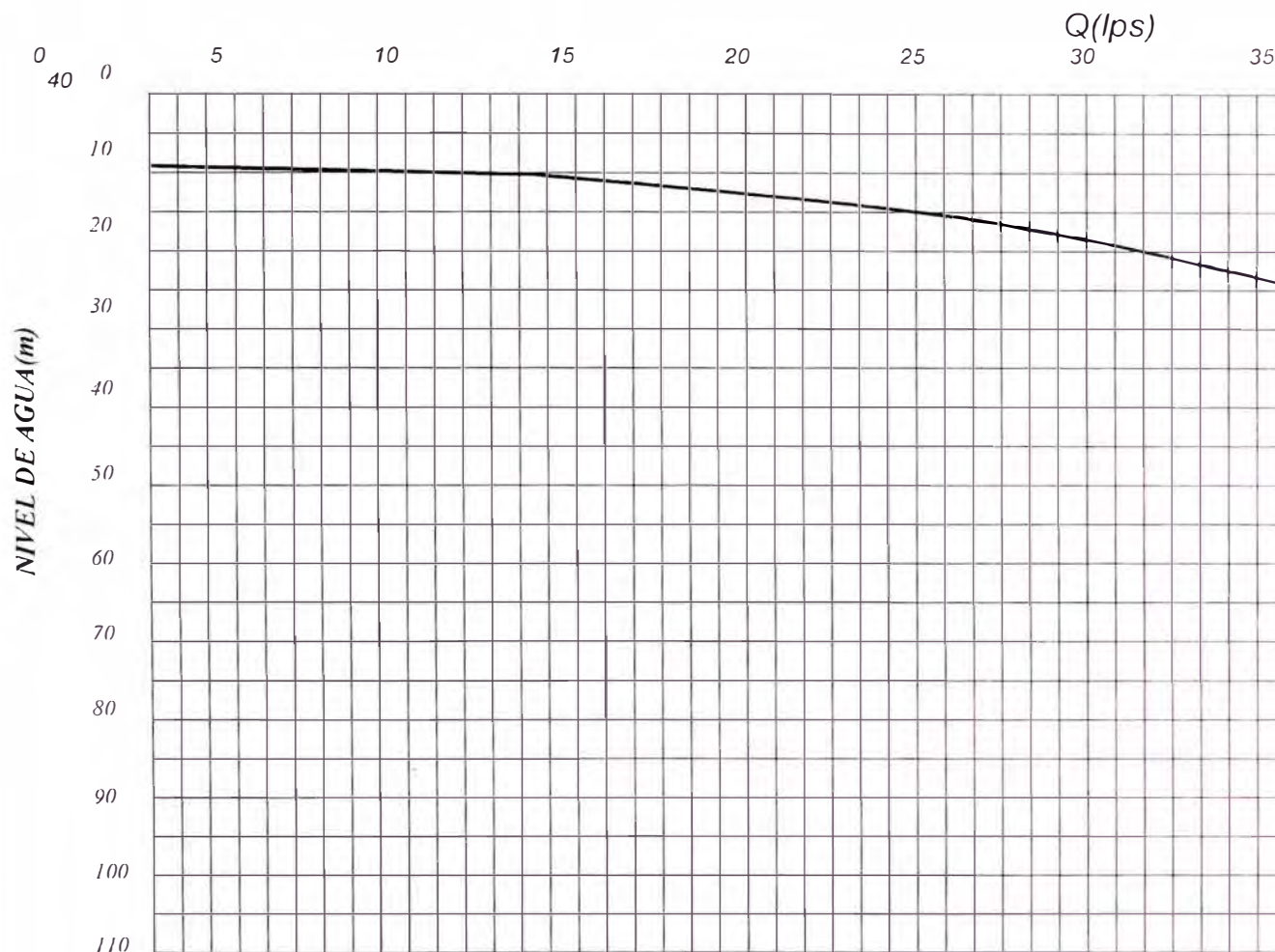
Figura 2.2.5.- Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo 14- Proyecto Río Chillón, Carabaylo

ACISA

PRUEBA DE RENDIMIENTO

POZO: CERVECERIA SAN JUAN N°2

CURVA DE AFORO



Fecha. 14/07/03

NIVEL (m)	CAUDAL (lps)	Tiempo (Hrs)	Qe (lps/m)	Arrastre Finos (ml/l)
8.33	-0.00	0	0	0.00
14.25	27.40	1	4.63	0.00
17.80	34.00	1	3.59	0.00

Fecha de Prueba: 25.06.03 (etapa final)
 Profundidad de Bomba: 37.50 m.
 Modelo de bomba: 10GH-4 etapas
 Nivel Estático: 8.33 m

Figura 2.2.6.- Curva de aforo de pozo profundo N° 2 Cervecería San Juan, correspondiente a Figura 2.1.2 Corte geológico - Perfil Técnico Pozo Cervecería San Juan N°2

2.3 Calidad de un acuífero.

El incremento del costo de energía así como el descenso general de la napa freática en la mayoría de los acuíferos impulsa la revisión del concepto de rendimiento de un pozo sea revisado.

Se define un buen acuífero, como el que al estar siendo explotado, responde con un abatimiento mínimo.

Este abatimiento es determinado por la naturaleza hídrica del acuífero y el cuidado con el que el pozo ha sido diseñado, construido y desarrollado.

Si bien es cierto que la depresión causada por las pérdidas de fricción en el acuífero por el flujo de agua hacia el pozo es inevitable, es también de consideración las pérdidas de presión a través de zonas de disturbios alrededor de los filtros.

Estas corrientes parásitas son causadas por la presencia de un diseño pobre en los filtros o por el uso de filtros de área restringida.

El buen diseño y la buena ejecución en la perforación de los pozos, la buena selección de los filtros y su buena ubicación, son los factores que determinan la calidad final del pozo.

Todas las consideraciones arriba indicadas están basadas en considerar las condiciones de un flujo laminar las mismas que deben mantenerse en todo el período de bombeo.

Si el flujo es laminar, el abatimiento es directamente proporcional al caudal bombeado. Flujos turbulentos ocurren en algunos casos, cuando los pozos son explotados a regímenes de caudal altos.

Bajo condiciones de turbulencia, no se mantiene la relación lineal entre la depresión y el caudal bombeado. Cuando el flujo turbulento ocurre la capacidad específica del pozo declina frecuentemente de una manera radical.

2.4 Clima y recursos hídricos en el Perú

Clima.- En el Perú, la influencia de la Cordillera de los Andes, la Corriente de Humboldt y el anticiclón Pacífico Sur, determinan las características climáticas de las distintas regiones geográficas. La región costa es extremadamente seca, con precipitaciones anuales inferiores a 40 mm desde Chimbote hasta Tacna y de 400 mm en el extremo norte. A pesar de su aridez, algunas partes de la costa reciben suficiente humedad de las nieblas invernales (*garúa*) para desarrollar vegetación.

En la Sierra, la latitud, altitud, presencia de vientos locales y el efecto pantalla de la cordillera dan lugar a diferentes condiciones climáticas. En

general, las temperaturas decrecen al aumentar la altitud, mientras que la precipitación lo hace de norte a sur y de este a oeste. Durante la estación húmeda (diciembre-marzo), las precipitaciones más altas se dan en el norte y en el flanco este de la cordillera. Las temperaturas varían poco estacionalmente, siendo la oscilación térmica diaria (hasta 22 °C en un solo día) mucho mayor que la estacional. La Selva o Montaña presenta un clima tropical cálido y húmedo, con precipitaciones durante todo el año, aunque con mayor intensidad entre diciembre y enero, y con una oscilación térmica estacional muy pequeña.

El fenómeno denominado “el Niño”, producido por el calentamiento de la superficie del mar en la costa peruana debido al cese del afloramiento de la Corriente de Humboldt, genera una inestabilidad atmosférica con consecuencias en el régimen térmico y de precipitaciones de la costa y el flanco occidental de la Sierra. Este fenómeno es cíclico, con una recurrencia aproximada de 7 años. Una de sus acciones más devastadoras (lluvias torrenciales, inundaciones, alteraciones ecológicas, variación en el nivel freático, etc.) tuvo lugar durante el año 1997 y parte de 1998.

Como consecuencia de dicho fenómeno, según la Oficina de Información Agraria (OIA, Perú), en la campaña agrícola 97-98 en el sector agropecuario fueron afectadas cerca de 205 000 ha, de las cuales se perdió la cosecha de 73 mil ha de forma completa (17 000 ha en cultivos permanentes) y las restantes

obtuvieron importantes reducciones en los rendimientos. Las mayores pérdidas fueron en cultivos anuales (123 000 ha), como papa, arroz, maíz, mientras que la superficie total afectada de cultivos permanentes (plátano, limonero, caña de azúcar, espárrago, olivo, etc.) fue cercana a las 31 000 ha.

Recursos hídricos.- La precipitación media en el Perú es de 1 738 mm/año, que suponen en la superficie peruana un total de 2 233 km³ /año. De ellos, se convierten en RHIR 1 616 km³ /año, perdiéndose aproximadamente el 29% en evapotranspiración y evaporación directa de las masas de agua. El Perú posee tres vertientes hidrográficas de aguas superficiales:

Vertiente	Superficie drenada (km ²) ⁽¹⁾	RHIR ² (km ³ /año)	Recurso Externo (km ³ /año) ⁽²⁾	RHTR ² (km ³ /año)	Principales ríos de aporte de caudal
Pacífico	279 689	36	4	40	Santa, Chira, Ocoña, Majes-Camaná, Tumbes
Atlántico	956 751	1 577	125	1 702	Amazonas, Yurua, Madre de Dios, Maraón,
Titicaca	48 775	7	0	7	Lago compartido de Titicaca
Total	1 285 215	1 616	129^d	1 745	

Tabla 2.4.1.- Principales vertientes hidrográficas de Perú (1) La superficie drenada dentro del país. 2. El aporte de los ríos fronterizos Putumayo y Yavari, estimados a su salida en Perú en 50 y 107 km³/año respectivamente, no está incluido en los RHIR ni en los RHTR.

Los recursos hídricos superficiales que entran en el Perú lo hacen por la vertiente del Amazonas, en la frontera con Ecuador, y son principalmente:

Napo, Tigre, Pastaza, Santiago, Morona, Ceneba y Chinchipe, que tributan al río Amazonas en la vertiente Atlántica. Su aporte se estima en 125 km³ /año.

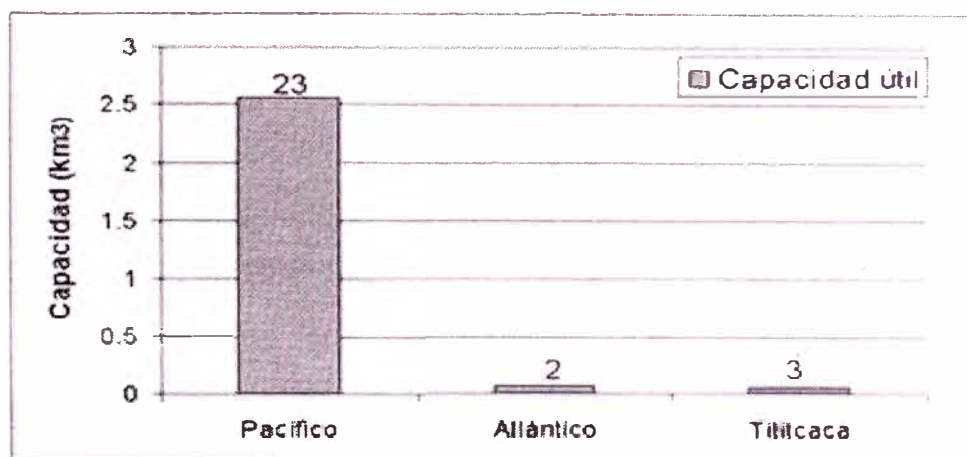


Tabla 2.4.2.- Distribución del número y capacidad de los principales embalses, según regiones (1995)

Recursos subterráneos.- La información de los recursos subterráneos es limitada por ausencia de estudios e inventarios nacionales recientes. Mientras que en la vertiente del Pacífico el sector privado ha aprovechado este recurso, la información en las regiones Sierra y Selva es casi nula. Al presentar ciclos estacionales que se encuentran afectados por la presencia del fenómeno del Niño, esta carencia reviste grave desidia.

Lagunas y embalses.- En la Sierra existen lagunas de tamaño variable ubicadas entre las cotas 4 000 y 6 000 m. La recarga de dichas lagunas es la precipitación en forma de lluvia, el deshielo y las filtraciones provenientes de

cuencas superiores. Las lagunas constituyen reservorios naturales con una disponibilidad potencial aprovechable. La situación actual de las lagunas se detalla en la Tabla 2.4.3.- Lagunas naturales en la Sierra de Perú.

Por otro lado, la baja precipitación que presenta la región Costa y en el flanco occidental de la Cordillera origina la necesidad de regulación para aprovechar los irregulares aportes de los ríos. La mayor parte de los embalses tienen fines agrícolas aunque también existen embalses multipropósito (agrícola, energético y abastecimiento a la población).

Un resumen de los grandes embalses por regiones aparece en la Tabla 2.4.4. La capacidad total de embalse se estima en 2 680 millones de m³.

Vertiente	Lagunas estudiadas		Lagunas explotadas		Lagunas sin estudios ni explotación (10 ⁶ m ³)
	Número	Volumen Almacenado (10 ⁶ m ³)	Número	Volumen Almacenado (10 ⁶ m ³)	
Pacífico	204	617	105	1 379	3 587
Atlántico	133	3 006	76	1 604	7 232
Titicaca	4	145	2	4	835
Sist. Huarmicocha	1	185	3	41	19
TOTAL	342	3 953	186	3 028	11 673

Tabla 2.4.3.- Lagunas naturales en la Sierra de Perú.

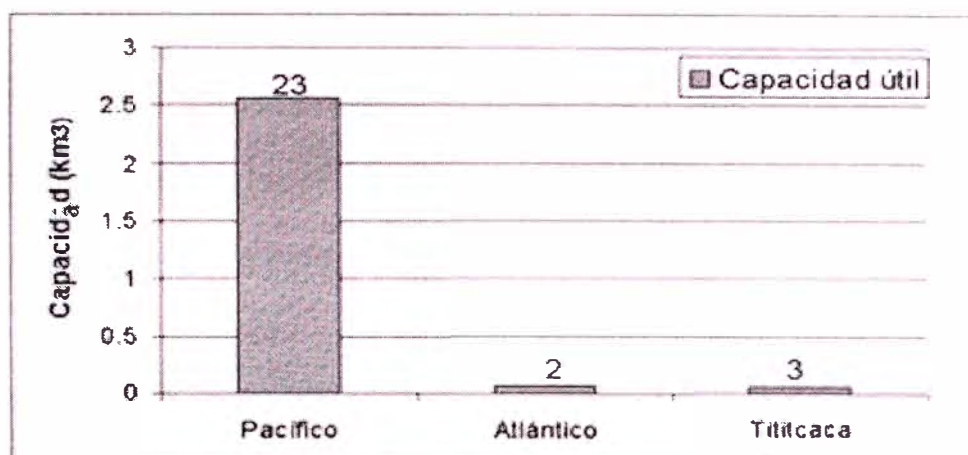


Tabla 2.4.4.- Distribución del número y capacidad de los principales embalses según regiones (1995)

2.5 Acuíferos de la costa peruana

Como se indicó al iniciar este capítulo, en el Perú la explotación del agua del subsuelo se efectúa desde hace muchos años, desarrollándose esta principalmente en la zona costera. Antiguas zonas de trabajo agrícola en los departamentos de Piura, Lambayeque, La Libertad, Ica y Tacna, son los que presentan mayor número de pozos operativos.

Las condiciones básicas a tener en cuenta para definir un buen acuífero se resumen en: condiciones geológicas adecuadas para el almacenamiento y transmisión de grandes volúmenes de agua y condiciones climáticas adecuadas para mantener el acuífero constantemente recargado.

Si bien es cierto la geología asegura una buena capacidad de almacenamiento y transmisión del agua del acuífero hacia el pozo, las condiciones climáticas imperantes son adversas para mantener los acuíferos

debidamente recargados. Esta situación se ha visto agravada en los últimos años, al haberse convertido los valles en áreas urbanas, negando así la recarga mínima de los acuíferos que se ocasionaban por el sistema de riego de los campos por el sistema de canal o por inundación.

El creciente aumento de la población y el avance de las áreas urbanas e industriales está determinando en ciertas zonas una competitividad por las extracciones del agua entre los sectores involucrados. Dicha extracción del agua por vertientes y sectores para el año 1992 se detalla en la tabla 2.5.1. Para ese mismo año, la extracción para usos no consuntivos del agua con fines hidroeléctricos se estimaba en 11 139 millones de m³.

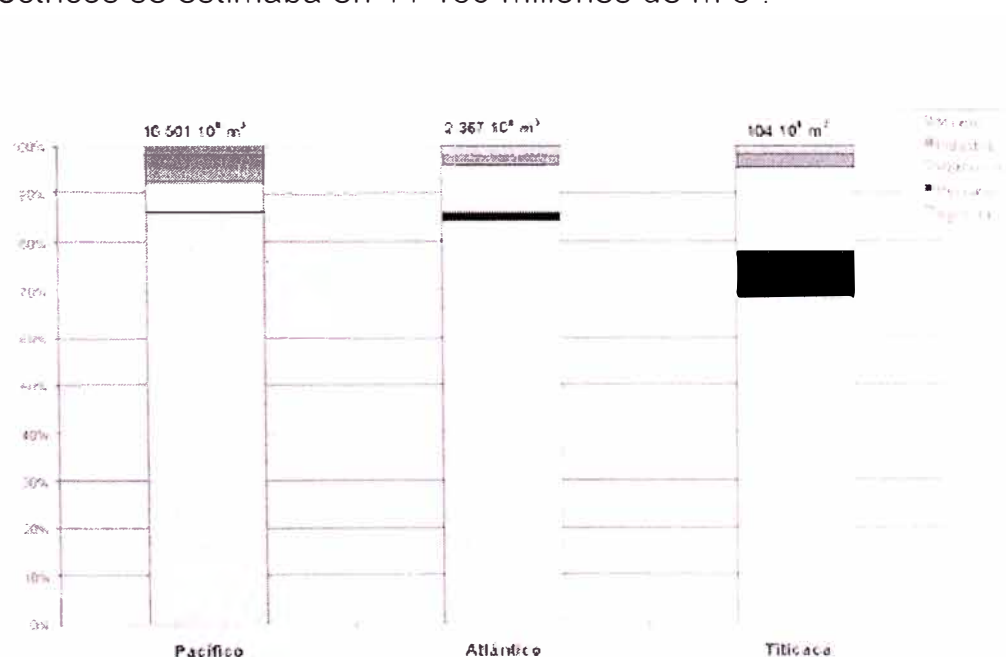


Tabla 2.5.1.- Extracción de agua subterránea para usos consuntivos, por vertientes y sectores: 18 973 millones de m³ (1992)

Un resumen del uso y explotación del agua subterránea en la región costa se presenta como sigue:

Extracción de aguas subterráneas en la Costa de Perú, según sectores				
USO	VOLUMEN EXPLOTADO		POZOS OPERATIVOS	
	(10 ⁵ m ³)	(%)	Número	(%)
Poblacional	421	24,3	3 897	42,4
Pecuario	14	0,8	525	5,7
Agrícola	1 144	65,9	4 168	45,3
Industrial	158	9,0	611	6,6
TOTAL	1 737	100,00	9 201	100,00

Tabla 2.5.2.- Extracción de agua subterránea en la costa del Perú según sectores.

Principales irrigaciones en la costa peruana.

Bajo Piura. Es una irrigación dedicada a algodón, pima, arroz, maíz y menestras que cuenta con la regulación de la Presa Poechos. El proyecto comprende los sectores Casaraná y Seminario, con un área regada de 3,403 ha; las inversiones tienen por objeto mejorar la red de distribución.

San Lorenzo. Se trata de una irrigación dedicada principalmente a mango, limón y arroz, que cuenta con la regulación de las Presa de San Lorenzo.

Presenta déficits hídricos en el periodo mayo-diciembre. El proyecto incluye el mejoramiento de obras de conducción que atienden una superficie de 28,429 ha

Chancay-Lambayeque. El proyecto comprende los sectores Túcume y Sasape, de 3,990 ha dedicadas sobre todo a arroz, seguido de caña de azúcar y maíz amarillo duro. Se trata de una irrigación regulada por la presa Tinajones. El proyecto incluye la mejora del canal principal de ambos sectores.

Chancay-Huaral. Esta irrigación se dedica a cultivos de alto valor, entre los que predominan frutales: cítricos, manzano, peral, mango, palto y otros con algo de cultivos anuales. A pesar de la existencia de varias lagunas, la regulación es insuficiente y el estiaje muy marcado.

Cañete. El río Cañete es rico en agua y presenta menos irregularidad que otros valles costeros; no obstante, entre julio y diciembre hay limitaciones de agua agravadas por el deficiente estado de la red de conducción y distribución. Los principales cultivos del valle son el algodón, camote, maíz amarillo, hortalizas y frutales. El proyecto comprende los sectores Nuevo Imperial, Palo Herbay y María Angola, con una superficie de 18,936 ha.

Chincha. La irrigación Chincha se abastece del río San Juan, que, a pesar de contar con algunas lagunas, presenta un marcadísimo estiaje, lo que obliga a muchos agricultores a complementar el riego con agua subterránea. Se cultivan 26,675 ha dedicadas a algodón, maíz, vid y frijol. El proyecto consiste en la mejora de la regulación de las lagunas y de las estructuras de conducción en el valle.

Ica. En el valle de Ica se riegan 27,885 ha de dedicadas a algodón, maíz, espárrago y vid. El río presenta fuertes estiajes, llegando incluso a secarse, por lo que se complementa con agua subterránea del propio valle y el trasvase de algunas lagunas de la vertiente amazónica. El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de un canal que trasvasa el agua de varias lagunas al río Ica.

La Joya Antigua. Esta irrigación, de 3,114 ha, tiene una clara vocación ganadera, siendo los cultivos principales alfalfa y maíz chala, seguidos de cultivos de alto valor como cebolla y ajo. A pesar de formar parte del sistema del Chili regulado, se presentan problemas de escasez en el periodo mayo-septiembre. El objeto del proyecto es la mejora de la bocatoma y del canal de conducción.

2.6 Empleo de agua para uso agrícola.

La población total con abastecimiento de agua en 1995 era del 61% (76% en la población urbana y 25% en la rural). Las grandes ciudades (Lima, Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Piura, Ica, Tacna) ubicadas en la vertiente del Pacífico, cuentan con estaciones elementales de depuración de las aguas residuales. Sin embargo, una gran mayoría de ciudades intermedias entre capitales de departamento y pueblos menores no cuenta con un tratamiento adecuado antes de su eliminación.

En las zonas circundantes a estas áreas urbanas es inevitable la reutilización de aguas residuales no tratadas para fines agrícolas, en ocasiones para el riego de cultivos de consumo en fresco, como las hortalizas.

El cambio de uso de la tierra, debido al crecimiento de las ciudades resulta de efectos irreversibles y son una consecuencia directa de la prevalencia que tiene lo urbano sobre lo rural, resultando ahora paradójico el tener ciudades erigidas en suelos agrícolamente ricos y con escaso suministro de agua el mismo que ya se encuentra comprometido y zonas rurales en áreas semiáridas que requieren ser previamente trabajadas y preparadas para acondicionarlas para trabajo agrícola.

Otro factor que se tiene lamentablemente en contra es que debido al abandono del agro en las últimas tres décadas, no se dispone de datos históricos confiables que permitan analizar las variaciones no sólo de las precipitaciones pluviales, sino también de las variaciones del nivel estático o del índice de abatimiento de los acuíferos. Al no existir registros confiables al respecto, esto hace que los cálculos de los proyectos de inversión en la agro industria, para el tema de riego asuma factores de seguridad ante eventuales variaciones estacionales en la napa freática en toda la costa del país. Esto se ve especialmente agravado con la presencia del fenómeno del niño, el mismo que no sólo afecta la zona costa de nuestro país, sino que sobrepasa nuestras fronteras.

En la década de los años 50 se empezaron a integrar en la agricultura proyectos hidráulicos, de los que se beneficiaron superficies agrícolas significativas y que iniciaron el trasvase de las aguas de la vertiente Atlántica a la vertiente Pacífico. A diferencia de las décadas de los 50 y los 60 en las que el

sector privado tuvo a su cargo el mayor desarrollo del riego, a partir de 1969, año en el que se promulgó la Ley de Reforma Agraria, no se realizaron inversiones significativas en el riego por parte del sector privado. En general, ha quedado a cargo del Estado la formulación de proyectos, así como su ejecución y puesta en marcha. La superficie bajo riego en 1972 era de 1 078 000 ha, según el Censo Agropecuario de 1972. En estos últimos 25 años, aunque se han realizado grandes proyectos de riego en la costa y medianos y pequeños en la sierra y selva, estos esfuerzos no han impedido las pérdidas de áreas bajo riego por problemas de salinidad y anegamiento asociados. Las fuentes de abastecimiento utilizadas para estas nuevas áreas bajo riego fueron de origen superficial.

La superficie potencial de riego, considerando la aptitud de los suelos y los recursos climáticos, se estima en 6 411 263 ha. El área bajo riego en 1998 en los Distritos de Riego (DR) era de 1 025 228 ha, de las cuales la mayor parte se ubicaban en la Costa, donde dadas las condiciones climáticas, no se puede desarrollar una agricultura sin riego. Existe una superficie de riego a pequeña escala no contabilizada dentro de los Distritos de Riego y Juntas de Usuarios, fundamentalmente en la vertiente occidental de la Sierra (cuenca media-alta). Esta superficie, generalmente se riega a partir de corrientes superficiales, puquíos o manantiales y lagunas. En base a algunos estudios recientes (Ordenamiento de los Recursos Hídricos de las Cuencas Hidrográficas Chancay-Lambayeque, Chancay-Huaral y Chili), en los cuales se han

inventariado dichas superficies de riego, se estima que dicha superficie se acerca a las 170 000 ha. Por lo tanto, la superficie total bajo riego en Perú estaría en torno a 1 200 000 ha.

El Gobierno peruano ha transferido la responsabilidad en la operación y mantenimiento de los Distritos de riego a las Asociaciones de Usuarios (AU). El principal problema encontrado es la falta de fondos financieros para llevar a cabo dichas labores, en parte debido a la carencia de un adecuado sistema tarifario, con el progresivo deterioro de la infraestructura. También ha sido un factor limitante la carencia técnica de gestión y transferencia de tecnología en las AU. En la actualidad, se trata de fortalecer estas AU para que las anteriores experiencias de abandono de los DR rehabilitados no se repitan.

Distritos de riego en Perú, 1998				
Vertiente	Distritos de riego (N°)	Asociaciones de usuarios (N°)	Usuarios (N°)	Superficie (ha)
Pacífico	32	73	379 735	842 153
Atlántico	32	22	119 462	165 450
Titicaca	4	4	8 598	17 625
TOTAL	68	99	507 795	1 025 228

Tabla 2.6.1 Las principales características de los DR, según vertientes.

Según la potencialidad de tierras a mejorar e incorporar en los proyectos de la costa del Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), en 1995 existían 385 926 ha programadas para rehabilitar, de las cuales 241 061 ha estaban ya ejecutadas. Por otro lado, existían 311 182 ha de superficie de nueva puesta en

riego programadas, de las cuales 44,155 ha estaban en ejecución, 26,044 ha ya estaban adjudicadas, mientras que 18,111 ha estaban en el proceso de subasta.

En la costa, región natural que engloba la mayor parte de los distritos de riego, este se realiza principalmente derivando las aguas superficiales de los ríos que provienen de la Cordillera de los Andes, ya sea a través de presas de derivación, bocatomas o presas de regulación. En el riego por gravedad se encuentran sistemas con y sin regulación, mientras que en sistemas a presión se encuentran exclusivamente sistemas de riego regulados.

Técnicas de riego en la Costa de Perú, 1997			
Técnicas de riego	Origen del recurso hidrico	Cultivos principales	Superficie estimada (ha)
<u>Por gravedad</u>			
Surcos	Superficial	Algodón, caña de azúcar, hortalizas, arroz, maíz, papa, etc.	572 473
Melgas	Superficial	Leguminosas-grano, alfalfa	130 000
Pozas (inundación)	Superficial	Arroz, plátano	120 000
<u>Presurizado</u>			
Aspersión	Superficial	Frutales, alfalfa	11 200
Cañón	Superficial	Maíz	500
Pivote Central	Superficial	Varios	280
Microaspersión	Superficial y Subterráneo	Flores	500
Goteo	Superficial y Subterráneo	Citricos, mango, espárrago	7 200
TOTAL			842 153

Tabla 2.6.2.- Técnicas de riego en la Costa de Perú, 1997.

El riego por superficie por surcos es el más utilizado en el país. No obstante, y de acuerdo a la evolución de la estructura agraria, actualmente en la costa se practican los métodos de riego, que se detallan en la tabla 2.6.3:

USO	VOLUMEN EXPLOTADO		POZOS OPERATIVOS	
	(10 ⁶ m ³)	(%)	Número	(%)
Poblacional	421	24,3	3 897	42,4
Pecuario	14	0,8	525	5,7
Agrícola	1 144	65,9	4 168	45,3
Industrial	158	9,0	611	6,6
TOTAL	1 737	100,00	9 201	100,00

Tabla 2.6.3.- Extracción de aguas subterráneas en la Costa de Perú, según sectores.

En 1998, el costo medio de adecuación de grandes y medianos sistemas de riego, tanto en el sector público como en el privado, variaba entre 1 200 y 1 800 \$ US/ha para el riego por superficie, 1 800 y 2 200 \$ US/ha para el riego por aspersión y 1 700 y 2 300 \$ US/ha para el riego localizado. Estos valores no incluyen la infraestructura mayor de captación (embalse, bombeo, bocatoma lateral) ni los canales de transporte y red primaria.

Entre los problemas ambientales más acusantes en los Distritos de Riego, se puede destacar: el proceso de salinización, ya que se estiman en alrededor a 300 000 ha las tierras afectadas en diferentes grados por anegamiento y salinidad, localizadas en los principales valles de la costa.

Además, existen numerosos ríos con aguas contaminadas debido a relaves mineros, vertido de aguas residuales sin tratamiento, así como de aguas residuales provenientes del sector industrial; se presenta un creciente uso de agrotóxicos en el sector agricultura (contaminación agraria difusa), que requiere ser controlado. La deforestación en las regiones Sierra y Selva también está causando problemas en diversos sectores. En 1995 se diagnosticaron 660 187 casos de enfermedades relacionadas con zonas húmedas (malaria y respiratoria aguda) en todo el país.

2.7 Tendencias en la gestión de recursos hídricos en el Perú.

En la actualidad se encuentra en curso el proyecto de "Subsector del Riego en Perú" del Banco Mundial, cuyo principal objetivo es incrementar la productividad del sector agrario peruano, a través de un desarrollo sostenible y eficiente de los sistemas de riego del sector público, y concretamente:

- (i) Fortalecer el sector privado a través de una gestión local, que incluya las labores de operación y mantenimiento por las Asociaciones de Usuarios,
- (ii) Crear un Fondo de Rehabilitación de Regadíos que prevea líneas de crédito a largo plazo para ayudar a dicho fin y

- (iii) Permitir que las AU definan sus propias prioridades de inversión para el diseño y construcción de dichos Distritos de Riego.

El proyecto, por tanto, busca fortalecer la capacitación de las AU para que asuman la completa responsabilidad de la operación y mantenimiento de los DR. A través del programa de Formación y Extensión de las AU, así como la promoción de adopción de nuevas tecnologías, también se fortalecerán las capacidades individuales hacia una gestión más eficiente y racional de los recursos.

CAPÍTULO N° 1

VARIADOR DE VELOCIDAD

Hasta hace algunos años, la regulación de la presión de una red de abastecimiento de agua pública se efectuaba mediante el arranque y parada de un grupo de bombas de velocidad fija. Así mismo, el mantener constante un flujo de agua se efectuaba con complicados sistemas de operación de bombas en paralelo y engorrosos sistemas de transmisión, sin lograr en forma eficiente su objetivo. De igual forma se acudía a sistemas de control mediante válvulas de estrangulamiento de alto consumo de energía, para lograr varias alternativas de rendimiento de un equipo de bombeo.

Todo ello no sólo conllevaba a un tratamiento ineficiente del problema, que venía reflejado por ejemplo en picos de alta presión cuando entraba una bomba adicional en operación, sino también a un consumo excesivo e innecesario de energía.

Es por ello, en la actualidad, el empleo de los convertidores de frecuencia se hace cada vez más común, ya que ellos permiten controlar en forma continua la velocidad de los motores de jaula de ardilla, asegurando de esta forma el estricto consumo de la energía necesaria.

3.1 Motores de alta eficiencia y variadores de velocidad.

Todas las empresas hoy en día, buscan ser más competitivas. Debido a la necesidad cada vez más apremiante de disminuir costos de operación, existe un nicho de oportunidad de ahorro no sólo con los variadores de velocidad, sino también en el uso de motores de alta eficiencia. Dado que el costo de la energía eléctrica está en aumento constante, esta oportunidad se hace aun más rentable.

Existen varias oportunidades para conseguir considerables disminuciones de costos de operación usando motores de alta eficiencia. Se pueden sustituir los motores estándar cuando se dañen o adquirir motores de alta eficiencia para nuevas instalaciones, sobre todo cuando operan mas de 12 horas al día. También la instalación de variadores de velocidad representa una oportunidad de ahorro, aplicados a los motores que operan con cargas variables. A continuación, presentaremos mas detalles sobre estas dos opciones.

Los motores eléctricos son según estadísticas los responsables del 70 al 80% de la energía consumida en hoteles. Esto significa que si se están utilizando motores estándar con eficiencias promedio del 80%, en lugar de motores de alta eficiencia con eficiencias arriba de 90%, más del 10% de la energía eléctrica que consumen los motores, son pérdidas.

Por otro lado, también existen motores que operan con cargas variables, a veces en función de la temperatura, otras veces en función de flujo o presión, dependiendo de las necesidades de uso o de la ocupación y es en estos casos en los que utilizando los variadores de velocidad, se adaptan la potencia del motor a la necesidad, logrando con esto un motor de potencia variable reduciendo sus requerimientos de energía eléctrica.

3.1.1 Motores de alta eficiencia.

Estos motores están fabricados de manera especial para reducir sus pérdidas. Para lograrlo, diversos fabricantes, han realizando varias acciones entre las que se puede mencionar:

- Utilización de acero con mejores propiedades magnéticas.
- Reducción del entrehierro.
- Reducción del espesor de la laminación.

- Incremento en el calibre de los conductores.
- Utilización de ventiladores y sistemas de enfriamiento más eficientes.
- Utilización de mejores materiales aislantes.

El resultado ha sido el disponer de motores con pérdidas de hasta un 45% menores que la de los motores estándar.

3.1.2. Variador de velocidad.

El variador de velocidad, es un control para el motor de inducción tipo "jaula de ardilla" que es el motor más económico, simple y robusto que hay y se distingue por ser el más usado en la industria por estas ventajas. Es el único control que energiza, protege y permite la variación de la velocidad en el motor, sin ningún accesorio extra entre el motor y la carga. La ventaja principal de los variadores de velocidad es que disminuyen los consumos de energía eléctrica en algunos de los procesos que controla, dando como resultado considerables disminuciones de costos de operación.

Los variadores de frecuencia ofrecen una excelente alternativa de automatización de sistemas y control de energía en todo tipo de aplicaciones.

Su empleo se ha incrementado enormemente en los últimos 10 años por los grandes beneficios que ofrece en el ahorro de energía, costos operativos y de mantenimiento. Además, si tenemos en cuenta que más del 60% de la energía eléctrica que se produce se consume en motores eléctricos, las aplicaciones potenciales de los variadores de frecuencia son enormes.

3.2 Aplicaciones principales de variadores de velocidad.

No es difícil imaginarnos sus múltiples aplicaciones:

- **En Control de procesos:** sistemas de control de velocidad, rodillos conductores, bobinadoras de superficie, maquinaria de imprenta, mezcladoras, agitadoras.
- **En sistemas de transporte:** control de velocidad en cintas, manejo de materiales; línea de ensamblaje, líneas de inspección, sistemas de manejo de equipajes. Ascensores y elevadores
- **En sistemas de ventilación y aire acondicionado:** Control de ventiladores extractores, aire acondicionado, control de bombas de refrigeración a presión o caudal constante, control de nivel de fluidos de dosificación.
- **Maquinaria de producción:** Líneas de embotellado, tornos y máquina herramienta, hornos, maquinaria de embalaje, maquinaria textil, líneas de ensamblaje. Fajas o cadenas transportadoras.

Extrusoras y prensas de tornillo, prensas de harina de pescado, extrusoras de snaks, pasta, plásticos. Separadores centrifugos.

- **Sistemas de bombeo**: en abastecimiento de agua, control de presión o de caudal, abastecimiento de agua para urbanizaciones o centros poblados o edificios, sistemas contra incendio, plantas de tratamiento de agua, sistemas de riego.

En sistemas industriales de bombeo: bombas de desplazamiento positivo: bombas de tornillo, de engranajes, bombas de lóbulos para transporte de chocolate, pulpa de fruta, pasta, slurries, concentrados mineros, aditivos químicos.

3.3 Principio de funcionamiento.

Los convertidores de frecuencia permiten controlar en forma continua la velocidad de los motores eléctricos. La gran ventaja que se obtiene de ello es la posibilidad de hacerlo de forma permanente y eficiente con el consiguiente ahorro de energía.

Además de contribuir al ahorro energético cuando se opera a baja velocidad, la baja demanda de par implica una reducida corriente en el arranque y elimina la necesidad de sobre dimensionar el motor.

El variador de frecuencia opera bajo el siguiente principio: rectifica la tensión de la red de alterna a continua y de allí convierte la tensión continua en una señal alterna de amplitud y frecuencia variables.

Es así como la carga se alimenta de un voltaje y frecuencia variables, lo que permite una regulación de velocidad variable de motores asíncronos trifásicos.

Sin embargo, se debe tener presente que el cambio de frecuencia debe estar acompañado por un cambio del voltaje aplicado al motor para no saturar el flujo magnético dentro del rotor.

El variador de velocidad puede hacer trabajar un motor por encima de su velocidad nominal, elevando la frecuencia de salida, pero el par del motor por encima de la frecuencia disminuye, en vista de que no hay un incremento de voltaje para proporcionar un flujo correcto en el estator.

En el caso de las bombas centrífugas, a diferencia de otras cargas, los requerimientos del torque, se reducen en forma cuadrática en función de la reducción de la velocidad. Ello permite lograr eficiencias en el diseño de un variador de velocidad exclusivo para este tipo de accionamiento, tales como una capacidad limitada de sobrecarga y un reducido par de arranque. La curva par – velocidad de la mayoría de las bombas centrífugas sigue una curva exponencial.

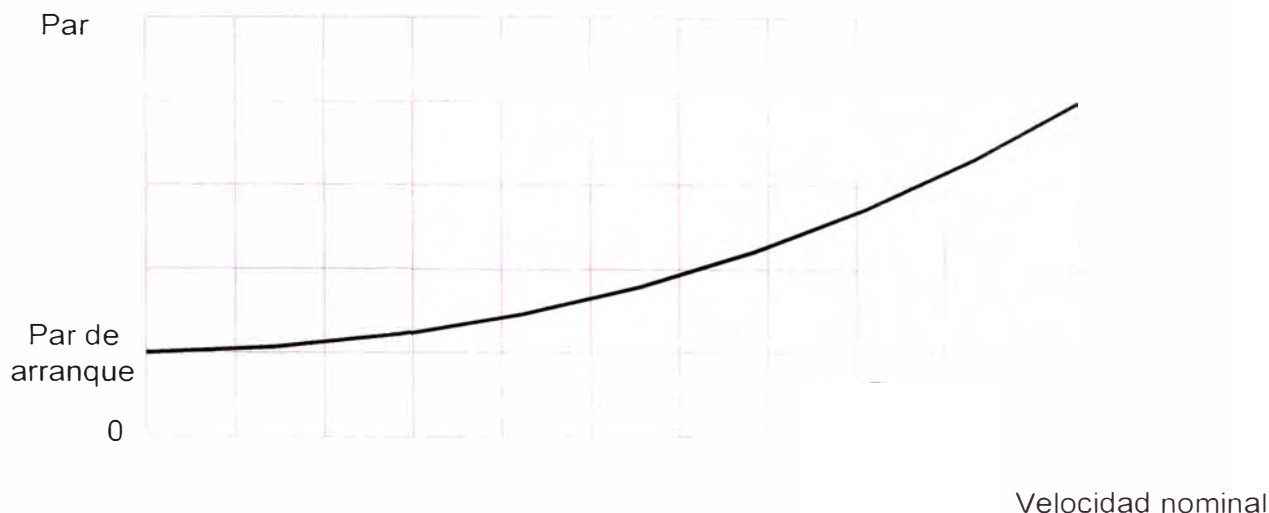


Gráfico 3.3.1.- Par de una bomba centrífuga según su velocidad.

3.4 Componentes principales de un variador de frecuencia.

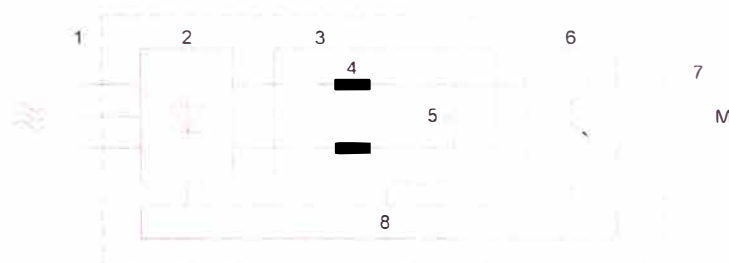
Los principales circuitos que se reconocen en todos los variadores son:

Circuito rectificador. Recibe la tensión alterna y la convierte en continua. Mediante un circuito de diodos y tiristores configurados en un puente rectificador, convierte la corriente alterna en continua.

Circuito de enlace Consiste en un circuito intermedio con elementos de filtrado, cuya función principal es suavizar el rizado de la tensión rectificada y limitan la repercusión de armónicos hacia la red.

Circuito inversor. Convierte el voltaje continuo del circuito intermedio en uno de tensión alterna variable con frecuencia variable, mediante la generación de pulsos. Al igual que en el caso del circuito de enlace, los variadores modernos generan los pulsos de voltaje de manera controlada.

Circuito de control. Corresponde al gobernador del circuito inversor, genera la matriz de pulsos por la cual se convierte la tensión continua en tensión alterna variable con frecuencia variable. Realiza funciones de supervisión, monitoreando la corriente, voltaje, temperatura y otros.



1. ALIMENTACION DE LA RED

3 x 200 - 240 V CA, 50 / 60 Hz
3 x 380 - 460 V CA, 50 / 60 Hz

2. RECTIFICADOR

PUENTE RECTIFICADOR TRIFASICO QUE RECTIFICA LA CORRIENTE ALTERNA EN CORRIENTE CONTINUA.

3. CIRCUITO INTERMEDIO

TENSION CONTINUA = $\sqrt{2}$ x TENSION DE LA RED (V)

4. BOBINAS EN EL CICUITO INTERMEDIO

SUAVIZAN LA INTENSIDAD DEL CIRCUITO INTERMEDIO Y LIMITAN LA REPERCUSION DE LAS CORRIENTES ARMONICAS EN LA RED.

5. CONDENSADORES DEL CIRCUITO INTERMEDIO

SUAVIZAN LA TENSION DEL CIRCUITO INTERMEDIO

6. INVERSOR

CONVIERTE LA TENSION CONTINUA EN TENSION ALTERNA VARIABLE CON LA FRECUENCIA VARIABLE

7. TENSION DEL MOTOR

TENSION ALTERNA VARIABLE, UN 10 - 100% DE LA TENSION DE ALIMENTACION

8. TARJETA DE CONTROL

AQUI SE ENCUENTRA EL ORDENADOR QUE CONTROLA EL INVERSOR, QUE A SU VEZ GENERA EL PATRON DE PULSOS POR EL CUAL SE CONVIERTE LA TENSION CONTINUA EN TENSION ALTERNA VARIABLE CON FRECUENCIA VARIABLE

Gráfico 3.4.1.- Componentes principales de un variador de frecuencia.

3.5 Principio de control de un variador de frecuencia.

Los variadores de velocidad, controlan los motores de inducción, al alimentarlos con una frecuencia variable y una tensión variable.

Ante una variación en la carga del motor, también varían la magnetización y la velocidad del motor por consiguiente la intensidad del motor se mide continuamente y la tensión real requerida y el deslizamiento del motor se calcula a partir de un motor patrón. La frecuencia y la tensión del motor se ajustan para asegurar que el punto de funcionamiento del motor siga siendo el óptimo en condiciones variables.

El desarrollo del principio de control es el resultado de atender el requerimiento de mantener una regulación sólida sin sensores que sea tolerante con diferentes características de un motor sin que ello necesariamente represente pérdida de potencia.

Ante cambios frecuentes de carga, el aspecto resaltante lo constituye el sistema de control el mismo que mejora la medición de intensidad del motor.

La intensidad se desglosa en una parte magnetizante y otra de par y se usa para una estimación mucho más rápida de las cargas reales del motor.

El sistema de control, asegura unas buenas propiedades de control de par, transiciones fluidas a funcionamiento en límite de intensidad y una sólida protección contra desincronizaciones.

Gracias a una buena estimación de carga lograda, es posible integrar un algoritmo de optimización de energía, que funciona con todas las características de carga.

3.6 Tipos de variadores de frecuencia.

Se distinguen principalmente dos tipos de convertidores de frecuencia:

Convertidor de frecuencia escalar.- Un controlador de velocidad de un motor de corriente alterna convencional, alimenta al motor de inducción con un voltaje y una frecuencia controlados. Esto produce un campo magnético rotativo en el motor, lo que hace que el motor gire a una velocidad ligeramente inferior a la velocidad de rotación del campo. Este tipo de convertidores es conocido como voltaje variable, frecuencia variable o controlador escalar.

Aunque este es un excelente método de control de velocidad para motores de inducción, existen limitaciones en términos de respuesta dinámica, para operaciones a baja velocidad y capacidad de control del par.

Convertidor de frecuencia vectorial.- El campo rotativo del estator en los motores de inducción, produce una corriente entre las barras del rotor del motor, el cual ajusta a cambio el flujo del rotor.

La interacción de flujos del estator y el rotor produce un par rotacional, mediante el control de la magnitud y fases de las corrientes de entrada del

motor los componentes que producen el flujo y el par de estas corrientes pueden ser controlados con total exactitud, logrando así un control rápido y seguro sobre el par resultante. Este proceso es conocido como control de orientación del campo, o simplemente control vectorial.

3.7 Ventajas en el empleo de variadores de velocidad.

Las principales ventajas que se encuentran en el empleo de variadores de velocidad son:

1. Mejor regulación en el control de procesos.
2. Condiciones de arranque suave.
3. No se requiere un arrancador adicional.
4. Menor ruido en la operación.
5. Compensación del factor de potencia.
6. No se requieren elementos externos: válvulas reguladoras, fajas y poleas.
7. Ahorro efectivo de energía.
8. Extiende la vida del equipo y reduce costos por mantenimiento

1.- Mejor regulación en el control de procesos.- La velocidad de una cinta transportadora puede ser ajustada a la velocidad de otra cinta o bien

ajustarse a una relación diferente para crear así mayores o menores intervalos en una línea de fabricación.

Así mismo la velocidad de las bombas de agua puede ser automáticamente controlada para mantener una presión o un caudal constante, obteniendo de esta forma valiosos ahorros de energía.

Ventiladores de refrigeración pueden ser operados a bajas velocidades, durante los períodos más fríos y así reducir el caudal. El ruido del ventilador disminuye y una velocidad más lenta ofrece significativos ahorros de energía.

Si se utiliza un convertidor de frecuencia para regular el flujo o la presión de un sistema, se obtiene una mejor función de regulación que puede ajustarse con mucha precisión. En resumen un convertidor de frecuencia puede variar totalmente la velocidad de un ventilador o de una bomba, lo que permite obtener un amplísimo control variable de los parámetros de caudal y presión.

2.- Condiciones de arranque suave. - El arranque mediante un variador de velocidad es suave ante la aplicación del par, aceleración lenta ajustable y baja intensidad.

A diferencia el arranque directo con brusca aplicación del par, aceleración rápida, alta intensidad, genera condiciones que perjudican no sólo la operación de los equipos, sino también acortan su período de vida.

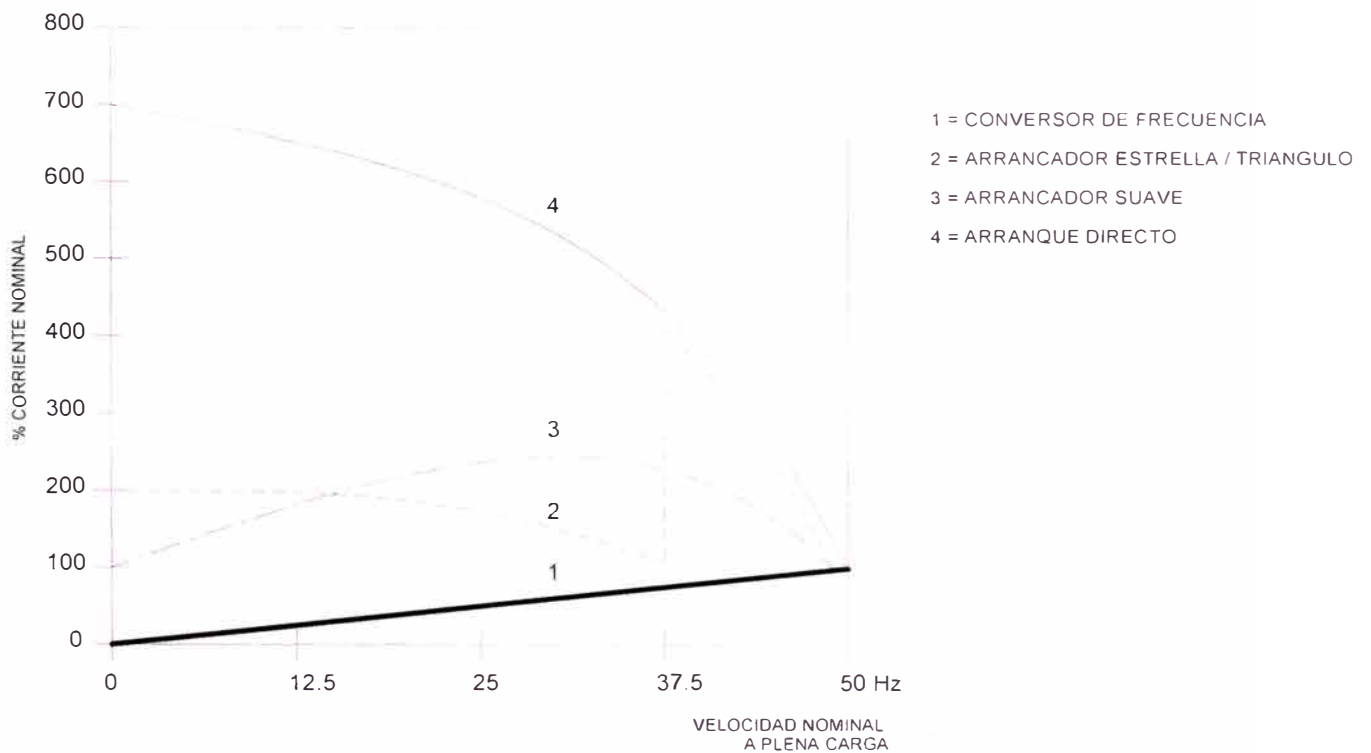


Gráfico 3.7.1.- Comparación de distintos sistemas de arranque.

3.- No se requiere un arrancador adicional.- Cuando se necesita arrancar motores relativamente grandes, por lo general se emplea equipos que limitan la tensión de la puesta en marcha.

En los sistemas tradicionales se utiliza con frecuencia un arrancador estrella triángulo o un arrancador suave. Estos arrancadores de motor no se necesitan si se usa un convertidor de frecuencia.

4.- Menor ruido en la operación. Si se modifica la velocidad de giro de una máquina rotativa, también se modifica el nivel de ruido, ya sea de una bomba o de un ventilador, el nivel de ruido se aminora en función logarítmica a la relación de velocidades.

5.- Compensación del factor de potencia. En general un convertidor de frecuencia con un factor de potencia igual a 1 proporciona la corrección de potencia para el factor de potencia del motor, lo que significa que no hay necesidad de tomar medidas para el $\cos \phi$ del motor cuando se dimensiona la unidad de corrección del factor de potencia.

6.- No se requieren elementos externos: válvulas reguladoras, fajas y poleas. Los sistemas de regulación convencionales, mecánicos , proporcionan una regulación lenta y poco precisa en comparación con la de un convertidor de frecuencia.

En los sistemas reguladores mecánicos, en los que el ventilador se acciona con correas trapezoidales, es necesario cambiar los discos de las correas para ajustar la velocidad del ventilador a la máxima carga necesaria. Al usar un convertidor de frecuencia, las correas se pueden sustituir por motores accionados directamente, cuya velocidad se modifica sencillamente con el convertidor de frecuencia.

De este modo mejora la eficiencia del sistema y la instalación completa ocupa menos espacio. No hay polvo proveniente de correas y el mantenimiento es menor.

De igual forma como el flujo o la presión pueden regularse mediante el convertidor de frecuencia, no se requieren en el sistema válvulas ni sistemas de regulación hidráulica.

7.- Ahorro efectivo de energía.- No sólo se tiene un ahorro de costos operativos como se verá en el capítulo correspondiente, sino también cuando se emplea convertidores de frecuencia, son muchos los equipos que ya no son requeridos tales como tableros de arranque y válvulas de control.

Con los convertidores de frecuencia uno puede lograr hacer operar el equipo que desee en condiciones de optimización automática de energía, adaptando las operaciones a las fluctuaciones diarias o según los períodos requeridos.

Lo más importante para determinar si es factible el empleo de un variador de frecuencia, es tener un profundo conocimiento del proceso a ser controlado; así como conocer las ventajas y limitaciones comparado con otros sistemas alternativos. Es por lo general un proceso multi disciplinario que debe involucrar a profesionales de distintas formaciones; tal como se expuso en la introducción, la cultura y el desarrollo, al día de hoy son elementos integradores de diversas disciplinas. Soluciones de automatización como estas así lo requieren.

El empleo de un variador de frecuencia es un paso importante de autonomía en la operación de los motores eléctricos.

8.- Extiende la vida del equipo y reduce costos por 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, extendiendo la vida del motor y del equipo controlador.

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.

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.

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.

3.8. Especificación de los variadores de velocidad.

Para la especificación de los variadores de velocidad se requiere definir:

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.

Se requiere definir si la 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.

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 exceden la tasa de corriente.

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

3.9 Consideraciones para la selección de un variador de velocidad para el control de bombas centrífugas.

Como se mencionó en el prólogo del presente informe, en el campo de aplicación de los variadores de velocidad, las leyes de la hidráulica confluyen con las leyes de la electricidad y la electrónica en racional armonía. Se aprovecha la ventaja de que las bombas centrífugas (al igual que los ventiladores) siguen las leyes de proporcionalidad que le son propias y que se analizaron en el acápite 1.3.

La clara ventaja de emplear variadores de velocidad en el control de bombas centrífugas, radica en el ahorro del consumo de energía. Al reducir la velocidad del equipo, el caudal se reduce directamente proporcional, pero el consumo se reduce al cubo de la relación de las velocidades. Es decir una reducción del 20 % en el caudal implica una reducción del 50 % en el consumo de energía.

El empleo de un convertidor de frecuencia para controlar el flujo o la presión de una bomba, asegura una mejor función de regulación la misma que puede ajustarse con mucha precisión. Se obtiene así un amplio control variable de flujo y presión modificando la velocidad de la bomba, adaptándose de esta forma la unidad de bombeo rápidamente a las nuevas condiciones de caudal y presión.

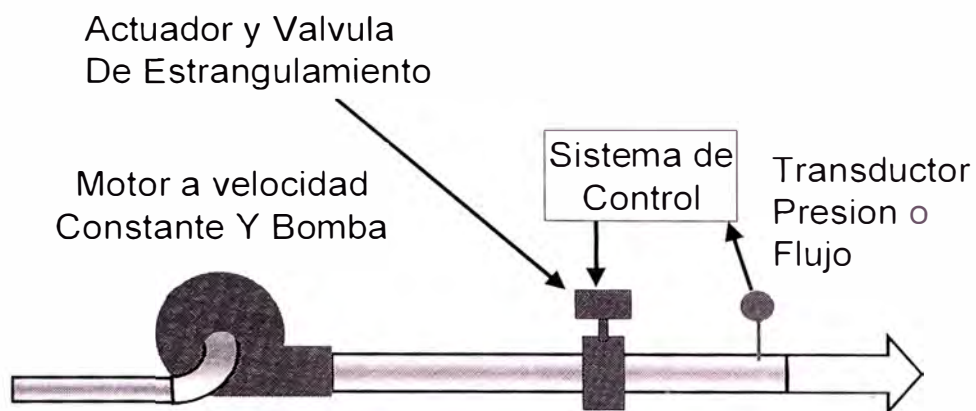


Fig. 3.9.1.-Sistema de bombeo operando contra actuador y válvulas de estrangulamiento.

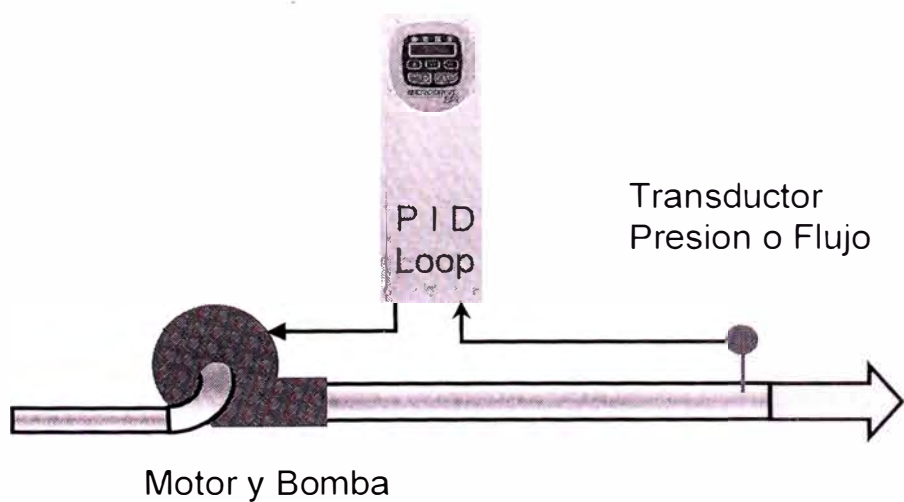


Fig. 3.9.2.-Sistema de bombeo operando con variador de velocidad.

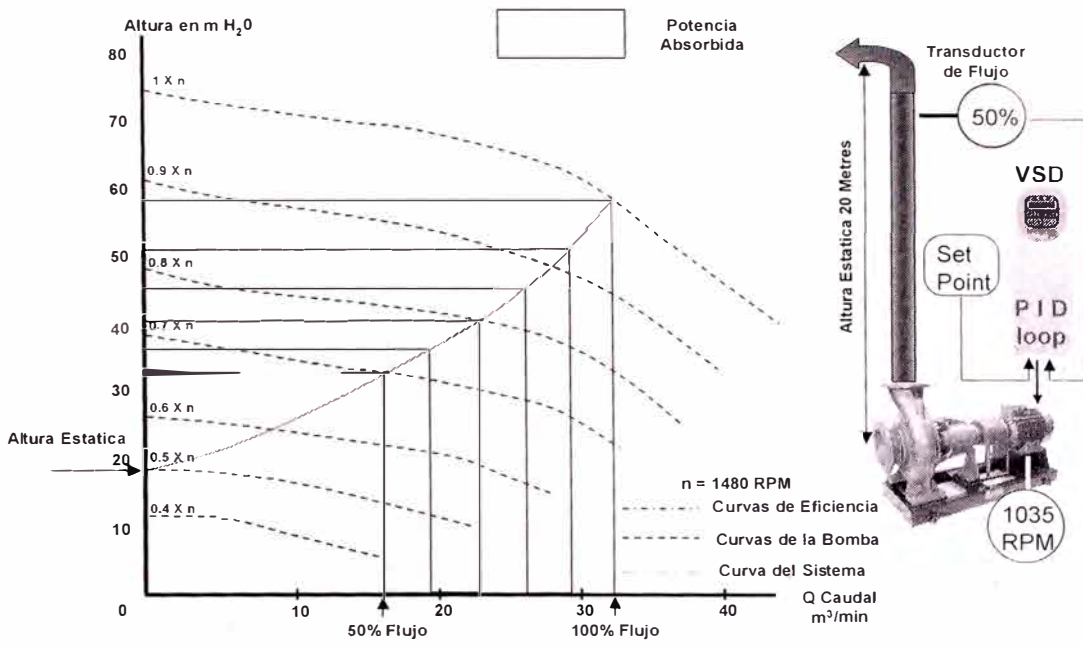


Fig. 3.9.3.-Sistema de flujo variable con variador de velocidad.

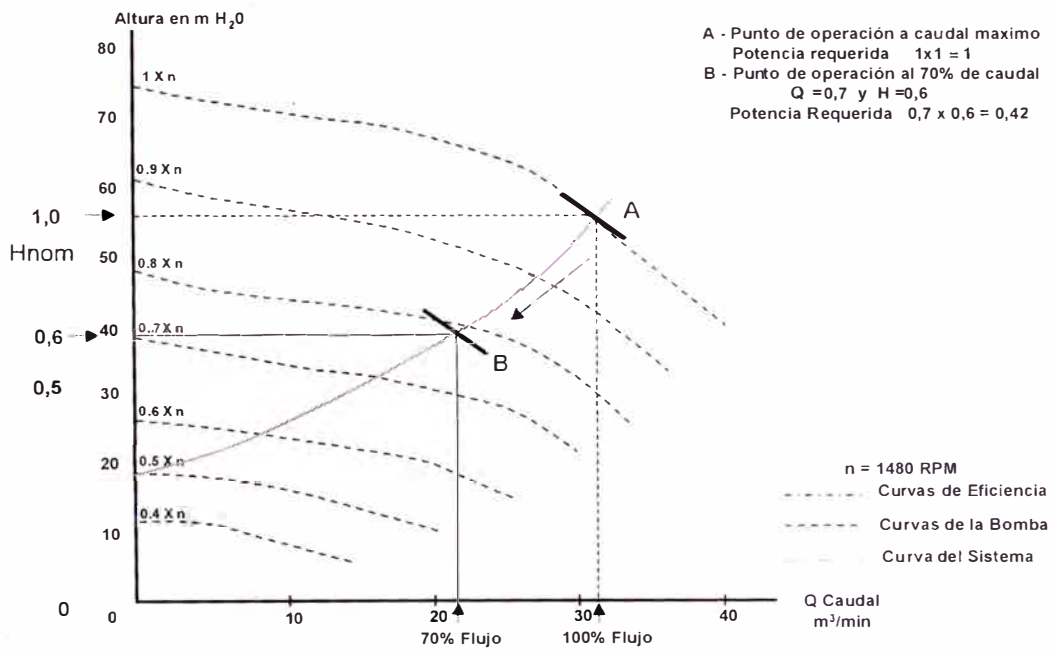


Fig. 3.9.4.-Energía consumida usando variador de velocidad.

Características principales requeridas en los variadores de frecuencia para el empleo en el control de bombas.

Las principales características pueden resumirse como sigue.

Características mecánicas:

1. El variador de frecuencia debe proveerse principalmente con un gabinete metálico de preferencia según norma IP54.

Características eléctricas:

1. El variador de frecuencia debe convertir la entrada de corriente alterna trifásica de frecuencia fija en frecuencia y tensión variables para controlar la velocidad de motores trifásicos de corriente alterna. La intensidad del motor debe aproximarse a la onda sinusoidal. La tensión del motor debe variar con la frecuencia para que la corriente en el motor siga siendo la adecuada para controlar las bombas centrífugas.
2. Debe utilizarse una aproximación a la onda sinusoidal y un control de vector de tensión para permitir el funcionamiento a potencia del eje del motor nominal a velocidad nominal sin pérdida de potencia. Este control de vector de tensión minimizará los armónicos en el motor para aumentar de esta forma su eficacia y duración. La calidad de la

forma de onda de corriente debe ser tal que no existan pérdidas significativas del par motor debido a calentamientos por armónicos.

3. El convertidor de frecuencia debe disponer de una adaptación automática del motor para optimizar el rendimiento de este, mejorar las capacidades de arranque y compensar las caídas de tensión de los cables del motor.
4. Es importante que el convertidor de frecuencia disponga de una reactancia para minimizar los armónicos de la red.
5. Para la operación con equipos de bombeo, el convertidor de frecuencia debe de ser capaz de proporcionar una intensidad de salida nominal máxima de 110 % de la intensidad nominal durante 60 segundos y un par del 160 % durante un máximo de 5 segundos.
6. Es igualmente importante disponer de una característica de optimización automática de energía. Esta reducirá las tensiones cuando el motor no este muy cargado y minimizará las perdidas del motor.
7. Modo de reposo, desconecta automáticamente el motor cuando no se necesita más presión o flujo en el sistema.
8. Rampa de aceleración y desaceleración automática para garantizar la no desconexión del convertidor de frecuencia y a su vez asegurar un arranque y parada suave de las bombas, evitando adicionalmente el golpe de ariete.

9. Los variadores pueden controlar varios motores a la vez, pero habrá que proporcionarles protección individual a cada uno de ellos. Para lograr esto se debe asegurar que el variador sea capaz de suministrar la corriente total requerida por los motores.

Características de protección:

1. Protección electrónica contra sobrecargas del motor, tanto en el caso en que se protege un sólo motor y en el caso de aplicación de varios motores.
2. Protección contra transitorios de entrada, pérdida de fase en línea, fallos a tierra, sobretensión, baja tensión, excesos de temperatura tanto del convertidor como del motor. Debe el convertidor de indicar los fallos en el display.
3. Protección contra pérdidas prolongadas de potencia o fase. El variador debe de disponer de una función de mantenimiento para evitar desconexiones molestosas.
4. Debe incorporar un circuito de precalentamiento del motor para mantener el motor caliente y evitar que se acumule condensación en el estator.
5. El variador debe de incluir una señal de funcionamiento permitido que exporte una señal de espera a una salida digital cuando se emita una señal de arranque.
6. De ser posible debe disponer de una entrada para termistor.

7. El variador de frecuencia debe estar en capacidad de enganchar un motor en rotación hacia delante o atrás a máxima velocidad.

Características de control:

1. El teclado debe disponer de interruptores selectores local / remoto para arrancar o detener la bomba.
2. Control digital manual.
3. Señal de salida de 24 V CC, 40 mA máximo, para indicar que el convertidor de frecuencia se encuentra en modo automático.
4. El teclado de display debe tener iluminación de fondo, debe ser alfanumérico y disponer de bloqueo y debe de poder montarse remotamente a una distancia de hasta tres metros.
5. Debe poder leerse hasta cuatro parámetros de funcionamiento a la vez en el display.
6. Debe ser posible cargar los ajustes del convertidor en el teclado para programar otras unidades copiando los parámetros.
7. Debe ser posible conectar un bloqueo de teclado externo al convertidor para impedir programaciones no autorizadas.
8. El acceso a la conversión de realimentación para que interprete presiones como flujos. Esto debe lograrse convirtiendo una señal de presión cuadrática en señal de flujo lineal.

Para bombas sumergibles o de inmersión, y en general para motores de funcionamiento en mojado es recomendable:

- Usar un filtro para evitar así un cortocircuito en el bobinado del motor.
- Velocidad mínima de operación alrededor del 67 % de la velocidad de giro del motor.
- Frecuencia de operación mínima de 42 Hz.
- Velocidad máxima igual a la velocidad síncrona del motor.
- Un mínimo de tres veces la corriente de plena carga es requerida para el arranque del motor.
- Velocidad mínima de agua de 1.5 ft/sec, debe ser mantenida como refrigeración del motor. Velocidades superiores a los 10 ft/sec, no son recomendadas.

CAPÍTULO N° 4

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL SUBSUELO CONTROLADO POR VARIADOR DE VELOCIDAD

La actividad agrícola se ha desarrollado a través de los años en base a cambios en las técnicas no sólo del tratamiento de semillas y manejo de suelos, sino también principalmente en el manejo de los sistemas de riego.

El sistema más antiguo empleado por el hombre hace más de 4,000 años, ha sido el sistema de riego por inundación o también llamado por gravedad; el mismo que consiste en la distribución del agua aprovechando el desnivel existente entre una fuente dada sea esta río, lago, o canal con el lado del campo a trabajar.

Hace aproximadamente 100 años se empezó a emplear el riego por aspersión: distribución de agua mediante un número reducido de emisores a presiones medias y altas. Al no significar este una reducción sustancial en el gasto del agua, fue rápidamente reemplazado por el sistema de riego por goteo,

el mismo que consiste principalmente en la distribución de agua mediante un gran número de pequeños emisores a baja presión.

A su vez, el competitivo mercado de alimentos constantemente obliga a la baja de precios de los productos; la globalización exige hoy en día excelencia total en calidad y precios y obliga al agricultor a reducir constantemente sus costos, no sólo de los insumos requeridos para el trabajo en el campo tales como: fertilizantes, semillas e insecticidas; sino también de costos operativos, única opción para poder mantenerse en el mercado. Dentro de los costos operativos, indudablemente los correspondientes al consumo de energía y de agua representan ser los más importantes.

Los consumos de agua bajo las técnicas de riego actuales, distan mucho de los requerimientos del riego por gravedad, en los que los costos tanto de agua como de energía no se contemplaban.

En el Perú, las principales condiciones que favorecen a la agroindustria bajo los conceptos modernos son: clima desértico, abundancia de agua, estabilidad estacional y accesibilidad al mercado.

Es en la costa del Perú donde las áreas tradicionalmente agrícolas se han convertido en urbanas, y las únicas zonas disponibles para una explotación agroindustrial intensiva corresponden a zonas a rehabilitar, surcadas algunas de ellas por nuevas irrigaciones, o pampas donde no se dispone tan fácilmente de fuentes superficiales de agua. Se requiere en muchos casos extraer agua del subsuelo para la explotación agrícola.

A pesar de ello por las condiciones climáticas y de calidad de suelo arriba mencionadas, la costa peruana constituye un área propicia para las actividades agroindustriales modernas.

Al depender el agricultor del agua del subsuelo para su sistema de riego como es el caso principalmente de la zona de Ica, Tacna Lambayeque y Piura, los sistemas de riego tecnificado, constituyen la única opción para mantener la vigencia de estos en el competitivo mercado imperante.

4.1 Sistemas de riego por goteo

El objetivo del sistema de riego por goteo es maximizar el rendimiento del cultivo, controlando el balance en la zona radicular efectiva mediante los factores de aireación, humedad, fertilidad y salinidad.

Los factores bajo los cuales se efectúa el análisis de la selección del sistema de riego son:

- **Condiciones climáticas:** temperatura, evaporación, luminosidad, vientos, humedad relativa.
- **Características de suelo y del terreno:** topografía, estructura física, complejo químico, retención de agua, profundidad, contenido de roca.
- **Condiciones económicas:** costo de inversión, vida útil, costo de operación, costo de mantenimiento.

- **Recursos humanos:** principalmente capacidad de los operadores para adaptarse a un nuevo sistema de trabajo en el campo, disponibilidad de mano de obra.

Las características principales del sistema del riego por goteo son:

- Máxima uniformidad y eficiencia de riego en toda la extensión del cultivo.
- Alta frecuencia de aplicación.
- Alta efectividad de los recursos agua y fertilizantes.
- Aplicación combinada de agua y fertilización.
- Excelente control y automatización de las labores de riego.
- Menor requerimiento de mano de obra.
- Menor costo de maquinaria para nivelación y subsolación del terreno.
- Mayor productividad, mayor rendimiento.
- Menor consumo de energía por cantidad de agua bombeada.

4.2 Descripción de un sistema de riego por goteo en la costa norte del Perú, abastecido por fuente de agua subterránea.

El sistema de riego tecnificado, no sólo exige disponer del agua, sino también de proporcionarla a una presión adecuada. Para los casos en que sólo

se disponen de agua del subsuelo, corresponde tener en cuenta las siguientes variables:

Del sistema:

- Variación de la napa freática.
- Variación de los requerimientos de agua por tipo de cultivo.
- Variación de los requerimientos de agua por cambio de estación climática: período de lluvias o de estiaje.
- Variación del sistema por áreas a regar según los turnos de riego.
- Variación del sistema según la topografía y la lejanía del centro de bombeo.
- Esquema operativo: variación de la napa freática y del sistema con el funcionamiento en paralelo de más de dos pozos.

Existen varias alternativas de configuración para un sistema de riego por goteo abastecido por diversas fuentes de agua subterránea.

Estos se pueden agrupar principalmente en dos tipos: el sistema abierto y el sistema cerrado.

El sistema abierto: en el cual todos los pozos descargan a un canal o reservorio y de allí el agua es presurizada nuevamente mediante otra unidad de bombeo e impulsada directamente hasta el cabezal de descarga a la presión que la red lo requiera.

Es indudable que para este sistema cada equipo de bombeo de pozo profundo operará contra un sistema que sólo refleje la variación del nivel dinámico del mismo a través del tiempo.

En este caso si las áreas a regar según los turnos de riego son seleccionadas adecuadamente: con caudales y presiones similares, la unidad de rebombeo resulta de operación prácticamente constante. De no ser así, si las condiciones del sistema no permiten optimizar el uso de los recursos; la variación del caudal puede llegar en un diseño de riego correcto a un 20 % ó 30 % entre los turnos extremos. En estos casos el uso de variadores de velocidad es recomendable.

El sistema cerrado: en el cual todos los pozos son interconectados y bombean directamente al cabezal de descarga a la presión que la red lo requiera.

En este sistema se debe de contemplar todas las variaciones arriba indicadas, desde el nivel dinámico del pozo hasta las variaciones topográficas exigidas por las áreas de riego. Respecto a la topografía y la lejanía del centro de bombeo las necesidades varían en termino medio en los proyectos agrícolas de la costa peruana entre 15 y 30 metros de la altura dinámica total requerida. Es en estos sistemas donde el uso de variadores de velocidad se hace indispensable.

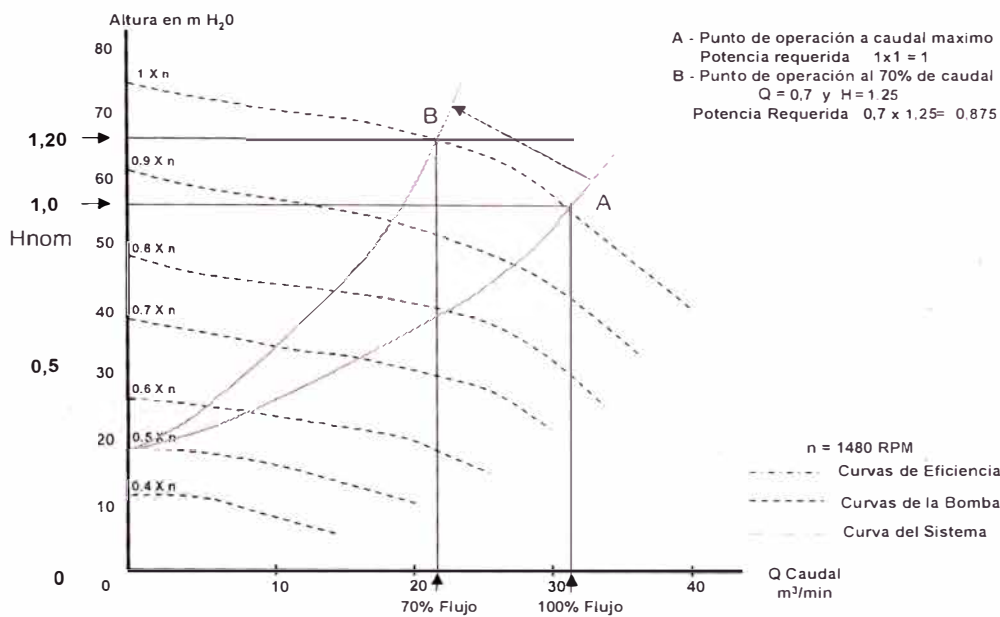


Fig. 4.2.1.-Energía consumida usando válvula de estrangulamiento

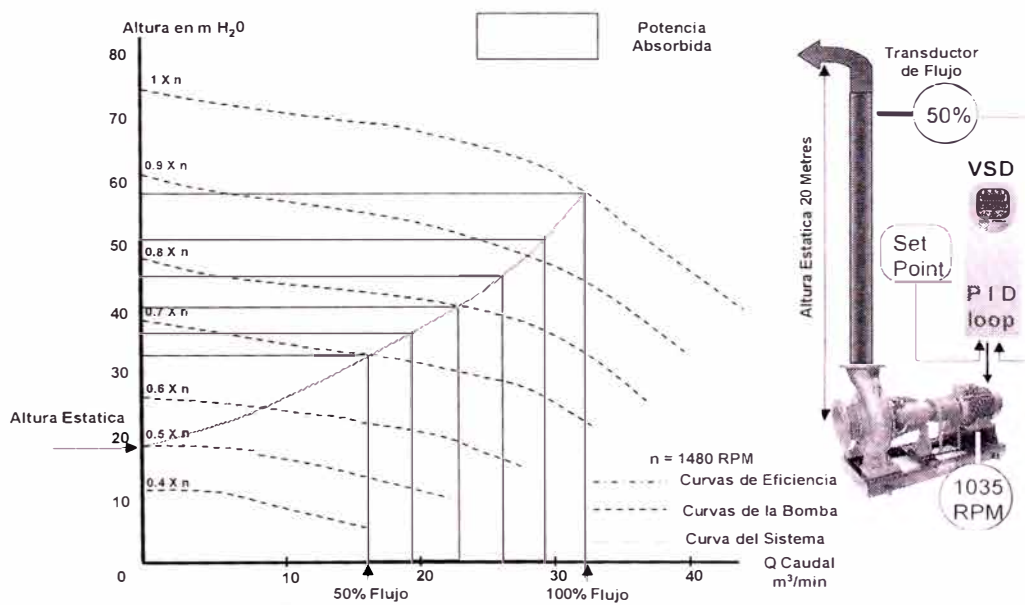


Fig. 4.2.2 -Energía consumida usando variador de velocidad.

4.3 Descripción de los principales componentes requeridos para equipamiento de un sistema de bombeo de pozo profundo.

Para la extracción de agua del subsuelo, se dispone principalmente de las siguientes alternativas de bombas:

- Bombas tipo turbina vertical con columna lubricada por aceite.
- Bombas tipo turbina vertical con columna lubricada por agua.
- Bombas del tipo sumergible.

Para sistemas de riego tecnificado, las opciones más recomendadas corresponden al empleo de cualquiera de las dos últimas. Las bombas turbina vertical lubricadas por aceite, no se sugieren por la constante obstrucción de los cabezales de filtrado ante la presencia de aceite en el agua, así como la posible contaminación en la zona de trabajo agrícola.

- Motores

Motores verticales de eje hueco o del tipo sumergibles, con los que están equipadas las bombas son del tipo asíncronos trifásicos con rotor en jaula de ardilla, de ventilación forzada exterior en el primer caso y refrigerados por agua en el segundo.

- Variadores de velocidad

Para los casos de variación en los sistemas de riego ya sea por regulación de caudal según las áreas y turnos a trabajar, diversos

requerimientos según la topografía y la lejanía del bombeo; o en sistemas cerrados por la operación en paralelo de más de dos pozos el empleo de los variadores de velocidad descritos en el capítulo tercero adquieren relevancia, en vista de que se puede hacer funcionar estos en condiciones ideales de presión constante y velocidad variable, con el consiguiente ahorro de energía.

- Transductores de presión

El control del sistema se efectúa mediante transductores de presión los cuales actúan sobre la maniobra del cuadro eléctrico.

El transductor de presión sensa la presión en la red de la descarga del equipo y manda la señal de la misma al PLC del sistema.

Para un funcionamiento seguro y confiable del sistema se debe considerar que exista, en caso de colapso del pozo, uno de reserva que puede reemplazarlo o empezar a funcionar en paralelo en caso el primero tenga un descenso considerable en su rendimiento.

4.4 Descripción del proyecto agrícola.

El área piloto de irrigación está ubicada en le valle de Motupe, a la altura del km. 850 de la antigua Panamericana Norte y hacia el norte del poblado de Jayanca. El área fue establecida durante la aprobación del proyecto ejecutivo del complejo Olmos.

Los factores principales considerados para la elección de la alternativa recomendada en el plan general son: el relieve del territorio, métodos y técnicas de riego, condiciones de ubicación de los pozos de la toma de agua, índices técnicos económicos de las alternativas de solución en estudio.

Para elegir las alternativas del plan general de ubicación de las principales obras, se han considerado tanto las condiciones naturales, como las logísticas para el mejoramiento del área piloto.

El área de riego tecnificado por goteo, se define por su relieve homogéneo, que requiere de volúmenes mínimos de trabajo de nivelación; a fin de formar pendientes permisibles, que presentan suelos blandos y no salinos, los cuales permitirán establecer un régimen hidrosalino favorable durante la ejecución de riegos con pequeñas normas que tienen un control estricto. Estas áreas están ubicadas en la parte norte y nor oriental del territorio.

El área de riego tecnificado por aspersión, se establece en zonas que requieren de un volumen de trabajos de tierra y de nivelación en la construcción de canales temporales y tierras que presentan suelos ligeros y medianamente salinos. Estas áreas requieren un régimen de lavado para riego a fin de evitar procesos de salinización secundaria durante el período de explotación. Estas áreas están ubicadas el suroeste y al noroeste del territorio.

El área de riego por gravedad está previsto para las zonas ubicadas entre los campos irrigados por aspersión y en las áreas periféricas, que presentan relieve complejo y suelos fuerte y extremadamente salinos , los

cuales requieren de nivelaciones capitales en la superficie e intensos lavados de suelo en la etapa preliminar, así como un régimen de lavado durante la explotación.

Al comparar las variantes de ubicación de los pozos de captación de agua se ha optado por la variante concentrada, con la localización de los pozos dentro de los límites de las áreas adjudicadas para la construcción del plan piloto y paralelamente al camino de acceso que une al área piloto con la carretera Panamericana.

La variante adoptada de la toma de agua garantiza la distribución de agua a los campos de riego y para su realización se requiere una cantidad mínima de estructuras especiales, por cuanto la mayor parte de los pozos (13), entregan agua directamente a los respectivos campos a trabajar. Los siete pozos restantes se ubican a lo largo del camino de acceso, entregando agua a un reservorio a través de un colector de dos líneas a presión.

Características del colector

La entrega de agua de los pozos de captación del 14 al 20, ubicados en el eje que cruza el valle de Motupe hacia la red de riego del área piloto, se efectúa a través de una tubería colectora a presión.

Considerando la gran dificultad para regular la acción conjunta de los equipos de bombeo que entregan agua a la tubería de presión, debido a su cantidad (más de cuatro), así como la posibilidad de la puesta en marcha por

etapas, en el proyecto ejecutivo se prevé la construcción de dos líneas de tubería con un diámetro máximo de 400 mm.

La longitud de la primera línea del colector, que opera con tres pozos los números 18,19,20, es de 2270 metros. La longitud de la segunda línea del colector que opera con 4 pozos (14,15,16,17) es de 1295 metros. Ambas líneas del colector son de construcción telescópica, con tubería de asbesto-cemento, marca Eternit, clase A5, los diámetros de los tubos son 200, 250, 300, 400 mm. El diámetro de los tubos y la longitud de los tramos de la tubería para los diámetros correspondientes se han calculado considerando la condición de trabajo conjunto de la máxima cantidad de pozos (3 y 4), el caudal máximo de 150 y 200 LPS y el nivel mínimo de las aguas freáticas en el año de diseño (el décimo después de la completa puesta en marcha de todos los pozos de captación).

En la primera línea del colector, en el tramo donde ésta cruza el cauce del río Motupe se prevé el reforzamiento del cauce sobre la tubería con una capa de mampostería.

Ambas líneas del colector terminan en una estructura de entrega, de la cual el agua se suministra al canal.

La colocación de la tubería se prevé en dos zanjas. El distanciamiento entre los ejes de la tubería es de dos metros. En el fondo de la zanja se prevé un solado de arena de 150mm de espesor.

Características de los pozos:

Localización .- Están ubicados en el caserío de Puerto Rico, distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque.

Datos técnicos, antecedentes y características constructivas.-

Pozo típico:

Año de perforación	1991
Método de perforación	Rotación directa
Profundidad de entubado	60.00 metros
Profundidad de filtro	44.00 metros
Tipo de filtro	Malla de acero inox. tipo Johnston
Profundidad antes de rehabilitación	55.00 metros

Trabajos de rehabilitación realizados.-

Limpieza de por lo menos 100 m², alrededor del pozo, habilitación de las vías de acceso para poder instalar los equipos de rehabilitación (compresor, trípode, entre otros).

Relleno con material compactado alrededor del antepozo, para prevenir hundimientos superficiales.

Limpieza y recuperación del fondo del pozo desde los 55.00 metros llegando hasta los 60.00 metros. Se emplea método de limpieza mediante aire comprimido.

Desarrollo del pozo con aire comprimido.-

Los trabajos de limpieza y recuperación del pozo con aire comprimido, son ejecutados iniciando la operación con tuberías sumergidas en el agua del pozo, hasta una profundidad mínima que asegure un coeficiente práctico de sumergencia.

Iniciada la operación, las tuberías se irán haciendo descender a medida que el agua expulsada por la tubería de descarga se encuentre libre de sólidos en suspensión, a medida que se va ganando fondo se hacen mediciones tanto de profundidad como del nivel dinámico, a fin de ir aumentando la presión de trabajo de la compresora.

El desarrollo del pozo con inyección de aire comprimido se efectúa empleando una línea de aire, con inyectores de avance lateral, por fuera de la tubería de descarga.

Se aplica la presión de trabajo por esta línea, lo cual permite desalojar la emulsión agua-aire creada dentro del pozo hacia el acuífero. Se detiene la inyección de aire y el flujo de la presión acuífera hacia el pozo obliga a que los finos que se encuentran cerca de la zona filtrante se introduzcan por las aberturas y vayan a alojarse al fondo.

Se deja reposar e luego se extraen los finos, inyectando aire por la línea interior en posición de bombeo. Se repite la operación a cada 1 ó 2 metros de filtro, ya sea en orden ascendente o descendente, hasta que el agua bombeada

se encuentre libre de sólidos en suspensión. La duración promedio de desarrollo por pozo es de 20 horas.

Suministro y aplicación de aditivos químicos defloculantes.-

Con la inyección permanente de aire comprimido de dos niveles de inyección, se adiciona aditivos químicos: tripolifosfato de sodio y ethoxil, para desalojar los óxidos y arcillas impregnados en la columna del pozo y en la zona filtrante. La adición de aditivos químicos defloculantes en los pozos que presentan estratos arcillosos contribuyen a mejorar las condiciones de permeabilidad y porosidad del acuífero circulante.

Se utiliza dos inyectores con presiones de 5 a 7 Kg./cm², a fin de crear recirculación y agitación permanente e intensiva en el pozo.

La adición de los aditivos químicos promedio por pozo es de 20 horas. es de 50 Kg. de Tripolifosfato y 1 galón de Ethoxil por pozo. Se suspende la inyección de aire comprimido a fin de conseguir que la escoria y los sedimentos se asienten en el fondo del pozo, para luego proceder al desalojo de los sedimentos mediante bombeos continuos.

Aplicación de grava seleccionada

Es el conjunto de operaciones en las cuales se efectúa la colocación de la cantidad necesaria y suficiente de grava en el espacio anular comprendido entre el forro y las paredes de formación; operación que se realizará por medio de las palas manuales y en forma lenta.

La colocación deberá efectuarse a un ritmo tal que se tenga la seguridad de que la grava va descendiendo por el espacio anular sin formar puentes u obstrucciones que alteren la continuidad del pre-filtro.

El engravado del pozo se realiza en forma paralela a los trabajos de recuperación de fondo y desarrollo de filtros; manteniendo la continuidad del empaque de grava a través de toda la columna del pozo. Para este caso el requerimiento de grava promedio por pozo es de 10 m³ de ¼" a ½" de diámetro.

Prueba de bombeo.-

Las pruebas de bombeo a caudales variables o pruebas de rendimiento, se ejecutan para obtener la curva característica del pozo, sobre la base de la cual es posible seleccionar el equipo de bombeo adecuado para dicho pozo, así como obtener información para determinar el caudal óptimo de explotación del mismo.

Las principales características de las pruebas son:

- Regímenes entre 3 y 5, teniendo una duración promedio de 48 horas, dependiendo esta de la estabilización de los niveles.
- Durante la realización de cada régimen, periódicamente se miden los caudales extraídos, los niveles dinámicos, y el número de revoluciones en el eje de la bomba.
- En cada prueba se obtiene una muestra de agua, con la finalidad de enviarlos al laboratorio para su análisis, con el objetivo de determinar las características físico químicas del agua.

- Se registra la turbidez del agua, determinando el tiempo en que esta se presenta y el contenido de sólidos en suspensión.

Considerando accionamiento mediante variador de velocidad, la bomba de explotación se dimensiona en previsión del caudal máximo. La bomba y el equipo de la planta asociado a ella, como tuberías, válvulas y tanques, deben ser diseñados siempre para cubrir el volumen máximo bombeado. La capacidad máxima de la estación viene determinada por los requerimientos de riego del fundo.

4.5 Cálculo de un sistema de presión constante y velocidad variable para un sistema de riego por goteo.

Por las características del suelo descritas en el acápite anterior, se plantea irrigar el fundo mediante tres métodos diferentes: gravedad, aspersión y goteo. Inicialmente las unidades básicas corresponden de un total de 1000 Hectáreas, a lotes de 78 Hectáreas, divididas a su vez en módulos de riego de 13 hectáreas cada uno.

El pozo que suministra el agua al primer lote corresponde al Pozo Puerto Rico, el que abastecerá a dos lotes de distintas extensiones y con diferencias topográficas. En alternativa este pozo debe de proporcionar eventualmente, agua para un lote cercano que se abastece por canal de regadío en los períodos en los que el mismo ~~entre~~ en mantenimiento. Es por ello que se distinguen tres áreas de trabajo a las siguientes cotas.

Zona	Unidad de riego (hectáreas)	Tipo de Cultivo	Altitud (metros)
A	13	Páprica	164
B	26	Algodón	160
C	39	Tomate	155

4.5.1 Cálculo del sistema de riego por goteo.

Se definen los siguientes términos básicos para el cálculo del sistema de riego por goteo planteado:

$$\text{Oferta de agua} = \frac{\text{Flujo por emisor}}{\text{Espaciamiento entre emisores} \times \text{Espaciamiento entre laterales}}$$

$$\text{Tiempo de riego por operación} = \frac{\text{Tiempo de riego por día}}{\text{Oferta de agua}}$$

$$\text{Número turnos de riego} = \frac{\text{Lámina de riego superficial}}{\text{Tiempo de riego por operación}}$$

$$\text{Área a regar por turno de riego} = \frac{\text{Área a cultivar}}{\text{Número turnos de riego}}$$

$$\text{Caudal por operación} = \frac{\text{Flujo por emisor} \times \text{Número total de emisores}}{\text{Número turnos de Riego} \times 3600}$$

$$\text{Presión requerida por desnivel terreno} = \text{Desnivel: boca del pozo a área de riego} + \text{Pérdida de presión en colector}$$

$$\text{Presión requerida ingreso cabezal} = \text{Presión mínima requerida inicio del lateral} + \text{Pérdida de presión en conducción sistema de riego} + \text{Pérdidas en el cabezal de filtrado} + \text{Pérdida accesorios : entre cabezal y lateral}$$

$$\text{Altura dinámica total} = \text{Presión requerida ingreso cabezal} + \text{Presión requerida por desnivel terreno} + \text{Presión requerida boca del pozo}$$

Zona		A	B	C
Tipo de cultivo		páprica	algodón	tomate
Área a cultivar	Hectáreas	13	26	39
Sistema de riego		goteo	goteo	gravedad
Demanda de agua				
Lámina de riego superficial mínimo	mm	5.00	5.00	----
Lámina de riego superficial máximo	mm	6.00	6.00	----
Lámina de riego por hectárea	M ³ /haxdía	50@60	50@60	----
Ciclo de riego		diario	diario	diario
Tiempo de riego por día	horas	12.00	12.00	----
Oferta de agua				
Flujo por emisor (gotero)	litros/hora	1.10	1.10	----
Espaciamiento entre emisores	metros	0.30	0.30	----
Espaciamiento entre laterales	metros	1.50	1.50	----
Número de laterales por hilera		1	1	----
Número total de emisores		288889	577778	----
Oferta de agua	mm/hora	2.44	2.44	----
Tiempo de riego por operación	horas/día	2.45	2.45	----
Número turnos de riego mínimo		5	5	----
Número turnos de riego máximo		6	6	----
Area a regar por turno de riego mínimo	Hectáreas	2.66	5.32	----
Area a regar por turno de riego máximo	Hectáreas	2.22	4.43	----
Demanda de agua por operación				
Caudal máximo por operación	litros/seg	18.06	36.11	36.00
Caudal mínimo por operación	litros/seg	15.05	30.09	36.00
Presiones				
Nivel dinámico del pozo	metros	15.70	25.70	25.70
Pérdida de presión en columna descarga	metros	0.30	1.00	1.00
Presión requerida boca del pozo	metros	16.00	26.70	26.70
Desnivel: boca del pozo a área de riego	metros	9.00	5.00	0.00
Pérdida de presión en tubería descarga	metros	2.00	2.60	1.30
Presión requerida por desnivel terreno	metros	11.00	7.60	1.30
Presión mínima requerida por emisor	metros	10.00	10.00	0.00
Presión mínima requerida inicio del lateral	metros	16.00	16.00	0.00
Pérdida de presión en conducción sist.riego	metros	8.00	5.00	0.00
Pérdidas en el cabezal de filtrado	metros	10.00	10.00	0.00

Zona		A	B	C
Pérdida accesorios:entre cabezal y lateral	metros	1.00	1.00	0.00
Presión requerida ingreso cabezal	metros	35.00	32.00	0.00
Altura dinámica total	metros	62.00	66.30	28.00

4.5.2 Curva de aforo pozo Puerto Rico

PRUEBA DE AFORO

LOCALIDAD JAYANCA
POZO PUERTO RICO N°1

FECHA DE LA PRUEBA : 19/08/01 a 22/08/01
 PROFUNDIDAD DE LA BOMBA: 40 m
 PROFUNDIDAD DEL POZO : 60 m
 NIVEL ESTÁTICO: 11 m



Figura 4.5.1 Curva de aforo pozo Puerto Rico N°1 Localidad Jayanca

4.5.3 Selección del equipo de bombeo

CARACTERISTICAS DEL POZO PUERTO RICO N° 1

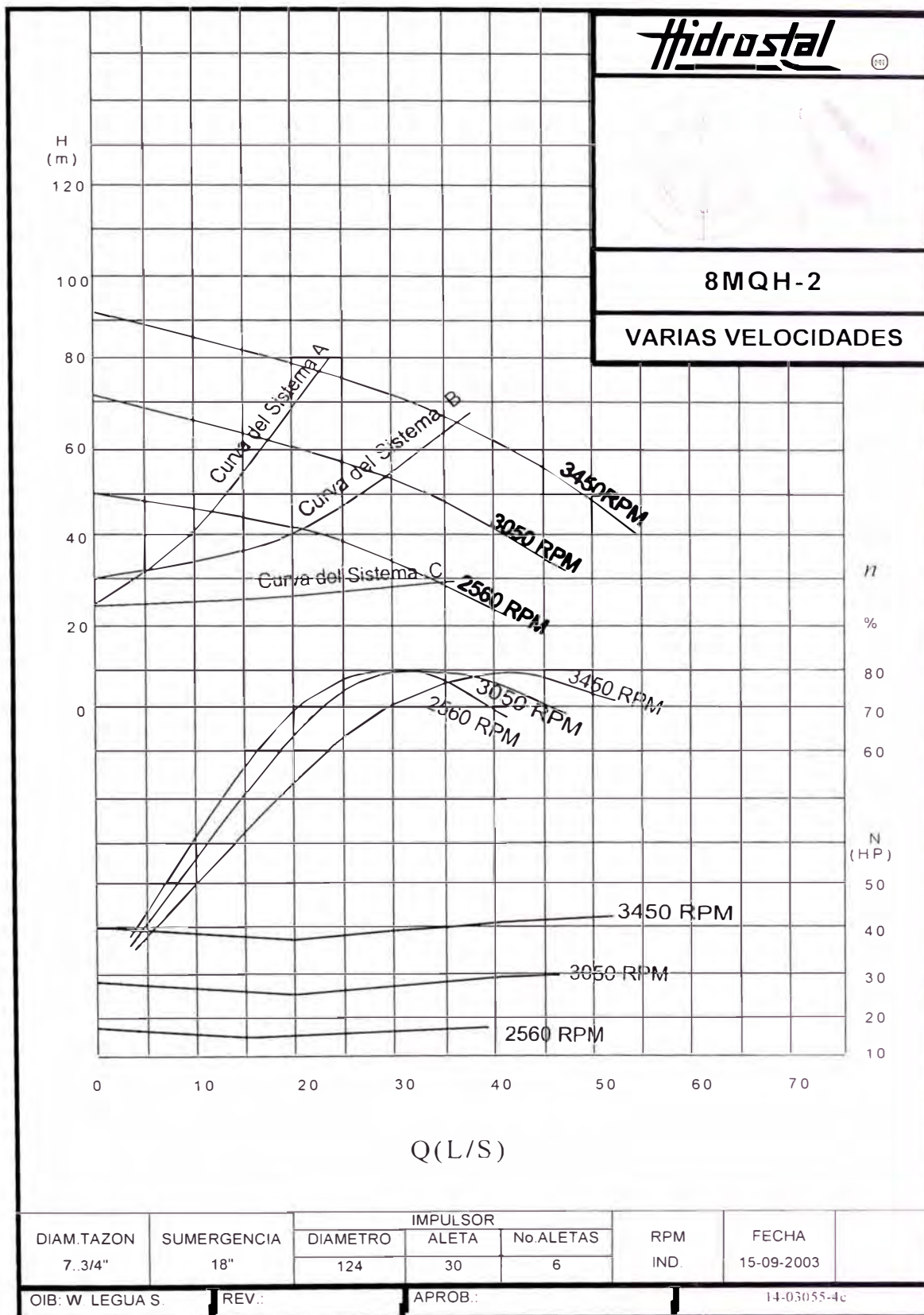
LOCALIDAD	JAYANCA
ALTITUD (msnm)	155
CAUDAL RECOMENDADO (l/s)	38

LOTE:		A	B	C
CONDICIONES DE OPERACIÓN	Caudal máximo por operación (l/s)	18	36	36
	Altura estática (m)	9	5	0
	Altitud (msnm)	164	160	155
	Nivel dinámico del pozo (m)	15.70	25.70	25.70
	Diámetro de la tubería (pulg)	6	6	6
	Longitud de la tubería (m)	250	75	40
	Velocidad en tubería (m/s)	1	2	2
	Pérdidas hidráulicas tubería(m)	2	2.6	1.3
	ADT (m)	62	66.3	28
BOMBA	Modelo Bomba	8MQH-2		
	Velocidad bomba (rpm)	3050	3450	2560
	Eficiencia (%)	60	80	77
	HP absorbido en punto de bombeo	24.8	40.0	17.5
MOTOR	HP MOTOR	50		
	Voltaje (V)	440		
	Amperaje nominal del motor (A)	65		
CABLE	Longitud del cable (pies)	110		
	No del cable sumergible (AWG)	2 AWG		
	Área mínima requerida para $\Delta V \leq 3\%$ en mm ²	21.60		
	Área del cable seleccionado (mm ²)	33.63		
	Caída de voltaje en cable en %	1.10		
COL. DE DESCARGA	Diámetro de columna (pulg)	6"		
	No tramos Columna descarga (c/u de 10')	10		
	Longitud de columna (pies)	100		
	Pérdidas por fricción en columna (m)	0.3	1	1
	Velocidad en columna descarga (m/s)	1	2	2

IMPORTANTE: LA SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

CUMPLE

1. Pérdida por fricción en la columna $\leq 5\%$
2. Pérdida por fricción en la check ≤ 3.5 ADT
3. Caída de voltaje en cable $\leq 3\%$
4. El motor cubre la máxima potencia requerida por La bomba, dejando disponible el F.S. de 1.15.



4.5.4.- Curva de rendimiento hidraulico

CAPÍTULO N° ~~5~~

ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 Situación de la infraestructura de soporte hídrico de la costa peruana.

Uno de los factores limitantes de la productividad de las 836,000 ha bajo riego de la costa peruana, descritas en el capítulo segundo, lo constituye el deficiente estado de las infraestructuras de riego y drenaje, tanto a nivel parcelario como colectivo.

La falta de tecnificación y principalmente el abandono del agro, determinan la progresiva pérdida de las incipientes infraestructuras disponibles.

Esta situación de deterioro físico se ve seriamente agravada al no existir en el país el mantenimiento de un registro histórico que nos brinde información de las variaciones estacionales de los recursos hídricos disponibles. Valor agregado requerido para los grandes proyectos de inversión agrícola.

Los principales problemas infraestructurales lo constituyen:

5.1.1 Riego.

1.- Insuficiente regulación de los ríos. Sólo seis de las 53 cuencas hidrográficas costeras cuentan con obras importantes de regulación, que atienden una superficie bajo riego de 207,000 ha. Otras 170,000 ha. disponen de pequeñas obras de regulación en lagunas situadas en la parte alta de la cuenca, aunque su limitada capacidad hace que la regulación sea insuficiente.

Las restantes 459,000 ha. es decir, el 55% del área regada de la Costa, no cuentan con ninguna regulación, por lo que los riegos son muy dependientes de las irregulares descargas de los ríos, representando los siguientes inconvenientes:

- Los recursos hídricos no son correctamente aprovechados, los mismos en la época de lluvias se pierden en el mar, mientras que el resto del año el déficit de agua no permite atender el riego de muchas tierras con buena aptitud agrícola
- La programación los riegos se efectúa sólo a corto plazo, en el mejor de los casos semanalmente. Es muy poco precisa, ya que las previsiones se ven afectadas por la presencia o falta de lluvias.

2.- Pérdidas en los canales y acequias. Salvo algunas excepciones, la red de conducción y distribución consiste en una serie de canales abiertos, la mayoría sin revestir, con importantes pérdidas por filtración y dificultades de manejo y mantenimiento. A nivel nacional **la eficiencia media de conducción y distribución se estima en el 45% y la de aplicación en parcela en el 65%**, lo que hace que **la eficiencia global sea tan sólo del 30%**. Por tanto, una parte importante de la mejora de la eficiencia consiste en el revestimiento de las redes de conducción y distribución con altos porcentajes de pérdidas.

3.- Bocatomas deficientes. Sólo el 30% del área regada cuenta con bocatomas estables; el 12% tiene bocatomas incompletas y el restante 58% dispone de bocatomas rústicas que no permiten una buena captación del agua de los ríos y que con frecuencia son destruidas por las avenidas.

4.- Falta de estructuras de control y medición del agua. Se dificulta una distribución técnica del agua y la aplicación de tarifas volumétricas procedimiento que sería muy eficaz para incentivar el ahorro de agua.

5.- Falta de registros históricos. No se dispone de registros históricos de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos y sus fluctuaciones estacionales así como sus variaciones ante la presencia del fenómeno del niño.

5.1.2 Drenaje.

Las redes de drenaje son insuficientes. En general sólo se han construido los drenes colectores principales y faltan por construir los secundarios y parcelarios, por lo que los sistemas de drenaje sólo realizan la función de eliminar las aguas sobrantes pero no la de controlar las capas freáticas. Incluso la eliminación del agua superficial no se realiza satisfactoriamente, debido al mal mantenimiento de los drenes. Ello, junto con las pérdidas de agua de las irrigaciones, ha provocado en las partes bajas de los valles problemas de elevamiento de los niveles freáticos, con su secuela de salinización, situación agravada en las áreas arroceras, debido a las grandes dotaciones de agua características de este cultivo. Se estima que en los regadíos costeros los problemas de drenaje y/o salinización afectan a unas 250,000 has, aunque desde 1989 este dato no se ha actualizado.

5.2. Rentabilidad e impactos de un estudio de riego.

El Ministerio de Agricultura del Perú, con ayuda de FAO y el BID, realizó, entre 1992 y 1996, 22 proyectos de mejoramiento de riego en otras tantas irrigaciones de la costa. Aunque los citados proyectos incluían el cálculo de la rentabilidad de las inversiones en mejoramiento del riego, varias razones aconsejan actualizar y completar dichos estudios. Por una parte está el hecho

de que, en los casi diez años transcurridos, han cambiado algunas de las circunstancias que influyen en la selección que los agricultores hacen de sus cultivos (económicas, de mercado y otras). Por otra, el Estudio de la Rentabilidad de la Agricultura de la Costa del Perú (ERAC), incluye un detalladísimo análisis económico de los principales cultivos y modelos de fincas de la agricultura costeña peruana, de manera que es conveniente aprovechar esa información para actualizar y perfeccionar los estudios de rentabilidad, además de ordenar la información básica de todos los trabajos que formen parte del ERAC. El objetivo del estudio se amplía, no limitándose al cálculo de la rentabilidad, sino incluyendo una serie de indicadores de gran utilidad para una evaluación de las obras de mejoramiento, como son el coste medio por ha, el coste de creación de un puesto de trabajo, el incremento de las disponibilidades económicas familiares, la generación de empleo propio y asalariado, la productividad del m³ del agua de riego etc., todo ello presentado individualmente para cada finca y para cada valle y, sobre todo, con un consolidado nacional del que se puedan obtener conclusiones que ayuden a formular una estrategia nacional de riego.

5.3.- Metodología.

El presente estudio se ha desarrollado en tres etapas. En la primera se analizó la operación de una bomba centrífuga a diferentes regímenes de carga

y velocidad, contrastando con la operación de un variador de velocidad. En la segunda etapa fundamentalmente agronómica se analizó las diversas fuentes de agua y la importancia de su empleo óptimo para la economía agraria del país. Finalmente en esta tercera etapa se efectúa un análisis de rentabilidad e impactos, mediante , los siguientes indicadores:

- Rentabilidad
- Ahorro de agua
- Inversión necesaria para el ahorro requerido.
- Productividad.

5.4. Análisis económico para el proyecto agrícola planteado.

La regulación del equipo de bombeo, para el proyecto agrícola planteado se puede obtener mediante diversos métodos:

1. Control por estrangulamiento mediante una válvula.
2. Control de la bomba por arranque-parada.
3. Empleo de varias unidades de bombeo.
4. Control de velocidad, por ejemplo, mediante un convertidor de frecuencia

1. Control por estrangulamiento mediante una válvula.

El control por estrangulamiento es, aún en la actualidad, el método más extendido en diversas aplicaciones. Su eficiencia es sin embargo muy baja en

comparación con el control de velocidad que a menudo proporciona un ahorro de energía de más del 50 por ciento. (figuras 5.4.1 y 5.4.2)

2. Control de la bomba por arranque-parada.

Las bombas de las plantas de abastecimiento de agua potable y las de tratamiento de aguas residuales se controlan normalmente mediante control de nivel de arranque-parada. Su rendimiento es pobre y los frecuentes arranques y paradas desgastan los equipos de la planta.

3. Empleo de varias unidades de bombeo.

Principalmente en la construcción civil, ya sea para abastecimiento de agua o en sistemas de aire acondicionado, se ha venido desdoblado el número de unidades de bombeo para que operen de acuerdo a la demanda del momento requerido. Se regula la presión o temperatura mediante sensores que actúan apagando o conectando bombas. Ello significa un alto costo de inversión y la regulación resulta siempre gruesa con el consiguiente mayor consumo de energía.

4.- Control de velocidad, por ejemplo, mediante un convertidor de frecuencia

Mediante el control de velocidad se consigue fácilmente un mejor resultado que con otras formas de control no lineales, arriba descritas. Una desventaja del funcionamiento intermitente representa la discontinuidad de regulación. El parámetro controlado, por ejemplo caudal o presión, varía. Con un convertidor se consigue un control exacto y lineal. (figuras 5.4.3, 5.4.4, 5.4.5)

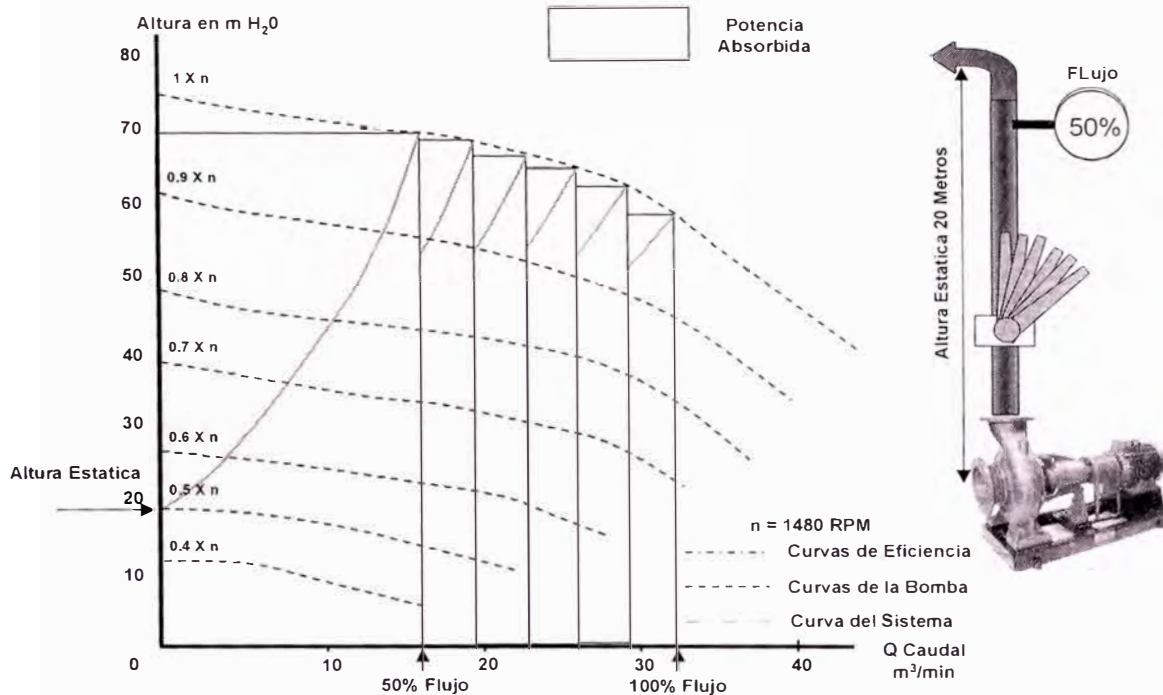


Fig. 5.4.1.- Sistema de flujo variable con estrangulamiento.

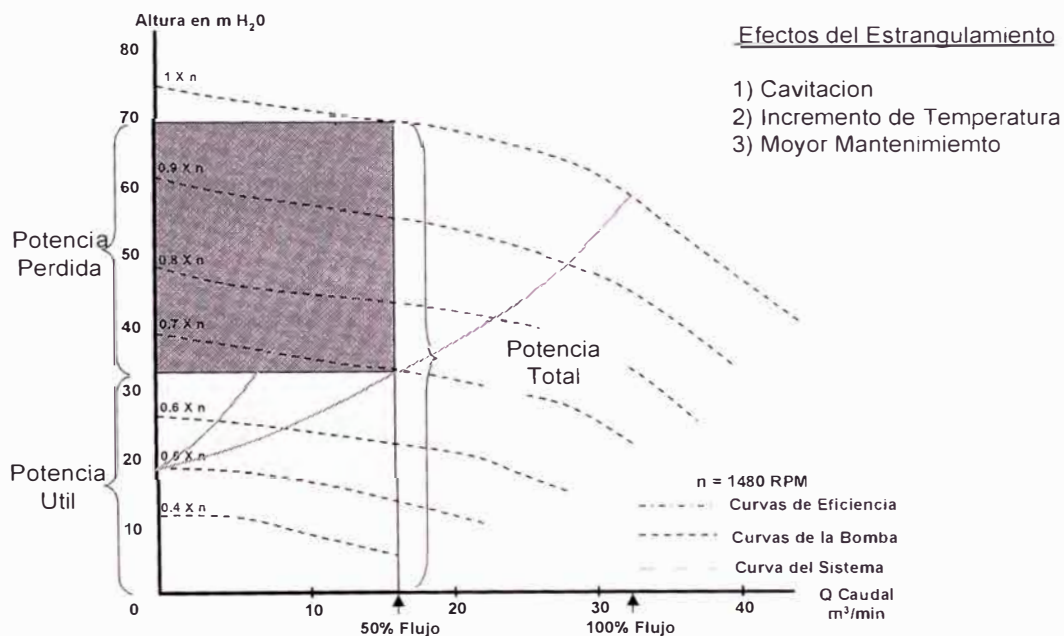


Fig. 5.4.2.- Potencia perdida con sistema de estrangulamiento.

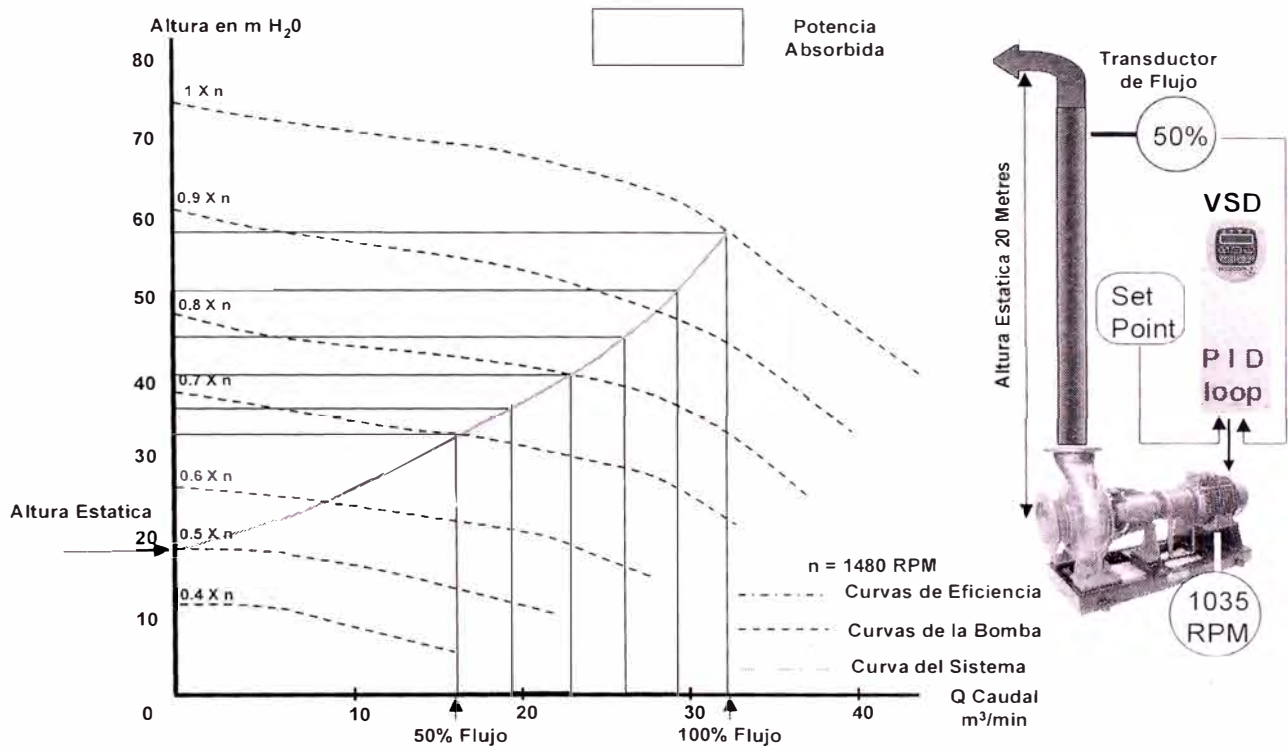


Fig. 5.4.3.- Ejemplo de sistema de flujo variable con variador de velocidad.

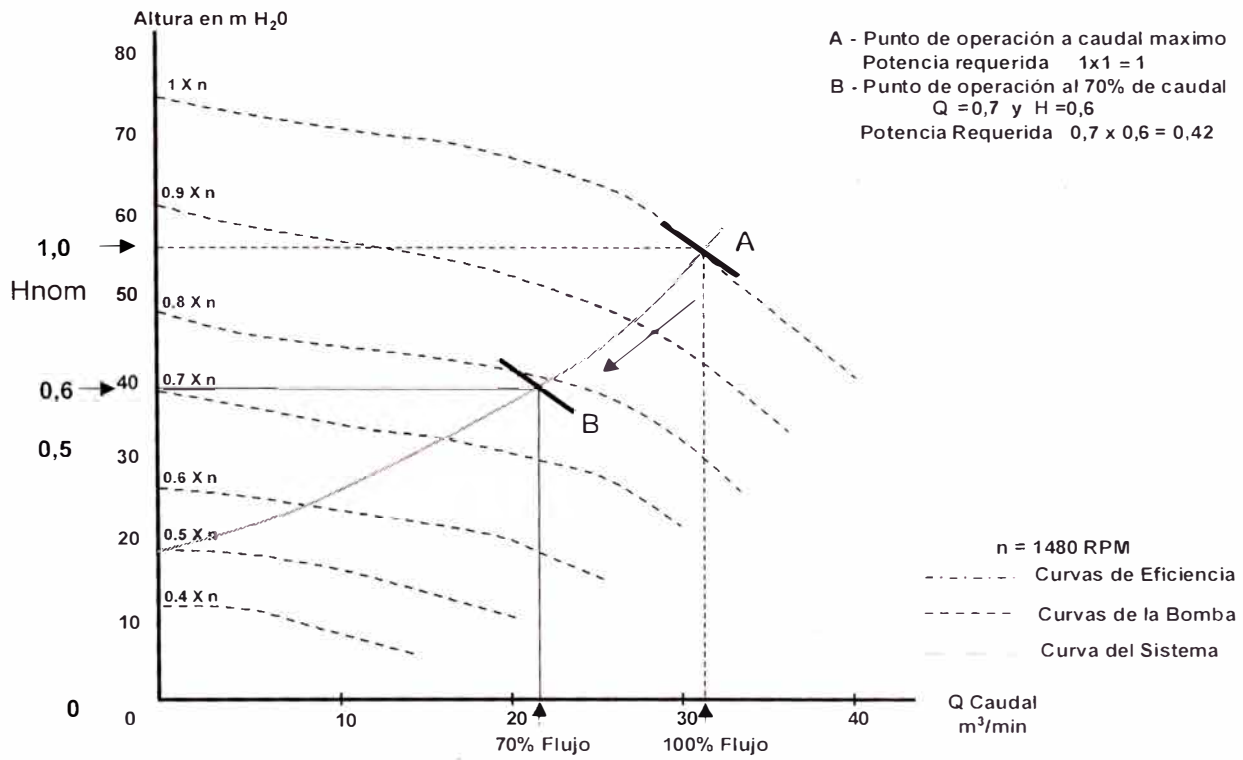


Fig. 5.4.4.- Energía consumida usando variador de velocidad.

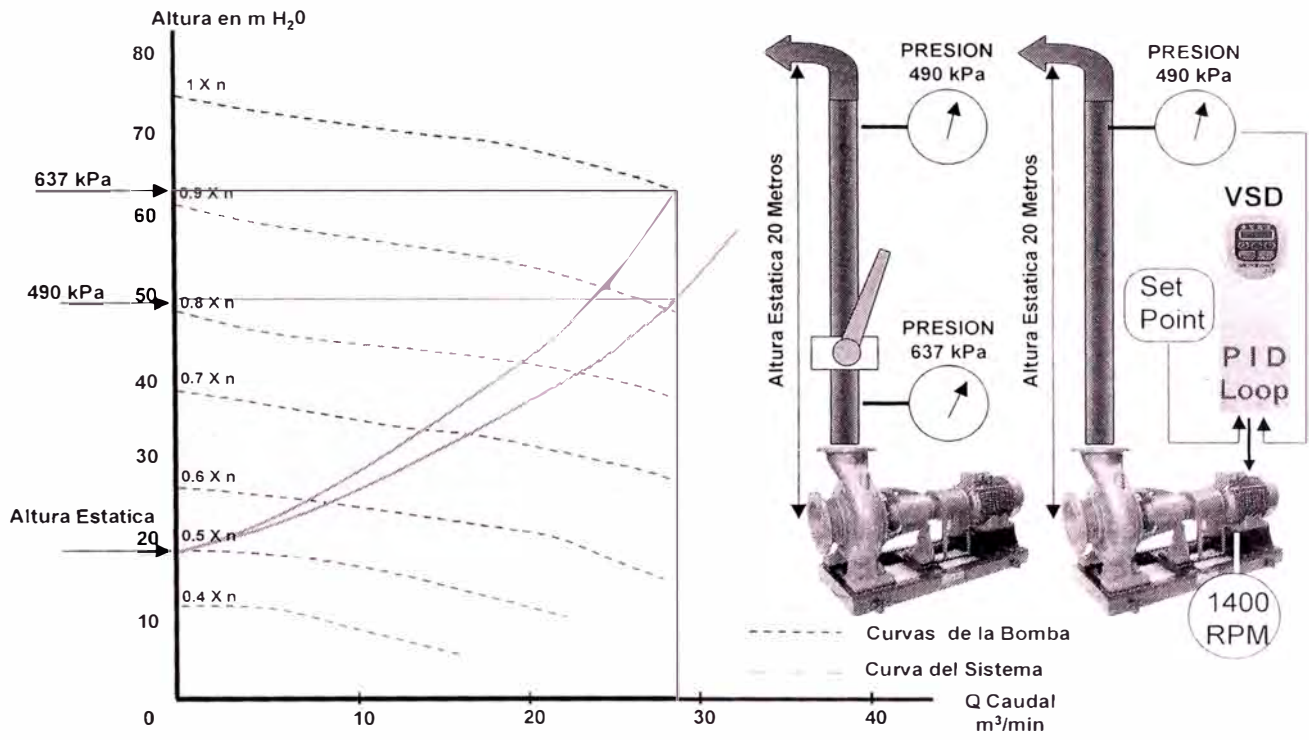


Fig. 5.4.5.-Ejemplo sistema de bombeo a presión constante.

5.4.1 Estructura de costos iniciales.

EQUIPAMIENTO, MONTAJE Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION DE BOMBEO

POZO PUERTO RICO

CONSIDERANDO OPERACIÓN CON VARIADOR DE VELOCIDAD

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.UNIT. US\$.	P. TOTAL US\$.
1.00	ELECTROBOMBA Y COLUMNA DE DESCARGA				
1.01	Electrobomba Sumergible para agua de pozo profundo. 36 l/s., 66.3m., 440 voltios, 60 hz. Ver especificaciones técnicas.	CJT	1.00	5,217.00	5,217.00
1.02	Cable Sumergible plano estreflex. EPR/CPE 4 * 33.63 mm2	ML	33.50	14.00	469.00
1.03	Empalme sumergible hermético para cable de 4*33.63 mm2	UND	1.00	98.00	98.00
1.04	Cople bomba - motor de acero Sch. 80		1.00	418.00	418.00
1.05	Tubo de enfriamiento de acero inoxidable	CJT	1.00	306.00	306.00
1.06	Columna de descarga de 6"acero Sch 40.	UND	10.00	210.00	2,100.00
1.07	Codo de descarga de 6" Sch. 80	PZA	1.00	412.00	412.00
1.08	Abrazadera de 6"acero	PZA	10.00	5.00	50.00
1.09	Manómetro 0 - 200 Bar. Metálico	PZA	1.00	70.00	70.00
	TOTAL ELECTROBOMBA Y COLUMNA DESCARGA	CJT			9,140.00
2.00	VARIADOR DE VELOCIDAD DE 50 HP, 440 VOLTIOS, 60 HERZ	PZA	1.00		
2.01	Modelo VE – 60 - Marca PDL ELECTRONICS Grado de protección IP 54				
2.02	Filtro contra armónicos				
2.03	Interruptor termomagnético				
2.04	Gabinete metálico tipo mural				
	TOTAL VARIADOR DE VELOCIDAD DE 50 HP, 440 VOLTIOS, 60 HERZ				3,700.00
	SUBTOTAL EQUIPAMIENTO				12,840.00
3.00	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO				
1.12	Preparación, sellado y acabado anticorrosivo de tubería y de la linterna de descarga	UND	10.00	15.00	150.00
1.13	Montaje electromecánico de electrobomba sumergible, columna y linterna de descarga a la profundidad de 30m	CJT	1.00	1,500.00	1,500.00
	TOTAL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO				1,650.00
4.00	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO				
	Pruebas y puesta en marcha del equipo	CJT	1.00	500.00	500.00
VALOR VENTA TOTAL				US\$. 14,990.00	
I.G.V. (19%)				US\$. 2,848.10	
PRECIO VENTA TOTAL				US\$. 17,838.10	

EQUIPAMIENTO, MONTAJE Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION DE BOMBEO**POZO PUERTO RICO****CONSIDERANDO OPERACIÓN CON****TABLERO DE SOFT - START**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.UNIT. US\$.	P. TOTAL US\$.
1.00	ELECTROBOMBA Y COLUMNA DE DESCARGA				
1.01	Electrobomba Sumergible para agua de pozo profundo. 36 l/s., 66.3m., 440 voltios, 60 hz. Ver especificaciones técnicas.	CJT	1.00	5,217.00	5,217.00
1.02	Cable Sumergible plano esttraflex. EPR/CPE 4 * 33.63 mm2	ML	33.50	14.00	469.00
1.03	Empalme sumergible hermético para cable de 4*33.63 mm2	UND	1.00	98.00	98.00
1.04	Cople bomba - motor de acero Sch. 80		1.00	418.00	418.00
1.05	Tubo de enfriamiento de acero inoxidable	CJT	1.00	306.00	306.00
1.06	Columna de descarga de 6"acero Sch 40.	UND	10.00	210.00	2,100.00
1.07	Codo de descarga de 6" Sch. 80	PZA	1.00	412.00	412.00
1.08	Abrazadera de 6"acero	PZA	10.00	5.00	50.00
1.09	Manómetro 0 - 200 Bar. Metálico	PZA	1.00	70.00	70.00
	TOTAL ELECTROBOMBA Y COLUMNA DESCARGA	CJT			9,140.00
2.00	TABLERO SOFT START DE 50 HP, 440 VOLTIOS, 60 HERZ				
2.01	Interruptor termomagnético regulable Modelo MZM7 - 80 Regulación térmica de 63 a 80 Amp., magnética de 6 a 12x lo	CJT	1.00		
2.02	Arrancador Mod. PE START, para motor de 50 HP, 440 V., 60	PZA	1.00		
2.03	Contactador By Pass DIL3M- 80	PZA	1.00		
2.04	Control de nivel Modelo CNE, de 03 electrodos.	PZA	1.00		
2.05	Lámparas de señalización, pulsador doble start / stop	CJT	1.00		
2.06	Selector manual - cero - automático	PZA	1.00		
2.07	Transformador de control de 460 a 220 voltios.	PZA	1.00		
2.08	Gabinete metálico tipo mural	PZA	1.00		
	TOTAL TABLERO DE ARRANQUE DE MOTOR 50 HP 440v				1,750.00
	SUBTOTAL EQUIPAMIENTO				10,890.00
3.00	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO				
1.12	Preparación, sellado y acabado anticorrosivo de tubería y de la linterna de descarga	UND	10.00	15.00	150.00
1.13	Montaje electromecánico de electrobomba sumergible, columna y linterna de descarga a la profundidad de 30m	CJT	1.00	1,500.00	1,500.00
	TOTAL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO				1,650.00
4.00	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO				
	Pruebas y puesta en marcha del equipo	CJT	1.00	500.00	500.00
VALOR VENTA TOTAL				US\$.	13,040.00
I.G.V. (19%)				US\$.	2,477.60
PRECIO VENTA TOTAL				US\$.	15,517.60

5.4.2 Cálculo del consumo de energía en sistemas de estrangulamiento.

El control por estrangulamiento consiste en restringir el flujo de líquido en las tuberías mediante una válvula. Esto conlleva una pérdida de energía, pues la bomba trabaja continuamente contra la alta presión impuesta por la válvula. La potencia consumida por la bomba se puede calcular con la siguiente fórmula:

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

donde:

- P = potencia (kW)
- Q = caudal (m³/s)
- H = altura (m)
- ρ = densidad del líquido (kg/m³)
- g = aceleración de la gravedad (m/sec²)
- n = rendimiento de la bomba

Esta fórmula demuestra que la potencia requerida P depende directamente del producto del caudal Q, y de la altura H. La figura 5.4.2 ilustra la demanda de potencia total y la pérdida de potencia.

Se puede ver en este ejemplo, que la demanda de potencia con control de velocidad es menos de la mitad que la requerida usando control por estrangulamiento.

El ahorro de energía obtenido depende esencialmente del caudal promedio. La figura 5.4.4, muestra la magnitud que puede tener la energía ahorrada a diferentes niveles de volumen bombeado. Se puede calcular el ahorro de energía cuando se conoce la potencia ahorrada, multiplicando dicho valor por el factor tiempo.

1.- Cálculo de la potencia requerida.

Mediante las curvas características de la bomba se determina: (fig. 5.4.7)

Control por estrangulamiento P_1 :

$$P_1 = \frac{Q_m(m^3/h) \times H_1(m) \times \rho(kg/dm^3) \times g(m/s^2)}{3600 \times \eta_1} \quad kW$$

Control de velocidad P_2 :

$$P_2 = \frac{Q_m(m^3/h) \times H_2(m) \times \rho(kg/dm^3) \times g(m/s^2)}{3600 \times \eta_2} \quad kW$$

2.- Cálculo del ahorro de potencia.

El ahorro de potencia que se obtiene con control por variador de velocidad es:

$$P_s = \frac{P_1 - P_2}{\eta}$$

donde el divisor η es el rendimiento del motor.

3.- Cálculo del ahorro de energía.

El ahorro anual de energía se obtiene multiplicando el ahorro de potencia por las horas de operación, es decir:

$$W_s = P_s \times t_a = \frac{P_1 \cdot P_2}{\eta} \times t_a$$

4.-Ahorro económico.

El ahorro anual de dinero se halla multiplicando el ahorro de energía por el precio de la unidad de energía k .

$$K_s \text{ (ahorro anual en dinero)} = W_s \text{ (kWh/a)} \times k \text{ (precio/kWh)}$$

5.-Tiempo de recuperación de la inversión

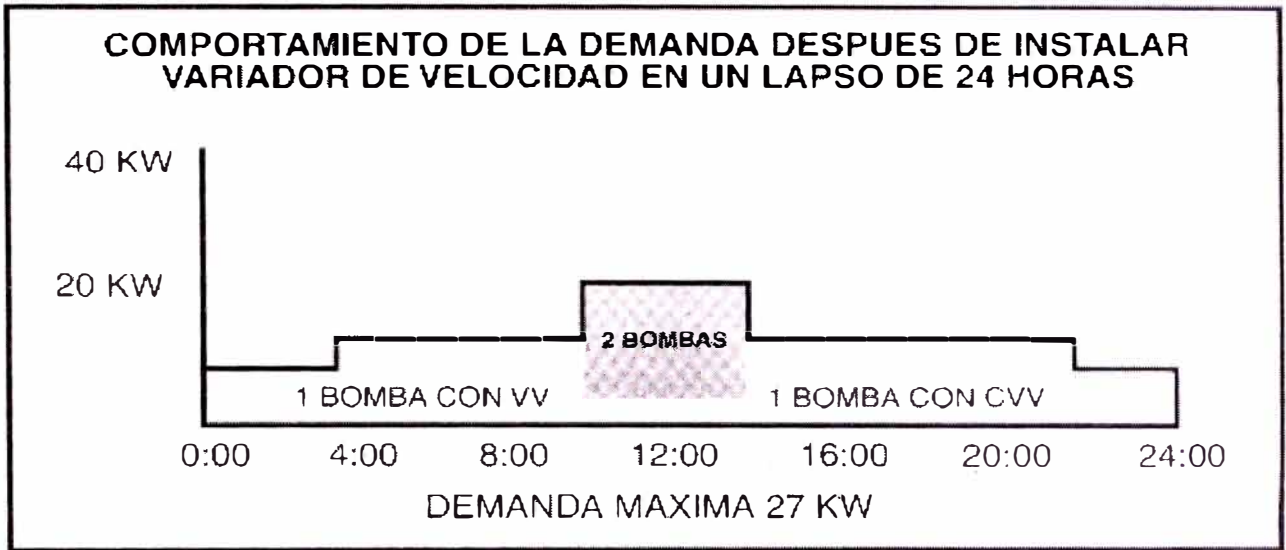
Comparando la diferencia de costo K_p entre el control de velocidad y el control por estrangulamiento en relación con el ahorro anual K_s , se obtiene el tiempo de recuperación de la inversión:

$$t_t = \frac{K_p}{K_s}$$

donde:

K_p : costo del equipo.

K_s : ahorro anual de dinero.



Consumo por día y mes en kWh antes de instalar un variador de velocidad.

Horas	kW	kWh
14	40*	560
10	20	200
Total kWh por día		760
Total kWh por mes		22,800

Consumo por día y mes en kWh después de instalar un variador de velocidad.

Horas	kW	kWh
4	27	108
14	16	224
16	11	66
Total kWh por día		398
Total kWh por mes		11,940

Ahorro por demanda = 40 kW - 27 kW

13 kW mensual

Ahorro por consumo = 760 kWh - 398 kWh

362 kWh por día
10,860 kWh por mes

Recuperación de la inversión

15 meses

Figura 5.4.6.- Comportamiento de la demanda después de instalar un variador de velocidad para el periodo de un día.

$$P = \frac{Q \times H \times d \times g}{n}$$

⊖ Control por Estrangulamiento

$$P1 = \frac{QM \text{ (m}^3\text{/h)} \times H1 \text{ (m)} \times d \text{ (Kg./dm}^3\text{)} \times g \text{ (m/s}^2\text{)}}{3600 \times n1} \quad \text{KW}$$

⊖ Control Con Variador de Velocidad

$$P2 = \frac{QM \text{ (m}^3\text{/h)} \times H2 \text{ (m)} \times d \text{ (Kg./dm}^3\text{)} \times g \text{ (m/s}^2\text{)}}{3600 \times n2} \quad \text{KW}$$

⊖ Ahorro de Potencia

$$P \text{ (ahorrada)} = \frac{P1 - P2}{n} \quad \text{Rendimiento Motor}$$

⊖ Ahorro de Energía

$$W \text{ (ahorrada)} = P \text{ ahorrada} \times T \text{ operación} \quad \text{(K w h / a)}$$

⊖ Ahorro de Dinero al Año

$$K \$ = W \text{ (ahorrada)} \times K e \text{ (Precio / K W / h)} \quad \text{US\$}$$

⊖ Tiempo de Retorno de inversión

$$T r = \frac{\text{Precio del Variador}}{K \$}$$

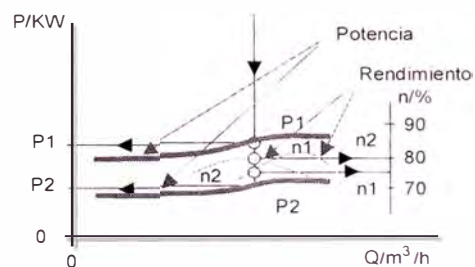
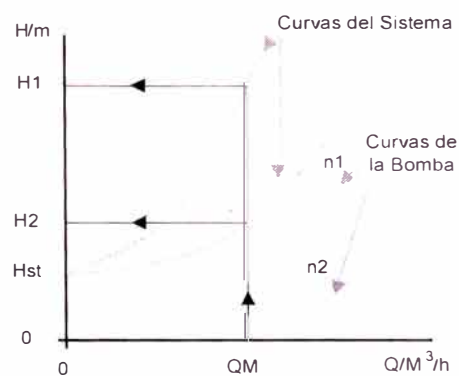


Fig. 5.4.7 Ejemplo cálculo de ahorro de energía.

5.4.3 Comparación entre un sistema de regulación convencional de estrangulamiento y un sistema que opera con variador de velocidad.

LOTE:	A	B	C
Caudal máximo por operación (l/s)	18	36	36
Altura estática (m)	9	5	0
Tiempo de riego por día estimado(horas)	8	8	8
Altitud (msnm)	164	160	155
Nivel dinámico del pozo (m)	15.7	25.7	25.7
Longitud de la tubería (m)	250	75	40
ADT (m)	62	66.3	28
Modelo Bomba	8MQH-2		
Velocidad bomba (rpm)	3050	3450	2560
Eficiencia (%)	60	80	77
Potencia absorbida en punto de bombeo(HP)	24.80	39.78	17.45
Potencia absorbida en punto de bombeo(kw)	18.50	29.68	13.02
Potencia teórica (HP)	14.88	31.82	13.44
Potencia teórica (kw)	11.10	23.74	10.03
Presión por estrangulamiento (m)	82.00	66.30	66.30
Eficiencia punto presión estrangulamiento (%)	52.00	80.00	73.00
Potencia por estrangulamiento (HP)	37.85	39.78	43.59
Potencia por estrangulamiento (kw)	28.23	29.68	32.52
Eficiencia del motor(%)	73.00	87.90	87.90
Ahorro de potencia (kw)	13.33		22.18
Ahorro diario de energía (kw-h)	106.66		177.48
Ahorro diario en US\$	5		9
Ahorro anual en US\$	1946		3239
Ahorro total anual en US\$		5185	
Costo del variador de velocidad (US\$)		3700	
Tiempo de recuperación de la inversión (año)		0.71	
Tiempo de recuperación de la inversión (meses)		9	
Diferencia costo variador de velocidad y soft start (US\$)		1950	
Diferencia costo variador de velocidad y soft start (US\$)		0.38	
Tiempo de recuperación de la inversión (meses)		5	

5.4.4 Consideraciones finales al análisis económico.

Del análisis del acápite anterior, se infiere que la diferencia entre la adquisición de un variador de velocidad y un tablero soft start, se amortiza en un período de cinco meses; correspondiendo el 25 % del costo total del equipamiento electromecánico del pozo, al costo inicial del variador.

Considerando para las cuarenta hectáreas analizadas, el riego tecnificado representa una inversión de 60,000 US \$, el costo del variador se reduce a un 4% de la inversión total de equipamiento. Esta relación se hace insignificante si se considera el costo del terreno, de perforación del pozo, gastos agrícolas entre otros inherentes al proyecto.

Amerita tener en consideración, que sean en un plazo muy corto, los variadores de velocidad los únicos sistemas que se empleen como sistemas de protección y control de los sistemas de bombeo correspondientes a los equipos de riego de uso agrícola.

Las diferentes condiciones futuras, ya sea por el período de crecimiento de la planta o períodos de agoste o reducción de agua así lo justifican. En el caso de los frutales por ejemplo, a partir del tercer año muchas de estas especies, requieren duplicar el caudal de riego. Otros como el espárrago, antes

de la cosecha y agoste requieren un golpe de riego, prácticamente que se incrementa al doble la entrega de agua.

Otra gran ventaja del variador de velocidad es que permite -en el caso del campo- donde las distancias son considerables, instalar sistemas de automatización y telemetría permitiendo el control a distancia de los equipos de bombeo de los cabezales de riego.

CONCLUSIONES

Siendo el agua precisamente el principal recurso de la actividad agrícola; el uso racional de la misma y por ende de la energía requerida, nos debería llevar a niveles de control hasta el límite de los requerimientos biológicos diarios de cada especie que se cultive. De acuerdo al período estacional que se atraviese, así como a la etapa de crecimiento del cultivo; maximizando los rendimientos en los sistemas de conducción de agua, riego, bombeo, automatización y control; especialmente en la operación de todos los equipos electromecánicos involucrados.

Es por ello que el empleo del variador de velocidad en un sistema de bombeo de uso agrícola reviste especial importancia, permitiendo la adecuación del performance hidráulico de una bomba centrífuga ante las siguientes variaciones:

- Terrenos de diferentes condiciones topográficas
- Tipos de cultivo diferentes.
- Fluctuaciones estacionales de requerimientos de riego de la especie.
- Variación de condiciones climáticas.
- Condiciones de variación de la napa freática y por ende del rendimiento del pozo.
- Variación de las condiciones estacionales para el periodo estimado de vida útil del equipo.
- Futuras condiciones de incremento o descenso de demanda de agua.
- Eventualidad ante el fenómeno del niño.

Al igual que las fuentes de agua de superficie como son los ríos y lagos, los acuíferos subterráneos constituyen fuentes de una capacidad finita. Es por ello que la explotación de los mismos debe hacerse de una forma racional, más aún considerando el mayor costo que se tiene por producción unitaria de metro cúbico de agua obtenido contra muchas fuentes de más fácil acceso.

En el país, el cambio de uso de la tierra, debido al crecimiento de las ciudades resulta de efectos irreversibles y son una consecuencia directa de la prevalencia que tiene lo urbano sobre lo rural, resultando ahora paradójico el tener ciudades erigidas en suelos agrícolamente ricos y con escaso

suministro de agua el mismo que ya se encuentra comprometido y zonas rurales en áreas semiáridas que requieren ser previamente trabajadas y preparadas para acondicionarlas para trabajo agrícola.

Otro factor que se tiene lamentablemente en contra es que debido al abandono del agro en las últimas tres décadas; no se dispone de datos históricos confiables que permitan analizar las variaciones no sólo de las precipitaciones pluviales, sino también de las variaciones del nivel estático o del índice de abatimiento de los acuíferos subterráneos.

Al no existir registros confiables al respecto, esto hace que los cálculos de los proyectos de inversión en la agro industria, para el tema de riego asuman factores de seguridad ante eventuales variaciones estacionales de la napa freática. Esto se ve especialmente agravado con la presencia del fenómeno del niño, el mismo que no sólo afecta la zona costa de nuestro país, sino que sobrepasa nuestras fronteras. Razones que de por sí justifican el empleo de variadores de velocidad.

En la década de los años 50 se empezaron a integrar en la agricultura proyectos hidráulicos, de los que se beneficiaron superficies agrícolas significativas y que iniciaron el trasvase de las aguas de la vertiente Atlántica a la vertiente Pacífico. A diferencia de las décadas de los 50 y los 60 en las que el sector privado tuvo a su cargo el mayor desarrollo del riego, a partir de 1969, año en el que se promulgó la Ley de Reforma Agraria, no se realizaron inversiones significativas en el riego por parte del sector privado. En general, ha

quedado a cargo del Estado la formulación de proyectos, así como su ejecución y puesta en marcha. La superficie bajo riego en 1972 era de 1'078,000 ha, según el Censo Agropecuario de 1972. En estos últimos 30 años, aunque se han realizado grandes proyectos de riego en la costa y medianos y pequeños en la sierra y selva, estos esfuerzos no han impedido las pérdidas de áreas bajo riego por problemas de salinidad y anegamiento asociados.

La superficie potencial de riego, considerando la aptitud de los suelos y los recursos climáticos, se estima en 6'411,263 ha. El área bajo riego en 1998 en los distritos de riego era de 1'025,228 ha, de las cuales la mayor parte se ubicaban en la costa, donde dadas las condiciones climáticas, no se puede desarrollar una agricultura sin riego. Por lo tanto, la superficie total bajo riego en Perú estaría en el año 2000, en torno a 1'200,000 ha.

Ante este evidente descenso en el país de la superficie agrícola, según registro histórico de los últimos treinta años; la infraestructura de riego requiere de :

1. Mejora de bocatomas y de los tramos en mal estado de las redes de conducción y distribución, donde se producen importantes pérdidas de agua.
2. Estructuras de control y medición como partidores, retenciones, compuertas, tomas y aforadores y diversas obras de fábrica (alcantarillas, puentes, sifones etc.).

3. Mejoras en las obras de regulación en las lagunas y pequeños trasvases de la cordillera.
4. Modernización de sistemas de conducción y riego.

En el último caso de modernizar el sistema de riego de los cultivos actuales, este consiste en términos agrícolas en aumentar las láminas de los riegos individuales, acortando los intervalos o ambas medidas a la vez. Como consecuencia, se producen unos incrementos en los rendimientos de los cultivos que varían entre un mínimo del 4% en el caso del algodón y la vid en el valle de Ica y un máximo del 17% en el cultivo del maíz amarillo en el valle de Bajo Piura. En concreto esta optimización se logra cambiando los sistemas de riego de gravedad a sistemas de riego por goteo, los cuales en su gran mayoría requieren de estaciones de bombeo.

Las inversiones en mejoramiento del riego presentan una buena rentabilidad. Si se compara este con el establecimiento de nuevas irrigaciones, hay dos diferencias principales que son causa importante de esa rentabilidad:

- (i) Lo reducido de la inversión frente a las inversiones en el caso de las nuevas irrigaciones.
- (ii) El corto plazo con que las obras producen efectos.

En el caso del mejoramiento -por incidir sobre tierras que ya están en cultivo- los beneficios se producen desde el mismo momento en que la obra está finalizada, mientras que en las nuevas irrigaciones, a veces pasan décadas

hasta que el agua llega a las parcelas. Las rentabilidades más altas se obtienen en valles donde los cultivos de alto valor representan un porcentaje importante.

Impactos inmediatos para la economía nacional corresponden a

- Ahorro de agua en el consumo de agua.
- Generación de empleo.
- Mejora de la economía rural.
- Descentralización del país.
- Incremento de la oferta agrícola nacional.

La elección de éstos cambios por los agricultores es un proceso complejo que depende de condicionantes económicos: fundamentalmente rentabilidad, necesidad de financiamiento, dificultades de mercado para sus productos y factores culturales

En cuanto a la operación de los variadores, sus principales ventajas vienen reflejadas por:

- (i) Los motores de jaula de ardilla insumen potencia reactiva que debe ser generada de alguna forma. Para evitar una carga innecesaria de potencia reactiva en la red de distribución, la compensación normalmente se lleva a cabo mediante condensadores situados cerca del motor. Los convertidores de frecuencia actuales generan la potencia reactiva requerida por el motor y hacen innecesario el uso de condensadores de

compensación. Se reduce así el costo de inversión y se alcanza un efecto de compensación óptimo.

- (ii) Las posibilidades de variación del comportamiento hidráulico de una bomba centrífuga pueden ser explotadas adecuadamente mediante la operación de un variador de frecuencia o de velocidad, con lo que se logra adecuarnos al punto óptimo de operación requerido que nos asegure el mejor rendimiento y por ende un sustancial ahorro de energía.
- (iii) La velocidad en bombas centrífugas puede ser automáticamente controlada para mantener una presión determinada bajo requerimientos de caudal variable. Además de eliminar fluctuaciones de presión, se obtienen valiosos ahorros de energía. Similares sistemas son aplicables para regular otras variables como caudal, nivel, temperatura.
- (iv) Con el convertidor de frecuencia se consigue un mejor resultado que con otras formas de control no lineales. Una desventaja del funcionamiento intermitente es la discontinuidad de regulación.
- (v) Usando un variador de velocidad, tanto la bomba como los elementos estáticos de la estación de bombeo experimentan un menor desgaste, lo que redundará en un aumento de la vida útil mecánica y menor costo de mantenimiento.

- (vi) Se reducen las tensiones estáticas ya que el sistema no está forzado a operar con una alta presión de bombeo continuamente tal como sucede con el control por estrangulamiento. La presión se adapta a la demanda.
- (vii) El esfuerzo dinámico es mucho menor con el control suave de una variador que con un control intermitente de arranque parada.
- (viii) Se evitan los golpes de ariete que soportan las tuberías y demás equipamiento de la estación de bombeo y se extiende la vida útil de los equipos.
- (ix) La corriente de arranque que toma de la línea de suministro eléctrico el motor de la bomba equipado con un variador de velocidad, es sólo una fracción de la que se requeriría mediante un arranque directo. De esta forma el equipo de distribución eléctrico puede ser mas pequeño y económico
- (x) En caso de requerir un generador para suministro eléctrico de la unidad de bombeo, cuando se emplea un convertidor de frecuencia, el tamaño del generador se reduce a un 30 %, 50% del calculado originalmente.

Estas ventajas, representan solo unas de las varias oportunidades que existen para conseguir considerables disminuciones de los costos de

operaciones al controlar los sistemas tecnificados de riego con variadores de velocidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ARVIZA, J. ...Redes de baja pérdida y alto control - Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 1994.
- CLEMENT, R. ...El riego tecnificado y las redes colectivas de distribución a presión.- Barcelona, Editores técnicos Asociados, 1986.
- GRANADOS, A. ...Redes colectivas de riego a presión.- Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 1990.
- INFORME FAO...Riego en América Latina y el Caribe en cifras.- Lima. FAO, 2000.
- INFORME CEPIS...Evaluación de los servicios de Agua Potable y saneamiento 2000 en las Américas.- Lima, CEPIS, 2000.
- MUÑOZ GARCÍA, Antonio...Aseguramiento de la calidad en la explotación de aguas subterráneas.- Madrid, ITGE, 2000.

- GARCÍA, Francisco...Ventajas económicas en el uso de variadores de velocidad.- Madrid, Fideicomiso para el ahorro de energía, 1999.
- SANDOVAL, Alberto...Beneficios de los variadores de velocidad.- Lima, Universidad Nacional de Ingeniería, 2000.

APÉNDICE

RESUMEN DE GRÁFICOS

GRÁFICO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA	N°
CAPÍTULO 1 Operación de una bomba centrífuga a diferentes regímenes de carga y de velocidad.			
1.1.1	Puntos de bombeo de máximo y mínimo caudal por variación de la demanda.	9	1.
1.1.2	Cambio de los puntos de bombeo y la curva del sistema por aumento de la demanda, variación del nivel estático y aumento de las pérdidas hidráulicas en el sistema.	9	2.
1.1.3	Rango de caudales y alturas que necesita bombearse.	9	3.
1.3.1	Curvas de una bomba turbina a diferentes velocidades.	15	4.
1.3.2	Leyes de afinidad.	16	5.
1.3.3	Performance hidráulico a diferentes velocidades, altura estática nula	17	6.
1.3.4	Performance hidráulico a diferentes velocidades, altura estática 20m.	17	7.
CAPÍTULO 2 Extracción de agua del subsuelo.			
2.1.1	Esquema y definiciones de un pozo profundo.	21	8.
2.1.2	Corte geológico. Perfil técnico pozo Cervecería San Juan	22	9.
2.1.3	Interferencia de los conos de depresión en dos pozos.	25	10.
2.2.1	Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo PP 01 – San Miguel de Piura	26	11.
2.2.2	Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo 1 – Proyecto Río Chillón, Carabayllo.	27	12.
2.2.3	Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo 2 – Proyecto Río Chillón, Carabayllo.	28	13.
2.2.4.	Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo 13 – Proyecto Río Chillón, Carabayllo.	29	14.
2.2.5	Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo 14–Proyecto Río Chillón, Carabayllo.	30	15.
2.2.6	Curva de aforo de un pozo profundo. Pozo N°2–Cervecería San Juan	31	16.
2.4.1	Principales vertientes hidrográficas de Perú (1) La superficie drenada dentro del país. 2. El aporte de los ríos fronterizos Putumayo y Yavari, estimados a su salida en Perú en 50 y 107 km ³ /año respectivamente, no está incluido en los RHIR ni en los RHTR.	35	17.
2.4.2	Distribución del número y capacidad de los principales embalses, según regiones (1995)	36	18.
2.4.3	Lagunas naturales en la Sierra de Perú.	37	19.
2.4.4	Distribución del número y capacidad de los principales embalses según regiones (1995).	38	20.
2.5.1	Extracción de agua subterránea para usos consuntivos, por vertientes y sectores: 18 973 millones de m ³ (1992).	39	21.
2.5.2.	Extracción de agua subterránea en la costa del Perú según sectores.	40	22.
2.6.1	Las principales características de los DR, según vertientes.	45	23.
2.6.2	Técnicas de riego en la Costa de Perú, 1997.	46	24.
2.6.3.	Extracción de aguas subterráneas en la Costa de Perú, según sectores.	47	25.
CAPÍTULO 3 Variador de velocidad.			
3.3.1	Par de una bomba centrífuga según su velocidad.	57	26.
3.4.1	Componentes principales de un variador de frecuencia.	58	27.
3.7.1	Comparación de distintos sistemas de arranque.	63	28.
3.9.1	Sistema de bombeo operando contra actuador y válvulas de estrangulamiento.	70	29.
3.9.2	Sistema de bombeo operando con variador de velocidad.	70	30.
3.9.3	Sistema de flujo variable con variador de velocidad.	71	31.
3.9.4	Ahorro de energía usando variador de velocidad.	71	32.
CAPÍTULO 4 Sistema de abastecimiento de agua del subsuelo controlado por variador de frecuencia.			
4.2.1	Energía consumida usando válvulas de estrangulamiento..	83	33.
4.2.2	Energía consumida usando variador de velocidad.	83	34.
4.5.1	Curva de aforo pozo puerto Rico N° 1 Localidad Jayanca	97	35.
4.5.2	Curva de performance hidráulico bomba seleccionada	99	36.
CAPÍTULO 5 Análisis económico.			
5.4.1	Sistema de flujo variable con estrangulamiento	107	37.
5.4.2	Potencia perdida con sistema de estrangulamiento	107	38.
5.4.3	Ejemplo de sistema de flujo variable con variador de velocidad	108	39.
5.4.4	Energía consumida usando variador de velocidad	109	40.
5.4.5	Ejemplo de sistema de bombeo a presión constante	110	41.
5.4.6	Comportamiento de la demanda después de instalar variador de velocidad	116	42.
5.4.7	Ejemplo cálculo de ahorro de energía	117	43.

PRESUPUESTOS

COTIZACIÓN BOMBA SUMERGIBLE

APÉNDICE

Lima, 29 de septiembre del 2003

Oferta N° VL-1834

Señor

MANUEL MENDIETA

Presente.-

Estimado señor:

Referencia : Sistema de Bombeo
Equipamiento de Pozo Tubular Puerto Rico

Atendiendo su solicitud de cotización de la referencia y de acuerdo a los datos proporcionados por ustedes, nos es grato cotizarles como sigue:

A. ELECTROBOMBA SUMERGIBLE (POZO PROFUNDO)

Equipo de bombeo sumergible marca Byron Jackson-Hidrostral, que se compone:

- Electrobomba sumergible vertical para pozo profundo marca Byron Jackson-Hidrostral, con tazonas de fierro fundido gris, grano fino A28, clase 30 ASTM. El tazón de descarga se incluye una válvula check de cierre rápido. Los impulsores son tipo cerrados en bronce al silicio, balanceados estáticamente y dinámicamente, y permiten incluir un anillo para recuperar la luz inicial perdida por efectos de desgaste en la operación. El eje de la bomba es de acero inoxidable AISI 416 torneado y rectificado, acoplada a motor eléctrico sumergible con sus principales componentes en material de acero inoxidable. Los motores incorporan sellos para evitar que el agua del pozo ingrese al motor y adicionalmente un collar de acero inoxidable para prevenir el ingreso de arena. El motor incluye un tramo inicial de cable de 100" de largo.
- Cable sumergible tripolar tipo plano de 3 conductores importado de gran flexibilidad garantizando en todos los cables y empalmes una caída de tensión menor al 5%.
- Columna exterior de tubería de acero sin costura ASTM A-120-67T, Schedule 40, en secciones intercambiables 10 ' con unión incluida.
- Abrazaderas de acero inoxidable.
- Tubo de enfriamiento
- Codo linterna descarga fabricado en fierro fundido gris.

POZO TUBULAR	PUERTO RICO
DESCRIPCION	ITEM 1
MODELO	8MQH-2-SR8-DI-50-36-440
<u>Datos de la Bomba</u>	
Caudal (lps)	36
ADT(m)	66.3
Eficiencia (%)	80
Potencia absorbida pto. op. (HP)	40
Máx. potencia Absorbida (HP)	43
Diámetro impulsor (mm)	124
Velocidad	3450
<u>Materiales de Construcción</u>	
Tazones / Cuerpo	Fierro Fundido Gris
Impulsores	Bronce
Eje	Acero Inoxidable 416
Diám. x longitud de columna (pies)	6" x 100'
<u>Datos Motor Sumergible</u>	
Marca	SAER
Potencia (HP)	50
Arranque	Directo
Factor de servicio	1.15
Voltaje / Fases / Frecuencia	440 V / 3 / 60 Hz
Longitud (pies) - Tipo de cable	110' - 2 AWG

Pág. 3

Oferta N° VL – 1834

PROPUESTA ECONOMICA

ITEM	CANT	DESCRIPCION	V. VENTA UNIT US\$	V. VENTA TOT. US\$
1A	01	Bomba Sumergible para Pozo Puerto Rico.	9,140.00	9,140.00
VALOR VENTA NETO			US\$	9,140.00
I.G.V. 19%			US\$	1,736.60
PRECIO VENTA TOTAL			US\$	10,876.60

Precios: En US\$ Dólares Americanos, el cliente puede pagar en nuevos soles al tipo de cambio de venta del día de pago.

CONDICIONES DE VENTA

Forma de Pago: 50% con su Pedido, saldo Contra entrega.

Plazo de entrega: A la fecha nuestro plazo de entrega es de 04 semanas

Validez de Oferta: 30 días.

Lugar de entrega: En nuestros almacenes de la ciudad de Lima

Garantía: Los equipos ofertados HIDROSTAL tienen 12 meses de garantía de acuerdo a nuestras Condiciones Generales de Ventas. Adjunto a la presente.

Nos ponemos a su disposición para atender cualquier requerimiento adicional que tenga sobre la presente oferta. Estamos a su servicio y con gusto lo atenderemos

Atentamente,

Gerente de Ventas

Lima, Lunes 20 de agosto del 2003

Cotización N° HG-1252-1003

Señor(es)
MANUEL MENDIETA
 FAX: 489-0006

Presente.-

Estimado señor:

Atendiendo a su solicitud, les hacemos llegar nuestra cotización como sigue:

Item	Unid	Descripción	Precio Unitario	Monto Total
01	1	VARIADOR DE VELOCIDAD PARA MOTOR DE 50HP / 440 Modelo: VE-60 Marca: PDL ELECTRONICS Grado de Protección IP-54 INCLUYE: <ul style="list-style-type: none"> • Filtros Contra armónicos y • Filtro de RFI como standard 	\$3,700.00	\$3,700.00
			Sub total	\$3,700.00
			IGV (19%)	\$703.00
			TOTAL :	\$4,403.00

* 01 Año de garantía del equipo contra defectos de fabricación.

CONDICIONES COMERCIALES

Tiempo de entrega :	EN STOCK Después de recibida su orden y/o cotización aceptada.
Forma de pago :	FACTURA 30 DIAS
Otros :	Su O /C deberá hacer referencia al presente No. de Cotización, en señal de conformidad con las condiciones comerciales.

Validez de la oferta: 15 días

Atentamente,

ING. HENRY GONZALES
 SUB GERENTE

Lima, Lunes 20 de agosto del 2003

Cotización N° HG-1253-1003

Señor(es)

MANUEL MENDIETA

FAX: 489-0006

Presente.-

Estimado señor:

Atendiendo a su solicitud, les hacemos llegar nuestra cotización como sigue:

Item	Unid	Descripción	Precio Unitario	Monto Total
01	1	TABLERO PARA ARRANQUE Y CONTROL DE MOTOR DE 50HP / 440VOL INCLUYE: 01 Interruptor Termomagnético Modelo: NZM7-80N Regulación Térmica de 63 a 80 AMP Regulación Magnética de 6 a 12 x lo 01 Arrancador Electrónico Estático Modelo: PE START para motor de 50HP / 440VOL 01 Contacto By Pass DIL3M-80 01 Control de Nivel Modelo: CNE Marca: EPLI + 3 electrodos 02 Lámparas de Señalización Tipo LED 01 Pulsador doble STAR STOP 01 Selector manual cero automático 01 Transformador de control de 460 a 220VOL	\$1,750.00	\$1,750.00
			Sub total	\$1,750.00
			IGV (19%)	\$332.50
			TOTAL :	\$2,082.50

* 01 Año de garantía del equipo contra defectos de fabricación.

CONDICIONES COMERCIALES

Tiempo de entrega :	05 DIAS Después de recibida su orden y/o cotización aceptada.
Forma de pago :	FACTURA 30 DIAS
Otros :	Su O/ C deberá hacer referencia al presente No. de Cotización, en señal de conformidad con las condiciones comerciales.

Validez de la oferta: 15 días

Atentamente,

ING. HENRY GONZALES

SUB GERENTE

CATÁLOGOS



Empresa Certificada

ISO 14001 - ISO 9001

Certificado N°:66509

Certificado N°:32551

hidrostat

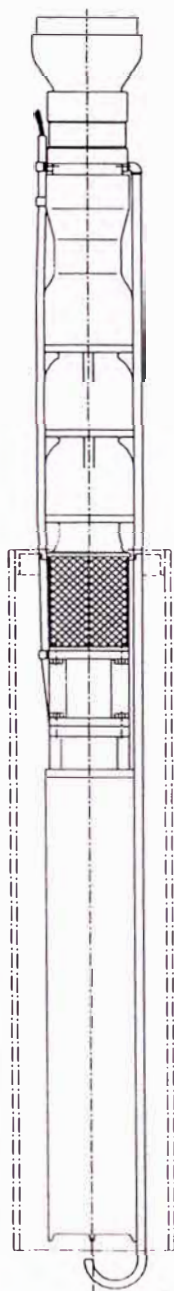
MR

SOLUCIONES CON TECNOLOGIA

0283031700_2-110_02/02_D

MANUAL DEL USUARIO

INSTALACION OPERACION Y MANTENIMIENTO



Bomba Turbina Sumergible

ESTIMADO CLIENTE : RECOMENDAMOS COMPLETAR LOS SIGUIENTES DATOS PARA UNA FUTURA REFERENCIA DE SU EQUIPO DE BOMBEO

CODIGO DEL EQUIPO

No. PEDIDO INTERNO

MODELO DE LA BOMBA

NUMERO DE SERIE

CAUDAL (LITROS/SEGUNDO)

A.D.T. (METROS)

R.P.M.

H.P.

MOTOR

FECHA DE INSTALACION

INDICE

INTRODUCCION.....	3
PLACA DE IDENTIFICACION.....	3
GARANTIA.....	3
1. DESCRIPCION.....	3
2 COMPONENTES.....	3
2.1 Motor Sumergible.....	3
2.2 Cuerpo de la bomba.....	3
2.3 Cable sumergible.....	3
2.4 Camiseta de enfriamiento.....	3
2.5 Tubería de descarga.....	3
2.6 Codo linterna de descarga.....	3
2.7 Tablero de control.....	4
2.8 Dispositivo contra la marcha en seco.....	4
3 INSPECCION DEL EQUIPO.....	4
4 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.....	4
5 ANTES DE LA INSTALACION.....	4
5.1 Verificación del pozo.....	4
5.2 Consideraciones para la instalación.....	4
5.2.1 Cimentación.....	4
5.2.2 Efecto de los abrasivos.....	5
5.2.3 Efecto de los gases.....	5
6 SECUENCIA EN LA INSTALACION.....	5
6.1 Equipo requerido para la instalación.....	5
6.2 Verificación del llenado del motor.....	5
6.3 Verificación del sentido de rotación.....	5
6.4 Instalación de la bomba, tubería de descarga y cable.....	5
6.5 Verificación del aislamiento del cable.....	6
7 PUESTA EN MARCHA Y VERIFICACION DEL DESEMPEÑO DE LA BOMBA.....	6
8 CONTROL PERIODICO.....	7
ANEXOS.....	7
Anexo1 - Requerimientos eléctricos.....	7
Anexo2 - Características del agua a ser bombeada.....	8
Anexo3 - Consideraciones para la selección del cable sumergible.....	8
Anexo4 - Esquema de conexión del motor sumergible.....	9
Anexo5 - Empalme del cable sumergible.....	9
Anexo6 - Frecuencia de arranques en la electrobomba.....	9
Anexo7 - Uso de variadores de frecuencia - Frecuencias máxima y mínima.....	10
Anexo8 - Problemas en el funcionamiento de la Bomba Sumergible.....	11
ESQUEMAS Y DIBUJOS.....	12
Esquema de instalación típica.....	12
Bomba sumergible - Componentes.....	13
Bomba sumergible - Lista de componentes genérica.....	16
Motor Saer - Componentes.....	17
FORMATOS.....	19
Formato de registro de operación.....	19
Formato de evaluación de fallas.....	20

INTRODUCCION

Lea detenidamente este manual, el manual de operación del motor y cualquier información suplementaria entregada con el equipo antes de operarlo.

Este manual de instrucciones contiene las indicaciones básicas que se deberá cumplir durante la instalación, operación y mantenimiento. Por lo tanto, es indispensable que tanto el instalador como el personal técnico responsable lean este manual y se familiaricen con él antes de iniciar el montaje. El manual deberá estar disponible permanentemente y cerca al equipo si es posible.

Si tiene alguna duda acerca del contenido de este manual, por favor contáctese con nosotros.

PLACA DE IDENTIFICACION

Transcriba el número de pedido interno y los datos contenidos en la placa de identificación de la bomba y motor a este manual. Esta información le será solicitada al realizarnos cualquier consulta.

GARANTIA

La garantía se aplica según nuestras **CONDICIONES GENERALES DE VENTA** siempre y cuando se cumplan las instrucciones dadas en este manual. Sin embargo, la garantía cesa si el equipo se emplea para bombear otros líquidos o líquidos con diferentes características (diferentes temperatura, concentración, acidez, cantidad de sólidos, etc.) de las indicadas en nuestra **CONFIRMACION DE PEDIDO**.

La garantía no cubre defectos originados por mal mantenimiento, empleo inadecuado, medios de servicio inapropiados, emplazamiento defectuoso o instalación incorrecta.

Nota importante: vea Anexos 1 y 2 - Requerimientos eléctricos y características del agua bombeada (al final de este manual).

1. DESCRIPCION

El equipo de bombeo está comprendido por una bomba turbina directamente acoplada a un motor sumergible. Este motor, que se encuentra en la parte inferior del pozo, está especialmente diseñado para trabajar completamente sumergido en agua. La construcción vertical y el uso de un motor sumergible, reducen el espacio requerido de instalación y permiten el uso de una cimentación sencilla.

2. COMPONENTES

2.1 Motor sumergible

El diseño especial del motor permite que éste se ubique en la parte inferior del pozo, reduciendo el espacio necesario para la instalación y haciendo innecesario un eje de transmisión desde la superficie hasta el cuerpo de la bomba. Los motores están contruidos con bobinado tipo mojado, es decir en contacto directo con el agua de llenado del motor y están provistos de una membrana goma para lograr un equilibrio entre las presiones interna y externa. Todos los motores están contruidos según normas NEMA.

2.2 Cuerpo de la bomba

El cuerpo de la bomba de una o varias etapas es el conjunto de tazones e impulsores. El número de etapas depende de la altura dinámica total y caudal requeridos. Está provisto de una canastilla para evitar el ingreso de materiales extraños y una válvula check incorporada que no permite el regreso del agua bombeada.

2.3 Cable sumergible

La potencia eléctrica es transmitida desde el tablero de control hasta el motor sumergible por medio de un cable garantizado para trabajar debajo del agua, y del calibre adecuado para transmitir la corriente del motor a plena carga al voltaje requerido sin una caída excesiva de tensión. El cable sumergible está soportado por la columna de descarga mediante abrazaderas.

2.4 Camiseta de enfriamiento

Es un tubo de PVC que rodea al motor sumergible, cuya función es asegurar un flujo de agua alrededor del motor, lo que permite una mayor disipación del calor de éste. En casos especiales cuando el pozo es de diámetro reducido, el tubo de enfriamiento puede ser reemplazado por un inductor de flujo que es una tubería que toma agua de la descarga de la bomba para descargarla por debajo del motor sumergible e inducir un flujo alrededor del motor, enfriándolo.

2.5 Tubería de descarga

La tubería de descarga está formada por secciones de tubería de acero sin costura Sch. 40 y de 10 pies de longitud, unidas por uniones simples.

2.6 Codo linterna de descarga

Fabricado de acero, sostiene todo el peso del equipo y

conduce el agua hacia el árbol de descarga. El codo de descarga de radio largo está provisto de una brida ASA clase 125 (puede también fabricarse bajo norma ISO). El codo linterna está además provisto de una conexión NPT de 3" para la salida del cable sumergible.

2.7 Tablero de control

Es el que controla el funcionamiento del equipo. Debe tener un grado de protección adecuado al lugar en el que será instalado. Vea el Anexo 1 - Requerimientos eléctricos.

2.8 Dispositivo contra la marcha en seco.

Es un sensor instalado en una tubería de PVC dentro del pozo que evita que la bomba no tenga suficiente sumergencia o NPSH, o funcione en seco en casos de que el nivel dinámico del pozo baje. Controla el equipo apagando la bomba en el caso de que el nivel de agua alcance un mínimo pre-establecido

3. INSPECCION DEL EQUIPO

Al recibir la unidad revise cuidadosamente y verifique la lista de componentes. Asegúrese de que el cable sumergible no se encuentra cortado o raspado. Manipule la bomba y el cable con cuidado y no coloque objetos encima de ellos (esto es muy importante para no perder el alineamiento preciso de la bomba ni dañar el cable sumergible). Informe a la agencia de transportes acerca de cualquier daño percibido o falta de piezas y contáctenos inmediatamente.

4. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

IMPORTANTE: Nunca utilice el cable para soportar el peso de la bomba.

El grupo tiene que ser transportado de manera adecuada y por personal experimentado. Debe tenerse mucho cuidado en no dañar los cables de alimentación del motor. El conjunto motor - bomba durante el almacenamiento y transporte tiene que estar apoyado en por lo menos 3 puntos para evitar daños en el acoplamiento y deformaciones de los ejes. El motor se entrega lleno con mezcla anticongelante hasta -30°C; si será transportado o almacenado a temperaturas inferiores, debe vaciarse el motor y secarlo con aire caliente -a no más de 70°C-. No almacenar en lugares sujetos a variaciones extremas de temperatura, y proteger de la radiación solar directa, calor y polvo. Sea cuidadoso al descargar el equipo. Durante el traslado tenga cuidado en no dañar el cable de

alimentación del motor. Actúe siempre con la máxima precaución y utilizando elementos de izaje preparados para soportar el peso del equipo que además se encuentren en buen estado.

5. ANTES DE LA INSTALACION

5.1 Verificación del pozo

Compruebe que el pozo es lo suficientemente profundo para permitir la instalación de la bomba. Si no se conoce, el diámetro y la profundidad del pozo midalos bajando un tubo de diámetro exterior igual al del cuerpo de la bomba. Asegúrese de que el pozo es recto. En caso que el perforador del pozo no suministre este dato, debe verificarse antes de instalar la bomba.

Una bomba nueva no puede ser usada para limpiar o desarrollar un pozo. La limpieza, el desarenamiento y desarrollo de un pozo son parte del contrato de perforación. Esas operaciones deben de estar a cargo de un perforador profesional y deben de ser realizadas con una bomba de prueba y nunca con la bomba definitiva. En el caso extremo de tener que utilizar la bomba nueva para estos trabajos, es preciso regular la descarga a un caudal mínimo, hasta conseguir que el agua descargada esté libre de arena. Vea "Efecto de los abrasivos" más adelante en este manual.

La bomba debe ser instalada por lo menos tres metros por debajo del nivel dinámico del pozo (al caudal solicitado) y tres metros sobre el fondo especialmente en pozos con antecedentes de arenamiento.

No instale la bomba por debajo del filtro más bajo del entubado del pozo a menos que el tamaño del pozo permita la instalación de una camiseta de enfriamiento sobre el motor para asegurar una correcta refrigeración.

IMPORTANTE: La bomba no puede operar en seco. Si existe incertidumbre al respecto es recomendable emplear sensores de nivel.

5.2 Consideraciones para la instalación

5.2.1 Cimentación

Para esta unidad de bombeo, una cimentación masiva no es necesaria. Sin embargo, una base de concreto o acero prefabricada debe de ser prevista para soportar el peso de la bomba. Asegúrese de que el espacio libre en la cimentación es de mayor diámetro que el del cuerpo de la bomba, la columna de descarga o camiseta de enfriamiento.

5.2.2 Efecto de los abrasivos

HIDROSTAL no garantiza sus equipos contra la acción erosiva de la arena u otros materiales abrasivos en suspensión en el líquido a bombearse. Pequeñas cantidades de abrasivos pasaran a través de la bomba sin mayor efecto inmediato; pero el trabajo continuo en estas malas condiciones dañará en poco tiempo todas las piezas giratorias y sus soportes.

5.2.3 Efecto de los gases

Las garantías de fábrica sobre las características hidráulicas de la bomba se refieren al caso de que los líquidos a bombearse estén limpios y libres de gases, y que la bomba esté lo suficientemente sumergida. La presencia de aire o gases en el líquido resultará en una pérdida de caudal y altura manométrica que no se puede predecir con certeza. La presencia de aire o gases también producirá un desgaste prematuro de los impulsores y tazones

6. SECUENCIA DE LA INSTALACION

6.1 Equipo requerido para la instalación

Para la instalación de bombas sumergibles, se necesita el siguiente equipo.

- Una grúa o algún equipo capaz de izar la bomba completamente armada y una cadena o cable metálico (estrobo).
- 2 juegos de abrazaderas para elevar el conjunto de la bomba.
- 2 Llaves de cadena.
- Pasta para proteger las conexiones con rosca (mezcla de 5 partes de grafito en polvo con una parte de rojo nimio (azarcón) con aceite lubricante SAE 20 ó 30. Se requiere una consistencia similar a la de la pintura). Se aplicará sin excepción a todas las uniones roscadas.
- Megóhmetro (de preferencia uno de 500V).

6.2 Verificación del llenado del motor

Colocar la electrobomba en posición vertical y quitar los dos tapones situados en la parte superior del motor -indicados con flechas-. Introducir a través de un agujero agua limpia hasta que salga la misma cantidad por el otro agujero. Coloque los tapones y proceda con la instalación.

6.3 Verificación del sentido de rotación

IMPORTANTE: el sentido de rotación de la

bomba es antihorario visto desde arriba.

Antes de introducir la bomba en el pozo es necesario determinar el sentido de rotación de la bomba. Si el motor no ha sido acoplado aún, conecte los cables y déle un "pique" al motor para ver girar el eje del motor. Si el motor ya se encuentra acoplado a la bomba, es necesario colgar el grupo al aparejo o grúa, conectar los cables y dar un impulso de corriente para ver hacia dónde tiende a girar el conjunto. El sentido de rotación del motor es opuesto a aquél al que tiende a girar la bomba. No está permitido operar el motor en sentido contrario por mas de dos minutos. Cuando se están realizando estas maniobras el número de arranques debe limitarse a tres consecutivos, esperando por lo menos un minuto entre ciclos. Para arrancar una vez mas, espere quince minutos.

6.4 Instalación de la bomba, tubería de descarga y cable

IMPORTANTE: Tome precauciones para prevenir el deterioro del cable sumergible durante la instalación.

1. Cuando el cable es suministrado en un carrete, sopórtelo en un par de caballetes empleando un eje de suficiente resistencia. Ubique el carrete de tal forma que el cable se desenrolle con facilidad sobre el pozo. Evite que el cable se corte durante su fijación al tubo de descarga o sea mordido entre el tubo de descarga y el entubado del pozo.
2. Antes de bajar el motor en el pozo, asegúrese de que el motor está lleno de agua limpia (la carcasa del motor debe estar inundada con agua por razones de evacuación del calor producido). Verifique la libre rotación del motor y la bomba.
3. No apoye la base del motor sobre polvo o lodo porque puede obstruir la abertura de la membrana que tiene el motor inferiormente.
4. Con la ayuda de una abrazadera, baje el conjunto cuerpo de bomba-motor en el pozo haciéndolo descansar en la abrazadera. Evite que el equipo se arrastre o se golpee.
5. Colocar el primer tramo de tubería en la descarga de la bomba. Para proteger las uniones, aplique a todas las roscas la pasta mencionada dentro de "Equipo requerido para la instalación". En el caso de contar el equipo con un dispositivo contra la marcha en seco instalado en tubo de PVC, amarre el primer tramo del tubo de PVC a la columna de descarga.

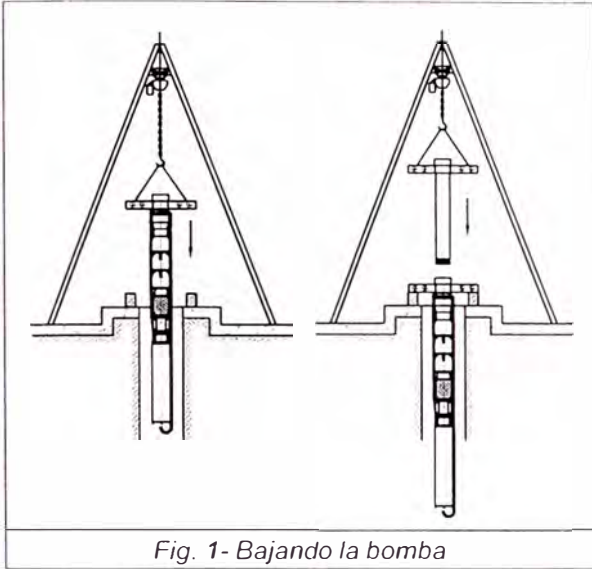


Fig. 1- Bajando la bomba

6. Baje la bomba al pozo tres metros aproximadamente y asegure el cable sobre la tubería empleando abrazaderas de acero inoxidable. Coloque almohadillas suaves entre la abrazadera y el cable para evitar cortar o dañar el aislamiento del cable. El material de estas almohadillas debe poder resistir temperaturas de hasta 250°C.
7. Termine de bajar el conjunto hasta que la abrazadera de instalación se apoye en el borde del entubado. A continuación se montará el siguiente tramo de tubería con el siguiente tramo de tubería de PVC -en caso de contar con el dispositivo mencionado anteriormente- sobre el que se montará la segunda abrazadera.
8. Ajuste firmemente los tubos roscados. La experiencia demuestra que los arranques y

paradas del equipo pueden aflojar las tuberías y colgar al equipo del cable.

9. Asegure el cable sobre la tubería por lo menos cada tres metros.
10. Eleve el conjunto y suelte la abrazadera del primer tubo (la inferior) y baje todo el conjunto hasta que quede apoyado en la segunda abrazadera. El mismo procedimiento se repetirá hasta ensamblar todas las secciones.
11. Instale finalmente el codo de descarga y asegúrelo firmemente a la cimentación en la superficie.
12. Válvulas: Instale las válvulas de purga de aire, check y compuerta (en ese orden) luego del codo de descarga en el árbol de descarga.
13. Coloque el dispositivo que evita la operación en seco bajándolo por el tubo de PVC hasta una profundidad que coincida con la sumergencia mínima o el npsH requerido por la bomba, el que sea superior.

6.5 Verificación del aislamiento del cable

La vida de los motores sumergibles depende del estado del aislamiento de los conductores. El objetivo de esta prueba es determinar el estado del aislamiento antes de realizar la conexión al tablero eléctrico. Emplee un megóhmetro para realizar la prueba.

Conecte el terminal de tierra del megóhmetro al conductor de tierra del cable sumergible y el terminal de línea a uno de los conductores de línea del cable. El valor de la resistencia, medida a 20°C (el valor de la resistencia es drásticamente afectado por un aumento de temperatura), deberá ser mayor a 1MΩ para motores usados.

7 PUESTA EN MARCHA Y VERIFICACION DEL DESEMPEÑO DE LA BOMBA

Precaución: las conexiones eléctricas deben ser realizadas por personal especializado.

Equipo necesario:

Voltímetro y amperímetro

Manómetro (para el caso que no haya uno instalado en la descarga de la bomba).

Verifique que la variación del suministro de voltaje se encuentre entre $\pm 10\%$ del voltaje de placa del motor. Es preferible que el voltaje se encuentre en el intervalo superior. Verifique las tres fases del suministro. Asegúrese de que se cumplen las condiciones especificadas en el Anexo 1, al final de este manual.

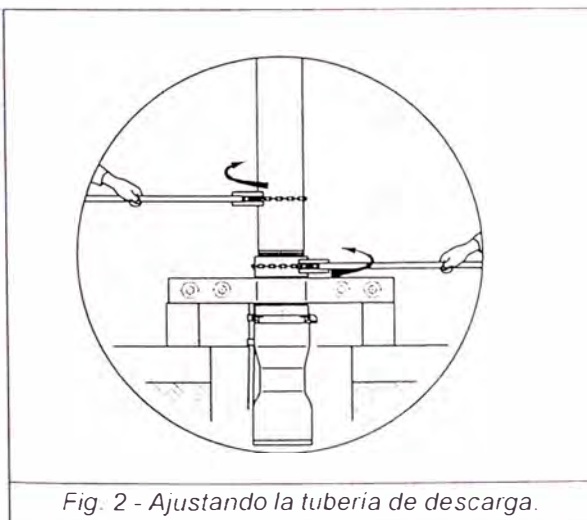


Fig. 2 - Ajustando la tubería de descarga.

1. Realice la conexión de los cables del motor al tablero, verificando el correcto sentido de rotación.
2. Instale un manómetro en la tubería de descarga después de la válvula de purga de aire y lejos de accesorios que puedan ocasionar lecturas erradas.
3. Cierre la válvula de compuerta 2/3 de su carrera total. Arranque la bomba. Una vez que el agua alcance la descarga en la superficie, cierre totalmente la válvula compuerta por un instante. Si la presión es considerablemente menor a la esperada, la bomba puede estar girando en sentido contrario. Cambiar el sentido de rotación intercambiando la conexión eléctrica adecuadamente.
4. Abra la válvula de compuerta gradualmente verificando que no se arrastra arena. Para esto se utiliza el ramal de prueba instalado en el árbol de descarga.
5. Emplee un amperímetro para tomar la lectura de corriente absoluta, la cual deberá de ser aproximadamente igual a la corriente de plena carga del motor, pero no debe exceder el factor de servicio. Verifique que el desbalance de corriente sea menor que 8%.
6. Emplee un voltímetro para verificar el voltaje en el tablero mientras la bomba se encuentra en operación. El voltaje neto disponible a la entrada del motor debe estar comprendido entre $\pm 10\%$ del voltaje de placa. Un suministro desbalanceado de voltaje causa un desbalance de corriente e incrementa las pérdidas de energía del motor.
7. Continúe con la operación del equipo hasta que se estabilice el nivel dinámico en el pozo.
8. Verifique que la bomba tiene la suficiente sumergencia y si el sistema lo permite tome las lecturas de caudal y presión para comprobar que el punto de operación coincide con lo ofrecido.

IMPORTANTE: Nunca arranque la bomba si no se encuentra completamente sumergida en agua, de lo contrario se dañará al motor y a la bomba.

8. CONTROL PERIODICO

Debe llevarse un registro permanente de los siguientes parámetros de operación:

- Amperaje absorbido.
- Voltaje
- Aislamiento del cable y motor.
- Nivel dinámico del pozo.
- Caudal bombeado.
- Altura (ADT).

Lleve un registro del amperaje absorbido y del aislamiento para una futura referencia. Encontrará una hoja de toma de datos al final de este manual que deberá presentar para cualquier reclamo de garantía.

La resistencia del aislamiento deberá ser, en cualquier caso, mayor a $0.3 M\Omega$. Un valor menor a $0.3 M\Omega$ indica un aislamiento defectuoso en cuyo caso deberá retirarse el equipo del pozo.

El nivel dinámico del pozo tenderá a bajar con el transcurso del tiempo. Si éste llega a acercarse al nivel mínimo requerido por la bomba, se recomienda bajar la bomba -si es posible- o reducir el caudal bombeado.

ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos eléctricos

Para que la garantía sea válida, el equipo deberá trabajar bajo las siguientes condiciones:

1. Rangos de voltaje. El voltaje no debe ser mayor o menor en más del 10 % del voltaje nominal (de placa).
2. Desbalance de voltaje máximo $\pm 5\%$ entre cualquiera de las fases.
3. Combinación de variación de voltaje y frecuencia $\pm 10\%$.
4. Debe instalarse una adecuada protección en el tablero de control que incluya como mínimo los siguientes componentes:
 - Relé térmico de disparo extra-rápido en las 3 fases. Controlar que el relé térmico de protección cumpla, como mínimo, el rango de 0.85-1.25 veces la corriente nominal del motor y que los fusibles o el interruptor automático termomagnético correspondan a lo indicado en la tabla N° 1.
 - Relé de máxima y mínima tensión.
 - Relé de desbalance de fase.
 - Relé de pérdida de fase y relé de secuencia (contra inversión de fase).
 - Relé de retardo de prendido.
5. El transformador debe ser balanceado y correctamente dimensionado. Inadecuado suministro eléctrico, conexiones defectuosas, uso de convertidores de fase o conexiones en "V" invalidan la garantía.
6. Protectores contra rayos y/o protectores contra picos de corriente son recomendables. Queda a elección del usuario -dependiendo de la existencia de dichos fenómenos en el lugar de la instalación- la instalación de dichos sistemas. Cualquier falla

Tabla N° 1. Capacidad de los fusibles e interruptores electromagnéticos.

CORRIENTE NOMINAL (A)	ARRANQUE DIRECTO		ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO	
	FUSIBLES	INTERRUPTOR AUTOMATICO	FUSIBLES	INTERRUPTOR AUTOMATICO
4	8	8	-	-
6	12	12	-	-
8	16	16	16	16
10	20	20	20	16
12	25	25	25	20
16	32	32	32	25
20	40	40	32	32
25	50	50	40	40
30	63	63	50	50
40	80	80	63	63
50	100	100	80	80
60	100	125	100	100
70	125	125	100	100
80	125	160	125	125
90	160	160	125	125
100	160	200	160	160
110	160	200	160	160
120	200	250	160	200
140	200	250	200	200
160	250	315	200	250

que se produzca por efecto de rayos, picos de corriente u otros actos de la naturaleza, queda excluida de la garantía.

- El empalme entre el cable de la alimentación y los cables del motor debe ser a prueba de agua y estar perfectamente aislado.
- Cuando se instalen dispositivos de arranque y parada automática (sensores de nivel), se debe permitir no menos de quince minutos entre cada ciclo de arranque y parada. Ver anexo 6.
- Si se utilizará un grupo electrógeno, éste deberá tener como mínimo la potencia indicada en la tabla siguiente.

Tabla N°2. Potencia mínima del grupo electrógeno en kW según la potencia del motor sumergible.

POTENCIA DEL MOTOR		TIPO DE ARRANQUE	
HP	Kw	DIRECTO	Y-Δ
7.5	5.6	12	-
10	7.5	16	16
12.5	9.3	20	20
15	11.2	25	25
20	14.9	35	35
25	18.6	50	45
30	22.4	60	50
35	26.1	70	60
40	29.8	80	70
50	37.3	100	80
60	44.7	125	95
75	55.9	150	115
100	74.5	200	150
125	93.1	250	190

Anexo 2. Características del agua a ser bombeada.

De la misma forma, para que la garantía sea válida, el agua deberá tener:

- Temperatura no mayor a 25 °C para la potencia nominal. Los mismos motores, a temperaturas mayores, deberán trabajar a carga reducida (corrección de la potencia por temperatura).
- PH entre 6.5 y 8.
- Concentraciones de arena no mayores a 50 PPM. La abrasión en los componentes de la bomba constituyen desgaste por uso.
- Valores máximos de:
 - Cloruros 500 PPM
 - Acido sulfúrico 15 PPM
 - Fluoruros 0.8 PPM
 - Conductividad eléctrica 118 MΩ/pulg
- El motor debe estar inmerso en agua de modo de obtener un flujo de agua sobre la carcasa del motor. El motor no debe operar sumergido en arena o barro. Se requiere una distancia mínima de tres metros desde el fondo del pozo hasta el primer punto de contacto con el motor.

Nota: El Factor de servicio depende de la cantidad de cantidad de calor que el motor puede evacuar. Por esa razón si la temperatura del agua es menor, el FS será mayor. De igual manera una velocidad de agua alta (que permite una mejor transferencia de calor) aumentará el factor de servicio.

Anexo 3. Consideraciones para la selección del cable sumergible:

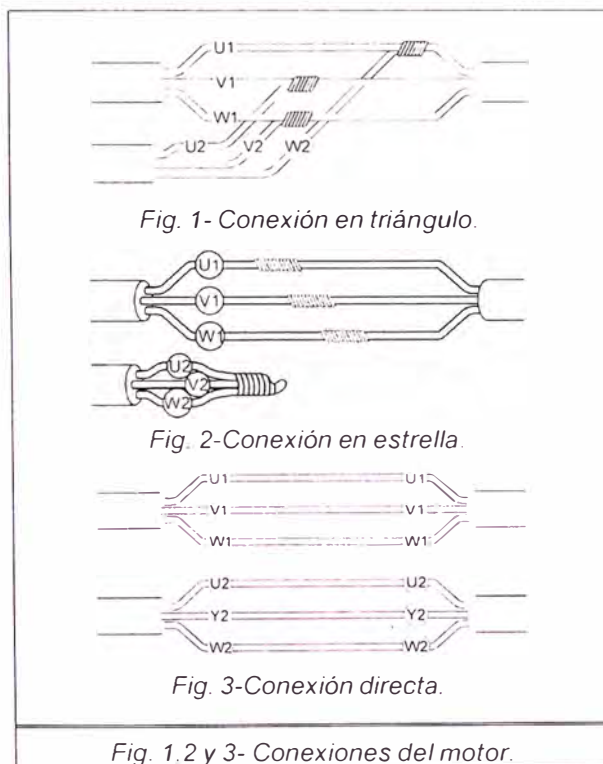
Además de poder trabajar sumergido y de tener una resistencia de aislamiento adecuada para el dimensionamiento del cable sumergible debe tenerse en cuenta el voltaje, la corriente nominal del motor, el tipo de arranque, la caída máxima de tensión en el cable (que es de 3%) y la temperatura ambiente (recuerde que la capacidad del cable disminuye con la temperatura. A continuación una tabla con los coeficientes de reducción de la capacidad del cable de acuerdo a la temperatura ambiente).

Tabla N°3. Coeficientes de reducción de la capacidad del cable según la temperatura.

T (°C)	25	28	32	36	40	45	50	56
k	1	0.96	0.91	0.84	0.77	0.66	0.53	0.34

Anexo 4. Esquema de conexión del motor sumergible:

En los motores de una sola tensión, del motor salen tres conductores además de un posible cuarto conductor de tierra y estos se conectan directamente a los bornes del tablero de control. Si el motor es de dos tensiones (ej. 220/380V), del mismo salen, además del cable de tierra dos grupos de tres conductores cada uno marcados con las letras U1, V1, W1 y U2, V2, W2 respectivamente. Estos conductores están conectados según la Fig.1 si se trabaja con la menor de los voltajes indicados en la placa, y según la Fig.2 si trabaja con el mayor. Si el motor se arranca en estrella-triángulo, la conexión de los cables es tal como se indica en el esquema de la figura Fig.3.



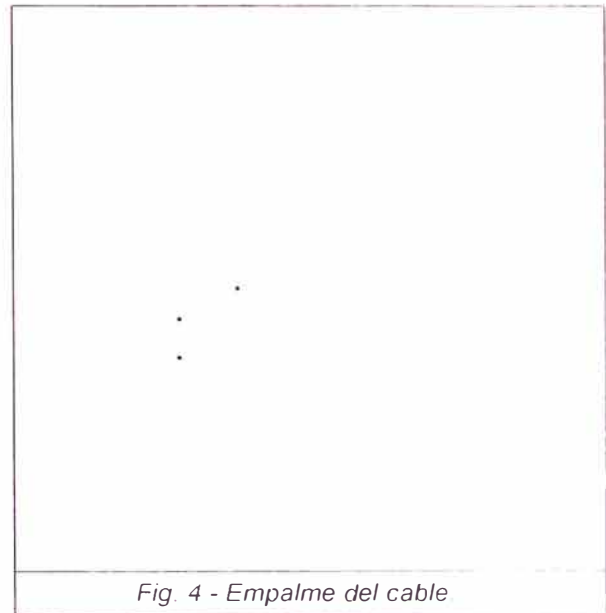
Anexo 5. Empalme del cable sumergible

El empalme entre el trozo de cable que sale del motor y el cable sumergible es una operación delicada que debe ser efectuada con mucho cuidado y por personal experto.

La unión puede ser aislada mediante una caja de paso rellena con resina que fragüe a temperatura ambiente, utilizando tubos termocolapsibles o bien cintas adhesivas comerciales para ese propósito.

El procedimiento es como sigue:

Primero extraiga la cubierta exterior del cable en una longitud de 100 a 200 mm de acuerdo con la sección del cable. Luego corte los extremos de los conductores a diferentes longitudes de modo que las conexiones no se encuentren una al lado de la otra. Corte la cubierta interna de los conductores en una longitud de 10 a 20 mm y realice la unión utilizando conectores de extremo tipo pinza. Continuar la operación siguiendo las instrucciones indicadas en el envase de las uniones con resina o en el de las uniones termocolapsibles. En caso de que se desee aislar el empalme con una cinta adhesiva, limpie cuidadosamente con gasolina las superficies de los cables que será cubierta y utilizando una cinta de goma autovulcanizante, envolver los tres conductores antes aislados, prolongando la cinta adhesiva algunos centímetros incluso sobre la cubierta exterior tripolar. Cubrir todo con dos vueltas de cinta adhesiva de cloruro de polivinil anticorrosión para uso electrotécnico y apto para permanecer sumergido en agua.



Anexo 6. Frecuencia de arranques de la electrobomba.

Durante los arranques del motor se produce calor en los bobinados. Con la finalidad de protegerlos y de mantener el aislamiento de los mismos en buen estado, es necesario que los arranques sean lo suficientemente espaciados para permitir que el calor sea evacuado y no alcanzar temperaturas elevadas que puedan dañar al motor. A continuación una tabla con el número máximo de arranques que pueden soportar los motores

Tabla N°4. Número máximo de arranques.

POTENCIA (HP)	NUMERO MAXIMO DE ARRANQUES POR HORA
4 - 10	15
12.5 - 25	12
30 - 35	10
40 - 125	8
125 - 180	6
200 - 250	5

Anexo 7. Uso de variadores de frecuencia - Frecuencias máxima y mínima.

Leyes de afinidad: Son las relaciones que permiten conocer el comportamiento de una bomba a velocidades distintas a las publicada. Estas relaciones son las siguientes:

1. El caudal varía en forma directamente proporcional a la relación de velocidades.
2. La altura varía con el cuadrado de la relación de velocidades.
3. La potencia absorbida varía con el cubo de la relación de las velocidades.

$$Q_2 = \frac{N_2}{N_1} \times Q_1$$

$$H_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times H_1$$

$$P_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \times P_1$$

N₁ Velocidad 1
 N₂ Velocidad 2
 Q₁ Caudal a la velocidad 1
 Q₂ Caudal a la velocidad 2
 H₁ Altura a la velocidad 1
 H₂ Altura a la velocidad 2
 P₁ Potencia a la velocidad 1
 P₂ Potencia a la velocidad 2

De esta manera, conociendo las curvas de operación a una velocidad, podemos proyectarlas a cualquier otra. Es importante notar que el punto de operación depende del sistema, y por lo tanto para hallar el punto de operación de la bomba en la nueva velocidad es necesario:

- 1°. Hallar la curva completa de la bomba a la nueva velocidad (tomando algunos puntos de la curva original y proyectándolos mediante las leyes de afinidad).
- 2°. el punto de operación de la bomba se ubicará en la intersección de la curva del sistema con la curva de la bomba a la nueva velocidad.

Ejemplo:

Sean Pa (40 l/s, 50m, 32 hp) y Pb (60 l/s, 30m, 34 hp)

dos puntos de la curva de la bomba a 3550 rpm. Si se quiere hallar la curva de la bomba a 3100 rpm, por leyes de afinidad se tiene lo siguiente:

A 3100 rpm:

$$Q_{a2} = \frac{3100}{3550} \times 40 = 34.9 \text{ l/s}$$

$$H_{a2} = \left(\frac{3100}{3550}\right)^2 \times 50 = 38.1 \text{ m}$$

$$P_{a2} = \left(\frac{3100}{3550}\right)^3 \times 32 = 21.3 \text{ hp}$$

$$Q_{b2} = \frac{3100}{3550} \times 60 = 52.4 \text{ l/s}$$

$$H_{b2} = \left(\frac{3100}{3550}\right)^2 \times 30 = 22.9 \text{ m}$$

$$P_{b2} = \left(\frac{3100}{3550}\right)^3 \times 34 = 22.6 \text{ hp}$$

Si desea trazarse la curva, lo común es tomar un aproximado de 5 puntos, proyectarlos, como en el ejemplo anterior y trazar con esos puntos proyectados la nueva curva.

Velocidad mínima :

La frecuencia mínima en el variador de frecuencia no debe ser menor al 60% de la frecuencia nominal del motor (36 Hz si la frecuencia nominal es 60 Hz, y 30 Hz si la nominal es 50 Hz).

Velocidad máxima :

El trabajar a velocidades mayores a la nominal implica un consumo mayor de potencia de la bomba (leyes de afinidad). Por esa razón, la velocidad máxima de la bomba será la velocidad a la cual la bomba demande al motor la potencia nominal de éste (sin factor de servicio) en algún punto de la curva a esa velocidad. Para hacer esto se selecciona el punto de mayor consumo de potencia de la curva a la velocidad nominal y por leyes de afinidad se halla la velocidad a la cual la potencia proyectada es igual a la nominal del motor.

ADVERTENCIAS:

La corriente absorbida por el motor no debe en ningún caso superar la nominal indicada en la placa.

La frecuencia máxima no deberá superar al 115% de la nominal.

Al aumentar la velocidad, los requerimientos de NPSH también aumentan. Esto deberá tenerse especialmente en cuenta cuando se trata de una instalación en cisterna.

Anexo 8 - Problemas en el funcionamiento de la Bomba Turbina Sumergible

La bomba funciona pero no suministra el caudal solicitado

Causa del problema	Como se verifica	Como se corrige
Aire en la bomba	Pare y arranque la bomba tres veces como máximo, esperando un minuto entre ciclos. Para arrancar una vez más espere 15 minutos. Si la bomba entrega su capacidad normal, entonces el problema se debió a entrada de aire.	Si esta prueba no logra corregir el problema continúe con los siguientes pasos.
Nivel de agua en el pozo bajo	La producción en el pozo puede ser muy baja para la capacidad de la bomba. Reduzca el caudal en la descarga y espere que el pozo se recupere.	Si la disminución del caudal corrige el problema, deje la válvula graduada en esta posición. También baje la bomba si existe espacio suficiente, pero no si existe arena.
La válvula check en la descarga esta instalada en sentido contrario	Examine la flecha en la válvula check que indica la dirección del flujo.	Corrija si es necesario.
La canastilla de la succión de la bomba esta bloqueada	Examine la presencia de arena o lodo en la malla de succión.	Limpíela y cuando reinstale la bomba verifique que se encuentre por lo menos tres metros por encima del fondo del pozo.
Piezas de la bomba desgastadas	La presencia de abrasivos en el agua puede dañar las piezas interiores. Cierre totalmente la descarga por un instante y mida la presión desarrollada. Compare con los parámetros registrados en la puesta en marcha. Si es sensiblemente menor, posiblemente la falla se debe al desgaste de las piezas.	Retire la bomba y repárela.
Eje del motor suelto	El cople entre el eje del motor y la bomba puede estar suelto. Inspeccione esto al retirar la bomba.	Corrija si es necesario.
La bomba gira en sentido contrario	Verifique el sentido de giro de la bomba. (Nótese que la presión desarrollada por la bomba girando en sentido contrario es aproximadamente la mitad de la capacidad normal).	Si el sentido de giro de la bomba no es el correcto, invierta dos de las fases de la alimentación de electricidad (considere el tipo de arranque).

La bomba funciona pero se dispara el protector térmico o quema fusibles

Causa del problema	Como se verifica	Como se corrige
Voltaje incorrecto	Mida el voltaje y verifique que se encuentra dentro de los límites indicados en nuestras condiciones de garantía.	Si el voltaje no es el adecuado, contacte con la compañía de suministro eléctrico para corregirlo.
Bomba frenada	La bomba y el motor pueden estar desalineados, produciendo un bloqueo en el motor.	Si la bomba no gira libremente, debe ser retirada del pozo y revisada.
La bomba atascada por arena	Si el pozo no está estabilizado se puede detectar arena en la descarga de la bomba.	Retire la bomba del pozo, desármela y límpiela. Revise el desgaste de los componentes. Si persiste la presencia de arena no se debe utilizar una bomba sumergible.
Bobinado del motor o cable de bajada defectuoso	Verifique la resistencia del bobinado del motor empleando un ohmímetro. La resistencia debería coincidir con los ohms especificados por el fabricante del motor. Si es demasiado bajo, el bobinado del motor puede estar en corto; si la aguja del ohmímetro no se mueve, indicando una alta o infinita resistencia, entonces existe un circuito abierto en el motor.	Si el cable de bajada y el bobinado del motor no presentan defecto alguno (como a tierra o abierto), entonces el equipo de bombeo debe ser levantado y revisado.
Consumo desequilibrado	La tensión no es la misma en las tres fases, uno de los conductores está conectado a tierra o una fase del bobinado está conectada a tierra.	Mida el voltaje en las tres fases, revise la resistencia de los cables de alimentación con respecto al cable de tierra.
Aislamiento del cable defectuoso	Mida el aislamiento de los cables y de la bomba.	Reemplace los cables o el motor según corresponda.
Conexión Y/D defectuosa	La conexión Y/D del motor no es la correcta.	Revise y corrija la conexión de ser necesario.

El motor no arranca

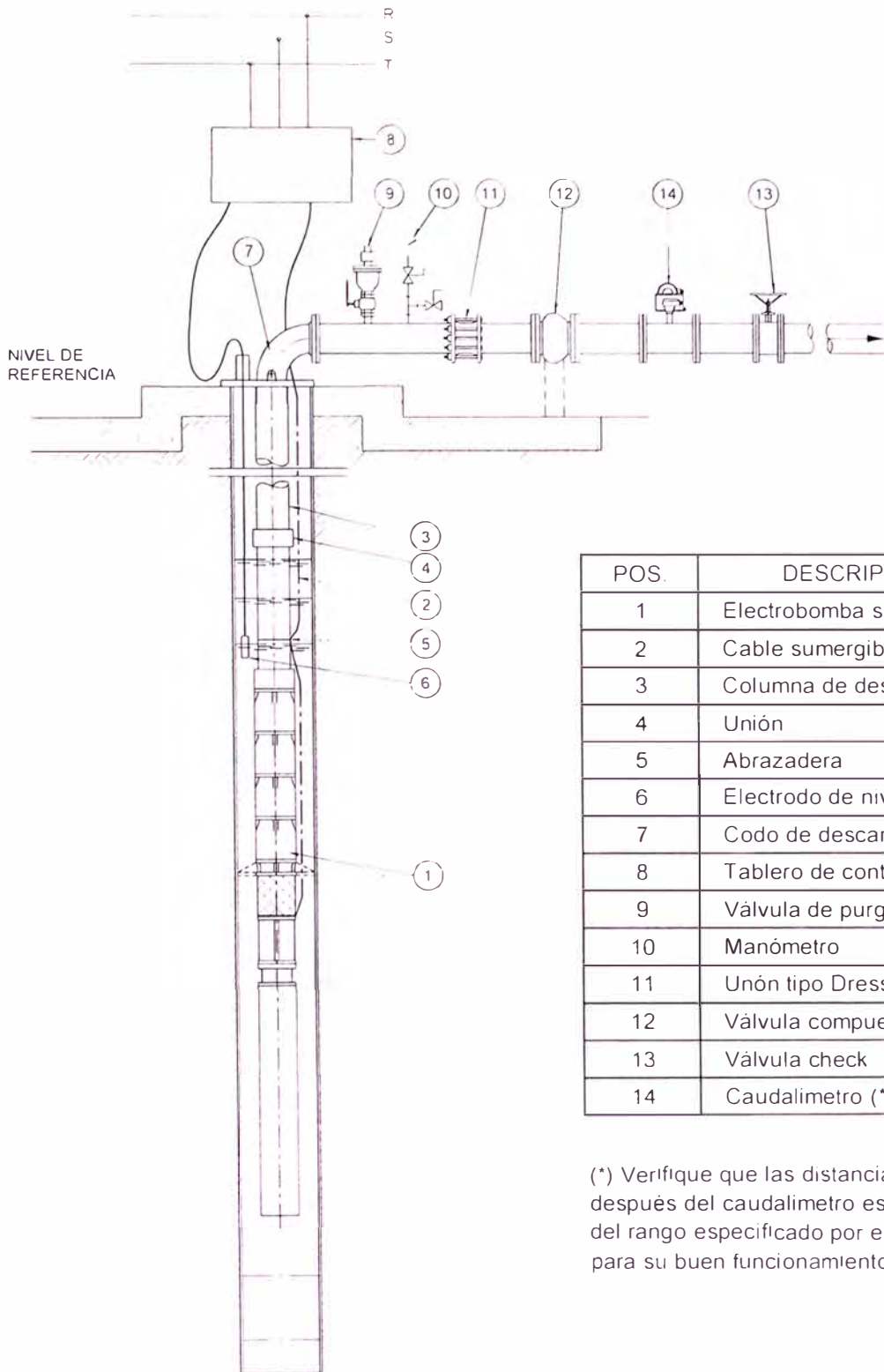
Causa del problema	Como se verifica	Como se corrige
Protector térmico disparado	Revise los fusibles y el protector térmico para determinar si están operando correctamente.	Si los fusibles están quemados, reemplácelos. Si el protector ha sido disparado, réstelo.
No hay suministro eléctrico	Verifique que existe suministro eléctrico en el tablero empleando un voltímetro en las líneas de energía. El voltaje deberá ser el recomendado por el fabricante del motor.	Si no existe suministro eléctrico en el tablero, busque la causa y corrija la o contacte a la empresa eléctrica.
Tablero de mando defectuoso	Revise el cableado en el tablero eléctrico y verifique que todos los contactos se encuentran bien ajustados. Con un voltímetro verifique que el voltaje es el adecuado.	Corregir cuidadosamente el cableado o ajustar los contactos firmemente.
Cable del motor cortado	Verifique continuidad en las líneas.	Reemplace el (los) cables dañados.

La bomba vibra excesivamente o tiene un funcionamiento irregular

Causa del problema	Como se verifica	Como se corrige
Altura total muy baja	Revise la presión de descarga y compárela con la de diseño.	Cierre parcialmente la válvula de descarga hasta llegar a valores de presión de descarga cercanos a 25 bar.
Piezas mecánicas desgastadas	Examine las partes giratorias en contacto de la bomba en busca de componentes desgastados.	Reemplace las piezas desgastadas.
Ingreso constante de aire a la bomba	Nivel de agua cercano a la succión.	Baje la bomba si es posible o reduzca el caudal para que el nivel dinámico del pozo se eleve.

Nota: es necesario desconectar el motor de la red eléctrica siempre que se efectúe una operación de mantenimiento o reparación a la electrobomba.

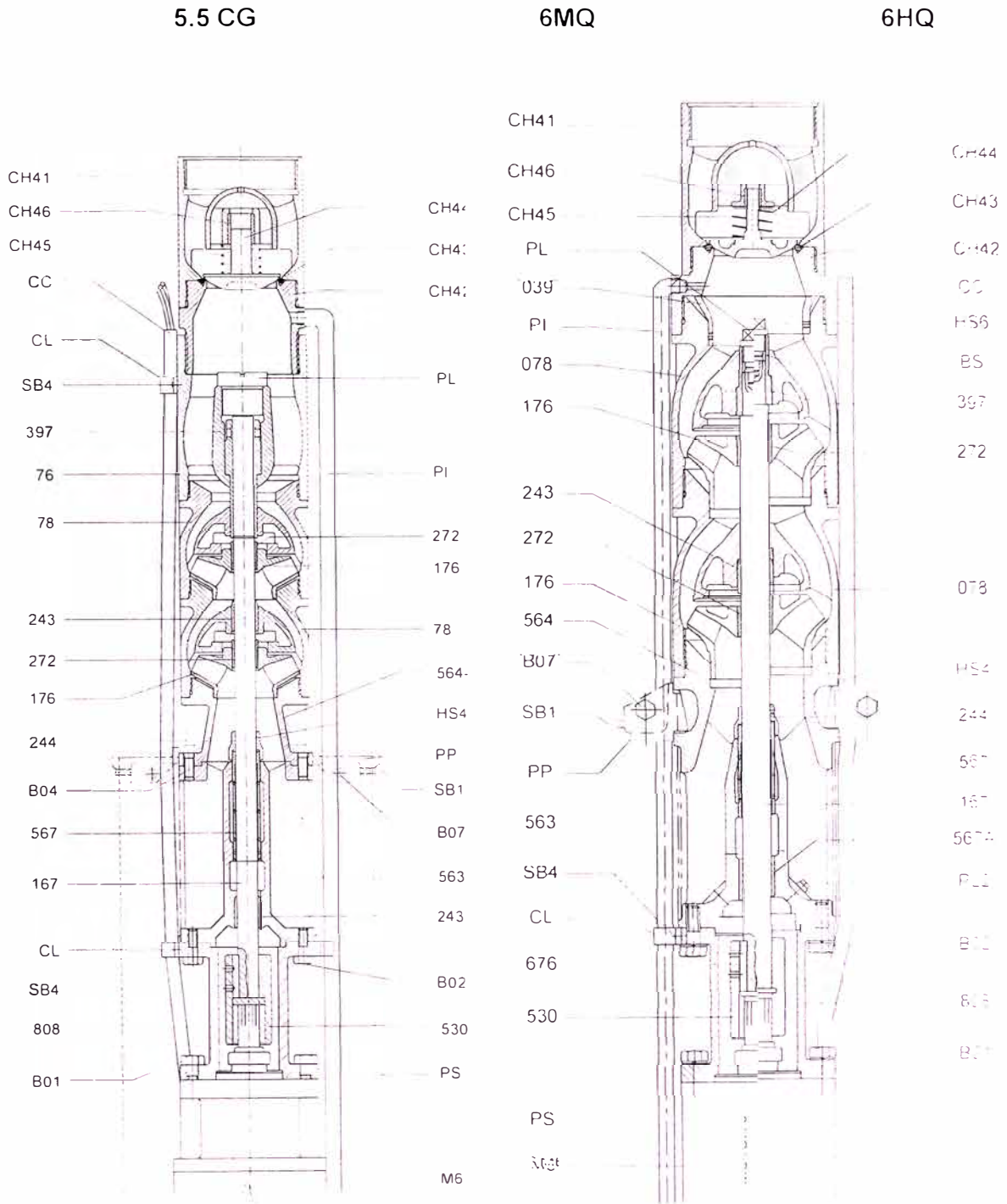
BOMBA TURBINA SUMERGIBLE - ESQUEMA DE INSTALACION TIPICA



POS.	DESCRIPCION
1	Electrobomba sumergible
2	Cable sumergible
3	Columna de descarga
4	Unión
5	Abrazadera
6	Electrodo de nivel
7	Codo de descarga
8	Tablero de control
9	Válvula de purga de aire
10	Manómetro
11	Unón tipo Dresser
12	Válvula compuerta
13	Válvula check
14	Caudalímetro (*)

(*) Verifique que las distancias antes y después del caudalímetro están dentro del rango especificado por el fabricante para su buen funcionamiento.

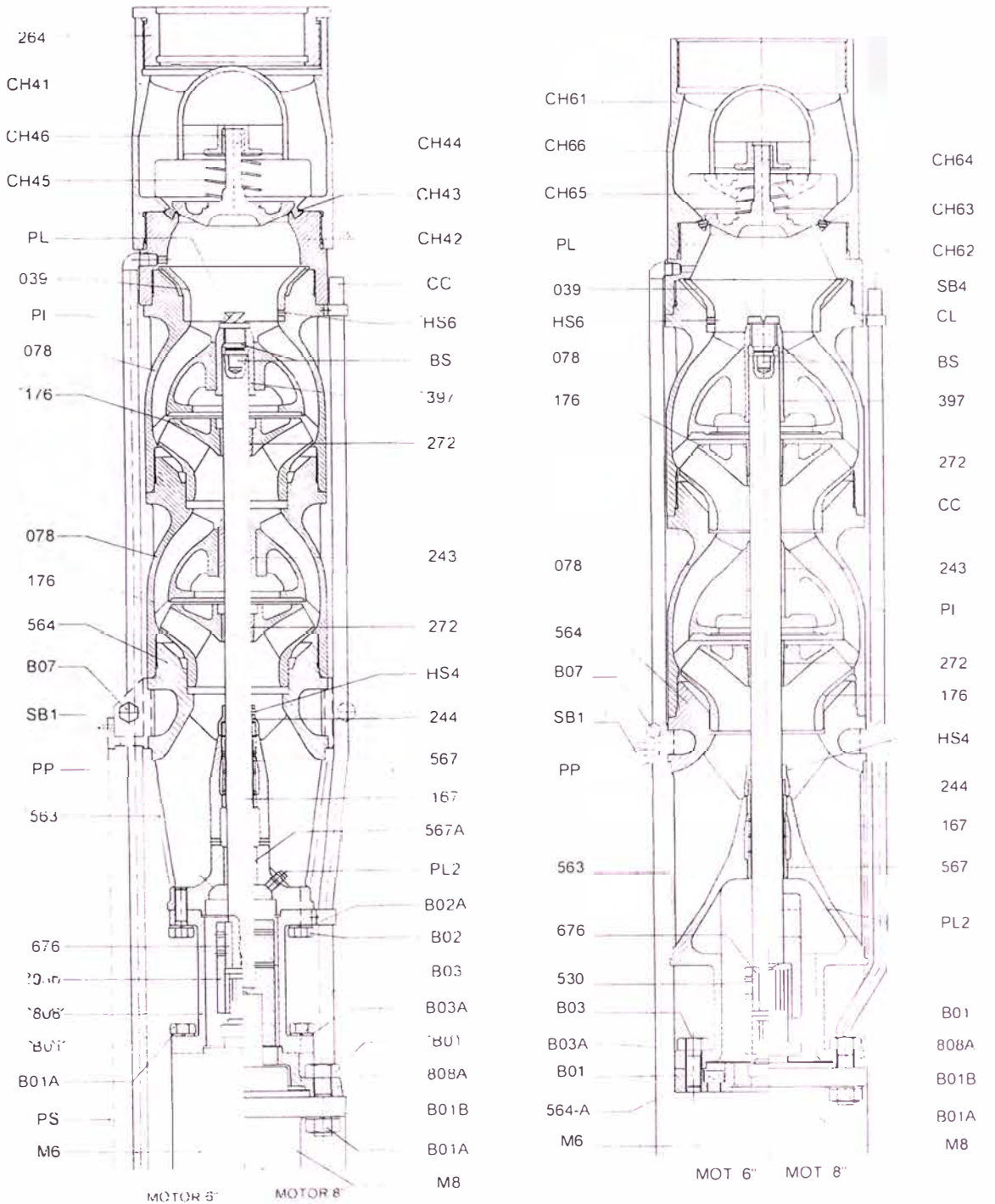
BOMBA TURBINA SUMERGIBLE - COMPONENTES



BOMBA TURBINA SUMERGIBLE - COMPONENTES

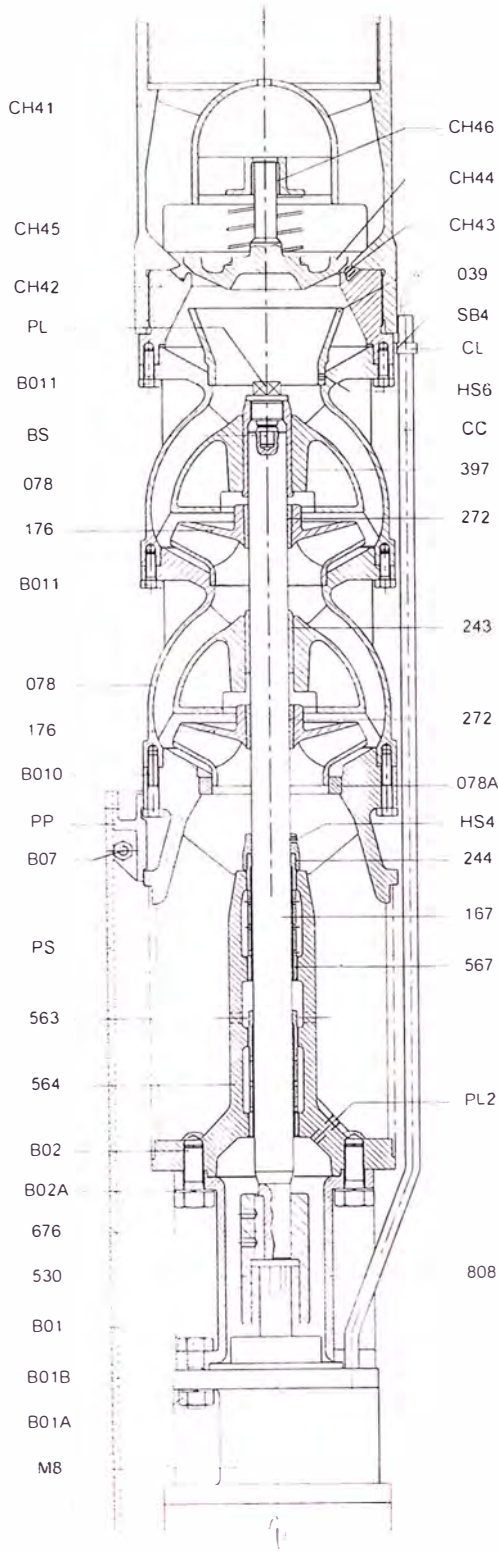
7MQ

8MQ - 10HQ

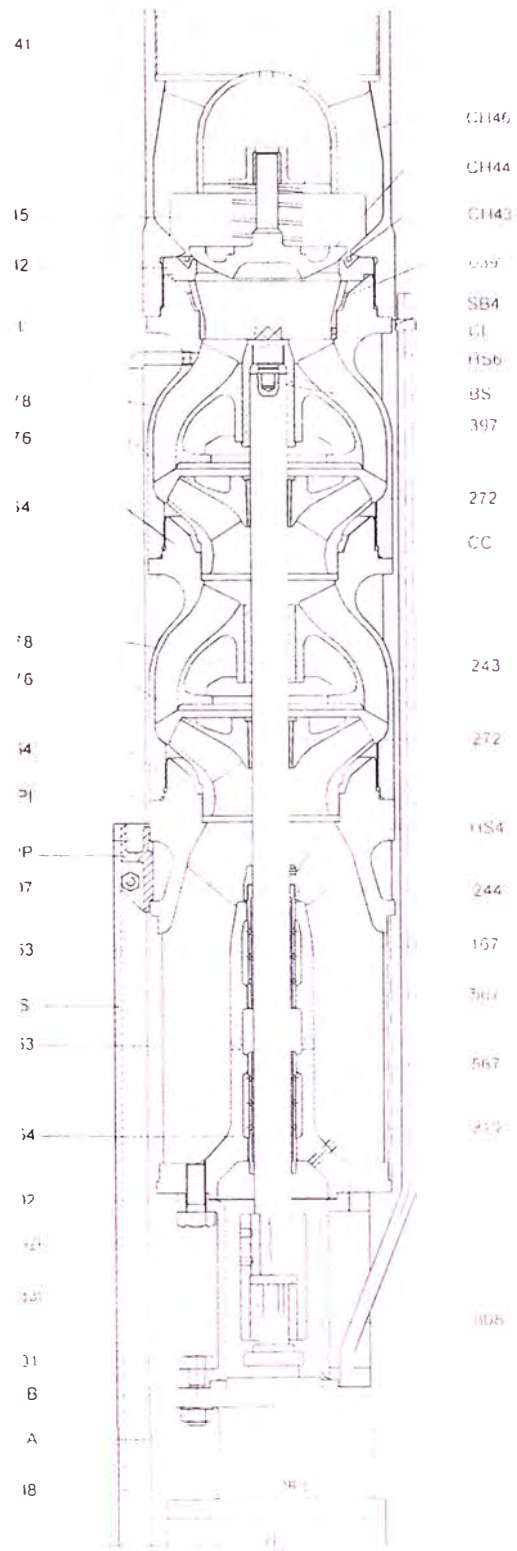


BOMBA TURBINA SUMERGIBLE - COMPONENTES

10CG



10MQ - 10HQ



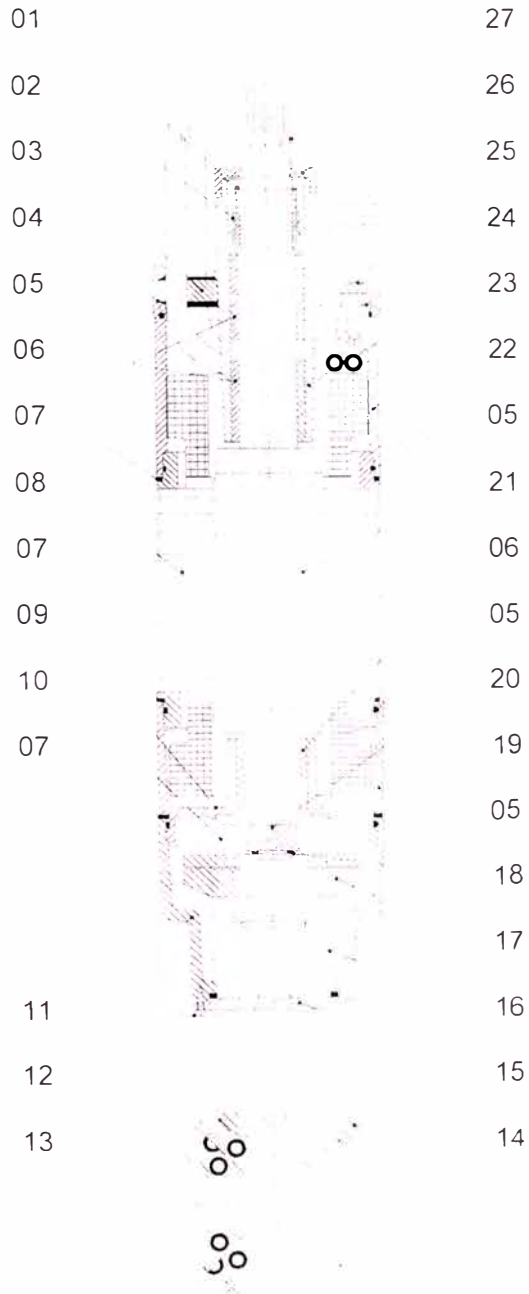
BOMBA TURBINA SUMERGIBLE

LISTA DE COMPONENTES GENERICA

POS.	DESCRIPCION
039	Adaptador de flujo
076	Tazón de descarga
078	Tazón intermedio
078A	Anillo de desgaste
167	Eje bomba
176	Impulsor
243	Bocina tazón
244	Protector de arena
272	Collet
397	Bocina reducción
530	Cople
563	Canastilla
564	Cuerpo canastilla
564-A	Pieza succión
567	Bocina linterna
676	Chaveta plana
808	Linterna motor
B01	Perno hexagonal
B010	Perno hexagonal
B011	Perno hexagonal
B01A	Tuerca hexagonal
B01B	Arandela de presión
B02	Perno hexagonal
B02A	Arandela de presión
B04	Perno hexagonal

POS.	DESCRIPCION
B07	Perno c/tuerca hexagonal
BS	Tope
CC	Cable sumergible
CH4	Válvula check 4"
CH6	Válvula check 6"
CH8	Válvula check 8"
CH41	Cuerpo check
CH42	Asiento válvula check
CH43	Empaquetadura v. check
CH44	Cono v. check
CH45	Resorte v. check
CH46	Bocina v. check
CL	Abrazadera
HS4	Prisionero
HS6	Prisionero
M6	Motor sumergible 6"
M8	Motor sumergible 8"
PI	Inductor de flujo
PL	Tapón
PL2	Tapón
PS	Tubo de enfriamiento
SB1	Tornillo
SB4	Perno c/tuerca hexagonal
PP	Portatubo

MOTOR SAER - COMPONENTES



POS.	DESCRIPCION
1	Anillo Seeger
2	Sello mecánico
3	Empaquetadora prensacable
4	Arandelas prensacables
5	Empaquetadura O-Ring
6	Bocina
7	Prisionero
8	Estator
9	Tope de up-thrust
10	Cojinete de empuje axial
11	Pie
12	Tornillo
13	Tornillo
14	Válvula de purga de aire
15	Tapa membrana
16	Membrana con resorte
17	Patines
18	Anillo Seeger
19	Soporte inferior
20	Chaveta
21	Rotor
22	Tapa superior
23	Soporte superior
24	Empaquetadura O-Ring
25	Tornillo
26	Guardarena
27	Protección eje

LAS ESPECIFICACIONES ESTAN SUJETAS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO



REGISTRO DE OPERACION - BOMBA TURBINA SUMERGIBLE

INFORMACION ADICIONAL

TIPO DE ARRANQUE

DIRECTO

E.SOLIDO

Y-A

COLUMNA

DN

N. TRAMOS

DEBE COMPLETARSE ESTE REGISTRO CON LECTURAS TOMADAS EN UNA FRECUENCIA NO MENOR A UNA POR MES. ASIMISMO SE RECOMIENDA UNA FRECUENCIA MAYOR CUANDO LOS VALORES DE AISLAMIENTO DISMINUYAN CONSIDERABLEMENTE DE UNA LECTURA A OTRA O BAJEN DE 1 M Ω . UD. DEBERA REMITIR UNA COPIA DE ESTE REGISTRO EN CASO DE EFECTUAR ALGUN RECLAMO.

FECHA	CAUDAL (L/s)	PRESION (PSI)	NIVEL DINAMICO (M)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE ABSORBIDA (A)			RESISTENCIA AISLAMIENTO (M Ω)			RESPONSABLE	OBSERVACIONES
					R	S	T	R	S	T		

PUESTA EN MARCHA

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TOMA DE DATOS

1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

ESTE REGISTRO ES MUY IMPORTANTE PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO Y EL ESTADO DE SU BOMBA TURBINA SUMERGIBLE. SIENDO ADEMÁS HERRAMIENTA INDISPENSABLE PARA LA PREVENCIÓN DE POSIBLES FALLAS.

FORMATOS DE EVALUACIONES DE FALLAS

EN CASO DE PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO CON SU BOMBA, PRESENTAR CON ESTE FORMATO UNA COPIA DE LA CARATULA DEL MANUAL DE INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO Y EL REGISTRO DE OPERACION DE SU BOMBA QUE SE ENCUENTRA EN ESTE MISMO MANUAL, TANTO ESTE FORMATO COMO EL REGISTRO DE OPERACION SON HERRAMIENTAS VALIOSAS PARA DETERMINAR EL ORIGEN DE LA FALLA.

DATOS GENERALES

CLIENTE _____ FECHA _____
 EQUIPO _____ REFERENCIA _____
 LUGAR DE INSTALACION _____
 TIPO DE INSTALACION DE LA CUAL EL EQUIPO FORMA PARTE _____
 N° SERIE _____ CODIGO DE EQUIPO _____
 N° FACTURA _____ FECHA DE ADQUISICION _____

INFORMACION DEL AGUA BOMBEADA

RECOMENDAMOS REALIZAR UN ANALISIS DEL AGUA BOMBEADA CON LA FINALIDAD DE CONOCER SUS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y ADJUNTARLO CON EL PRESENTE FORMATO.

TEMPERATURA DEL AGUA _____ °C TEMPERATURA AMBIENTE MAXIMA _____ °C

PROBLEMA

ANTECEDENTES

FECHA EN LA QUE SE NOTO EL PROBLEMA _____

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

NOMBRE DE LA PERSONA QUE DETECTO LA FALLA _____

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE _____

PARA SER LLENADO POR PERSONAL DE HIDROSTRAL

FECHA DE RECEPCION _____

NUMERO _____

SUBMERSIBLE MOTOR PERFORMANCE GUIDELINES FOR USE ON VARIABLE FREQUENCY DRIVES

The Hitachi motor has been used extensively with variable frequency drives. As with any modified application, there are considerations to evaluate when using an inverter, or Variable Frequency Drive (VFD), to operate a submersible motor. To ensure reliable operation, the following guidelines must be followed when using the Hitachi submersible motor with a VFD.

1. Proper, class 10, quick trip, overload protection must be used at all times. As a minimum, Overloads must trip at five times full load current within 10 seconds on any phase.
2. A minimum of 3 times full load current is required to initially start the motor.
3. Minimum Speed: $0.67 \times \text{Synchronous Speed}$ (Example: $1800 \text{ RPM} \times .67 = 1206 \text{ RPM}$)
4. Minimum operating frequency is 42 hertz
5. Maximum Speed: $1.00 \times \text{Full Load Speed}$
6. Maximum Ramp-up Time: 4.0 seconds to reach current limit and rated speed
7. Maximum Ramp down time: from minimum frequency (42 Hz) to power shutoff shall also be four (4) seconds.
8. At the minimum speed (see #3), one-half foot per second water velocity, at rated temperature, must be maintained past the motor. Velocity in excess of 10 feet per second is not recommended.
9. The VFD must maintain a constant volts to Hertz ratio. The controls must be rated the same as motor nameplate.
10. The output of the VFD must have a filtering or line conditioning device installed to eliminate voltage waveform phenomenon that might adversely affect motor components and elements. Power at the motor leads must be clean, free of high voltage transients, harmonics, and within the voltage range of the motor (850V peak at more than 2.0 microsecond rise time)
11. All other requirements and restrictions for the Hitachi submersible motor apply (see F1) manual.

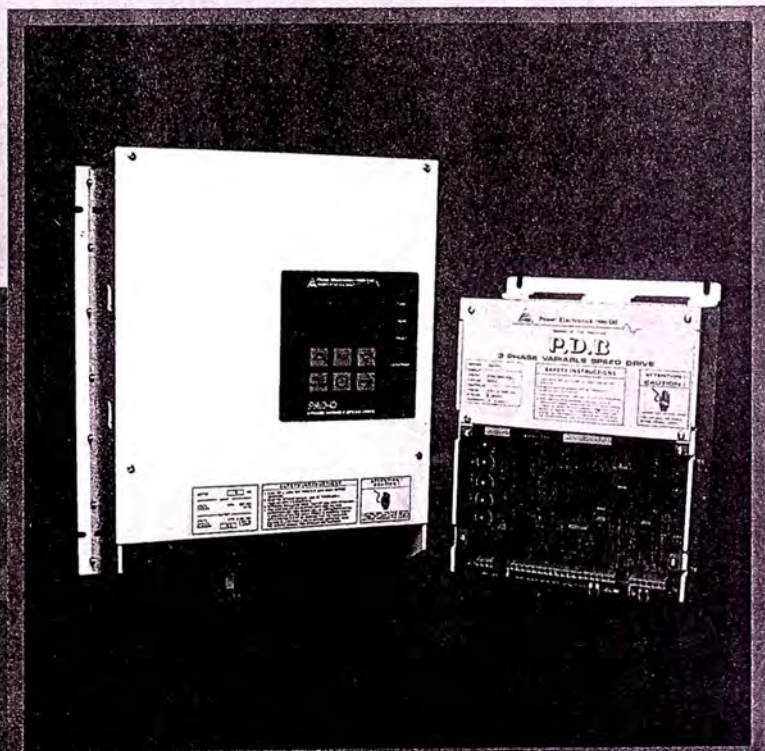
These are general guidelines for the operation of the Hitachi submersible motor on VFDs incorporating GTO and IGBT type switching devices and starting from zero rotation with a limited, immediate, hydraulic load.



Power Electronics Ltd.



- **MOTOR DRIVES**
- **SOFT STARTERS**
- **ENERGY CONTROLLERS**



PDB

ANALOG VARIABLE FREQUENCY

MOTOR DRIVE FOR 3 PHASE MOTORS

APPLICATION

Use of the PDB assures smooth operation of the three phase motor . It is especially useful where precise control is needed in:

- * Tool, Textile, and Plastics Machinery
- * Pumps, Fans, Compressors
- * Conveyor Systems
- * Mixers, Feeders, and Crushers
- * Soft Starting with minimum current

ADVANTAGES

The PDB is supplied in chassis versions, as well as NEMA 1, 12, 4 versions.

FULL SPEED CONTROL ALLOWS:

- * Controlled Acceleration
- * Controlled Deceleration
- * Full Motor Protection
- * Line / Line, Line / Chassis short circuit protection

Simplicity of design allows easy maintenance by use of common PCB's in the various models.

Other advantages are:

- * Suitable for standard motors.
- * Near unity power factor using diode bridge input.
- * Constant torque version with voltage boost at low RPM.
- * Fully isolated control input.
- * Deceleration control for rate limitation.

OPTIMAL AUTOMATIC RESET MODE

Resets overload three times then faults off .

PROTECTION

- * Line / Line output short
- * Line out / Chassis (ground) short
- * Motor overload
- * Input / Output overvoltage / undervoltage
- * Drive overtemperature

ADJUSTMENTS

- * MAX. SPEED
- * MIN. SPEED
- * ACCELERATION: 2-30 Sec. to 60Hz.
- * DECELERATION: 2-30 Sec. to stop.
- * BOOST: to 25% at 2.5 Hz.

LED INDICATORS

- * POWER ON (yellow)
- * RUN (green)
- * FAULT (red)
- * CHARGED CAPACITORS (red)
input caps with 10 volts

INPUT SIGNALS

- * SPEED CONTROL 0 - 10v, 0 - 20 mA,
4 - 20 mA, POT (5k OHM)
FORWARD / REVERSE: ISOLATED CONTACT
- * RUN / STOP: ISOLATED CONTACT
- * START: ISOLATED CONTACT
- * RESET: ISOLATED CONTACT

OUTPUT SIGNALS

- * OUTPUT FREQUENCY
0 to 10 v. = 0 to 120Hz.
- * FAULT: ISOLATED FORM C CONTACT

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Input voltage: 208/230/460/575 VAC 3 Phase,
208/230vac 1 Phase +10%

Output Voltage: 0 - 230/460/575 3 Phase

Input Freq.: 47-63 Hz.

Output Freq.: 2.3 - 60/120/180 Hz.
0.2% resolution (optional higher frequency)

Input Power Factor: 0.85 - 0.95

Freq/Voltage Characteristics: 2.5 - 46 Hz
constant V/Hz: 46 - 180Hz. constant voltage

Ambient Temperature:
Operation: 0 to 40 deg. C.
Storage: -10 to 70 deg. C.

Enclosures: Chassis version up to 100 HP

Efficiency: approx. 98% (60Hz.)

Humidity: 95% non cond.

Altitude: 1000 m.

Voltage Isolation: 2500 vac to chassis

PAD

MICROPROCESSOR BASED

VARIABLE FREQUENCY

DRIVE FOR 3 PHASE MOTORS

APPLICATION

CONSTANT AND VARIABLE TORQUE RATED

Use of the PAD-D assures smooth operation of the three phase motor. It is especially useful where precise control is needed in:

- * Tool, Textile, and Plastics Machinery
- * Pumps, Fans, Compressors
- * Conveyor Systems
- * Mixers, Feeders, and Crushers
- * Soft Starting with minimum current

ADVANTAGES

The PAD-D is supplied in chassis versions, as well as NEMA 1, 12, 4 versions.

FULL CONTROL ALLOWS:

- * Controlled Acceleration
- * Controlled Deceleration
- * Full Motor Protection
- * Line / Line output short
- * Line out / Chassis (ground) short
- * Motor overload protection

Simplicity of design allows easy maintenance by use of common PCB's in the various models.

Other advantages are:

- * Suitable for standard motors.
- * Near unity power factor using diode bridge input.
- * Constant torque version with voltage boost at low RPM.
- * Fully isolated control input.
- * Deceleration control for rate limitation.
- * Integral control keypad enables easy and fast adjustment of operating parameters.

ENERGY SAVE MODE

Selectable via internal switch .

OPTIMAL AUTOMATIC RESET MODE

Resets overload three times then faults off (optional).

PROTECTION

- * Line / Line output short
- * Line out / Chassis (ground) short
- * Motor overload

- * Input overvoltage / undervoltage
- * Drive overtemperature

ADJUSTMENTS

- * MAX. SPEED
- * MIN. SPEED
- * ACCELERATION: 2-30 Sec. - 60Hz.
- * DECELERATION: 2-30 Sec. - stop.
- * BOOST: to 25% at 2.5 Hz.
- * OVERLOAD LEVEL: 0.5 - 1.25 x nominal
- * CURRENT LIMIT: 0.8 - 1.5 x nominal
- * DC BRAKING TIME : 0 - 8.5 Sec.
- * DC BRAKING LEVEL : 13 Levels
- * AT SPEED RELAY: 0 - Max. Speed

LED INDICATORS

- * POWER ON (yellow)
- * RUN (green)
- * FAULT (red)
- * CHARGED CAPACITORS (red)
input caps with 10 volts

LCD DISPLAY

- * Motor voltage, current, and frequency indicated in rolling sequence.
- * Fault is displayed in English phrase.

INPUT SIGNALS

- * SPEED CONTROL 0 - 10v, 0 - 20 mA, 4 - 20 mA, POT (5k OHM)
- FORWARD/REVERSE: ISOLATED CONTACT
- * RUN/STOP: ISOLATED CONTACT
- * START: ISOLATED CONTACT
- * RESET: ISOLATED CONTACT
- * DC BRAKING: (below 3Hz) ISOLATED CONTACT
- * MOTOR THERMISTOR: Faults off in motor overtemp.
- * TACHOMETER: for enhanced speed regulation
- * SERIAL INTERFACE: RS232 or 422 (optional)

OUTPUT SIGNALS

- * OUTPUT FREQUENCY
0 - 10 v, 0 to max speed, 4 - 20 mA
- * OUTPUT MOTOR CURRENT: 4 - 20 mA.
- * FAULT: ISOLATED FORM C CONTACT
- * SERIAL INTERFACE

Convertidores de frecuencia Vacon

Los convertidores de frecuencia Vacon CX/CXL/CXS cubren la gama de potencias de 0,55 kW a 1,5 MW, con tensiones de red y de motor de 230 – 690 V trifásica. Los convertidores de frecuencia Vacon tienen la marca CE y cumplen las estrictas directivas de la Unión Europea sobre EMC (radio interferencia)

Gracias a la utilización de un chasis protegido, reactancia de CA incorporada, filtros de RFI y otras soluciones ampliamente probadas, se han conseguido altos niveles de inmunidad frente a las perturbaciones electromagnéticas y bajos niveles de emisión. La reactancia de entrada también disminuye de manera significativa la distorsión armónica de intensidad (THD) originada por el convertidor de frecuencia.

El sofisticado Open Loop Vector Control (control vectorial de lazo abierto), el rápido circuito ASIC y la medida directa de la intensidad en las tres fases garantizan un preciso control del motor y permiten la utilización del convertidor Vacon en aplicaciones de altas prestaciones. Gracias a un completo manual, al panel de control y a las herramientas de programación a través de PC, el convertidor Vacon es fácil de utilizar en cualquier aplicación. La serie estándar se complementa con soluciones en armario, regenerativas y en Bus de CC además de una completa gama de opciones.

Fiable tecnología

Los convertidores de frecuencia Vacon CX/CXL/CXS se han fabricado siguiendo las normas internacionales y nuestra larga experiencia.

- Utilizamos solo las mejores soluciones, componentes y subcontratistas.
- Se ha minimizado el número de componentes y subcontratistas
- Cada convertidor de frecuencia se somete a un test final en condiciones extremas.
- Amplia gama de funciones de protección.
- Bloqueo de parámetros para seguridad durante el funcionamiento.
- Todos los Vacon CX/CXL/CXS tienen el mismo principio de control, el mismo software y las mismas opciones y paneles. Además el CX y el CXL tienen la misma carta de control.
- Los convertidores de más de 110 kW utilizan el mismo juego de recambios.
- Cada convertidor tiene su certificado de pruebas.
- Certificado ISO 9001.

La vida media del convertidor de frecuencia es de más de 500.000 horas de funcionamiento. En caso urgente es posible llamar a nuestro servicio de asistencia disponible en todo el mundo 24 horas al día.

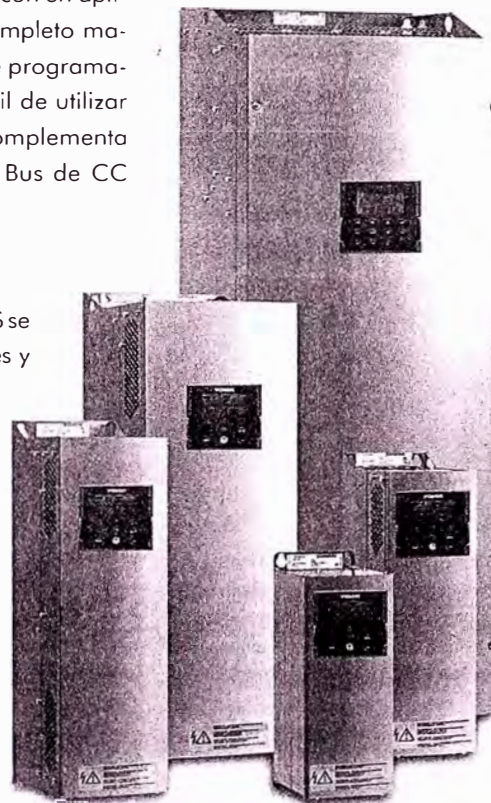
Pequeño, robusto, potente y fácil de utilizar.

El convertidor de frecuencia Vacon es pequeño y por lo tanto se adapta a todos los sistemas.

- Estructura delgada, diseño tipo libro.
- Instalación convertidor contra convertidor.
- Tecnología Super Cooling
- Los convertidores grandes también pueden montarse en panel.

Las aplicaciones "Five in One+" se han diseñado para que el convertidor sea fácil de utilizar en diferentes aplicaciones. Además de la sencilla aplicación básica, están disponibles las siguientes aplicaciones:

- Aplicación Estándar.
- Aplicación Control Local/Remoto.
- Aplicación Velocidades Múltiples.
- Aplicación Control PI
- Aplicación Multipropósito
- Aplicación Control de Bombas y Ventiladores (también con rotación automática)
- Varias aplicaciones personalizadas



Fácil de usar

El Convertidor de frecuencia Vacon es extraordinariamente fácil de utilizar.

- Completos manuales en más de 20 idiomas
- Pocos parámetros para ajustar gracias a las aplicaciones "Five in One+".
- Los manuales y las herramientas de programación por PC están disponibles en internet (www.vacon.com)
- Paneles de control fáciles de utilizar (panel alfanumérico estándar o gráfico como opción)
- Mismo sistema de programación independientemente del tamaño del convertidor.
- Parámetros preajustados, solo con entrar la información de la placa del motor, el Vacon hace el resto.
- Facilidad de conexión, E/S con terminales rápidos.
- Terminal RS232 para conexión al PC (FCLoad, FCDrive y FC1131-3 para programación).
- El dimensionado del convertidor es muy fácil e independiente del tamaño o del modelo.

Avanzado control de motor

El corazón del Vacon se basa en un sistema de control vectorial sin sensor, un modelo matemático del motor auto - adaptativo y un circuito ASIC altamente desarrollado. El control vectorial se realiza en un sistema de coordenadas de flujo estático. El control no es sensible a los cambios de los parámetros del motor ni necesita precisas y complicadas operaciones que requieran una gran capacidad de cálculo.

Control vectorial sin realimentación

El cálculo del vector se realiza cada milisegundo utilizando los valores instantáneos medidos. El modelo de motor utiliza estos valores para calcular el par y el flujo. Este cálculo no incluye integradores que pueden causar problemas a causa de las derivas a las imprecisiones en parámetros y medidas o a cambios de valor de los componentes. La magnitud y la dirección de la tensión del motor se obtiene del ASIC, por lo que los errores en las medidas no tienen ningún efecto. El modelo matemático del motor es del tipo auto - adaptativo, y además del modelo del motor incluye el modelo del convertidor y del cable al motor, lo que significa que siempre se conoce el estado del motor.

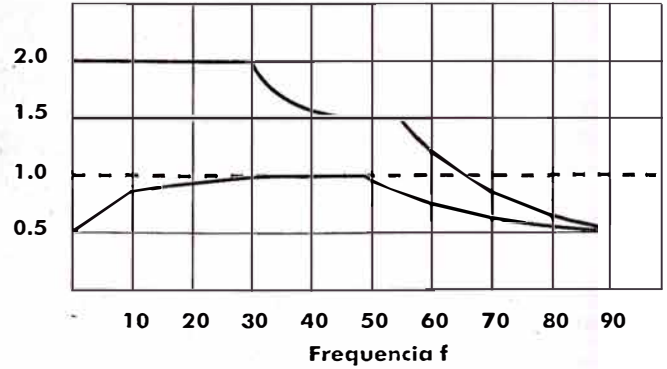
Exacto control

Con el control vectorial de flujo sin sensor se consigue la misma precisión dinámica que con el control de lazo cerrado.

- el error de velocidad estático es inferior al 0,5%
- el tiempo de incremento de par es inferior a 10 ms
- sin rizado en el par
- insensible a las resonancias
- alto par de arranque: 200%
- alta intensidad de arranque: 2,5 x ICT
- apropiado para aplicaciones multimotor
- aplicaciones de alta velocidad, max. frecuencia de salida 7.200 Hz.

El par no tiene ningún rizado, lo que es importante en sistemas de accionamientos que incluyan reductores. Se puede evitar el estrés debido a los rápidos cambios de par, en engranajes y acoplamientos ajustando correctamente el parámetro de tiempo de respuesta de par cuando se trabaja en control de par.

Par T

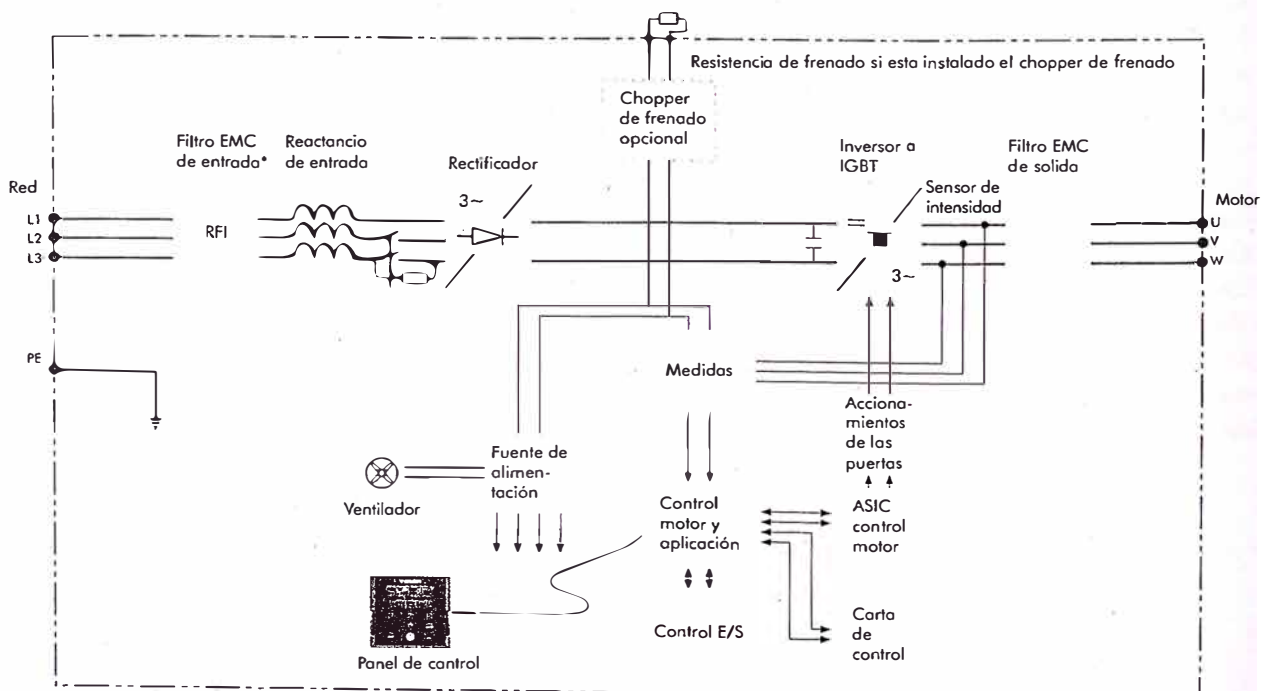


Ejemplo de capacidad de carga de un motor estándar alimentado por un convertidor de frecuencia

- Par de arranque
- - - Sobrecarga
- - - Par nominal del motor
- Capacidad de carga continua cuando el motor está alimentado por un convertidor de frecuencia

Control vectorial con realimentación

No se puede conseguir un control total del par a velocidad cero sin realimentación. Si la aplicación necesita un error de velocidad inferior al 0,5%, se necesita un control de motor con realimentación por encoder. El control de lazo cerrado está disponible en toda la gama de convertidores Vacon CX/CXL/CXS.

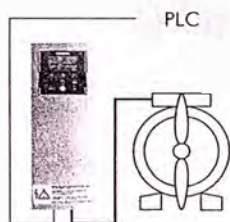


*Externo en la gama CX, integrado en la gama CXS y CXL

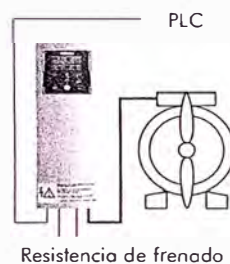
Aplicaciones

Los convertidores de frecuencia Vacon se adaptan fácilmente a sus necesidades con las aplicaciones "Five in one+" que se incluyen en cada accionamiento. Ejemplos de aplicaciones típicas son: bombas y ventiladores, compresores, transportadores, bobinadoras, mezcladoras, grúas, ascensores, maquinas herramientas, machacadoras, etc.

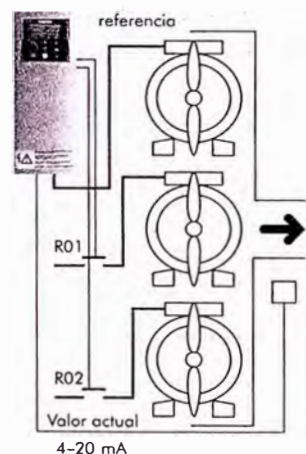
Escoja la aplicación que mejor cumpla sus necesidades y a sus requisitos de E/S.



La aplicación básica es la que viene ajustada por defecto. Las E/S no se pueden programar. Solo es accesible el grupo 1 de parámetros con 18 parámetros. La referencia de velocidad puede ser por corriente, o por voltaje con un potenciómetro, o directamente del panel de control. La aplicación es muy versátil.



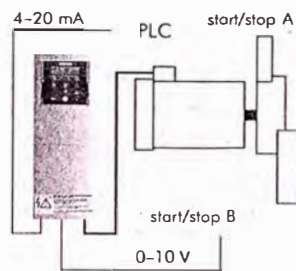
La aplicación estándar tiene la misma lógica de control que la aplicación básica pero todas las entradas y salidas digitales son programables. Los 8 grupos de parámetros están disponibles: parámetros básicos, parámetros de las señales de entradas, parámetros de salida y supervisión, parámetros control del accionamiento, parámetros de frecuencia, parámetros de control de motor, parámetros de protecciones y rearmado automático.



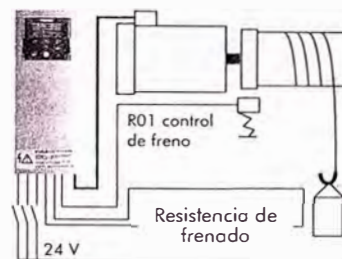
La aplicación control de bombas y ventiladores se puede utilizar para controlar un accionamiento de velocidad variable y hasta cuatro accionamientos auxiliares. El control PI de la aplicación controla la velocidad del accionamiento de velocidad variable y da las señales de marcha/paro de los accionamientos auxiliares. Todas las salidas son libremente programables. Además de los 8 grupos de parámetros en el grupo nueve se definen las múltiples funciones de control de las bombas y ventiladores.

La función rotación automática y contactores externos se utilizan para cambiar los motores conectados al convertidor de frecuencia o para cambiar el orden de arranque de los motores auxiliares. La aplicación de rotación se debe cargar al convertidor de frecuencia de manera separada.

En las estaciones de sobre presión puede ser necesario disminuir la presión de salida si la presión de entrada disminuye de un cierto límite. Es necesario un sensor de la presión de entrada. La aplicación control de bombas y ventiladores del Vacon nos permite hacerlo.

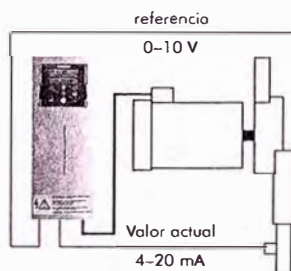


Si se necesitan dos lugares de control, la aplicación adecuada es **la aplicación control Local/Remoto**. Se puede programar la fuente de la referencia de frecuencia y el lugar de control se selecciona mediante una entrada digital. Todas las salidas son programables. Los 8 grupos de parámetros están disponibles.



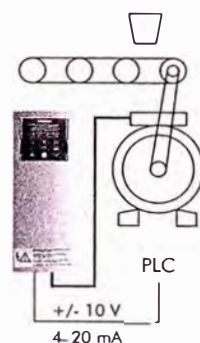
La aplicación control de velocidades múltiples se utiliza cuando se necesitan varias velocidades fijas. Se pueden programar nueve velocidades: una velocidad básica, siete velocidades múltiples y una velocidad jogging. Las velocidades fijas se seleccionan con las entradas digitales. La referencia

básica de velocidad es a través de la entrada analógica de tensión o de corriente. Todas las entradas y salidas son programables. Los 8 grupos de parámetros están disponibles.



La aplicación control PI permite dos lugares de control desde las E/S. Lugar A es control PI y lugar B es referencia de frecuencia. La referencia del control PI puede ser desde las entradas analógicas, desde el potenciómetro motorizado o desde el panel de control. El valor actual

se puede seleccionar desde las entradas analógicas o bien desde funciones matemáticas entre las entradas analógicas. La aplicación control PI se utiliza con frecuencia en aplicaciones en las que es necesario mantener constante la presión. Todas las salidas son programables y los 8 grupos de parámetros están disponibles.



En la aplicación control multipropósito la referencia de frecuencia se puede seleccionar desde: Entradas analógicas, control por joystick, potenciómetro motorizada, o funciones matemáticas entre las entradas analógicas. También es posible programar varias velocidades fijas y la velocidad jogging. Todas las salidas son programables. Los 8 grupos de parámetros están disponibles. De todas las aplicaciones la multipropósito es la más versátil. Gracias a sus parámetros especiales permite una programación muy completa de su convertidor de frecuencia.

También ofrecemos aplicaciones especiales a medida disponibles para uso general: **aplicación Ascensores, aplicación Bobinadora, aplicación Alta Velocidad, aplicación Multipropósito II, aplicación control de Par, aplicación control de Par y Velocidad en lazo cerrado, aplicación control de Posición**, etc. Con la Herramienta de Programación de Aplicaciones FC1131-3, se pueden editar todas las aplicaciones para ajustarlas mejor a sus necesidades.

Especificación técnica

Selección del convertidor de frecuencia

Todos los convertidores de frecuencia se seleccionan siguiendo el mismo criterio, la intensidad de salida necesaria. Los convertidores de frecuencia Vacon tienen dos rangos de intensidad, I_{CT} y I_{VF} . La I_{CT} se utiliza en accionamientos que necesitan una alta dinámica (cambios de carga y cortas rampas de aceleración), permite sobrecargas del 50% durante 1 minuto cada 10 minutos y también una intensidad de arranque del 250% de la nominal del convertidor. La intensidad I_{VF} se utiliza en accionamientos que no precisan sobrecarga, como bombas centrifugas y ventiladores.

Rango de potencia

Vacon CX	1,5–1500 kW
Vacon CXL	0,75–500 kW
Vacon CXS	0,55–30 kW

Conexión a red

Voltaje U_n	208–230V, -15% +- 10% 380–440V 460–500V 525–690V
Frecuencia de entrada	45–66 Hz
Conexión a red	máx. una por minuto (normalmente)

Conexión a motor

Voltaje	0– U_n
Salida continua	I_{CT} : temperatura ambiente máx. +50°C, intensidad de sobrecarga $1,5 \times I_{CT}$ (1min/10min) I_{VF} : temperatura ambiente máx. +40°C, sin sobrecarga
Par de arranque	200%
Intensidad de arranque	$2,5 \times I_{CT}$: 2 s. cada 20 s. si la frec. de salida <30 Hz y la temperatura del refrigerador <+50°C
Frecuencia de salida	0–500 Hz
Resolución de frecuencia	0.01 Hz

Características de control

Sistema de control	Control de frecuencia (U/f) Open Loop Sensorless Vector Control Closed Loop Vector Control
Frecuencia de conmutación	1–16 kHz (hasta 90 kW, gama 400/500 V) 1–6 kHz (110–1500 kW, gama 600 V)
Referencia de frecuencia	Entrada anal. resolución 12 bit, precisión $\pm 1\%$ Ref. de panel resolución 0,01 Hz
Punto de desexcitación	30–500 Hz
Tiempo aceleración	0,1–3000 s
Tiempo deceleración	0,1–3000 s
Par de frenado	Freno CC: 30%*TN (sin opción de frenado)

Como el par es proporcional a la intensidad se ha de tener en cuenta que los accionamientos de par constante necesitan la misma intensidad con independencia de la frecuencia de salida. El convertidor también se puede utilizar para aplicaciones multimotor. En este caso la intensidad de salida del convertidor debe ser superior a la suma de las intensidades nominales de los motores. Recomendamos utilizar el rango de intensidad I_{CT} para las aplicaciones multimotor.

Funciones de protección

Protección de sobre intensidad	Limite disparo $4 \times I_{CT}$ (hasta tamaño M10; tamaños superiores caso por caso)																																
Protección de sobre tensión	Tensión de red: <table> <tr><td>220 V</td><td>Límite de disparo:</td></tr> <tr><td>230 V</td><td>$1.47 \times U_n$</td></tr> <tr><td>240 V</td><td>$1.41 \times U_n$</td></tr> <tr><td>380 V</td><td>$1.35 \times U_n$</td></tr> <tr><td>400 V</td><td>$1.47 \times U_n$</td></tr> <tr><td>415 V</td><td>$1.40 \times U_n$</td></tr> <tr><td>440 V</td><td>$1.35 \times U_n$</td></tr> <tr><td>460 V</td><td>$1.27 \times U_n$</td></tr> <tr><td>480 V</td><td>$1.47 \times U_n$</td></tr> <tr><td>500 V</td><td>$1.41 \times U_n$</td></tr> <tr><td>525 V</td><td>$1.35 \times U_n$</td></tr> <tr><td>575 V</td><td>$1.77 \times U_n$</td></tr> <tr><td>600 V</td><td>$1.62 \times U_n$</td></tr> <tr><td>660 V</td><td>$1.55 \times U_n$</td></tr> <tr><td>690 V</td><td>$1.41 \times U_n$</td></tr> <tr><td></td><td>$1.35 \times U_n$</td></tr> </table>	220 V	Límite de disparo:	230 V	$1.47 \times U_n$	240 V	$1.41 \times U_n$	380 V	$1.35 \times U_n$	400 V	$1.47 \times U_n$	415 V	$1.40 \times U_n$	440 V	$1.35 \times U_n$	460 V	$1.27 \times U_n$	480 V	$1.47 \times U_n$	500 V	$1.41 \times U_n$	525 V	$1.35 \times U_n$	575 V	$1.77 \times U_n$	600 V	$1.62 \times U_n$	660 V	$1.55 \times U_n$	690 V	$1.41 \times U_n$		$1.35 \times U_n$
220 V	Límite de disparo:																																
230 V	$1.47 \times U_n$																																
240 V	$1.41 \times U_n$																																
380 V	$1.35 \times U_n$																																
400 V	$1.47 \times U_n$																																
415 V	$1.40 \times U_n$																																
440 V	$1.35 \times U_n$																																
460 V	$1.27 \times U_n$																																
480 V	$1.47 \times U_n$																																
500 V	$1.41 \times U_n$																																
525 V	$1.35 \times U_n$																																
575 V	$1.77 \times U_n$																																
600 V	$1.62 \times U_n$																																
660 V	$1.55 \times U_n$																																
690 V	$1.41 \times U_n$																																
	$1.35 \times U_n$																																
Protección de baja tensión	Limite de disparo $0,65 \times U_n$																																
Protección fallo a tierra	Protege el convertidor de un fallo a tierra en la salida (motor o cable motor)																																
Supervisión de red	Dispara si falla una fase de entrada																																
Supervisión fases de salida	Dispara si falta una fase de salida																																
Otras	Protección sobre temperatura del convertidor, protección sobrecarga del motor, protección rotor bloqueado, protección baja carga motor, protección cortocircuito en los voltajes de referencia de +10 V y +24 V.																																

Conexiones de control

Entrada analógica V	0 – +10 V, $R_i = 200 \text{ k}\Omega$ (-10 – +10V, control por joystick), resolución 12 bits, prec. $\pm 1\%$
Entrada analógica mA	0 (4) – 20 mA, $R_i = 250 \Omega$, diferencial
Entradas digitales (6)	Lógica positiva o negativa
Tensión aux.	+24V $\pm 20\%$, máx. 100 mA
Ref. potenciómetro	+10V -0%–+3%, máx. 10 mA
Salida analógica	0 (4)–20 mA, $R_L < 500 \Omega$, resolución 10 bits, precisión $\pm 3\%$
Salida digital	Salida de colector abierto, 50 mA/ 48 V
Salidas a relé	Tensión máx. conmutación: 300V CC, 250V CA Carga máx. conmutación: 8A/24V 0,4A / 250V CC, 2kVA / 250V CA. Carga máx. continua: 2 A rms

Límites ambientales

Temperatura ambiente de funcionamiento	-10 (sin escarcha) - + 50°C a I _{CT} -10 (sin escarcha) - + 40°C a I _{CV}
Almacenaje	-40°C – +60°C
Humedad relativa	< 95%, sin condensación
Calidad del aire	Vapores químicos IEC 721-3-3 Unidad en funcionamiento, clase 3C2. Partícula mecánicas IEC721-3-3 Unidad en funcionamiento, clase 3S2
Altitud	Móx. 1000 m a I _{CT} continua Sobre 1000 m la I _{CT} se reduce un 1% cada 100m Para alturas >3000 m consultar a fabrico
Vibraciones (IEC 721-3-3)	En funcionamiento: máx. Amplitud 3mm a 2 – 9 Hz, máx. aceleración 0,5 G a 9 – 200 Hz
Choque (IEC 68-2-27)	En funcionamiento: máx. 8 G, 11ms Almacenamiento y transporte: máx. 15 G, 11ms (dentro del embalaje)

EMC

Inmunidad al ruido	Cumple EN50082 -1, -2, EN61800 - 3
Emissiones	<ul style="list-style-type: none"> - Gama - xxCXxxxNx equipado con filtro RFI externo (xRFIxxx) cumple EN50081 - 2, EN61800 - 3 - Gama - xxCXLxxxlx cumple EN50081 - 2, EN61800 - 3 - Gama - xxCXLxxxCx cumple EN50081 - 1, - 2, EN61800 - 3 - Gama - xxCXSxxxlx cumple EN50081 - 2, EN61800 - 3 - Gama - xxCXSxxxCx cumple EN50081 - 1, - 2, EN61800 - 3
Seguridad	Cumple EN50178, EN60204 - 1, CE, UL, C-UL, FI, Gost R (comprobar en la placa de características la aprobación específica)
Marca CE	Si

Código de designación

VACON ❶	CA ❷	2,2 ❸	CX ❹	4 ❺	B ❻	2 ❼	N ❽	1 ❾	AA ❿
❶	VACON Vaasa Control								
❷	Versión de software								
❸	Potencia nominal del convertidor (par constante)								
❹	Gama de producto								
❺	Tensión nominal de red: 2 = 230V, 4 = 400V, 5 = 500V, 6 = 690V (3 fases)								
❻	Opciones panel de control: A = display 7 segmentos LED B = display gráfico (LCD) C = sin panel de control D = especial, interruptores, potenciómetro, etc. G = display alfanumérico								
❼	Protección: 0 = IP00 2 = IP20 5 = IP54 (NEMA 12/12K) 7 = IP21 (NEMA1) 9 = especial (IP54 y IP21 solo en gama CXL)								
❽	Nivel de emisión (cumple con): N = (N = sin filtros) cumple las normas EN50082-1,-2, EN61800-3 I = (I = nivel industrial) cumple las normas EN50081-2, EN50082-1,-2, EN61800-3 C = (C = nivel comercial) cumple las normas EN50081-1,-2, EN50082-1,-2, EN61800-3								
❾	Opción de chopper de frenado interno: 0 = sin chopper de frenado 1 = chopper de frenado interno								
❿	Versión de hardware especial (si fuera necesario)								

Especificación técnica por tipo de convertidor

Familia de productos Vacon – tabla de comparación

	VACON CX	VACON OXL	VACON CXS
Rango de potencia [kW]	1.5 - 1500	0.75 - 500	0.55 - 30
Tensión de red y de alimentación 3 ~ [V]	230 - 690	230 - 500	230 - 500
Protección IP	IP00, IP20	IP21, IP54	IP20
Tipos EMC (integrado)	N *	N, I, C **	N, I, C
Reactancia CA (integrado)	Toda la gama	Toda la gama	4CXS - 22CXS
Control Motor	Sensorless Vector Control		
Espacio para cartas opcionales	1	1	***

* Nivel I con filtro RFI externo
 ** Integrado 0,75 CXL a 90 CXL
 *** Ver opciones
 Ver también la página anterior "Selección del convertidor de frecuencia"

Vacon CX Tensión de red 208 - 230 V, 50/60 Hz, 3~

Tipo convertidor de frecuencia VACON	Potencia e intensidad nominal del motor						Tipo mec. / protección	Peso (kg)
	Par constante			Par variable				
	P(kW)	I_{CT}	I_{CTmax}	P(kW)	I_{VT}			
1.5CX2	1.5	7	11	2.2	10	M4/IP20	7	
2.2CX2	2.2	10	15	3	13	M4/IP20	7	
3CX2	3	13	20	4	16	M4/IP20	7	
4CX2	4	16	24	5.5	22	M5/IP20	15	
5.5CX2	5.5	22	33	7.5	30	M5/IP20	15	
7.5CX2	7.5	30	45	11	43	M5/IP20	15	
11CX2	11	43	64	15	57	M6/IP20	35	
15CX2	15	57	85	18.5	70	M6/IP20	35	
18.5CX2	18.5	70	105	22	83	M6/IP20	35	
22CX2	22	83	124	30	113	M6/IP20	35	
30CX2	30	113	169	37	139	M7/IP00*	61	
37CX2	37	139	208	45	165	M7/IP00*	61	
45CX2	45	165	247	55	200	M7/IP00*	61	
55CX2	55	200	300	75	264	M8/IP00*	136	
75CX2	75	264	396	90	330	M8/IP00*	136	
90CX2	90	330	495	110	415	M8/IP00*	136	

Vacon CX Tensión de red 380 - 440 V, 50/60 Hz, 3~

2.2CX4	2.2	6.5	10	3	8	M4/IP20	7
3CX4	3	8	12	4	10	M4/IP20	7
4CX4	4	10	15	5.5	13	M4/IP20	7
5.5CX4	5.5	13	20	7.5	18	M4/IP20	7
7.5CX4	7.5	18	27	11	24	M5/IP20	14.5
11CX4	11	24	36	15	32	M5/IP20	14.5
15CX4	15	32	48	18.5	42	M5/IP20	14.5
18.5CX4	18.5	42	63	22	48	M6/IP20	27
22CX4	22	48	72	30	60	M6/IP20	27
30CX4	30	60	90	37	75	M6/IP20	35
37CX4	37	75	113	45	90	M6/IP20	35
45CX4	45	90	135	55	110	M6/IP20	35
55CX4	55	110	165	75	150	M7/IP00*	61
75CX4	75	150	225	90	180	M7/IP00*	61
90CX4	90	180	250	110	210	M7/IP00*	61
110CX4	110	210	315	132	270	M8/IP00*	136
132CX4	132	270	405	160	325	M8/IP00*	136
160CX4	160	325	472	200	410	M8/IP00*	136
200CX4	200	410	615	250	510	M9/IP00*	211
250CX4	250	510	715	315	580	M9/IP00*	211
315CX4	315	600	900	400	750	M10/IP00*	273
400CX4	400	750	1000	500	840	M10/IP00*	273

Vacon CX Tensión de red 440 - 500 V, 50/60 Hz, 3~

Tipo convertidor de frecuencia VACON	Potencia e intensidad nominal del motor						Tipo mec. / protección	Peso (kg)
	Par constante			Par variable				
	P(kW)	I_{CT}	I_{CTmax}	P(kW)	I_{VT}			
2.2CX5	2.2	5	8	3	6	M4/IP20	7	
3CX5	3	6	9	4	8	M4/IP20	7	
4CX5	4	8	12	5.5	11	M4/IP20	7	
5.5CX5	5.5	11	17	7.5	15	M4/IP20	7	
7.5CX5	7.5	15	23	11	21	M5/IP20	14.5	
11CX5	11	21	32	15	27	M5/IP20	14.5	
15CX5	15	27	41	18.5	34	M5/IP20	14.5	
18.5CX5	18.5	34	51	22	40	M6/IP20	27	
22CX5	22	40	60	30	52	M6/IP20	27	
30CX5	30	52	78	37	65	M6/IP20	35	
37CX5	37	65	98	45	77	M6/IP20	35	
45CX5	45	77	116	55	96	M6/IP20	35	
55CX5	55	96	144	75	125	M7/IP00*	61	
75CX5	75	125	188	90	160	M7/IP00*	61	
90CX5	90	160	210	110	180	M7/IP00*	61	
110CX5	110	180	270	132	220	M8/IP00*	136	
132CX5	132	220	330	160	260	M8/IP00*	136	
160CX5	160	260	390	200	320	M8/IP00*	136	
200CX5	200	320	480	250	400	M9/IP00*	211	
250CX5	250	400	571	315	460	M9/IP00*	211	
315CX5	315	480	720	400	600	M10/IP00*	273	
400CX5	400	600	900	500	672	M10/IP00*	273	

Vacon CX Tensión de red 525 - 690 V, 50/60 Hz, 3~

2.2CX6	2.2	3.5	5.5	3	4.5	M5/IP20	16
3CX6	3	4.5	7	4	5.5	M5/IP20	16
4CX6	4	5.5	8.5	5.5	7.5	M5/IP20	16
5.5CX6	5.5	7.5	11	7.5	10	M5/IP20	16
7.5CX6	7.5	10	15	11	14	M5/IP20	16
11CX6	11	14	21	15	19	M5/IP20	16
15CX6	15	19	29	18.5	23	M5/IP20	16
18.5CX6	18.5	23	34	22	26	M5/IP20	16
22CX6	22	26	40	30	35	M5/IP20	16
30CX6	30	35	53	37	42	M6/IP20	38
37CX6	37	42	63	45	52	M6/IP20	38
45CX6	45	52	78	55	62	M6/IP20	38
55CX6	55	62	93	75	85	M6/IP20	38
75CX6	75	85	127	90	100	M6/IP20	38
90CX6	90	100	150	110	122	M8/IP00*	136
110CX6	110	122	183	132	145	M8/IP00*	136
132CX6	132	145	218	160	185	M8/IP00*	136
160CX6	160	185	277	200	222	M9/IP00*	211
200CX6	200	222	333	250	287	M9/IP00*	211
250CX6	250	287	430	315	325	M10/IP00	273
315CX6	315	325	487	400	390	M10/IP00	273

I_{CT} = Intensidad nominal de entrada y salida (carga par constante, temp. ambiente máx. 50°C)

I_{CTmax} = Intensidad máxima de sobrecarga 1min/10min (carga par constante, temp. ambiente máx. 50°C)

I_{VT} = Intensidad nominal de entrada y salida (carga par constante, ambiente máx. 40°C))

* = IP20 opcional

** = IP54 opcional

Vacon CXL
Tensión de red 208 – 230 V, 50/60 Hz, 3~

Tipo con- vertidor de frecuencia VACON	Potencia e intensidad nominal del motor					Tipo mec. / protección	Peso (kg)
	Par constante			Par variable			
	P(kW)	I _{CT}	I _{CTmax}	P(kW)	I _{VT}		
1.5CXL2	1.5	7	11	2.2	10	M4/IP21**	7
2.2CXL2	2.2	10	15	3	13	M4/IP21**	7
3CXL2	3	13	20	4	16	M4/IP21**	7
4CXL2	4	16	24	5.5	22	M5/IP21**	15
5.5CXL2	5.5	22	33	7.5	30	M5/IP21**	15
7.5CXL2	7.5	30	45	11	43	M5/IP21**	15
11CXL2	11	43	64	15	57	M6/IP21**	35
15CXL2	15	57	85	18.5	70	M6/IP21**	35
18.5CXL2	18.5	70	105	22	83	M6/IP21**	35
22CXL2	22	83	124	30	113	M6/IP21**	35
30CXL2	30	113	169	37	139	M7/IP21**	82
37CXL2	37	139	208	45	165	M7/IP21**	82
45CXL2	45	165	247	55	200	M7/IP21**	82
55CXL2	55	200	300	75	264	M8/IP21**	153
75CXL2	75	264	396	90	330	M8/IP21**	153
90CXL2	90	330	495	110	415	M8/IP21**	153

Vacon CXL
Tensión de red 380 – 440 V, 50/60 Hz, 3~

0.75CXL4	0.75	2.5	3.8	1.1	3.5	M4/IP21**	6
1.1CXL4	1.1	3.5	5.3	1.5	4.5	M4/IP21**	6
1.5CXL4	1.5	4.5	6.8	2.2	6.5	M4/IP21**	6
2.2CXL4	2.2	6.5	10	3	8	M4/IP21**	8
3CXL4	3	8	12	4	10	M4/IP21**	8
4CXL4	4	10	15	5.5	13	M4/IP21**	8
5.5CXL4	5.5	13	20	7.5	18	M4/IP21**	8
7.5CXL4	7.5	18	27	11	24	M5/IP21**	16
11CXL4	11	24	36	15	32	M5/IP21**	16
15CXL4	15	32	48	18.5	42	M5/IP21**	16
18.5CXL4	18.5	42	63	22	48	M6/IP21**	32
22CXL4	22	48	72	30	60	M6/IP21**	32
30CXL4	30	60	90	37	75	M6/IP21**	38
37CXL4	37	75	113	45	90	M6/IP21**	38
45CXL4	45	90	135	55	110	M6/IP21**	38
55CXL4	55	110	165	75	150	M7/IP21**	82
75CXL4	75	150	225	90	180	M7/IP21**	82
90CXL4	90	180	250	110	210	M7/IP21**	82
110CXL4	110	210	315	132	270	M8/IP21**	153
132CXL4	132	270	405	160	325	M8/IP21**	153
160CXL4	160	325	472	200	410	M8/IP21**	153
200CXL4	200	410	615	250	510	M9/IP21**	230
250CXL4	250	510	715	315	580	M9/IP21**	230
315CXL4	315	600	900	400	750	M10/IP20	305
400CXL4	400	750	1000	500	840	M10/IP20	305

Vacon CXS
Tensión de red 208 – 230 V, 50/60 Hz, 3~

0.55CX2	0.55	3.6	5.4	0.75	4.7	M3/IP20	4.5
0.75CX2	0.75	4.7	7.1	1.1	5.6	M3/IP20	4.5
1.1CX2	1.1	5.6	8.4	1.5	7	M3/IP20	4.5
1.5CX2	1.5	7	11	2.2	10	M3/IP20	4.5
2.2CX2	2.2	10	15	3	13	M4B/IP20	7
3CX2	3	13	20	4	16	M4B/IP20	7
4CX2	4	16	24	5.5	22	M4B/IP20	7
5.5CX2	5.5	22	33	7.5	30	M4B/IP20	7
7.5CX2	7.5	30	45	11	43	M5B/IP20	21
11CX2	11	43	64	15	57	M5B/IP20	21
15CX2	15	57	85	18.5	70	M5B/IP20	21

Vacon CXL
Tensión de red 440 – 500 V, 50/60 Hz, 3~

Tipo con- vertidor de frecuencia VACON	Potencia e intensidad nominal del motor					Tipo mec. / protección	Peso (kg)
	Par constante			Par variable			
	P(kW)	I _{CT}	I _{CTmax}	P(kW)	I _{VT}		
0.75CXL5	0.75	2.5	3.8	1.1	3	M4/IP21**	6
1.1CXL5	1.1	3	4.5	1.5	3.5	M4/IP21**	6
1.5CXL5	1.5	3.5	5.3	2.2	5	M4/IP21**	6
2.2CXL5	2.2	5	8	3	6	M4/IP21**	8
3CXL5	3	6	9	4	8	M4/IP21**	8
4CXL5	4	8	12	5.5	11	M4/IP21**	8
5.5CXL5	5.5	11	17	7.5	15	M4/IP21**	8
7.5CXL5	7.5	15	23	11	21	M5/IP21**	16
11CXL5	11	21	32	15	27	M5/IP21**	16
15CXL5	15	27	41	18.5	34	M5/IP21**	16
18.5CXL5	18.5	34	51	22	40	M6/IP21**	32
22CXL5	22	40	60	30	52	M6/IP21**	32
30CXL5	30	52	78	37	65	M6/IP21**	38
37CXL5	37	65	98	45	77	M6/IP21**	38
45CXL5	45	77	116	55	96	M6/IP21**	38
55CXL5	55	96	144	75	125	M7/IP21**	82
75CXL5	75	125	188	90	160	M7/IP21**	82
90CXL5	90	160	210	110	180	M7/IP21**	82
110CXL5	110	180	270	132	220	M8/IP21**	153
132CXL5	132	220	330	160	260	M8/IP21**	153
160CXL5	160	260	390	200	320	M8/IP21**	153
200CXL5	200	320	480	250	400	M9/IP21**	230
250CXL5	250	400	571	315	460	M9/IP21**	230
315CXL5	315	480	720	400	600	M10/IP20	305
400CXL5	400	600	900	500	672	M10/IP20	305

Vacon CXS
Tensión de red 380 – 440 V, 50/60 Hz, 3~

0.75CX4	0.75	2.5	3.8	1.1	3.5	M3/IP20	4.5
1.1CX4	1.1	3.5	5.3	1.5	4.5	M3/IP20	4.5
1.5CX4	1.5	4.5	6.8	2.2	6.5	M3/IP20	4.5
2.2CX4	2.2	6.5	10	3	8	M3/IP20	4.5
3CX4	3	8	12	4	10	M3/IP20	4.5
4CX4	4	10	15	5.5	13	M4B/IP20	7
5.5CX4	5.5	13	20	7.5	18	M4B/IP20	7
7.5CX4	7.5	18	27	11	24	M4B/IP20	7
11CX4	11	24	36	15	32	M4B/IP20	7
15CX4	15	32	48	18.5	42	M5B/IP20	21
18.5CX4	18.5	42	63	22	48	M5B/IP20	21
22CX4	22	48	72	30	60	M5B/IP20	21

Vacon CXS
Tensión de red 440 – 500 V, 50/60 Hz, 3~

0.75CX5	0.75	2.5	3.8	1.1	3	M3/IP20	4.5
1.1CX5	1.1	3	4.5	1.5	3.5	M3/IP20	4.5
1.5CX5	1.5	3.5	5.3	2.2	5	M3/IP20	4.5
2.2CX5	2.2	5	8	3	6	M3/IP20	4.5
3CX5	3	6	9	4	8	M3/IP20	4.5
4CX5	4	8	12	5.5	11	M4B/IP20	7
5.5CX5	5.5	11	17	7.5	15	M4B/IP20	7
7.5CX5	7.5	15	23	11	21	M4B/IP20	7
11CX5	11	21	32	15	27	M4B/IP20	7
15CX5	15	27	41	18.5	34	M5B/IP20	21
18.5CX5	18.5	34	51	22	40	M5B/IP20	21
22CX5	22	40	60	30	52	M5B/IP20	21

Vacon CXC – la solución en armario

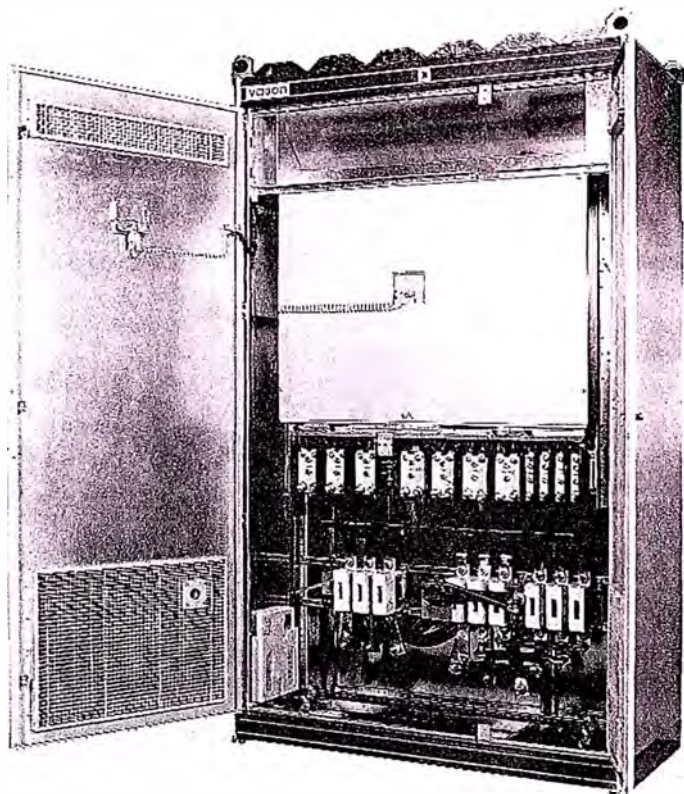
El convertidor de frecuencia Vacon CX se puede suministrar instalado en un armario. Además del armario estándar podemos ofrecer soluciones a medida. Utilizando el formulario de selección es fácil definir que tipo de Vacon CXC en armario se necesita. En el formulario solo se debe indicar la configuración y opciones deseadas.

La gama Vacon CXC cubre una gama de potencias de 55 kW – 1500 kW, con tensiones de entrada de 380 – 690 V. Con protecciones IP20, IP21, IP31 y IP54. Las características técnicas, aplicaciones, conexiones de E/S, control de motor, utilización y opciones son las mismas que las del CX y CXL.

Gracias a un diseño muy probado, el convertidor de frecuencia Vacon CXC tiene una excelente relación entre intensi-

Código designación VACON CXC.

- VACON 500 CXC 5 E 7 N 0 A 0 AA 2 N 2 BB**
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
- 1 VACON Vaasa Control Oy
 - 2 Potencia nominal del convertidor
 - 3 Gama de producto CXC
 - 4 Tensión nominal de red:
4=400, 5=500, 6=690 V
 - 5 Opciones panel de control: A=display 7 segmentos LED, B=display gráfico LCD, C=sin panel de control, D=especial, interruptores, pot, etc., E=panel de 7 segmentos instalado en la puerta, F=panel gráfico instalado en la puerta, G=display alfanumérico, H=panel alfanumérico instalado en la puerta
 - 6 Tipo de protección:
2=IP20, 7=IP21, 3=IP31, 5=IP54, 9=especial
 - 7 Nivel de emisiones:
N = cumple con las normas EN50082-1, -2, EN61800-3
I = cumple con las normas EN50082-1, -2, EN50081-2, EN61800-3
 - 8 Opción chopper de frenado interno: 0 = sin chopper de frenado, 1 = chopper de frenado interno
 - 9 Cartas opcionales: A=ninguna, B=VACON CX100OPT, C=VACON CX101OPT, D=VACON CX102OPT, E= VACON CX103OPT, F=VACON CX200OPT, G=VACON CX201OPT, H=VACON CX202OPT, I=VACON CX203OPT, K= otras
 - 10 Aislamiento galvánico de las entradas salidas: 0=ninguno, 1=entrada analógica, 2= salida analógica, 3=ambas, 4=todas (si el Vacon tiene cartas opcionales de control)
 - 11 Cables de conexión a red o a motor
Red: A=inferior, B=superior, C=otra
Motor: A=inferior, B=superior, C=otra
 - 12 Dispositivo conexión a red
0=ninguno, 1=seccionador en carga,
2= seccionador con fusibles, 3=MCCB, 4=ACB, 5=otros
 - 13 Contactor de red
N=ninguno, C=contactor de red,
E=contactor de red con paro de emergencia
 - 14 Filtro protección de motor
0=ninguno, 1=filtro dU/dt, 2=filtro senoidal, 3=otro
 - 15 Hardware especial (si es necesario)
AA=ninguno, AB= circuito by-pass estándar Vacon,
BA=otros, BB=convertidor regenerativo (CXR)



Vacon 400CXC4A2N0 con seccionador de entrada y by-pass

CT = par constante, VT = par variable, I_{CT} = intensidad nominal de entrada y salida (máx. 50°C),

$I_{CT\text{ máx.}}$ = intensidad de sobrecarga (max 50°C), I_{VT} = intensidad nominal de entrada y salida (máx. 40°C)

Pn [kW]	Tensión entrada/motor Un [V] 380 - 440 (3~)			Tensión entrada/motor Un [V] 440 - 500 (3~)			Tensión entrada/motor Un [V] 525 - 690 (3~)			Dimensiones IP00 [mm]			Peso [kg]				
	Tipo conv.	Intensidad salida [A]			Tipo conv.	Intensidad salida [A]			Tipo conv.	Intensidad salida [A]							
		I_{CT}	$I_{CT\text{ máx.}}$	I_{VT}		I_{CT}	$I_{CT\text{ máx.}}$	I_{VT}		I_{CT}	$I_{CT\text{ máx.}}$	I_{VT}		W	H	D	
500	500CX4	840	1200	1050	500CX5	675	960	880	400	400CX6	400	560	490	2x700	1000	390	430
630	630CX4	1050	1400	1160	630CX5	880	1120	1020	500	500CX6	490	680	620	2x989	1000	390	550
710	710CX4	1270	1500	1330	710CX5	1020	1200	1070	630	630CX6	620	780	700	2x989	1000	390	550
800	800CX4	1330	1600	1480	800CX5	1070	1300	1200	710	710CX6	700	870	*	2x989	1000	390	550
900	900CX4	1480	1700	*	900CX5	1200	1400	*	800	800CX6	*	*	780	2x989	1000	390	550
1000	1000CX4	*	*	1600	1000CX5	*	*	1300	-	-	-	-	-	2x989	1000	390	550
1100	1100CX4	1600	2100	1900	1100CX5	1300	1700	1600	900	900CX6	780	1030	900	3x989	1000	390	820
1250	1250CX4	1800	2400	2100	1250CX5	1530	2000	1700	1000	1000CX6	880	1160	1000	3x989	1000	390	820
1500	1500CX4	*	*	2270	1500CX5	*	*	1950	1100	1100CX6	*	*	1100	3x989	1000	390	820
									1250	1250CX6	*	*	1300	3x989	1000	390	820

* preguntar a fabrica para detalles

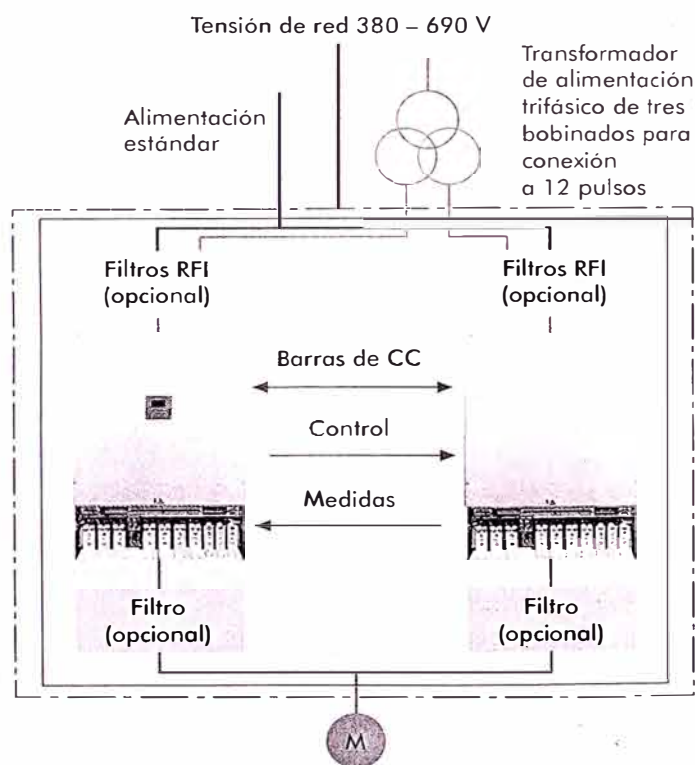
dad y temperatura interna. Los convertidores Vacon CX y CXC se pueden conectar a redes de alimentación de 6-, 12-, o 18-pulsos. La configuración de 12 pulsos es posible desde 110 kW (400/500 V) y desde 90 kW a 690 V.

Las conexiones de 18 pulsos se pueden utilizar desde el tamaño M13, 1100 kW (400/500 V). A 690 V la conexión de 18 pulsos esta disponible desde 900 kW. Si se instala un filtro RFI el Vacon CXC cumple con las siguientes directivas de EMC de la UE: EN50081-2, EN50082-1, -2 y EN61800-3 (nivel industrial).

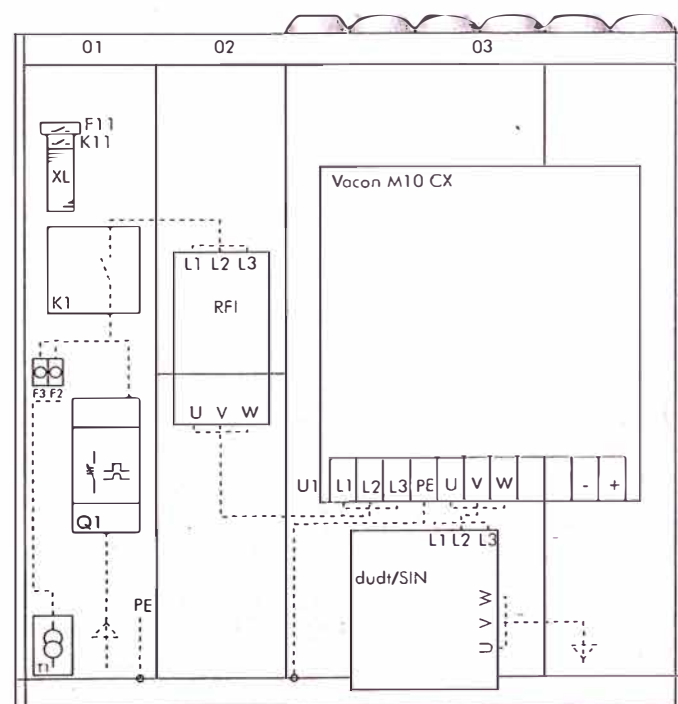
La excelente capacidad de refrigeración de la gama CXC es el resultado del sistema Vacon de control de circulación de aire. En consecuencia los armarios con protección IP00 y IP31 no necesitan un ventilador adicional ya que los ventiladores instalados en el convertidor de frecuencia Vacon CX con protección IP00 son lo suficientemente potentes para enfriar el armario.

El Vacon CXC en armario se puede suministrar con diferentes opciones para cumplir las especificaciones del cliente: filtros para EMC, filtros dU/dt filtros senoidales, seccionador en carga, seccionador con fusibles, interruptores automáticos encapsulados o al aire, contactores, by-pass estándar (ver código de designación). Los cables de conexión pueden salir por la parte superior o inferior de los armarios.

Están disponibles planos de los armarios estándar sin opciones y con todas las opciones posibles. El largo total del armario depende de la configuración, de la conexión de los cables y del número de opciones. Los terminales de entrada están a 850 mm del suelo. Con opciones la altura de los terminales se debe ver caso a caso.



Convertidor de frecuencia Vacon 500 – 1000CX4/5 con conexión 6 y 12 pulsos



Esquema estándar del Vacon CXC con el máximo número de opciones

Vacon CXC: dimensiones del armario estándar IP21

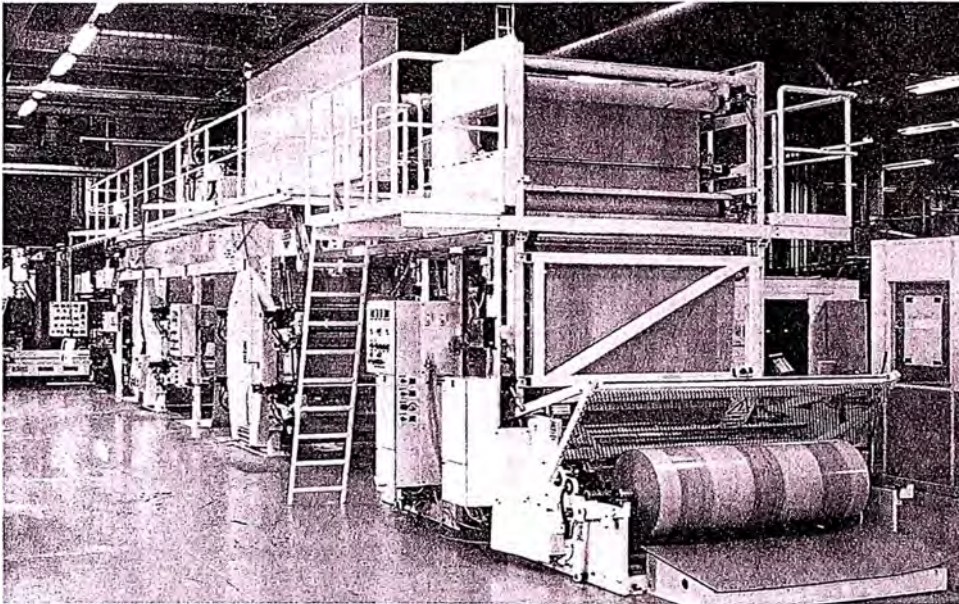
Pn kW	Tipo convertidor	Dimensiones [mm]			Peso [kg]	Talla	Tipo convertidor	Dimensiones [mm]			Peso [kg]	Talla	Tipo convertidor	Dimensiones [mm]			Peso [kg]	Talla
		An	Al	F				An	Al	F				An	Al	F		
55	Vacon 55CXC4						Vacon 55CXC5											
75	Vacon 75CXC4	660	2265	640	212	M7	Vacon 75CXC5	660	2265	640	212	M7						
90	Vacon 90CXC4						Vacon 90CXC5						Vacon 90CXC6					
110	Vacon 110CXC4						Vacon 110CXC5						Vacon 110CXC6	860	2265	640	308	M8
132	Vacon 132CXC4	860	2265	640	308	M8	Vacon 132CXC5	860	2265	640	308	M8	Vacon 132CXC6					
160	Vacon 160CXC4						Vacon 160CXC5						Vacon 160CXC6	1060	2265	640	420	M9
200	Vacon 200CXC4	1060	2265	640	420	M9	Vacon 200CXC5	1060	2265	640	420	M9	Vacon 200CXC6					
250	Vacon 250CXC4						Vacon 250CXC5						Vacon 250CXC6	1260	2265	640	485	M10
315	Vacon 315CXC4	1260	2265	640	485	M10	Vacon 315CXC5	1260	2265	640	485	M10	Vacon 315CXC6					
400	Vacon 400CXC4						Vacon 400CXC5						Vacon 400CXC6	2060	2265	640	843	M11
500	Vacon 500CXC4	2060	2265	640	843	M11	Vacon 500CXC5	2060	2265	640	843	M11	Vacon 500CXC6					
630	Vacon 630CXC4						Vacon 630CXC5						Vacon 630CXC6	2460	2265	640	975	M12
710	Vacon 710CXC4						Vacon 710CXC5						Vacon 710CXC6					
800	Vacon 800CXC4	2460	2265	640	975	M12	Vacon 800CXC5	2460	2265	640	975	M12	Vacon 800CXC6					
900	Vacon 900CXC4						Vacon 900CXC5						Vacon 900CXC6					
1000	Vacon 1000CXC4						Vacon 1000CXC5						Vacon 1000CXC6					
1100	Vacon 1100CXC4						Vacon 1100CXC5						Vacon 1100CXC6					
1250	Vacon 1250CXC4	3660	2265	640	1480	M13	Vacon 1250CXC5	3660	2265	640	1480	M13	Vacon 1250CXC6	3660	2265	640	1480	M13
1500	Vacon 1500CXC4						Vacon 1500CXC5											

Armarios adicionales para opcionales y conexiones especiales: 200, 300, 400 y 600 mm de ancho

Vacon CXI

El Vacon CXI es un convertidor de frecuencia alimentado por CC basado en la tecnología de la gama CX. No incluye puente rectificador. La energía que necesita el CXI la toma del-bus de CC y cualquier energía de frenado es devuelta al bus de CC. Como aplicaciones típicas destacan las maquinas de papel,

rotativas, centrifugas, sistemas de accionamientos, etc. El CXI se conecta a una alimentación activa o a un conjunto transformador/rectificador multi pulso. Esto permite que el sistema se alimente de la red o transferir energía en las dos direcciones, desde y hacia la red.



El sistema de CXI con bus de CC alimentando tres extrusoras y bobinadoras proporciona al fabricante de la maquina un ahorro de 25% del coste de la maquina comparado con la alternativa de CC, gracias a la posibilidad de utilizar motores estándar de CA. La precisión y la impresión se mantienen al más alto nivel.

Tipo convertidor	Par constante			Par variable		M/IP	Dimensiones (CXI) An x Al x F [mm]	Peso (CXI) [kg]
	Potencia [kW]	Intensidad I _{cr} [A]	Intensidad I _{crmax} [A]	Potencia [kW]	Intensidad I _{vr} [A]			
2,2CXI/R	2,2	6,5	10	3	8	M4/IP00	120x290x215	7
3CXI/R	3	8,0	12	4	10	M4/IP00	120x290x215	7
4CXI/R	4	10	15	5,5	13	M4/IP00	120x290x215	7
5,5CXI/R	5,5	13	20	7,5	18	M4/IP00	120x290x215	7
7,5CXI/R	7,5	18	27	11	24	M5/IP00	157x405x238	15
11CXI/R	11	24	36	15	32	M5/IP00	157x405x238	15
15CXI/R	15	32	48	18,5	42	M5/IP00	157x405x238	15
18,5CXI/R	18,5	42	63	22	48	M6/IP00	220x525x290	27
22CXI/R	22	48	72	30	60	M6/IP00	220x525x290	27
30CXI/R	30	60	90	37	75	M6/IP00	220x525x290	35
37CXI/R	37	75	113	45	90	M6/IP00	220x525x290	35
45CXI/R	45	90	135	55	110	M6/IP00	220x525x290	35
55CXI/R	55	110	165	75	150	M7/IP00	250x800x315	61
75CXI/R	75	150	225	90	180	M7/IP00	250x800x315	61
90CXI/R	90	180	250	110	210	M7/IP00	250x800x315	61
110CXI/R	110	210	315	132	270	M8/IP00	496x890x353	136
132CXI/R	132	270	405	160	325	M8/IP00	496x890x353	136
160CXI/R	160	325	472	200	410	M8/IP00	496x890x353	136
200CXI/R	200	410	615	250	510	M9/IP00	700x1000x390	211
250CXI/R	250	510	765	315	580	M9/IP00	700x1000x390	211
315CXI/R	315	600	900	400	750	M10/IP00	989x1000x390	273
400CXI/R	400	750	1000	500	840	M10/IP00	989x1000x390	273
500CXI/R	500	840	1200	630	1050	M11/IP00	2x(700)x1000x390	430
630CXI/R	630	1050	1400	710	1160	M12/IP00	2x(989)x1000x390	550
710CXI/R	710	1270	1500	800	1330	M12/IP00	2x(989)x1000x390	550
800CXI/R	800	1330	1600	900	1480	M12/IP00	2x(989)x1000x390	550
900CXI/R	900	1480	1700	*	*	M12/IP00	2x(989)x1000x390	500
1000CXI/R	1000	*	*	*	1600	M12/IP00	2x(989)x1000x390	500
1100CXI/R	1100	1600	2100	*	1900	M13/IP00	3x(989)x1000x390	780
1250CXI/R	1250	1800	2400	*	2100	M13/IP00	3x(989)x1000x390	780
1500CXI/R	1500	*	*	*	2270	M13/IP00	3x(989)x1000x390	780

* preguntar a fabrica para detalles

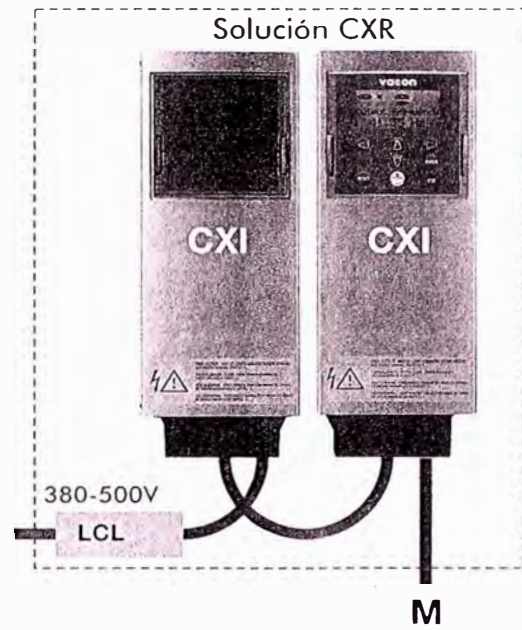
No se incluyen las dimensiones del filtro de línea del CXR. La configuración básica de un CXR se compone de dos CXI y de un filtro de línea. Por consiguiente las dimensiones de un CXR son 2 x CXI más las dimensiones y el peso de un filtro de línea.

Vacon CXR – la solución regenerativa

El Vacon CXR se ha desarrollado para aplicaciones que requieren un frenado continuo. El CXR produce una energía prácticamente libre de armónicos que se puede devolver a la red. También es posible compensar el factor de potencia de la red.

El Vacon CXR esta formado por dos unidades idénticas, una se conecta al motor y la otra a la red a través de un filtro. El filtro es del tipo LCL. El bus de CC de las dos unidades está conectado. La unidad que controla el motor es idéntica a un Vacon CX estándar: el mismo panel de control, las mismas E/S y el mismo control de motor. El rango de potencia es de 2,2 a 1500 kW y la tensión 400/500 V.

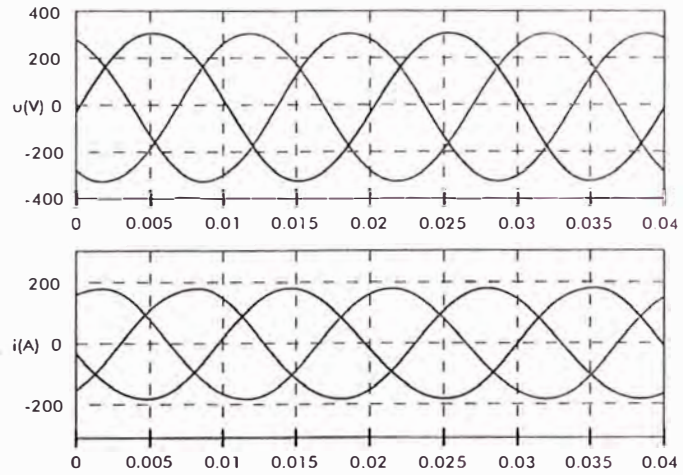
El Vacon CXR es un conjunto completo de hardware que normalmente se suministra en armario. Hasta el Vacon 90CXR se puede suministrar en tres cajas separadas, protección IP20.



Vaasa Control Oy utiliza un Vacon CXR de 800 kW para las pruebas de rutina de sus convertidores de frecuencia.

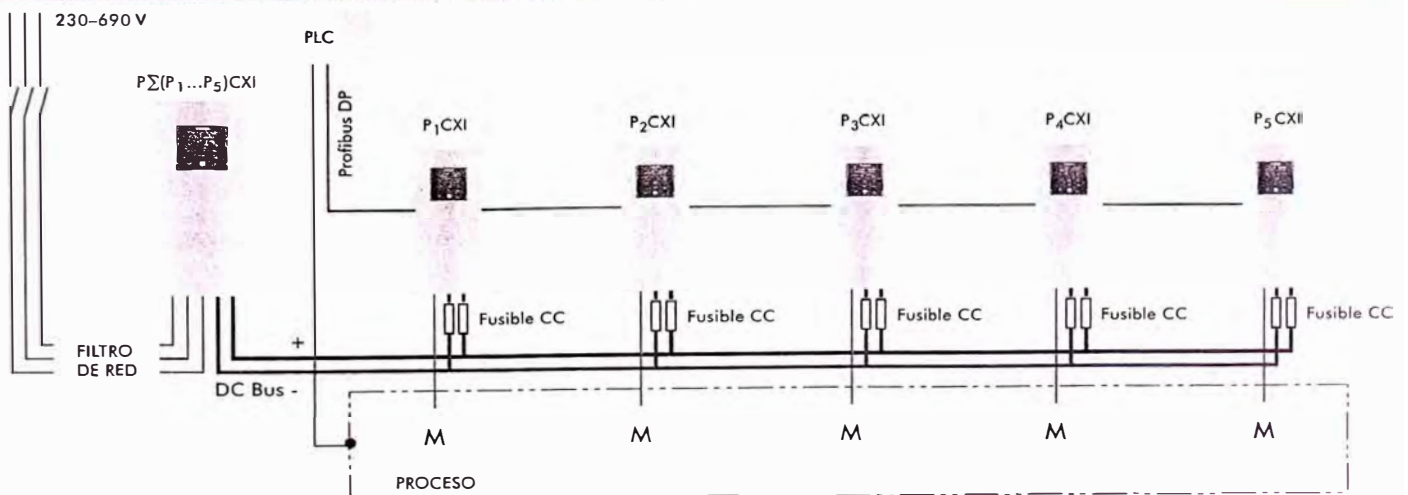


Aplicaciones típicas: centrifugas, decantadores, grúas y transportadores con grandes cargas. También se puede utilizar para optimizar la velocidad de los aerogeneradores y pequeñas turbinas



Típicas curvas de tensión e intensidad de alimentación de un accionamiento con CXR. La corriente senoidal está prácticamente libre de distorsión. El valor TDH de la intensidad es normalmente <4%.

Accionamientos en bus de CC



El CXI de red y los inversores CXI se dimensionan individualmente en función de la carga como motor o generador. El coste se optimiza sin peligro de sobre dimensionar los accionamientos.

Comunicación usuario Vacon – MMI

El Convertidor de frecuencia Vacon tiene de manera estándar un panel de control alfanumérico estructurado en menús. El panel se puede desconectar y se puede utilizar con todos los convertidores de frecuencia Vacon CX, CXL y CXS.

Es posible conectar al convertidor de frecuencia un cable serie RS232C. Este cable se puede utilizar para:

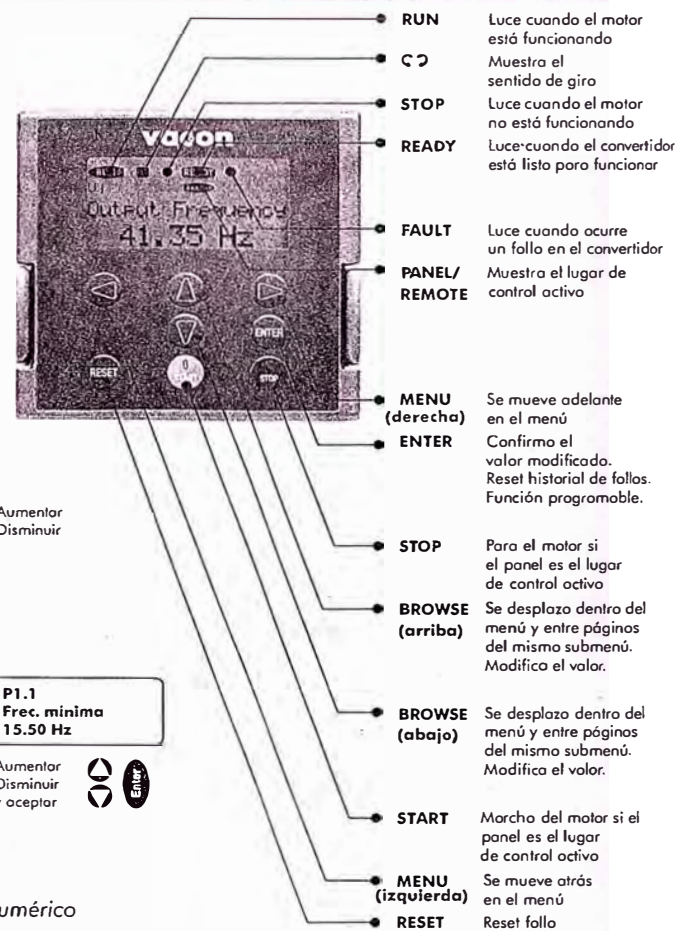
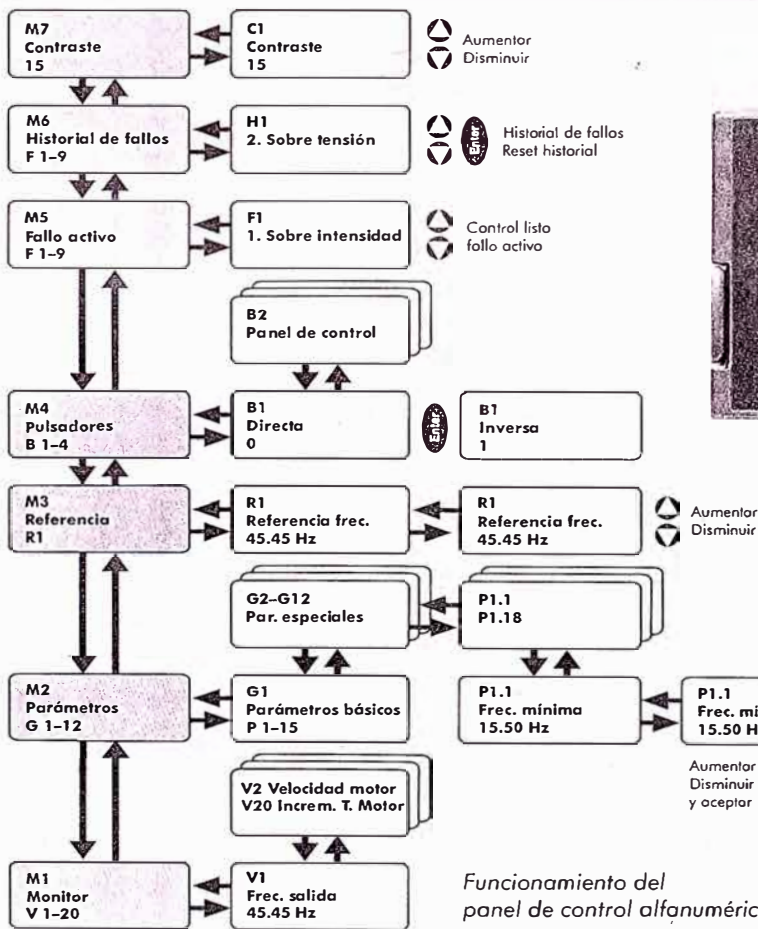
- tener el panel de control separado del convertidor (p.ej. en la puerta del armario)
- conectar el convertidor de frecuencia a un PC para utilizarlo como herramienta de programación

La máxima longitud del cable es de 10 a 15 m dependiendo del ambiente.

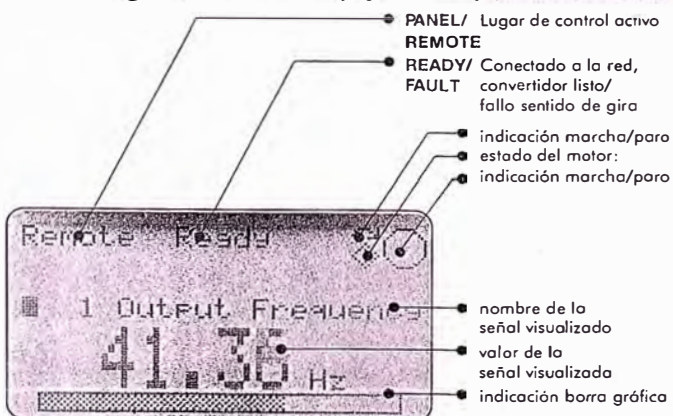


Utilizando la conexión RS232C

Panel alfanumérico Vacon



Panel gráfico Vacon (opcional)



El panel gráfico es un panel opcional. Este panel también es extraíble y se puede utilizar en todos los convertidores Vacon CX, CXL y CXS. Con el panel gráfico se pueden por ejemplo copiar los parámetros ajustados de un convertidor a otro, visualizar medias con curvas de tendencia, visualizar tres medidores al mismo tiempo y seleccionar páginas de función.

Opciones

Cartas de expansión Vacon CX10xOPT

Las cartas de expansión Vacon se utilizan para incrementar el número de E/S disponible. En los modelos Vacon CX y CXL las cartas de expansión se pueden instalar dentro del accionamiento. En algunos casos se necesita una caja separada para instalar la carta de control en los modelos Vacon CXS. El código para la caja opcional es Vacon CXSOPTBxxx (xxx = número de la carta opcional)

	Entradas digitales	Entradas analógicas	Salidas a relé	Salidas analógicas	Entrada termistor	Conexión encoder	+24 VDC	+10 VDC
Vacon CX100OPT	5	2 [mA, V]	3	1 [mA]	1	●	●	●
Vacon CX101OPT	5	0	1	0	1	○	○	○
Vacon CX102OPT	5	2 [mA, V]	3	1 [V]	1	●	●	●
Vacon CX103OPT	5	0	3	1 [mA]	1	○	○	○
Vacon CX104OPT*	0	0	0	0	0	○	○	○
Vacon CX105OPT*	6 (120 VAC)	0	1 [mA]	0	0	○	○	○
Vacon CX106OPT	0	0	3	3**	1	○	○	○
Vacon CX107OPT*	0	1 [V]	0	0	0	●	○	○
Vacon CX108OPT*	0	0	1	1 [mA]	1	○	○	○

○ = no ● = si * Puede instalarse en el interior del modelo Vacon CXS.
** Salido en mA o V (seleccionable).

Cartas fieldbus Vacon CX20xOPT

En la transmisión serie los datos son enviados de forma digital lo que incrementa la inmunidad del sistema frente a las perturbaciones. También se puede mandar al convertidor una referencia muy precisa. La utilización de fieldbus ofrece ilimitadas posibilidades de gestionar la información procedente del convertidor de frecuencia. Además se multiplican las posibilidades de control del convertidor ya que se puede utilizar un PLC o un PC como host del sistema.

Cuando esta conectado a un fieldbus el convertidor de frecuencia se puede controlar y monitorizar de muchas maneras desde el host del sistema. Se pueden enviar órdenes a través del bus: marcha/paro, velocidad y dirección. También se pueden controlar las funciones de control: p. ej. temperatura del accionamiento o intensidad del motor a través del bus. También se puede realizar a través del bus el ajuste y lectura de parámetros. Si ocurre un fallo en el convertidor de frecuencia, a través del bus se puede conocer la causa y rearmar desde el host del sistema.

Vaasa Control Ltd. ha desarrollado diversas cartas de control para los convertidores de frecuencia Vacon. A través de estas cartas opcionales el convertidor de frecuencia se puede conectar a diferentes sistemas de fieldbus. La carta de control se instala en el interior del convertidor de frecuencia Vacon.

Cartas Vacon CX20xOPT para sistemas de bus

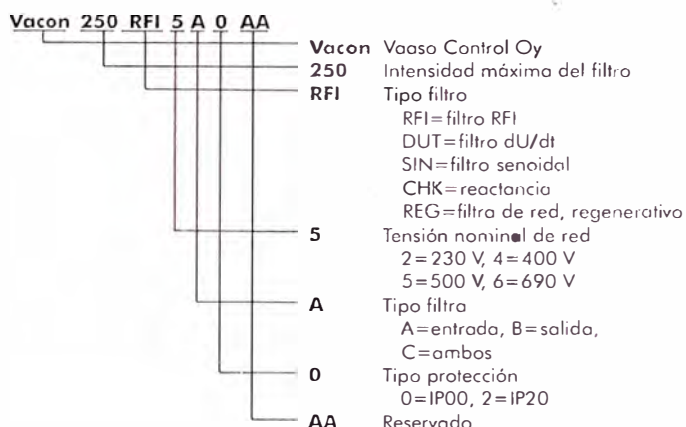
Protocolo de bus	Carta opcional (para Vacon CX y CXL)	Carta opcional (para Vacon CXS)
Interbus-S*	CX200OPT	CXSOPTB200
Modbus	CX201OPT	CX211OPT
Profibus DP	CX202OPT	CX210OPT
LonWorks*	CXSOPTB203	CXSOPTB203
C-bus*	CX204OPT	CXSOPTB204
Device NET	CX213OPT	CX212OPT

*Se necesita una caja externa para el Vacon CXS.

LonWorks siempre se instala en una caja externa.

Otras opciones

Vacon RFI-, dU/dt y filtros senoidales



Opción instalación suelo

- Vacon MOCXLMxFAO
- Para tamaños M8 – M13

Panel de control

- Vacon CXPAN_A (7 segmentos)
- Vacon CXPAN_B (gráfico)
- Vacon CXPAN_G (alfanumérico)

Otros paneles

- Vacon CXPAN_0 (panel ciego)
- Vacon CXPAN_1 (panel con aislamiento galvánico)

Instalación panel en puerta

- Vacon PDIS1 (IP20)
- Vacon PDIS2 (IP54, 7 segmentos)
- Vacon PDIS3 (IP54, gráfico)
- Vacon PDIS4 (IP54, alfanumérico)

Chopper de frenado

- Opción de fabrica
- Para conexión de la resistencia de frenado. Estándar en el Vacon CXS

Resistencia de frenado

- Vacon BRxx
- Para frenado dinámico

Para montaje a través del panel de montaje

- Vacon MOCxxTP
- Instalación empotrada de los tamaños M4-M6

Cajas de control externo

- Vacon BOXxx
- Diversas variantes

Cartas barnizadas

- Vacon SLBMx
- Barnizado especial para ambientes difíciles

Herramientas gráficas

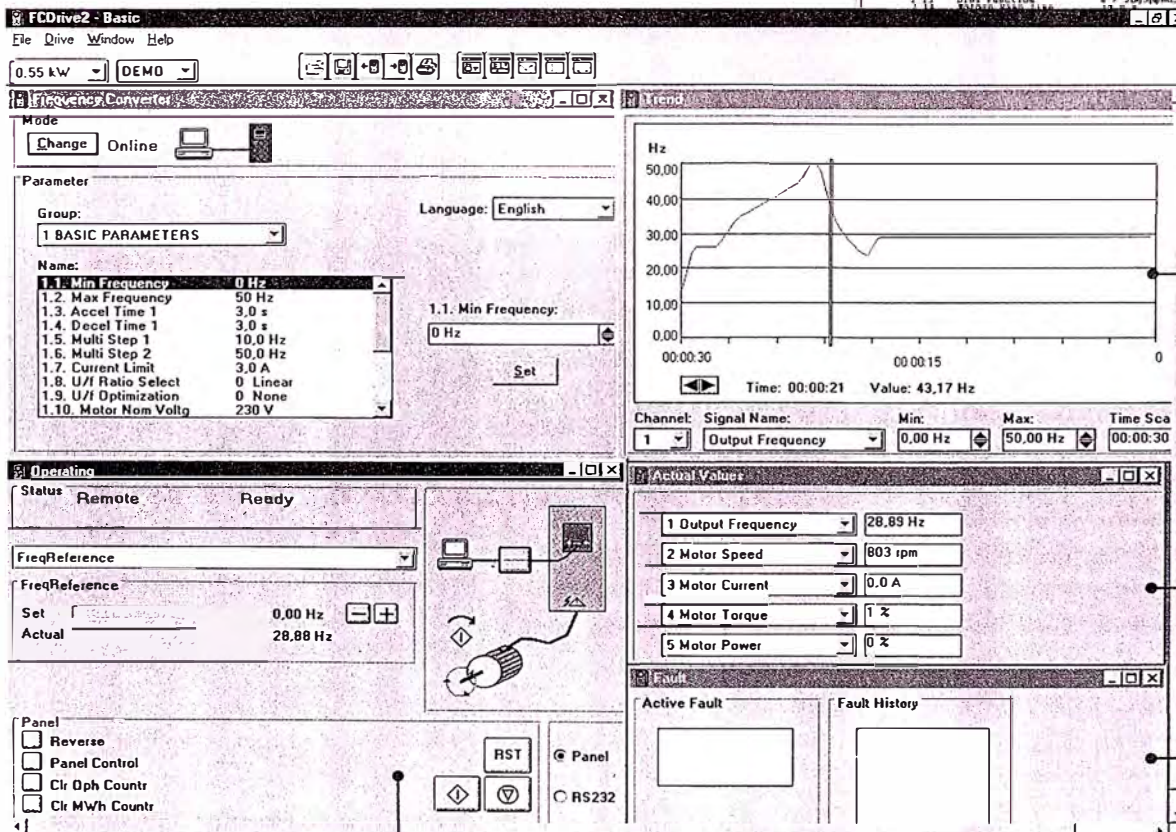
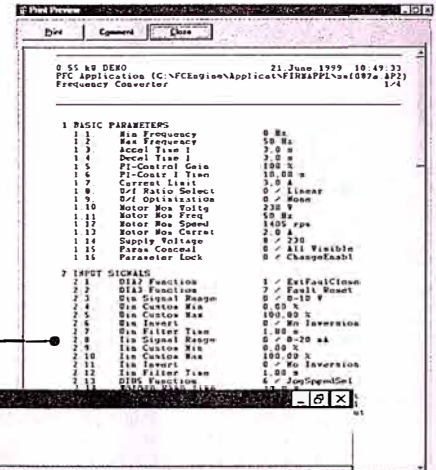
Hay diferentes herramientas basadas en Windows disponibles para facilitar la utilización de los convertidores de frecuencia Vacon. Estos programas realizan diferentes funciones como puesta en marcha, carga de diferentes aplicaciones y programación de bloques. Las herramientas tienen archivos de ayuda

para facilitar su uso. Para utilizar estos programas solo se necesita un PC y un cable para conexión serie RS232C, que se conecta al conector RS232C que se encuentra detrás del panel de control del convertidor de frecuencia.

FCDrive

El programa FCDrive es una herramienta fácil de utilizar para la puesta en marcha del convertidor de frecuencia Vacon. Con el FCDrive se pueden cargar los parámetros desde el convertidor de frecuencia, cambiarlos, salvarlos en un archivo o cargarlos al convertidor, imprimir los parámetros en papel o en un archivo, ajustar referencias, parar y poner en marcha el motor, monitorizar señales en un display gráfico (página de tendencias) y controlar valores actuales. Para utilizar el FCDrive se precisa como mínimo un PC equipado con un procesador 486, 4 MB libres de RAM, 4 MB libres en el disco duro y Windows 3.1x. o superior.

Parámetros impresos



En la **página de parámetros**, se pueden editar los parámetros, imprimirlos y salvarlos y cambiar de aplicación. En la página de parámetros se pueden ver todos los grupos de parámetros con sus respectivos parámetros. Se puede cambiar el valor del parámetro en el campo a la derecha de la lista de parámetros. Se puede cambiar el modo de cambio de parámetros de Offline a Online desde esta página. También se puede cambiar el idioma desde la página de parámetros.

En la **página de monitorización** se pueden visualizar hasta 5 señales al mismo tiempo.

En la **página de tendencias** se pueden seguir hasta tres señales simultáneamente. Solo una de estas señales es visible en la pantalla. Se puede ajustar el valor máximo y mínimo del eje de datos y la longitud del eje de tiempos. Se puede medir el valor y el tiempo de la señal gracias a un cursor desplazable. Se pueden visualizar como tendencias todas las variables normalmente medidas.

En la **página de operación** se puede para y poner en marcha el motor, dar referencia y cambiar el lugar de control.

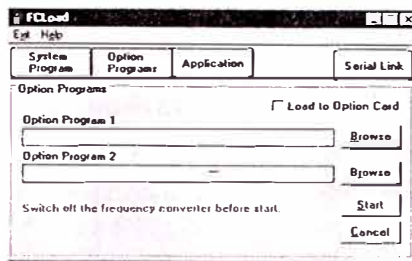
En la **página de fallos** se pueden ver los fallos activos y el historial de fallos. Ambos se pueden borrar.

FCLoad

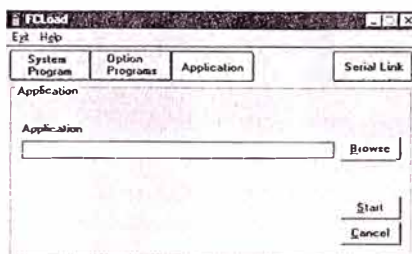
El FCLoad es una herramienta para cargar los siguientes programas en el convertidor de frecuencia.

- Sistema operativo
- Aplicaciones especiales
- Programas adicionales relacionados con el sistema operativo.

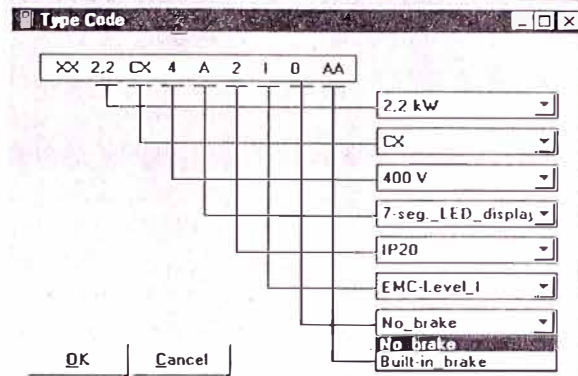
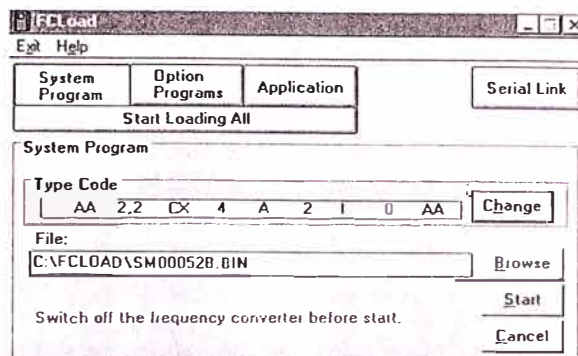
Los requisitos mínimos de hardware son los mismos que para el FCDrive. El FCLoad se ha diseñado para ser utilizado por el personal de servicio de los convertidores de frecuencia, pero como es muy fácil de utilizar es muy útil para cargar en el convertidor de frecuencia aplicaciones a medida.



Carga de programas adicionales.



Carga de una aplicación.



Carga del sistema operativo y selección del código del convertidor de frecuencia.

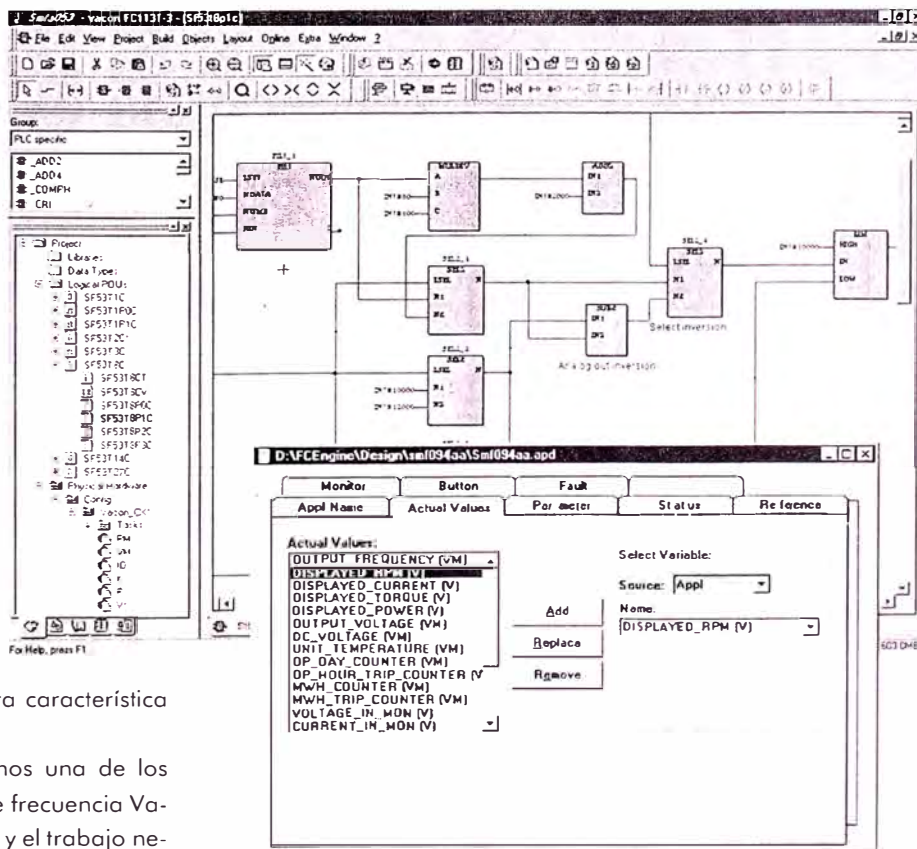
Vacon FC1131-3 Engineering

Las características de programación por bloques del convertidor de frecuencia Vacon CX/CXL/CXS nos permite ilimitadas posibilidades de crear aplicaciones a medida. La herramienta de programación cumple con la norma IEC 1131-3. El Vacon FC1131-3 Engineering es una herramienta de programación de aplicaciones para hacer a la medida la lógica de control y los parámetros del convertidor de frecuencia. El convertidor de frecuencia Vacon equipado con una aplicación especial, una carta de expansión de E/S o una carta de adaptación de bus es el elemento ideal para sistemas de accionamientos o para fabricantes de maquinaria con necesidades especiales.

Trabajar con esta herramienta de diseño gráfico es similar a programar un PLC con lenguaje FDB (Function Block Desing, diseño por bloques) en donde una aplicación puede tener más de mil bloques. Además de todos los bloques con funciones simples, se pueden utilizar bloques con funciones más sofisticadas tales como diferentes filtros, controles PI, integradores, etc. Con esta herramienta es posible programar libremente parámetros, mensajes de fallo y cualquier otra característica relacionada con la aplicación.

Para crear una nueva aplicación, utilizamos una de las aplicaciones "Five in One+" del convertidor de frecuencia Vacon como base, con lo que se reduce el tiempo y el trabajo necesario para su creación. Se realizan seminarios en Vaasa so-

bre programación por bloques. En nuestra pagina de Internet se puede encontrar el programa de cursos. Nuestro cualificado personal está a su disposición para cuantas cuestiones tengan sobre aplicaciones.



Vacon FC1131-Engineering - Herramienta de diseño gráfico que cumple con la norma IEC1131-3.

Accionamientos y ambiente eléctrico

En muchas instalaciones el control del proceso necesita otros equipos, ordenadores, sensores, etc. Estos equipos con frecuencia se instalan muy próximos, con lo que es probable que se influyan unos a otros. Dos son los principales mecanismos de influencia:

- Baja frecuencia – armónicos
- Alta frecuencia – EMI.

Armónicos de intensidad

Todas las ondas (tensión o intensidad) se pueden expresar como la suma de la frecuencia básica (50 o 60 Hz) y los múltiplos de ésta. En un sistema trifásico compensado se encuentran solo los armónicos impares. Los pares se eliminan basándose en consideraciones de simetría.

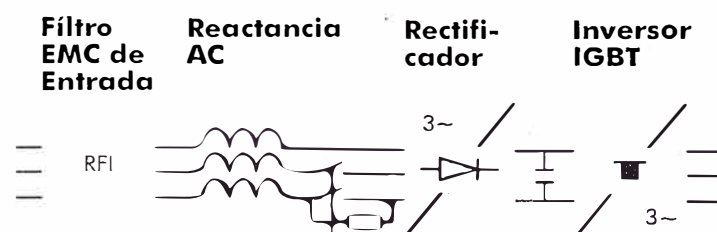
Las cargas no lineales que generan estos armónicos, son cargas que absorben corrientes que no son senoidales. Típicas fuentes de armónicos incluyen puentes rectificadores en electrónica de potencia, fuentes de alimentación conmutadas en equipos de oficina y lampara fluorescentes. Para un rectificador trifásico los armónicos de intensidad presentes son $6n \pm 1$, esto es 5, 7, 11, 13, 17, 19 etc. La magnitud de la intensidad disminuye al aumentar la frecuencia.

Esta intensidad armónica añadida no transporta potencia, pero es una intensidad añadida que circula por los cables. Efectos típicos son sobrecarga de conductores, disminución del factor de potencia y además pueden originar errores en los equipos de medida. La tensión creada por esta intensidad cuando circula por la inductancia del transformador puede dañar a otros equipos o interferir con equipos de comunicación.

Eliminando el problema

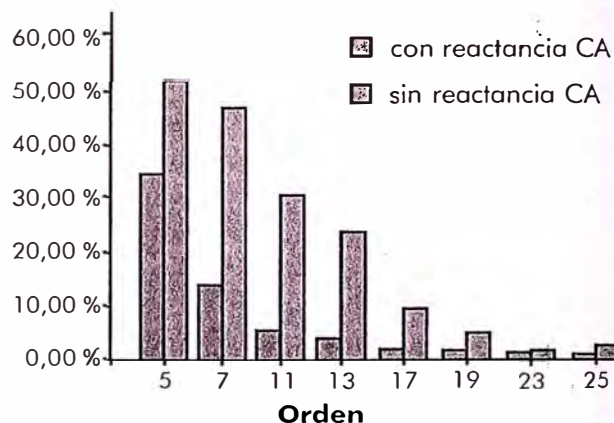
La magnitud de la corriente armónica disminuye a medida que aumenta su frecuencia, por lo tanto para eliminar este problema nos concentramos en las bajas frecuencias. El sistema más fácil es incrementar la impedancia para estas frecuencias mediante una reactancia. Los convertidores de frecuencia sin reactancia producen un nivel de armónicos significativamente superior al de los convertidores de frecuencia con reactancia. Una reactancia de CA además protege el convertidor frente puntas de tensión en la red. Todos los accionamientos Vacon tienen reactancias de CA (con la excepción del CXS < 3 kW, que tienen una corriente muy pequeña). Estas reactancias solucionan una gran parte del problema pero no eliminan todos los armónicos.

Para convertidores > 75 kW, a menudo se utiliza la solución de doce o dieciocho pulsos. Se reducen los armónicos en



Los convertidores de frecuencia Vacon tienen una reactancia de CA interna. La reactancia disminuye los armónicos de intensidad y protege al rectificador de puntas de tensión en la red (comparado con una reactancia de CC)

Armonicos de intensidad



Comparación de un rectificador de 6 pulsos con o sin reactancia de CA.

la red eliminando los armónicos más bajos. En la solución de doce pulsos los armónicos más bajos son el 11 y el 13, seguidos del 23 y el 25, etc. con su correspondiente bajo nivel. Para la solución de dieciocho pulsos los armónicos son el 17 y 19, etc. con niveles aun más bajos. La intensidad de alimentación es casi senoidal.

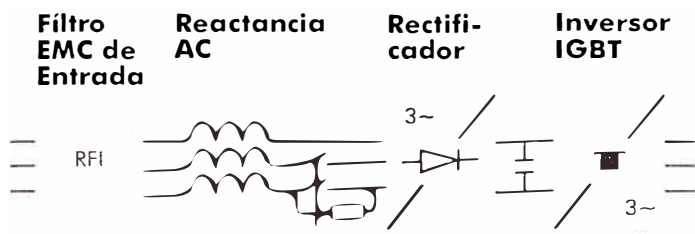
El efecto de los armónicos se puede reducir de varias maneras. Una posibilidad es utilizar el convertidor de frecuencia regenerativo CXR, que tiene una intensidad de alimentación prácticamente senoidal (normalmente TDH de intensidad < 4%). Lo más normal es utilizar filtros pasa banda para cambiar la impedancia de la red en unas frecuencias determinadas. Este sistema funciona bien para redes estables y sin variaciones. Otro sistema es aumentar la potencia del transformador de alimentación ya que al tener menos reactancia habrá menos tensión armónica. Un tercer método es utilizar un filtro activo para compensar la no-linealidad de la carga.

En estos últimos años se han publicado varias normas referentes a los armónicos, especialmente IEC 1000-3, IEC 1800-3 (EN61800-3), IEC 555 (EN60555) y IEEE 519-92. En un sistema correctamente diseñado los accionamientos Vacon cumplen con todas ellas.

Interferencias de alta frecuencia

Las interferencias de alta frecuencia son perturbaciones radiadas o conducidas con frecuencias > 9 kHz. El área que nos ocupa está entre 150 kHz y 1000 MHz.

Generalmente son causadas por los elementos de conmutación de diferentes aparatos, por ejemplo el reloj del microprocesador, las fuentes de alimentación conmutadas y los inversores de salida de los accionamientos. Estas perturbaciones de alta frecuencia pueden interferir en el funcionamiento de otros aparatos. Este ruido de alta frecuencia emitido por cualquier aparato puede causar un funcionamiento incorrecto en sistemas de medida o de comunicación y que los receptores de radio reciban solo ruido. Todos estos efectos combinados pueden causar efectos inesperados.



Se puede utilizar un filtro externo de RFI para reducir la emisión del nivel N al nivel I

Eliminando el problema

Nos interesan dos áreas: la Inmunidad (normas EN50082-1,-2, EN61800-3) y la emisión (normas EN50081-1,-2, EN61800-3).

Las normas genéricas EN50081 y EN50082 y también la norma referente a accionamientos EN61800, definen los niveles de inmunidad y de emisión que deben cumplir los aparatos designados para funcionar en diferentes ambientes. Los accionamientos Vacon están diseñados para trabajar en una gran variedad de ambientes, todos los convertidores Vacon tienen inmunidad contra la RFI a nivel Industrial. Esto significa que los accionamientos Vacon pueden trabajar de forma segura en cualquier ambiente.

Las normas también definen los niveles de emisión aceptados para diferentes ambiente. Se pueden escoger tres niveles:

- N – Sin limitación de la emisión – para utilizar el convertidor en un ambiente no sensible y para quien tome a su cargo la limitación de la emisión.
- I – Limitación de la emisión para nivel industrial – para ambiente industrial en general.
- C – Limitación de la emisión para nivel comercial – para utilización en general en un ambiente no industrial.

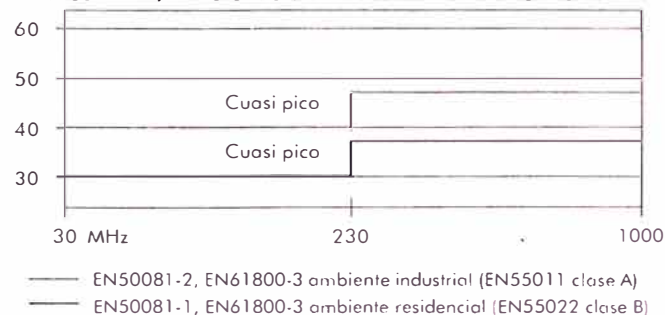
Preferimos utilizar las normas genéricas (EN5008x) ya que son más exigentes que la nueva norma de familia de producto EN61800-3.

Vaasa Control Ltd es el único fabricante que ofrece convertidores de frecuencia con filtros para emisión nivel C integrados en el convertidor hasta 90 kW. Para todos estos niveles de emisión tenemos la Declaración de Conformidad de la UE y también el Archivo Técnico de Construcción (TCF) verificado por FIMKO Ltd.

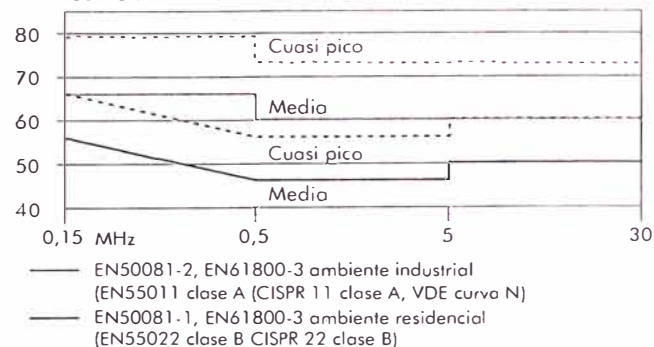
Tipo convertidor de frecuencia	Nivel de emisión		
	Nivel N	Nivel I	Nivel C
Vocon CXS (0,55CXS-22CXS)	●	●	●
Vocon CXL (0,75CXL-90CXL)	●	●	●
Vocon CXL (110CXL-250CXL)	●	⊙	○
Vacon CX/C (2,2CX/C – 1500CX/C)	●	⊙	○

⊙ = cumple, si se instala un filtro RFI externo
 ● = cumple con filtro interno
 ○ = no cumple

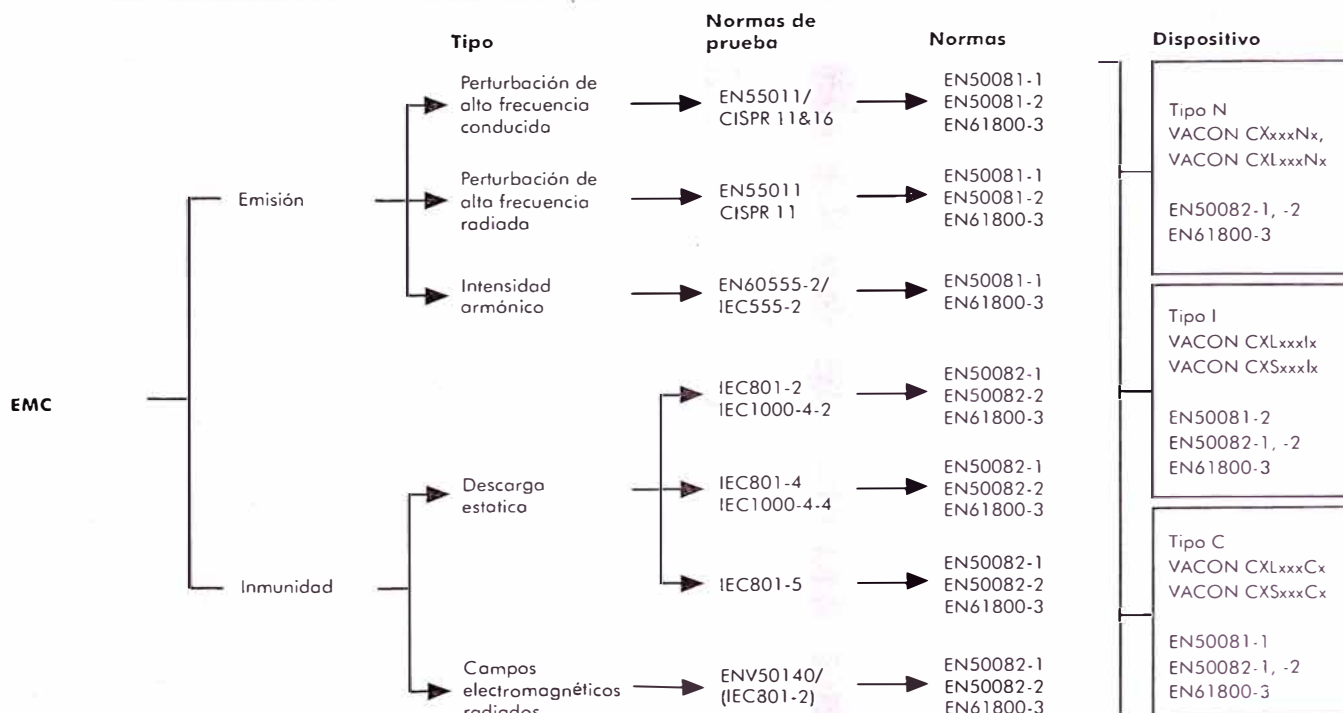
Limites dBuV/m de emisión radiada a 10 m de distancia



Limites de radiación conducida



Normas EMC



Cableado

Recomendamos utilizar cables apantallados para la conexión a motor con los convertidores de frecuencia Vacon, en algunos casos para disminuir el coste del cable es posible utilizar cable sin apantallar para la conexión a red. Para los convertidores de frecuencia de más de 30kW es posible utilizar cable de cobre o cable de aluminio. El cable hacia el motor debe pasar lo más alejado posible de cualquier otro cable.

El cable a motor debe evitar instalarse en paralelo con otros cables.

Función del cable	Nivel N	Nivel I	Nivel C
Cable de red	1	1	1
Cable de motor	2	2	3
Cable de control	4	4	4

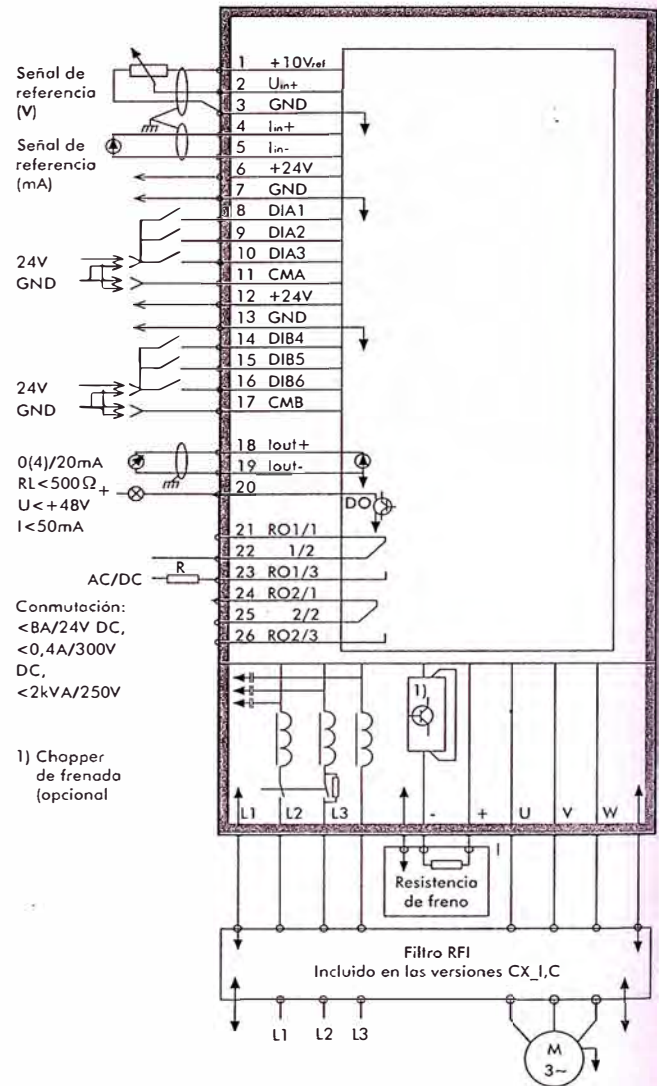
Tipos de cables para diferentes niveles de EMC.

- 1 = Para instalaciones fijas; Cable de potencia para el voltaje de red utilizado. No es necesario pantalla.
- 2 = Cable de potencia con neutro concéntrico, para el voltaje de red utilizado.
- 3 = Cable de potencia con pantalla de baja impedancia, para el voltaje de red utilizado.
- 4 = Cable de control con pantalla de baja impedancia.

El cable a motor debe cruzarse con otros cables en ángulo de 90 grados. El cable a motor debe tener la pantalla puesta a tierra en los dos extremos. En el convertidor de frecuencia Vacon la máxima longitud del cable a motor es de 200 m excepto en:

- Vacon 0,75 – 1,1CX5 50 m
- Vacon 1,5CX5 100m

Los cables deben resistir como mínimo una temperatura de +60°C. La sección del cable y de los fusibles debe dimensionarse según la intensidad nominal del Vacon (ver I_{CT} y I_{MT}).



CX4 CXL4 CXS4	Aplicaciones a par constante			Aplicaciones a par variable		
	I_{CT} [A]	Fusibles [A]	Cable Cu [mm²]	I_{CT} [A]	Fusibles [A]	Cable Cu [mm²]
0,75	2,5	10	3*1,5+1,5	3,5	10	3*1,5+1,5
1,1	3,5	10	3*1,5+1,5	4,5	10	3*1,5+1,5
1,5	4,5	10	3*1,5+1,5	6,5	10	3*1,5+1,5
2,2	6,5	10	3*1,5+1,5	8	10	3*1,5+1,5
3,0	8	10	3*1,5+1,5	10	10	3*1,5+1,5
4,0	10	10	3*1,5+1,5	13	16	3*2,5+2,5
5,5	13	16	3*2,5+2,5	18	20	3*4+4
7,5	18	20	3*4+4	24	25	3*6+6
11	24	25	3*6+6	32	35	3*10+10
15	32	35	3*10+10	42	50	3*10+10
18,5	42	50	3*10+10	48	50	3*10+10
22	48	50	3*10+10	60	63	3*16+16
30	60	63	3*16+16	75	80	3*25+16
37	75	80	3*25+16	90	100	3*35+16
45	90	100	3*35+16	110	125	3*50+25
55	110	125	3*50+25	150	160	3*70+35
75	150	160	3*70+35	180	200	3*95+50
90	180	200	3*95+50	210	250	3*150+70
110	210	250	3*150+70	270	315	3*185+95
132	270	315	3*185+95	325	400	2*(3*120+70)
160	325	400	2*(3*120+70)	410	500	2*(3*185+95)
200	410	500	2*(3*185+95)	510	630	2*(3*240+120)
250	510	630	2*(3*240+120)	580	630	2*(3*240+120)

Recomendaciones para el cable de red y de motor en la gama 380 – 440 V

CX5 CXL5 CXS5	Aplicaciones a par constante			Aplicaciones a par variable		
	I_{CT} [A]	Fusibles [A]	Cable Cu [mm²]	I_{CT} [A]	Fusibles [A]	Cable Cu [mm²]
0,75	2,5	10	3*1,5+1,5	3	10	3*1,5+1,5
1,1	3	10	3*1,5+1,5	3,5	10	3*1,5+1,5
1,5	3,5	10	3*1,5+1,5	5	10	3*1,5+1,5
2,2	5	10	3*1,5+1,5	6	10	3*1,5+1,5
3,0	6	10	3*1,5+1,5	8	10	3*1,5+1,5
4,0	8	10	3*1,5+1,5	11	16	3*2,5+2,5
5,5	11	16	3*2,5+2,5	15	20	3*4+4
7,5	15	20	3*4+4	21	25	3*6+6
11	21	25	3*6+6	27	35	3*10+10
15	27	35	3*10+10	34	50	3*10+10
18,5	34	50	3*10+10	40	50	3*10+10
22	40	50	3*10+10	52	63	3*16+16
30	52	63	3*16+16	65	80	3*25+16
37	65	80	3*25+16	77	100	3*35+16
45	77	100	3*35+16	96	125	3*50+25
55	96	125	3*50+25	125	160	3*70+35
75	125	160	3*70+35	160	200	3*95+50
90	160	200	3*95+50	180	200	3*95+50
110	180	200	3*95+50	220	250	3*150+70
132	220	350	3*150+70	260	315	3*185+95
160	260	315	3*185+95	320	400	2*(3*120+70)
200	320	400	2*(3*120+70)	400	500	2*(3*185+95)
250	400	500	2*(3*185+95)	460	630	2*(3*240+120)

Recomendaciones para el cable de red y de motor en la gama 460 – 500 V

Conexiones E/S

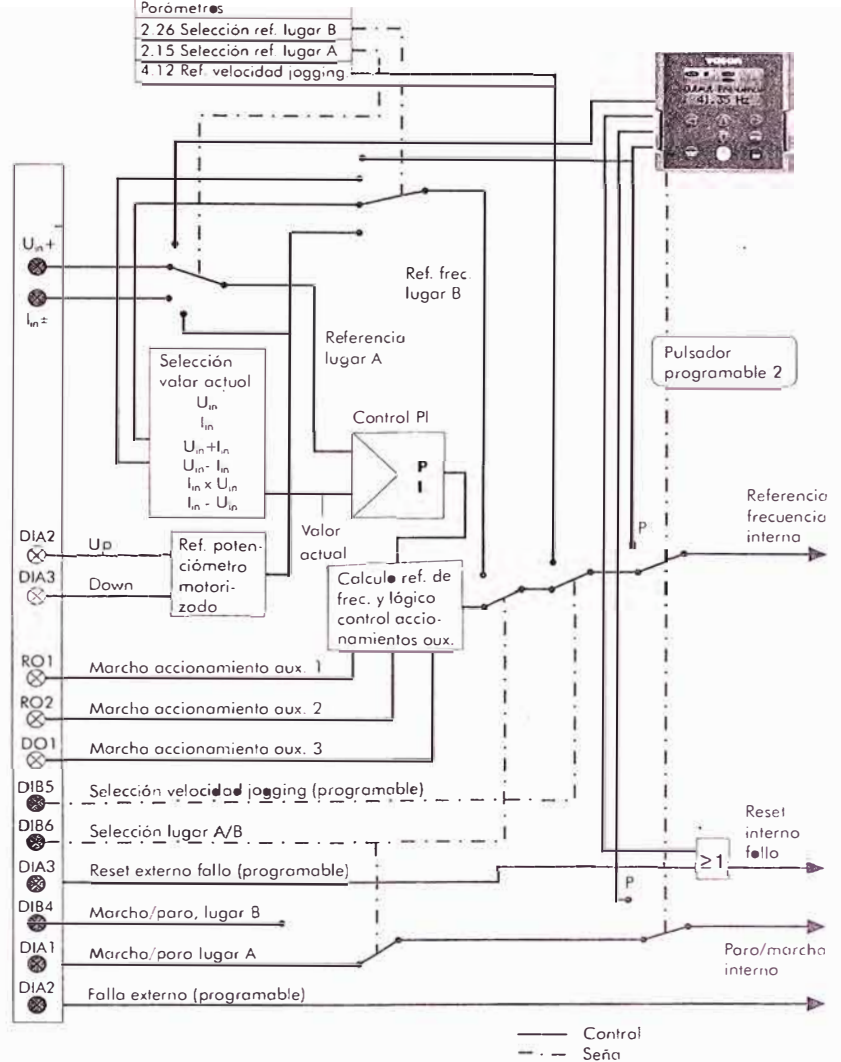
Todos los Vacon CX, CXL y CXS tienen las mismas conexiones de E/S. La carta básica tiene 2 entradas analógicas, 6 entradas digitales, 1 salida analógica, 2 salidas a relé, 1 salida digital (salida a colector abierto) y tensiones auxiliares.

El número de E/S del convertidor de frecuencia se puede aumentar con las cartas de expansión Vacon CX10xOPT (ver Opciones)

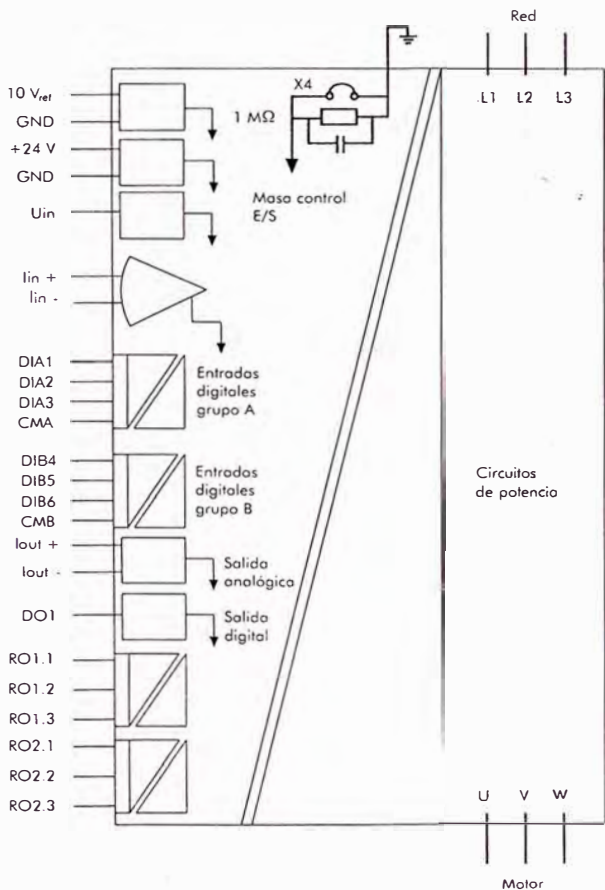
Las conexiones de control están aisladas galvánicamente de la masa del convertidor. Las entradas digitales grupo A y B y las salidas a relé están aisladas galvánicamente de la masa de las señales de control.

El nivel activo de las señales de control depende de las conexiones CMA y CMB (bornes 11 y 17). Las alternativas son tensión de control de +24 V o masa (0V).

El cambio de una aplicación a otra cambia las E/S a las de por defecto de la aplicación seleccionada.



Lógica de las señales de control. Ejemplo de la Aplicación Control Bombas y Ventiladores



Aislamientos galvánicos

Borne	Función	Descripción
1	+10V _{ref}	Voltaje referencia Carga máx. 10 mA
2	U _{in} +	Entrada señal analógica Rango señal -10V - +10V
3	GND	Masa E/S
4	I _{in} +	Entrada señal analógica Rango señal 0 (4) 20 mA
5	I _{in} -	
6	+24V	Voltaje auxiliar +24V ±20%, carga máx. 100mA
7	GND	Masa E/S
8	DIA1	Entrada digital 1 R = mín. 5 kΩ
9	DIA2	
10	DIA3	
11	CMA	Común para DIA1-DIA3 Debe conectarse a GND o a +24 V
12	+24V	Voltaje auxiliar +24 V Igual al n° 6
13	GND	
14	DIB4	Entrada digital 4 R = mín. 5 kΩ
15	DIB5	
16	DIB6	
17	CMB	Común para DIB4-DIB6 Debe conectarse a GND o a +24 V
18	I _{out} -	Salida señal analógica Rango señal 0(4)-20 mA R _L máx. 500 Ω
19	I _{out} +	
20	DO1	Salida colector abierto Salida a transistor ≤ 50 mA, U _i ≤ 18 VDC
21	RO1	Salida a relé 1 Máx. tensión de conmutación 250 VAC, 300 VCC Máx. intensidad de conmutación 8A, 24VCC, 0.4A/250VCC
22	RO1	
23	RO1	Salida a relé 2 Máx. potencia de conmutación <2kVA/250VAC Intensidad máx. permanente. <2A rms
24	RO2	
25	RO2	
26	RO2	

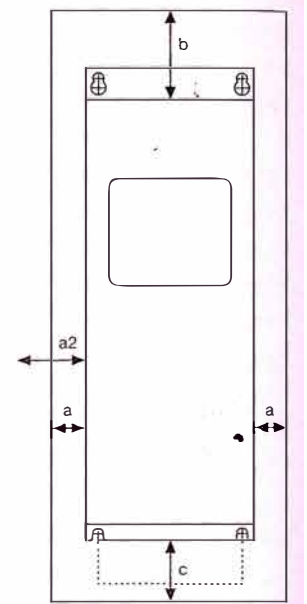
Señales bornes de control. Si se utiliza la referencia por potenciómetro este debe ser R = 1..10 kΩ (lineal)

Instalación

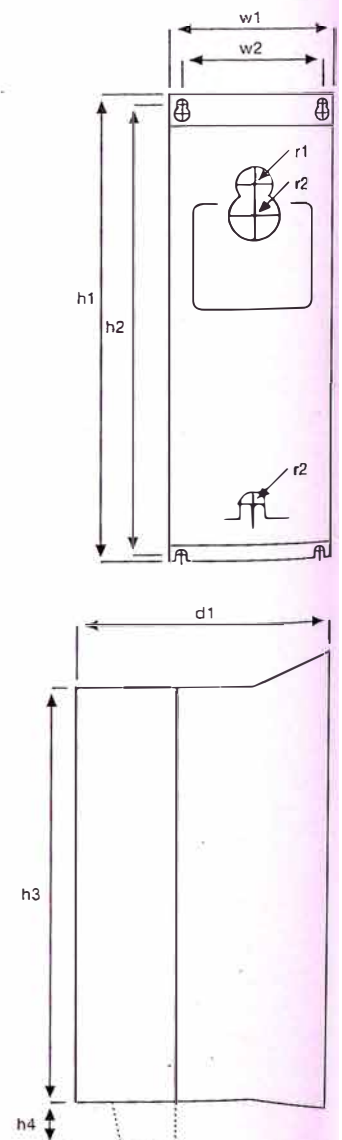
Instale verticalmente el convertidor de frecuencia Vacon. Gracias a su esbelto diseño y pequeño tamaño el convertidor de frecuencia Vacon puede montarse fácilmente en la pared o en un armario aunque el espacio sea limitado.

Cuando se instale el convertidor de frecuencia en un armario se debe estar seguro de que de ninguna manera se restrinja la circulación de aire, tanto en la succión como en la expulsión. Por ejemplo un 5,5CX4 necesita alrededor de 70m³/h y un 1500CX4 alrededor de 9000 m³/h de aire fresco de refrigeración. Hay que asegurarse de que no hay recirculación de aire dentro del armario. Dejar un espacio libre alrededor del convertidor de frecuencia garantiza una suficiente refrigeración y circulación de aire. Y si es necesario también es más fácil cambiar el ventilador.

Distancias de instalación
a2= distancia entre convertidores de frecuencia. La distancia incluye el espacio para cambiar el ventilador. Si se instalan varias unidades unas encima de las otras la distancia debe ser b+c y la salida de aire de la unidad inferior debe ser dirigida fuera de la entrada de la unidad superior.



380-500 V, CX IP20 (M4-M6)/IP00 (M7-M10)								380-500 V, CXL IP21/54 (M10 solo IP20)						
	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
a	20	20	30	75	250	200	200	20	20	30	75	250	200	200
a2	10	10	10	75	75	75	75	20	20	30	75	75	75	75
b	100	120	160	300	300	300	300	100	120	160	300	300	300	300
c	50	60	80	100	—	—	—	50	60	80	100	—	—	—
w1	120	157	220	250	496	700	989	120	157	220	374	496	700	989
w2	95	127	180	220	456	660	948	95	127	180	345	456	660	948
h1	323	452	575	854	950	1045	1045	423	562	700	1050	1350	1470	1470
h2	312	434	558	835	926	1021	1021	412	545	683	1031	926	1021	1021
h3	290	405	525	800	890	1000	1000	390	515	650	1000	1290	1425	1425
h4	40	45	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d1	215	238	290	315	353	390	390	215	238	290	330	353	390	390
r1	7	9	9	9	11,5	11,5	11,5	7	9	9	9	11,5	11,5	11,5
r2	3,5	4,5	4,5	4,5	6	6	6	3,5	4,5	4,5	4,5	6	6	6
525-690 V, CX IP20 (M5-M6)/IP00(M8-M10)							208 - 230 V, CXL IP21/54							
	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
a	20	30	—	—	250	200	200	20	20	30	75	250	—	—
a2	10	10	—	—	75	75	75	20	20	30	75	75	—	—
b	—	120	160	—	300	300	300	100	120	160	300	300	—	—
c	—	60	80	—	—	—	—	50	60	80	100	—	—	—
w1	—	157	220	—	496	700	989	120	157	220	374	496	—	—
w2	—	127	180	—	456	660	948	95	127	180	345	456	—	—
h1	—	486	668	—	950	1045	1045	423	562	700	1050	1350	—	—
h2	—	470	650	—	926	1021	1021	412	545	683	1031	926	—	—
h3	—	440	618	—	890	1000	1000	390	515	650	1000	1290	—	—
h4	—	45	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d1	—	265	290	—	353	390	390	215	238	290	330	353	—	—
r1	—	9	9	—	11,5	11,5	11,5	7	9	9	9	11,5	—	—
r2	—	4,5	4,5	—	6	6	6	3,5	4,5	4,5	4,5	6	—	—
208 - 230 V, CX IP20 (M4-M6)/IP00(M7-M8)					380-500 V, CXS IP20			208 - 230 V, CXS IP20						
	M4	M5	M6	M7	M8	M3	M4B	M5B	M3	M4B	M5B			
a	20	20	30	75	250	20	20	20	20	20	20			
a2	10	10	10	75	75	10	10	10	10	10	10			
b	100	120	160	300	300	100	120	120	100	120	120			
c	50	60	80	100	—	50	60	60	50	60	60			
w1	120	157	220	250	496	120	135	185	120	135	185			
w2	95	127	180	220	456	95	95	140	95	95	140			
h1	323	452	575	854	950	343	430	595	343	430	595			
h2	312	434	558	835	926	333	420	580	333	420	580			
h3	290	405	525	800	890	305	390	550	305	390	550			
h4	40	45	100	—	—	—	—	—	—	—	—			
d1	215	238	290	315	353	150	205	215	150	205	215			
r1	7	9	9	9	11,5	7	9	7	7	7	9			
r2	3,5	4,5	4,5	4,5	6	3,5	3,5	4,5	3,5	3,5	4,5			



Dimensiones de instalación para los convertidores de frecuencia Vacon CX, CXL y CXS. Las dimensiones están según el tamaño mecánico y familia de producto. El tamaño mecánico se puede ver en la página de Especificación Técnica por tipo. Si precisan esta información para los tamaños de M11 a M13, por favor póngase en contacto con el representante Vacon más cercano.

Dimensiones de montaje.

■ Protección avanzada del motor

El VLT Serie 5000 incorpora una protección térmica electrónica integrada del motor.

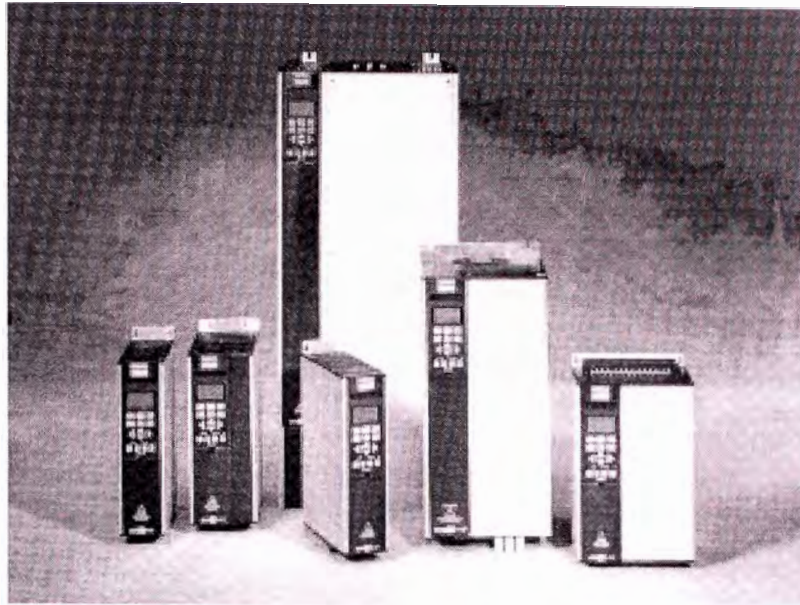
El convertidor de frecuencia calcula la temperatura del motor según la intensidad, la frecuencia y el tiempo.

En comparación con la protección tradicional bimetálica, la protección electrónica toma en cuenta la disminución de la refrigeración producida a bajas frecuencias debido a la reducción de la velocidad del ventilador del motor (motores con ventilación interna).

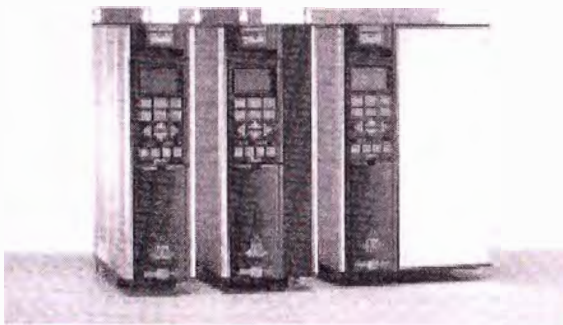
La protección térmica del motor es comparable a un termistor de motor.

Para obtener la máxima protección contra el sobrecalentamiento del motor si éste quedase cubierto o bloqueado, o si se produce un fallo del ventilador, es posible incorporar un termistor y conectarlo a la entrada de termistor del convertidor de frecuencia (terminales 53/54), consulte el parámetro 128 del Manual de Funcionamiento.

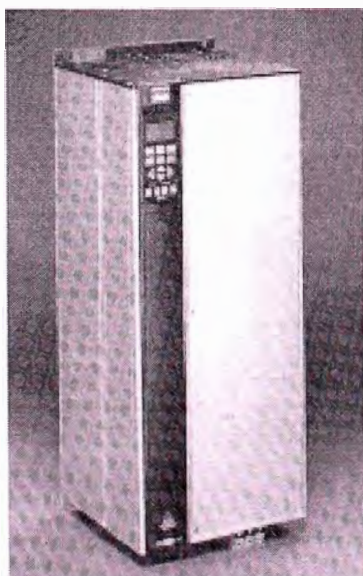
■ Diagrama clave para VLT 5001-5027 200-240 V, VLT 5001-5052 380-500 V



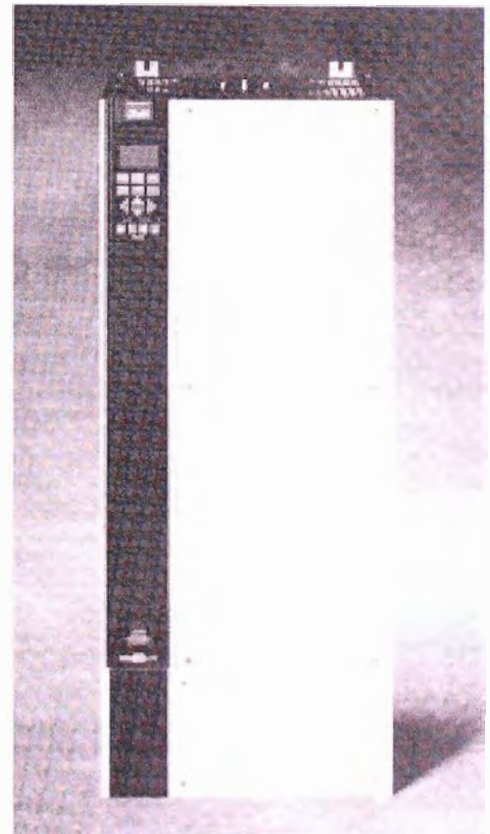
VLT Serie 5000



VLT 5001-5006 200-240V
VLT 5001-5011 380-500V



VLT 5008-5027 200-240V
VLT 5016-5052 380-500V



VLT 5032-5052 200-240V
VLT 5060-5250 380-500V

■ Selección del VLT adecuado

Un convertidor de frecuencia se debe seleccionar según la intensidad del motor a su carga máxima en la unidad. La intensidad nominal de salida $I_{VLT,N}$ debe ser igual o superior a la intensidad requerida del motor.

El VLT Serie 5000 se suministra para dos rangos de tensión de red: 200-240 V y 380-500 V.

■ Modo de par de sobrecarga normal/alto

Esta función permite al convertidor de frecuencia VLT funcionar a un par constante del 100%, utilizando un motor sobredimensionado.

La opción entre una característica de par de sobrecarga alto (M) o normal (N) se selecciona en el parámetro 101.

Aquí también debe elegirse entre una característica de par constante (CT) alto o normal o una característica de par variable (VT) alto o normal.

Si se elige una *característica de par alto*, un motor de tamaño nominal con el convertidor VLT obtiene un par de hasta el 160% durante 1 minuto tanto en CT como en VT.

Si se selecciona una *característica de par normal*, un motor sobredimensionado permitirá un rendimiento de par de hasta el 110% durante 1 minuto, tanto en CT como en VT. Esta función se utiliza, fundamentalmente, en bombas y ventiladores, ya que dichas aplicaciones no requieren un par de sobrecarga.

La ventaja de seleccionar una característica de par normal para un motor sobredimensionado consiste en que el convertidor VLT podrá suministrar un par del 100% constantemente, sin reducción de potencia como resultado del motor de mayor tamaño.


¡NOTA!

Esta función no se puede seleccionar para las unidades VLT 5001-5006, 200-240 V, o VLT 5001-5011, 380-500 V.

Tensión de red: 200-240 V

Tipo VLT	Potencia típica del eje $P_{VLT,N}$		Intensidad de salida constante máx. $I_{VLT,N}$		Potencia de salida constante máx. a 240 V $S_{VLT,N}$	
	Par de sobrecarga alto (160%) [kW]	Par de sobrecarga normal (110%) [kW]	Par de sobrecarga alto (160%) [A]	Par de sobrecarga normal (110%) [A]	Par de sobrecarga alto (160%) [kVA]	Par de sobrecarga normal (110%) [kVA]
5001	0,75	-	3,7	-	1,5	-
5002	1,1	-	5,4	-	2,2	-
5003	1,5	-	7,8	-	3,2	-
5004	2,2	-	10,6	-	4,4	-
5005	3,0	-	12,5	-	5,2	-
5006	3,7	-	15,2	-	6,3	-
5008	5,5	7,5	25	32	10	13
5011	7,5	11	32	46	13	19
5016	11	15	46	61,2	19	25
5022	15	18,5	61,2	73	25	30
5027	18,5	22	73	88	30	36
5032	22	30	80	104	32	41
5042	30	37	104	130	41	52
5052	37	45	130	154	52	61

-: desactivado

Nota: Con VLT 5032-5052, el par de *sobrecarga alto* se limita al 150%.

Tensión de red: 380 - 440 V

Tipo VLT	Potencia típica del eje $P_{VLT,N}$		Intensidad de salida constante máx. $I_{VLT,N}$		Potencia de salida constante máx. a 415 V $S_{VLT,N}$	
	Par de sobrecarga alto (160%) [kW]	Par de sobre- carga normal (110%) [kW]	Par de sobrecarga alto (160%) [A]	Par de sobre- carga normal (110%) [A]	Par de sobrecarga alto (160%) [kVA]	Par de sobre- carga normal (110%) [kVA]
5001	0,75	-	2,2	-	1,6	-
5002	1,1	-	2,8	-	2,0	-
5003	1,5	-	4,1	-	2,9	-
5004	2,2	-	5,6	-	4,0	-
5005	3,0	-	7,2	-	5,2	-
5006	4,0	-	10	-	7,2	-
5008	5,5	-	13	-	9,3	-
5011	7,5	-	16	-	11,5	-
5016	11	15	24	32	17,3	23
5022	15	18,5	32	37,5	23	27
5027	18,5	22	37,5	44	27	31,6
5032	22	30	44	61	31,6	43,8
5042	30	37	61	73	43,8	52,5
5052	37	45	73	90	52,5	64,7
5060	45	55	90	106	62	73
5075	55	75	106	147	73	102
5100	75	90	147	177	102	123
5125	90	110	177	212	123	147
5150	110	132	212	260	147	180
5200	132	160	260	315	180	218
5250	160	200	315	368	218	274
5300	200	250	395	480	274	333
5350	250	315	480	600	333	416
5450	315	355	600	658	416	456
5500	355	400	658	745	456	516

-: desactivado

 Nota: Con VLT 5060-5500, el par de *sobrecarga alto* se limita al 150%.

Tensión de red: 441-500 V

Tipo VLT	Potencia típica del eje $P_{VLT,N}$		Intensidad de salida constante máx. $I_{VLT,N}$		Potencia de salida constante máx. a 500 V $S_{VLT,N}$	
	Par de sobrecarga alto (160%)	Par de sobrecarga normal (110%)	Par de sobrecarga alto (160%)	Par de sobrecarga normal (110%)	Par de sobrecarga alto (160%)	Par de sobrecarga normal (110%)
	[kW]	[kW]	[A]	[A]	[kVA]	[kVA]
5001	0,75	-	1,9	-	1,6	-
5002	1,1	-	2,6	-	2,3	-
5003	1,5	-	3,4	-	2,9	-
5004	2,2	-	4,8	-	4,2	-
5005	3,0	-	6,3	-	5,5	-
5006	4,0	-	8,2	-	7,1	-
5008	5,5	-	11	-	9,5	-
5011	7,5	-	14,5	-	12,6	-
5016	11	15	21,7	27,9	18,8	24
5022	15	18,5	27,9	34	24,2	29
5027	18,5	22	34	41,4	29,4	35,8
5032	22	30	41,4	54	35,9	47
5042	30	37	54	65	46,8	56
5052	37	45	65	78	56,3	67
5060	55	75	80	106	69	92
5075	75	90	106	130	92	113
5100	90	110	130	160	113	139
5125	110	132	160	190	139	165
5150	132	160	190	240	165	208
5200	160	200	240	302	208	262
5250	200	250	302	361	262	313
5300	250	315	361	443	313	384
5350	315	355	443	540	384	468
5450	355	400	540	590	468	511
5500	400	500	590	678	511	587

-: desactivado

 Nota: Con VLT 5060-5500, el par de *sobrecarga alto* se limita al 150%.

■ Selección de módulos y accesorios

Danfoss ofrece una amplia gama de módulos y accesorios para los VLT Serie 5000.


¡NOTA!:

Para obtener el funcionamiento satisfactorio del convertidor de frecuencia, es muy importante elegir los módulos y accesorios que se necesiten.

Módulos y accesorios	Bookstyle	Compact	Compact	Compact
		VLT 5001-5006. 200-240 V	VLT 5008-5027. 200-240 V	VLT 5032-5052. 200-240 V
		VLT 5001-5011. 380-500 V	VLT 5016-5052. 380-500 V	VLT 5060-5250. 380-500 V
Módulo de filtro LC	+	+	+	+
Unidad de control LCP (opción)	+	+	+	+
Kit de instalación/desmontaje de LCP (no para IP 54)	+	+	+	+
Tapa superior IP 4x ¹⁾		+		
Tapa de terminal (sólo para unidades IP 20)			+	

¹⁾ Sólo las superficies horizontales cumplen IP 4x

■ Módulo de filtro LC

El filtro LC reduce el tiempo de incremento de la tensión (dV/dt) y la corriente de rizado (ΔI) al motor, haciendo que la intensidad y la tensión sean casi sinusoidales. Con ello, se reduce al mínimo el ruido acústico del motor.

Consulte, además, las instrucciones MI.56.DX.51.

■ Unidad de control LCP

Unidad de control con display y teclado para programación de convertidores de frecuencia VLT. Disponible como opción para las unidades IP 00 e IP 20.

Alojamiento: IP 65.

■ Kit de instalación/desmontaje de LCP

La opción de kit de control remoto permite mover el display de los VLT Serie 5000, por ejemplo, al panel frontal de un armario.

No puede utilizarse en unidades IP 54.

Datos técnicos

Alojamiento	IP 65 delantero
Long. máx. de cable entre el VLT y la unidad	3 m
Estándar de comunicaciones	RS 422

También pueden consultarse las instrucciones MI.56.AX.51 (IP 20) and MI.56.GX.52 (IP 54).

■ Tapa superior IP 4x

La tapa superior IP 4x es un elemento de alojamiento opcional para las unidades Compact IP 20.

Si se utiliza una tapa superior IP 4x, la unidad IP 20 se actualizará para cumplir con un alojamiento IP 4x con tapa. Esto significa que la unidad cumplirá con IP 40 en superficies horizontales superiores. Hay disponibles tapas para las siguientes unidades Compact:

- Tipo VLT 5001-5006, 200-240 V
- Tipo VLT 5001-5011, 380-500 V

■
Tapa de terminal

Con una tapa de terminal, se puede montar en posición remota una unidad IP 20, tipos de VLT 5008-5052.

Hay disponibles tapas de terminal para las siguientes unidades Compact:

- Tipo VLT 5008-5027, 200-240 V
- Tipo VLT 5016-5052, 380-500 V

■ Contactores

Danfoss también fabrica una gama completa de contactores.

General Technical Data

AC Line Supply (L1, L2, L3):

Supply voltage 200-240 V units	3 x 200/208/220/230/240 V ± 10%
Supply voltage 380-500 V units	3 x 380/400/415/440/460/500 V ± 10%
Supply frequency	50/60 Hz
Max. imbalance of supply voltage	±2% of rated supply voltage
Power factor	0.90/1.0 at rated load
Switching on supply input L1, L2, L3	approx. 1 time/min.
Max short circuit rating	100,000 A
Efficiency	0.95-0.97

VLT Output Data (U, V, W):

Output voltage	0-100% of supply voltage
Output frequency	0 - 132 Hz, 0 - 1000 Hz
Rated motor voltage, 200-240 V units	200/208/220/230/240 V
Rated motor voltage, 380-500 V units	380/400/415/440/460/480/500 V
Rated motor frequency	50/60 Hz
Switching on output	Unlimited
Ramp times	0.05-3600 sec.

Torque Characteristics:

Starting torque, VLT 5001-5027, 200-240 V	160% for 1 min.
Starting torque, VLT 5001-5052, 380-500 V	160% for 1 min.
Starting torque, VLT 5032-5052, 200-240 V	150% for 1 min.
Starting torque, VLT 5060-5500, 380-500 V	150% for 1 min.
Starting torque	180% for 0.5 sec.
Acceleration torque	100%
Overload torque, VLT 5001-5027, 200-240 V	160%
Overload torque, VLT 5001-5052, 380-500 V	160%
Overload torque, VLT 5032-5052, 200-240 V	150%
Overload torque, VLT 5060-5500, 380-500 V	150%
Holding torque at 0 rpm (closed loop)	100%

The torque characteristics given are for the VLT adjustable frequency drive at High Overload torque level (160%).

Control Card, Digital Inputs:

Number of programmable digital inputs	8
Terminal nos.	16, 17, 18, 19, 27, 29, 32, 33
Voltage level	0-24 VDC (PNP positive logic)
Voltage level, logical "0"	< 5 VDC
Voltage level, logical "1"	> 10 VDC
Maximum voltage on input	28 VDC
Input resistance R _i	approx. 2 k Ω
Scanning time per input	- 3 msec.

All digital inputs are galvanically isolated from the supply voltage (PELV). In addition, the digital inputs can be isolated from the other terminal on the control card by connecting an external 24 VDC supply.

ControlCard, Analog Inputs:

No. of programmable analog voltage inputs	2
Terminal numbers	53, 54
Voltage level	0 - \pm 10 VDC (scalable)
Input resistance, R_i	approx. 10 k Ω
No. of programmable analog current inputs	1
Terminal number	60
Current range	0 - \pm 20 mA (scalable)
Input resistance, R_i	approx. 200 Ω
Resolution	10 bit + sign
Accuracy on input	Max. error 1% of full scale
Scanning time per input	3 msec.

All analog inputs are galvanically isolated from the supply voltage (PELV) as well as other inputs and outputs.

ControlCard, Pulse/Encoder Input:

Number of programmable pulse/encoder inputs	4
Terminal numbers	17, 29, 32, 33
Max. frequency on terminal 17	5 kHz
Max. frequency on terminals 29, 32, 33	20 kHz (PNP open collector)
Max. frequency on terminals 29, 32, 33	65 kHz (Push-pull)
Voltage level	0-24 VDC (PNP positive logic)
Voltage level, logical "0"	< 5 VDC
Voltage level, logical "1"	> 10 VDC
Maximum voltage on input	28 VDC
Input resistance, R_i	approx. 2 k Ω
Scanning time per input	3 msec.
Resolution	10 bit + sign
Accuracy (100 Hz - 1 kHz), terminals 17, 29, 33	Max. error: 0.5% of full scale
Accuracy (1 kHz - 5 kHz), terminal 17	Max. error: 0.1% of full scale
Accuracy (1 kHz - 65 kHz), terminals 29, 33	Max. error: 0.1% of full scale

All pulse/encoder inputs are galvanically isolated from the supply voltage (PELV). In addition, pulse and encoder inputs can be isolated from the other terminal on the control card by connecting an external 24 VDC supply.

ControlCard, Digital/Pulse and Analog Outputs:

Number of programmable digital and analog outputs	2
Terminal numbers	42, 45
Voltage level at digital/pulse output	0 - 24 VDC
Minimum load (terminal 39) at digital/pulse output	600 Ω
Frequency ranges (digital output used as pulse output)	0-32 kHz
Current range at analog output	0/4 - 20 mA
Maximum load (terminal 39) at analog output	500 Ω
Accuracy of analog output	Max. error: 1.5% of full scale
Resolution on analog output	8 bit

All digital and analog outputs are galvanically isolated from the supply voltage (PELV) as well as other inputs and outputs.

Control Card, 24 VDC Supply:

Terminal numbers	12, 13
Max. load	200 mA

The 24 VDC supply is galvanically isolated from the supply voltage (PELV), but has the same potential as the analog outputs.

Control Card, RS485 Serial Communication:

Terminal numbers	68 (TX+, RX+), 69 (TX-, RX-)
------------------------	------------------------------

Full galvanic isolation.

Relay Outputs:

No. of programmable relay outputs	2
Terminal numbers, control card	04-05 (N.O. Form A)
Max. terminal load (DC) on 04-05, control card in UL/cUL applications	30 VAC, 42.5 VDC, 1 A
Max. terminal load (AC) on 04-05, control card in EC applications	50 VAC, 1 A, (60 VA)
Max. terminal load (DC) on 04-05, control card in EC applications	75 VDC, 1 A, 30 W
Terminal numbers, power card	01-03 (N.C.), 01-02 (N.O. Form C)
Max. terminal load (AC) on 01-03, 01-02, power card	240 VAC, 2 A, 60 VA
Min. terminal load on 01-03, 01-02, power card	24 VDC 10 mA, 24 VAC 100 mA

Brake Resistor Terminals (only SB and EB units):

Terminal numbers	81, 82
------------------------	--------

External 24 Volt DC Supply:

Terminal numbers	35, 36
Voltage range	24 VDC \pm 15% (max. 37 VDC for 10 sec.)
Max. voltage ripple	2 VDC
Power consumption	15 W - 50 W (50 W for start-up, 20 msec.)
Min. pre-fuse	6 Amp

Full galvanic isolation if the external 24 VDC supply is also of the PELV type.

Cable Lengths and Cross-Sections:

Use 75°C copper wire minimum

Max. motor cable length, shielded cable	500 ft. (150 m)
Max. motor cable length, non-shielded cable	1000 ft. (300 m)
Max. motor cable length, shielded cable VLT 5011 380-500 V	330 ft. (100 m)
Max. dynamic resistor cable length, shielded cable	66 ft. (20 m)
Max. load sharing cable length, shielded cable ...	82.5 ft. (25 m) from adjustable frequency drive to DC bus.

Max. cable cross-section for motor, brake and load sharing

*Max. cable cross-section for 24 V external DC supply	10 AWG (4.0 mm ²)
*Max. cross-section for control cables	16 AWG (1.5 mm ²)
*Max. cross-section for serial communication	16 AWG (1.5 mm ²)

*See drive specification charts.



Control Characteristics:

Frequency range	0 - 1000 Hz
Resolution on output frequency	±0.003 Hz
System response time	3 msec.
Speed, control range (open loop)	1:100 of synchro. speed
Speed, control range (closed loop)	1:1000 of synchro. speed
Speed, accuracy (open loop)	< 1800 rpm: max. error ±7.5 rpm
	> 1800 rpm: max. error of 0.5% of actual speed
Speed, accuracy (closed loop)	< 1800 rpm: max. error ±1.5 rpm
	> 1800 rpm: max. error of 0.1% of actual speed
Torque control accuracy	0-180 rpm: max. error ±20% of rated torque
	181-1800 rpm: max error ±10% of rated torque
	> 1800 rpm: max. error ±20% of rated torque
Torque control accuracy (speed feedback)	Max. error ±5% of rated torque

All control characteristics are based on a 4-pole asynchronous motor

Environment:

Enclosure	Chassis, NEMA 1, NEMA 12
Vibration test	0.7 g
Max. relative humidity	93% +3%, -3% (IEC 68-2-3) for storage/transport
Ambient temperature NEMA 1 (high overload torque 160%)	Max. 45°C (24-hour average max. 40°C)
Ambient temperature NEMA 1 (normal overload torque 110%)	Max. 40°C (24-hour average max. 35°C)
Ambient temperature NEMA 12 (high overload torque 160%) ..	Max. 40°C (24-hour average max. 35°C)
Ambient temperature NEMA 12 (normal overload torque 110%)	Max. 40°C (24-hour average max. 35°C)
Ambient temperature NEMA 1/NEMA 12 VLT 5011 500 V	Max. 40°C (24-hour average max. 35°C)
Min. ambient temperature in full operation	0°C
Min. ambient temperature at reduced performance	-10°C
Temperature during storage/transport	-25° to 65/70°C
Max. altitude above sea level	3300 ft. (1000 m)
EMC standards applied, Emission	EN 50081-1/2, EN 61800-3, EN 55011, EN 55014
Immunity	EN 50082-2, EN 61000-4-2, IEC 1000-4-3, EN 61000-4-4
	EN 61000-4-5, env 50140, ENV 50141, VDE 0160/1990.12

VLT 5000 Series Protection:

- Electronic motor thermal protection against overload.
- Temperature monitoring of heat-sink ensures that the VLT adjustable frequency drive cuts out if the temperature reaches 90°C for Chassis and NEMA 1. For NEMA 12, the cut-out temperature is 80°C. An overtemperature can be reset when the temperature of the heat-sink has fallen below 60°C.
- The VLT adjustable frequency drive is protected against short circuiting on motor terminals U, V, W.
- The VLT adjustable frequency drive is protected against ground fault on motor terminals U, V, W.
- Monitoring of the intermediate circuit voltage ensures that the VLT adjustable frequency drive cuts out if the intermediate circuit voltage gets too high or too low.
- If a motor phase is missing, the VLT adjustable frequency drive cuts out.
- If there is an AC line fault, the VLT adjustable frequency drive is able to carry out a controlled deramping.
- If an AC line phase is missing, the VLT adjustable frequency drive will cut out when a load is placed on the motor.

VLT® 5000



AF-300 P11™

Adjustable Frequency Drive

The AF-300 P11 Adjustable Frequency Drive is easy to use out of the box at a price that you can afford. The AF-300 P11 is an AC packaged drive that provides the functionality required for variable torque loads such as fans, pumps and compressors. Forward/Reverse and Simple commands from the local or remote keypad or from the facility management system along with pre-loaded motor

parameters and factory defaults allows for quick and ready to go installation. The AF-300 P11 offers expanded horsepower ratings in both 230 VAC (1/4 to 150 Hp) and 460 VAC (1/2 to 800 Hp) for even greater range of application.

The AF-300 P11 has an array of functions that provides

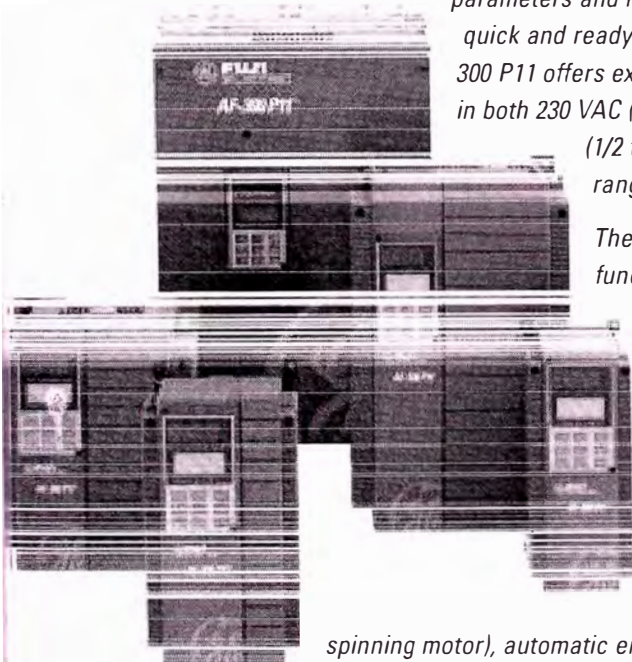
significant benefits in variable torque applications. New standard features includes: auto-tuning without having to rotate the motor, built in PID control, rotating motor pick up control (catch

spinning motor), automatic energy-saving operation which minimizes drive and motor loss at light load and other functions to combine performance and energy savings. The new generation IGBT means reduced electrical noise and less voltage spiking. On-line-tuning provides a continuous check for variation of motor characteristics during running of high-precision speed control. And the energy savings mode will help lower operating costs. In ratings of 30Hp and less the AF-300 P11 is designed for side by side installation with zero clearance for optimum use in space restricted areas. All of this power, versatility and reliability in one compact drive. All drives conform with the following safety standards: UL, cUL and CE.

Panel mounted models are available for your bypass applications.

GE Fuji Drives packaged drive products are rugged, full-featured, and easily adaptable to a variety of applications. They're available when you need them and backed by our highest standards of engineering support and service.

At GE Fuji Drives, our goal is to produce quality drive products at competitive prices that maximize our customers' efficiency and satisfaction.



Intelligent back lit display keypad with: operation, diagnostics, copy function, selectable for six languages.





Your Standard Drive Source

AF-300 P11 Specifications


Environmental Conditions	<i>Installation Location</i>	NEMA 1 and 12: Intended for indoor use only, less than 1000 meters (3300ft.) elevation, not in contact with corrosive gas, oil mist, dust or direct sunlight. NEMA 4: Intended for use indoors or outdoors to protect the enclosed equipment against splashing water, seepage of water, falling or hose directed water and severe external condensation. Installation should be less than 1000 meters (3300ft.) elevation, not in contact with corrosive gas, oil mist, dust or direct sunlight.
	<i>Ambient Temperature</i>	-10 to 50° C (ratings up to 30 Hp requires ventilating covers be removed over 40°C).
	<i>Ambient Humidity</i>	5 to 95% (non-condensing)
	<i>Vibration</i>	3mm peak from 2 to 9 Hz, 9.8m/s ² from 9 to 20 Hz, 2m/s ² from 20-55 Hz, 1m/s ² from 55 to 200 Hz
	<i>Enclosure Type</i>	NEMA 1 standard; NEMA 4 and 12 available
Input	<i>Communication Interface</i>	RS485 RTU standard
	<i>Power System</i>	200-230 and 380-480 VAC +10% to -15%, 50/60 Hz +5% to -5%
Output	<i>Power Supply Control System</i>	Sinusoidal PWM with dynamic torque vector control
	<i>Frequency Control Range</i>	.1 to 120 Hz
	<i>Rated Voltage</i>	230 VAC: 3 phase, 200V, 220V, 230V / 60 Hz 460 VAC: 3 phase, 380V, 400V, 415V / 50 Hz. 380V, 440V, 460V / 60 Hz
	<i>Carrier Frequency</i>	0.75 to 15 KHz (up to 30 Hp), 0.75 to 10 KHz (40 to 100 Hp) 0.75 to 6 KHz (125 Hp and above)
Control	<i>Frequency Fluctuation</i>	Digital setting: +/- 0.01% of max. frequency (@-10° C to 50° C) Analog setting: +/- 0.2% of max. frequency (@ 25° C +/- 10° C)
	<i>Frequency Resolution</i>	Digital setting: 0.01 Hz for frequency up to 99.9 Hz (0.1 Hz for frequency > 100 Hz) Analog setting: 1/3000 of max. frequency
	<i>Torque Boost</i>	Manual setting code: Variable torque load: 0.1 to 1.9 Automatic setting code: 0.0
	<i>Accel/Decel Settings</i>	0.01 to 3600 sec. independently adjustable, linear, non-linear & S-curve characteristic
	<i>DC Braking</i>	Frequency activation Hz= >0.1 to 60 Hz, operating time; 0.1 to 30 sec. Voltage 0 to 80%
	<i>Torque Vector Control</i>	Optimizes drive operation
	<i>Select Standard Functions</i>	Slip compensation, torque limit control, switch from line to inverter, restart after instantaneous power failure, 3 jump frequencies, bias frequency, pattern operation & energy saving selection
<i>Momentary Voltage Dip</i>	Drive can operate for 15 millisecond, with 85% of full load applied.	
Operation	<i>Frequency Setting Input</i>	Potentiometer or voltage input: 0 to 10 VDC, adjusts to 5 VDC Process follower input: 4 to 20 mA DC (external), adjusts to 10 mA
	<i>Input Signal (contacts)</i>	Forward-Reverse, self-hold selection, 15 preset speed levels, acceleration/deceleration time selection, coast to stop, external alarm input & alarm reset input. Sink/Source logic selectable.
	<i>Output Signal</i>	2 Relay outputs: Fault alarm, selectable from 32 parameters: SPDT, 250 VAC, .3A Inductive (CE Mark - 48 VDC, .5A)
	<i>Protection</i>	Current limit, instantaneous overcurrent, torque limit, overload, overvoltage incoming transients, undervoltage & overheating, short circuit & ground fault for output, motor & dynamic braking overheating, stall protection & setup error
Indication	<i>Keypad Panel (LED)</i>	Output frequency, current, voltage, torque, motor RPM, line speed & machine speed, fault code
	<i>Keypad Menu (LCD)</i>	Nine menu selections from DATA SET, DATA CHECK, OPR MNTR, I/O CHECK, MAINTENANCE, LOAD FCTR, ALM INF, ALM CAUSE, DATA COPY with back lit display.
Options & Accessories	Keypad extension cable, Dynamic braking, AC Line Reactors, PWM output filter, Analog I/O, Digital Tachometer, Relay output, multiple network options such as LonWork for building automation.	

AF-300 P11 is a trademark of General Electric Company.



GE Fuji Drives USA

GE Fuji Drives USA, Inc.
1501 Roanoke Blvd., Suite 435
Salem, VA 24153
1-800-543-6196
www.GEindustrial.com



Catálogo ELECTRÔNICO

NAVEGUE EN LA WEG

HABLE CON

LANG

Informaciones generales
Downloads

► [BRASIL](#) > [Variación de Velocidad \(Drives\)](#) > **Arranadores Estáticos y Soft-Starters**

- Automatización de Procesos Industriales
- Capacitores y Corrección del Factor de Potencia
- Comando y Protección de Motores
- Fraccionarios
- Generación Transmisión y Distribución de Energía
- Industriales de Alta Tensión
- Industriales de Baja Tensión
- Motores Monofásicos
- Paneles Electricos
- Pinturas y Barnices Industriales
- Protección de Circuito Electrico
- Sistemas de Entrenamiento
- Variación de Velocidad (Drives)

Características

Los arranadores estáticos WEG son arranadores microprocesados, full digital, proyectados para acelerar / desacelerar y proteger motores eléctricos de inducción trifásicos.

A través del ajuste del ángulo de disparo de tiristores, se controla la tensión aplicada al motor.

Con el ajuste correcto de las variables, el torque y la corriente son ajustados a las necesidades de la carga, o sea, la corriente exigida será la mínima necesaria para acelerar la carga, sin cambios de frecuencia. Estos arranadores son suministrados separados o montados en tableros, listos para la utilización.


Algunas características y ventajas de los arranadores Soft-Starter son: ajuste de tensión de arranque por un tiempo pre-establecido, pulso de tensión en el arranque para cargas con alta inercia, reducción rápida de tensión a un nivel ajustable (reducción de choques hidráulicos en sistemas de bombeo), protecciones contra falta de fase, sobrecorriente y subcorriente, etc.

Alimentação (Vca)	220	380	440 - 480	575
Potência	A	10 - 1400		
	HP	3 - 1000	5 - 1750	5 - 2050


Outras tensões e potências até 1000HP sob consulta


Aplicaciones


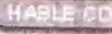
Ventiladores y extractores de aire, bombas centrífugas y dosadoras, agitadores, mezcladores, centrífugas de azúcar, cintas transportadoras y compresores.



[haga click aqui p...](#)



Catálogo  **ELECTRÔNICO**

NAVEGUE EN LA WEG  HABLE CON  LANG

Informaciones generales Downloads

► BRASIL > Variación de Velocidad (Drives) > Convertidores de Frecuencia y Accionamientos CA/CC

- ▶ Automatización de Procesos Industriales
- ▶ Capacitores y Corrección del Factor de Potencia
- ▶ Comando y Protección de Motores
- ▶ Fraccionarios
- ▶ Generación Transmisión y Distribución de Energía
- ▶ Industriales de Alta Tensión
- ▶ Industriales de Baja Tensión
- ▶ Motores Monofásicos
- ▶ Paneles Electricos
- ▶ Pinturas y Barnices Industriales
- ▶ Protección de Circuito Electrico
- ▶ Sistemas de Entrenamiento
- ▶ Variación de Velocidad (Drives)

Aplicaciones

Ventiladores y centrales de aire acondicionado, Bombas centrífugas y dosificadoras, agitadores, mezcladores, compresores, extrusoras, centrífugas de azúcar, cintas transportadoras, molinos de bolas, secadoras y hornos continuos, mesas de rollos, filtros rotativos, separadoras, puentes rodantes, máquinas-herramientas y sistema de aire acondicionado.



haga click aquí p

Características

Equipamientos destinados a controlar y variar la velocidad de motores eléctricos de inducción trifásicos. Utilizados en diversos segmentos industriales, como: químico y petroquímico, azúcar y alcohol, cerámica, papel y celulosa, plásticos y caucho, siderurgia y metalurgia, cemento, minería y refrigeración.

Son equipamientos microprocesados, full digital, disponibles con control escalar o control vectorial y utilizan transistores IGBT para conmutación en alta frecuencia. Pueden ser suministrados separados o montados en tableros metálicos, incluyendo funciones de protección, interrupción y señalización, con o sin comando remoto y listos para operación.



Alimentación		220 ~ 230	380 ~ 480	
(Vca)		1 Ω	3 Ω	3 Ω
Potencia	A	1,6 - 10	6 - 130	1 - 1710
	HP	0,25 - 3	1,5 - 60	0,25 - 1500

Línea CFW - 09

La línea de convertidores de frecuencia CFW-09, incorpora la más avanzada tecnología disponible mundialmente para accionamiento de motores CA de inducción trifásicos.

Dispone de la tecnología Vectrue que permite incorporar en un único producto técnicas de control Escalar, Vectorial Sensorless y Vectorial con Encoder, siendo fácilmente programable vía parámetro por el propio usuario.



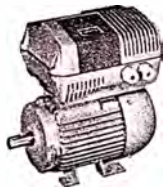
Otro recurso denominado Optimal Braking (frenado óptimo), que permite alta performance en el frenado, dispensando el uso de resistor externo en la mayoría de las aplicaciones.

← búsqueda por producto



← aplicativos / software

WEG posee también una gama completa de productos para ofrecerle la mejor solución en cualquiera que fuera su necesidad de variación de velocidad y automatización industrial. Consulte los demás productos de nuestra línea de Drives y Automatización.



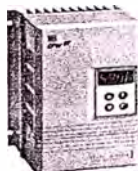
MOTOCONVERTIDOR MOTORDRIVE MDW-01

Convertidor de frecuencia integrado con motor CA en un único producto, compacto, robusto, con grado de protección IP55, para aplicaciones en ambientes agresivos con elevada incidencia de agua u otros agentes.
Tensiones: 220 ... 230 V y 380 ... 480 V ⇒ Potencias: 2 ... 5 CV



MICROCONVERTIDOR DE FRECUENCIA μLINE - CFW-08

Línea de convertidores de frecuencia extremadamente compactos, con interface hombre-máquina incorporado, para motores CA trifásicos en aplicaciones de uso general.
Tensiones: 200 ... 240 V y 380 ... 480 V ⇒ Potencias: 0,25 ... 2 CV



CONVERTIDOR DE FRECUENCIA CFW-07

Línea de convertidores de frecuencia compactos, con interface hombre-máquina incorporado, para motores CA trifásicos de uso general.
Tensiones: 200 ... 240 V y 380 ... 480 V ⇒ Potencias: 0,33 ... 12,5 CV



SOFT-STARTERS SSW-03 Y SSW-04

Líneas de arrancadores estáticos con arranque y parada suaves de motores CA trifásicos, totalmente digital, con interface hombre-máquina incorporado, con función "Pump Control" y con protección electrónica integral del motor, para aplicaciones de uso general.
Tensiones: 220 ... 440 V y 460 ... 575 V ⇒ Potencias: 6 ... 1500 CV



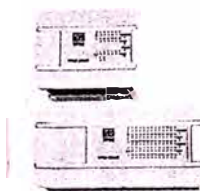
SERVOCONVERTIDOR SCA-04 y SERVOMOTOR SWA

Línea de servoconvertidores totalmente digitales, con control vectorial, "self tuning", con interface hombre-máquina incorporado y posibilidad para módulo posicionador adicional, para servoconvertidores CA tipo "Brushless" (sin escobillas) para uso en aplicaciones que exijan elevada dinámica, control de torque y elevada precisión de velocidad y posicionamiento.
Tensiones: 220 y 380 ó 440 V (con autotransformador) ⇒ Torques: 2,5...25 Nm



CONVERTIDORES ESTATICOS CA/CC DIGITALES CTW-03 y CTW-A03

Línea de convertidores CA/CC microprocesados, trifásicos, con interface hombre-máquina incorporado, para motores CC en aplicaciones de 2 cuadrantes (CTW-03) y de 4 cuadrantes (CTW-A03 = Regenerativo) que exijan elevada dinámica, control de torque y precisión de velocidad.
Potencias: CTW-03 ⇒ 1,02 ... 10,2 kW y CTW-A03 ⇒ 2,6 ... 333 kW



MICROCONTROLADOR PROGRAMABLE TP-02

Línea de controladores programables (PLC's) extremadamente compactos, para automatización en aplicaciones de pequeño y medio porte, con óptima capacidad de recursos, programaciones en lenguajes "Ladder" y "Lista de Instrucciones", vía computadora PC en ambiente Windows, posibilidad de interface hombre-máquina LCD con 12 teclas de función y posibilidad de conexión en red.
Unidades Básicas: 20, 28, 40 y 60 puntos de I/O's digitales;
Unidades de Expansión de I/O's Digitales y Analógicos.
Capacidad Total: Hasta 130 puntos de I/O's



WEG EXPORTADORA

Av. Pref. Waldemar Grubba, 3000

89256-900 - JARAGUÁ DO SUL - SC - BRAZIL

Phone: +55 (47) 372-4000 - Fax: +55 (47) 372-4060

<http://www.weg.com.br>

Hoja de datos para dimensionamiento

WEG quiere ayudarlo a seleccionar el convertidor más adecuado y económico para su aplicación. Complete el formulario a seguir y envíelo para WEG o para uno de nuestros distribuidores más próximos de su empresa, para que podamos presentarle la mejor solución de variación de velocidad para su aplicación.

Datos Generales

Empresa:	Teléfono:
Ciudad / Estado / País:	Fax:
Persona de Contacto:	E-mail:
Aplicación / Carga:	

Datos da Aplicación

MOTOR	Potencia Nominal: CV	Nº de Pólos / Rotación Nominal: [] 2 Polos (3000 rpm) [] 4 Polos (1500 rpm) [] 6 Polos (1000 rpm) [] 8 Polos (750 rpm) []Polos (.....rpm)	Tensión y Corriente de Placa: [] 220 V ⇒ A [] 380 V ⇒ A [] 440 V ⇒ A [] V ⇒ A
	Factor de Servicio: F.S. =	Rango de Rotación Deseado: De a rpm	Número de Arranques por Hora: Arranques / Hora
	¿ Es Utilizado? [] No [] Sí		
CARGA	Tipo de Carga: [] Torque Constante [] Torque Cuadrático [] Torque Indefinido (especificar en Obs.)	Relación de Reducción entre el Eje del Motor y la Carga: Relación ⇒ 1 : Rotación no Motor: rpm Rotación de la Carga: rpm	¿ Sobrecarga en el arranque o en Régimen es mayor que 150 % ? [] No [] Sí ⇒ %.
	Tipo de Parada (Frenado) Necesaria: [] Parada por Inercia (Por Deshabilitación del Motor y Convertidor) [] Parada Suave por Rampa de Deceleración ⇒ (Tiempo Deseado de segundos) [] Parada Rápida por Frenado Eléctrico ⇒ (Tiempo Deseado de segundos)		
INSTALACION	Red de Alimentación: [] 220 V [] 380 V [] 50 Hz [] 440 V [] 60 Hz [] V	Condiciones del Ambiente para Instalación: Altitud: Atmósfera: Temperatura: [] Hasta 1000 m [] Normal [] Até 40 °C [] m [] Agresiva [] °C (especificar en Obs.)	
	Grado de Protección Necesario: [] IP 00 (abierto sin protección) [] IP 20 (protección contra toques) [] IP 54 (cerrado - montado en tablero) [] Al Tiempo (tablero especial para lluvia) [] (especificar en Obs.)	Método de Comando: [] Botones Conecta y Desconecta + Potenciometr [] Interface Hombre-Máquina del Convertidor [] Entrada Analógica (CLP o SDCD)	Distancia entre el Motor y el Convertidor: Longitud del Cable ⇒ m

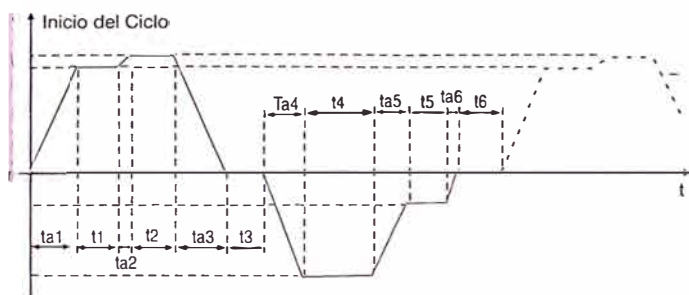
Características Deseadas en el Convertidor

Método de Control: [] Escalar (U / F) [] Vectorial Sensorless [] Vectorial con Encoder	Accesorios Opcionales	
	Internos al Convertidor	Externos al Convertidor
Funciones Especiales: [] Multi-speed (hasta 8 velocidades) [] Ciclo Automático del Proceso [] Regulador PID []	Tarjetas Expansión de Funciones: [] EBA-01 [] EBB-01 [] EBA-02 [] EBB-02 [] EBA-03 [] EBB-03	[] Moldura para HMI Remoto [] Cable para HMI m [] Potenciómetro 1 Vuelta [] Potenciómetro 10 Vueltas [] Reactancia de Red [] Reatancia de Carga [] Fusibles Ultra-Rápidos [] Resistencia de Frenado
	Tarjetas para Redes FiedBus: [] KFB-PD (ProfiBus DP) [] KFB-DN (DeviceNet) [] KFB-MR (ModBus RTU)	[] []
Software de Programación del Convertidor por Microcomputador PC: [] Software SUPERDRIVE	Interface Serial RS-232: [] Kit KCS-CFW09	

Observaciones:

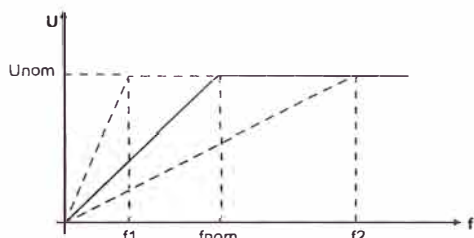
Funciones Especiales

Ciclo Automático del Proceso



Cualquier máquina o proceso que posea un régimen de trabajo cíclico, puede ser automatizado solamente con la utilización de esta función incorporada en el software del convertidor. A partir de la programación por el usuario de las variables envueltas en cada etapa del proceso (tiempos, aceleraciones, deceleración, velocidades), el convertidor ejecuta fiel y automáticamente el ciclo predefinido, garantizando total repetibilidad de operación y elevada precisión y confiabilidad al proceso.

Curva U/F Ajustable



La alteración de la curva U/F standard tiene como finalidad facilitar el accionamiento de motores especiales con tensiones nominales a frecuencias nominales (base) diferentes de la frecuencia de la red.

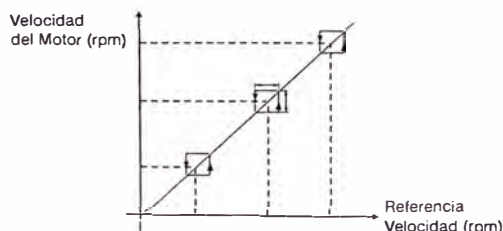
En estos casos, esta función permite al usuario desplazar la frecuencia "base", aquella en la cual el convertidor impone la tensión nominal al motor, para una nueva frecuencia arriba o abajo de la frecuencia convencional (Ej.: 50 Hz)

Ejemplo de aplicación:

Máquina de terminación de madera

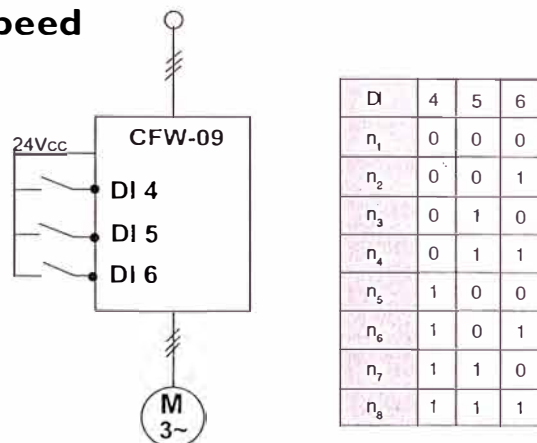
Motor especial con $U_{nom} = 220V$ a $f_{nom} = 200Hz$

Rechazo de Velocidades Críticas



Esta función permite al convertidor la posibilidad de evitar la resonancia del motor en determinadas velocidades críticas que pueden provocar resonancia en el sistema mecánico motor/carga, causando vibraciones y ruidos indeseables. Puede programarse vía software por el usuario, hasta 3 puntos de velocidades críticas a evitar, bien como las bandas ideales alrededor de cada velocidad resonante de forma a no comprometer la performance del sistema mecánico.

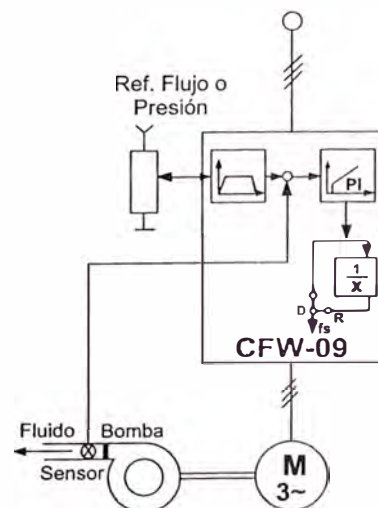
Multi-speed



El motor puede accionarse con hasta 8 velocidades preprogramadas, vía software, por el usuario. Estas velocidades son comandadas a través de la combinación de 3 entradas digitales en el convertidor, las cuales pueden ser accionadas por cualesquier tipos de actuadores externos, tales como: finales de carrera, fotocélulas, sensores de proximidad, relés y contactores auxiliares, llaves y botones selectores, etc.

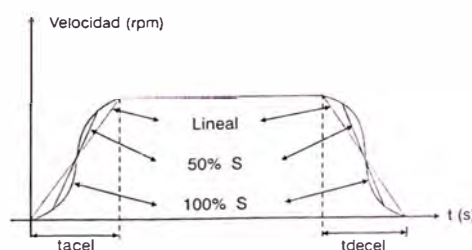
Regulador PID Sobrepuesto

Incorporado al software del convertidor este regulador se destina a las aplicaciones donde hay necesidad de control de una variable del proceso (Ej.: flujo, presión, nivel, etc.), indirectamente por la variación de la velocidad del motor. Para esto el convertidor deberá poseer un set-point (programable por el usuario) y recibir una señal de realimentación del sensor de medición de la variable del proceso, formando de esta forma un lazo cerrado.



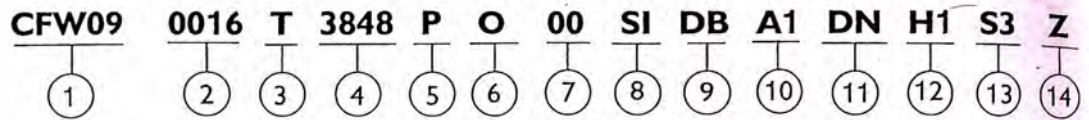
Este recurso elimina la utilización de un controlador PID externo para controlar el proceso, proporcionando una economía adicional en los costos del sistema.

Rampa "S"



Este recurso permite al usuario substituir las convencionales rampas de aceleración y deceleración "lineales" por rampas tipo "S", las cuales imponen al motor y a la carga mayor suavidad en los instantes de arranque/frenado y de aproximación a la velocidad ajustada, lo que posibilita evitar los choques mecánicos al inicio y al final de las rampas, indeseables y hasta impracticables en algunas máquinas/procesos.

Codificación

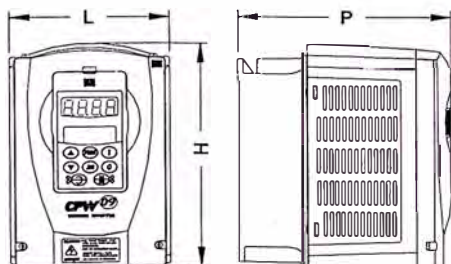


- 1 – Convertidor de frecuencia WEG serie CFW-09
- 2 – Corriente nominal de salida del convertidor en torque constante (CT) →
- 3 – Alimentación de entrada del convertidor: T = Trifásica
- 4 – Tensión de alimentación: 2223 = Rango 220 ... 230 V
3848 = Rango 380 ... 480 V
- 5 – Idioma del manual del producto: S = Español
E = Inglés
P = Portugués
- 6 – Versión del producto: S = Standard
O = Con Opcionales
- 7 – Grado de protección: 00 = Standard (Ver tabla de características)
- 8 – Interface Hombre-Máquina (HMI): 00 = Standard (Con HMI de LED's + LCD)
IL = Opcional con HMI solo de LED's
SI = Sin HMI
- 9 – Frenado: 00 = Standard (Ver tabla de especificaciones)
DB = Opcional con transistor para frenado reostático incorporado internamente
- 10 – Tarjetas de expansión de funciones: 00 = Standard (No posee)
A1 = Opcional con EBA . 01-CFW09
A2 = Opcional con EBA . 02-CFW09
A3 = Opcional con EBA . 03-CFW09
B1 = Opcional con EBB . 01-CFW09
B2 = Opcional con EBB . 02-CFW09
B3 = Opcional con EBB . 03-CFW09
- 11 – Tarjetas para red de comunicación "FieldBus": 00 = Standard (No posee)
PD = Opcional con KFB – PD (Rede Profibus DP)
DN = Opcional con KFB – DN (Rede Device Net)
MR = Opcional con KFB – MR (Rede Modbus RTU)
- 12 – Hardware especial: 00 = Standard (No posee)
H1... Hn = Opcional con versión de hardware especial H1 ... Hn
- 13 – Software especial: 00 = Standard (No posee)
S1 ... Sn = Opcional con versión de software especial S1 ... Sn
- 14 - Fin de código: Z = Dígito indicador de fin de codificación do producto

220 ... 230 V	380 ... 480 V
0006 = 6,0 A	0003 = 3,6 A
0007 = 7,0 A	0004 = 4,0 A
0010 = 10 A	0005 = 5,5 A
0013 = 13 A	0009 = 9,0 A
0016 = 16 A	0013 = 13 A
0024 = 24 A	0016 = 16 A
0028 = 28 A	0024 = 24 A
0045 = 45 A	0030 = 30 A
0054 = 54 A	0038 = 38 A
0070 = 70 A	0045 = 45 A
0086 = 86 A	0060 = 60 A
0105 = 105 A	0070 = 70 A
0130 = 130 A	0086 = 86 A
	0105 = 105 A
	0142 = 142 A
	0180 = 180 A
	0240 = 240 A
	0361 = 361 A
	0450 = 450 A
	0600 = 600 A

Ejemplos: CFW09 0013 T 2223 P S Z
CFW09 0105 T 3848 P O IL A1 PD Z
CFW09 0086 T 3848 P O SI DB B2 MR S3 Z

Dimensiones y Peso



TAMANO	ANCHO "L" (mm)	ALTO "H" (mm)	PROFUNDIDAD "P" (mm)	PESO (kg)
1	143	210	196	3,0
2	182	290		5,3
3	223	390		17
4	250	475	274	22
5		550		30
6	335	675	299	43
7		835		55
8	410	975	370	80
9	688	1020		200
10	700	1185	491	230

Tabla de Especificación

TENSION DE RED	CONVERTIDOR CFW-09				Tensión (V)	MOTOR MAXIMO APLICABLE				TAMAÑO		
	Modelo Básico CFW-09	Transistor de Frenado Reostático	Corriente Nominal (A)			Torque Constante		Torque Variable				
			CT*	VT*		HP	kW	HP	kW			
220 / 230V	0006 T 2223 P S	Standard Incorporado en el Producto	6,0		220	1,5	1,1	1,5	1,1	1		
	0007 T 2223 P S		7,0			2,0	1,5	2,0	1,5			
	0010 T 2223 P S		10			3,0	2,2	3,0	2,2			
	0013 T 2223 P S		13			4,0	3,0	4,0	3,0			
	0016 T 2223 P S		16			5,5	4,0	5,5	4,0			
	0024 T 2223 P S		24			7,5	5,5	7,5	5,5			
	0028 T 2223 P S		28			10	7,5	10	7,5			
	0045 T 2223 P S		45			15	11	15	11			
	0054 T 2223 P S	Opcional	54	68		20	15	25	18,5	2		
	0070 T 2223 P S		70	86		25	18,5	30	22			
	0086 T 2223 P S		86	105		30	22	40	30			
	0105 T 2223 P S		105	130		40	30	50	37			
	0130 T 2223 P S	Interno	130	150		50	37	60	45	6		
	380 / 400 / 415 / 440 / 460 / 480V	0003 T 3848 P S	Standard Incorporado en el Producto	3,6		380	1,5	1,1	1,5	1,1	1	
0004 T 3848 P S		4,0		2,0	1,5		2,0	1,5				
0005 T 3848 P S		5,5		3,0	2,2		3,0	2,2				
0009 T 3848 P S		9,0		5,5	4,0		5,5	4,0				
0013 T 3848 P S		13		7,5	5,5		7,5	5,5				
0016 T 3848 P S		16		10	7,5		10	7,5				
0024 T 3848 P S		24		15	11		15	11				
0030 T 3848 P S		30		36	20		15	20	15			
0038 T 3848 P S		Opcional	38	45	25		18,5	30	22	2		
0045 T 3848 P S			45	54	30		22	30	22			
0060 T 3848 P S			60	70	40		30	50	37			
0070 T 3848 P S			70	86	50		37	60	45			
0086 T 3848 P S			86	105	60		45	75	55			
0105 T 3848 P S			105	130	75		55	75	55			
0142 T 3848 P S			142	174	100		75	125	92			
0180 T 3848 P S			Opcional con Unidad Externa	180			125	92	125		92	
0240 T 3848 P S				240			175	130	175		130	
0361 T 3848 P S				361			270	200	270		200	
0450 T 3848 P S		450		300	220		300	220				
0600 T 3848 P S		600		450	330		450	330				
0003 T 3848 P S		Standard Incorporado en el Producto		3,6			440	1,5	1,1	1,5	1,1	1
0004 T 3848 P S			4,0		2,0			1,5	2,0	1,5		
0005 T 3848 P S			5,5		3,0			2,2	3,0	2,2		
0009 T 3848 P S			9,0		5,5			4,0	5,5	4,0		
0013 T 3848 P S			13		10			7,5	10	7,5		
0016 T 3848 P S			16		12,5			9,2	12,5	9,2		
0024 T 3848 P S			24		15			11	15	11		
0030 T 3848 P S			30	36	20			15	25	18,5		
0038 T 3848 P S			Opcional	38	45			25	18,5	30	22	2
0045 T 3848 P S				45	54			30	22	40	30	
0060 T 3848 P S	60			70	40	30		50	37			
0070 T 3848 P S	70			86	50	37		60	45			
0086 T 3848 P S	86			105	60	45		75	55			
0105 T 3848 P S	105			130	75	55		100	75			
0142 T 3848 P S	142			174	100	75		125	92			
0180 T 3848 P S	Opcional con Unidad Externa			180		150		110	150	110		
0240 T 3848 P S		240		200	150	200	150					
0361 T 3848 P S		361		300	220	300	220					
0450 T 3848 P S		450		350	260	350	260					
0600 T 3848 P S		600		500	370	500	370					

T = Torque Constante (T carga = CTE); VT = Torque Variable (Ex.: Torque Cuadrático => T carga ~ n²)

NOTAS: 1 - Las potencias máximas de los motores en la tabla anterior fueron calculadas con base en los modelos WEG de 2 y 4 polos.

Para motores de otras velocidades (ej.: 6 a 8 polos), otras tensiones (ej.: 230, 400 y 460 V) y/o motores de otros fabricantes, especificar el convertidor a través de la corriente nominal del motor.

2 - Los modelos de convertidores CFW-09 de 6, 7 y 10 A , en tensión 220-230 V, pueden opcionalmente ser alimentados por una red monofásica, sin reducción de la corriente (potencia) nominal de salida.

Características Técnicas

INTERFACE HOMBRE-MAQUINA (HMI - CFW09)	Comando	Conecta / Desconecta, Parametrización (Programación de funciones <u>generales</u>)				
		Incrementa / Decrementa Velocidad				
		JOG, Inversión de sentido de rotación y Selección Local / Remoto				
	Supervisión (Lectura)	Referencia de velocidad (rpm)	Corriente de salida en el motor (A)			
		Velocidad en el motor (rpm)	Tensión de salida en el motor (V)			
		Valor proporcional a la velocidad (Ej.: m/min)	Estado de convertidor			
		Frecuencia de salida en el motor (Hz)	Estado das entradas digitales			
		Tensión en el circuito intermediario (V)	Estado das salidas digitales (transistor)			
		Torque en el motor (%)	Estado de las salidas a relé			
		Potencia de salida (kW)	Valor de las entradas analógicas			
Horas de producto energizado (h)		4 últimos errores almacenados en memoria				
Horas de funcionamiento / trabajo (h)		Mensajes de Errores / Defectos				
RECURSOS / FUNCIONES DISPONIBLES	Standard (Padrón)	Interface hombre-máquina incorporada con doble display LCD + LED (HMI-CFW09-LCD)				
		Clave de habilitación para programación				
		Selección del idioma da HMI (LCD) – Español, Inglés y Portugués				
		Selección del tipo de control (vía parámetro): Escalar U/F, Sensorless o con Encoder				
		Autodiagnóstico de defectos y Auto-reset de fallas				
		Reset para programación padrón de fábrica o para padrón del usuario				
		Autoajuste del convertidor las condiciones de la carga (<i>Self tuning</i>)				
		Indicación de magnitud específica (programable) - (Ej.: m/min; rpm; l/h; %, etc)				
		Compensación de deslizamiento - Modo U / F				
		I x R (Boost de Torque) manual o automático - Modo U / F				
		Curva U / F ajustable (programable) - Modo U / F				
		Límites de velocidad mínima y máxima				
		Límite da corriente máxima				
		Ajuste da corriente de sobrecarga				
		Ajuste digital de la ganancia y del Offset de las entradas analógicas				
		Ajuste digital de la ganancia de las salidas analógicas				
		Función JOG (impulso momentáneo de velocidad)				
		Función JOG + y JOG - (incremento / decremento momentáneo de velocidad)				
		Función "COPY" (Convertidor → HMI o HMI → Convertidor)				
		Funciones específicas programadas en salidas digitales (relé) :				
		N* > Nx ; N > Nx ; N < Nx ; N = 0 ; N = N* ; Is > Ix ; Is < Ix ; T > Tx e T < Tx				
		Donde: N = Velocidad; N* = Referencia; Is = Corriente salida y T = Torque motor				
		Rampas lineal y tipo "S" y doble rampa				
		Rampas de aceleración y desaceleración independientes				
		Frenado CC (corriente continua)				
		Frenado Optimo (<i>Optimal Braking</i>)® - Modo Vectorial				
		Frenado Reostática incorporada – modelos hasta 45 A / 220-230 V y hasta 30 A / 380-480 V				
		Función Multi-Speed (hasta 8 velocidades preprogramadas)				
		Función Ciclo Automático del Proceso ②				
		Recursos especiales: Horímetro y Wattímetro (kW).				
		Regulador PID superpuesto (control automático de nivel, caudal, presión, peso, etc) ②				
		Selección del sentido de rotación (horario / antihorario)				
		Selección para operación Local / Remoto				
		Arranque con el motor girando (<i>Flying Start</i>) ②				
		Rechazo de velocidades críticas o resonantes (<i>Skip Speed</i>)				
		Operación durante fallas momentáneas de la red (<i>Ride-Through</i>) ②				
		Opcionales	Sin interface Hombre-Máquina Local		ADICIONAL	Modelos "SI"
			Interface Hombre-Máquina Local Simplificado (Display de LED's)			HMI-CFW09-LED
			Interface Hombre-Máquina Remoto NEMA 4 (Display de LED's)			HMI-CFW09-LED-N4
	Interface Hombre-Máquina Remota NEMA 4 (Display LCD)		HMI-CFW09-LCD-N4			
Cable p/ Interconexión del HMI Remoto (1; 2; 3; 5 ;7,5 y 10m)			CAB - HMI 09 - X			
Tapa ciega para HMI local			TCL - CFW09			
Tapa ciega para HMI remota			TCR - CFW09			
Kit moldura para interface remoto			KMR - CFW09			
Tarjetas de Expansión de Funciones			EBA . 0X - CFW09			
			EBB . 0X - CFW09			
Kits para Redes de Comunicación <i>FieldBus</i> (Instalación interna al Convertidor)			KFB - PD			
			KFB - DN			
			KFB - MR			
Kit SUPERDRIVE con Interface Comunicación Serie RS-232 (Convertidor ↔ PC)			SUPERDRIVE			
Módulo Interface Serie RS-232			KCS - CFW09			
Frenado Reostático incorporado (transistor interno)			Modelos "DB"			
Modelos: 54 ... 130 A / 220-230 V y 38 ... 142 A / 380-480 V			"FR"			
Kit Frenado Reostático (unidad externa)			-			
Modelos: 180 ... 600 A / 380-480 V			RF			
Kit Fijación vía Brida (p/ modelos tamaños 3 ... 8)						
Filtro EMC con alta capacidad de atenuación						

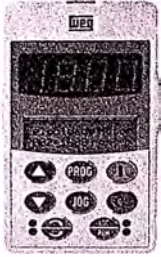
© Disponible en breve

Datos sujetos a alteración sin previo aviso

Características Técnicas

ALIMENTACION	Tensión	Trifásica	220 - 230 V: 220 / 230 V (+10%, -15%) 380 - 480 V: 380 / 400 / 415 / 440 / 460 / 480 V (+10%, -15%)	
	Frecuencia		50 / 60 Hz +/- 2 Hz (48 ... 62 Hz)	
	Desbalanceamiento entre fases		Menor que 3 %	
	Cos φ (Factor de desplazamiento)		Mayor que 0,98	
GRADO DE PROTECCION	Standard		NEMA 1 / IP 20 (modelos Tamaños 1 ... 8) IP 20 (modelos Tamaños 9 ... 10)	
CONTROL	Tipo de alimentación		Fuente Conmutada	
	Microcontrolador		Tipo RISC 32 bits	
	Método de control		PWM Sinusoidal SVM (Space Vector Modulation) Reguladores de Corriente, Flujo y Velocidad implementados en software (Full Digital)	
	Tipos de control			Escalar (Tensión Impuesta – U / F) Vectorial Sensorless (sin encoder) Vectorial con Encoder
		Comutación		Transistores IGBT – Frecuencias Seleccionables : 1,25 / 2,5 / 5,0 / 10 kHz
		Variación de frecuencia		0 ... 204 Hz en control Escalar y Vectorial con Encoder (para motor de 60 Hz) 0 ... 170 Hz en control Escalar y Vectorial con Encoder (para motor de 50 Hz) 0 ... 100 Hz en control Vectorial Sensorless (para motor de 50 ó 60 Hz)
	Sobrecarga admisible		150% durante 60 seg. a cada 10 min. (1,5 x I nom. – CT) 180 % durante 1 seg. a cada 10 min. (1,8 x I nom. – CT)	
	Rendimiento		Mayor que 97%	
	PERFORMANCE	Control de velocidad (Modo Escalar)	U / F	Regulación: 1 % de la velocidad nominal con compensación deslizamiento Resolución: 1 rpm (referencia vía teclado) Rango de regulación de velocidad = 1 : 20
		Controle de velocidad (Modo Vectorial)	Sensorless	Regulación: 0,5 % da velocidad nominal Resolución: 1 rpm (referencia vía teclado) Rango de regulación de velocidad = 1 : 100
Con Encoder ①			Rango de regulación de velocidad = hasta 0 rpm Regulación: +/- 0,1 % de la velocidad nominal para ref. Analógica 10 bits +/- 0,01 % de la velocidad nominal para ref. Digital (Ej.: Teclado, FieldBus) +/- 0,01 % de la velocidad nominal para ref. Analógica 14 bits	
Control de Velocidad (Modo Vectorial)		Torque	Regulación : +/- 10 % del torque nominal Rango de regulación de torque : 0 ... 150 % del torque nominal	
ENTRADAS	Analógicas		2 Entradas diferenciales programables (10 bits): 0...10 V, 0...20 mA ó 4...20 mA 1 Entrada programable bipolar (14 bits): -10 ... + 10 V, 0...20 mA ó 4...20 mA ① 1 Entrada programable aislada (10 bits): 0 ... 10 V, 0...20 mA ó 4...20 mA ①	
		Digitales	6 Entradas programables aisladas : 24 Vcc 1 Entrada programable aislada : 24 Vcc ① 1 Entrada programable aislada : 24 Vcc (para Termistor-PTC del motor) ①	
		Encoder incremental	1 Entrada diferencial aislada, con fuente interna aislada 12 Vcc, ①	
SALIDAS	Analógicas		2 Salidas programables (11 bits): 0 ... 10 V 2 Salidas programables bipolares (14 bits): - 10 ... + 10 V ① 2 Salidas programables aisladas (11 bits): 0 ... 20 mA ó 4 ... 20 mA ①	
		Relé	2 Salidas programables, contactos NA/NF (NO/NC) : 240 Vca, 1 A 1 Salida programable, contacto NA (NO) : 240 Vca, 1 A	
	Transistor		2 Salidas programable aisladas OC : 24 Vcc, 50 mA ①	
	Encoder		1 Salida diferencial aislada de señal de encoder: alimentación externa 5 ... 15 Vcc ①	
COMUNICACION	Interface serial		RS-232 vía kit serie KCS – CFW09 (punto a punto) ① RS-485 , aislada , vía tarjetas EBA o EBB (multipunto hasta 30 convertidores) ①	
	Redes "FieldBus "		Profibus DP , DeviceNet o Modbus RTU , via kits adicionales KFB ①	
SEGURIDAD	Protecciones	Sobretensión en el circuito intermediario	Cortocircuito en la salida	
		Subtensión en el circuito intermediario	Cortocircuito fase-tierra en la salida	
		Sobretemperatura en convertidor	Error externo	
		Sobretemperatura en el motor	Error de autodiagnose	
		Sobrecorriente en la salida	Error de programación	
		Sobrecarga en el motor (i x t)	Error de comunicación serie	
		Sobrecarga en la resistencia de frenado	Error de conexión invertida (motor o encoder)	
		Error en la CPU (Watchdog) / EPROM	Falta de fase en la alimentación (modelos ≥ 30 A)	
		Falla del encoder incremental	Falla de conexión del interface HMI – CFW09	
CONDICIONES AMBIENTE	Temperatura		0 ... 40 °C (hasta 50 °C con reducción de 2% / °C en la corriente de salida)	
	Humedad		5 ... 90% sin condensación	
	Altitud		0 ... 1000 m (hasta 4000 m con reducción de 10% / 1000 m en la corriente de salida)	
TERMINACION	Color		Tapa plástica – Gris claro PANTONE 413 C (p/ Tamaños 1... 2) Tapa y laterales metálicas – Cinza claro RAL 7032 (p/ Tamaños 3 ... 10) Base – Gris oscuro RAL 7022 (p/ Tamaños 3 ... 10)	
CONFORMIDADES/ NORMAS	Compatibilidad Electromagnética		EMC directiva 89 / 336 / EEC – Ambiente Industrial Norma EN 61800-3 (EMC - Emisión y Inmunidad)	
	Baja Tensión		LVD 73/23/EEC - Directiva de Baja Tensión / UL 508C	
	Norma IEC 146		Convertidores a semiconductores	
	Norma UL 508 C		Equipamientos para conversión de energía	
	Norma EN 50178		Equipamientos electrónicos para uso en instalación de potencia	
	Norma EN 61010		Requisitos de seguridad p/ equipamientos eléctricos para uso en medición, control y laboratorios	
CERTIFICACIONES	UL (USA) y cUL (CANADA)		Underwriters Laboratories Inc. USA	
	CE (EUROPA)		(Pendiente)	

Acessorios y Periféricos



INTERFACE HOMBRE-MAQUINA COMPLETO

(standard)

HMI - CFW09 - LCD

Interface de operación con doble display, LED's y LCD, con recursos completos vía códigos y mensajes con textos alfanuméricos y función Copy, para instalación local (tapa del convertidor) o remota en puerta de tablero. Distancia máxima 5 m (sin moldura) y 10 m (con moldura KMR).



INTERFACE HOMBRE-MAQUINA SIMPLIFICADO

(opcional)

HMI - CFW09 - LED

Interface de operación simplificado, con display de LED's, opcional para soluciones de costo reducido, para instalación local (tapa del convertidor) o remota en puerta de tablero. Distancia máxima de 5 m (sin moldura) y 10 m (con moldura KMR).



LOCAL



REMOTO

TAPAS CIEGAS

TCL - CFW09

TCR - CFW09

Módulos de tapa ciega, local (TCL) para tapa del convertidor y remota (TCR) para moldura de Interface Hombre-Máquina (HMI) remoto, destinados al cierre completo del producto cuando utilizado sin HMI.



KIT INTERFACE COMUNICACIÓN SERIAL RS-232

KCS - CFW09

Kit interface serie, para conexión del convertidor CFW-09 a una computadora PC, para uso del software SUPERDRIVE de programación y monitoreo del convertidor, o a otros equipamientos, vía comunicación serie RS-232.



KIT MOLDURA PARA INTERFACE REMOTO

KMR - CFW09

Moldura para instalación / fijación del Interface Hombre-Máquina, remoto al convertidor, para transferencia de operación del convertidor para la puerta del tablero o para una consola de la máquina. Distancia máxima 10 m.



INTERFACE HOMBRE-MAQUINA REMOTO NEMA 4 - LCD

HMI - CFW09 - LCD - N4

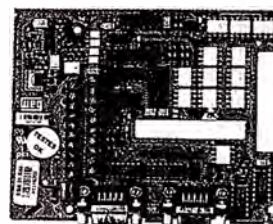
Interface Hombre-Máquina remoto, con grado de protección NEMA 4 / IP56, para operación remota en puerta de tablero o consola de máquina, destinado a ambientes con incidencia de agua u otros agentes agresivos (polvo, fibras, cemento, etc.). Distancia máxima 10 m.



CABLES INTERCONEXION PARA INTERFACE REMOTO

CAB - HMI 09 - X

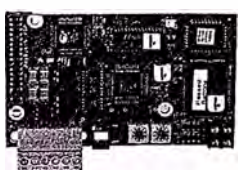
Cables con longitudes (X) de 1; 2; 3; 5; 7,5 y 10 m. Cables especiales con tamaños superiores bajo consulta.



EBA.0X - CFW09

TARJETAS DE EXPANSION DE FUNCIONES

EBB.0X - CFW09



KITS PARA REDES DE COMUNICACION "FIELDBUS"

ProfiBus DP →

KFB - PD

DeviceNet →

KFB - DN

ModBus RTU →

KFB - MR

Funciones	Configuración			EBA ...			EBB...		
	01	02	03	01	02	03	01	02	03
Entrada de Encoder	•			•	•				
Salida de Encoder	•			•					
Serie RS-485	•	•		•					
A/D de 14 bits	•		•						
D/A's de 14 bits	•		•						
Entrada Analógica Aislada					•				•
Salidas Analógicas Aisladas					•				•
Entradas y Salidas Digitales + Termistor (PTC)	•	•	•	•	•	•			

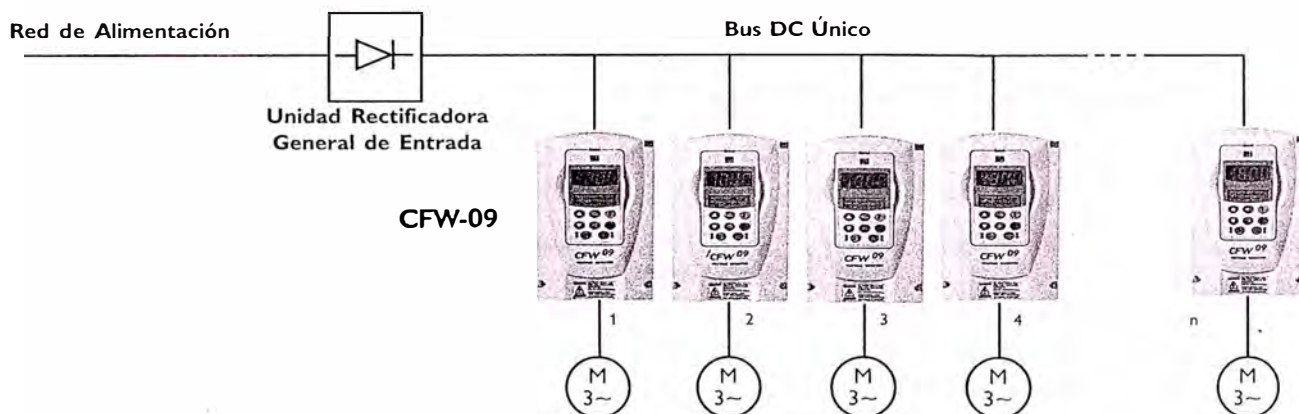
Configuraciones con Bus DC

Los convertidores CFW-09 poseen acceso al circuito CC interno permitiendo su configuración para atender aplicaciones involucrando la utilización de un Bus DC único, bien como para sistemas regenerativos.

Bus DC Unico

Utilizado para configuraciones en sistemas de máquinas multimotores donde los puentes rectificadores de cada convertidor son substituidos por una única unidad rectificadora general de entrada, a través de la interconexión de los convertidores por medio de un Bus DC único, proporcionando una solución más económica del sistema.

Esta solución proporciona también una optimización del consumo energético del sistema en función de la transferencia de energía entre las unidades de convertidores.

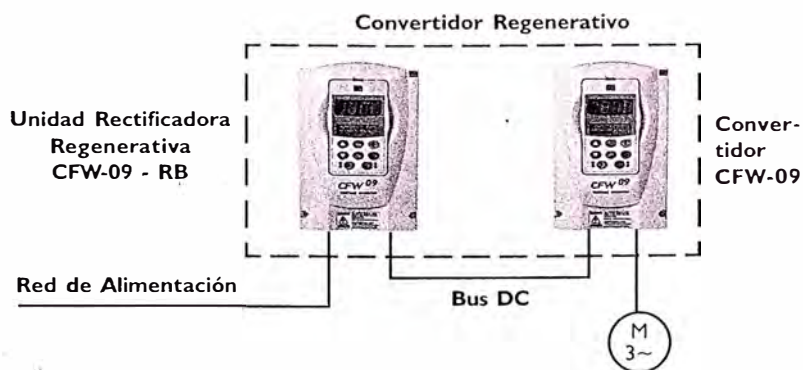


Convertidor Regenerativo

Utilizado para configuraciones de sistemas regenerativos a través de la interconexión de una unidad rectificadora regenerativa (CFW-09-RB) al Bus DC del convertidor.

Esta solución permite frenados regenerativos, con total devolución de la energía a la red durante los frenados además de proporcionar un factor de potencia unitario.

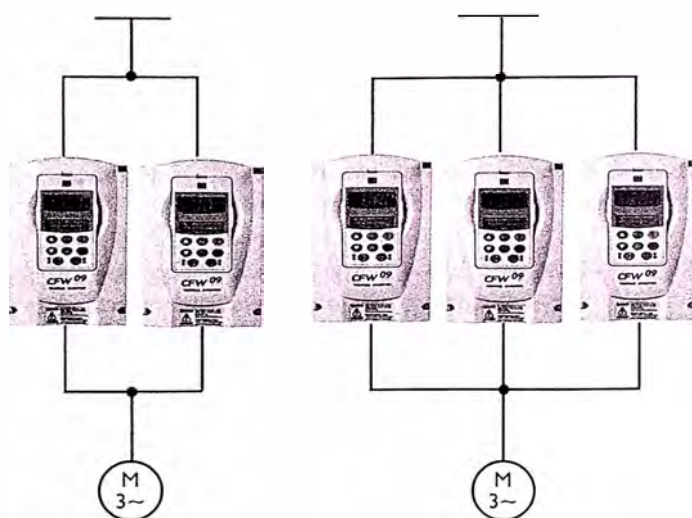
Este convertidor regenerativo se destina a las aplicaciones de régimen cíclico y/o de paradas extremadamente rápidas y de elevada dinámica, tales como: Rebobinaderas de Papel, Centrífugas de Azúcar, Pórticos y Grúas, etc.



Configuraciones en Paralelo

Paralelismo de Unidades

Los convertidores CFW-09 poseen característica modular permitiendo configuraciones de paralelismo de unidades, de modo a ampliar la capacidad de potencia total del posicionamiento, posibilitando, a través de la utilización de unidades standard en chasis (gabinete), alcanzar potencias de hasta 1500 HP, solamente alcanzadas por modelos en bloques.



Software de Programación - SUPERDRIVE

Software de Programación de Drives

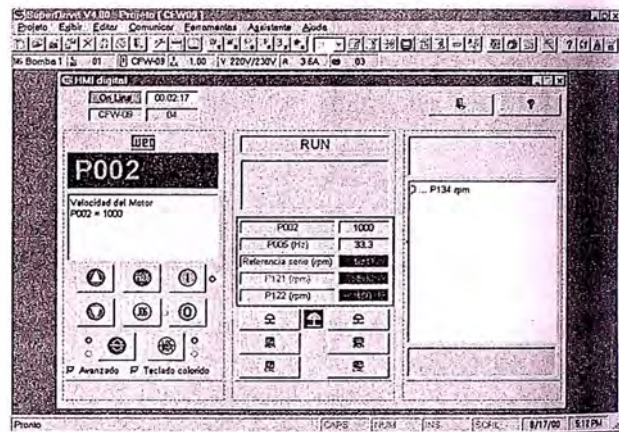


Software de programación vía computadora PC en ambiente Windows, para parametrización, comando y monitoreo de los convertidores CFW-09. Permite editar parámetros "on-line" directamente en el convertidor o editar archivos de parámetros "off-line" almacenados en la computadora.

Es posible almacenar archivos de parámetros de todos los convertidores CFW-09 existentes en la instalación.

El software también incorpora funciones para transferir el conjunto de parámetros de la computadora para el convertidor y viceversa.

La comunicación entre el convertidor y la computadora es realizada vía interface serie RS-232 (punto a punto) o RS-485 para interconexión en red.



Redes de Comunicación "FieldBus"

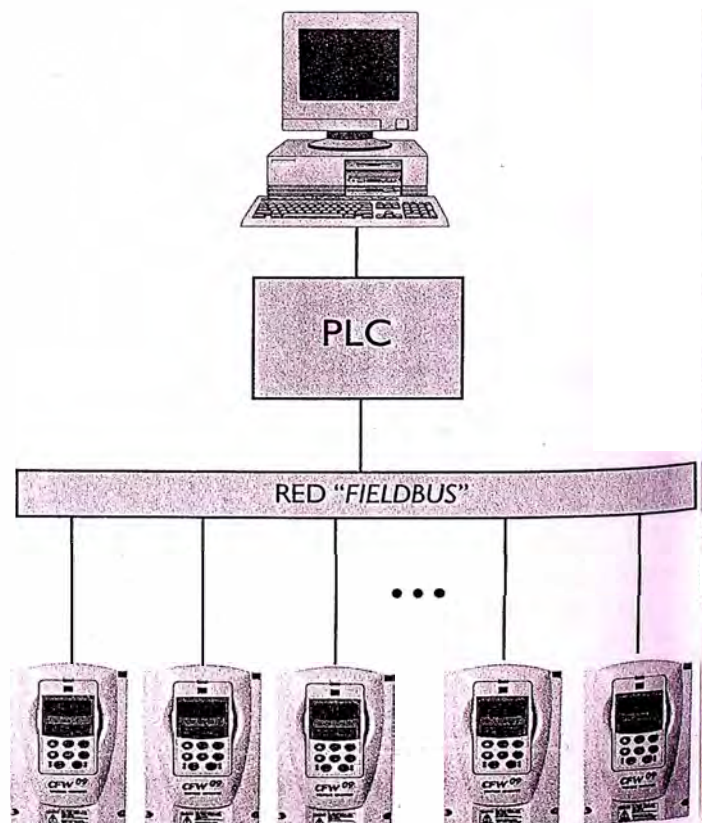
Interconexión en Redes Rápidas

Los convertidores CFW-09 pueden opcionalmente conectarse en redes de comunicación rápidas "FieldBus", a través de los protocolos padronizados más difundidos mundialmente, pudiendo ser:

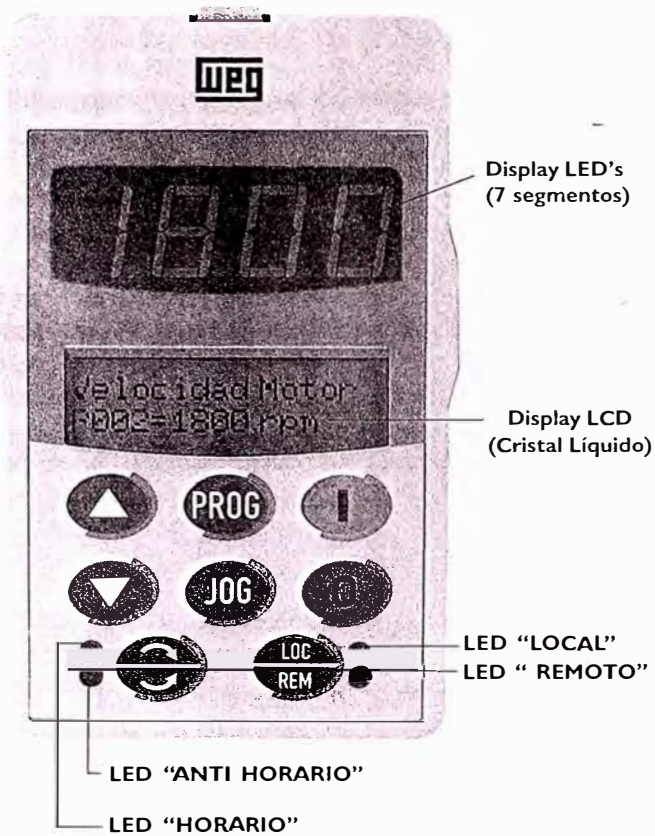
- FIELD BUS →
 - ProfiBus DP
 - DeviceNet
 - ModBus RTU

Destinados principalmente a integrar grandes plantas de automatización industrial, las redes de comunicación rápidas confieren ventajas en la supervisión, monitoreo y control, "on-line" y total, sobre los convertidores, proporcionando elevada performance de trabajo y gran flexibilidad operativa, características exigidas en aplicaciones de sistemas complejos y/o intergradados.

Para la interconexión en redes de comunicación tipo "FieldBus", los convertidores CFW-09 permiten incorporar internamente una tarjeta de red, de acuerdo con el protocolo deseado, no necesitando cualesquier otros accesorios periféricos.



Interface Hombre x Máquina



Interface Inteligente

Interface de operación inteligente con doble display, LED's (7 segmentos) y LCD (2 líneas de 16 caracteres), que permite óptima visualización a distancia, además de incorporar una descripción detallada de todos los parámetros y mensajes vía display LCD alfanumérico.

Idioma Seleccionable

El interface de operación inteligente permite también que el usuario del producto seleccione para su mejor confort, el idioma utilizado para la programación, lectura y presentación de los parámetros y mensajes alfanuméricos a través del display LCD (Cristal Líquido).

La elevada capacidad de hardware y software del producto le da disponibilidad al usuario de varios idiomas: Español, Inglés y Portugués, de forma a adecuarlo a cualesquier usuarios en todo el mundo.

Start-up Orientado

Convertidores de frecuencia son equipamientos destinados al accionamiento de motores de inducción, cuya adaptación y desempeño están directamente relacionados a las características del mismo, bien como de la red eléctrica de alimentación.

Los convertidores de la línea CFW-09 incorporan un recurso de programación especialmente desarrollado con la finalidad de facilitar y agilizar la iniciación de la puesta en marcha (Start-up) del producto, a través de una rutina orientada y automática, la cual guía el usuario para la introducción secuencial de las características mínimas necesarias a una perfecta adaptación del convertidor con el motor accionado.

Función COPY

El interface inteligente también incorpora función "Copy", la cual permite copiar la parametrización de un convertidor para otros, posibilitando rapidez, confiabilidad y repetibilidad de programación en aplicaciones de máquinas de fabricación seriada.

Funciones del teclado



Habilita el convertidor vía rampa (arranque). Luego de habilitado, conmuta de las indicaciones del display.

rpm - Volts - Estado - Torque - Hz - Amps



Deshabilita el convertidor vía rampa (parada). Resetea el convertidor después de la ocurrencia de errores.



Incrementa velocidad o número y valor del parámetro.



Decrementa velocidad o número y valor del parámetro.



Selecciona (conmuta) display entre el número del parámetro y su valor (posición/contenido) para la programación.



Cuando presionada realiza la función JOG (impulso momentáneo de velocidad).



Invierte el sentido de rotación del motor conmutando entre horario y antihorario.



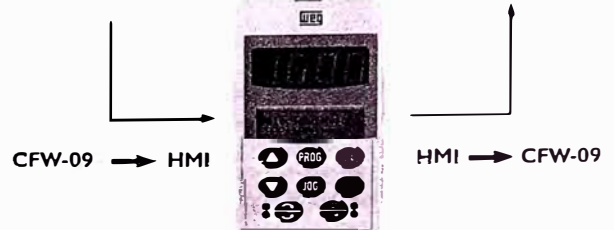
Selecciona el modo de operación del convertidor, definiendo el origen de los comandos / referencia, pudiendo ser Local o Remoto.



Convertidor "A"

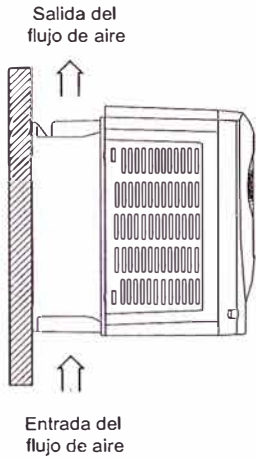


Convertidor "B"

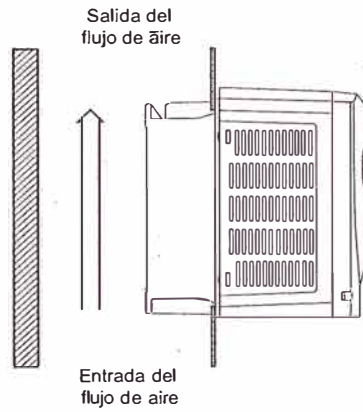


Tipos de Montaje

Montaje por la BASE



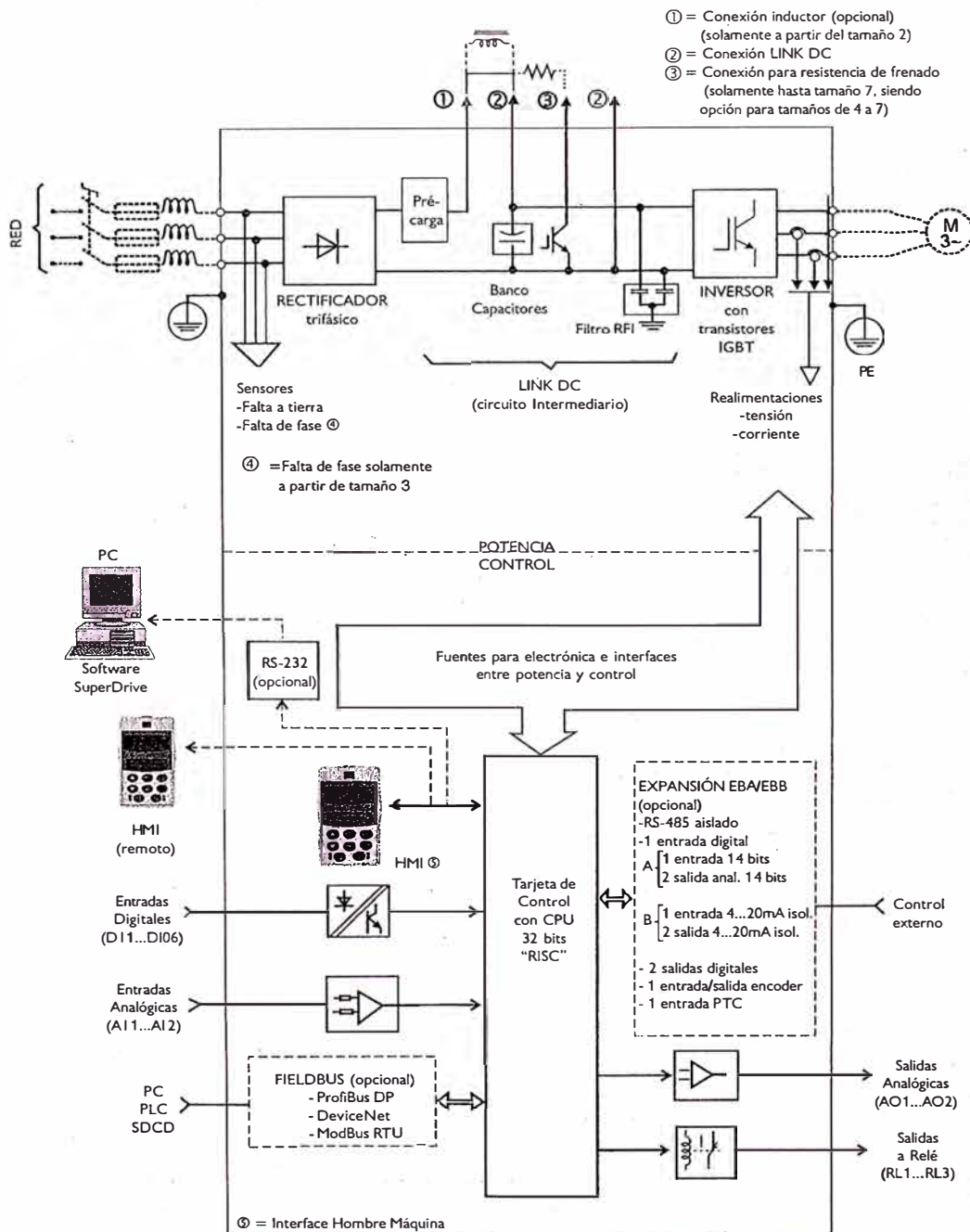
Montaje por la BRIDA



Los convertidores CFW-09 permiten montaje flexible, siendo posible además del modo de fijación tradicional por la Base, también el modo de fijación por la Brida, posibilitando de esta forma el montaje del disipador de calor detrás de la placa de montaje.

Esta opción de montaje resultará en una canalización del aire caliente generado por los componentes de potencia dentro del tablero, facilitando la conducción para el exterior del mismo y aun minimizando el sobrecalentamiento del convertidor debido a fuentes generadoras de calor periféricas dentro del tablero.

Diagrama en Bloques



Un producto completo, flexible y compacto

Módulo de Interface serie RS-232
opcional para conexión a una
computadora PC

Grado de Protección NEMA 1 / IP20

Brida externa para montaje
opcional del disipador detrás de la
placa de montaje

Display de LED's
7 segmentos

Interface
Hombre-Máquina
removible, con
doble display
(LCD + LED's),
multi-idiomias y
función COPY

Display de cristal
líquido (LCD)
2 líneas de 16
caracteres

Microcontrolador
de alta
performance,
do tipo RISC
de 32 Bits

Módulos opcionales
de redes de
comunicación
FieldBus para:
- ProfiBus DP
- DeviceNet
- ModBus RTU

Tarjeta de control
en SMD standard
para todo el rango
de potencias

5 entradas digitales
aisladas
programables

Módulos opcionales
de expansión de
funciones para:
- Interface serie
RS-485
- Entrada y salidas
adicionales
- Realimentación
para Encoder

2 entradas
analógicas
programables

3 salidas a relé
programables

Sistema de pasaje
de cables y conexión
para ducto metálico

2 salidas analógicas programables

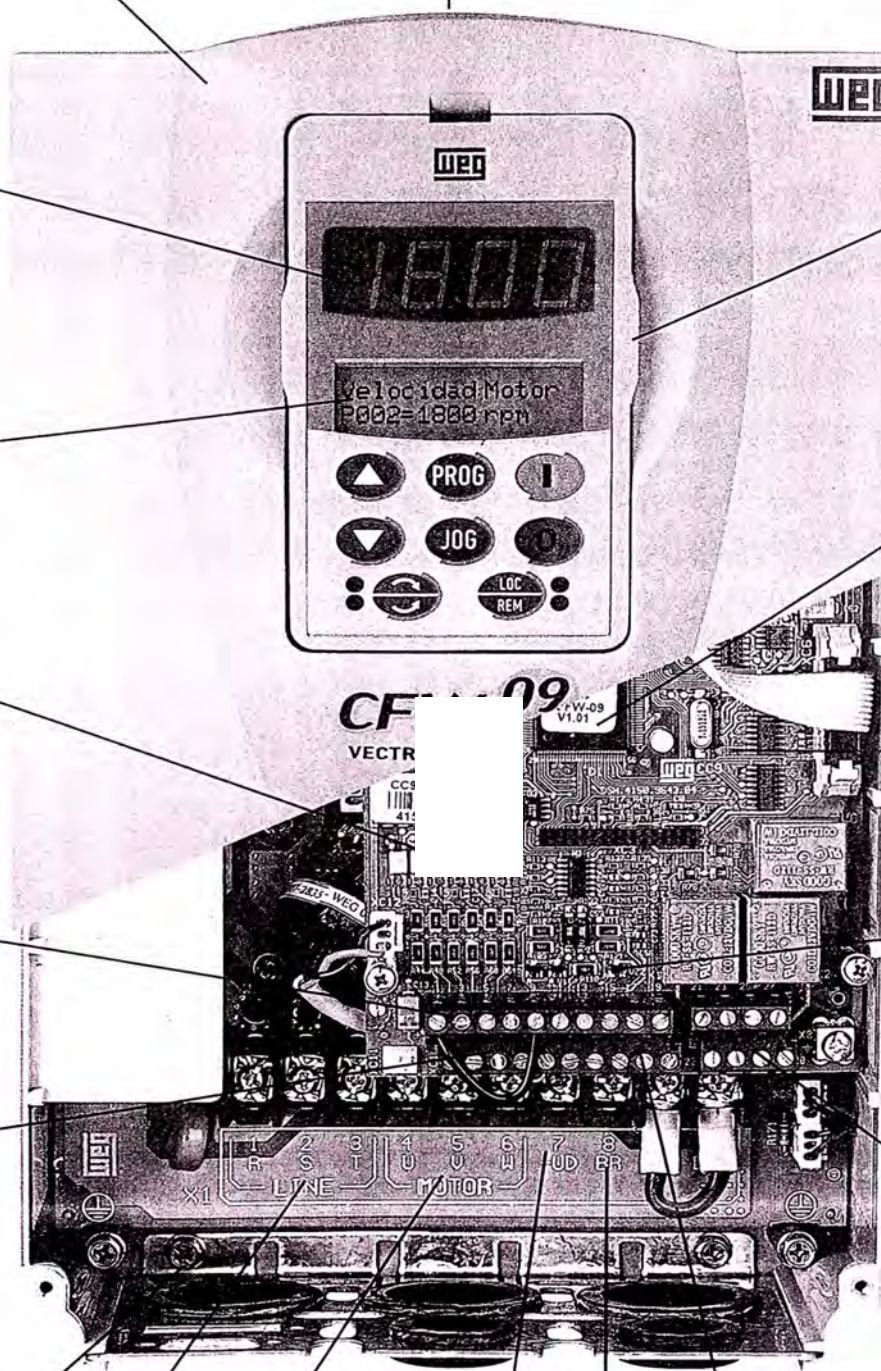
Entrada de alimentación de la red

Conexión para resistencia de frenado

Salida para alimentación del motor

Conexión del link DC para:

- Inductor de entrada
- Rectificador con Bus DC único
- Unidad rectificadora regenerativa



Aplicaciones

QUIMICO Y PETROQUIMICO

Ventiladores / Extractores
Bombas Centrifugas
Bombas Dosificadoras / Proceso Centrifugas
Agitadoras / Mezcladoras
Compresores
Extrusoras de Jabón

PLASTICO Y CAUCHO

Extrusoras
Inyectoras / Sopladoras
Mezcladoras
Calandras / Tiradores
Bobinadoras / Desbobinadoras
Máquinas de Corte y Soldadura
Granuladoras

PAPEL Y CELULOSA

Bombas Dosificadoras
Bombas de Proceso
Ventiladores / Extractores
Agitadoras / Mezcladoras
Filtros Rotativos
Hornos Rotativos
Cintas de Viruta
Máquinas de Papel
Rebobinadoras de Papel
Calandras
Coaters

AZUCAR Y ALCOHOL

Centrífugas de Azúcar
Bombas de Proceso
Cintas de Caña
Dosificadoras de Bagazo
Cintas Transportadoras

JUGOS Y BEBIDAS

Bombas Dosificadoras / Proceso
Embotelladoras
Agitadoras / Mezcladoras
Mesas de Rodillos
Cintas Transportadoras

CEMENTO Y MINERIA

Ventiladores / Extractores
Bombas
Zarandas / Mesas Vibratorias
Separadores Dinámicos
Cintas Transportadoras
Horno de Cemento
Dosificadoras

ALIMENTOS Y RACION

Bombas Dosificadoras / Proceso
Ventiladores / Extractores
Agitadoras / Mezcladoras
Secadoras / Hornos Continuos
Peletizadoras
Norias (Bovinos/Porcinos/Aves)
Cintas / Monovías

TEXTIL

Agitadoras / Mezcladoras
Secadoras / Lavadoras
Telares Circulares
Hiladoras
Molinos / Cardas
Urdidoras / Husos
Bobinadoras

SIDERURGIA Y METALURGI

Ventiladores / Extractores
Mesas de Rodillos
Bobinadoras / Desbobinadoras
Transportadoras
Puentes Grúas
Prensas / Tornos / Fresas
Agujereadoras / Rectíficas
Laminadores
Líneas de Corte
Líneas de Inspección de Chapas
Líneas de Lingoteamiento
Formadora de Tubos
Trefiladora
Bombas

CERAMICO

Ventiladores / Extractores
Secadoras / Hornos Continuos
Molinos de Bolas
Mesas de Rodillos
Esmaltaderas
Cintas Transportadoras

VIDRIOS

Ventiladores / Extractores
Máquina de Fabricar Botellas
Mesas de Rodillos
Cintas Transportadoras

REFRIGERACION

Bombas de Proceso
Ventiladores / Extractores
Sistemas de Aire Acondicionado

MADERA

Cuchillas
Tornos Deshojadores
Lijadoras
Cortadoras

SANEAMIENTO

Bombas Centrifugas
Sistemas de Recalque
Sistemas "Boosters"

ELEVADORES

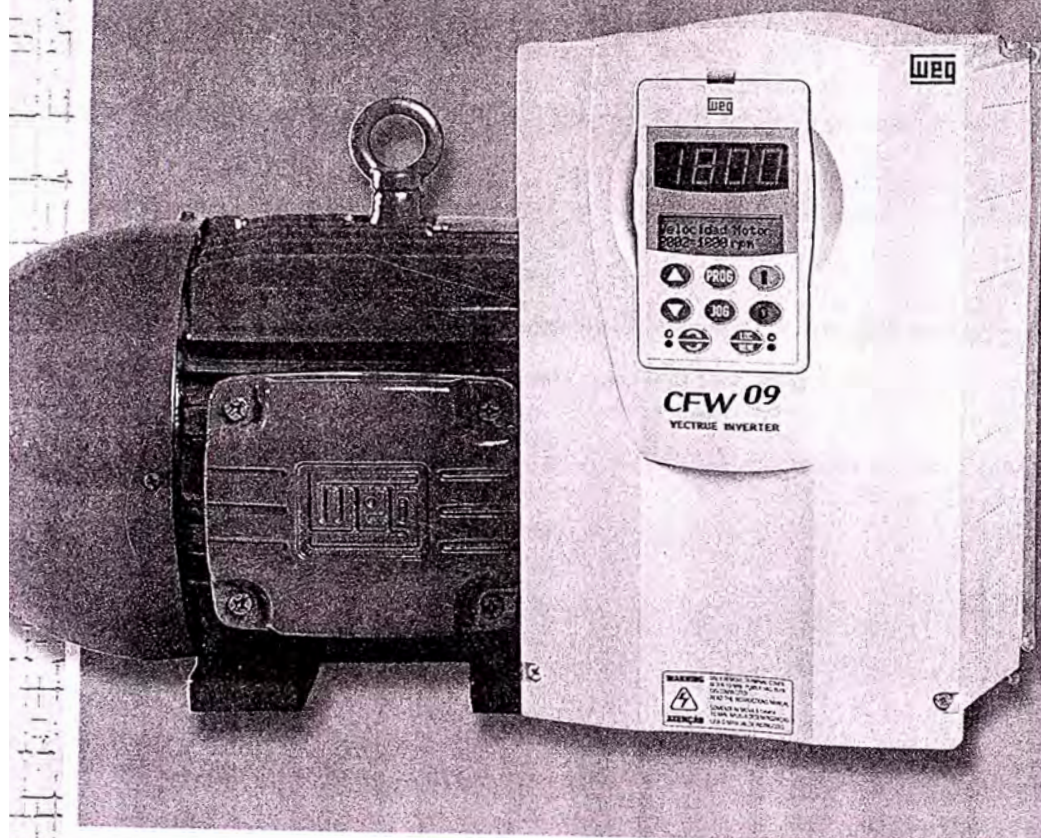
Elevadores de Carga
Elevadores de Pasajeros
Pórticos Rodantes
Grúas

Convertidores de Frecuencia

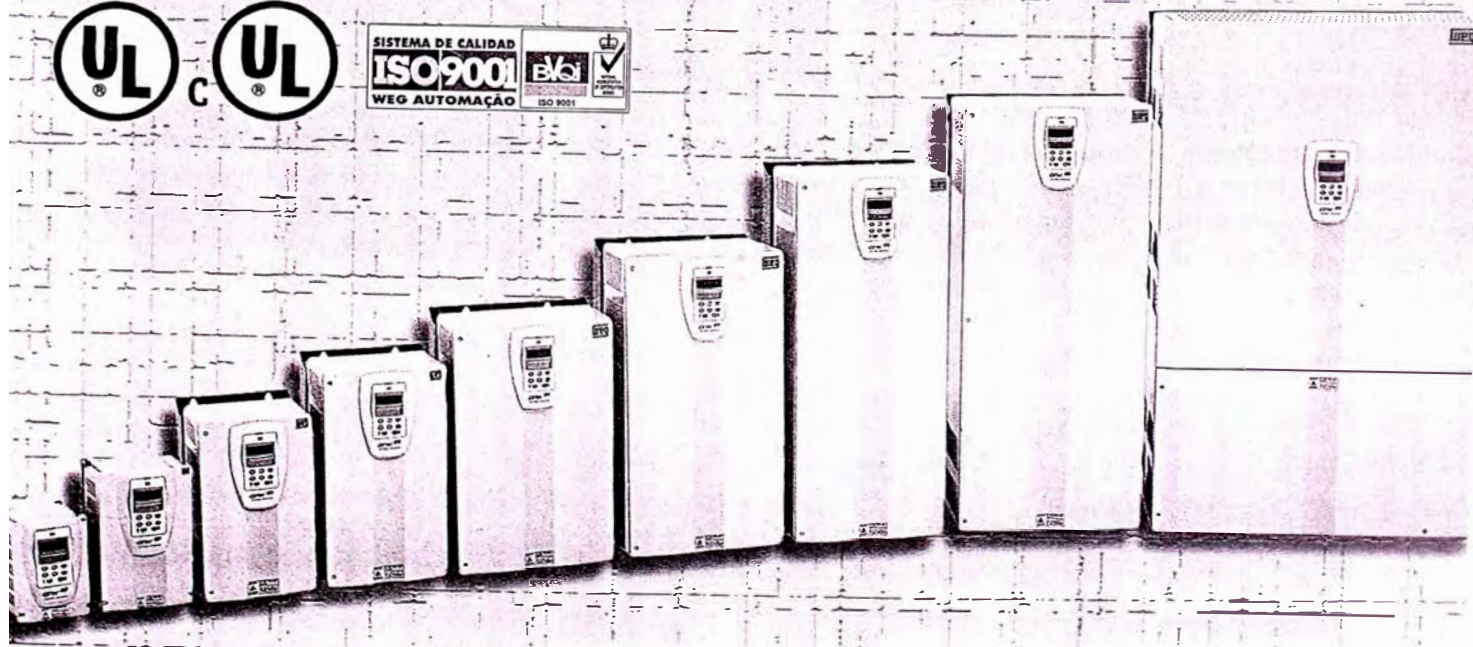


CFW 09

VECTRUE INVERTER



- Vectorial + Escalar
- Optimal Braking®
- Self Tuning



Convertidores de Frecuencia CFW 09

convertidores de frecuencia WEG, serie CFW-09, incorporan la más avanzada tecnología disponible mundialmente para el accionamiento de motores CA de inducción trifásicos.

La **tecnología Vectrue®** representa un avance significativo, permitiendo a la nueva generación de convertidores incorporar en un único producto técnicas de control Escalar, Vectorial Sensorless y Vectorial con Encoder, todo fácilmente programable vía parámetro por el propio usuario.

Además, nuevas aplicaciones también fueron introducidas para atender aplicaciones que exijan frenado, donde un nuevo recurso denominado **Optimal Braking®** puede ser utilizado sin la necesidad de instalación de resistencia de frenado, dando la solución simple, compacta y más económica.

Vectrue Technology®

Tecnología desarrollada por WEG para convertidores destinados a aplicaciones de variación de velocidad en motores CA de inducción trifásicos, presentando las siguientes ventajas:

Control escalar y vectorial programables en el mismo producto;

Control vectorial sensorless y opcionalmente con encoder;

Control vectorial sensorless con alto torque y rapidez en la respuesta, mismo en velocidades muy bajas y en el arranque;

Auto-ajuste adaptando automáticamente el control vectorial al motor y a la carga.

Optimal Braking®

Para aplicaciones que exijan tiempos de parada reducidos y/o paradas de cargas de elevada inercia, los convertidores tradicionales utilizan el frenado reostático, donde la energía cinética de la carga es generada al link DC del convertidor y cuyo exceso es disipado bajo la forma de calor en una resistencia de frenado, conectada al circuito de potencia.

Los convertidores CFW-09 incorporan la función **Optimal Braking®**, para el modo vectorial, la cual habilita un frenado óptimo capaz de atender a muchas aplicaciones hasta entonces sólo atendidas por el modo de frenado reostático.

Esta innovación tecnológica permite obtener accionamientos de alta performance dinámica, con torques de frenado del orden de 5 veces el torque característico de un frenado CC, además de la gran ventaja de dispensar el uso de la resistencia de frenado.

Como se comprueban las ventajas de este nuevo modo de frenado **Optimal Braking®**, asegurando este modo una solución ideal, optimizada y de costo reducido para las aplicaciones con frenado.

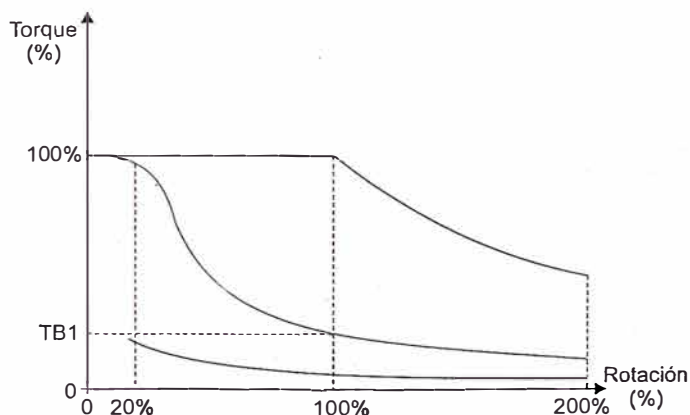


Gráfico Torque x Rotación típico para motor de 10 HP accionado por un convertidor CFW-09

- Curva de torque para Frenado Reostático
- Curva de torque para "Optimal Braking®"
- Curva de torque para Frenado CC

Ventajas Adicionales

Microcontrolador de alta performance tipo RISC 32 bits

Control Vectorial y Escalar seleccionable vía parámetro

Interface Hombre-Máquina removible con doble display (LCD y LED)

Amplio rango de potencias: 1...500 HP (hasta 1500 HP con configuración en paralelo)

Dimensionamientos para Torque Constante y Torque Variable

Grado de protección NEMA 1 / IP 20 standard hasta 200 HP e IP 20 hasta 500 HP

Elevada compactación

Instalación y programación simplificadas

Puesta en marcha (start-up) orientada

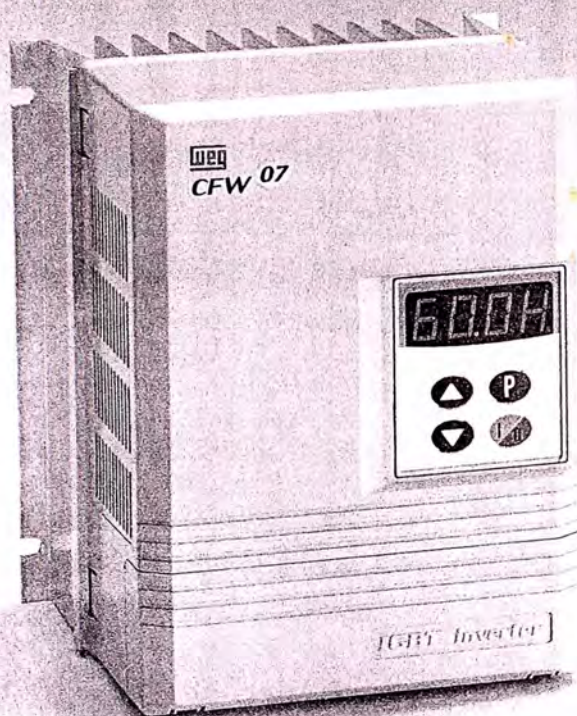
Posibilidad de fijación vía brida, con disipador atrás de la placa de montaje

Programación y monitoreo vía computadora PC con software SUPERDRIVE (opcional)

Link DC accesible para alimentación en corriente continua o rectificador regenerativo

Comunicación en redes FieldBus: ProfiBus DP, DeviceNet o ModBus RTU (opcionales)

Certificaciones Internacionales UL y cUL



CFW-07

Esta línea de convertidores de frecuencia fue desarrollada utilizando la última tecnología, produciendo un equipo compacto, seguro y de bajo costo para la mayoría de las aplicaciones.

El control microprocesado provee una fácil operación y una completa gama de funciones programables.

Características standard

- Alimentación Monofásica o Trifásica
- Tensión de red 220-230 V y 3Ø-480 V, 50/60 Hz
- Capacidad de sobrecarga de 150% (30 s)
- Salida PWM controlada por Microprocesador de 16 Bit
- Frecuencia de conmutación ajustable entre 2,5 ó 5, kHz
- Transistor para Frenado Reostático Incorporado
- Interface con display de LED
- 4 entradas digitales programables
- 2 salidas programables a relé
- 2 entradas analógicas diferenciales
- 1 salida analógica
- Interface Serie RS-232
- Protecciones: Sobrecorriente, Sobrecarga del Motor, Cortocircuito Fase-Fase y Fase-Tierra, Sobre y Subtensión del link DC y falla externa
- Control: Rampas de aceleración y desaceleración lineal y tipo "S" ajustables independientemente, selección local/remoto, Frenado DC, compensación IxR manual o automática, compensación de deslizamiento, potenciómetro electrónico, multispeed, límites de frecuencia máxima y mínima ajustables independientemente, rechazo de frecuencias, límite de corriente de salida ajustable, función JOG y Ride-thru
- Lecturas en Display: Velocidad del Motor, frecuencia, corriente, tensión y estado del convertidor
- Ambiente: temperatura 40°C (104°F), altitud 1000 m (3300 ft), humedad 90% sin condensación

Características opcionales

- Interface Hombre-Máquina Remoto (LED)
- SUPERDRIVE Software de programación para PC (Windows 95)

Aplicaciones

- Bombas
- Ventiladores
- Sopladoras
- Cintas Transportadoras
- Compresores
- Mesas de Rodillos

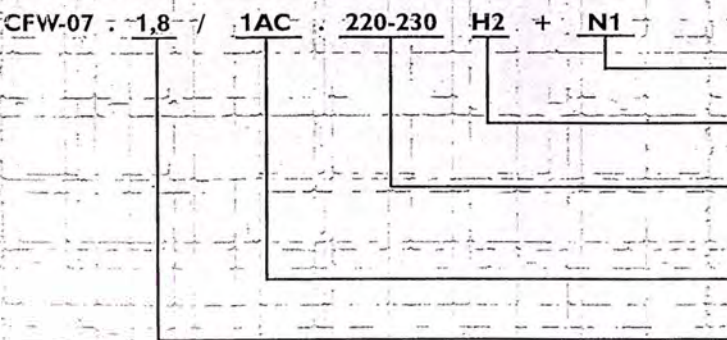


Tabla de Especificación

TENSION DE RED	CONVERTIDOR CFW-07		I nom (A)	MOTOR MAXIMO APLICABLE		DIMENSIONES (mm)			PESO (Kg)		
	ALIMENTACIÓN	MODELO		TENSION (V)	POTENCIA		Alto	Ancho		Prof.	
					HP	kW					
220/230V	Monofásica	1,8/1AC.220 - 230	1,8	220 V	0,33	0,25	185	116	125	1,8	
		2,6/1AC.220 - 230	2,6		0,5	0,37					
		4,1/1AC.220 - 230	4,1		1,0	0,75					
		6,0/1AC.220 - 230	6,0		1,5	1,1	210	156	137		
		7,3/1AC.220 - 230	7,3		2,0	1,5					
		10/1AC.220 - 230	10		3,0	2,2					
	Trifásica	10/3AC.220 - 230	10	3,0	2,2	5,5	4,0				
		16/3AC.220 - 230	16	5,5	4,0						
380/400/415/440/460/480V	Trifásica	2,6/3AC.380 - 480	2,6	380V	1,0	0,75	210	156	137	3,2	
		4,1/3AC.380 - 480	4,1		2,0	1,5					
		6,5/3AC.380 - 480	6,5		3,0	2,2					
		9,3/3AC.380 - 480	9,3		5,5	4,0	290				
		13/3AC.380 - 480	13		7,5	5,5					
		16/3AC.380 - 480	16		10	7,5					
	Trifásica	2,6/3AC.380 - 480	2,6	440 V	1,5	1,1	210	156	137	3,2	
		4,1/3AC.380 - 480	4,1		2,0	1,5					
		6,5/3AC.380 - 480	6,5		4,0	3,0					
		9,3/3AC.380 - 480	9,3		6,0	4,4	290				
		13/3AC.380 - 480	13		7,5	5,5					
		16/3AC.380 - 480	16		12,5	9,2					

NOTA: Las potencias máximas de los motores, de la tabla arriba, fueron calculadas con base en los modelos WEG de 2 y 4 polos. Para motores con otro número de polos (Ej.: 6 y 8 polos), otras tensiones (Ej.: 230V, 400V y 460V) y/o motores de otros fabricantes, especificar el convertidor a través de la corriente nominal de los motores.

Codificación



Opcional: "N1" - con kit para Electroducto Metálica (NEMA 1)

Versiones { H2 - Padrón
HVAC - Opcional, con regulador PID

Tensión de Red { 220-230V
380-480V

Alimentación { Monofásica = 1AC
Trifásica = 3AC

Corriente nominal del Convertidor.



WEG EXPORTADORA

Av. Pref. Waldemar Grubba, 3000

89256-900 - JARAGUÁ DO SUL - SC - BRAZIL

Phone: +55 (47) 372-4000 - Fax: +55 (47) 372-4060

http://www.weg.com.br

Convertidores de frecuencia



μ line

CFW-08



La línea de convertidores de frecuencia μ line es el resultado de un notable esfuerzo de desarrollo para proyectar uno de los más compactos completos microdrives del mercado.

Sus amplias funciones y opción de gabinete NEMA permiten el uso del μ line en una gran variedad de aplicaciones.

Características standard

- Alimentación Monofásica y Trifásica
- Tensión de red 200-240 V y 380-480 V, 50/60 Hz
- Capacidad de sobrecarga de 150% (30 s)
- Salida PWM controlada por Microprocesador de 16 Bit
- Frecuencia de conmutación ajustable entre 2,5, 5 ó 10 kHz
- 4 entradas digitales programables
- 1 salida programable a relé
- 1 entrada analógica diferencial programable
- Protecciones: Sobrecorriente, Sobrecarga del Motor, Cortocircuito Fase-Fase y Fase-Tierra, Sobre y Subtensión del link DC, falla externa y sobretemperatura del convertidor
- Control: Rampas de aceleración y desaceleración lineal y tipo "S" ajustables independientemente, selección local/remoto, Frenado DC, compensación IxR, compensación de deslizamiento, potenciómetro electrónico, multispeed, función U/f ajustable, límites de frecuencia máxima y mínima ajustables independientemente, rechazo de frecuencias, límite de corriente de salida ajustable, función JOG, ride-through y flying start
- Lecturas en Display: Velocidad del Motor, frecuencia, corriente, tensión, temperatura del disipador, último error y estado del convertidor
- Ambiente: temperatura 40°C (104°F), altitud 1000 m (3300 ft), humedad 90% sin condensación

Características opcionales

- Interface Hombre-Máquina remoto (LED)
- Comunicación serie RS-232 ó RS-485
- Kit Gabinete NEMA 1
- Kit para montaje en guía DIN

Aplicaciones

- Bombas
- Ventiladores
- Sopladoras
- Cintas Transportadoras



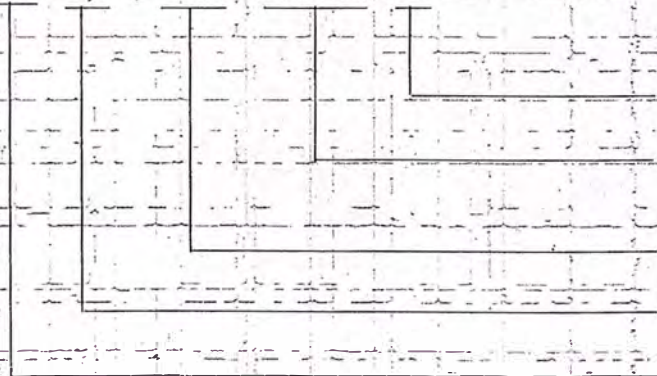
Tabla de Especificación

TENSION DE RED	CONVERTIDOR μ line		I nom (A)	MOTOR MAXIMO APLICABLE			DIMENSIONES (mm)			PESO (Kg)
	Alimentación	Modelo		Tensión (V)	Potencia		Alto	Ancho	Prof.	
					HP	kW				
200/220/ 230/240V	Monofásica	ML-1,6/1AC.200 - 240	1,6	220 V	0,25	0,18	151 (172)	75	131	1,0
		ML-2,6/1AC.200 - 240	2,6		0,5	0,37				
		ML-4,0/1AC.200 - 240	4,0		1,0	0,74				
	Trifásica	ML-7,0/3AC.200 - 240	7,0		2,0	1,5				
380/400/415/ 440/460/480V	Trifásica	ML-1,0/3AC.380 - 480	1,0	380V	0,25	0,18	151 (172)	75	131	1,0
		ML-1,6/3AC.380 - 480	1,6		0,5	0,37				
		ML-2,6/3AC.380 - 480	2,6		1,0	0,74				
		ML-4,0/3AC.380 - 480	4,0		2,0	1,5				
	Trifásica	ML-1,0/3AC.380 - 480	1,0	440 V	0,33	0,25	151 (172)	75	131	1,0
		ML-1,6/3AC.380 - 480	1,6		0,75	0,55				
		ML-2,6/3AC.380 - 480	2,6		1,5	1,1				
		ML-4,0/3AC.380 - 480	4,0		2,0	1,5				

- NOTAS: 1 - Las potencias máximas de los motores, de la tabla arriba, fueron calculadas con base en los modelos WEG de 2 y 4 polos. Para motores con otro número de polos (Ej.: 6 y 8 polos), otras tensiones (Ej.: 230V, 400V y 460V) y/o motores de otros fabricantes, especificar el convertidor a través de la corriente nominal de los motores.
- 2 - Las dimensiones entre parentesis son para la versión NEMA 1.

Codificación

ML . 2,6 / 1AC . 200-240 - 1



Versión: - 1 → sin interface hombre-máquina

Rango de tensión de red { 200-240V
380-480V

Alimentación { Monofásica = 1AC
Trifásica = 3AC

Corriente nominal del Convertidor

Línea μ line



WEG EXPORTADORA

Av. Pref. Waldemar Grubba, 3000

89256-900 - JARAGUÁ DO SUL - SC - BRAZIL

Phone: +55 (47) 372-4000 - Fax: +55 (47) 372-4060

<http://www.weg.com.br>