

Convertidores de frecuencia alimentados por paneles solares



Nuevo Nombre de  LG Industrial Systems

Modelos iG5A / iP5A de 0,8 a 132 kW



Convertidores de frecuencia para bombeo

- Control de la velocidad de giro (rpm) del motor AC de la bomba modificando la frecuencia

$$\text{rpm} = 60 * \frac{f}{p}$$

f Frecuencia (Hz)
p Pares de polos

- La velocidad de giro de la bomba determina el caudal de agua bombeado.
- Obtención del caudal más adecuado para los requerimientos de eficiencia y necesidades del usuario

Instalaciones de bombeo

- Instalaciones alejadas de la red eléctrica
- Necesidad de usar generadores de gasoil
- Elevados costes de abastecimiento, consumo y mantenimiento
- Problemas de emisiones y ruidos



Instalaciones de bombeo

Coste de la Energía

- La energía eléctrica supone el mayor coste de la instalación
- El continuo aumento del coste requiere actuaciones con **2 estrategias:**
 - 1.- Uso de **convertidores de frecuencia** para mejorar la eficiencia energética
 - 2.- Uso de **energía solar** para el ahorro en energía
- Las 2 estrategias son complementarias y pueden actuar por separado o en conjunto.

Ventajas del bombeo solar

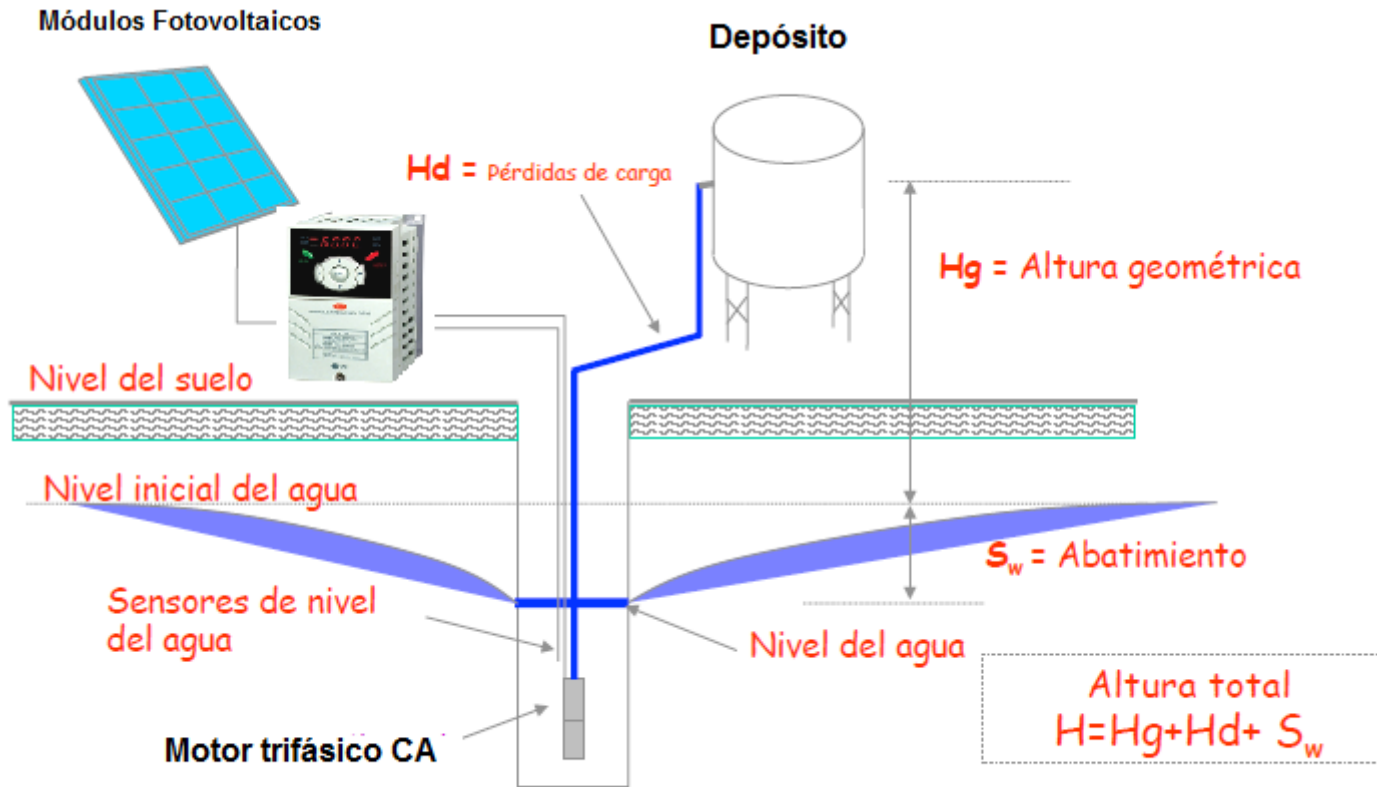
- **Energía de origen renovable (inagotable y gratuita)**
- **Ahorro importante respecto al combustible o factura de la luz**
- **Independencia energética**
- **Costes estables y conocidos**
- **Alta fiabilidad y larga vida útil**
- **Funcionamiento silencioso**
- **Operación automática, mantenimiento mínimo**
- **Ecológico: no emite partículas contaminantes**

Ventajas del bombeo solar con convertidores de frecuencia

- **Ahorro en el consumo de energía**
- **Mejora de la vida útil del conjunto motor/bomba**

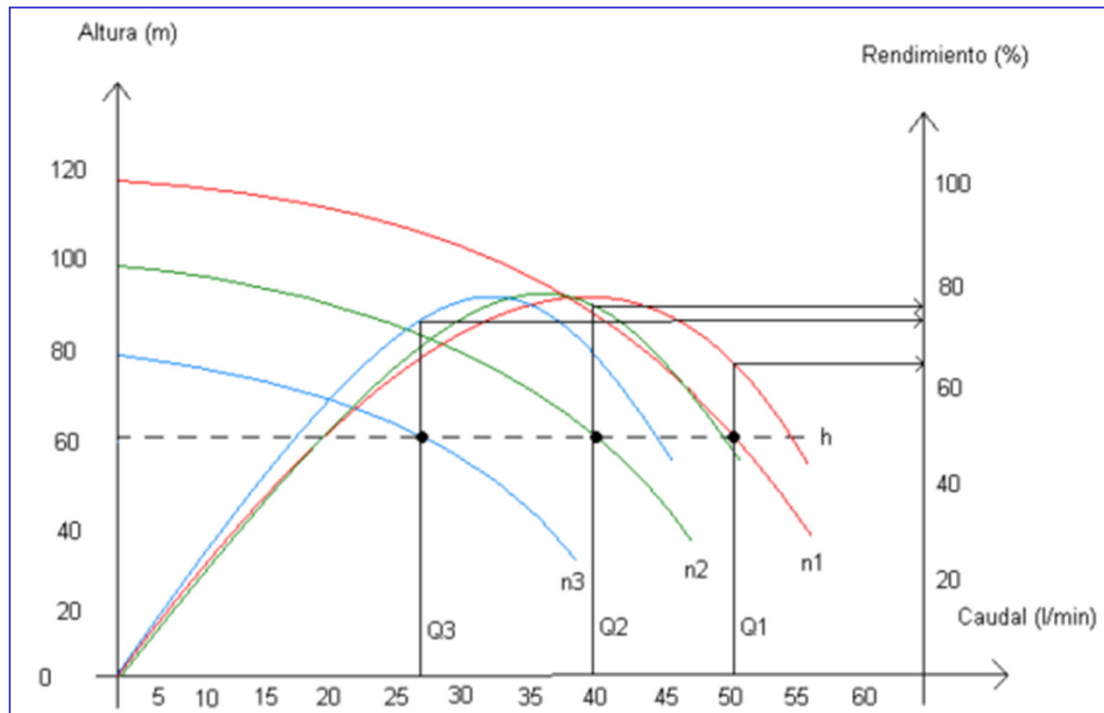


Elementos principales a tener en cuenta en una instalación



Bombas centrífugas

Las principales características de una bomba centrífuga están referenciadas al caudal y por tanto la velocidad de giro (rpm).



Para cada velocidad de giro (n)

La curva $H-Q$ determina una altura (h) para cada caudal (Q).

La curva $\eta-Q$ determina el rendimiento (η) para cada caudal (Q).

Bombas centrífugas

Las leyes de semejanza de una bomba centrífuga relacionan la velocidad de giro con el caudal y la potencia consumida

$$\frac{Q_0}{Q_1} = \frac{f_0}{f_1} \qquad \frac{P_0}{P_1} = \left(\frac{f_0}{f_1} \right)^3$$

Por lo que

$$Q_1 = \frac{Q_0}{\frac{f_0}{f_1}} \qquad P_1 = \frac{P_0}{\left(\frac{f_0}{f_1} \right)^3}$$

- El caudal disminuye proporcionalmente a la relación entre frecuencias
- La Potencia consumida disminuye el cubo de la relación entre frecuencias

Por ejemplo una bomba: a 50Hz bombea 2.000 litros/minuto y consume 10 kW
a 40Hz bombea 1.600 litros/minuto y consume 5,12 kW

Con una reducción de casi el 50% del consumo bombea el 80 %

Bombas centrífugas

El par o torque del motor depende de la tensión y la frecuencia

$$T_m = K_m \left(\frac{V}{f} \right)^2$$

El par o torque de la bomba depende del cuadrado de la frecuencia

$$T_b = K_b (f)^2$$

** K_m y K_b son constantes de las características de las bombas, suministradas por el fabricante.*

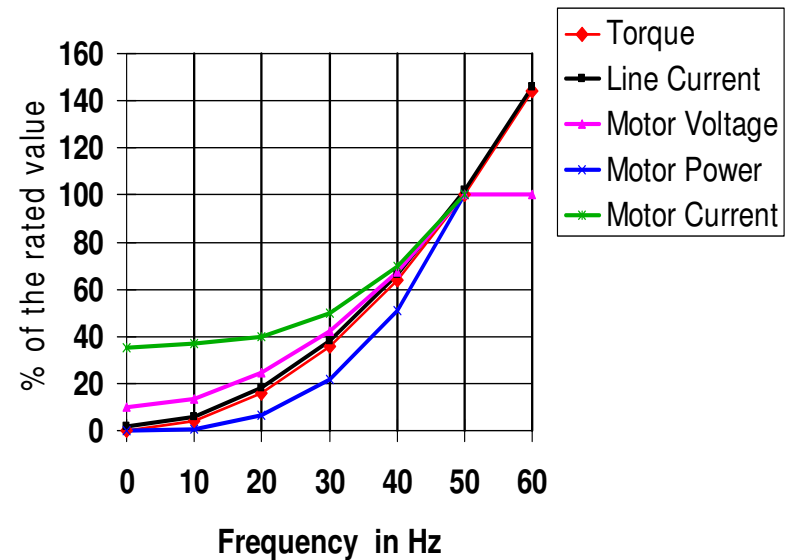
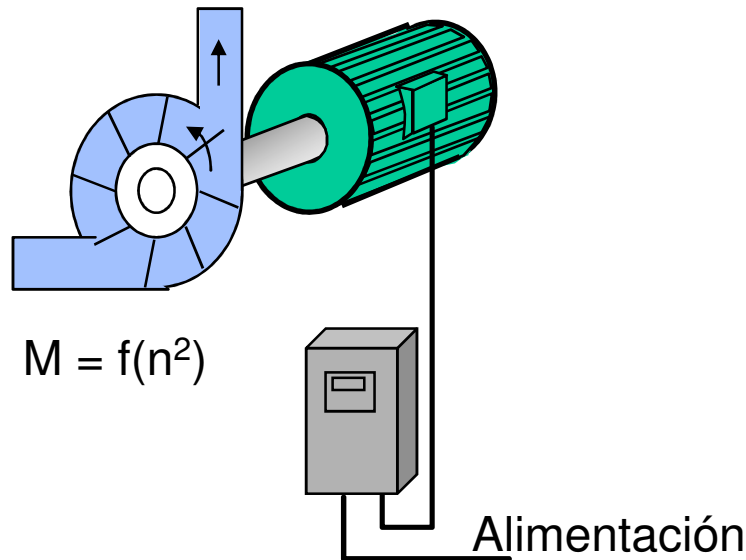
El acoplamiento mecánico entre el motor y la bomba requiere la igualdad entre sus pares es por tanto recomendable utilizar un control tensión/frecuencia cuadrático $V(f)^2$ en aplicaciones con bombas centrífugas con el objeto de mantener el rendimiento.

Los variadores de velocidad incorporan el control V/f cuadrático

Características del par dependiendo de la carga

Par Variable(PV)

Cargas: Bombas, Ventiladores

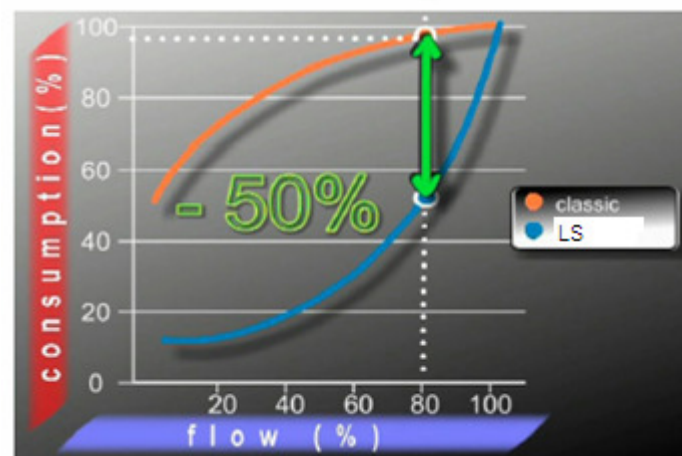


Corriente en Motor => La corriente en el motor está relacionada con el cuadrado de la velocidad

Ahorro de energía en par variable

- La **velocidad** del motor se ajusta acorde al **caudal demandado**
- La reducción de caudal ocasiona una **caída sustancial de la energía absorbida**
- **Ejemplo** de un **bomba** equipada con un variador de velocidad:
 - Regulación del caudal por el variador.
 - al 80% del caudal nominal, **la potencia consumida es del 50%** de la nominal

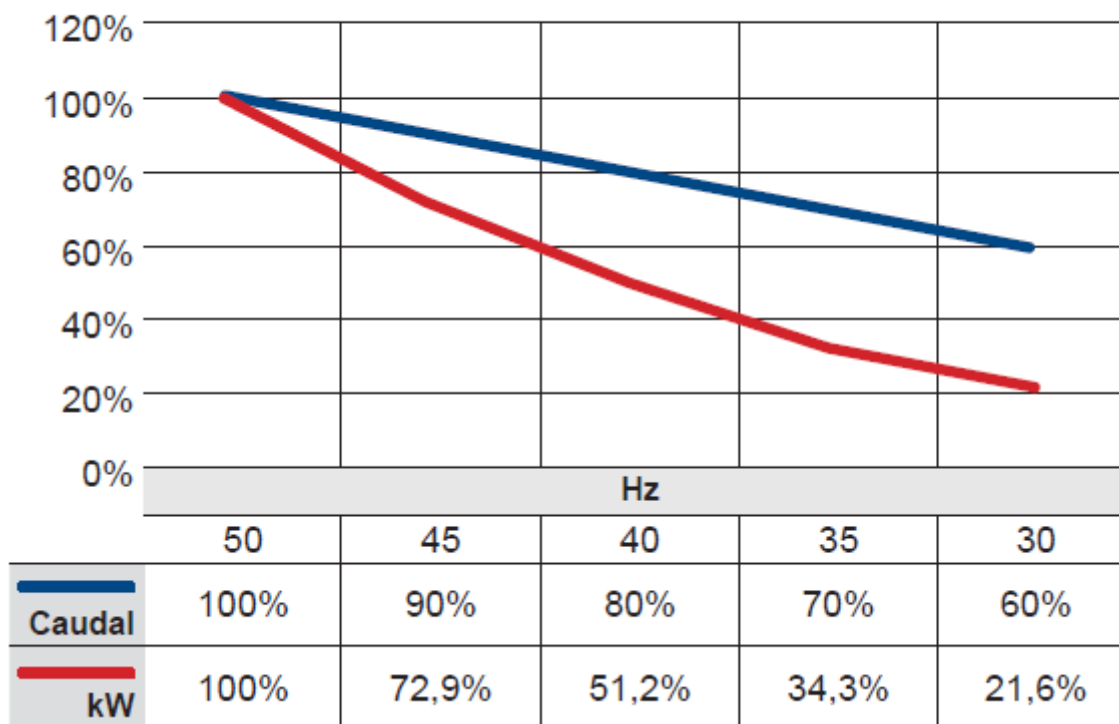
Ahorro en potencia activa !



Ahorro de energía en par variable

La potencia consumida disminuye el cubo de la relación entre frecuencias

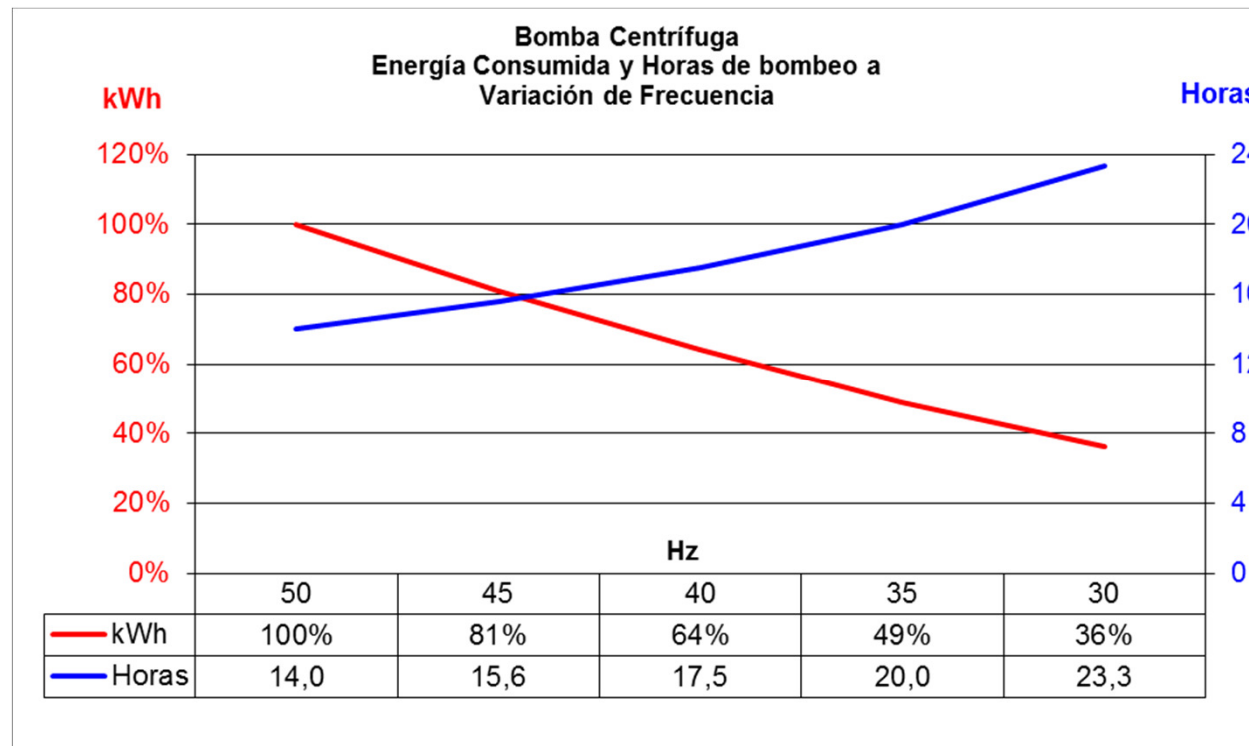
Caudal y potencia hidráulica a variación de frecuencia



Ahorro de energía en par variable

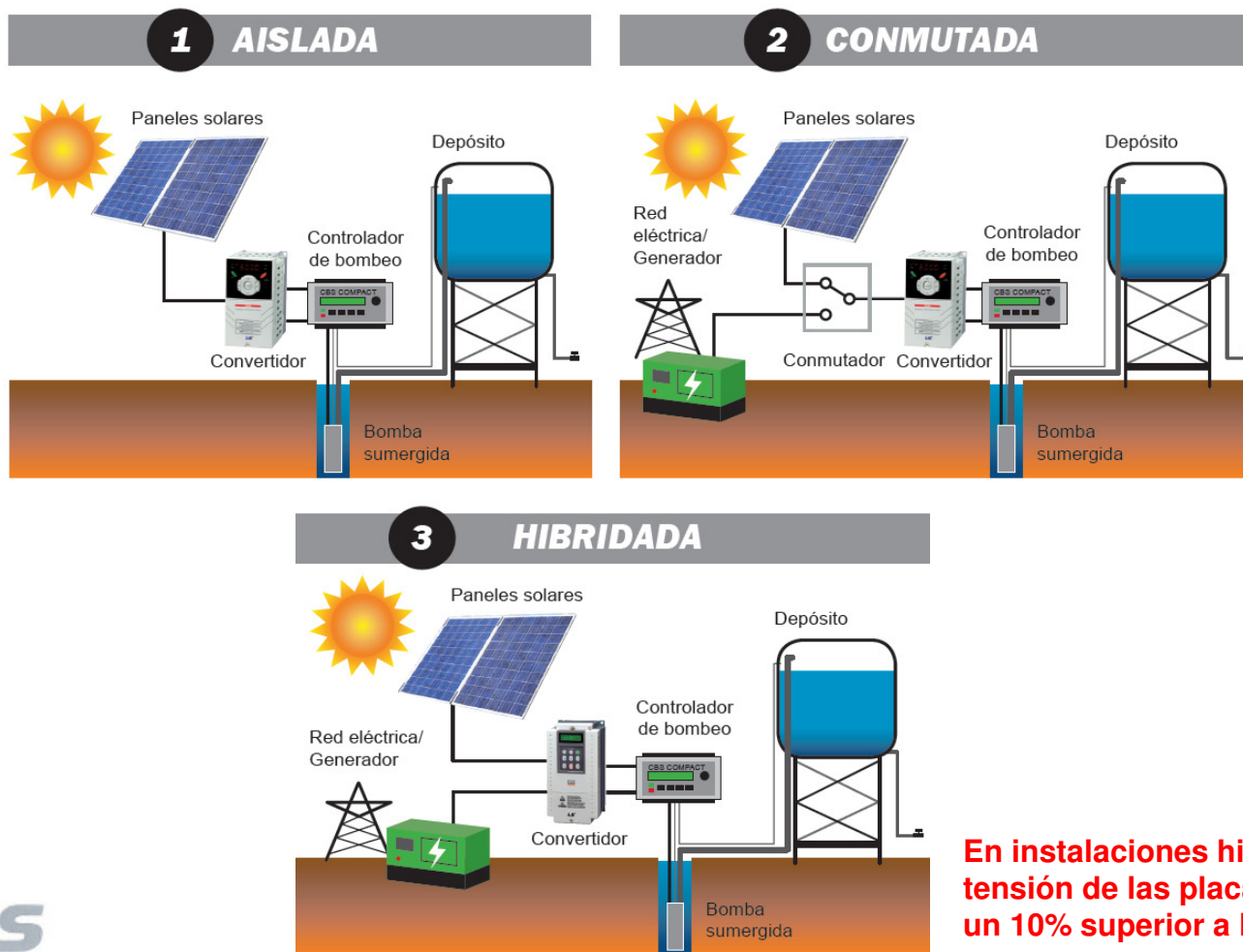
Las leyes de semejanza de una bomba centrífuga relacionan la velocidad de giro con el caudal y la potencia consumida

Para un mismo volumen bombeado, la energía consumida disminuye al disminuir la frecuencia y el caudal, aumentando las horas de bombeo



Solución VMC Solar

Tipos de instalaciones

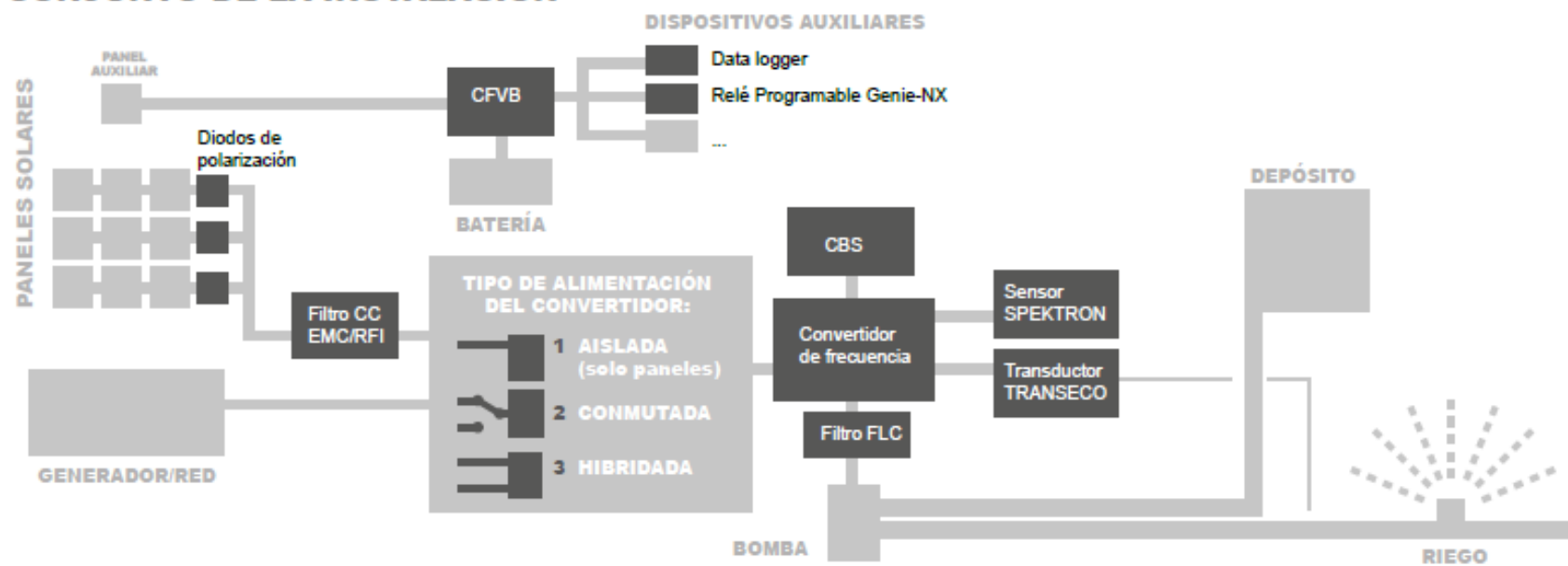


En instalaciones híbridadas, la tensión de las placas tiene que ser un 10% superior a la tensión de red

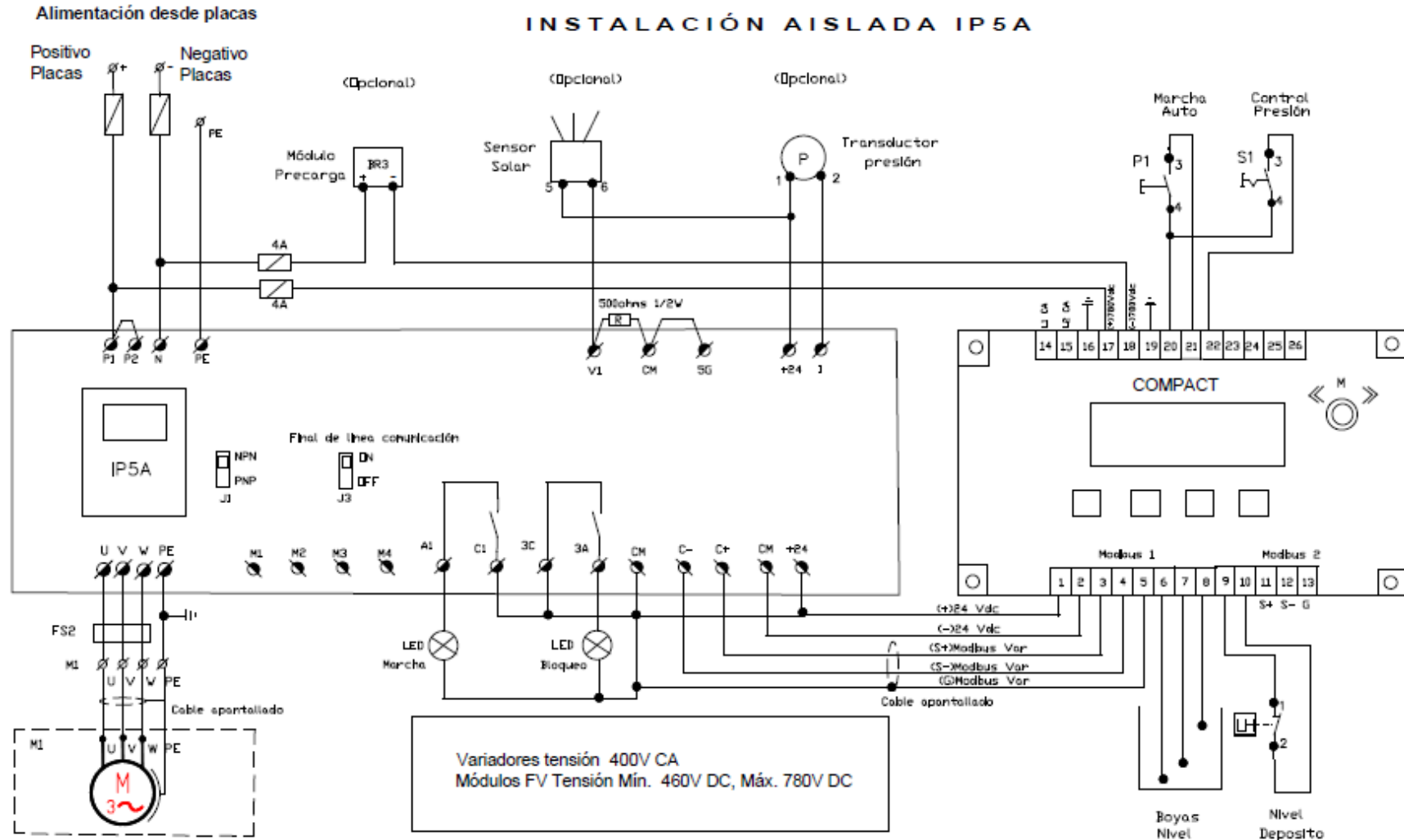
Solución VMC Solar

Conjunto de la instalación

CONJUNTO DE LA INSTALACIÓN



Esquema CBS Compact (y variador iP5A hasta 30kW,400V)



Solución VMC Solar

Convertidor LS con controlador de bombeo solar CBS



- Seguimiento Punto de Máxima Potencia (MPPT)
- Instalación solar aislada, conmutada o hibridada con la red eléctrica
- Control de niveles de pozo y depósito
- Programación horaria
- Monitorización y data logger vía RS485 Modbus
- Display y teclado para configuración in situ
- Protección y registro de incidencias

Solución VMC Solar

Convertidores de frecuencia

Modelo iG5A

Salida trifásica 200~230V 0,8~22kW
Salida trifásica 380~480V 0,4~22kW



Tipo de instalaciones:

- Aisladas y Conmutadas
- Híbridadas (sólo de 11 a 22kW)

Modelo iP5A

Salida trifásica 380~480V 5,5~132kW



Tipo de instalaciones:

- Aisladas. Conmutadas e Híbridadas

Características iP5A:

- Acceso a bornero de potencia AC/DC
- Protección de subcarga por potencia
- Visualización en pantalla del display de referencia DC y retorno DC
- Consola extraíble para colocar en puerta de armario
- Grabación y volcado de parámetros desde la consola a otros convertidores

Solución VMC Solar

Controlador de bombeo solar CBS



CBS Panel

- Montaje exterior en el frontal del armario
- Bornero externo CBR6



CBS Compact

- Montaje en carril DIN en el interior del armario
- Bornero interno

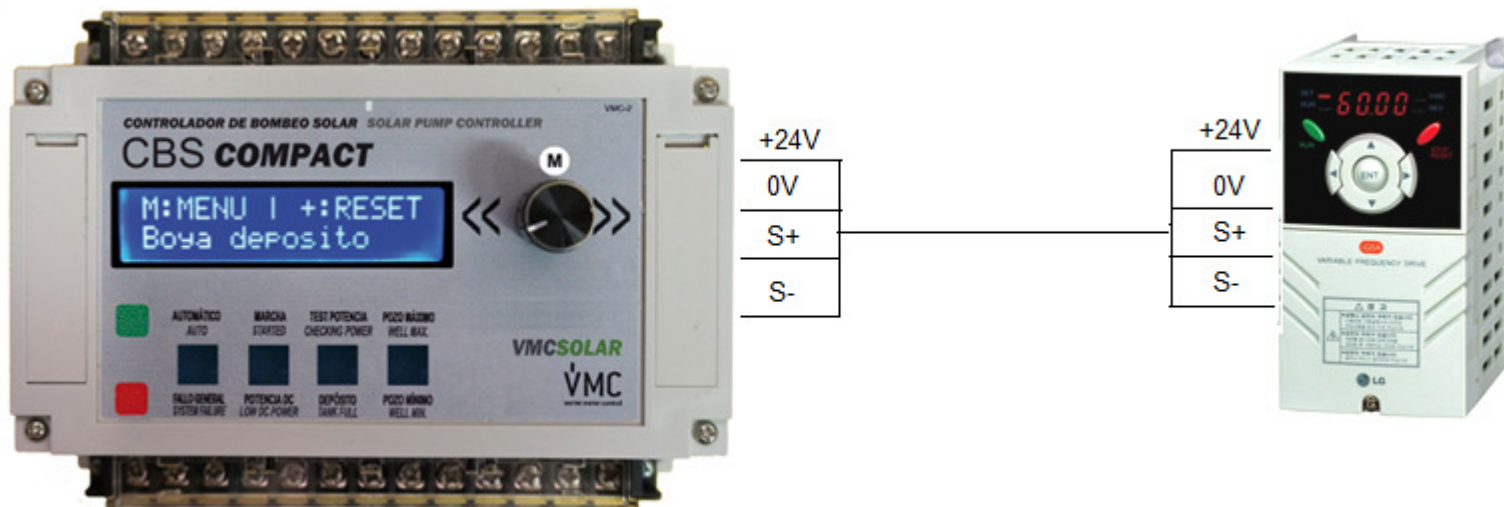
Características CBS

- **Seguimiento del Punto de Máxima Potencia (MPPT)**
- **Instalación solar aislada, conmutada o hibridada con la red eléctrica**
- **Control de niveles del pozo y del depósito**
- **Programación horaria**
- **Monitorización y data logger vía RS485 Modbus**
- **Display y teclado para configuración in situ**
- **Protección y registro de incidencias**

Características CBS

Fácil de instalar y programar

- Con solo cuatro hilos el controlador carga todos los parámetros al variador a cada puesta en tensión
- Reconoce la talla del variador y ajusta el nivel de corriente del motor



Características CBS

Descripción de funcionalidades

- 1.- Arranque con potencia suficiente hasta 22kW
- 2.- Seguidor del punto de máxima potencia
- 3.- Regulación de presión
- 4.- Arranque-Paro programable por tiempo
- 5.- Arranque especial para motores en baño de agua
- 6.- Llenado de tuberías
- 7.- Protección por sub-carga
- 8.- Niveles pozo/depósito
- 9.- Control remoto (Modbus RTU)
- 10.- Operación y mantenimiento fáciles
- 11.- Seguimiento

Características CBS

Programación arranque y/o paro diario

Arranque

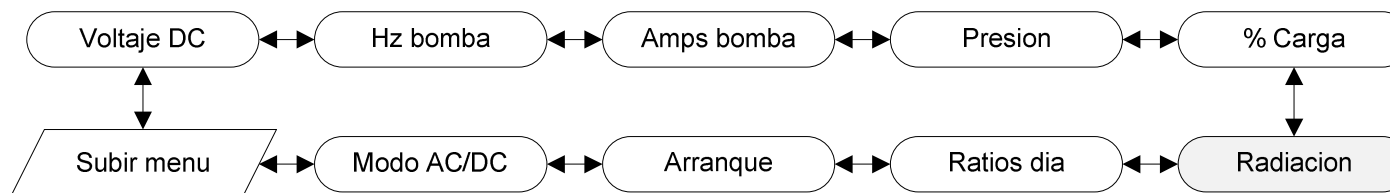
- **Por potencia:** Arranca cuando hay potencia suficiente en los paneles solares. (Arranca a 5Hz y mide la corriente y tensión)
- **Por reloj:** Arranca a la hora programada.
- **Por sensor radiación solar:** Cuando alcanza un umbral prefijado (equipos mayores de 22kW)

Paro

- **Por potencia:** Cuando ya no hay potencia suficiente en los paneles solares.
- **Por reloj:** A la hora programada.
- **Por caudal:** Cuando se ha bombeado el caudal programado.

Características CBS

Sub-menú Datos marcha

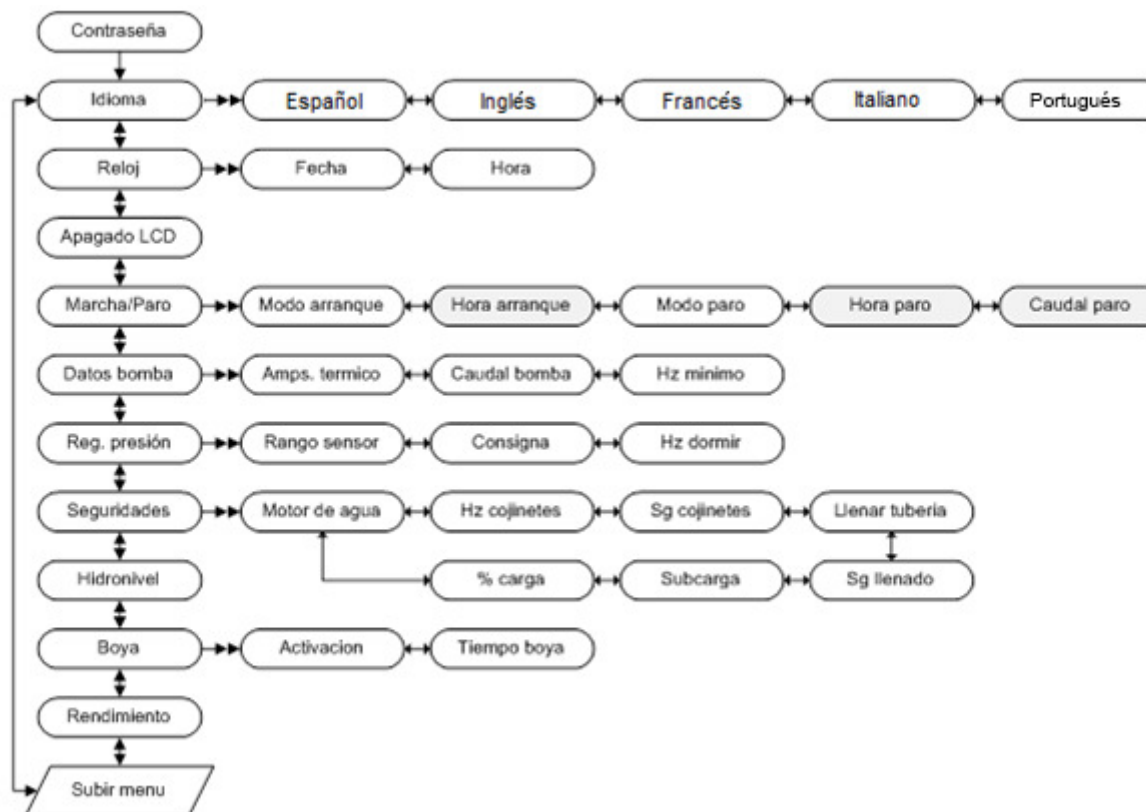


Los datos disponibles son:

Voltaje dc:	Voltaje de los paneles solares
Hz bomba:	Frecuencia de giro de la bomba
Amps bomba:	Consumo en amperios del motor
Presión:	Presión en tuberías (se necesita sensor de presión instalado)
% Carga:	% carga actual del motor
Radiación:	W/m2 de radiación disponible (se necesita sensor instalado)
Ratios día:	Tiempo de marcha / N° de arranques / Caudal, del día en curso
Arranque:	Información del último arranque efectuado
Modo ac/dc:	Modo actual de funcionamiento (ac o dc)
Subir menú:	Volver al menú principal

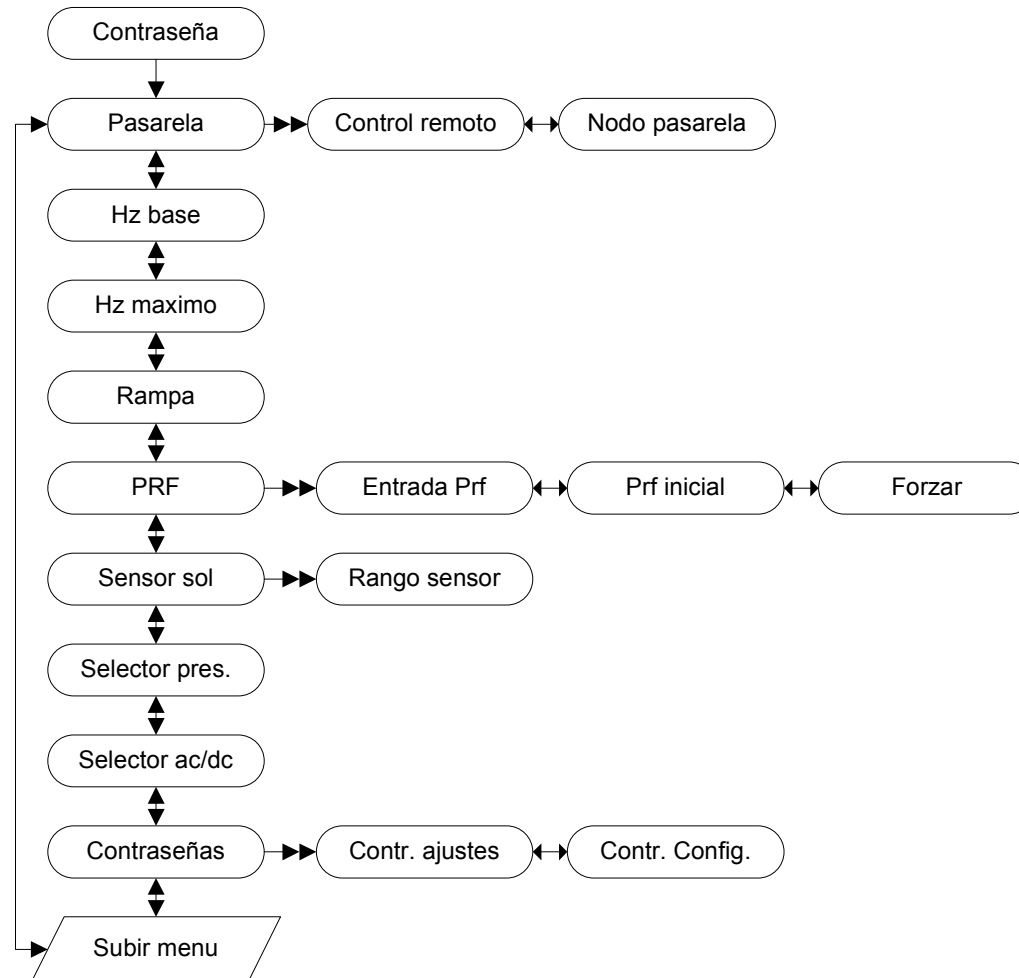
Características CBS

Sub-menú Ajustes



Características CBS

Sub-menú Configurar





Características CBS

Opción password personalizado para ajustes y configuración

En el modo configurar, se pueden personalizar las contraseñas de acceso a los menús protegidos:

Contraseña Ajustes: Acceso al menú de *Ajustes*.

Contraseña Configurar: Acceso al menú *Configurar*.

-  Hay unos valores predefinidos de fabrica, pero si el cliente se olvida de la contraseña, hay que cargar el firmware en el equipo de nuevo.
-  No se recomienda indicar estos valores a no ser que sea personal técnico cualificado. Un error en los ajustes podría dañar la bomba o el variador !!!!

Características CBS

Datalogger Modbus

El interface Datalogger permite acceder al sistema de CBS a través de un puerto MODBUS-RTU auxiliar.

Este puerto realiza dos funciones simultáneas:

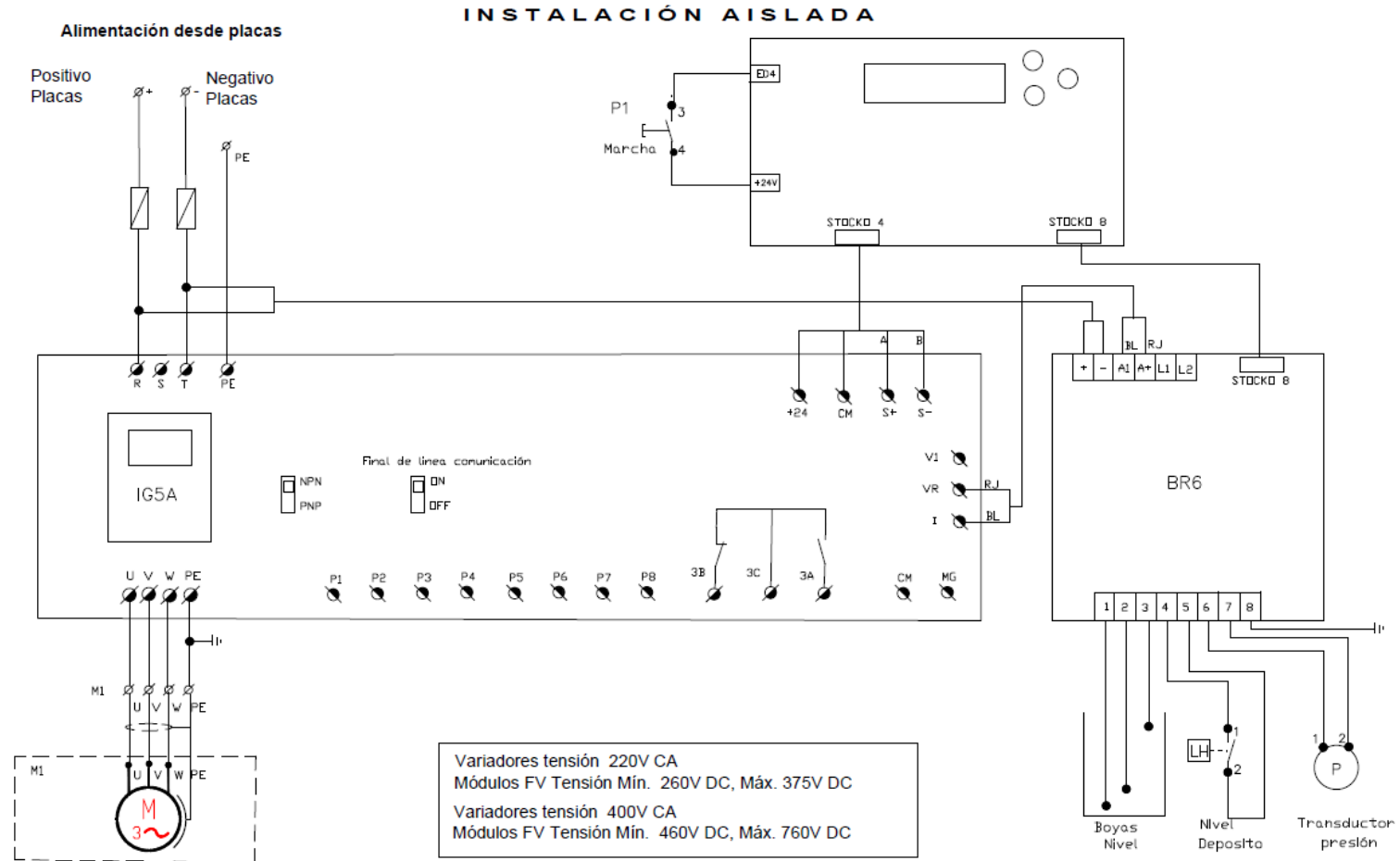
- Acceso a las variables internas del controlador CBS .**
- Acceso a las variables internas del variador (función pasarela).**

El acceso a uno u otro banco de variables se gestiona por el rango de direcciones de memoria, siendo la función de pasarela transparente para el usuario.

El interface datalogger del CBS trabaja siempre como esclavo.

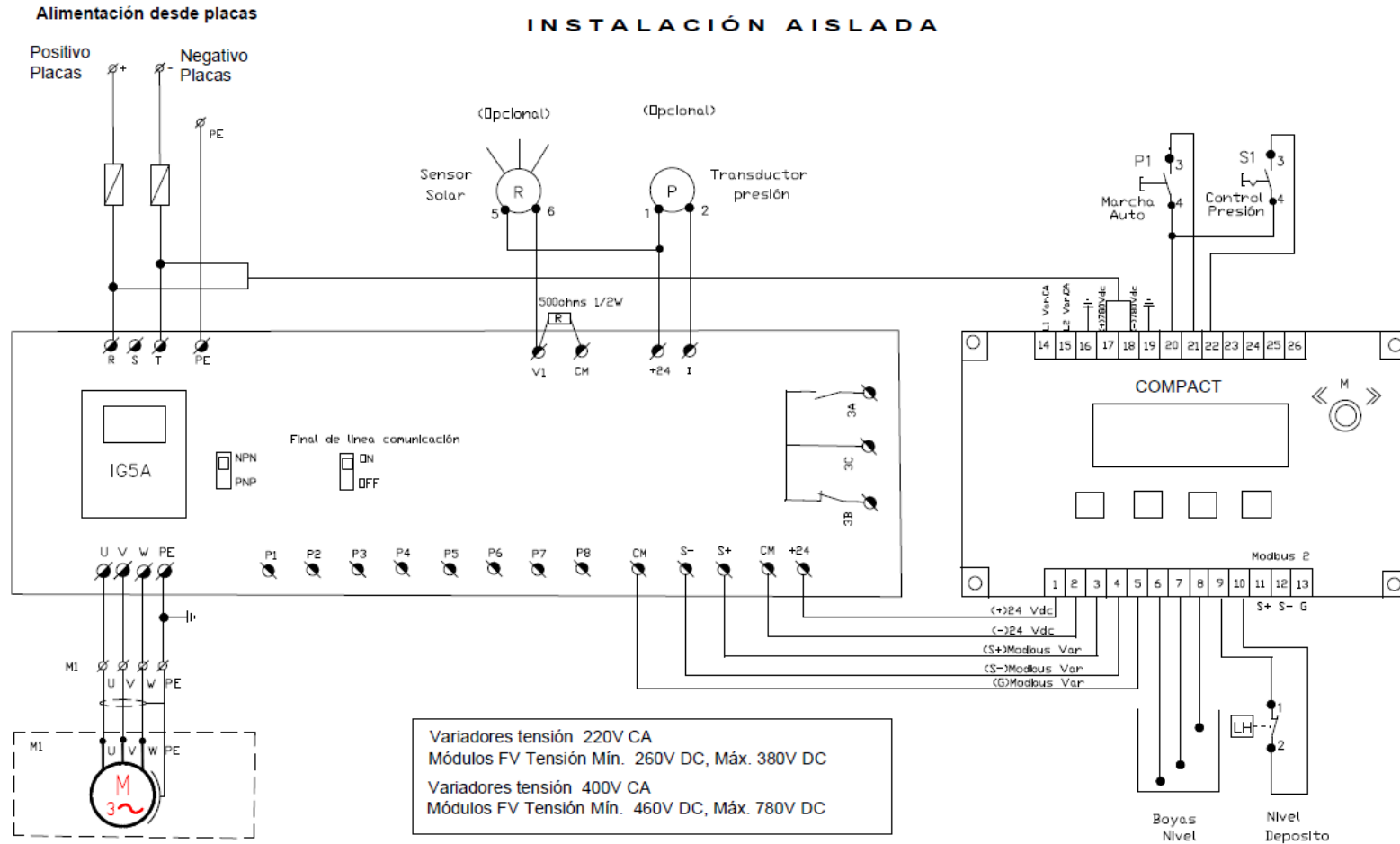
Características CBS

Esquema CBS Panel (puerta de armario y variador iG5A, 220V)



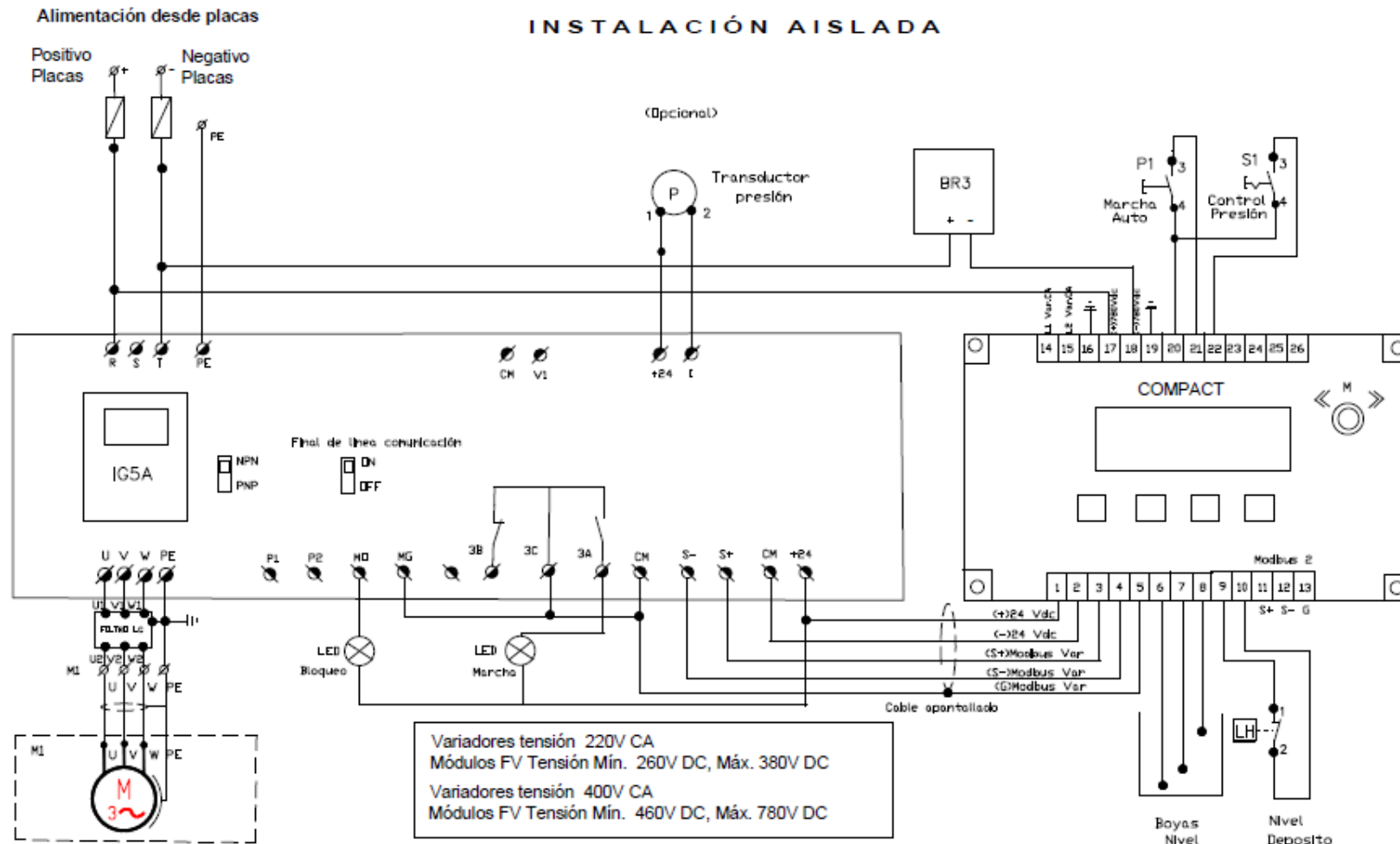
Características CBS

Esquema CBS Compact (y variador iG5A, 220V)

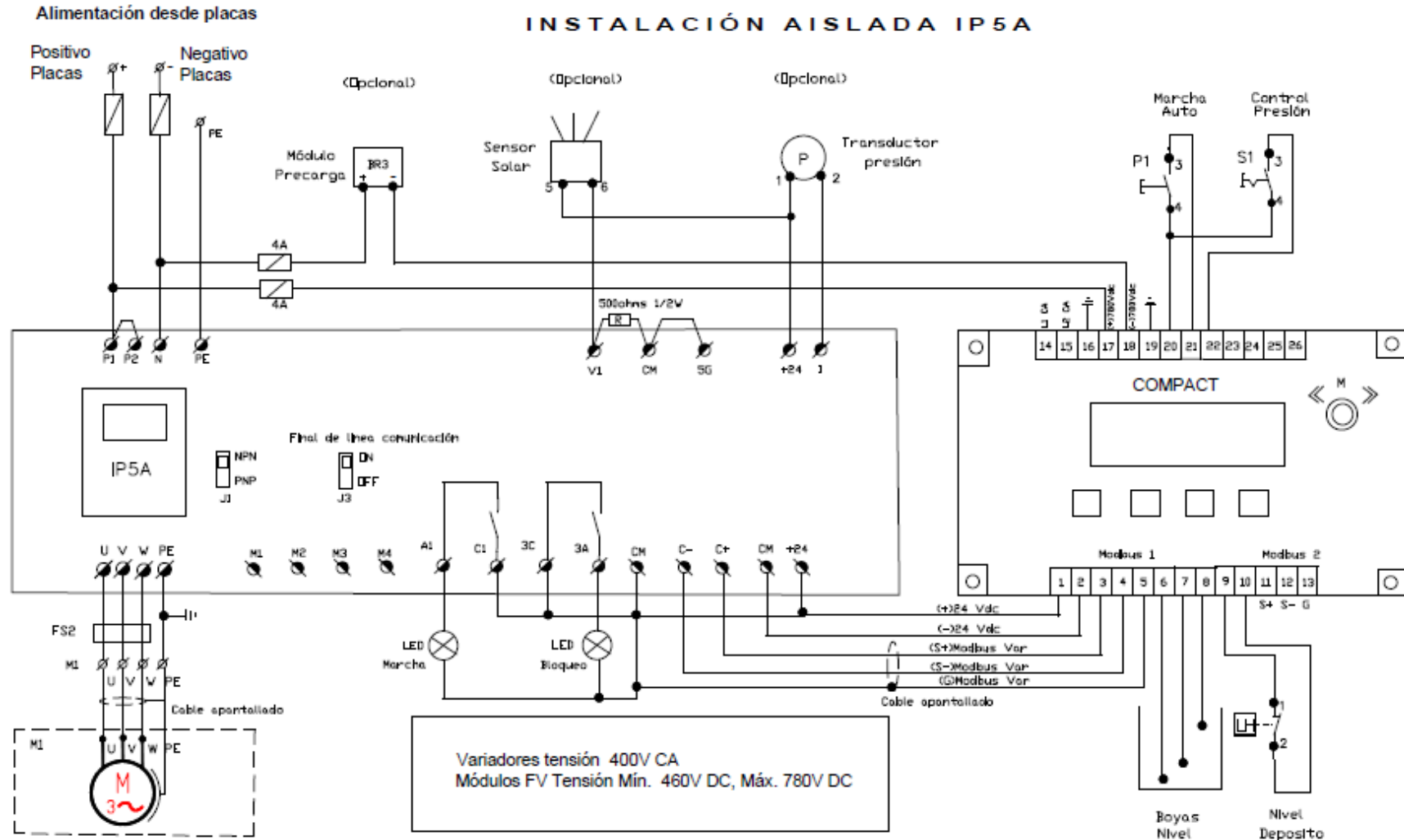


Características CBS

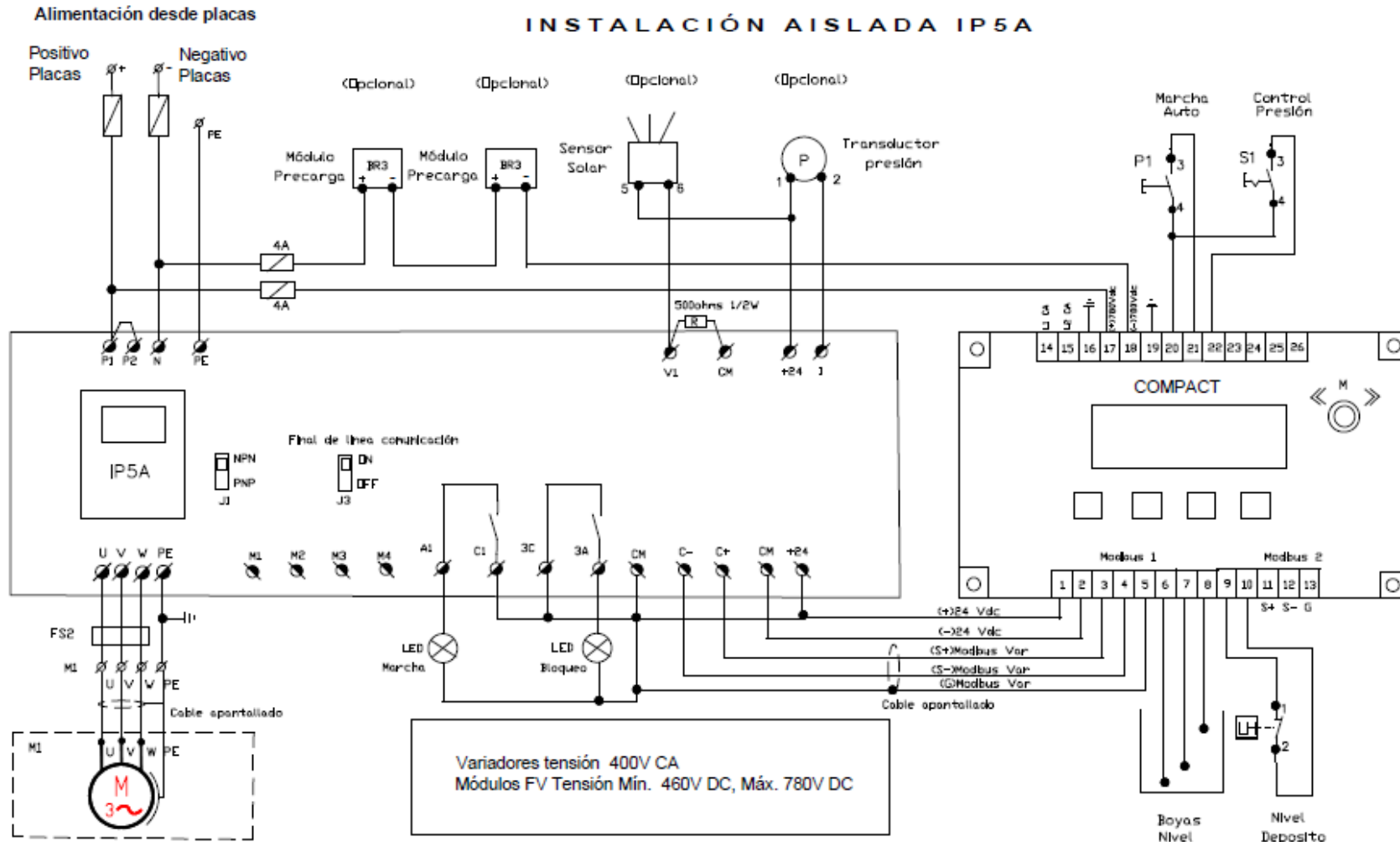
Esquema CBS Compact (y variador iG5A, 400V)



Esquema CBS Compact (y variador iP5A hasta 30kW,400V)

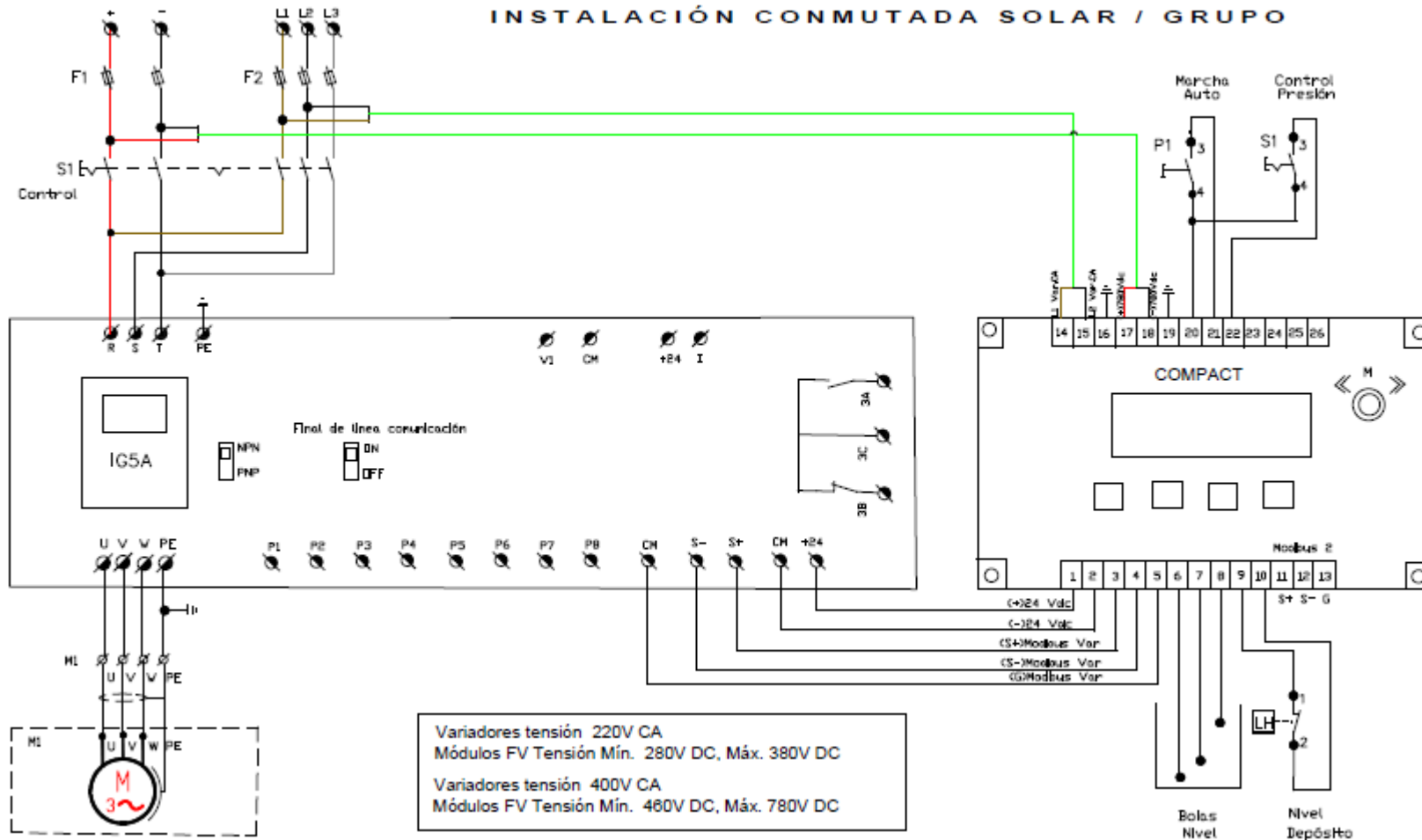


Esquema CBS Compact (y variador iP5A superior 37kW, 400V)

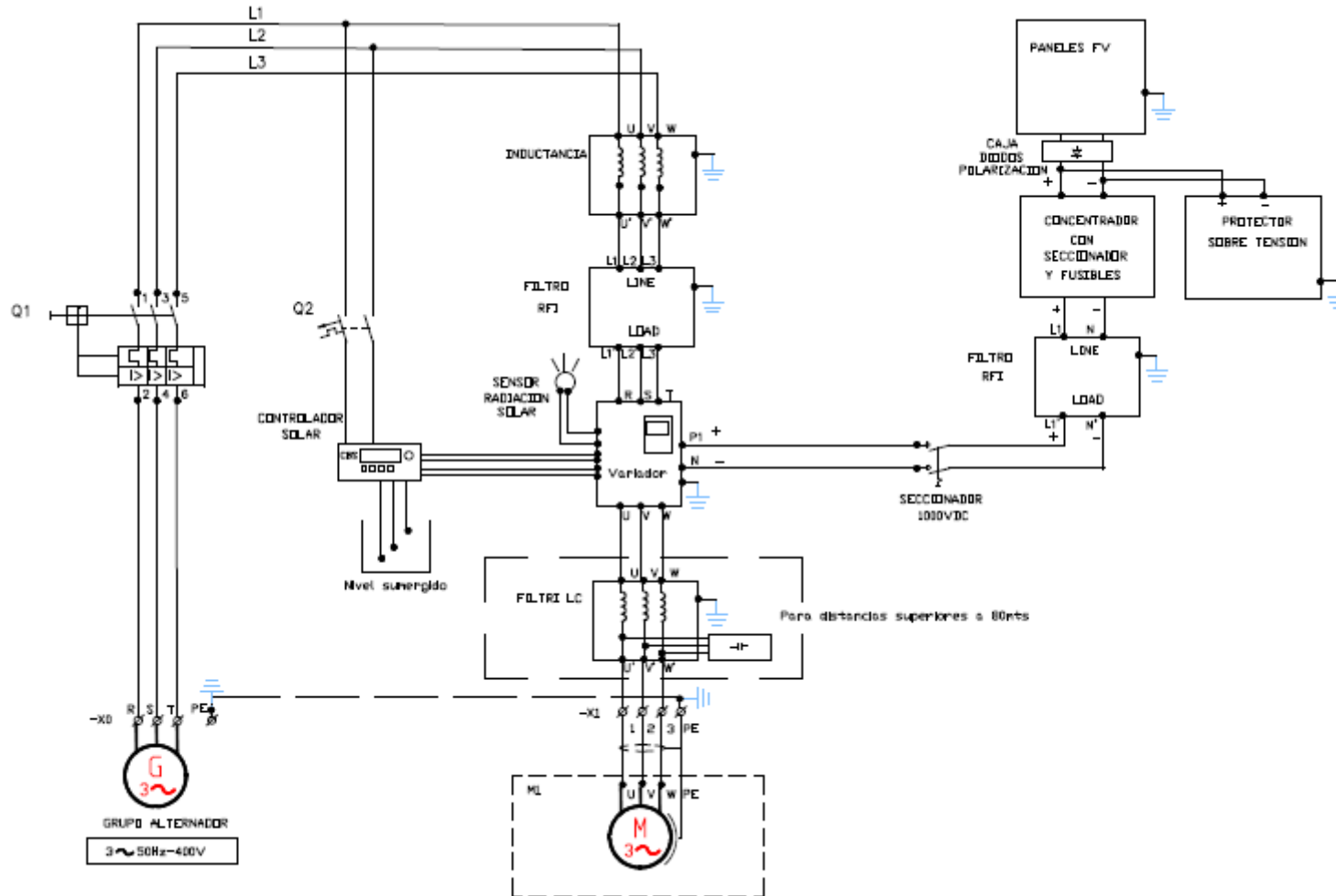


Características CBS

Esquema CBS Compact (variador instalación conmutada)

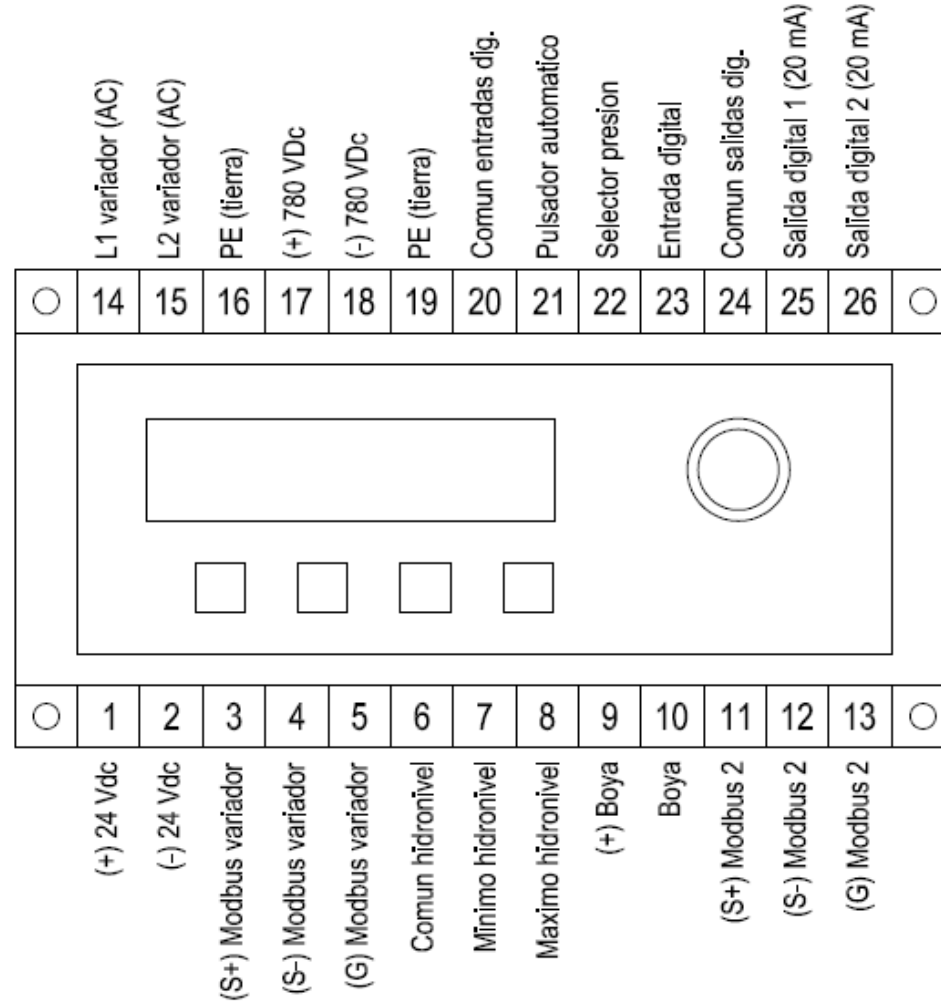


Esquema CBS Compact (variador iP5A instalación hibridada)



Características CBS

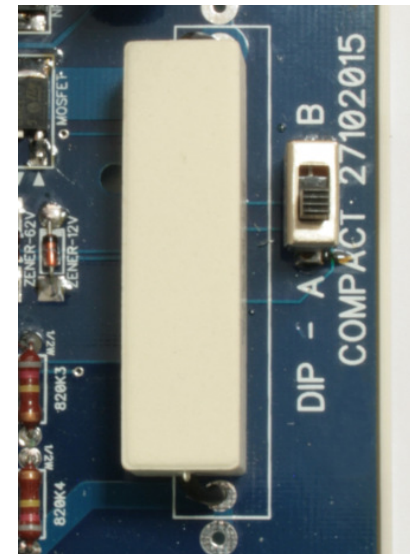
Conexionado CBS Compact



Características CBS

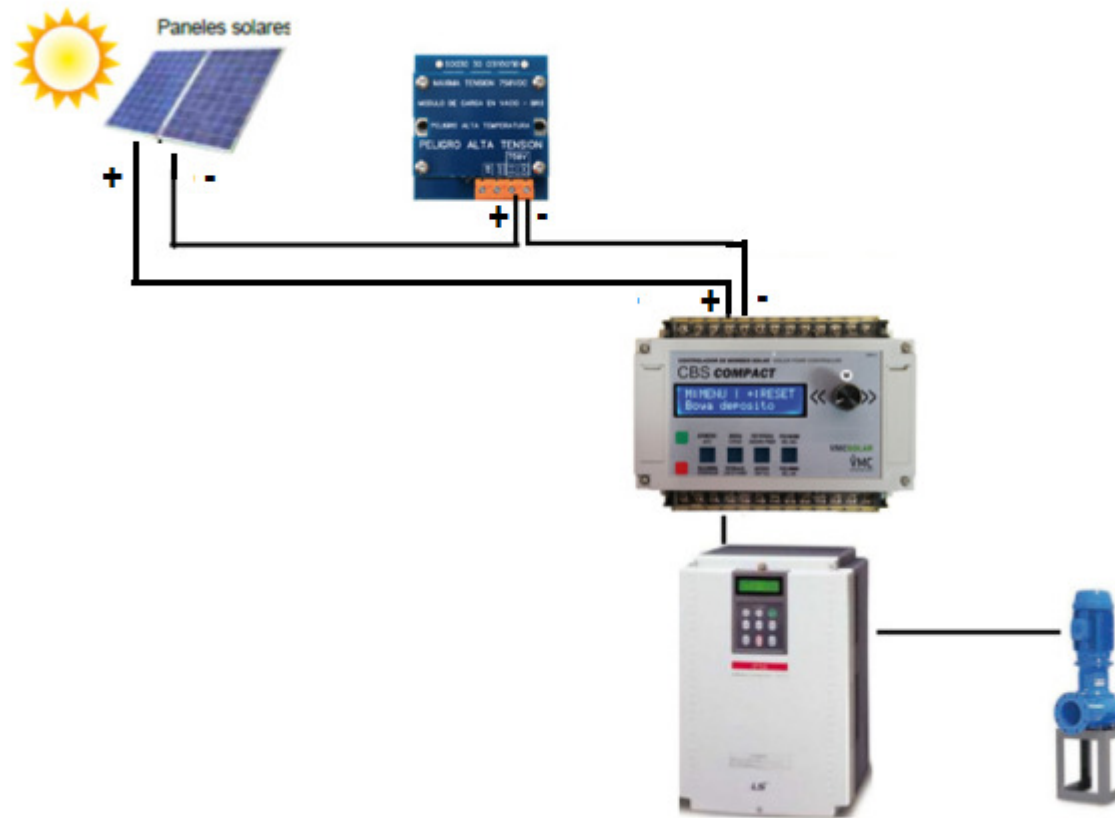
Ventana y selector precarga para equipos de 220V/400V

- Para evitar fallos de comunicación en la primera hora y ultima del día, se utiliza un circuito de precarga que hay que adaptar a la tensión de alimentación del variador:
 - Selector precarga 220V Posición A
 - Selector precarga 400V Posición B



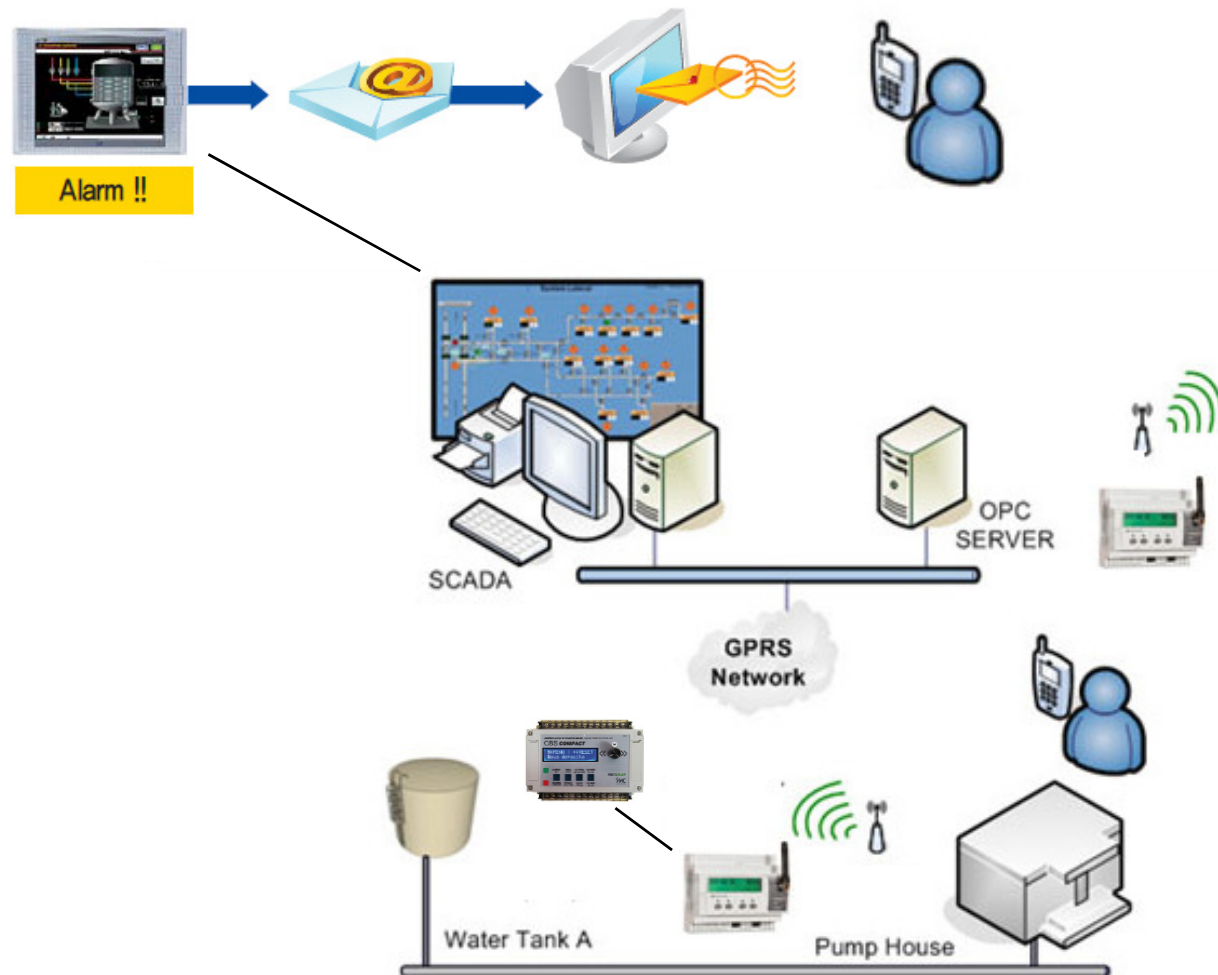
Características CBS

Precarga para equipos de 400V o de grandes potencias



Características CBS

Dispositivos auxiliares



Conjunto de la instalación

Accesorios



- **SPEKTRON**
Sensor de radiación solar

Rango de medición de 0 a 1500W/m²



- **TRANSECO**
Transductor de presión

Rango de medición:
- 0...1 bar hasta 0 ... 600 bar relativo
- 0...1 bar hasta 0 ... 25 bar relativo



- **CFVB** Controlador de carga solar de baterías

Tipo PWM para batería de 12V o 24V



- **Genie-NX**
Relé programable

Alimentación 12-24V



- **Módulo de precarga BR3**
 - Para equipos alimentados a 400V
 - En potencias grandes se deben instalar una o dos unidades en serie.



- **Cajas de diodos de polarización**
 - Se instalarán en el principio de cada string, tantas como strings tengamos en la instalación hibridada.

Conjunto de la instalación

Filtros e inductancias

Según las características de la instalación, puede ser adecuada la presencia de filtros EMC o FLC que eviten el ruido eléctrico producido por el convertidor de frecuencia. Para una información más detallada sobre los filtros e inductancias VMC consulte la página web www.vmc.es.



Serie FCC

Filtro EMC de entrada
Corriente continua

- Corriente nominal 150 a 1000A
- Tensión estándar 750Vdc (otras, consultar)
- Baja corriente de fugas
- Fácil de instalar
- Estructura mecánica compacta, poco peso y buena disipación térmica.
- Conexión LINE/LOAD mediante pletinas



Serie FLC

Filtro de salida

- Tensión nominal 480V
- Frecuencia 50/60Hz
- Corriente nominal 4... 400A
- Caída de tensión estándar 4%
- Tensión de aislamiento 2kV
- Sobre carga máxima:
 - Permanente 1.17 In
 - Transitoria (1/2 min) 2 In
- Construcción tipo cobre o aluminio

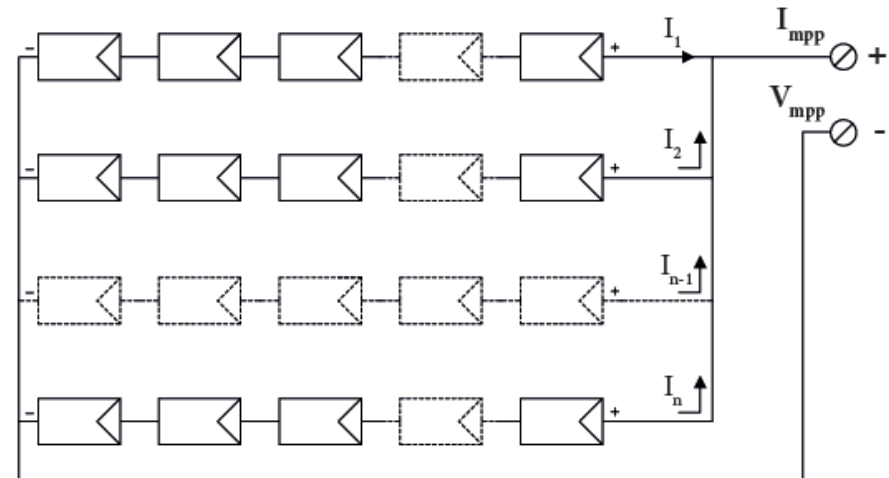
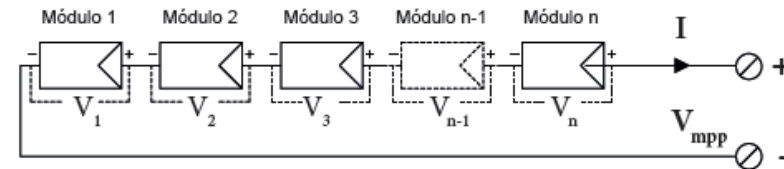
Configuración del campo solar

- Los paneles solares se conectan al bus CC del variador
- Los módulos solares se conectan entre sí en tramas serie/paralelo para alcanzar la potencia necesaria
- El N^o módulos en serie determina la tensión Vdc
- El n^o de series en paralelo determina la corriente total

Cálculo de valores

$$V_{mpp} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$I_{mpp} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$



Configuración del campo solar

Requisitos del campo solar:

- Potencia: debe ser adecuada a la de la bomba

Se recomienda Ej. Bomba de 4kW X 1,5= 6,75 kW de campo solar

- Nº de módulos en serie:
 - Deberá adecuarse a la tensión nominal del bus CC del variador
 - No podrá exceder la máxima tensión del bus CC del variador
- Nº de series en paralelo: no podrá exceder la máxima corriente de entrada del convertidor de frecuencia

Configuración del campo solar

Recomendación tensiones para los conjuntos de paneles solares

Si sobre pasamos los valores recomendados podemos averiar los equipos

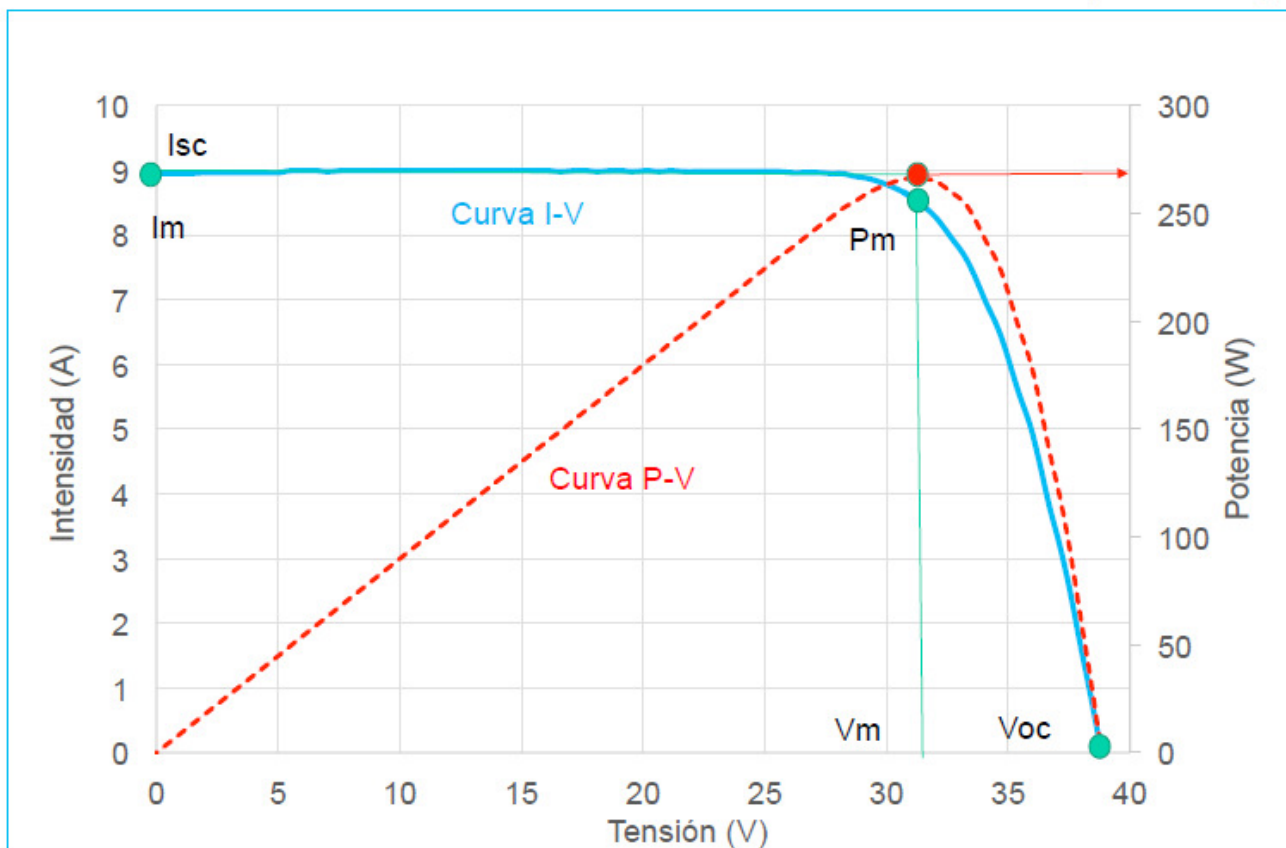


Tensión	220V CA	400V CA
Voc Máx.	380V DC	780V DC
Vol. Min	260V DC	460V DC
Vmpp	310V DC	530V DC

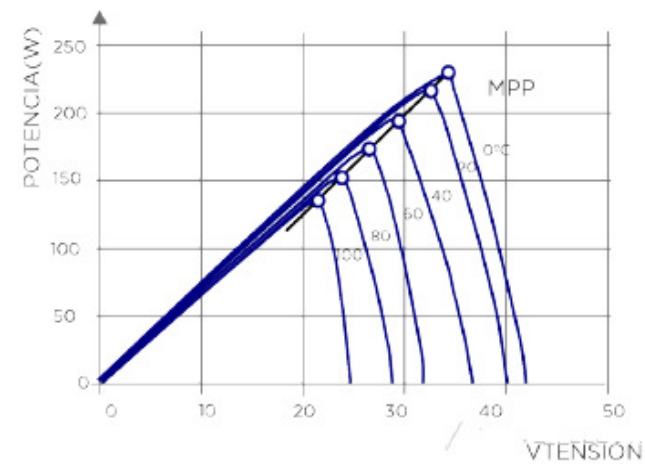
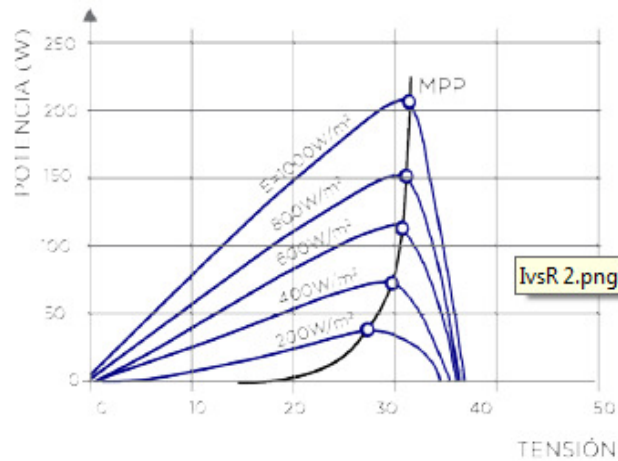
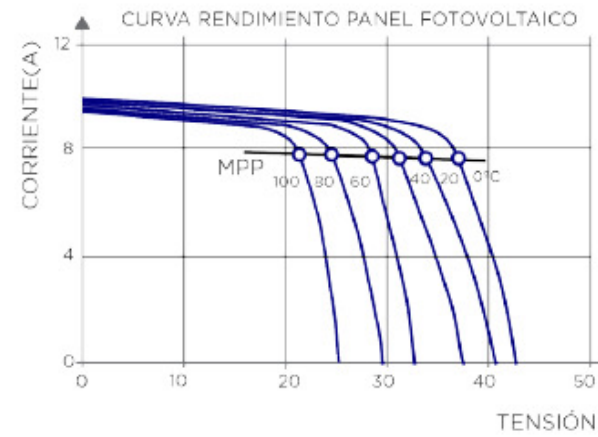
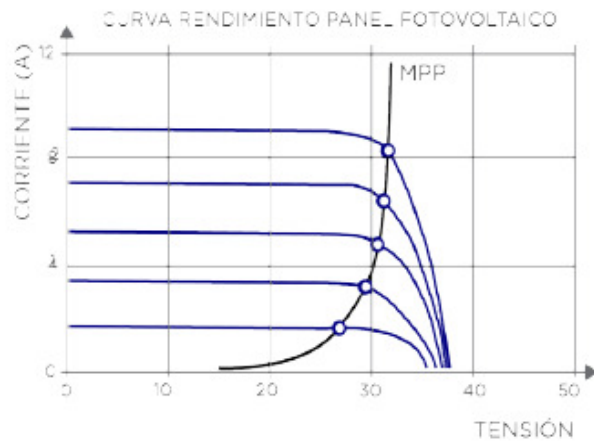
Configuración del campo solar

Curva I-V de un módulo FV

Variable en función de la irradiancia, temperatura, espectro solar...



Curvas de rendimiento paneles fotovoltaicos



Configuración del campo solar

Recomendación potencia paneles solares

VMC - Strings Configuración - Ver 3.0

CONTACTO

Nombre: Teléfono:
 Empresa:

CARACTERISTICAS de la INSTALACION

BOMBA

Potencia: kW CV
 Tensión: 3x220 Vac 3x400 Vac

MODULO SOLAR

1_Silicio Cristalino

Wp	Vmpp	Voc	Impp
250	30,1	37,9	8,3

Comentario:

CONFIGURACION

CAMPO SOLAR

<input type="text" value="9,5"/> kWp	Nominal	Max	Min
Módulos en serie (String)	Temp	25	60
<input type="text" value="19"/> 0	Vmpp	571,9	628,5
Strings en Paralelo	Impp	16,6	16,9
<input type="text" value="2"/> 0	Voc	791,4	V

KIT VMC_SOLAR

Convertidor de Frecuencia	kW	Vac	Inom	Bus_DC
SV055IP5A-4	5,5	400	15,9	565,7

EJEMPLO: Configuración del campo solar con paneles solares estándar

En este ejemplo se han utilizado los siguientes valores estándar de módulos para realizar los cálculos:

Wp	Vmpp	Voc	Impp	Temp. Coef. Voc
250	30,2	37,4	8,3	-0,27%
180	36,1	44,2	5	-0,37%

Consulte las características de su módulo con el fabricante.

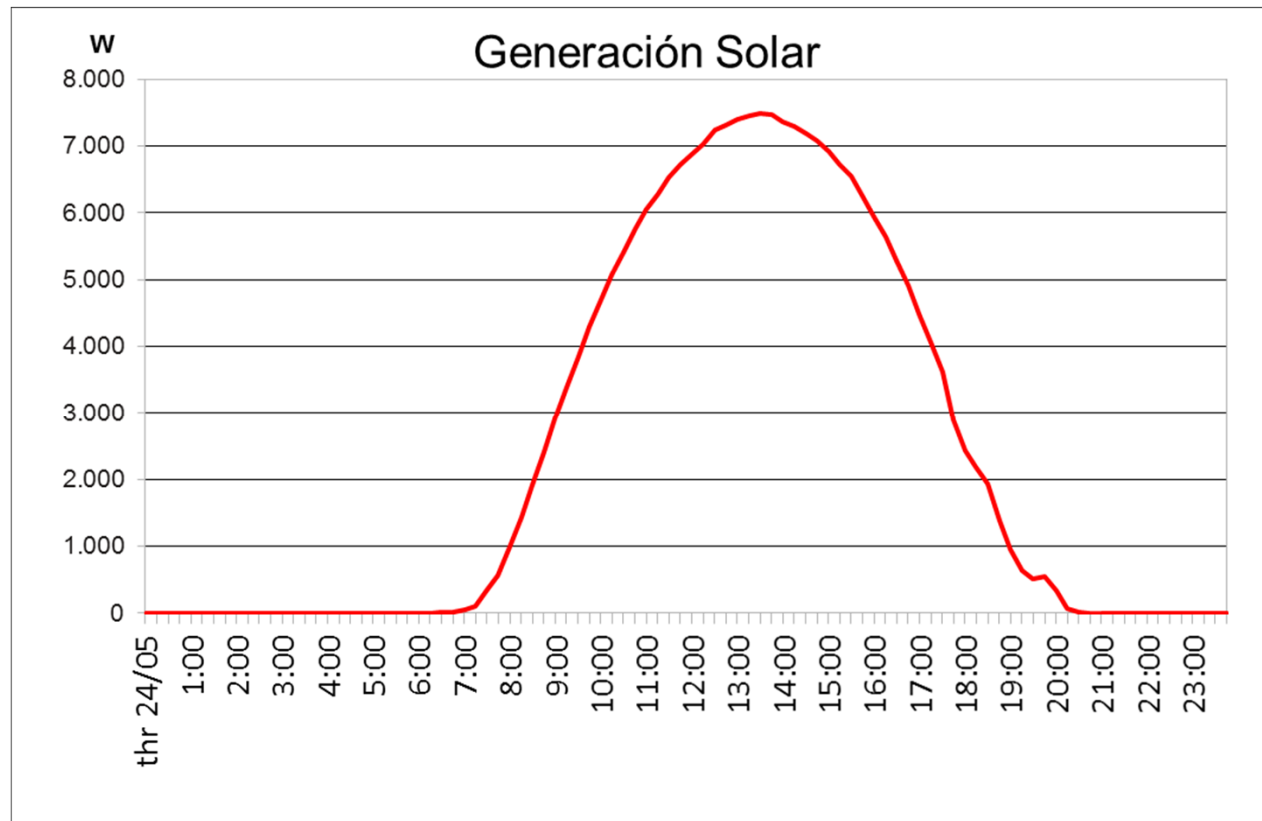
CONVERTIDOR			MÓDULO DE 180 Wp		
Tensión	Modelo	Potencia kW	Potencia kWp	Módulos en serie (string)	Nº Strings
3 x 220 Vac	SV008iG5A-1	0,8	1,26	7	1
	SV015iG5A-1	1,5	2,52	7	2

CONVERTIDOR			MÓDULO DE 250 Wp		
Tensión	Modelo	Potencia kW	Potencia kWp	Módulos en serie (string)	Nº Strings
3 x 220 Vac	SV022iG5A-2	2,2	4,5	9	2
	SV040iG5A-2	4	6,75	9	3
	SV055iG5A-2	5,5	9	9	4
	SV075iG5A-2	7,5	9	9	4

CONVERTIDOR			MÓDULO DE 250 Wp		
Tensión	Modelo	Potencia kW	Potencia kWp	Módulos en serie (string)	Nº Strings
3 x 400 Vac	SV022iG5A-4	2,2	4,75	19	1
	SV040iG5A-4	4	8	16	2
	SV055iG5A-4	5,5	9,5	19	2
	SV075iG5A-4	7,5	14,25	19	3
	SV110iG5A-4	11	17	19	4
	SV150iG5A-4	15	23	19	5
	SV185iG5A-4	18,5	28,5	19	6
	SV220iG5A-4	22	33	19	7
	SV075iP5A-4	5,5	9,5	19	2
	SV110iP5A-4	7,5	9,5	19	2
	SV150iP5A-4	11	17	19	4
	SV185iP5A-4	15	23	19	5
	SV220iP5A-4	18,5	28,5	19	6
	SV300iP5A-4	22	33	19	7
	SV370iP5A-4	30	42,5	19	9
	SV450iP5A-4	37	57	19	12
	SV550iP5A-4	45	66,5	19	14
	SV750iP5A-4	55	85	19	18
	SV900iP5A-4	75	114	19	24
	SV1100iP5A-4	90	137	19	29
SV1320iP5A-4	110	166	19	35	
SV1600iP5A-4	132	199	19	42	

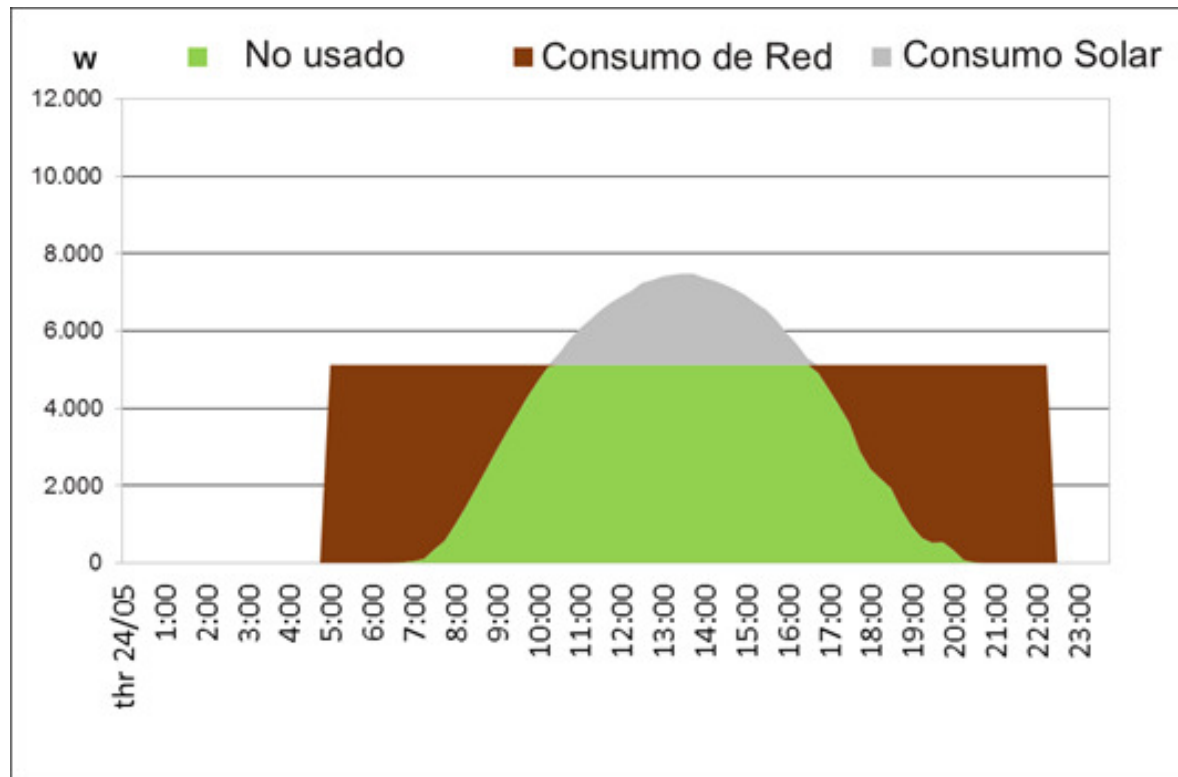
Configuración del campo solar

Gráfico de radiación solar



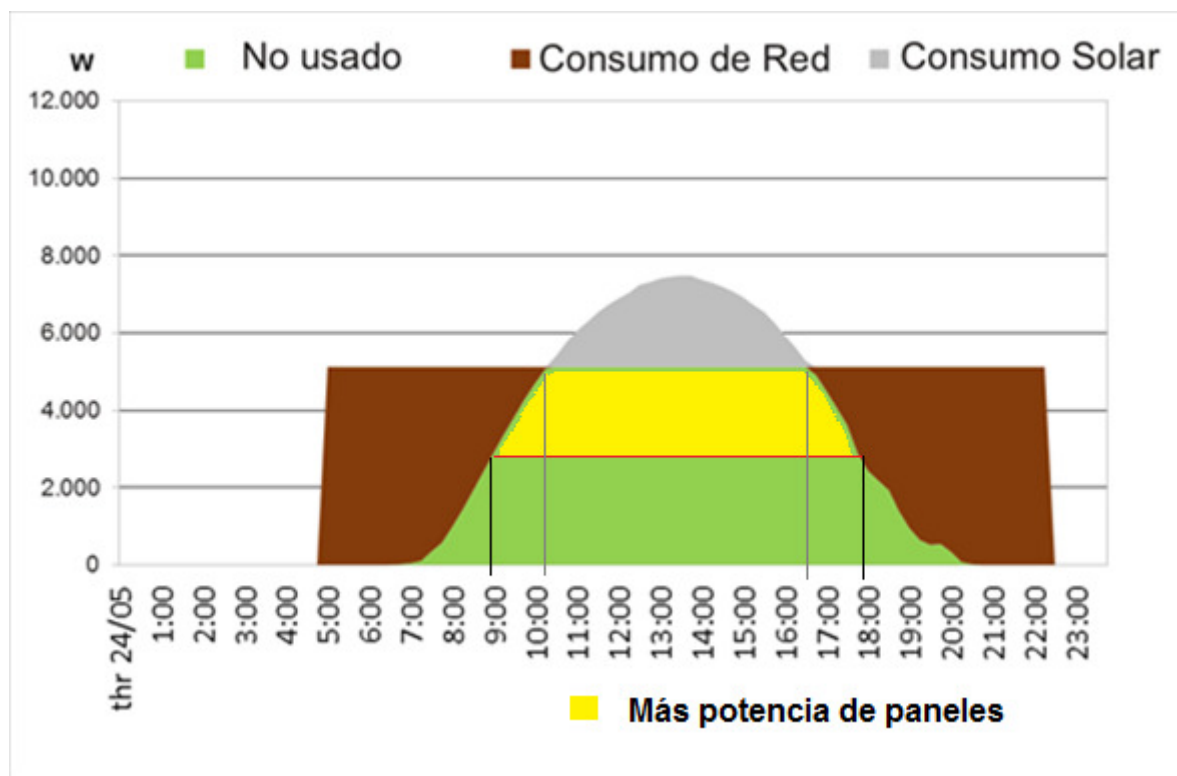
Configuración del campo solar

Gráfico de radiación solar hibridada con la red eléctrica



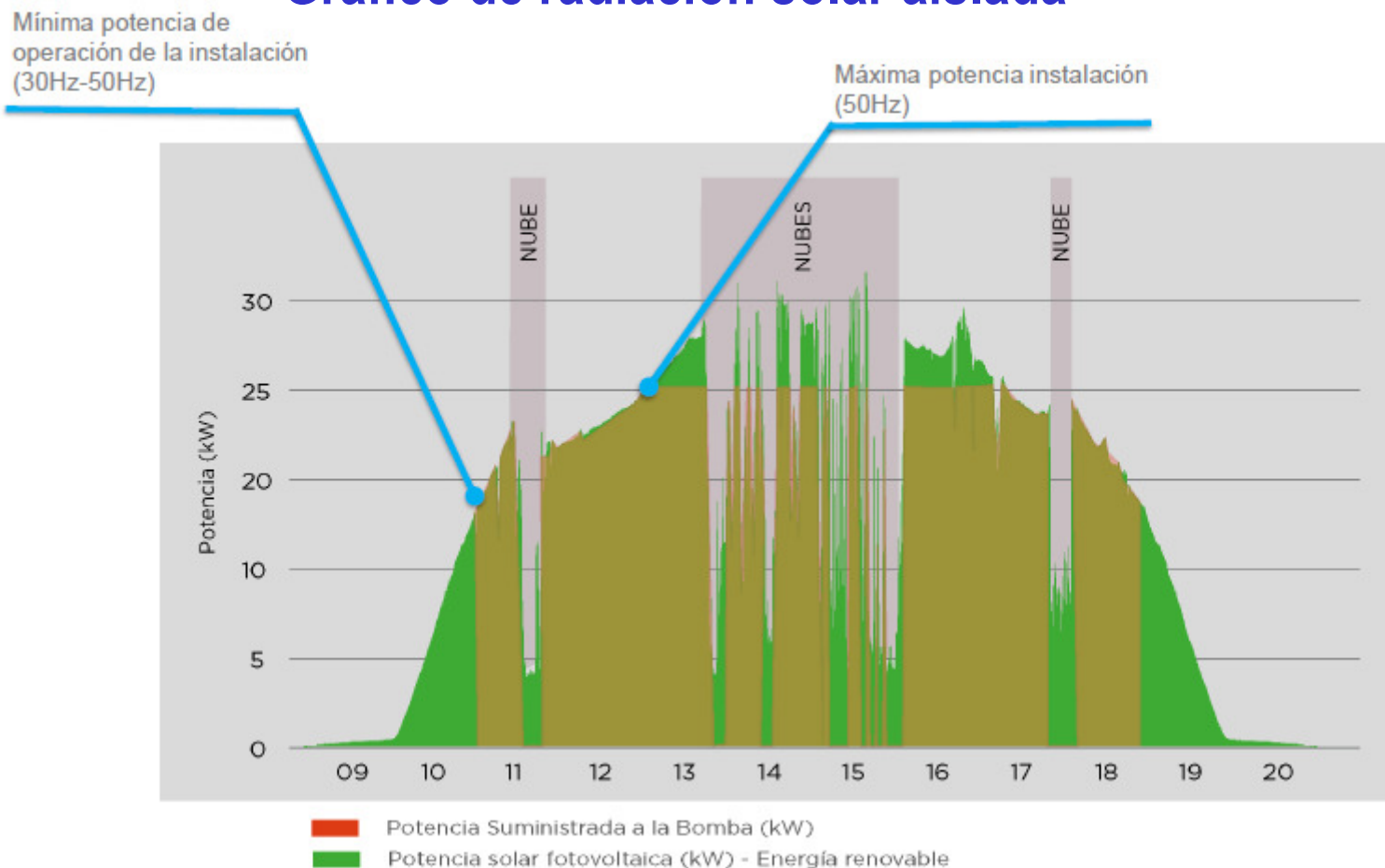
Configuración del campo solar

Gráfico de radiación solar, mayor potencia de paneles, más horas de funcionamiento

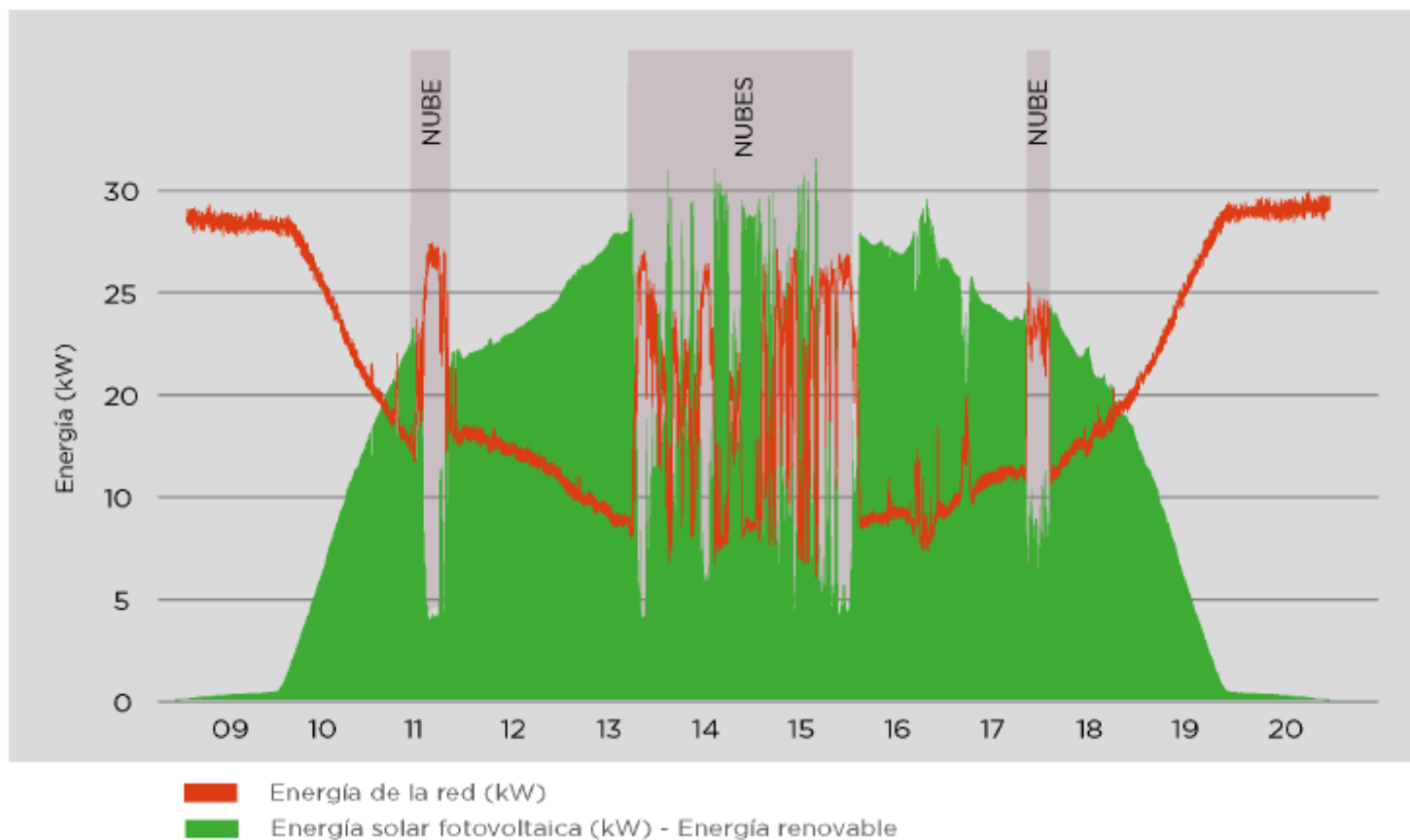


Configuración del campo solar

Gráfico de radiación solar aislada

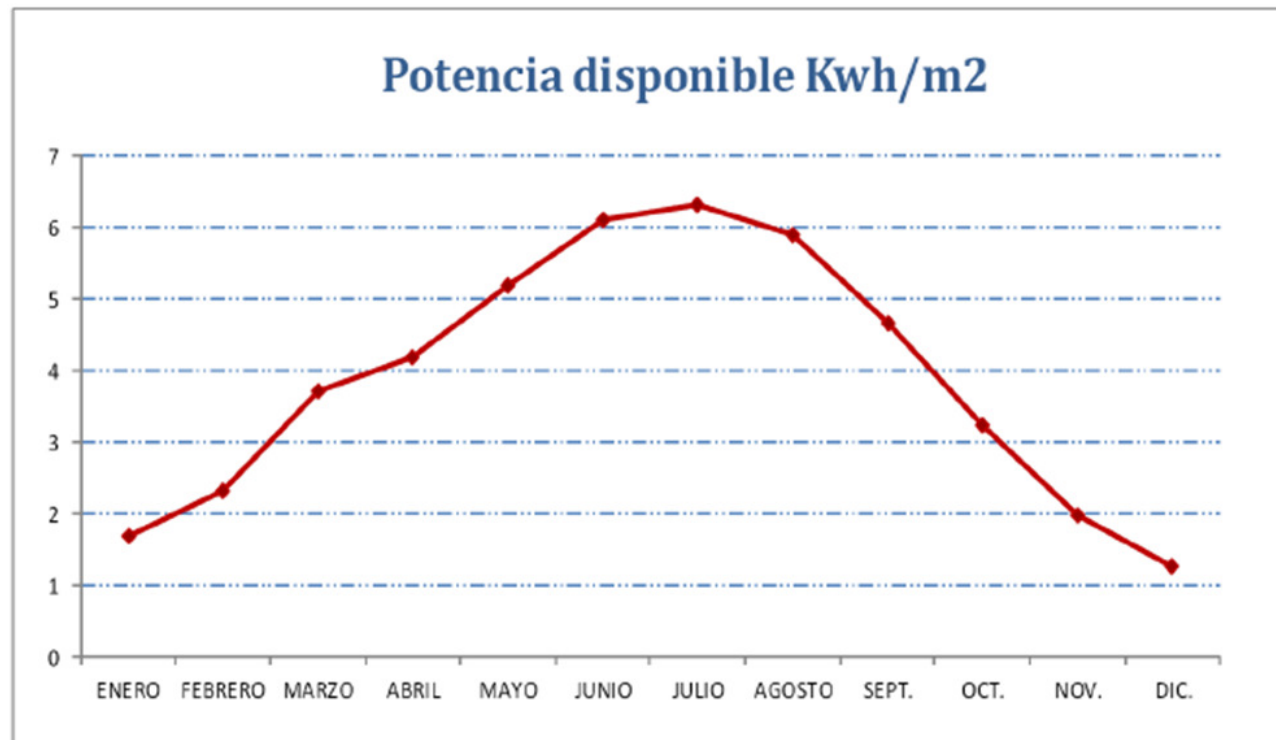


Configuración del campo solar Gráfico de radiación solar con hibridación



Configuración del campo solar

Los meses de mayor radiación coinciden con los de mayor necesidad de agua



Solución VMC Solar

Modos de funcionamiento

- 1- Básico (Red aislada).**
- 2- Básico (Red aislada) radiación solar y niveles.**
- 3- Red y paneles (Red no aislada).**

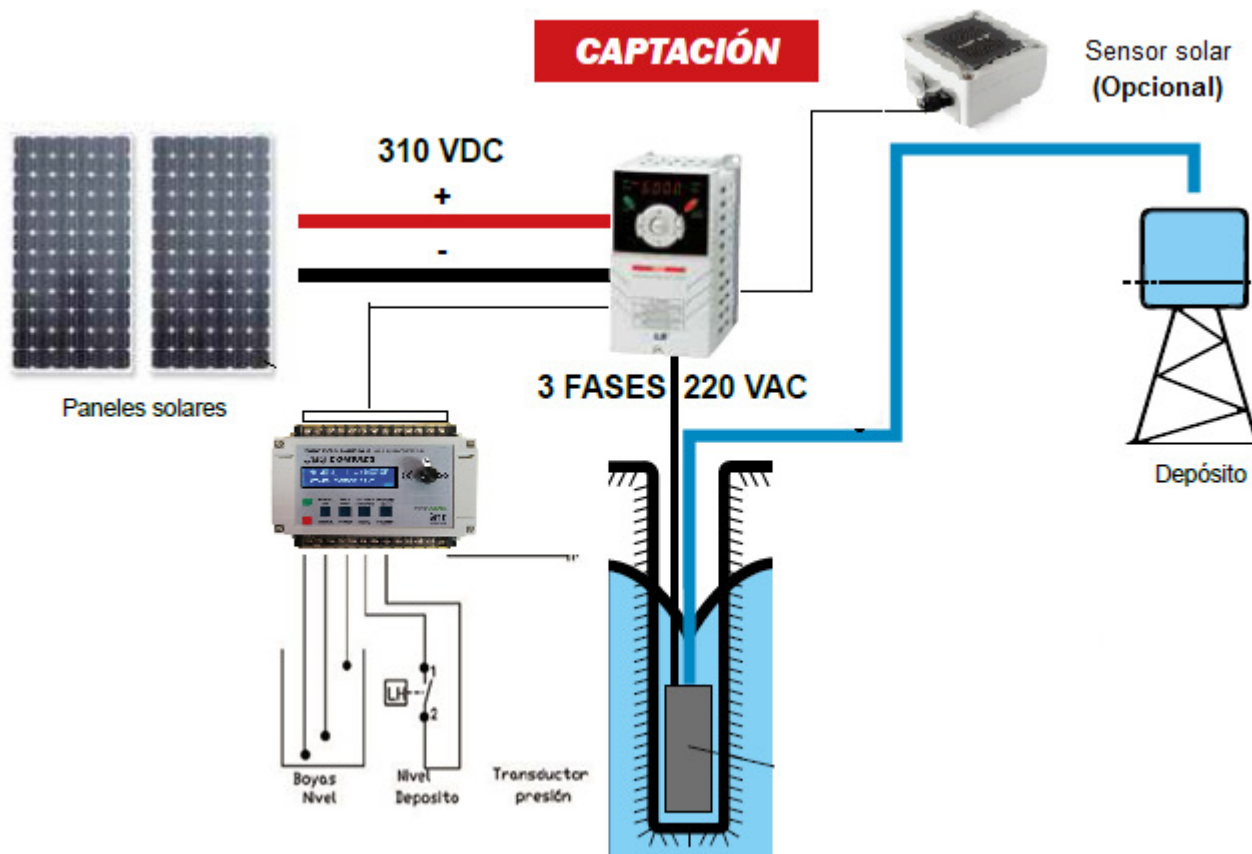
Solución VMC Solar

1- Básico (Red aislada).



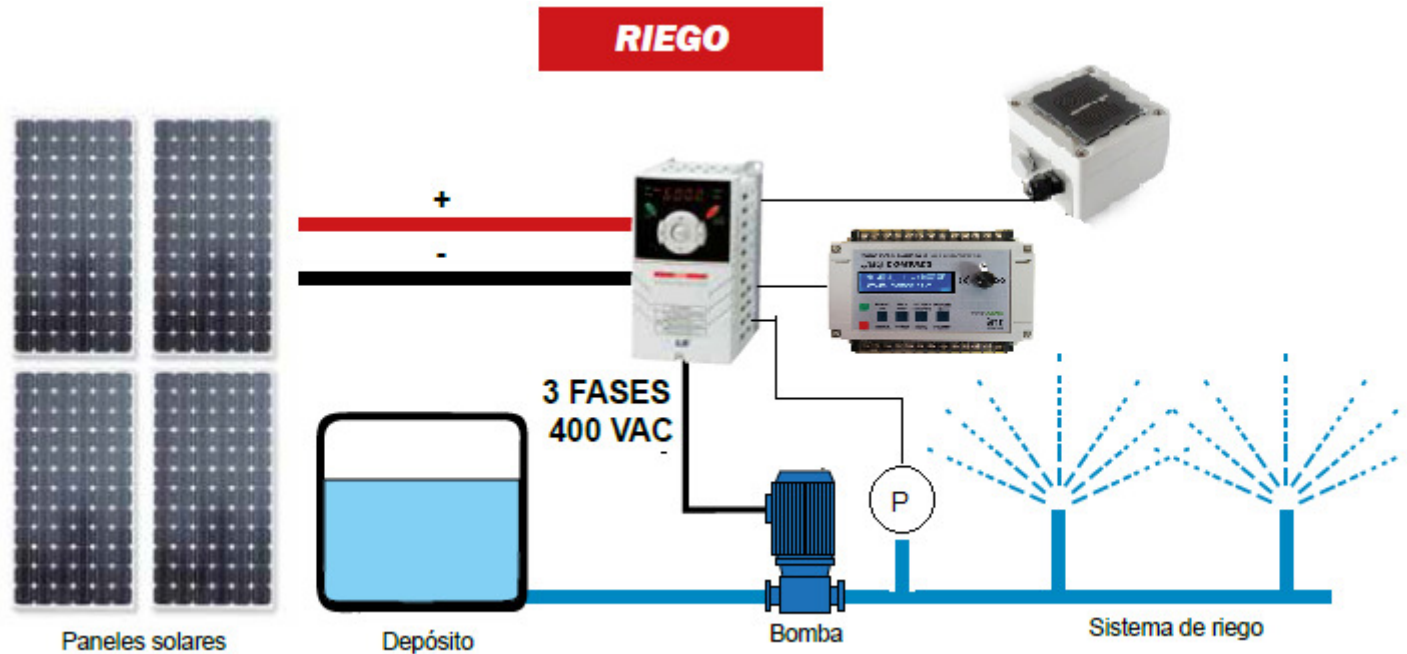
Solución VMC Solar

Recomendación, control nivel
bomba sumergida a través de sondas



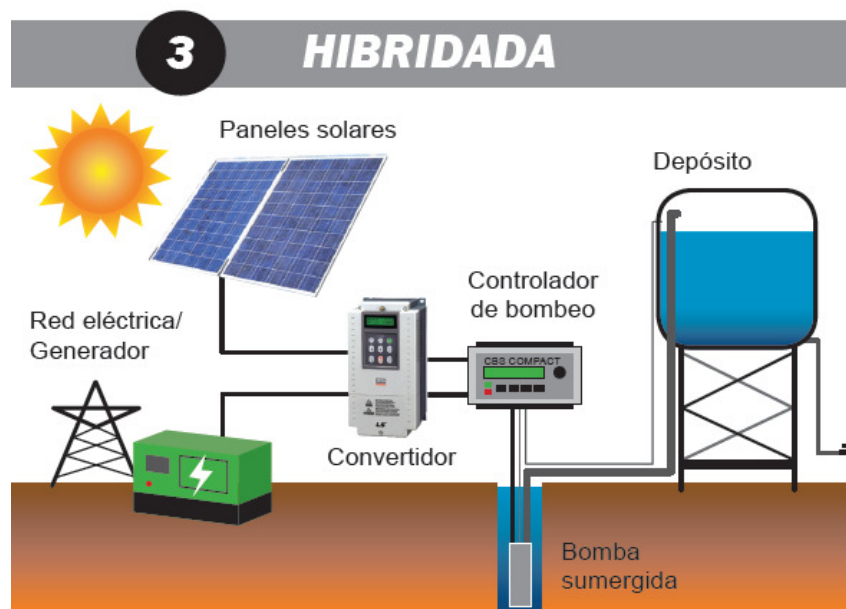
Solución VMC Solar

Equipos con control de puesta en marcha por radiación solar y control de presión

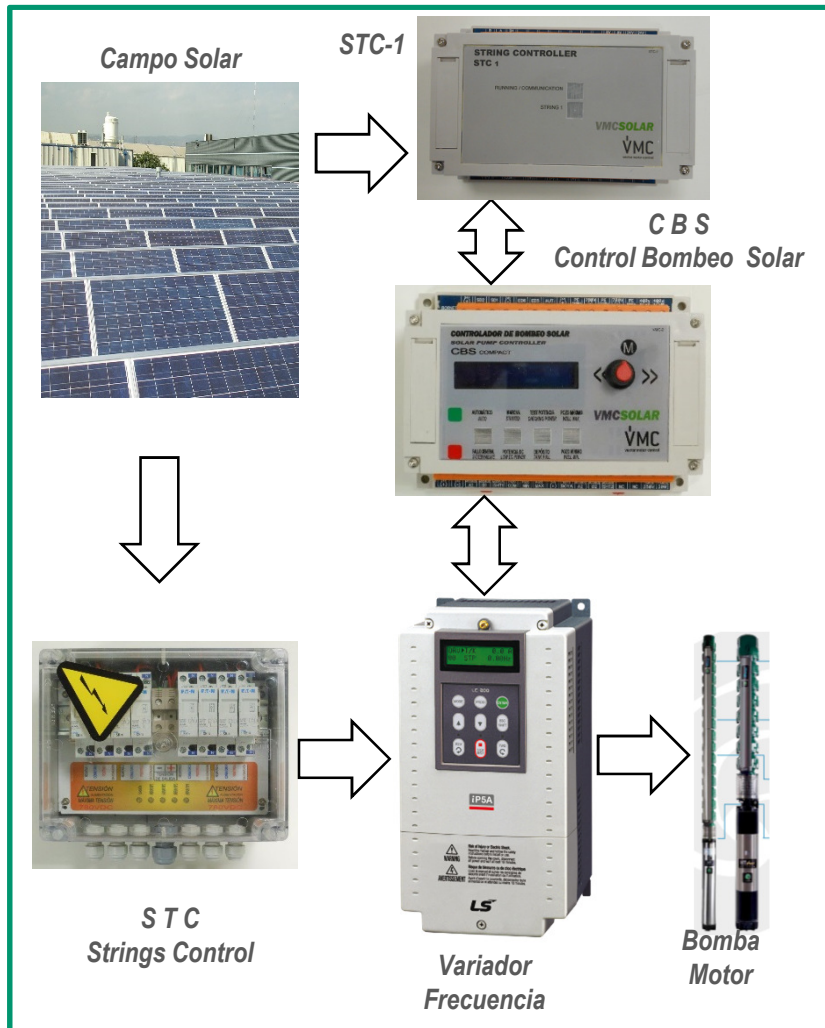


Solución VMC Solar

3- Red y paneles (Red no aislada) con hibridación



Configuración del campo solar



STC. El dispositivo Strings Control (STC) permiten la optimización del campo solar al poder conectar/desconectar una parte de los módulos solares conectados en serie (strings) adecuando el campo solar a la mejor tensión de trabajo, a su vez impide que se supere la máxima tensión permitida en los variadores de velocidad:

- Optimización del dimensionado del campo solar
- Protección de los variadores de frecuencia contra sobre-tensiones
- Mejora de las maniobras de paro/arranque

Configuración del campo solar

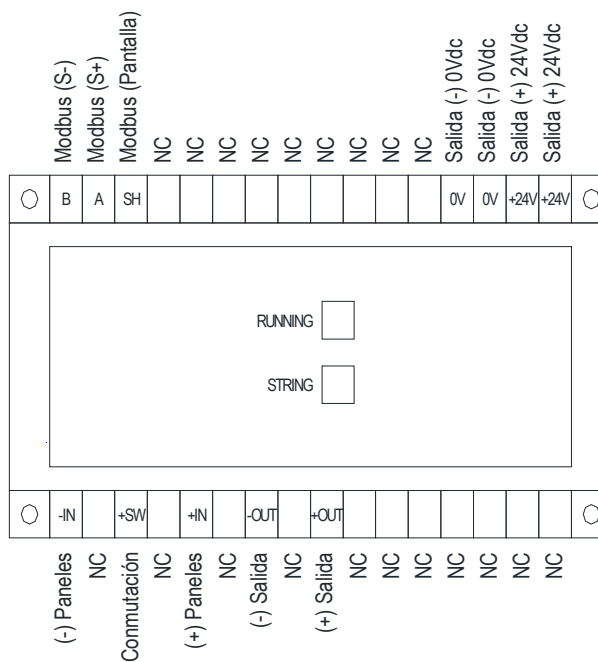
Controlador de un string con medición de potencia

- 1- Corto circuito de diferentes módulos.
- 2- Medida de potencia del string vía comunicación Modbus RTU.



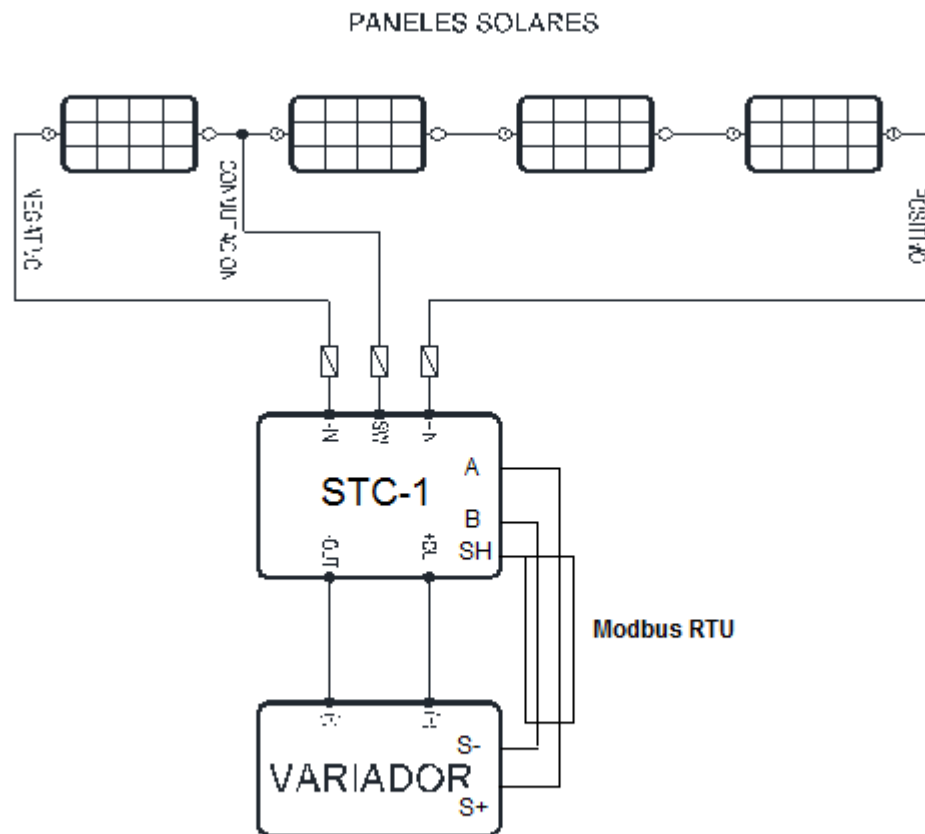
Configuración del campo solar

Conexiones del controlador de un string



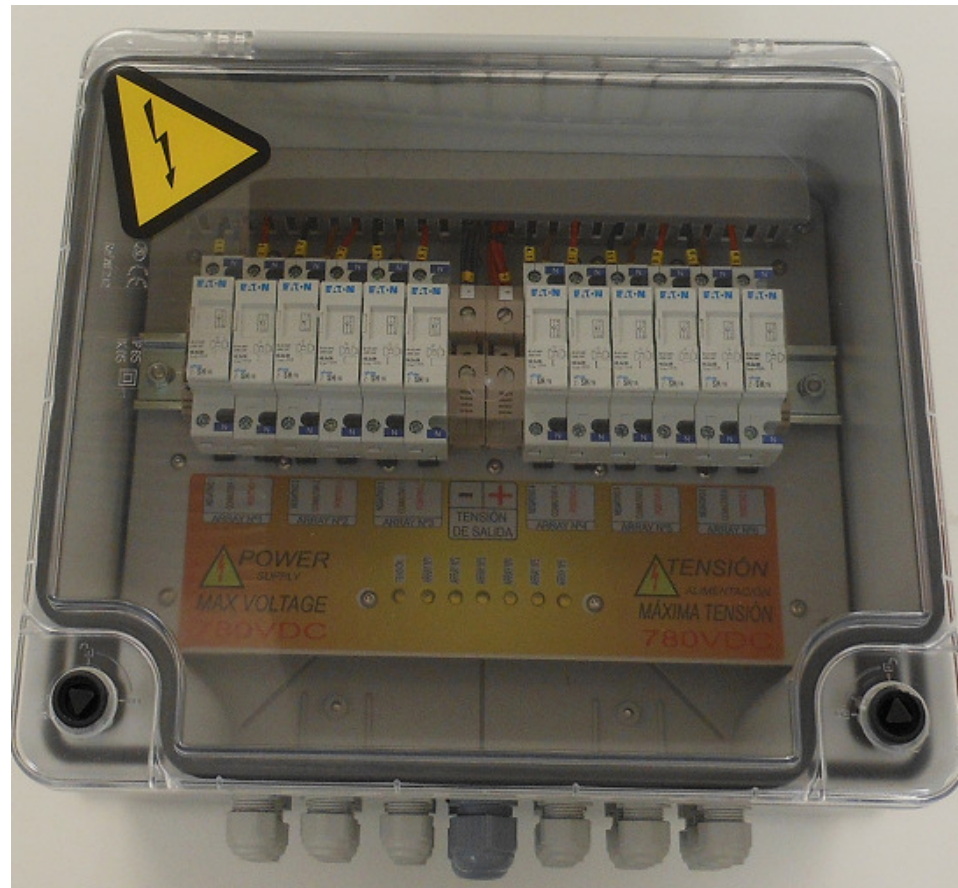
Configuración del campo solar

Inter-conexionado entre los módulos, STC-1 y variador



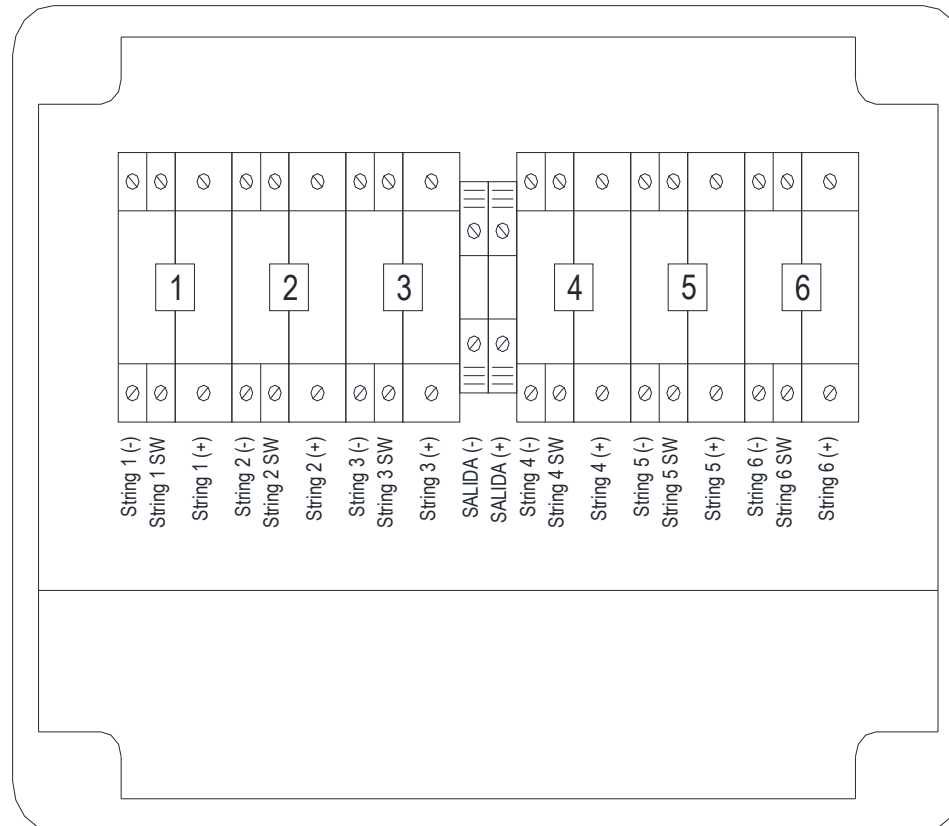
Configuración del campo solar

STC-2, STC-4 y STC-6



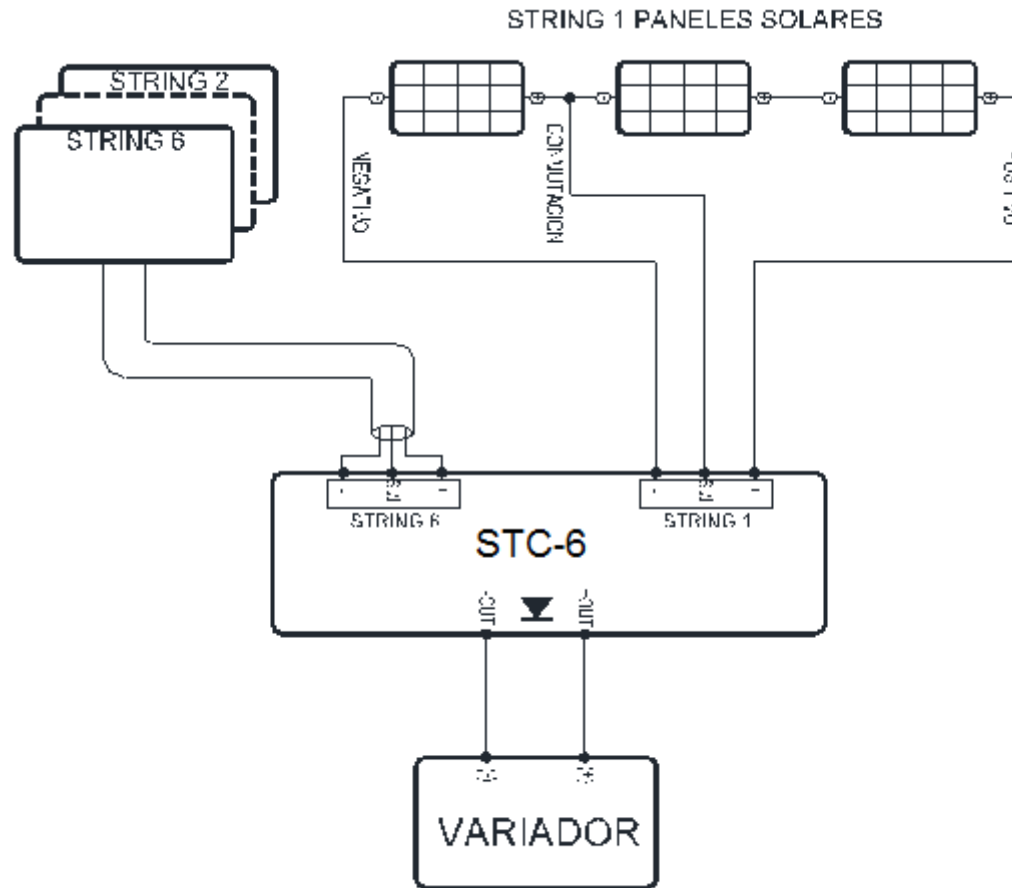
Configuración del campo solar

Inter-conexión STC-6



Configuración del campo solar

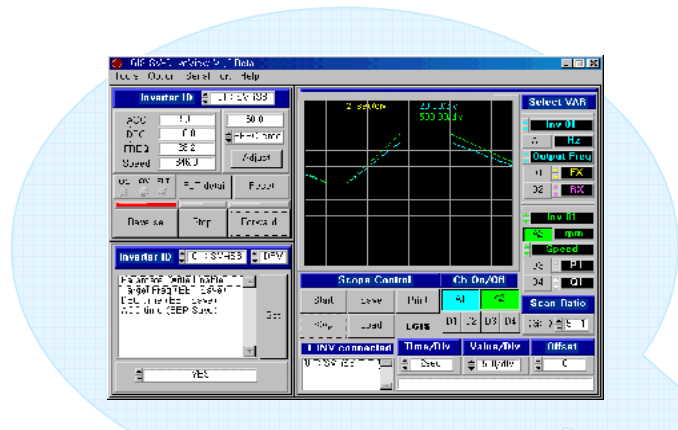
Inter-conexión STC-6 y variador



Solución VMC Solar

Programación de los equipos con Driveview 3.3

Comunicación RS-485, LS BUS o Modbus-RTU



Entorno Windows

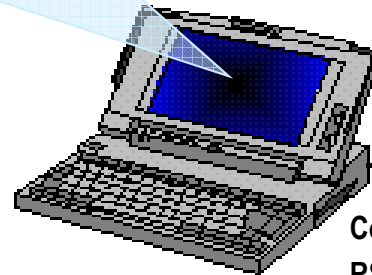
Monitorización y programación

Osciloscopio

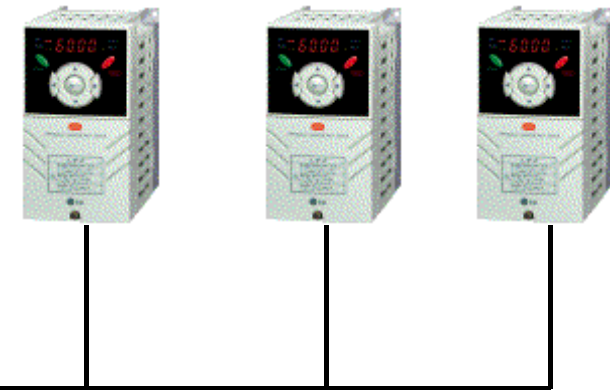
Link Multi-drop hasta 32 Variadores

Long. Max. : 1,2 km

Vel. Com.: 1.200 ~ 19.200 bps



Convertidor RS-232/485



Solución VMC Solar

Aplicaciones



- Riego agrícola
- Suministro de agua en zonas rurales
- Extracción de agua subterránea para consumo humano
- Tratamiento de aguas residuales

Ámbitos



- Sustitución de generadores de gasoil
- Zonas sin suministro eléctrico o con redes débiles
- Instalaciones con elevados costes energéticos
- Instalaciones para consumos temporales

Solución VMC Solar

Los variadores de velocidad en las estrategias de eficiencia y ahorro aportan:

- **Eficiencia energética:**
 - Control del caudal y velocidad de giro
 - Disminución de la potencia requerida
 - Mejora del rendimiento motor/bomba
 - Mejora en las maniobras arranque/paro

- **Ahorro energético:**
 - Disminución de la energía consumida
 - Alargan la vida útil de la instalación

Las prestaciones de los variadores de velocidad permiten un rápido retorno de la inversión

Gracias por su atención



Preguntas y comentarios

Más información en www.vmc.es