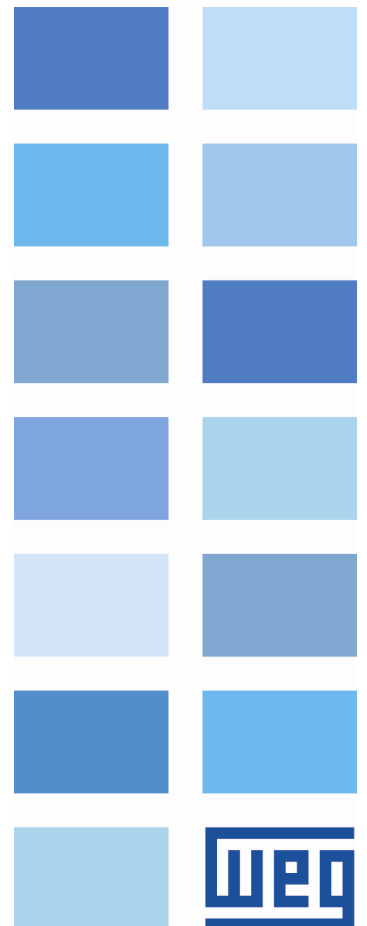


SOLAR PUMP DRIVE CFW11

Manual de Aplicación

Idioma: Español
Documento: 10009999822 / 00





Manual de Aplicación Solar Pump Drive

Serie: CFW11

Idioma: Español

Nº del Documento: 10009999822 / 00

Fecha de la Publicación: 08/2022

SUMARIO

SOBRE EL MANUAL	4
ABREVIACIONES Y DEFINICIONES.....	4
REPRESENTACIÓN NUMÉRICA	4
REFERENCIA RÁPIDA DE LOS PARÁMETROS	5
FALLAS Y ALARMAS	7
1 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	8
1.1 AVISOS DE SEGURIDAD DEL MANUAL	8
1.2 AVISOS DE SEGURIDAD EN EL PRODUCTO	8
1.3 RECOMENDACIONES PRELIMINARES	8
2 SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEO DE AGUA	10
2.1 VISIÓN GENERAL DEL CFW11 EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	10
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SOLAR PUMP DRIVE	10
3 INSTALACIÓN	12
3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS MÓDULOS SOLARES FOTOVOLTAICOS.....	12
3.2 CONEXIONES.....	15
3.2.1 Modelo T4 Mecánica A a D	15
3.2.2 Modelo T4 Mecánica E y F.....	16
3.2.3 Modelo T4 con Alimentación Externa.....	17
4 MÉTODO DE CONTROL POR RASTREO DEL MPPT	18
5 DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS	19
5.1 REGULADOR DE TENSIÓN	19
5.1.1 Límites del Setpoint de Tensión.....	19
5.1.2 Controlador PID de Tensión CC	20
5.1.2 Controlador de Efecto Nube/Carga.....	20
5.1.3 Configuración Arranque del Sistema.....	21
5.1.4 Detector Solar	22
5.2 REGULADOR DE PRESIÓN	24
5.2.1 Regulador PID de Presión	25
5.2.2 Modo Dormir	26
5.3 PROTECCIONES	26
5.3.1 Bomba Seca	27
5.3.2 Presión de Salida Mínima.....	28
5.3.3 Presión de Salida Máxima	28
5.4 SETPOINT DEL CONTROL	29
5.4.1 Reset del Tiempo de Operación (P1014) y Energía Total kWh (P1015)	29
5.5 MONITOREO HMI	30
5.6 PARÁMETROS DE LECTURA	30
6 PUESTA EN MARCHA	32

SOBRE EL MANUAL

Este manual suministra la descripción necesaria para configuración del Solar Pump Drive desarrollada en la función SoftPLC del convertidor de frecuencia CFW11. Este manual de aplicación debe ser utilizado en conjunto con el manual del usuario del CFW11, con el manual de la función SoftPLC y con el manual del software WLP.

ABREVIACIONES Y DEFINICIONES

CLP	Controlador Lógico Programable
CRC	Cycling Redundancy Check
RAM	Random Access Memory
USB	Universal Serial Bus
WLP	Software de Programación en Lenguaje Ladder

REPRESENTACIÓN NUMÉRICA

Los números decimales son representados a través de dígitos sin sufijo. Números hexadecimales son representados con la letra 'h' luego del número.

REFERENCIA RÁPIDA DE LOS PARÁMETROS

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Padrón Aplicación 60 Hz (50 Hz)	Ajuste del Usuario	Prop.	Grupos	Pág.
P0100	Tiempo Aceleración	0.1 a 999.0 s	20.0 s			04, 20	-
P0101	Tiempo Desaceleración	0.1 a 999.0 s	20.0 s			04, 20	-
P0133	Velocidad Mínima	0 a 18000 rpm	2400 (2000) rpm			04, 22	-
P0134	Velocidad Máxima	0 a 18000 rpm	3600 (3000) rpm			04, 22	-
P0136	Boost de Torque Manual	0 a 9	2		V/F	04, 23	-
P0142	Tensión Salida Máxima	0.0 a 100.0 %	100.0 %		cfg V/F	24	-
P0143	Tensión Salida Intermed	0.0 a 100.0 %	60.0 %		cfg V/F	24	-
P0144	Tensión Salida Mínima	0.0 a 100.0 %	28.0 %		cfg V/F	24	-
P0202	Tipo del Control	0 a 7	0 (1) = V/F		cfg	05	-
P0205	Parámetro Lectura 1	2 = Velocidad in rpm 5 = Frecuencia in Hz	5 = Frec. de Salida			30	30
P0206	Parámetro Lectura 2	0 a 40	4 = Link DC Voltage			30	30
P0207	Parámetro Lectura 3	0 a 40	3 = Cor. del Motor			30	30
P0208	Escala da Referencia	0 a 65535	600			30	30
P0209	Unidad Eng. Ref. 1	72 = H (Hz)	72 = H (Hz)			30	30
P0210	Unidad Eng. Ref. 2	122 = z (Hz)	122 = z (Hz)			30	30
P0211	Unidad Eng. Ref. 3	32 = ' '	32 = ' '			30	30
P0212	Forma de Indicación Ref.	0 a 3	1 = wxy.z			30	30
P0220	Selección LOC/REM	0 a 14	1 = Siempre Remoto		cfg	31, 32	-
P0222	Sel. Referencia REM	0 a 13	12 = SoftPLC		cfg	32	-
P0226	Selección Giro REM	0 a 16	0 = Horario		cfg	32	-
P0227	Selección Gira/Para REM	0 a 6	1 = Dlx		cfg	32	-
P0228	Selección JOG REM	0 a 7	0 = Inactivo		cfg	32	-
P0230	Zona Muerta (Als)	0 a 1	1 = Activa		cfg	38	-
P0231	Función del Señal AI1	6 = Lectura PID Pressión	5 = Sin Función		cfg	38	24
P0233	Señal de la Entrada AI1	0 = 0 a 10 V 1 = 4 a 20 mA	0 = 0 a 10 V		cfg	38	-
P0235	Filtro de la Entrada AI1	0.00 a 16.00	0.30 s			38	-
P0236	Función del Señal AI2	6 = Sensor Detección Solar 7 = Setpoint del Control	5 = Sin Función		cfg	38	23
P0238	Señal de la Entrada AI2	0 a 4	0 = 0 a 10 V		cfg	38	-
P0251	Señal de la Salida AO1	12 = Repetir AI1	2 = Velocidad Real		cfg	39	24
P0254	Señal de la Salida AO2	12 = Repetir AI2	0 = Referencia Velocidad		cfg	39	24
P0263	Función de la Entrada DI1	0 a 31	1 = Gira / Para		cfg	40	-
P0264	Función de la Entrada DI2	21 = Alimentación por grupo o red	0 = Sin Función		cfg	40	24
P0265	Función de la Entrada DI3	21 = 1ª DI Selección del Setpoint del Control	0 = Sin Función		cfg	40	29
P0266	Función de la Entrada DI4	21 = 2ª DI Selección del Setpoint del Control	0 = Sin Función		cfg	40	29
P0267	Función de la Entrada DI5	21 = PID de Presión Man/Auto	0 = Sin Función		cfg	40	25
P0268	Función de la Entrada DI6	0 a 31	0 = Sin Función		cfg	40	-
P0275	Función de la Salida DO1	28 = Acciona Alimentación Externa	11 = Run		cfg	41	23
P0276	Función de la Salida DO2		2 = N > Nx		cfg	41	23
P0277	Función de la Salida DO3		1 = N* > Nx		cfg	41	23
P0296	Tensión Nominal Red	0 a 8	Conforme modelo del convertidor		V/f	44	-
P0320	FlyStart/Ride-Through	0 a 3	3 = Ride-Through		cfg	42	-
P0331	Rampa de Tensión FS y RT	0.2 a 60.0 s	10.0 s		cfg	44	-
P0340	Tiempo Autoreset	0 a 3600 s	0 s			45	27
P0341	Compensación de Tensión de Salida	0 a 1	1 = Activa		cfg V/f		-
P0400	Tensión Nominal Motor	200 a 600 V	Conforme modelo del convertidor		cfg	05, 43	-
P0401	Corriente Nom. Motor	0.0 a 477.0 A			cfg	05, 43	-
P0402	Velocidad Nom. Motor	0 a 18000 rpm			cfg	05, 43	-
P0403	Frecuencia Nom. Motor	0 a 300 Hz	60 (50) Hz		cfg	05, 43	-



¡NOTA!

Para cargar el valor padrón de fábrica, configure el parámetro P0204 en "7".

Referencia Rápida de los Parámetros, Fallas y Alarmas

Parám.	Descripción	Rango de Valores	Padrón Aplicación 60 Hz (50 Hz)	Ajuste del Usuario	Prop	Grupos	Pág.
P1001	Comando para SoftPLC	0 a 2	1 = Ejecuta Aplic.			50	-
P1010	Versión de la Aplicación Solar Pump Drive	0.00 a 10.00	-		ro	50	30
P1011	Setpoint Actual de Rastreo	0 a 1000 V	-		ro	50	30
P1012	Setpoint Actual de Control	0.0 a 300.0 (psi/bar/Hz)*	-		ro	50	30
P1013	Presión de Salida	0.0 a 300.0 (psi/bar)	-		ro	50	31
P1014	Tiempo de Operación CFW11	0 a 6553.5 h	-		ro	50	31
P1015	Energía Total	0 a 65535 kWh	-		ro	50	31
P1016	Tiempo Restante Para un Nuevo intento de Arranque	0 a 3600 s	-		ro	50	31
P1017	Valor de Parada de AI2	0.0 a 100.0 %	0.0 %			50	23
P1018	Filtro Lectura de Tensión Vcc	0.00 a 9.99	0.10 s			50	-
P1019	Tasa incremento MPPT	10 a 40	20			50	19
P1022	Setpoint Mínimo Vcc	0 a 1000 V	450 V			50	19
P1023	Setpoint Máximo Vcc	0 a 1000 V	750 V			50	19
P1024	Ganancia PID Vcc	0.000 a 32.000	1.000			50	20
P1025	Ganancia Integral PID Vcc	0.00 a 320.00	20.00			50	20
P1026	Ganancia Derivativo PID Vcc	0.000 a 32.000	0.00			50	20
P1027	Tiempo entre Arranque	0 a 3600 s	60 s			50	21
P1028	Valor de Arranque de AI2	0.0 a 100.0 %	0.0 %			50	21
P1029	Valor Accionamiento DOx Valor AI2 para arranque de fuente de alimentación externa (red / grupo)	0.0 a 100.0 %	0.0 %			50	23
P1030	Control de Presión	0 = Manual 1 = Automático 2 = DI5 Selección 3 = Deshabilitado	3 = Deshabilitado				24
P1031	Escala Presión de Salida	0.0 a 300.0 (psi/bar)	10.0			50	25
P1032	Ganancia Proporcional PID Presión	0.000 a 32.000	1.000			50	25
P1033	Ganancia Integral PID Presión	0.00 a 320.00	10.00			50	25
P1034	Ganancia Derivativo PID Presión	0.000 a 32.000	0.000			50	25
P1035	Velocidad del Motor para el Control ir al Modo Dormir	0 a 300.0 Hz	0 Hz			50	26
P1036	Tiempo para el Control ir al Modo Dormir	1 a 65000 s	10 s			50	26
P1037	Desvío de la Variable de Proceso para el Control Despertar	0.0 a 300.0	0.0			50	26
P1038	Nivel de Activación del Controlador de nube/ carga	0.0 a 100.0 %	1.0 %			50	21
P1039	Ganancia del controlador de nube/carga	0.00 a 10.00	1.00			50	21
P1040	Tiempo para Falla por Bomba Seca	0 a 3600 s	0 s			50	27
P1041	Velocidad del Motor para detectar Bomba Seca	0.0 a 300.0 Hz	54.0 (45.0) Hz			50	27
P1042	Corriente Percentual del Motor para detectar Bomba Seca	0.1 a 100.0 %	45.0 %			50	27
P1043	Tiempo Reset Bomba Seca	0 a 720 min	0 min			50	27
P1044	Presión de Salida Mínima para Falla	0.0 a 300.0	0.0			50	28
P1045	Tiempo Presión Mínima para Falla	0 a 3600 s	0 s			50	28
P1046	Presión de Salida Máxima para Fallo	0.0 a 300.0	10.0			50	28
P1047	Tiempo Presión Máxima para Fallo	0 a 3600 s	0 s			50	28
P1049	Tiempo de Accionamiento DOx	0 a 3600 s	0 s			50	23
P1051	Setpoint (Consigna) 1 del Control	0.0 a 300.0 (psi/bar/Hz)*	60.0 (50.0) Hz			50	29
P1052	Setpoint (Consigna) 2 del Control	0.0 a 300.0 (psi/bar)	1.5			50	29
P1053	Setpoint (Consigna) 3 del Control	0.0 a 300.0 (psi/bar)	1.5			50	29
P1054	Setpoint (Consigna) 4 del Control	0.0 a 300.0 (psi/bar)	1.5			50	29
P1059	Reset Tiempo y kWh	0 = Sin Función 1 = Reseta Contador de Tiempo 2 = Reset Energía Total kWh	0 = Sin Función			50	29

* Según la selección del modo de control de presión (p1030). Si se selecciona el modo automático, la variable controlada es la presión (mca, psi, bar, etc). Si se selecciona el modo manual, la variable controlada es la referencia de velocidad (Hz).

FALLAS Y ALARMAS

Falla / Alarma	Descripción	Causas más Probables
F021: Subtensión en el Link DC	Falla de subtensión en el circuito intermedio.	La tensión de entrada es demasiado baja y la tensión del Link DC cae por debajo del valor mínimo permitido (controle el valor del parámetro P0004): Ud < 223 V – Tensión de Entrada trifásica 200/240 V (P0296 = 0). Ud < 170 V - Tensión de Entrada monofásica 200-240 V (P0296 = 0). Ud < 385 V - Tensión de Entrada 380 V (P0296 = 1). Ud < 405 V - Tensión de Entrada 400/415 V (P0296 = 2). Ud < 446 V - Tensión de Entrada 440/460 V (P0296 = 3). Ud < 487 V - Tensión de Entrada 480 V (P0296 = 4). Ud < 530 V - Tensión de Entrada 500/525 V (P0296 = 5). Ud < 580 V - Tensión de Entrada 550/575 V (P0296 = 6). Ud < 605 V - Tensión de Entrada 600 V (P0296 = 7). Pérdida de fase en la entrada del inversor; Falla del circuito de precarga; El parámetro P0296 se ajustó a un valor superior a la tensión nominal de la fuente de alimentación.
A163: Falla señal Alx 4 a 20 mA	Señal de la entrada analógica Alx en 4 a 20 mA o 20 a 4 mA está por debajo de 2 mA.	Señal de corriente en la entrada analógica Alx interrumpida o nula. Error en la parametrización de la entrada analógica Alx.
A750: Modo Dormir Activo	Indica que el Sistema está en modo dormir.	Velocidad del motor quedo por debajo del valor programado en P1035 durante el tiempo programado en P1036
A752: Tempo de Arranque	Indica que el tiempo entre intentos de partidas se ha comenzado, el tiempo restante para el nuevo intento de arranque se puede seguir en P1016.	Tiempo de arranque transcurrió por falta de energía solar en el CFW11 (baja potencia en los paneles solares).
A754: Rutina de verificación del Link DC	Indica que el variador está intentando acelerar a la velocidad mínima y verificando el comportamiento del Link DC.	La alarma de verificación del Link DC se produce en cada intento de arranque cuando no hay medición de un sensor de detección solar (AI2).
A756: Detección Nivel Bajo de Energía Solar	Indica que hay radiación solar baja (AI2).	El sistema está intentando comenzar con una medición de bajo nivel de un sensor de detección solar (AI2).
F761: Presión Mínima	Falla por presión mínima del sistema.	La presión del sistema está por debajo del valor P1044 durante el tiempo programado en P1045.
F763: Presión Máxima	Falla por presión máxima del sistema.	La presión del sistema está por encima del valor P1046 durante el tiempo programado en P1047.
F765: Bomba Seca	Indica que la bomba se ha pagado debido a la protección de bomba seca.	Durante un tiempo (P1040) el valor de la velocidad del motor de la bomba permaneció por encima del valor programado en P1041 y el valor del torque del motor permaneció por debajo del valor programado en P1042.
F799 Versión de firmware incompatible	Indica que el firmware es incompatible con la aplicación de bombeo solar.	El firmware del producto (P0023) es incompatible con la versión de la aplicación de bombeo solar.

1 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Este manual contiene informaciones necesarias para el uso correcto de los convertidores CFW11 aplicados a sistemas fotovoltaicos para bombeo de agua.

Este manual fue desarrollado para ser utilizado por personal con entrenamiento o cualificación técnica adecuada para manipular este tipo de equipamientos.

1.1 AVISOS DE SEGURIDAD DEL MANUAL



¡PELIGRO!

Los procedimientos recomendados en este aviso pueden ocasionar riesgo de muerte, lesiones graves i daños materiales considerables.



¡ATENCIÓN!

Los procedimientos recomendados en este aviso pueden ocasionar daños materiales.



¡NOTA!

Las informaciones que se mencionan en este aviso son importantes para el correcto entendimiento y buen funcionamiento del producto.



¡ATENCIÓN!

La tensión V_{oc} no debe ser superior a 400 V para equipos de tensión nominal 200...240 Vca y a 800 V para equipos de tensión nominal 380...480 Vca para no dañar el inversor de frecuencia.

1.2 AVISOS DE SEGURIDAD EN EL PRODUCTO

Los siguientes símbolos están fijados en el producto como avisos de seguridad:



Tensiones elevadas presentes.



Componentes sensibles a descargas electrostáticas. No tocar.



Conexión obligatoria a tierra (conductor PE).

1.3 RECOMENDACIONES PRELIMINARES



¡PELIGRO!

Solamente personal con cualificación adecuada y familiarizados con el convertidor CFW11; Estas personas deben seguir todas las instrucciones de seguridad contenidas en este manual y/o definidas por las normas locales. No seguir las instrucciones de seguridad puede desembocar en riesgo de muerte y/o daños en el equipamiento.

**¡NOTA!**

Para los propósitos de este manual, personas cualificadas son aquellas entrenadas y que de esta forma son aptas para:

1. Instalar, poner a tierra, energizar y operar el CFW11 de acuerdo con este manual y los procedimientos legales de seguridad vigentes.
2. Usar los equipamientos de protección de acuerdo con las normas locales establecidas.
3. Prestar servicios de primeros auxilios.

**¡PELIGRO!**

Siempre abrir el seccionador Q1 (conforme figura 3.3, 3.4 y 3.5 en la sección 3.2 Conexiones) para desconectar el lado CC de los paneles fotovoltaicos, antes de tocar en cualquier componente eléctrico asociado al producto. Esperar al menos diez (10) minutos para la descarga completa de los condensadores y parada de los ventiladores.

Siempre conectar la carcasa del equipamiento a la tierra de protección (PE).

**¡ATENCIÓN!**

Las tarjetas electrónicas poseen componentes sensibles a descargas electrostáticas. No toque directamente sobre componentes o conectores. En caso necesario, toque antes en la carcasa metálica puesta a tierra o utilice una pulsera antiestática adecuada.

**¡NOTA!**

Lea completamente este manual antes de instalar o poner en marcha el CFW11

2 SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEO DE AGUA

Este manual suministra la descripción necesaria para configuración de todas las funciones del convertidor de frecuencia CFW11 aplicada al Sistemas Fotovoltaicos de bombo de agua. Para obtener más informaciones detalladas sobre la función de accesorios de expansión y comunicaciones, consulte los siguientes manuales:

- Documentación del Convertidor de Frecuencia CFW11;
- Guía de instalación del Solar Pump Drive;
- Manual de la SoftPLC del CFW11;
- Manual de Programación del CFW11.

Estos manuales pueden ser obtenidos en el sitio web de WEG – www.weg.net.

2.1 VISIÓN GENERAL DEL CFW11 EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

El convertidor de frecuencia CFW11 es un convertidor CA/CA y CC/CA de altas prestaciones y que permite el control de velocidad y par de motores de inducción trifásicos. El convertidor de frecuencia CFW11 también posee funciones de PLC (Controlador Lógico Programable) a través del recurso SoftPLC (integrado).

La función del CFW11 en sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua es convertir la energía generada en los paneles fotovoltaicos en forma de corriente continua en energía en forma de corriente alterna, y aplicar esa energía en el accionamiento de bombas de agua, conforme ilustra la Figura 2.1.

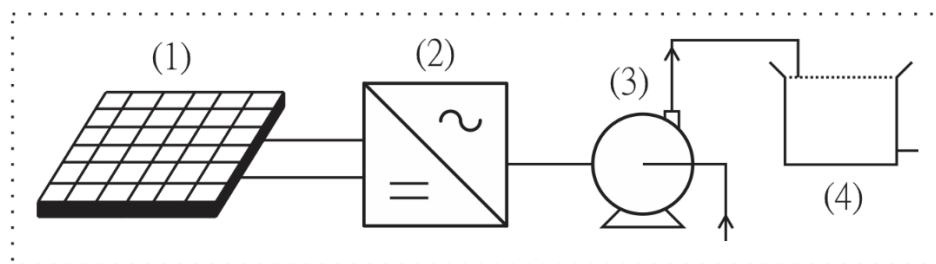


Figura 2.1 – Bloco-diagrama de un sistema fotovoltaico de bombeo de agua

Donde:

- (1) Planta Solar Fotovoltaica
- (2) Inversor de Frecuencia WEG CFW11
- (3) Bomba de Agua
- (4) Reservatorio de Agua

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SOLAR PUMP DRIVE

La aplicación Solar Pump Drive desarrollada para la función SoftPLC del convertidor de frecuencia CFW11 tiene por característica principal el control de una bomba utilizando para esto un convertidor de frecuencia energizado por un sistema fotovoltaico, permitiendo de esta forma el control de la velocidad de la bomba.

Presentando las siguientes características:

- Rampa de aceleración y desaceleración para la bomba accionada por el convertidor;
- Límites de velocidad mínima y máxima para la bomba accionada por el convertidor;
- Selección del modo de control manual o automático. Si el control está en modo manual el Setpoint del Control, será velocidad, en el caso es en automático el setpoint del control será presión.
- Selección del setpoint (consigna) del control vía combinación lógica de dos entradas digitales;
- Selección de la variable de proceso del control vía entrada analógica AI1;
- Selección de la unidad de ingeniería y rango del sensor de la variable de proceso del control vía parámetros del convertidor de frecuencia CFW11;
- Setpoint de tensión Vcc mínimo y máximo;
- Ajuste de ganancia, offset y filtro para lo señal del control vía entrada analógica;
- Ajuste de las ganancias del controlador PID del control de presión;
- Ajuste de las ganancias del controlador PID del control de tensión Vcc;
- Habilitación o no del modo dormir (Sleep) con el controlador PID habilitado.

Sistema Fotovoltaico de Bombeo de Agua

- Modo despertar/iniciar por nivel para arrancar la bomba con el controlador PID habilitado;
- Protección de presión de salida mínima;
- Protección de presión de salida máxima;
- Protección de bomba seca vía la lectura del par y velocidad de la bomba accionada por el convertidor;
- Contador de horas de funcionamiento e de energía producida por los módulos solares y consumidos por la bomba.



¡NOTA!

Para aplicaciones donde el hilo entre motor e inversor sea superior a 100 metros, consulte la WEG para el dimensionamiento.

3 INSTALACIÓN

3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS MÓDULOS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Para instalar/dimensionar los módulos solares fotovoltaicos se deberán conocer sus 3 principales características:

- **Potencia pico (W_p)** es la máxima potencia medida que el módulo solar fotovoltaico suministra para la condición STC.
- **Tensión de circuito abierto (V_{oc})** es la tensión medida en las bornas del módulo cuando está sin carga, para la condición STC.
- **Tensión de máxima potencia (V_{mpp})** es un valor específico de la tensión en la que, al multiplicar por la corriente de salida, dará la potencia máxima de salida, para la condición STC.

La condición STC viene del término inglés *Standard Test Conditions*, en los cuales los valores presentados fueron medidos a través de ensayos normalizados, respetando las condiciones de irradiación de 1000 W/m², con una masa de aire (AM) de 1.5, y con una temperatura de la célula de 25 °C.

En la planta donde esos módulos sean instalados, las condiciones climáticas pueden ser otras, siendo necesario calcular un nuevo valor de tensión de circuito abierto para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico de bombeo de agua. El principal factor que afectará al funcionamiento del sistema será la temperatura, ya que temperaturas bajas elevarán la tensión de circuito abierto (V_{oc}).

La ecuación que considera todas las variables es compleja, como también conocer los valores exactos de esas variables, por ese motivo se presenta a continuación una ecuación más simple, que aproxima el valor a la realidad:

$$V_{oc} = N_p \cdot V_{oc(STC)} \cdot \left(1 + (T_{mínima} - 25) \cdot \frac{\beta}{100} \right)$$

Donde:

- **V_{oc}** : Tensión de circuito abierto del módulo solar fotovoltaico en el local de instalación (V);
- **N_p** : Número de módulos solares fotovoltaicos conectados en serie;
- **$V_{oc(STC)}$** : Tensión de circuito abierto del módulo solar fotovoltaico en la condición STC;
- **$T_{mínima}$** : Temperatura mínima de funcionamiento del módulo en el local de operación (°C);
- **$T_{(STC)}$** : Temperatura de ensayo estándar del panel, 25 °C;
- **β** : Coeficiente de temperatura especificado por la hoja de datos del módulo.

Con esas informaciones se calculará la cantidad de módulos solares que deben ser conectados en serie para que operen en la franja de tensión de trabajo del inversor. Esa conexión en serie se deberá a su vez replicar en paralelo tantas veces sea preciso para atender a la potencia de funcionamiento el sistema.

La tensión de trabajo del inversor varía de acuerdo con el modelo, siendo de 250-380 Vcc para los modelos de 220 Vca monofásico y trifásico, y 440-750 Vcc para los modelos 380/480 Vca. Se debe prestar especial atención a la tensión de circuito abierto (V_{oc}), que no deberá ser superior a la tensión de protección de sobretensión del inversor. En caso que la tensión V_{oc} sea superior, esta acabará dañando el equipo.

Los inversores de frecuencia trabajan con franjas de protección contra subtensión y sobretensión, de tal forma que, si la tensión alcanza esos valores límites, el inversor interrumpirá su funcionamiento. En la tabla 3.1 se indican las informaciones de tensión de trabajo de los inversores, así como los límites de sobre y subtensión.

Tabla 3.1 – Niveles de tensión del convertidor de frecuencia CFW11

P0296	200-240 Vca		380 Vca	400-415 Vca	440-460 Vca	480 Vca	500-525 Vca	550-575 Vca	600 Vca
Nº de Fases de Potencia	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Tensión de Operación (Vcc)	250~380	250~380	440~750	440~750	440~750	440~750	610~940	610~940	610~940
Protección de Subtensión (Vcc)	170	223	385	406	446	487	530	580	605
Protección de Sobretensión (Vcc)	400	400	800	800	800	800	1000	1000	1000
Tensión de Alimentación (Vcc)	310		540			710			

Instalación

Para facilitar la comprensión del dimensionamiento usamos como ejemplo el siguiente sistema:

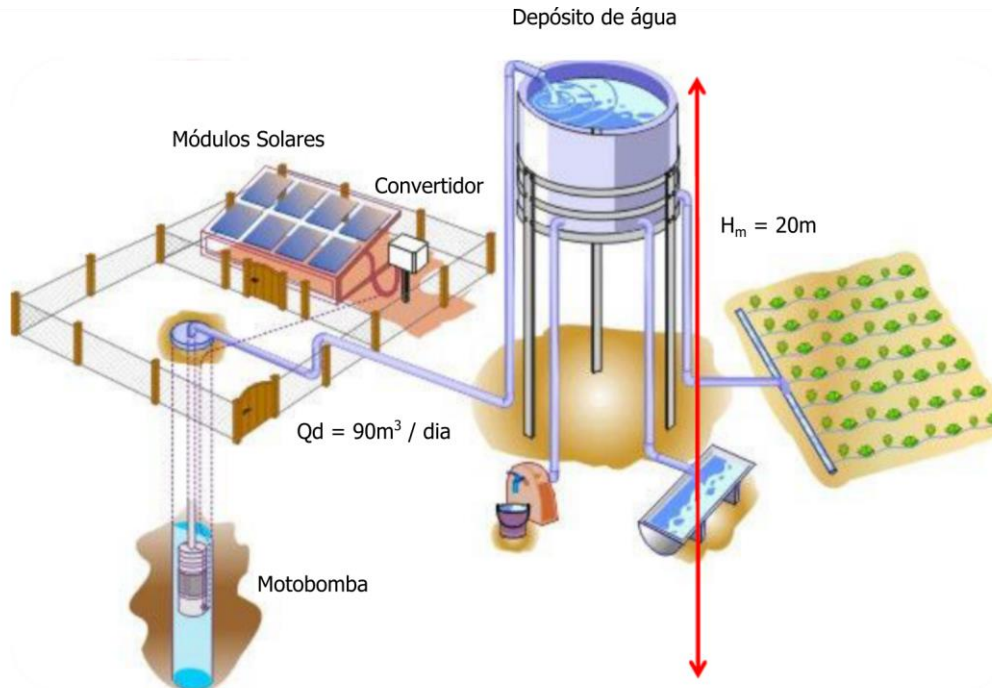


Figura 3.1 – Ejemplo de un sistema de bombeo solar

Para este ejemplo, en base al flujo deseado se seleccionó como referencia una motobomba de 3 hp, el dimensionamiento del número de módulos del sistema sigue las ecuaciones:

DIMENSIONAMIENTO DE LA MOTOBOMBA

CÁLCULO DIARIO DE ENERGÍA HIDRÁULICA

$$\text{Energía hidráulica diaria } (E_H) = g * H_m * \rho_a * \frac{Q_d}{3600}$$

Donde:

E_H : Energía hidráulica diaria (Wh/día).

g : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²) – tiene un valor constante.

H_m : Altura manométrica (20 m) – el valor varía según el diseño del proyecto.

ρ_a : Densidad del agua (1.000 kg/m³) – tiene un valor constante.

Q_d : Volumen bombeado (90 m³/día) - el valor varía según las necesidades de volumen bombeado

$(HSP)_\beta$: Horas de pico de sol (3,9 kWh/m²) – el valor varía según la ubicación, use el valor más bajo de irradiación estacional.

CÁLCULO DE ENERGÍA FINAL REQUERIDA

$$L = \frac{\text{Energía hidráulica diaria}}{n_{\text{motobomba}}}$$

Donde:

L : Energía final necesaria (W/h).

$n_{\text{motobomba}}$: Eficiencia de la bomba (0.3) – promedio de bombas para esta aplicación.

CÁLCULO DE LA POTENCIA

$$\text{Potencia } (W_p) = 1,25 * \frac{L}{(HSP)_\beta}$$

La potencia (W_p) obtenida da como resultado 5.24 kW_p, y para el ejemplo propuesto una bomba de 3 hp cubre la demanda. Las ecuaciones presentadas son similares para los demás dimensionamientos y sus respectivas potencias.

Instalación

- CFW11 Trifásico 220 V;
- Bomba de 3 CV trifásica;
- Módulos Solares de modelo TSM-PEG15H 345 W del fabricante TRINA SOLAR.

El panel solar fotovoltaico modelo TSM-PEG15H posee las siguientes características (NMOT):

Tabla 3.2 – Características Técnicas del Módulo Solar Fotovoltaico

Características Eléctricas	
Potencia de salida nominal (P_{mpp})	345 W_p
Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp})	35,7 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I_{mpp})	7,31A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	43,7 V
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	7,76A
Eficiencia del Módulo	16,8 %

A partir de la potencia requerida (W_p) (5,24kW_p) y la potencia del panel solar elegido (345W_p), se puede calcular el número de módulos necesarios (5240 W_p / 345 W_p), que serían 16 módulos. Al optar por una conexión en serie de ocho módulos solares fotovoltaicos, se generará una tensión de máxima potencia de **285,6 Vdc**, con una tensión a circuito abierto (V_{oc}) de **349,6 Vdc**.

Considerando como límites de operación las temperaturas entre 0 °C y 70 °C, es posible calcular la tensión de alimentación máxima más baja para la temperatura de 70 °C ($V_{mp_{MIN}}= 236.7$ Vdc) y la tensión de circuito abierto más alta para la temperatura de 0° C ($V_{oc_{MAX}}= 376,7$ Vcc).



¡NOTA!

Los valores dimensionados están de acuerdo con la tabla 3.1, es decir, dentro de los límites del CFW11.

Al asociar ocho módulos solares en serie, estamos entrando en pasos de 2760 W_p . Para atender la aplicación que necesita 5,24kW_p, se asociará en paralelo otro conjunto de ocho módulos, totalizando 5,52kW_p. Así, cumplimos con el criterio de dimensionamiento de voltaje (rango de operación del inversor) y potencia requerida para controlar la bomba. El conjunto de 16 módulos solares TSM-PEG15H tiene las características técnicas reportadas en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 – Informaciones para el conjunto de 16 módulos (2x Strings de 8x módulos solares TSM-PEG15H)

Informaciones Específicas Instalación PV (NMOT) x Cdad. PV	
Potencia de Salida (P_{mpp})	5520 W_p
Tensión en el máximo punto de potencia (V_{mpp})	285,6 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I_{mpp})	14,62 A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	349,6 V
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	15,52 A

La conexión de los módulos solares debe ser realizada conforme la figura 3.2.

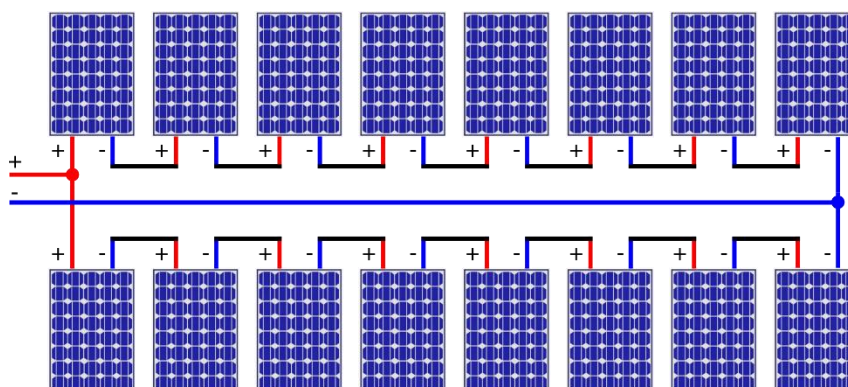


Figura 3.2 – Conexión de los módulos solares

Instalación

3.2 CONEXIONES

El tipo de conexionado a utilizar estará condicionado por la tensión de trabajo del equipo. a continuación, se incluyen las conexiones típicas para cada talla del CFW11, para obtener más detalles sobre la instalación y la conexión de los módulos solares, consulte la "Guía de instalación del Solar Pump Drive".

3.2.1 Modelo T4 Mecánica A a D

Para los convertidores de frecuencia CFW11 de 380 a 480 V, modelo T4 mecánica A a D, se recomienda la siguiente conexión:

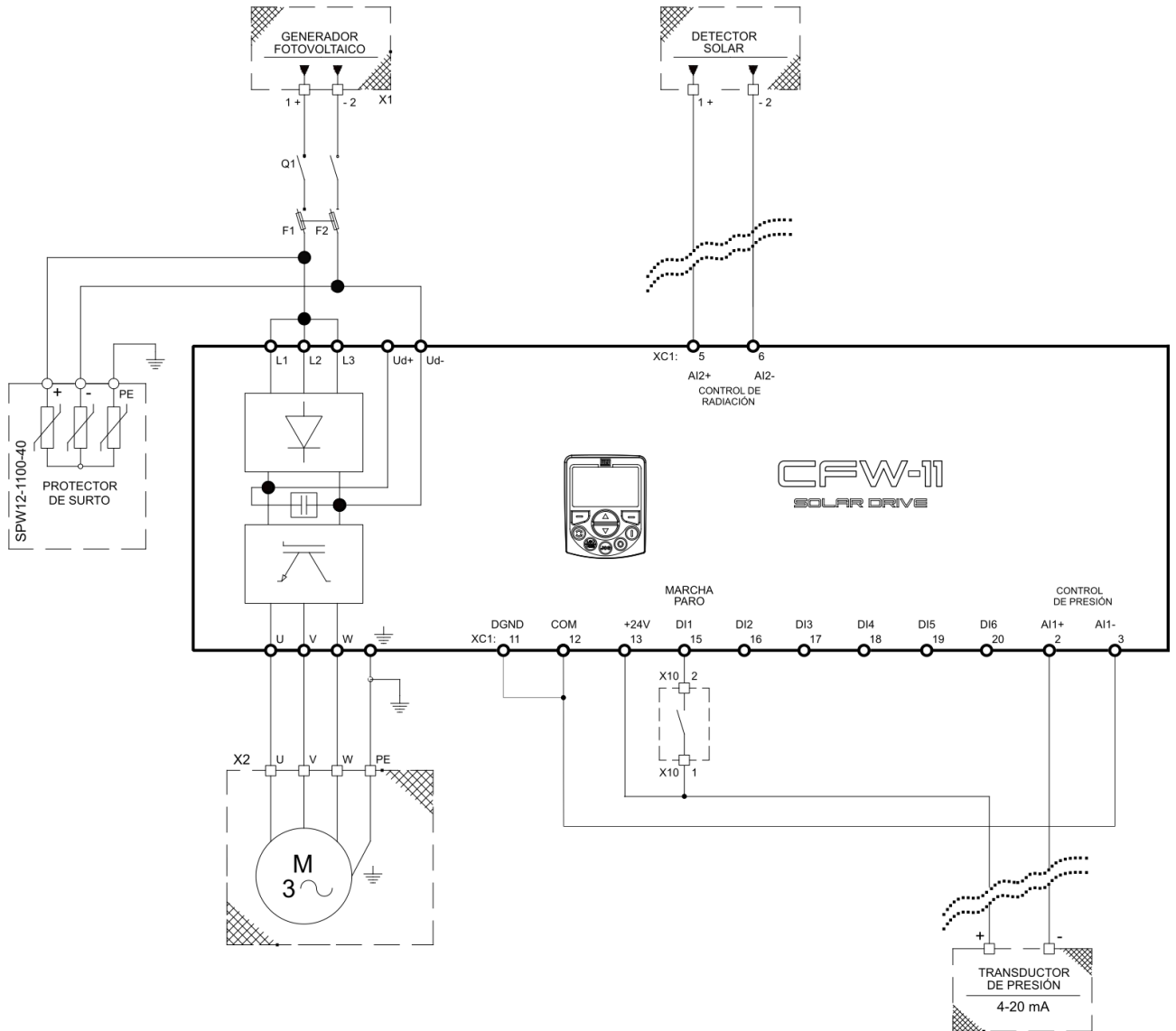


Figura 3.3– Ejemplo de conexión del sistema fotovoltaico de bombeo de agua para CFW11 modelo T4



¡NOTA!

Tener especial precaución para no invertir las conexiones de tensión positiva y negativa proveniente de los módulos solares.



¡NOTA!

El conexionado de las entradas / salidas podrá diferir de lo indicado en este esquema en función de las necesidades de la aplicación.

Instalación

3.2.2 Modelo T4 Mecánica E y F

Para los convertidores de frecuencia CFW11 de 380 a 480 V, modelo T4 mecánica E y F, se recomienda la siguiente conexión:

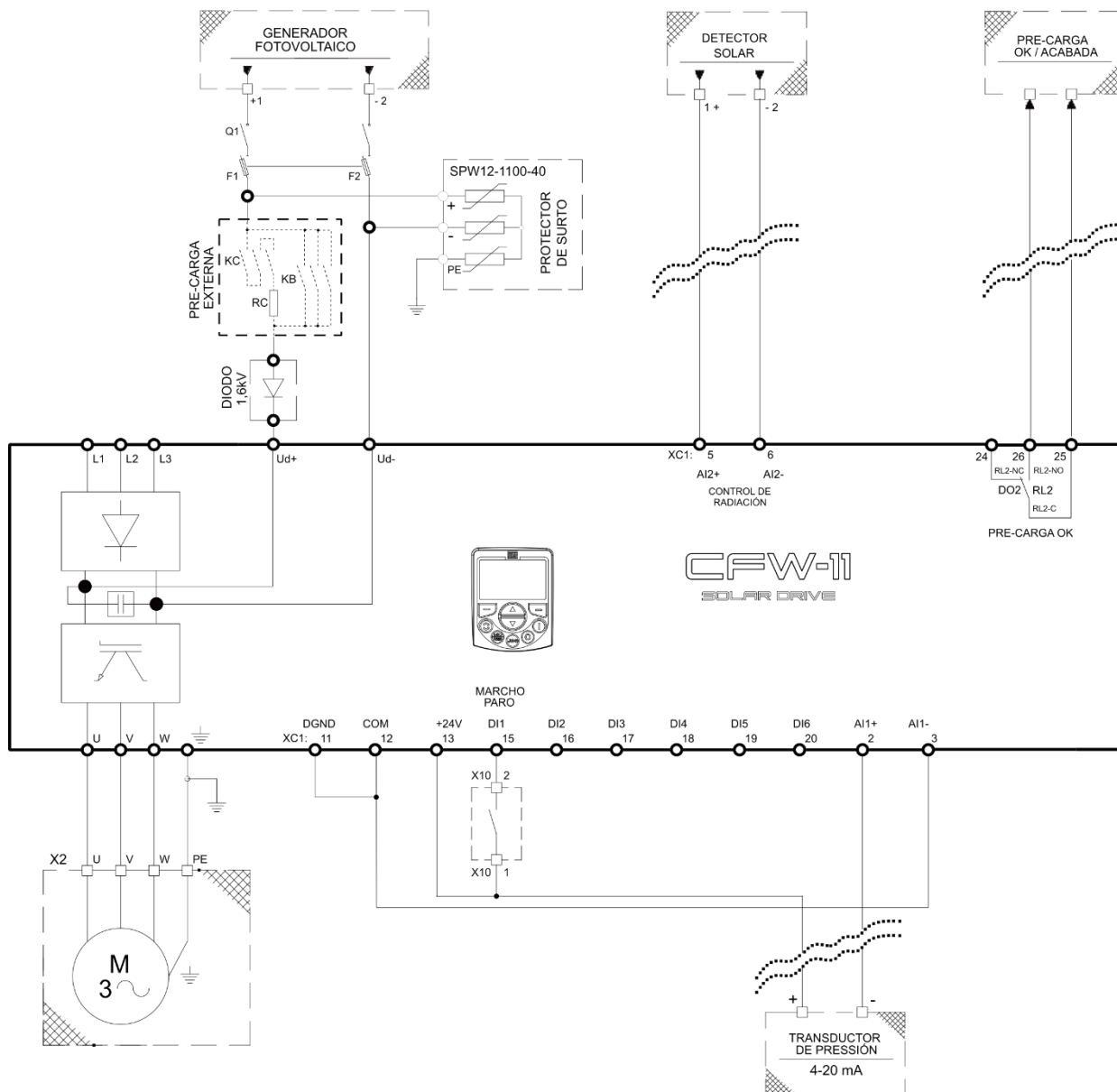


Figura 3.4 – Ejemplo de conexión del sistema fotovoltaico de bombeo de agua para CFW11 modelo T4

Tabla 3.4 – Sugerencia de Componentes para pre-carga externa

CFW11 Modelo T4	Contactor de Carga KC	Resistor de Pre-Carga RC	Contactor By-pass KB
Mecánica A e B	CWB18 – 18A (conexão série dos contatos)	60 Ohm / 150 J @ 0,3s (RH50 – 60 Ohm)	CWB9 ~ CWB18 (conexão paralela dos contatos)
Mecánica C e D	CWB25 – 25A (conexão série dos contatos)	40 Ohm / 1000 J @ 1s (2X IRV200 – 20 Ohm)	CWB18 ~ CWB50 (conexão paralela dos contatos)
Mecánica E e F	CWB25 – 25A (conexão série dos contatos)	40 Ohm / 7000 J @ 5s (2X IRV200 – 20 Ohm)	CWM50 ~ CWM250 (conexão paralela dos contatos)



¡NOTA!

Tener especial precaución para no invertir las conexiones de tensión positiva y negativa proveniente de los módulos solares. No opere los contactores KC y/o KB con carga.



¡NOTA!

El conexionado de las entradas / salidas podrá diferir de lo indicado en este esquema en función de las necesidades de la aplicación.

Instalación

3.2.3 Modelo T4 con Alimentación Externa

Para convertidores de frecuencia CFW11 del modelo T4 con acceso al Link DC (Ud+ y Ud-) y necesitan alimentación externa se recomienda el siguiente conexionado:

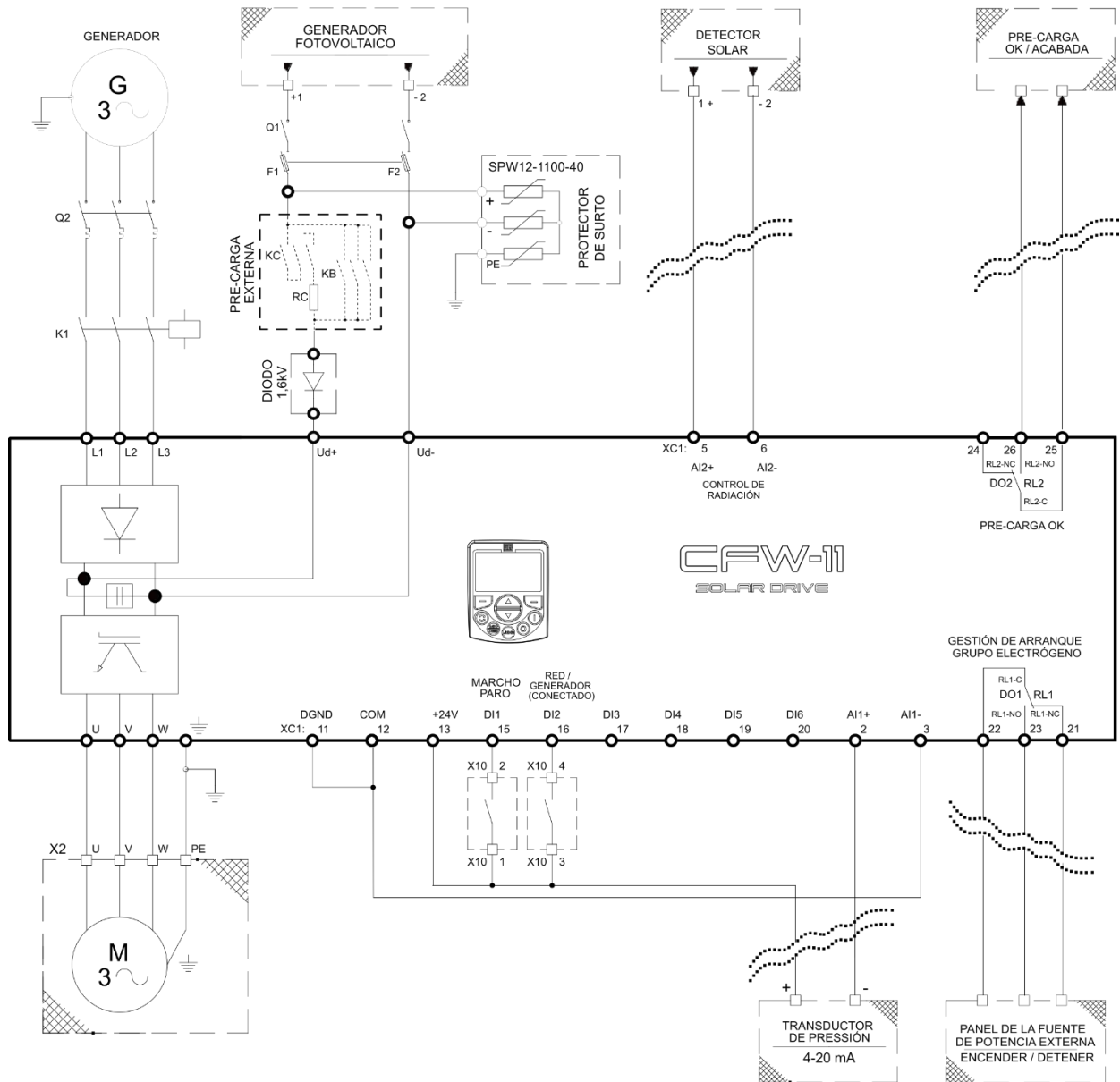


Figura 3.5 – Ejemplo de conexión del sistema fotovoltaico de bombeo de agua para CFW11 Modelo T4 con alimentación externa



¡NOTA!

Tener especial precaución para no invertir las conexiones de tensión positiva y negativa proveniente de los módulos solares. No opere los contactores KC y/o KB con carga.



¡NOTA!

Al cerrar el contactor K1 debe ser cronometrado para evitar que el pico de arranque del generador llegue a la entrada de tensión del convertidor de frecuencia.



¡NOTA!

El conexionado de las entradas / salidas podrá diferir de lo indicado en este esquema en función de las necesidades de la aplicación.

4 MÉTODO DE CONTROL POR RASTREO DEL MPPT

La estrategia del método de control de referencia variable, realiza una búsqueda constante del punto de máxima potencia del sistema (MPPT – *Maximum Power Point Tracking*).

El punto de máxima potencia de un módulo solar se ve alterado de acuerdo a la irradiación solar incidente sobre las células solares, como también a la temperatura, velocidad del viento, inclinación del panel solar y paso de nubes, generando así la necesidad de una búsqueda constante de la máxima potencia del sistema. Comparando con el método de punto fijo, el MPPT proporciona una mayor eficiencia del sistema, pudiendo llegar al 20 %.

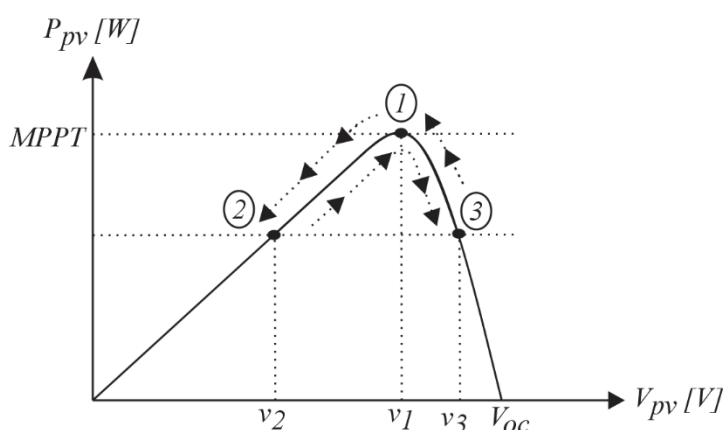


Figura 4.1 – Rastreo del Punto de Máxima Potencia

Donde:

- (1) Valor Automático de Tensión Proporcional a la Máxima Potencia del Sistema.
- (2) Valor Mínimo de Tensión (P1022)
- (3) Valor Máximo de Tensión (P1023)
- (← →) Tasa de Incremento del control por MPPT (P1019)

Los niveles de Setpoint máximo y mínimo del control MPPT deben parametrizarse según las características de los paneles fotovoltaicos y estar dentro de los límites de protección del variador de frecuencia. La figura 4.2 muestra el comportamiento del sistema con la parametrización por defecto de los niveles de tensión.

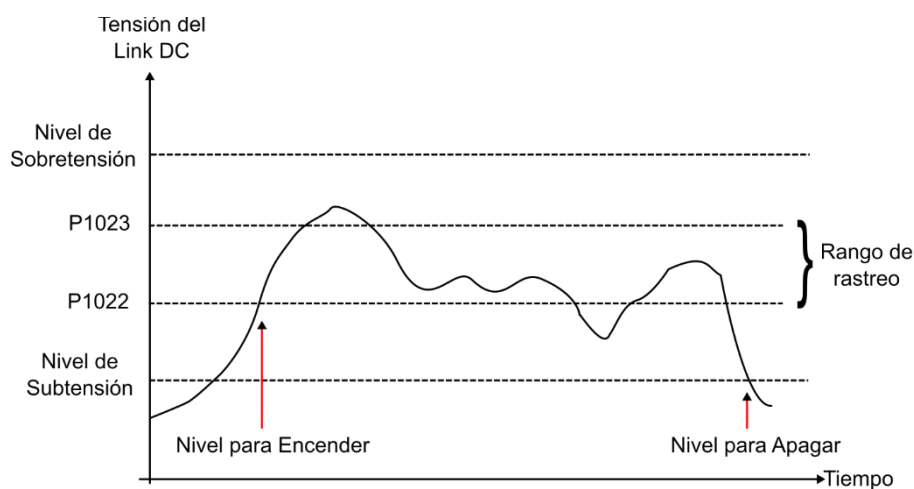


Figura 4.2 – Ajuste del rango de valores mínimos y máximos de rastreo del MPPT

5 DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS

A continuación, se muestran los parámetros de la aplicación Solar Pump Drive, que engloba parámetros del convertidor de frecuencia CFW11 (P0000 a P0999) y de la función SoftPLC (P1000 a 1059).



¡NOTA!

La aplicación Solar Pump Drive, sólo funcionan en el convertidor de frecuencia CFW11 con **versión de firmware superior a V6.10**.



¡NOTA!

El rango de valores de los parámetros del convertidor de frecuencia CFW11 está personalizado para la aplicación Solar Pump Drive. Consulte el manual de programación del convertidor CFW11 para más informaciones sobre los parámetros.

Símbolos para descripción de las propiedades:

- CFG** Parámetro de configuración, solamente puede ser modificado con el motor apagado;
- RO** Parámetro solamente de lectura;
- RW** Parámetro de lectura y escritura.

5.1 REGULADOR DE TENSIÓN

Este grupo de parámetros permite al usuario configurar las condiciones de operación del regulador de tensión para el funcionamiento a través de los módulos fotovoltaicos, tanto para el bombeo directo como para la regulación de presión.

P1019 – Tasa de Incremento MPPT

Rango de Valores:	10 a 40	Padrón de la Aplicación:	20
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

En este parámetro se debe ajustar la tasa de variación de la tensión de consigna para la búsqueda del punto de máxima potencia. Inicialmente dejar este parámetro con el valor por defecto y en caso que la variación de la consigna no sea lo suficientemente rápida ir aumentando gradualmente hasta conseguir el resultado óptimo de funcionamiento.

5.1.1 Límites del Setpoint de Tensión

P1022 – Setpoint Mínimo Vcc

Rango de Valores:	0 a 1000 V	Padrón de la Aplicación:	440 V
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

En este parámetro se debe ajustar el valor mínimo del setpoint de tensión que el sistema deberá utilizar durante el proceso de búsqueda del punto de máxima potencia

P1023 – Setpoint Máximo Vcc

Rango de Valores:	0 a 1000 V	Padrón de la Aplicación:	750 V
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

En este parámetro se debe ajustar el valor máximo del setpoint de tensión que el sistema deberá utilizar durante el proceso de búsqueda del punto de máxima potencia.

Descripción de los Parámetros

5.1.2 Controlador PID de Tensión CC

Este grupo de parámetros permite al usuario ajustar las ganancias del regulador PID para el control de tensión CC suministrado por las placas fotovoltaicas.

El regulador PID siempre intentará buscar el punto de trabajo definido por el Setpoint de rastreo y para esto actuará sobre la frecuencia de salida del motor.

P1024 – Ganancia Proporcional de Tensión

Rango de Valores: 0.000 a 32.000 Padrón de la Aplicación: 1.000

Propiedades:

Grupos de acceso vía HMI:

Descripción:

Este parámetro define la ganancia proporcional del regulador PID para el control de tensión CC.

P1025 – Ganancia Integral de Tensión

Rango de Valores: 0.00 a 320.00 Padrón de la Aplicación: 20.00

Propiedades:

Grupos de acceso vía HMI:

Descripción:

Este parámetro define la ganancia integral del regulador PID para el control de tensión CC.

P1026 – Ganancia Derivativa de Tensión

Rango de Valores: 0.000 a 32.000 Padrón de la Aplicación: 0.000

Propiedades:

Grupos de acceso vía HMI:

Descripción:

Este parámetro define la ganancia derivativa del regulador PID para el control de tensión CC.

5.1.2.1 Ajuste de las ganancias del controlador PID

En el control de sistemas de bombeo, un regulador de velocidad Proporcional-Integral (PI) es suficiente para obtener un buen desempeño de control. Las ganancias, proporcional K_P (P1024) e integral K_I (P1025), deben ser alteradas si la respuesta del controlador no es satisfactoria, es decir, si hay oscilaciones en el Link DC (P0004) alrededor del punto de consigna, tiempo de respuesta muy lento o error constante con respecto al punto de consigna. A continuación, se presentan algunas sugerencias para el ajuste del regulador:

- Oscilación en el Link DC: En la mayoría de los casos esto se debe a una ganancia excesiva del controlador PID, reduzca las ganancias K_P y K_I gradualmente y observe la respuesta;
- Tiempo de respuesta muy lento: Aumentar la ganancia K_P el sistema debe responder más rápidamente, pero a partir de un límite el sistema puede presentar picos (sobresalientes);
- Error constante en la salida: En este caso, aumentando la ganancia K_I se elimina el error de régimen constante en la salida, o sea, cuando la salida no alcanza el punto de consigna. Una ganancia K_I excesiva puede generar oscilaciones en la salida, entonces disminuya la ganancia K_P para que la ganancia total sea reducida manteniendo la ganancia K_I .

5.1.2 Controlador de Efecto Nube/Carga

Este grupo de parámetros permite al programador habilitar y ajustar la ganancia del controlador de efecto nube/carga. El controlador actuará en conjunto con el controlador PID de Tensión CC, cuando el error SP de tensión y la tensión del Link DC estén por encima de cierto límite (P1038), el controlador se habilita y contribuirá con el PID de Tensión CC, sumando un valor a su salida de acuerdo a un ajuste de ganancia (P1039).

Descripción de los Parámetros

P1038 – Activación del Controlador de Efecto Nube/Carga

Rango de Valores:	0.0 a 100.0	Padrón de la Aplicación:	1.0 %
Propiedades:			
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el valor del porcentaje de error entre la tensión SP y la tensión del Link CC para la activación del Cloud/Load Effect Controller.

P1039 – Ganancia del Controlador de Efecto Nube/Carga

Rango de Valores:	0.00 a 10.00	Padrón de la Aplicación:	1.00
Propiedades:			
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el valor de la ganancia del controlador de efecto nube/carga que se agregará a la actuación del controlador PID de Tensión CC.

Ajuste el nivel para habilitar el controlador de efecto nube/carga (P1038) y la ganancia del regulador (P1039), aumente gradualmente la ganancia para una respuesta más rápida.



¡NOTA!

Ajuste en "0.00" deshabilita el controlador de efecto nube/carga.

5.1.3 Configuración Arranque del Sistema

Este grupo de parámetros permite configurar las opciones de arranque del sistema.

P1027 – Temporización entre Arranques

Rango de Valores:	0 a 3600 s	Padrón de la Aplicación:	60 s
Propiedades:			
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define la base de temporización entre arranques, cuando el sistema se detiene por un corte de energía o el Bus CC alcanza el límite de voltaje mínimo (P1022).

Durante el proceso de arranque, el sistema monitorea la energía disponible en el Bus CC, y caso la energía sea insuficiente para acelerar el motor de la bomba a la velocidad mínima, el sistema recalcula automáticamente el tiempo entre arranques, usando la base de tiempo (P1027) como referencia para un nuevo intento de arranque (Figura 5.1). El tiempo restante para un intento de reinicio se puede monitorear en P1016.

Esta temporización tiene la función de evitar arranques y paros continuos y en el caso de bombas sumergidas, evitar el re arranque de la bomba antes de que se vacíe la tubería. El valor de ajuste de P1027 debe ser mayor que el tiempo de desaceleración de la bomba (P0101).



¡NOTA!

Si se retira la orden de marcha del sistema, la temporización se reseteará y una vez se vuelva a conectar la orden de marcha el arranque se realizará de inmediato sin considerar temporización alguna.

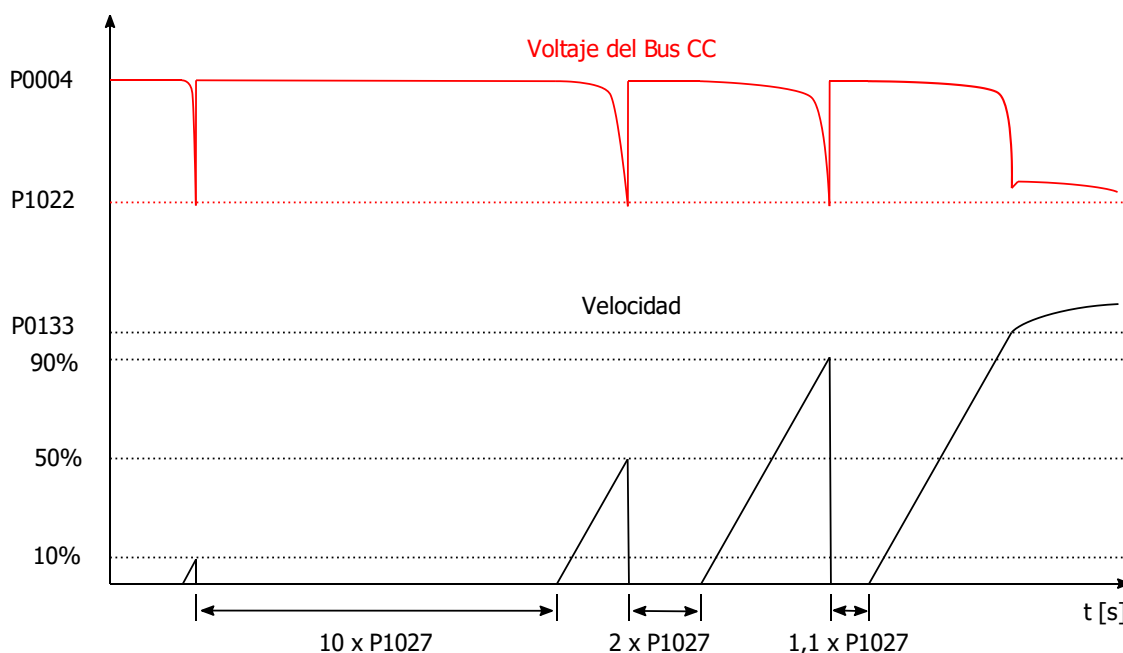


Figura 5.1 - Ejemplo: Ajuste automático del tiempo entre arranques

5.1.4 Detector Solar

El Detector Solar consiste en una placa fotovoltaica de pequeña potencia adecuado ($P_{max}=5W$, $V_{mp}=16,8V$, $I_{mp}=0,3A$, $V_{oc}=21V$, $I_{sc}=0,39A$) para conectarse a la entrada analógica 2 (AI2) del CFW11 a través de un acondicionador de señal (Detector Solar) y cuya función será informar en todo momento la radiación solar disponible.

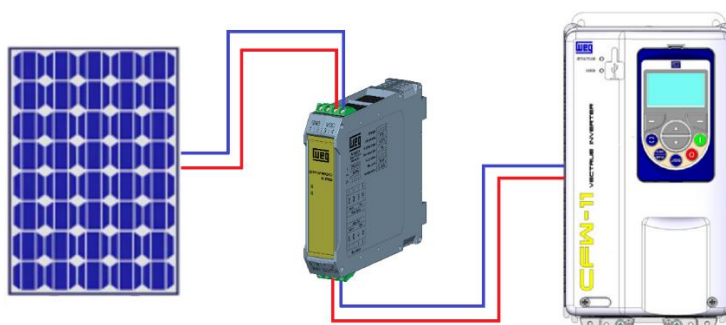


Figura 5.2 – Detecção de irradiação solar usando o Detector Solar.

El uso de este dispositivo es opcional, pero aumentará la eficiencia del bombeo solar, al permitir el arranque del sistema solamente cuando la radiación solar disponible sea suficiente para el accionamiento de la bomba a una velocidad mínima determinada.

Las configuraciones de estos parámetros se deberán realizar a primera o última hora del día, cuando la radiación solar es menor, para comprobar en qué condiciones de radiación la bomba funciona a la menor velocidad admisible. En esas condiciones se deberá comprobar el valor del parámetro P0019 para determinar cuál es el valor radiación disponible. Una vez conocido ese valor, se deberá ajustar en el parámetro P1028 un valor igual o ligeramente superior a éste.

El Detector Solar también se puede utilizar para automatizar el accionamiento de una alimentación externa que completamente a la energía solar en condiciones que así lo requieran. El parámetro P1029 se utiliza para la gestión de la salida digital DOx configurada a valor 28 (P0275/P0276/P0277) que podrá conectar una fuente de alimentación externa.



¡NOTA!

El uso del Detector Solar es opcional, pero se recomienda su utilización si se desea disponer de un sistema lo más autónomo posible.

Descripción de los Parámetros

P0236 – Función del Señal AI2

Faixa de Valores:	0 a 7 -> 5 = Sin Función -> 6 = Sin Función (Detector Solar) -> 7 = Uso PLC (Consigna de Presión)	Padrón de la Aplicación:	5
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="I/O"/>		

Descripción:

En este parámetro se define qué función de entrada analógica AI2 en la aplicación Solar Pump Drive, para usar la función de detector solar, configure el valor indicado P1028

P1028 – Valor Detector Solar para Arranque del Sistema

Rango de Valores:	0.00 a 100.0 %	Padrón de la Aplicación:	0.0 %
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

En este parámetro se define el valor de radiación, en % de la entrada AI2, que permitirá el arranque del sistema.

P1017 – Valor de Desviación del Detector Solar para Detener el Sistema

Rango de Valores:	0.00 a 100.0 %	Padrón de la Aplicación:	0.0 %
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

En este parámetro se define el valor de desviación del valor de arranque (P1028), que se ordenará al sistema que se detenga. Es decir: Un valor de 20.0% en P1028 y 5.0% en P1017, significa que el sistema podrá arrancar con valores de AI2 por encima de 20.0%, y se le ordenará al sistema que se detenga con valores de AI2 por debajo de 15.0%.

P1029 – Valor Detector Solar para Accionamiento de Salida Digital (Alimentación Externa)

Rango de Valores:	0.00 a 100.0 %	Padrón de la Aplicación:	0.0 %
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

En este parámetro se define el valor de radiación, en % de la entrada AI2, que permitirá el accionamiento de la salida digital 1 configurada a valor 34 o 35 para el accionamiento de una fuente de alimentación externa que complementará al generador fotovoltaico.

P1049 – Temporización Accionamiento DO

Rango de Valores:	0 a 3600 s	Padrón de la Aplicación:	0 s
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define la condición de accionamiento de la DO para que sea accionada la salida digital.

Tabla 5.1 – Salida y Entrada Digital para Accionamiento de la Fuente Externa de Alimentación

Función DOx / DIx	Descripción
P0275 = 28 P0276 = 28 P0277 = 28	La salida DOx conmutará cuando la radiación solar mostrada en P0019 sea inferior al valor configurado en P1029, durante el tiempo configurado en P1049. La salida DOx volverá a su estado de reposo cuando la

Descripción de los Parámetros

	radiación leída en P0019 supere el valor de desviación en P1017 del valor configurado en P1029 durante el tiempo configurado en P1049. En esta opción, el accionamiento de la fuente de alimentación externa requiere la presencia de una radiación solar mínima que permita la energización del equipo.
P0264 = 21	Con la entrada DI2 configurada en 21 cuando la entrada es VERDADERA, significa que la fuente externa está alimentando al inversor y se espera que la fuente de alimentación sea suficiente para hacer funcionar el sistema en condiciones nominales. Cuando la entrada es FALSA significa que la fuente externa no está conectada y el sistema está alimentado por los Paneles Solares.

5.2 REGULADOR DE PRESIÓN

Este grupo de parámetros permite al usuario ajustar las condiciones de operación del regulador de presión. El regulador de presión deberá recibir el retorno de presión del sistema mediante la conexión de un transductor de presión en la entrada analógica 1 (AI1) y realizará la regulación de velocidad de la bomba, cuando se alcance la presión marcada por el usuario y las condiciones de radiación solar lo permitan.

P0231 – Función del Señal AI1

Rango de Valores:	0 a 7 -> 5 = Sin Función -> 6 = Sin Función (Lectura de Presión)	Padrón de la Aplicación: 5
Propiedades:	CFG	
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="I/O"/>	

Descripción:

En este parámetro se define que la función de la entrada analógica AI1 en la aplicación Solar Pump Drive será proporcionar la variable de proceso del control de bombeo.

P0251 – Función del Señal AO1

Rango de Valores:	0 a 23 -> 2 = Velocidad Real -> 12 = (Repetición AI1)	Padrón de la Aplicación: 2
Propiedades:	CFG	
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="I/O"/>	

Descripción:

En este parámetro se define la función de la salida analógica AO1. Para habilitar la repetición del valor de AI1 en el AO1, seleccione el valor correspondiente.

P0254– Función del Señal AO2

Rango de Valores:	0 a 23 -> 0 = Referencia de Velocidad -> 12 = (Repetición AI2)	Padrón de la Aplicación: 0
Propiedades:	CFG	
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="I/O"/>	

Descripción:

En este parámetro se define la función de la salida analógica AO2. Para habilitar la repetición del valor de AI2 en el AO2, seleccione el valor correspondiente.

P1030 – Control de Presión

Rango de Valores:	0 = Manual 1 = Automático 2 = Selección Man/Auto via DIx 3 = Deshabilitado	Padrón de la Aplicación: 3
Propiedades:	CFG	
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>	

Descripción:

En este parámetro se define el modo de control del regulador de Presión.

Descripción de los Parámetros

Tabla 5.2 – Opciones de Control del Regulador de Presión

P1030	Descripción
0	El sistema intenta controlar la velocidad del motor de acuerdo con el punto de ajuste de velocidad manual (P1051 o AI2). Con radiación limitada, el sistema controla el voltaje del Link DC, lo que hace que la bomba funcione a la máxima velocidad posible para alcanzar el punto de ajuste de velocidad manual.
1	El sistema opera a través del control de voltaje CC y cuando la radiación solar permite, el sistema controla la Presión de Salida. Con radiación limitada, el sistema controla el voltaje del Link DC, lo que hace que la bomba funcione a la máxima velocidad posible para alcanzar el punto de ajuste de presión.
2	La selección de Modo Manual o Automático se realiza por la Dix (0 = Manual / 1 = Automático). La Dix también debe ser programada para esta función, verifique el parámetro P0267.
3	Desactiva el control de presión. El sistema controla la tensión del Link DC, haciendo que la bomba funcione a la máxima velocidad posible, limitada a la velocidad máxima (P0134).

P1031 – Escala Sensor de Presión

Rango de Valores:	0.0 a 300.0	Padrón de la Aplicación:	10.0
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

En este parámetro se define el fondo de escala del sensor de presión conectado en la entrada analógica 1 (AI1).

5.2.1 Regulador PID de Presión

Este grupo de parámetros permite al usuario ajustar las ganancias del regulador PID para el control de presión. El regulador PID de presión estará activo siempre que se encuentre activo el control de presión.

P1032 – Ganancia Proporcional de Presión

Rango de Valores:	0.000 a 32.000	Padrón de la Aplicación:	1.000
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define la ganancia proporcional del regulador PID para el control de presión.

P1033 – Ganancia Integral de Presión

Rango de Valores:	0.00 a 320.00	Padrón de la Aplicación:	10.00
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define la ganancia integral del regulador PID para el control de presión.

P1034 – Ganancia Derivativo de Presión

Rango de Valores:	0.000 a 32.000	Padrón de la Aplicación:	0.000
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define la ganancia derivativa del regulador PID para el control de presión.

Descripción de los Parámetros

5.2.2 Modo Dormir

Este grupo de parámetros permite al usuario configurar el para apagar la última bomba cuando la velocidad del motor es menor que un cierto valor programado (baja demanda de control). A pesar de parecer que el bombeo esté apagado, la variable de proceso del control continúa siendo monitoreada de acuerdo con las condiciones para el control despertar e/o iniciar por nivel de tensión mínima CC (P1022).

P1035 – Velocidad del Motor para Modo Dormir

Rango de Valores:	0.0 a 300.0 Hz	Padrón de la Aplicación:	0.0 Hz
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el valor de la velocidad del motor de la bomba abajo de cual el sistema apagará la bomba y entrará en modo dormir. Esta condición sólo se activa cuando la bomba está activada y su velocidad (frecuencia) es menor que el valor programado.



¡NOTA!

Ajuste en "0" deshabilita el modo dormir (sleep); esto significa que la bomba ser arrancada o apagada de acuerdo con el estado del mando "Gira/Para".

P1036 – Tiempo para el Control ir para el Modo Dormir

Rango de Valores:	1 a 3600 s	Padrón de la Aplicación:	10 s
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el tiempo de permanencia que la velocidad del motor debe permanecer abajo del valor ajustado en P1035 para el sistema apagar la bomba arrancada y entrar en modo dormir.



¡NOTA!

Será generado el mensaje de alarma "A750: Modo Dormir Activo" en la HMI del convertidor de frecuencia CFW11 para alertar que el Solar Pump Drive se encuentra en modo dormir (sleep).

P1037 – Desvío de la Presión de Salida (Variable de Proceso) para el Control Despertar

Rango de Valores:	0.0 a 300.0	Padrón de la Aplicación:	0.0
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el valor a ser disminuido del setpoint del control, para arrancar la bomba y reanudar a controlar el bombeo. Este valor es comparado con la variable de proceso del control y, si el valor de la variable de proceso del control es menor de que este valor, la condición para despertar es habilitada.

5.3 PROTECCIONES

Este grupo de parámetros permite al usuario ajustar las protecciones por bomba seca, presión máxima y presión mínima. Si el sistema a accionar es un bombeo directo sin control de presión, los parámetros de los temporizadores P1045 y P0147 deberán dejarse a "0" para que las funciones de protecciones por presión de tubería permanezcan deshabilitadas.

Descripción de los Parámetros

5.3.1 Bomba Seca

Este grupo de parámetros permite al usuario configurar la detección de bomba seca para protección de la bomba accionada por el convertidor de frecuencia CFW11.

P1040 – Tiempo para Falla por Bomba Seca (F765)

Rango de Valores:	0 a 3600 s	Padrón de la Aplicación:	0 s
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el tiempo de permanencia de la condición de bomba seca detectada para generar la falla por bomba seca "F781: Falla Bomba Seca".

P1041 – Velocidad del Motor para detectar Bomba Seca

Rango de Valores:	0.0 a 300.0 Hz	Padrón de la Aplicación:	54.0 Hz
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el valor de la velocidad del motor de la bomba por encima del cual será habilitada la comparación del par actual del motor con el valor del par del motor para detectar la condición de bomba seca (P1042).



¡NOTA!

Ajuste en "0" deshabilita la falla de Bomba Seca.

P1042 – Corriente Porcentual del Motor para detectar Bomba Seca

Rango de Valores:	0.0 a 100.0 %	Padrón de la Aplicación:	45.0 %
Propiedades:			
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el valor porcentual de la Corriente del motor de la bomba por debajo del cual será detectada la condición de bomba seca.

P1043 – Tiempo de Reset del Fallo por Bomba Seca

Rango de Valores:	0 a 720 min	Padrón de la Aplicación:	0 min
Propiedades:			
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el tiempo en minutos desde que se produzca el defecto por Bomba Seca hasta que el equipo realice un reset de forma automática del defecto.

Si este parámetro está ajustado a "0", el reset automático de la condición de Bomba Seca estará deshabilitado.



¡NOTA!

Este parámetro podrá interferir con el auto-reset automático programado en el parámetro P0340. Por tanto, si se hace necesario activar el reset del fallo por Bomba Seca, se deberá desactivar el auto-reset colocando el P0340 a valor "0".

Descripción de los Parámetros

5.3.2 Presión de Salida Mínima

Este grupo de parámetros permite al usuario configurar la detección de presión de salida mínima para protección de la bomba accionada por el convertidor de frecuencia CFW11.

P1044 – Presión de Salida Mínima

Rango de Valores:	0.0 a 300.0	Padrón de la Aplicación:	0.0
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el valor mínimo de presión del sistema para entrar en la condición de presión mínima. Además de la presión, para entrar en la condición de presión mínima, se deberá cumplir que la velocidad de la bomba sea igual a la velocidad máxima. Esta doble condición tiene como misión evitar la interferencia del control de tensión, el cual, puede generar que la presión del sistema no alcance el mínimo marcado porque la radiación solar no sea suficiente para llegar a ese valor, sin que ello suponga un problema de funcionamiento.

P1045 – Tiempo para Fallo por Presión Mínima (F761)

Rango de Valores:	0 a 3200 s	Padrón de la Aplicación:	0 s
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el tiempo con la condición de presión mínima activa, para generar el fallo de presión mínima (F761).



¡NOTA!

El sistema se detendrá en caso que sea generado este mensaje de fallo.
El valor de este parámetro en "0" deshabilita el fallo.

5.3.3 Presión de Salida Máxima

Este grupo de parámetros permite al usuario configurar la detección de presión de salida máxima para protección de la bomba accionada por el convertidor de frecuencia CFW11.

P1046 – Presión de Salida Máxima

Rango de Valores:	0.0 a 300.0	Padrón de la Aplicación:	10.0
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el valor máximo de presión del sistema para entrar en la condición de presión máxima.

P1047 – Tiempo para Fallo por Presión Máxima (F763)

Rango de Valores:	0 a 3200 s	Padrón de la Aplicación:	0 s
Propiedades:	CFG		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro define el tiempo con la condición de presión máxima activa, para generar el fallo de presión máxima (F763).

Descripción de los Parámetros



¡NOTA!

El sistema se detendrá en caso que sea generado este mensaje de fallo.
El valor de este parámetro en "0" deshabilita el fallo.

5.4 SETPOINT DEL CONTROL

Este grupo de parámetros permite al usuario ajustar las consignas de velocidad o presión necesarias para el funcionamiento del sistema. La conmutación entre una consigna u otra se realizará mediante entradas digitales configuradas a tal efecto.

P1051– Setpoint 1 del Control

P1052 – Setpoint 2 del Control

P1053 – Setpoint 3 del Control

P1054 – Setpoint 4 del Control

Rango de Valores: 0.0 a 300.0 psi/bar/Hz **Padrón de la Aplicación:** P1051 = 60.0 Hz
P1052 = 1.5
P1053 = 1.5
P1054 = 1.5

Propiedades:

Grupos de acceso vía HMI:

Descripción:

Estos parámetros definen el valor del setpoint del control de presión (bar) cuando el setpoint del control es programado para ser vía combinación lógica de las entradas digitales DI3 y DI4 de acuerdo con la tabla 5.3.

Tabla 5.3 – Tabla para el setpoint del control vía combinación lógica de las entradas digitales DI3 y DI4

Entrada Digital	P1051 – Setpoint 1 (Consigna 1)	P1052 – Setpoint 2 (Consigna 2)	P1053 – Setpoint 3 (Consigna 3)	P1054 – Setpoint 4 (Consigna 4)
Entrada Digital DI3	0	1	0	1
Entrada Digital DI4	0	0	1	1



¡NOTA!

Este parámetro se visualizará de acuerdo con la selección de parámetros para la unidad de ingeniería 1 (P0510) sin unidad, Hz o rpm. Esta selección la realiza automáticamente la aplicación de acuerdo con el modo de control de presión (P1030) y la unidad de ingeniería de pantalla principal (P0209).



¡NOTA!

La función de Setpoint (consigna) del control operada por entradas digitales se configura ajustando los parámetros P0265 y P0266 a 21.

5.4.1 Reset del Tiempo de Operación (P1014) y Energía Total kWh (P1015)

P1059 – Reset del Tiempo de Operación (P1014) e Energía Total kWh (P1015)

Rango de Valores: 0 = Sin función **Padrón de la Aplicación:** 0
1 = Reset del valor del parámetro P1014
2 = Reset del valor del parámetro P1015

Propiedades: CFG

Grupos de acceso vía HMI:

Descripción:

Este parámetro permite la puesta a cero de los parámetros P1014 (tiempo de operación del CFW11) y P1015 (Energía Total kWh).

Descripción de los Parámetros

Estos dos parámetros pueden ser útiles para contabilizar el número de horas mensuales o semanales que el sistema ha estado en operación y los kWh generados.

Una vez que el parámetro P1014 o P1015 es puesto a cero, el P10159 vuelve también a valor "0" automáticamente.

5.5 MONITOREO HMI

Este grupo de parámetros permite al usuario configurar cuáles variables serán mostradas en el display de la HMI del convertidor de frecuencia CFW11 en modo de monitoreo.

P0205 – Selección Parámetro de Lectura 1

P0206 – Selección Parámetro de Lectura 2

P0207 – Selección Parámetro de Lectura 3

P0208 – Factor de Escala de Referencia

P0209 – Unidad de Ingeniería Referencia 1

P0210 – Unidad de Ingeniería Referencia 2

P0211 – Unidad de Ingeniería Referencia 3

P0212 – Forma de Indicación Referencia



¡NOTA!

Consulte el manual de programación del convertidor de frecuencia CFW11 para más informaciones sobre los parámetros de la HMI.

5.6 PARÁMETROS DE LECTURA

P1010 – Versión de la Aplicación Solar Pump

Rango de Valores:	0.00 a 10.00	Padrón de la Aplicación:	-
Propiedades:	RO		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro indica la versión del software aplicativo *Ladder* desarrollado para el Solar Pump Drive.

P1011 – Setpoint Actual de Rastreo

Rango de Valores:	0 a 1000 V	Padrón de la Aplicación:	-
Propiedades:	RO		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro presenta el valor actual del Setpoint de tensión CC que será modificado por el sistema en la búsqueda del punto de máxima potencia.

P1012 – Consigna Actual de Presión / Velocidad

Rango de Valores:	0.0 a 300.0 psi/bar/Hz	Padrón de la Aplicación:	-
Propiedades:	RO		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro presenta el valor actual de la consigna de control en función de la configuración del sistema:

Descripción de los Parámetros

- Control de presión en Automático: el valor mostrado aquí corresponderá al punto de ajuste de presión del sistema que el controlador de presión intentará mantener;
- Control de presión en Manual / Desactivado: el valor mostrado aquí corresponderá al punto de referencia de la velocidad del sistema que el sistema intentará mantener;



¡NOTA!

Para obtener más detalles sobre el control de presión consultar el parámetro P1030.

P1013 – Presión de Salida

Rango de Valores:	0.0 a 300.0	Padrón de la Aplicación:	-
Propiedades:	RO		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro presenta el valor de la presión de salida del sistema leído mediante la conexión de un transductor de presión en la entrada analógica 1.

P1014 – Tiempo de Operación del CFW11

Rango de Valores:	0 a 6553.5 h	Padrón de la Aplicación:	-
Propiedades:	RO		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro presenta el tiempo de funcionamiento de la bomba accionada por el CFW11.

P1015 – Energía Total kWh

Rango de Valores:	0 a 65535kWh	Padrón de la Aplicación:	-
Propiedades:	RO		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro presenta el valor de kWh producidos por el CFW11 y consumidos por la bomba.

P1016 – Tiempo Restante para un Nuevo Intento de Arranque

Rango de Valores:	0 a 3200 s	Padrón de la Aplicación:	-
Propiedades:	RO		
Grupos de acceso vía HMI:	<input type="text" value="SPLC"/>		

Descripción:

Este parámetro presenta el tiempo restante para un nuevo intento de arranque, esta lectura está relacionada con el ajuste realizado en el tiempo entre arranques (P1027).

6 PUESTA EN MARCHA

La siguiente es una guía paso a paso para la puesta en marcha de un sistema fotovoltaico de bombeo de agua mediante un convertidor de frecuencia CFW11 WEG:

1. Verifique si las conexiones de potencia, puesta a tierra y de control son correctas y están bien apretadas;
2. Haga la medición de tensión proveniente de los módulos solares y compruebe que está dentro de la franja permitida;
3. Desacople mecánicamente el motor de la carga. Si el motor no pudiera ser desacoplado, tenga certeza que el giro en cualquier sentido (horario o antihorario) no causará daños a la máquina o riesgos de accidentes;
4. Energice la entrada;
5. Coloque los Parámetros en el CFW11 (Referencia Rápida de los Parámetros, pag. 5). Los valores "Conforme Aplicación", deberán estar de acuerdo con las características técnicas de la bomba, inversor y paneles fotovoltaicos;
6. Cambie al modo remoto, y reinicie el CFW11;
7. Si utiliza un detector solar, ajuste los valores de acuerdo con el porcentaje de irradiación para iniciar el sistema (P1028) y porcentaje para detener el sistema (P1017). Si no utiliza un detector solar, evalúe si el tiempo entre arranques (P1027) es adecuado para su aplicación.
8. Con el sistema en funcionamiento, reajuste las ganancias Proporcional (P1024) e Integral (P1025) del regulador de tensión si fuera necesario;
9. En estado estable (después de la aceleración), si el rastreo de MPPT es demasiado lento, puede aumentar gradualmente la tasa de incremento de MPPT a través de (P1019) vía HMI;
10. Si el sistema se apaga durante el paso de nubes o la entrada repentina de carga en la bomba, ajuste el nivel para habilitar el controlador de efecto nube/carga (P1038) y la ganancia del regulador (P1039), aumente gradualmente la ganancia para una respuesta más rápida.



¡NOTA!

El inversor ejecuta algunas rutinas relacionadas con la carga o descarga de datos (configuraciones de Parámetros y/o SoftPLC). Una vez finalizadas esas rutinas, si no aparece ningún problema, el display mostrará el modo monitorización.