SOLAR PUMP DRIVE
CFW500

Manual de Aplicação

Idioma: Português
Documento: 10005027808 / 06

Manual de Aplicação
Solar Pump Drive

Série: CFW500

Idioma: Português

Nº do Documento: 10005027808 / 06

Data da Publicação: 02/2025

SUMÁRIO

SOBRE O MANUAL 4

ABREVIAÇÕES E DEFINIÇÕES 4
REPRESENTAÇÃO NUMÉRICA 4

REFERÊNCIA RÁPIDA DOS PARÂMETROS 5

FALHAS E ALARMES 7

1 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA 8

1.1 AVISOS DE SEGURANÇA NO MANUAL 8
1.2 AVISOS DE SEGURANÇA DO PRODUTO 8
1.3 RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES 9

2 SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA 10

2.1 VISÃO GERAL DO CFW500 EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS 10
2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SOLAR PUMP DRIVE 10

3 INSTALAÇÃO 12

3.1 DIMENSIONAMENTO DOS MÓDULOS SOLARES FOTOVOLTAICOS 12
3.2 CONEXÕES 15
3.2.1 Mecânica A 15
3.2.2 Mecânica B, C, D, E e F 16
3.2.3 Mecânica B, C, D, E e F com Alimentação Híbrida 17

4 MÉTODO DE CONTROLE POR RASTREAMENTO DO MPPT 19

5 DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS 20

5.1 REGULADOR DE TENSÃO 20
5.1.1 Limites do Setpoint de Tensão 20
5.1.2 Controlador PID da Tensão CC 21
5.1.3 Controlador Efeito Nuvem/Carga 22
5.1.4 Configuração da Partida do Sistema 22
5.1.5 Detector Solar 23
5.2 CONTROLADOR DE PRESSÃO 26
5.2.1 Controlador PID de Pressão 27
5.2.2 Modo Dormir 28
5.3 PROTEÇÕES 28
5.3.1 Bomba Seca 29
5.3.2 Pressão de Saída Mínima 30
5.3.3 Pressão de Saída Máxima 30
5.4 SETPOINT DO CONTROLE 31
5.4.1 Reset do Tempo de Operação (P1014) e kWh (P1015) 32
5.5 MONITORAÇÃO HMI 32
5.6 PARÂMETROS DE LEITURA 33

6 ENERGIZAÇÃO E COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO 35

SOBRE O MANUAL

Este manual fornece a descrição necessária para configuração do Solar Pump Drive desenvolvido na função SoftPLC do inversor de frequência CFW500. Este manual de aplicação deve ser utilizado em conjunto com manual do usuário do CFW500, com o manual da função SoftPLC e com o manual do software WLP ou WPS.

ABREVIAÇÕES E DEFINIÇÕES

CLP	Controlador Lógico Programável
CRC	Cycling Redundancy Check
RAM	Random Access Memory
USB	Universal Serial Bus
WLP	Software de Programação em Linguagem Ladder (CFW500 G1)
WPS	Software de Programação em Linguagem Ladder (CFW500 G2)

REPRESENTAÇÃO NUMÉRICA

Números decimais são representados através de dígitos sem sufixo. Números hexadecimais são representados com a letra “h” depois do número.

NOTA!
Esta versão do manual contém a parametrização padrão para o CFW500 G2 (V3.5x) com versão do aplicativo V2.xx (P1010).

REFERÊNCIA RÁPIDA DOS PARÂMETROS

Parâmetro	Descrição	Faixa de Valores	Padrão da Aplicação: 60 Hz (50 Hz)	Ajuste do Usuário	Propr.	Grupos	Pág.
P0100	Tempo Aceleração	0.1 a 999.0 s	10.0 s			BASIC	-
P0101	Tempo Desaceleração	0.1 a 999.0 s	10.0 s			BASIC	-
P0133	Velocidade Mínima	0.0 a 500.0 Hz	40.0 (30.0) Hz			BASIC	-
P0134	Velocidade Máxima	0.0 a 500.0 Hz	60.0 (50.0) Hz			BASIC	-
P0136	Boost de Torque Manual	0.0 a 30.0 %	Conforme Modelo do Inversor		V/F	MOTOR, BASIC	-
P0142	Tensão Saída Máxima	0.0 a 100.0 %	100.0 %		cfg V/F		-
P0143	Tensão Saída Intermediária	0.0 a 100.0 %	60.0 %		cfg V/F		-
P0144	Tensão Saída Baixa	0.0 a 100.0 %	28.0 %		cfg V/F		-
P0202	Tipo de Controle	0 a 5	0 (1) = V/F		cfg	STARTUP	-
P0205	Parâmetro Display Principal	2 = Velocidade em rpm 3 = Corrente do Motor 4 = Tensão do Link DC 5 = Frequência em Hz	5 = Frequência Saída			HMI	32
P0206	Parâmetro Display Auxiliar		4 = Tensão Link DC			HMI	32
P0207	Parâmetro para Barra		3 = Corrente do Motor			HMI	32
P0208	Escala da Referência	1 à 65535	600			IHM	32
P0209	Unidade Eng. Ref.	3 = rpm 13 = Hz	13 = Hz			HMI	32
P0210	Forma de Indicação do Display Principal	0 a 7	1 = wxy.z			HMI	32
P0216	Iluminação HMI	0 a 1	0 = Desliga		cfg	HMI	-
P0220	Seleção Fonte LOC/REM	0 a 11	1 = Sempre Remoto		cfg	I/O	-
P0222	Sel. Referência REM	0 a 17	12 = SoftPLC		cfg	I/O	-
P0226	Seleção Giro REM	0 a 12	0 = Horário		cfg	I/O	-
P0227	Seleção Gira/Pára REM	0 a 5	1 = DIx		cfg	I/O	-
P0228	Seleção JOG REM	0 a 6	0 = Inativo		cfg	I/O	-
P0230	Zona Morta (Ais)	0 a 1	1 = Ativa		cfg	I/O	-
P0231	Função do Sinal AI1	8 = Realimentação PID Pressão	1 = Sem Função			I/O	26
P0233	Sinal da Entrada AI1	0 = 0 a 10 V 1 = 4 a 20 mA	0 = 0 a 10 V			I/O	-
P0235	Filtro da Entrada AI1	0.00 a 16.00 s	0.30 s			I/O	-
P0236	Função do Sinal AI2	9 = Sensor Detector Solar 10 = Setpoint Controle	1 = Sem Função		cfg	I/O	24
P0238	Sinal da Entrada AI2	0 a 3	0 = 0 a 10 V		cfg	I/O	-
P0251	Função da Saída AO1	21 = Repetir AI1	2 = Veloc. Real		cfg	I/O	26
P0263	Função da Entrada DI1	0 a 53	1 = Gira / Para		cfg	I/O	-
P0264	Função da Entrada DI2	40 = Controle de Pressão 42 = Alimentação por grupo ou rede	40 = Controle de Pressão		cfg	I/O	25/ 26
P0265	Função da Entrada DI3	41 = 1ª DI para Seleção do Setpoint do Controle 42 = Alimentação por grupo ou rede	41 = 1ª DI para Seleção do Setpoint do Controle		cfg	I/O	25/ 31
P0266	Função da Entrada DI4	41 = 2ª DI para Seleção do Setpoint do Controle 42 = Alimentação por grupo ou rede	41 = 2ª DI para Seleção do Setpoint do Controle		cfg	I/O	25/ 31
P0275	Função da Saída DO1	37 = Aciona Alimentação Externa (gerador / rede)	11 = Run		cfg	I/O	25
P0276	Função da Saída DO2		2 = F > Fx		cfg	I/O	25
P0277	Função da Saída DO3		0 = Sem Função		cfg	I/O	25
P0296	Tensão Nominal de Rede	0 a 7	Conforme Modelo do Inversor		ro, cfg	READ	-
P0320	Flying Start / Ride-Through	0 a 3	3 = Ride-Through		cfg		-
P0331	Rampa de tensão	0.2 a 60.0 s	10.0 s		V/f		-
P0339	Compensação de Tensão de Saída em V/f	0 a 1	1 = Habilitado		cfg		-
P0340	Tempo Auto-Reset	0 a 255 s	255 s				29
P0400	Tensão Nominal Motor	200 a 600 V	Conforme Modelo do Inversor		cfg	MOTOR, STARTUP	-
P0401	Corrente Nominal Motor	0.0 a 400.0 A	Conforme Modelo do Inversor		cfg	MOTOR, STARTUP	-
P0402	Rotação Nominal Motor	0 a 30000 rpm	Conforme Modelo do Inversor		cfg	MOTOR, STARTUP	-
P0403	Frequência Nominal Motor	0 a 500.0 Hz	60.0 (50.0) Hz		cfg	MOTOR, STARTUP	-

Parâmetro	Descrição	Faixa de Valores	Padrão da Aplicação: 60 Hz (50 Hz)	Ajuste do Usuário	Propr.	Grupos	Pág.
P1001	Comando para SoftPLC	0 a 5	1 = Executa Aplicação		cfg	SPLC	-
P1010	Versão da Aplicação Solar Pump Drive	0.00 a 10.00			ro	SPLC	33
P1011	Setpoint Atual de Rastreio	0 a 1000 V			ro	SPLC	33
P1012	Setpoint Atual de Pressão / Velocidade	0.0 a 4000.0 [Un. Eng. 1]			ro	SPLC	33
P1013	Pressão de Saída	0.0 a 300.0			ro	SPLC	33
P1014	Tempo de Operação CFW500	0 a 6553.5 h			ro	SPLC	34
P1015	Contador kWh	0 a 65535 kWh			ro	SPLC	34
P1016	Tempo Restante para Nova Partida	0 to 3600 s	-		ro	SPLC	34
P1017	Desvio do Valor Detector Solar (AI2) para Parar o Sistema	0.0 to 100.0 %	0.0 %		ro	SPLC	25
P1019	Taxa de Incremento MPPT	1 a 40	5			SPLC	20
P1022	Setpoint Mínimo Vcc	0 a 1000 V	250 V			SPLC	20
P1023	Setpoint Máximo Vcc	0 a 1000 V	400 V			SPLC	20
P1024	Ganho Proporcional PID Tensão	0.000 a 32.000	1.000			SPLC	21
P1025	Ganho Integral PID Tensão	0.00 a 32.00	20.00			SPLC	21
P1026	Ganho Derivativo PID Tensão	0.000 a 32.000	0.00			SPLC	21
P1027	Tempo entre Partidas	0 a 3600 s	60 s			SPLC	22
P1028	Valor Detector Solar (AI2) para Partida do Sistema	0.0 a 100.0 %	0.0 %			SPLC	24
P1029	Valor Detector Solar (AI2) para Acionamento da DOx	0.0 a 100.0 %	0.0 %			SPLC	24
P1030	Controle de Pressão	0 = Manual 1 = Automático 2 = Seleção via DIx 3 = Desabilitado	3 = Desabilitado			SPLC	26
P1031	Escala Sensor de Pressão	0.0 a 300.0	10.0			SPLC	27
P1032	Ganho Proporcional PID Pressão	0.000 a 32.000	1.000			SPLC	27
P1033	Ganho Integral PID Pressão	0.00 a 320.00	10.00			SPLC	27
P1034	Ganho Derivativo PID Pressão	0.000 a 32.000	0.000			SPLC	27
P1035	Velocidade do Motor para o Controle ir para o Modo Dormir	0.0 a 4000.0 [P0209]	0.0 [P0209]			SPLC	28
P1036	Tempo para o Controle ir para o Modo Dormir	1 a 65000 s	10 s			SPLC	28
P1037	Desvio da Pressão de Saída para o Controle Despertar	0.0 a 300.0	0.0			SPLC	28
P1038	Nível Ativação Controle Nuvem/Carga	0.0 a 100.0 %	1.0 %			SPLC	22
P1039	Ganho Controle Nuvem/Carga	0.00 a 100.00	1.00			SPLC	22
P1040	Tempo para Falha por Bomba Seca	0 a 65000 s	0 s			SPLC	29
P1041	Velocidade do Motor para detectar Bomba Seca	0.0 a 4000.0 [P0209]	54.0 (45.0) [P0209]			SPLC	29
P1042	Corrente % do Motor para detectar Bomba Seca	0.1 a 100.0 %	45.0 %			SPLC	29
P1043	Tempo Reset da Falha por Bomba Seca	0 a 720 min	0 min			SPLC	29
P1044	Pressão de Saída Mínima	0.0 a 300.0	0.0			SPLC	30
P1045	Tempo Pressão Mínima para Falha	0 a 3200 s	0 s			SPLC	30
P1046	Pressão de Saída Máxima	0.0 a 300.0	10.0			SPLC	30
P1047	Tempo Pressão Máxima para Falha	0 a 3200 s	0 s			SPLC	30
P1048	Normal Fechado DOx	0 a 1	0			SPLC	25
P1049	Tempo para Atuação DOx	0 a 65000 s	0 s			SPLC	25
P1051	Setpoint 1 do Controle	0.0 a 4000.0 [Un. Eng. 1]	60.0 (50.0)			SPLC	31
P1052	Setpoint 2 do Controle	0.0 a 4000.0 [Un. Eng. 1]	1.5			SPLC	31
P1053	Setpoint 3 do Controle	0.0 a 4000.0 [Un. Eng. 1]	1.5			SPLC	31
P1054	Setpoint 4 do Controle	0.0 a 4000.0 [Un. Eng. 1]	1.5			SPLC	31
P1059	Reset do Tempo de Operação (P1014) e kWh (P1015)	0 = Sem função 1 = Reseta o Tempo de Operação 2 = Reseta Energia Total kWh	0			SPLC	32

NOTA!
Para recarregar o padrão de fábrica configurar o parâmetro P0204 em “7”.

FALHAS E ALARMES

Falha / Alarme	Descrição	Causas mais prováveis
F0021: Subtensão no Link DC	Falha de subtensão no circuito intermediário.	Tensão de alimentação baixa, confira se os dados na etiqueta do inversor estão de acordo com a rede de alimentação e o parâmetro P0296. A tensão de alimentação do drive em corrente alternada (gerador) ou corrente contínua (placas solares) muito baixa, pode ocasionar uma tensão no Link DC (P004) menor que o valor mínimo: Ud < 200 Vcc em 200-240 Vca (P0296 = 0). Ud < 360 Vcc em 380-480 Vca (P0296 = 1, 2, 3 ou 4). Ud < 500 Vcc em 500-600 Vca (P0296 = 5, 6 ou 7). Falta de fase na entrada. Falha no circuito de pré-carga.
A0163: Falha Sinal AIx 4..20 mA	Sinal da entrada analógica AIx em 4 a 20 mA ou 20 a 4 mA está abaixo de 2 mA.	Sinal de corrente na entrada analógica AIx interrompido ou nulo. Erro na parametrização da entrada analógica AIx.
A750: Modo Dormir Ativo	Indica que o sistema está em modo dormir.	Velocidade do motor da bomba ficou abaixo do valor programado em P1035 durante o tempo programado em P1036.
A752: Tempo de Partida	Indica que o tempo entre partidas foi iniciado, o tempo restante para uma nova tentativa de partida pode ser monitorado no P1016.	O tempo entre partidas ocorre quando há uma interrupção ou queda na alimentação do inversor (Nível baixo de irradiação solar).
A754: Rotina de Verificação de Tensão no Link DC	Indica que o inversor está tentando acelerar até a velocidade mínima e monitorando o comportamento do Link DC.	O Alarme de verificação do Link DC ocorre à cada tentativa de partir o sistema, quando não há Sensor de Detecção Solar (AI2).
A756: Nível Baixo Sensor Solar	Indica Nível Baixo de Irradiação no Sensor Solar (AI2).	O Alarme ocorre ao tentar efetuar uma partida com uma medição de nível baixo no Sensor de Detecção Solar (AI2).
F761: Pressão Mínima	Falha por pressão mínima do sistema.	A pressão do sistema está abaixo do valor P1044 durante o tempo programado em P1045.
F763: Pressão Máxima	Falha por pressão máxima do sistema.	A pressão do sistema está acima do valor P1046 durante o tempo programado em P1047.
F765: Bomba Seca	Indica que a bomba foi desligada devido à proteção de bomba seca.	Durante um tempo (P1040) o valor da velocidade do motor da bomba permaneceu acima do valor programado em P1041 e o valor percentual de corrente do motor permaneceu abaixo do valor programado em P1042.
F799 Versão Incompatível de Firmware	Indica que o firmware é incompatível com a Aplicação Solar Pump Drive.	A versão de firmware do produto (P0023) não é compatível com a versão da aplicação do Solar Pump Drive (P1010). Compatibilidade de versões: CFW500 G1 (P0023 < v3.5x -> P1010=v1.xx) CFW500 G2 (P0023 > v3.5x -> P1010=v2.xx)

1 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA

Este manual contém as informações necessárias para o uso correto do inversor de frequência CFW500 aplicado a sistemas fotovoltaicos para bombeamento de água.

Este manual foi desenvolvido para ser utilizado por profissionais com treinamento ou qualificação técnica adequada para manipular este tipo de equipamentos.

1.1 AVISOS DE SEGURANÇA NO MANUAL



PERIGO!
Os procedimentos recomendados neste aviso têm como objetivo proteger o usuário contra risco de morte, ferimentos graves e danos materiais consideráveis.



ATENÇÃO!
Os procedimentos recomendados neste aviso têm como objetivo evitar danos materiais.



NOTA!
As informações mencionadas neste aviso são importantes para o correto entendimento e bom funcionamento do produto.



ATENÇÃO!
A tensão Voc não deve ser superior a 410 V para equipamentos de tensão nominal 200 – 240 Vac e 810 V para equipamentos de tensão nominal 380 – 480 Vca para evitar danificar o inversor de frequência.

1.2 AVISOS DE SEGURANÇA DO PRODUTO

Os seguintes símbolos são fixados nos produtos como aviso de segurança:



Tensões elevadas presentes.



Componentes sensíveis a descarga eletrostática. Não tocá-los.



Conexão obrigatória ao terra de proteção (PE).

1.3 RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES



PERIGO!
Somente pessoas com treinamento ou qualificação técnica adequados para operar este tipo de equipamento. Estas pessoas devem seguir as instruções de segurança definidas por normas locais. Não seguir as instruções de segurança pode resultar em risco de morte e/ou danos no equipamento.



NOTA!
Para os fins deste manual, pessoas qualificadas são aquelas treinadas e, portanto, são adequados para:
1. Instalar, aterrar, energizar e operar o CFW500 de acordo com estes procedimentos de segurança manuais e legais.
2. Usar equipamento de proteção de acordo com os padrões locais estabelecidos.
3. Prestar os primeiros socorros.



PERIGO!
Sempre abrir o interruptor Q1 (conforme figura 3.2 e 3.3 na seção 3.2 Conexões) para desligar o lado CC dos módulos fotovoltaicos, antes de tocar em qualquer componente elétrico conectado no produto. Esperar no mínimo dez (10) minutos para descarregar completamente os capacitores e parar os ventiladores.
Sempre conectar a carcaça do equipamento no fio terra de proteção (PE).



ATENÇÃO!
Os cartões eletrônicos possuem componentes sensíveis a descargas eletrostáticas.
Não toque diretamente sobre os componentes ou conectores. Caso necessário, toque antes no ponto de aterramento do inversor que deve estar ligado ao terra de proteção (PE) ou utilize pulseira de aterramento adequada.



NOTA!
Leia completamente este manual antes de instalar ou ligar o CFW500.

2 SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA

Este documento apresenta informações necessárias para configurar todas as funções do inversor de frequência CFW500 aplicada a Sistemas Fotovoltaicos de bombeamento de água. Para obter informações mais detalhadas sobre a função de acessórios de expansão e comunicações consulte os seguintes manuais:

■ Documentação do Inversor de Frequência CFW500;
■ Guia de Instalação do Solar Pump Drive;
■ Manual da SoftPLC do CFW500;
■ Manual de Programação do CFW500;
■ CFW500-CRS485-B - Módulo Plug-in de entradas/saídas (Possibilita o uso de todos os recursos do aplicativo, como: controle de pressão, detector solar e operação em sistema híbrido de forma simultânea);
■ CFW500-KDS – Acessório para Detector Solar.

Esses manuais podem ser obtidos no site da WEG – www.weg.net.

2.1 VISÃO GERAL DO CFW500 EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

O inversor de frequência CFW500 é um conversor CA/CA e CC/CA de alta performance e que permite o controle de velocidade e torque de motores de indução trifásico. O inversor de frequência CFW500 também possui funções de PLC (Controlador Lógico Programável) através do recurso SoftPLC (integrado).

A função do CFW500 em sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água é converter energia gerada pelos módulos fotovoltaicos na forma alternada, e aplicar esta energia no acionamento de bombas de água, conforme a figura 2.1.

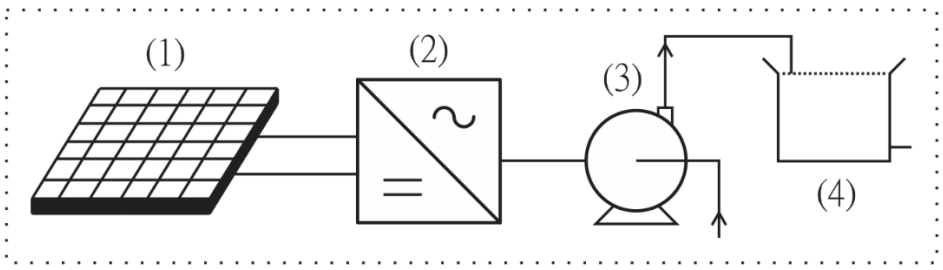


Figura 2.1 *– Bloco diagrama de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água*

Onde:

(1) Planta solar fotovoltaica
(2) Inversor de frequência WEG CFW500
(3) Bomba de água
(4) Reservatório de água

2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SOLAR PUMP DRIVE

A aplicação Solar Pump Drive desenvolvida na função SoftPLC do inversor de frequência CFW500 tem por característica principal o acionamento de uma bomba utilizando um inversor de frequência alimentado por um sistema foto voltaico, possibilitando desta forma o controle da velocidade da bomba.

Apresenta as seguintes características:

■ Rampa de aceleração e desaceleração para a bomba acionada pelo inversor;
■ Limites de velocidade mínima e máxima para a bomba acionada pelo inversor;
■ Seleção do modo de controle manual, automático ou via entrada digital. Se o controle estiver em modo manual o setpoint de controle será velocidade, caso esteja em automático o setpoint de controle será pressão;
■ Seleção do setpoint de controle via combinação lógica de duas entradas digitais (máximo 4 setpoints);
■ Seleção da variável de processo do controle via entrada analógica AI1;
■ Seleção da unidade de engenharia e range do sensor da variável de processo do controle via parâmetros do inversor de frequência CFW500;
■ Seleção dos parâmetros de velocidade da aplicação em Hz ou rpm via P0209.
■ Setpoint de tensão Vcc mínimo e máximo;
■ Ajuste de ganho, offset e filtro para os sinais do controle via entradas analógicas;

■ Ajuste dos ganhos do controlador PID do controle de pressão;
■ Ajuste dos ganhos do controlador PID do controle de tensão Vcc;
■ Habilitação ou não do modo dormir com o controlador PID habilitado;
■ Modo despertar/iniciar para ligar a bomba;
■ Proteção de pressão de saída mínima;
■ Proteção de pressão de saída máxima;
■ Proteção de bomba seca através da leitura do torque/corrente e velocidade da bomba acionada pelo inversor;
■ Contador de horas de funcionamento e de energia produzida pelos módulos solares e consumida pela bomba.

NOTA!
Para aplicações onde o cabo entre motor e inversor for superior a 100 metros, consulte a WEG para o dimensionamento da reatância de saída/filtro senoidal.

3 INSTALAÇÃO

3.1 DIMENSIONAMENTO DOS MÓDULOS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Para instalar/dimensionar os módulos solares fotovoltaicos deve-se observar suas 3 características principais:

■ **Potência de pico (W_p)** é a máxima potência medida que o módulo solar fotovoltaico estabelece para a condição STC.
■ **Tensão de circuito aberto (V_{oc})** é a tensão medida nos bornes do módulo quando está sem carga, para a condição STC.
■ **Tensão de máxima potência (V_{mpp})** é um valor específico da tensão a qual multiplica pela corrente de saída, dará a potência máxima de saída, para a condição STC.

A condição STC é o termo Inglês *Standard Test Conditions* em que os valores apresentados foram medidos por ensaios padrão, sob as condições de irradiação de 1000 W/m², com uma massa de ar (PM) de 1,5, e uma temperatura da célula de 25 °C.

Na planta onde tais módulos são instalados, as condições climáticas podem ser diferentes, sendo necessário calcular um novo valor de tensão de circuito aberto para o dimensionamento do sistema fotovoltaico de bombeamento de água. O principal fator que afetará o funcionamento do sistema será a temperatura, já que as temperaturas baixas elevarão a tensão do circuito aberto (V_{oc}).

A equação que considera todas as variáveis é complexa, bem como conhecer os valores exatos dessas variáveis. Por essa razão é apresentado a seguir uma equação simples que se aproxima o valor à realidade:

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

Onde:

- **V_{oc}:** Tensão de circuito aberto do módulo solar fotovoltaico no local de instalação (V);
- **N_p:** Número de módulos solares fotovoltaicos conectados em série;
- **$V_{oc(STC)}$:** Tensão de circuito aberto do módulo solar fotovoltaico na condição STC;
- **$T_{mínima}$:** Temperatura mínima de funcionamento do módulo no local de operação (ºC);
- **$T_{(STC)}$:** Temperatura de ensaio padrão do painel, 25 ºC;
- **β:** Coeficiente de temperatura V_{oc} especificado pelos dados do módulo.

Com esta informação se calcula a quantidade de módulos solares que devem ser conectados em série para que operem na faixa de tensão de funcionamento do inversor. Esta conexão em série por sua vez, deverá ser replicada em paralelo quantas vezes seja preciso para atender a potência de funcionamento do sistema.

A tensão de funcionamento do inversor varia de acordo com o modelo, sendo de 250-380 Vcc para os modelos de 220 Vca monofásico e trifásico, e 450-760 Vcc para os modelos 380-440 Vca. Deve-se prestar atenção especial a tensão de circuito aberto (V_{oc}), que não deve ser superior a tensão de proteção de sobretensão do inversor. Em caso da tensão V_{oc} ser superior, esta acabará danificando o equipamento.

Os inversores de frequência trabalham com faixa de proteção contra subtensão e sobretensão, de tal forma que se a tensão alcança estes valores limites, o inversor interromperá seu funcionamento. A tabela 3.1 informa as informações de tensão de funcionamento dos inversores, assim como os limites de sobre e subtensão.

***Tabela 3.1** – Níveis de tensão do inversor de frequência CFW500*

P0296	200-240 Vca		380-480 Vca	500-600 Vca
Nº de Fases de Alimentação	1	3	3	3
Tensão de Operação	250~380	250~380	450~760	610~950
Proteção de Subtensão (Vcc)	200	200	360	500
Proteção de Sobretensão (Vcc)	410	410	810	1000
Tensão de Alimentação (Vcc)	310		540	710

Para facilitar a compreensão do dimensionamento usaremos como exemplo o seguinte sistema:

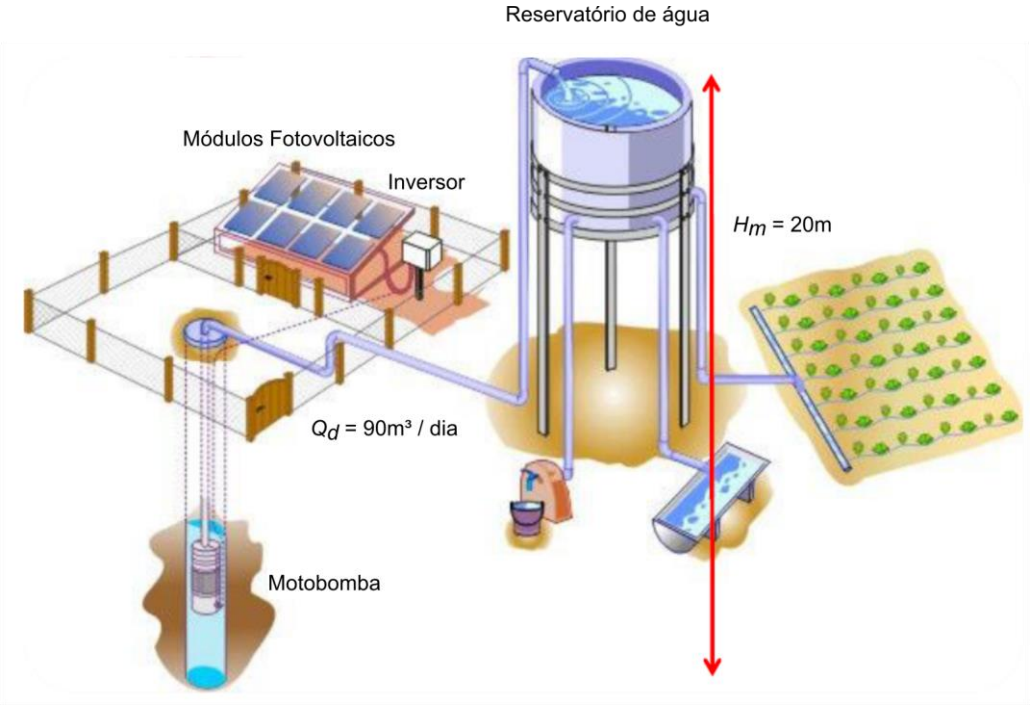


Figura 3.1 – Exemplo de sistema de bombeio fotovoltaico

Para este exemplo, baseado na vazão desejada um conjunto motobomba de 3 CV foi escolhido como referência. O dimensionamento do número de módulos e topologia do sistema segue o procedimento a seguir:

DIMENSIONAMENTO DA MOTOBOMBA

CÁLCULO DA ENERGIA HIDRÁULICA DIÁRIA

$$Energia\ hidráulica\ diária\ (E_H)\ = g * H_m *\ \rho_a * \frac{Q_d}{3600}$$

Onde:

E_H **:** Energia hidráulica diária (Wh/dia).
g **:** aceleração da gravidade (9,81 m/s²) – possui valor constante.
H_m *:* Altura manométrica (20 m) – valor varia conforme layout do projeto.
ρ_a : Densidade da água (1.000 kg/m³) – possui valor constante.
Q_d : Volume bombeado (90 m³/dia) - valor varia conforme necessidade de volume bombeado.
$(HSP)_\beta$: Horas de Sol Pico (3,9 kWh/m²) – valor varia conforme local, utilizar o menor valor de irradiação sazonal.

CÁLCULO DA ENERGIA FINAL NECESSÁRIA

$$L\ = \frac{Energia\ hidráulica\ diária}{n_{motobomba}}$$

Onde:

L : Energia final necessária (W/h).
$n_{motobomba}$: Eficiência da bomba (0,3) – média das bombas para essa aplicação.

CÁLCULO DA POTÊNCIA

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

A potência (W_p) obtida resulta em 5,24 kW_p, sendo que para o exemplo proposto a potência é suficiente para o acionamento da bomba de 3 CV selecionada. As equações apresentadas são análogas para os demais dimensionamentos e suas respectivas potências.

- CFW500 Monofásico/Trifásico 220 Vca;
- Bomba de 3 CV trifásica;
- Módulos solares modelo TSM-PEG15H 345 W do fabricante TRINA SOLAR.

O painel solar fotovoltaico modelo TSM-PEG15H possui as seguintes características (NMOT):

***Tabela 3.2** – Características técnicas do Módulo Solar Fotovoltaico Policristalino*

Características Elétricas	
Potência de saída nominal (P_{mpp})	345 W_p
Tensão no ponto de máxima potência (V_{mpp})	35,7 V
Corrente no ponto de máxima potência (I_{mpp})	7,31A
Tensão de circuito aberto (V_{oc})	43,7 V
Corrente de curto circuito (I_{sc})	7,76A
Eficiência do Módulo	16,8 %

A partir da potência (W_p) necessária (5,24kW_p) e a potência do painel solar escolhido (345W_p), pode-se calcular a quantidade de módulos necessários (5240 W_p / 345 W_p), que seriam 16 módulos. Optando-se por uma ligação em série de oito módulos solares fotovoltaicos, estará sendo gerada uma tensão de máxima potência de **285,6 Vcc**, com uma tensão de circuito aberto (V_{oc}) de **349,6 Vcc.**

Considerando como limites de operação as temperaturas entre 0 ºC e 70 ºC, pode-se calcular a menor tensão de máxima potência para a temperatura de 70°C (***Vmp$_{min}$*** = 236,7 Vcc) e a maior tensão de circuito aberto para a temperatura de 0°C (***Voc$_{max}$***= 376,7 Vcc).

NOTA!
Os valores dimensionados estão de acordo com a tabela 3.1, dentro dos limites de operação do CFW500.

Ao associar oito módulos solares em série, estamos inserindo degraus de 2760 W_p. Para atender a aplicação de 5,24kW_p, será associado mais um conjunto de oito módulos em paralelo totalizando 5,52kW_p. Assim, atendemos ao critério de dimensionamento de tensão (range de operação do inversor) e potência necessária para controlar a bomba. O conjunto de 16 módulos solares TSM-PEG15H possuem as características técnicas informadas na tabela 3.3.

***Tabela 3.3** – Informações para o conjunto 16 módulos (2x Strings de 8x módulos solares TSM-PEG15H)*

Informações Específicas Instalação PV (NMOT) x Quantidade PV	
Potência de saída nominal (P_{mpp})	5520 W_p
Tensão no ponto de máxima potência (V_{mpp})	285,6 V
Corrente no ponto de máxima potência (I_{mpp})	14,62 A
Tensão de circuito aberto (V_{oc})	349,6 V
Corrente de curto circuito (I_{sc})	15,52 A

A conexão dos módulos solares deve ser efetuada conforme o esquemático da figura 3.2.

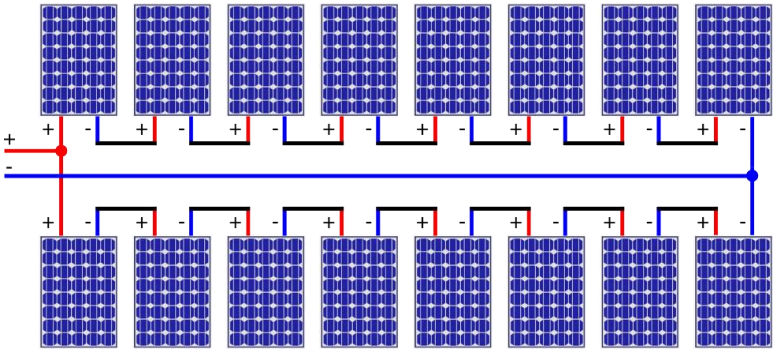


***Figura 3.2** – Ligação dos módulos solares*

3.2 CONEXÕES

O tipo de conexão a ser utilizado será determinado pela tensão do equipamento, abaixo são apresentadas as conexões típicas para cada mecânica do CFW500, para mais detalhes sobre a instalação e conexão das placas solares consultar o *"Guia de Instalação do Solar Pump Drive"*

3.2.1 Mecânica A

Para inversores de frequência CFW500 e mecânica "A", modelos sem acesso aos bornes do Link DC, é recomendado a seguinte conexão:

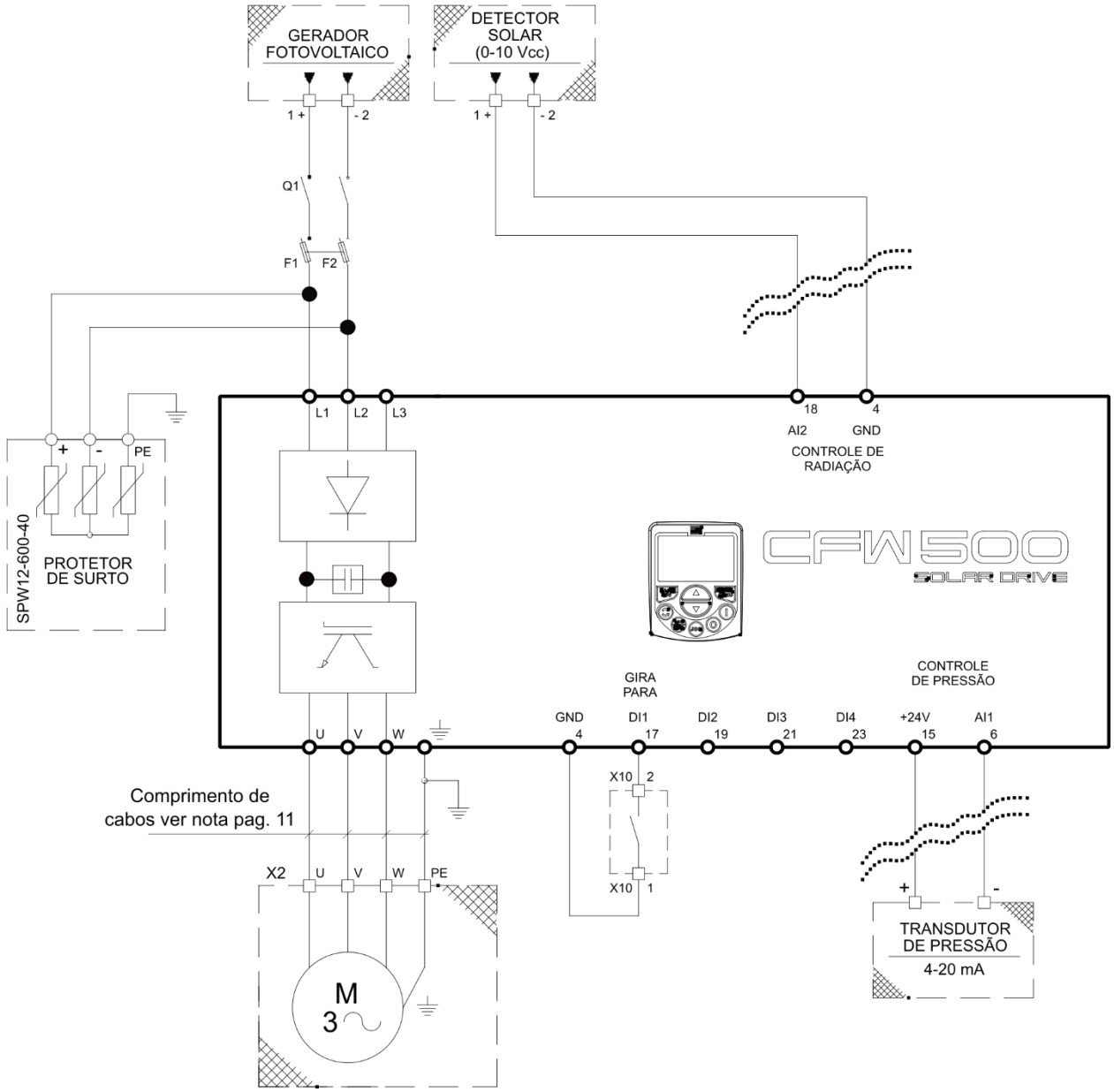


Figura 3.3 *– Esquema de ligação do sistema fotovoltaico de bombeamento de água para CFW500 mecânica A*

NOTA!
Tomar os devidos cuidados para não inverter as ligações das tensões positiva e negativa proveniente dos módulos solares.

NOTA!
As conexões de entradas/saídas podem ser diferentes do que é indicado neste esquema, dependendo das necessidades da aplicação.

3.2.2 Mecânica B, C, D, E e F

Para inversores de frequência CFW500 de mecânica B, C, D, E e F, modelos com acesso ao Link DC (terminais Ud+ e Ud-) é recomendado a seguinte conexão:

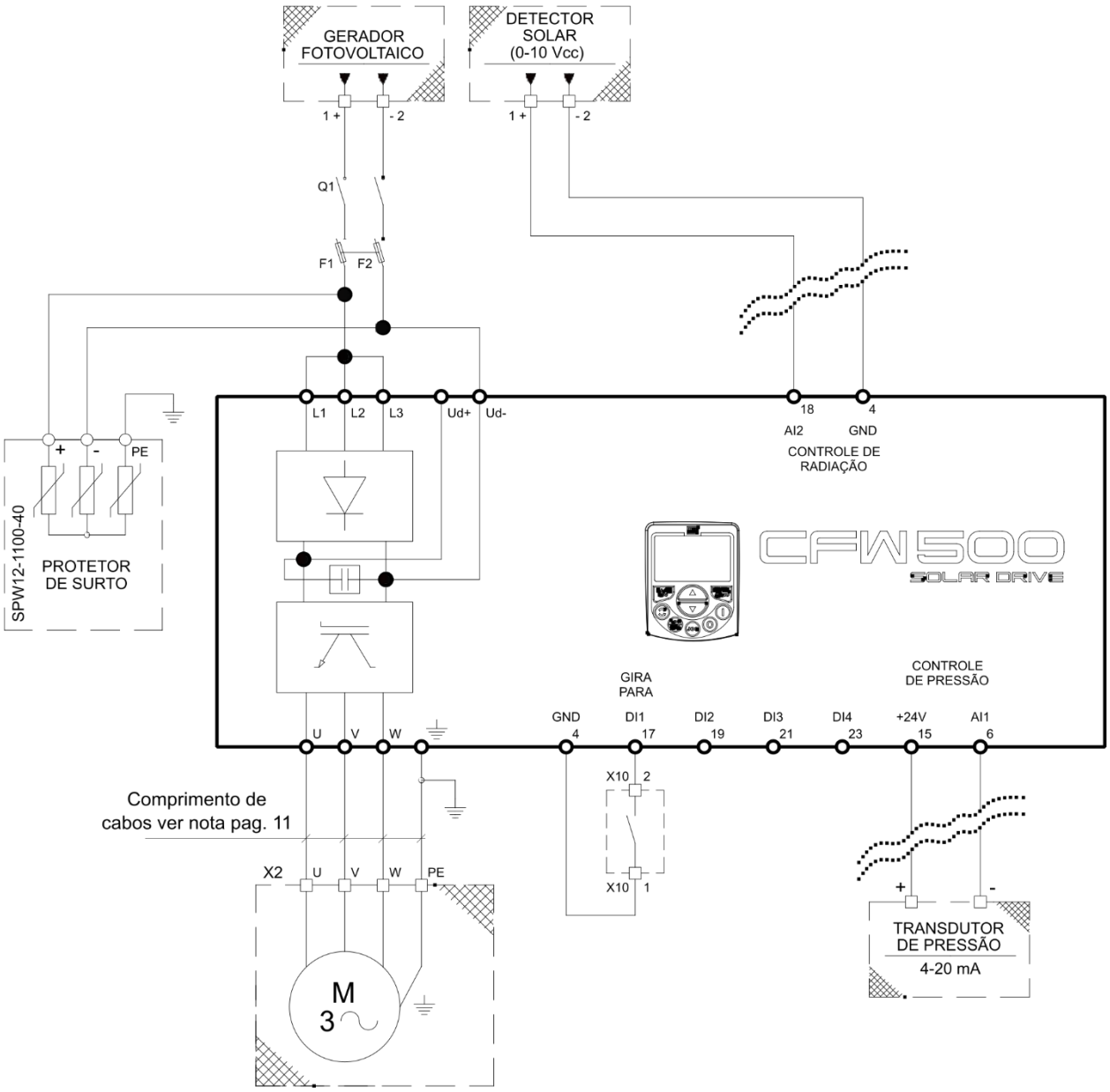


Figura 3.4 *– Esquema de ligação do sistema fotovoltaico de bombeamento de água para CFW500 mecânica B, C, D, E e F*

NOTA!
Tomar os devidos cuidados para não inverter as ligações das tensões positiva e negativa proveniente dos módulos solares.

NOTA!
As conexões de entradas/saídas podem ser diferentes do que é indicado neste esquema, dependendo das necessidades da aplicação.

NOTA!
Verifique o acesso ao terminal Ud- pode ser necessário remover a proteção plástica para fazer a conexão no terminal.

3.2.3 Mecânica B, C, D, E e F com Alimentação Híbrida

Para inversores de frequência CFW500 de mecânica B, C, D, E e F, modelos com acesso ao Link DC (terminais Ud+ e Ud-) e que necessitam de alimentação híbrida é recomendado a seguinte conexão.

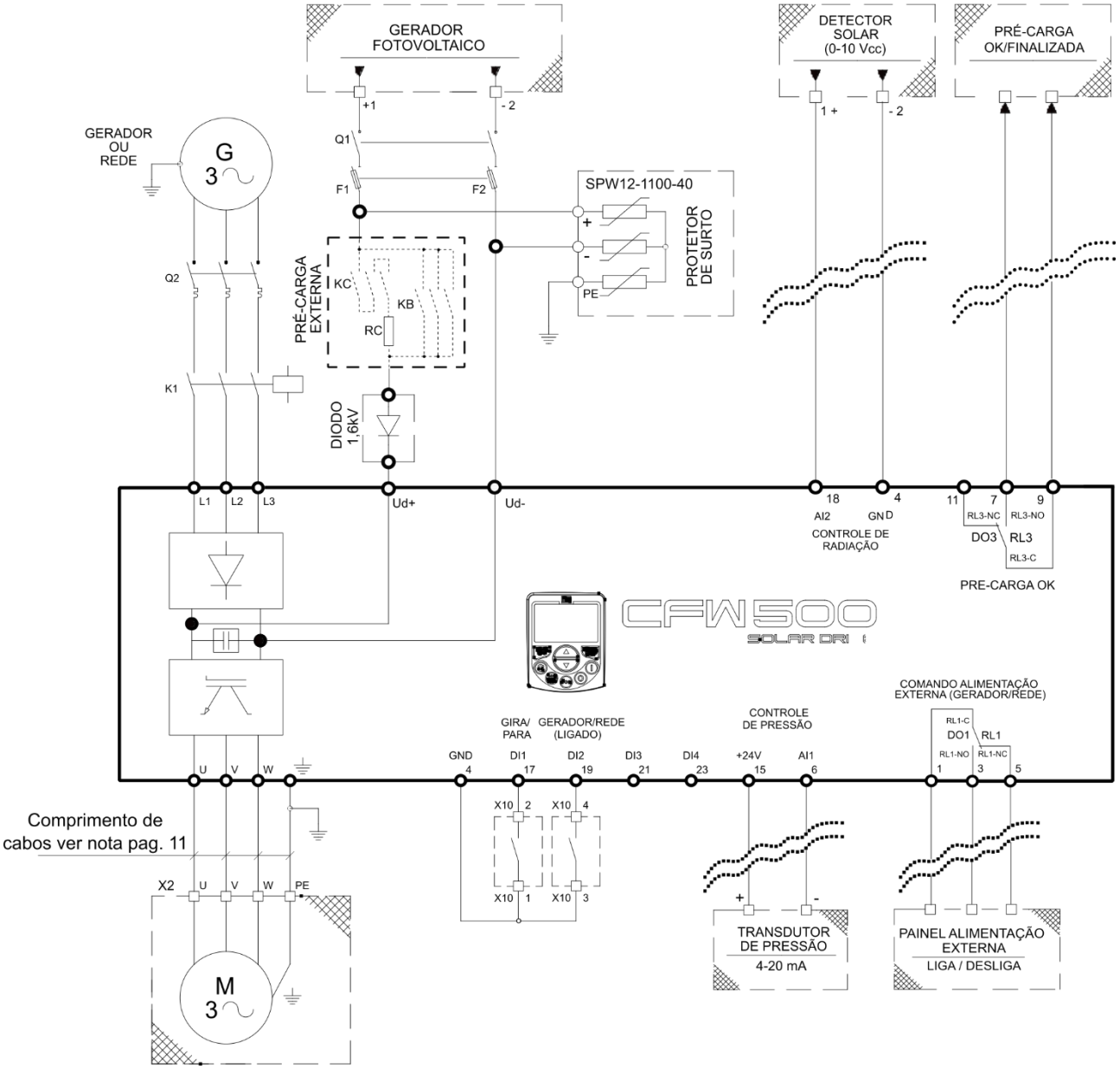


Figura 3.5 *– Esquema de ligação do CFW500 mecânica B, C, D, E e F com alimentação híbrida*

NOTA!
Tomar os devidos cuidados para não inverter as ligações das tensões positiva e negativa proveniente dos módulos solares. Não manobre os contatores KC e/ou KB com carga.

NOTA!
O fechamento do contator K1 deve ser programado (temporizado) para evitar que o pico de partida do gerador chegue a entrada de alimentação do inversor de frequência.

NOTA!
As conexões de entradas/saídas podem ser diferentes do que é indicado neste esquema, dependendo das necessidades da aplicação. Deve ser previsto intertravamento para acionamento da pré-carga externa.

NOTA!
Verifique o acesso ao terminal Ud- pode ser necessário remover a proteção plástica para fazer a conexão no terminal.

***Tabela 3.4** – Componentes sugeridos para pré-carga externa*

CFW500 T4	Contator de Carga KC	Resistor de Pré-Carga RC	Contator By-pass KB
Mecânica A, B e C	CWB18 – 18A (conexão série dos contatos)	60 Ohm / 150 J @ 0,3s (RH50 – 60 Ohm)	CWB9 ~ CWB18 (conexão paralela dos contatos)
Mecânica D e E	CWB25 – 25A (conexão série dos contatos)	40 Ohm / 1000 J @ 1s (2X IRV200 – 20 Ohm)	CWB18 ~ CWB50 (conexão paralela dos contatos)
Mecânica F e G	CWB25 – 25A (conexão série dos contatos)	40 Ohm / 7000 J @ 5s (2X IRV200 – 20 Ohm)	CWM80 ~ CWM250 (conexão paralela dos contatos)

4 MÉTODO DE CONTROLE POR RASTREAMENTO DO MPPT

A estratégia do método de controle de referência variável, fica constantemente rastreando o ponto de máxima potência do sistema (MPPT – *Maximum Power Point Tracking).*

O ponto de máxima potência de um módulo solar se altera de acordo com a irradiância solar incidente sobre a célula solar, como também a temperatura, velocidade do vento, inclinação do módulo solar fotovoltaico, passagem de nuvens, gerando assim a necessidade da busca constante pela máxima potência do sistema. Comparado com o método do ponto fixo, o MPPT proporciona uma maior eficiência do sistema, podendo chegar a 20 %.

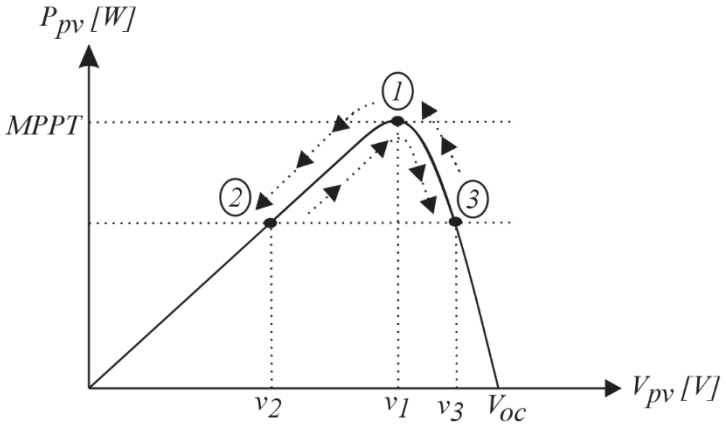


Figura 4.1 *– Rastreamento do Máximo ponto de Potência*

Onde:

(1) Valor Automático de Tensão Proporcional a Máxima Potência de Sistema;
(2) Nível Mínimo do Setpoint do Controle por MPPT (P1022);
(3) Nível Máximo do Setpoint do Controle por MPPT (P1023);
(🡐 🡒) Taxa de Incremento do controle por MPPT (P1019).

Os níveis máximo e mínimo de Setpoint do controle MPPT devem estar parametrizados de acordo com as características dos painéis fotovoltaicos e estar dentro dos limites de proteção do inversor de frequência. A figura 4.2 apresenta o comportamento do sistema com a parametrização padrão dos níveis de tensão.

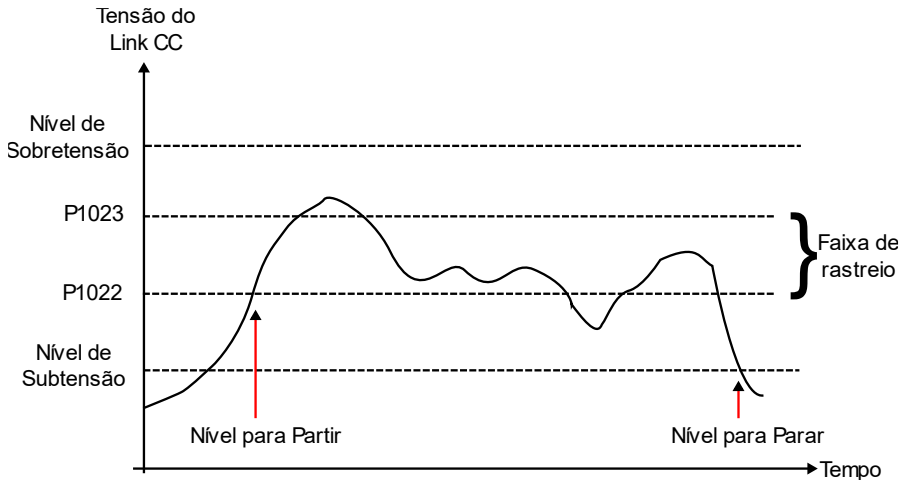


Figura 4.2 *– Ajuste da faixa de valores mínimos e máximos de rastreio do MPPT*

NOTA!
No início da manhã e no final da tarde podem ocorrer instabilidades (partidas/paradas), devido à baixa irradiação. O ajuste adequado dos parâmetros P1027 e P1022 podem minimizar este efeito.

5 DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS

A seguir serão apresentados os parâmetros da aplicação Solar Pump Drive, que engloba parâmetros do inversor de frequência CFW500 (P0000 a P0999) e da função SoftPLC (P1000 a 1059).

NOTA!
A aplicação Solar Pump Drive funciona no inversor de frequência CFW500 com **versão de firmware superior a V2.06**.
Para inversores CFW500 G2 com **versão de firmware superior a V3.50** utilizar a versão do aplicativo (P1010) **igual ou superior à V2.00.**

NOTA!
A faixa de valores dos parâmetros do inversor de frequência CFW500 estão customizadas para a aplicação Solar Pump Drive. Consulte o manual de programação do CFW500 para mais informações sobre os parâmetros.

Símbolos para descrição das propriedades:

CFG	Parâmetro de configuração, somente pode ser alterado com motor parado;
RO	Parâmetro somente de leitura;
RW	Parâmetro de leitura e escrita.

5.1 REGULADOR DE TENSÃO

Este grupo de parâmetros permite ao usuário configurar as condições de operação do regulador de tensão para o funcionamento mediante os módulos fotovoltaicos, tanto para bombeamento direto como controle de pressão.

P1019 – Taxa de Incremento MPPT

Faixa de Valores:	1 a 40	Padrão da Aplicação:	5
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define a taxa de variação do Setpoint de tensão para buscar o ponto de máxima potência. Inicialmente deixar este parâmetro com o valor padrão e caso a variação do setpoint não for o suficientemente rápido, aumentar gradualmente até conseguir o resultado ótimo de funcionamento.

5.1.1 Limites do Setpoint de Tensão

P1022 – Setpoint Mínimo Vcc

Faixa de Valores:	0 a 1000 V	Padrão da Aplicação:	250 V
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor mínimo do Setpoint de tensão que o sistema deverá utilizar durante o processo de busca do ponto de máxima potência.

P1023 – Setpoint Máximo Vcc

Faixa de Valores:	0 a 1000 V	Padrão da Aplicação:	400 V
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor máximo do Setpoint de tensão que o sistema deverá utilizar durante o processo de busca do ponto de máxima potência.

5.1.2 Controlador PID da Tensão CC

Este grupo de parâmetros permite ao programador ajustar os ganhos do controlador PID para o controle de tensão CC fornecida pelos módulos fotovoltaicos. O controlador PID sempre tentará buscar o ponto de trabalho definido pelo Setpoint de Rastreamento e para isto atuará sobre a frequência de saída do motor.

P1024 – Ganho Proporcional PID Tensão

Faixa de Valores:	0.000 a 32.000	Padrão da Aplicação:	1.000
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do ganho proporcional do controlador PID para o controle de tensão CC.

P1025 – Ganho Integral PID Tensão

Faixa de Valores:	0.00 a 320.00	Padrão da Aplicação:	20.00
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do ganho Integral do controlador PID para o controle de tensão CC.

P1026 – Ganho Derivativo PID Tensão

Faixa de Valores:	0.000 a 32.000	Padrão da Aplicação:	0.000
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do ganho derivativo do controlador PID para o controle de tensão CC.

5.1.2.1 Ajuste dos ganhos do controlador PID

No controle de sistemas de bombeamento um regulador de velocidade Proporcional-Integral (PI) é suficiente para obter uma boa performance de controle. Os ganhos, proporcional K_P (P1024) e integral K_I (P1025), devem ser alterados caso a resposta do controlador não seja satisfatória, ou seja, caso haja oscilações na velocidade de saída em torno do setpoint, tempo de resposta muito lento ou erro constante em relação ao setpoint. Abaixo seguem algumas sugestões para ajuste do regulador:

■ Oscilação na velocidade: Na maioria dos casos isto se deve a um ganho excessivo do controlador PID, reduza os ganhos K_P e K_I gradativamente e observe a resposta;

■ Tempo de resposta muito lento: Aumentando o ganho K_P o sistema deve responder mais rapidamente, porém a partir de um limite o sistema pode apresentar picos (sobressinal);

■ Erro constante na saída: Neste caso, aumentando o ganho K_I elimina-se o erro de regime constante na saída, ou seja, quando a saída não consegue alcançar o setpoint. Um ganho K_I excessivo pode gerar oscilações na saída, então diminua o ganho K_P para que o ganho total seja reduzido mantendo o ganho K_I.

5.1.3 Controlador Efeito Nuvem/Carga

Este grupo de parâmetros permite que o usuário habilite e ajuste o ganho do controlador de Nuvem/Carga. O controlador trabalha em conjunto com o PID de controle do Link CC, quando o erro entre o Setpoint de tensão e o Link CC estiver acima do limite (P1038) o controlador é habilitado e irá contribuir com o PID do Link CC, somando um valor em sua saída de acordo com o ganho configurado (P1039).

P1038 – Nível de Ativação do Controle Nuvem/Carga

Faixa de Valores:	0.0 a 100.0 %	Padrão da Aplicação:	1.0%
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor de limite de erro percentual entre o setpoint de tensão SP e a tensão do link CC para ativação do controlador de Nuvem/Carga.

P1039 – Ganho do Controle Nuvem/Carga

Faixa de Valores:	0.00 a 10.00	Padrão da Aplicação:	1.00
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do ganho do controlador Nuvem/Carga que deve ser adicionado na atuação do PID da Tensão CC.

Ajustar o nível de ativação do controlador de Nuvem/Carga (P1038) e o ganho do controlador (P1039), aumentar gradualmente o ganho do controlador para uma resposta mais rápida.

NOTA!
Uma configuração de "0,00" no ganho do controlador desabilita o controlador de nuvem/carga.

5.1.4 Configuração da Partida do Sistema

Este grupo de parâmetros permite configurar as opções de partida do sistema.

P1027 – Tempo entre Partidas

Faixa de Valores:	0 a 3600 s	Padrão da Aplicação:	60 s
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor de referência para o tempo entre as partidas, quando o sistema parou por falta de tensão ou atingiu o limite mínimo de tensão (P1022).

Durante o processo de partida o sistema monitora a energia disponível no Link DC, caso a energia disponível não seja suficiente para acelerar o motor da bomba até a velocidade mínima, o sistema automaticamente recalcula o tempo entre partidas utilizando o tempo base (P1027) como referência para uma nova tentativa de partida (Figura 5.1). O tempo restante para uma nova tentativa de partida pode ser monitorado no P1016.

Este atraso serve para evitar arranques e paradas contínuas, e no caso de bombas submersas, prevenir o reinício da bomba antes que a tubulação esvazie. O valor de P1027 deve ser maior que o tempo de desaceleração da bomba (P0101).

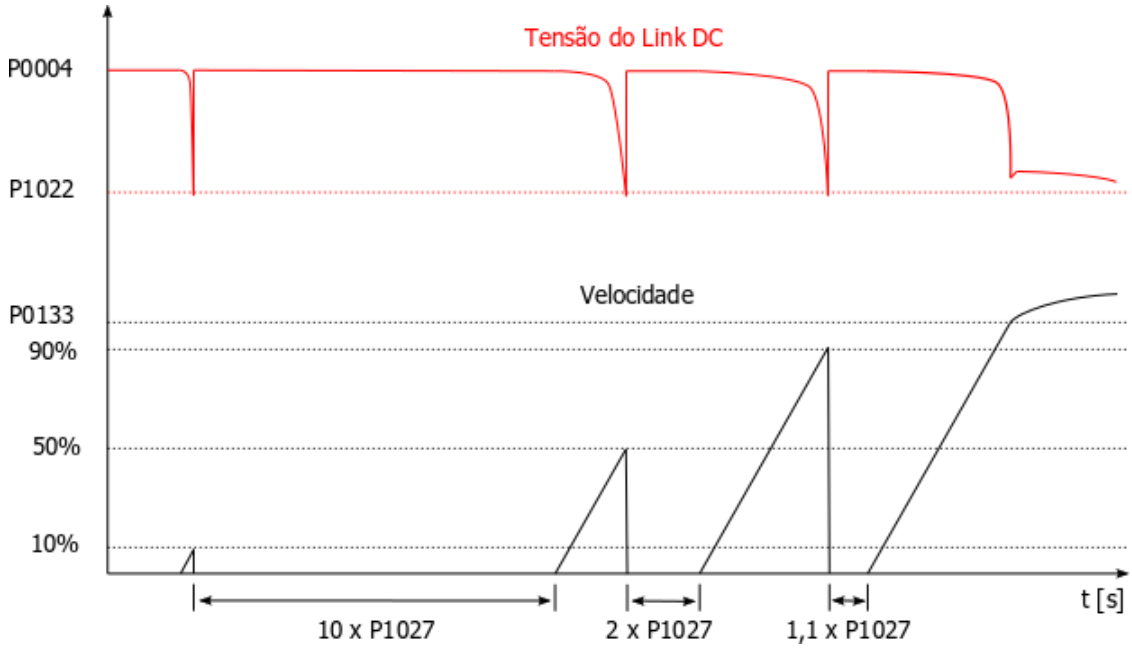


Figure 5.1 *– Exemplo de Cálculo Automático do Tempo Entre Partidas*

NOTA!
Caso o comando Gira (Run) seja retirado do sistema, o tempo decorrido será resetado. Com o comando Gira (Run) ativo novamente, a partida será realizada imediatamente sem considerar qualquer tempo.

NOTA!
No início da manhã e no final da tarde podem ocorrer instabilidades (partidas/paradas), devido à baixa irradiação. O ajuste adequado dos parâmetros P1027 e P1022 podem minimizar este efeito.

5.1.5 Detector Solar

O detector fotovoltaico solar consiste de um módulo fotovoltaico de pequena potência dimensionado apropriadamente (Pmax=5W, Vmp=16,8V, Imp=0,3A, Voc=21V, Isc=0,39A) para ser conectado na entrada analógica 2 (AI2) do CFW500 através de um condicionador de sinal (Detector Solar), cuja função é informar a irradiação instantânea.

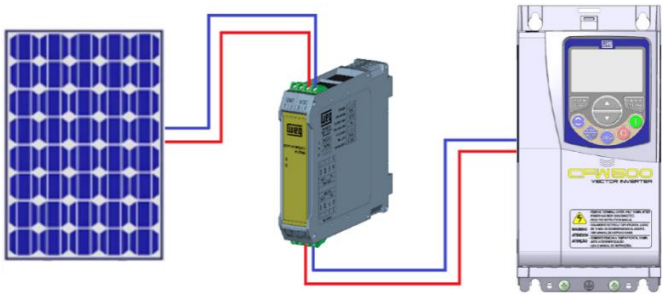


Figura 5.2 – *Detecção de irradiação solar usando o Detector Solar.*

O uso deste dispositivo é opcional, porém aumentará a eficiência do bombeamento solar, ao permitir que a partida do sistema somente aconteça quando a radiação solar disponível seja suficiente para o acionamento da bomba à uma velocidade mínima determinada.

As configurações destes parâmetros devem ser realizadas na primeira ou na última hora do dia, quando a radiação solar é menor, para comprovar em quais condições de radiação a bomba funciona com a menor velocidade admissível. Nessas condições deve-se verificar o valor do parâmetro P0019 para determinar o

valor de radiação disponível. Uma vez conhecido este valor, ele deve ser configurado no parâmetro P1028 igual ou ligeiramente superior a este.

O Detector Solar também pode ser usado para automatizar o acionamento da alimentação externa. O parâmetro P1029 é utilizado para acionar a saída digital DOx (P0275/P0276/P0277) configurada em 37 que poderá conectar uma fonte de alimentação externa.

NOTA!
O uso do Detector Solar é opcional, porém recomenda-se sua utilização caso se deseja um sistema mais autônomo.

NOTA!
Consulte o manual/guia de instalação do acessório CFW500-KDS para obter mais informações sobre o detector solar. Os documentos estão disponíveis no site da WEG.

P0236 – Função do Sinal AI2

Faixa de Valores:	0 a 18	-> 1 = Sem função -> 9 = Função 2 da Aplicação (Detector Solar) -> 10 = Função 3 da Aplicação (SP de Controle)	Padrão da Aplicação: 1
Propriedades:	CFG		
Grupos de acesso via HMI:	I/O		

Descrição:
Este parâmetro define que a função da entrada analógica AI2 na aplicação Solar Pump Drive pode ser utilizada para a função Detector Solar.

P1028 – Valor Detector Solar (AI2) para Partida do Sistema

Faixa de Valores:	0.00 a 100.0 %	Padrão da Aplicação: 0.0 %
Propriedades:	CFG	
Grupos de acesso via HMI:	SPLC	

Descrição:
Este parâmetro define o valor da radiação, em % da entrada AI2, que permitirá a partida do sistema.

P1017 – Valor de Desvio Detector Solar (AI2) para Parar o Sistema

Faixa de Valores:	0.00 to 100.0 %	Padrão da Aplicação: 0.0 %
Propriedades:	CFG	
Grupos de acesso via HMI:	SPLC	

Descrição:
Este parâmetro define o valor de desvio do valor de partida do sistema (P1028), abaixo do qual o sistema será comandado à parada. Exemplo: Com o valor de 20.0% em P1028 e 5.0% em P1017, o sistema estará habilitado para partir com valores em AI2 acima de 20.0%, e o sistema irá comandar o sistema à parada com valores em AI2 inferiores à 15.0%.

P1029 – Valor Detector Solar (AI2) para Acionamento da Saída Digital DOx (Alimentação Externa)

Faixa de Valores:	0.00 a 100.0 %	Padrão da Aplicação: 0.0 %
Propriedades:	CFG	
Grupos de acesso via HMI:	SPLC	

Descrição:
Este parâmetro define o valor da radiação, em % da entrada AI2, que permitirá o acionamento da saída digital DOX configurada com valor 37 para o acionamento de uma fonte de alimentação externa que complementará o gerador fotovoltaico.

P1048 – Normal Fechado DOx

Faixa de Valores:	0 a 1	Padrão da Aplicação:	0
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o modo de operação da DOx. Valor “0” para contato normal aberto e valor “1” para contato normal fechado.

> NOTA!
> No modo normal fechado, se a entrada de Gerador Externo já estiver ligada quando o solar Pump Drive for energizado, a saída permanece fechada.
> A saída somente altera seu valor para aberta após a irradiação estar acima do limite mínimo em P1029 ou se o comando de ligar ir de ON para OFF.

P1049 – Tempo para Atuação DOx

Faixa de Valores:	0 a 65000 s	Padrão da Aplicação:	0 s
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o tempo na condição de acionamento da DOx para que seja acionada a saída digital.

***Tabela 5.1** – Saída Digital e Entrada Digital para Fonte de Alimentação Externa*

Função DOx / DIx	Descrição
P0275 = 37 P0276 = 37 P0277 = 37	A saída DOx comutará quando a radiação solar mostrada em P0019 for inferior ao valor configurado em P1029, durante o tempo ajustado em P1049. A saída DOx retornará ao seu estado de repouso quando a radiação lida em P0019 superar o desvio de P1017 do valor ajustado em P1029 durante o tempo ajustado em P1049. Nesta opção, para o acionamento da fonte de alimentação externa é necessária a presença de radiação solar mínima que permita a energização do equipamento.
P0264 = 42 P0265 = 42 P0266 = 42	Com a entrada DIx configurada para 42, quando a entrada digital estiver ACIONADA, o sistema irá entender que há uma fonte de alimentação externa conectada ao inversor suficiente para operar em condições nominais. Quando a entrada digital estiver DESACIONADA, o sistema entenderá que a fonte de alimentação do inversor são os painéis solares.

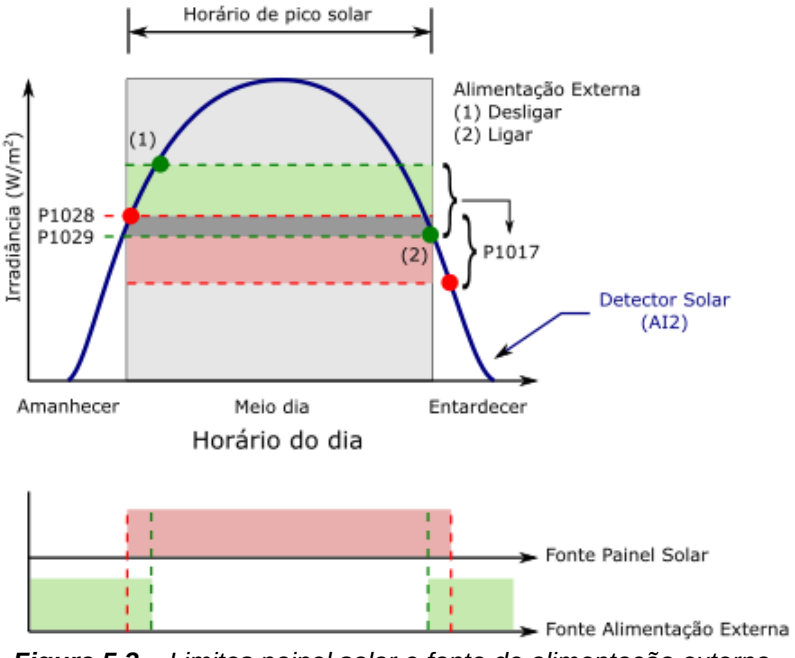


***Figure 5.3 –** Limites painel solar e fonte de alimentação externa.*

5.2 CONTROLADOR DE PRESSÃO

Este grupo de parâmetros permite ao usuário configurar as condições de operação do controlador de pressão. O controlador de pressão deverá receber o retorno de pressão do sistema mediante a conexão de um transdutor de pressão na entrada analógica 1 (AI1) e realizará a regulação de velocidade da bomba, quando se alcança a pressão definida pelo usuário e as condições de radiação solar lhe permitirem.

P0231 – Função do Sinal AI1

Faixa de Valores:	0 a 18 -> 1 = Sem função -> 8 = Função 1 da Aplicação (Leitura de Pressão)	Padrão da Aplicação: 1
Propriedades:	CFG	
Grupos de acesso via HMI:	I/O	

Descrição:
Este parâmetro define que a função da entrada analógica AI1 na aplicação Solar Pump Drive será fornecer a variável de processo do controle do bombeamento.

P0251 – Função da Saída AO1

Faixa de Valores**:**	0 a 29 -> 2 = Velocidade Real -> 21 = Função 1 Aplicação (Repetir AI1)	Padrão da Aplicação: 2
Propriedades:	CFG	
Grupos de acesso via HMI:	I/O	

Descrição:
Este parâmetro define a função da Saída Analógica AO1. Para repetir o valor da AI1 na Saída Analógica AO1, selecione o valor correspondente.

P1030 – Controle de Pressão

Faixa de Valores:	0 = Manual 1 = Automático 2 = Seleção via DIx 3 = Desabilitado	Padrão da Aplicação: 3
Propriedades:	CFG	
Grupos de acesso via HMI:	SPLC	

Descrição:
Este parâmetro define o modo de operação do controle de pressão.

Tabela 5.2 *– Opções do Modo de Controle*

P1030	Descrição
0	O sistema irá tentar controlar a velocidade do motor de acordo com o Setpoint Manual de Velocidade (P1051 ou AI2). Com irradiação limitada, o sistema irá controlar a tensão do Link DC de maneira que o motor da bomba possa atingir a maior velocidade possível para alcançar o Setpoint Manual de Velocidade.
1	O Sistema irá operar através do controle de tensão do Link DC, e quando houver irradiação suficiente controlará a Pressão de Saída de acordo com o Setpoint de pressão (P1051 ou AI2). Com irradiação limitada, o sistema irá controlar a tensão do Link DC de maneira que o motor da bomba possa atingir a maior velocidade possível para alcançar o Setpoint de Pressão.
2	A seleção entre o modo Manual / Automático será feito via DIx (0=Manual / 1=Automático). A DIx também deve ser programada para esta função (verificar o P0264).
3	Desabilita o Controle de Pressão. O sistema irá controlar a tensão do Link DC de maneira que o motor da bomba possa atingir a maior velocidade possível limitada à velocidade máxima (P0134).

P1031 – Escala Sensor de Pressão

Faixa de Valores:	0.0 a 300.0	Padrão da Aplicação:	10.0
Propriedades:	CFG		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do fundo de escala do sensor de pressão conectado na entrada analógica 1 (AI1).

5.2.1 Controlador PID de Pressão

Este grupo de parâmetros permite ao programador ajustar os ganhos do controlador PID para o controle de Pressão.

P1032 – Ganho Proporcional PID Pressão

Faixa de Valores:	0.000 a 32.000	Padrão da Aplicação:	1.000
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do ganho proporcional do controlador PID para o controle de pressão.

P1033 – Ganho Integral PID Pressão

Faixa de Valores:	0.00 a 320.00	Padrão da Aplicação:	10.00
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do ganho Integral do controlador PID para o controle de pressão.

P1034 – Ganho Derivativo PID Pressão

Faixa de Valores:	0.000 a 32.000	Padrão da Aplicação:	0.000
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do ganho derivativo do controlador PID para o controle de pressão.

5.2.2 Modo Dormir

Este grupo de parâmetros permite ao usuário configurar o sistema para desligar a bomba quando a velocidade do motor é menor que um determinado valor programado (baixa demanda de controle). Mesmo que aparentemente o bombeamento esteja desligado, a pressão de saída (variável de processo do controle) continua sendo monitorada conforme as condições para o controle despertar e/ou iniciar por nível de tensão monitorando o nível mínimo de tensão CC (P1022).

P1035 – Velocidade do Motor para o Controle ir para o Modo Dormir

Faixa de Valores:	0.0 a 4000.0 [P0209]	Padrão da Aplicação:	0.0 [P0209]
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor da velocidade do motor da bomba abaixo do qual o sistema desligará a bomba e entrará em modo dormir. Esta condição é ativada somente quando a bomba está ligada e sua velocidade (frequência) é menor que o valor programado.

NOTA!
Ajuste em “0” desabilita o modo dormir; isto significa que a bomba será ligada ou desligada conforme o estado do comando “Gira/Para”.

P1036 – Tempo para o Controle ir para o Modo Dormir

Faixa de Valores:	1 a 65000 s	Padrão da Aplicação:	10 s
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o tempo de permanência da velocidade do motor abaixo do valor ajustado em P1035 para que o sistema desligue a bomba e entre em modo dormir.

NOTA!
Será gerada a mensagem de alarme “A750: Modo Dormir Ativo” na HMI do inversor de frequência CFW500 para alertar que o Solar Pump Drive encontra-se em modo dormir.

P1037 – Desvio da Pressão de Saída (Variável de Processo) para o Controle Despertar

Faixa de Valores:	0.0 a 300.0	Padrão da Aplicação:	0.0
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor de pressão a ser diminuído (PID direto) do setpoint do controle para ligar a bomba e retornar o controle do bombeamento. Este valor é comparado com a pressão de saída (variável de processo do controle) e, se o valor da pressão de saída for menor do que este valor, a condição para despertar é habilitada.

5.3 PROTEÇÕES

Este grupo de parâmetros permite ao usuário ajustar as proteções de bomba seca, pressão máxima e pressão mínima. Se o sistema acionar o bombeamento sem controle de pressão, os parâmetros de tempo P1045 e P1047 deverão estar configurados em “0” para que as funções de proteção por pressão de tubulação permaneçam desabilitadas.

5.3.1 Bomba Seca

Este grupo de parâmetros permite ao usuário configurar a detecção de bomba seca para proteção da bomba acionada pelo inversor de frequência CFW500.

P1040 – Tempo para Falha por Bomba Seca (F765)

Faixa de Valores:	0 a 65000 s	Padrão da Aplicação:	0 s
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o tempo de permanência da condição de bomba seca detectada para gerar a falha por bomba seca “F765: Falha Bomba Seca”.

P1041 – Velocidade do Motor para detectar Bomba Seca

Faixa de Valores:	0.0 a 4000.0 [P0209]	Padrão da Aplicação:	54.0 [P0209]
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor da velocidade do motor da bomba acima da qual será habilitada a comparação do torque atual do motor com o valor do torque do motor para detectar a condição de bomba seca (P1042).

NOTA!
O sistema irá parar caso seja gerada uma mensagem de falha. O valor deste parâmetro em “0” desabilita a falha de bomba seca.

P1042 – Corrente Percentual do Motor para detectar Bomba Seca

Faixa de Valores:	0.0 a 100.0 %	Padrão da Aplicação:	45.0 %
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor do percentual de corrente do motor da bomba abaixo do qual será detectada a condição de bomba seca.

P1043 – Tempo de Reset da Falha por Bomba Seca

Faixa de Valores:	0 a 720 min	Padrão da Aplicação:	0 min
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o tempo em minutos o tempo de reinicialização do drive do momento em que a bomba seca foi detectada até o momento que o drive será resetado.

Se este parâmetro estiver ajustado em “0”, o reset automático da condição de Bomba Seca estará desabilitado.

NOTA!
Este parâmetro poderá interferir no auto-reset automático programado no parâmetro P0340, por tanto, se for necessário ativar o reset de falha por Bomba Seca, deverá desativar o auto-reset colocando o P0340 em “0”.

5.3.2 Pressão de Saída Mínima

Este grupo de parâmetros permite ao usuário configurar a detecção de pressão de saída mínima para proteção da bomba acionada pelo inversor de frequência CFW500.

P1044 – Pressão de Saída Mínima

Faixa de Valores:	0.0 a 300.0	Padrão da Aplicação:	0.0
Propriedades:	CFG		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor mínimo de pressão do sistema para entrar na condição de pressão mínima. Além da pressão, para entrar em condição de pressão mínima, a velocidade da bomba deverá ser igual a velocidade máxima. Esta condição é para evitar a interferência do controle de tensão do Link DC, o qual pode fazer que a pressão do sistema não alcance o valor mínimo, pois a radiação solar pode não ser suficiente para chegar a este valor, sem que aconteça uma falha.

P1045 – Tempo de Pressão de Saída Mínima (F761)

Faixa de Valores:	0 a 3200 s	Padrão da Aplicação:	0 s
Propriedades:	CFG		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o tempo com a condição de pressão mínima ativa, para gerar a falha de pressão mínima (F761).



NOTA!
O sistema irá parar caso seja gerada uma mensagem de falha. O valor deste parâmetro em “0” desabilita a falha.

5.3.3 Pressão de Saída Máxima

Este grupo de parâmetros permite ao usuário configurar a detecção de pressão de saída máxima para proteção da bomba acionada pelo inversor de frequência CFW500.

P1046 – Pressão de Saída Máxima

Faixa de Valores:	0.0 a 300.0	Padrão da Aplicação:	10.0
Propriedades:	CFG		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o valor máximo de pressão do sistema para entrar na condição de pressão máxima.

P1047 – Tempo de Pressão de Saída Máxima (F763)

Faixa de Valores:	0 a 3200 s	Padrão da Aplicação:	0 s
Propriedades:	CFG		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro define o tempo com a condição de pressão máxima ativa, para gerar a falha de pressão máxima (F763).

NOTA!
O sistema irá parar caso seja gerada uma mensagem de falha. O valor deste parâmetro em “0” desabilita a falha.

5.4 SETPOINT DO CONTROLE

Este grupo de parâmetros permite ao usuário ajustar os setpoints de velocidade ou pressão necessários para o funcionamento do sistema. Os setpoints terão a função de referência de velocidade quando o sistema estiver em modo de controle de pressão desabilitado/manual, e terão a função de setpoint de pressão quando o sistema estiver em modo de controle automático.

A seleção entre um setpoint ou outro será via entradas digitais configuradas para a função.

P1051– Setpoint 1 do Controle

P1052 – Setpoint 2 do Controle

P1053 – Setpoint 3 do Controle

P1054 – Setpoint 4 do Controle

Faixa de Valores:	0.0 a 4000.0 [Un. Eng. 1]	Padrão da Aplicação:	P1051 = 60.0 P1052 = 1.5 P1053 = 1.5 P1054 = 1.5
Propriedades:			
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Estes parâmetros definem o valor do setpoint do controle de pressão em modo automático (bar) ou do controle de pressão desabilitado (velocidade Hz/rpm) quando a fonte do setpoint do controle for programada para ser via combinação lógica das entradas digitais DI3 e DI4 conforme tabela 5.3.

***Tabela 5.3** – Tabela verdade para o setpoint de controle via combinação lógica das entradas digitais DI3 e DI4*

Entrada Digital	P1051 – Setpoint 1 do Controle	P1052 – Setpoint 2 do Controle	P1053 – Setpoint 3 do Controle	P1054 – Setpoint 4 do Controle
Entrada Digital DI3	0	1	0	1
Entrada Digital DI4	0	0	1	1

NOTA!
Este parâmetro será visualizado conforme a seleção do parâmetro para unidade de engenharia 1 (P0510) sem unidade, Hz ou RPM. Esta seleção é feita automaticamente pelo aplicativo de acordo com a seleção do modo de operação do Controle de Pressão (P1030) e a unidade de engenharia do Parâmetro Principal (P0209).

NOTA!
A função Setpoint do controle via DI será configurada quando os parâmetros P0265 e P0266 estão configurados em 41.

5.4.1 Reset do Tempo de Operação (P1014) e kWh (P1015)

P1059 – Reset do Tempo de Operação (P1014) e kWh (P1015)			
Faixa de Valores:	0 = Sem função 1 = Reseta o Tempo de Operação (P1014) 2 = Reseta o kWh (P1015)	Padrão da Aplicação:	0
Propriedades:	CFG		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro permite zerar os parâmetros P1014 (Tempo de Operação) e P1015 (Energia Total kWh).

Os parâmetros de tempo de Operação e kWh podem ser úteis para contabilizar o número de horas mensais ou semanais que o sistema está operando e os kWh gerados.

Uma vez que o parâmetro P1014 ou P1015 são resetados, o parâmetro P1059 retorna ao valor “0” automaticamente.

5.5 MONITORAÇÃO HMI

Este grupo de parâmetros permite ao usuário configurar quais variáveis serão mostradas no display da HMI do inversor de frequência CFW500 no modo de monitoração.

P0205 – Seleção Parâmetro do Display Principal

P0206 – Seleção Parâmetro do Display Secundário

P0207 – Seleção Parâmetro da Barra Gráfica

P0208 – Escala de Referência do Display Principal

P0209 – Unidade de Engenharia do Display Principal

P0210 – Forma de Indicação do Display Principal

NOTA!
Consulte o manual de programação do CFW500 para mais informações sobre os parâmetros da HMI.

5.6 PARÂMETROS DE LEITURA

P1010 – Versão da Aplicação Solar Pump Drive

Faixa de Valores:	0.00 a 10.00	Padrão da Aplicação:	-
Propriedades:	RO		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro indica a versão do software aplicativo *ladder* desenvolvido para o Solar Pump Drive.

P1011 – Setpoint Atual de Rastreio

Faixa de Valores:	0 a 1000 V	Padrão da Aplicação:	-
Propriedades:	RO		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro mostra o valor atual do setpoint de tensão CC que será modificado pelo sistema em busca do ponto de máxima potência.

P1012 – Setpoint Atual de Pressão / Velocidade

Faixa de Valores:	0.0 a 4000.0 [Un. Eng. 1]	Padrão da Aplicação:	-
Propriedades:	RO		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro apresenta o valor atual do setpoint de controle em função da configuração do sistema:

■ Controle de pressão em automático: o valor mostrado aqui corresponderá ao setpoint de pressão do sistema que o controlador de pressão tentará manter.

■ Controle de pressão em manual/desabilitado: o valor mostrado aqui corresponderá ao setpoint de referência de velocidade que o sistema tentará manter.

NOTA!
Para obter mais detalhes sobre o controle de pressão consultar o parâmetro P1030.

NOTA!
Este parâmetro será visualizado conforme a seleção do parâmetro para unidade de engenharia 1 (P0510) sem unidade, Hz ou rpm. Esta seleção é feita automaticamente pelo aplicativo de acordo com a seleção do modo de operação do Controle de Pressão (P1030) e a unidade de engenharia do Parâmetro Principal (P0209).

P1013 – Pressão de Saída

Faixa de Valores:	0.0 a 300.0	Padrão da Aplicação:	-
Propriedades:	RO		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro apresenta o valor da pressão de saída do sistema lido via conexão de um transdutor de pressão na entrada analógica 1.

P1014 – Tempo de Operação do CFW500

Faixa de Valores:	0 a 6500.0 h	Padrão da Aplicação:	-
Propriedades:	RO		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro apresenta o tempo de funcionamento da bomba acionada pelo CFW500.

P1015 – Contador de kWh

Faixa de Valores:	0 a 65000 kWh	Padrão da Aplicação:	-
Propriedades:	RO		
Grupos de acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro apresenta o valor de kWh produzidos pelo CFW500 e consumidos pela bomba

P1016 – Tempo Restante para Nova Partida

Faixa de Ajuste:	0 a 3200 s	Padrão da Aplicação:	-
Propriedades:	RO		
Grupos de Acesso via HMI:	SPLC		

Descrição:
Este parâmetro apresenta o tempo restante para uma nova tentativa de partida, esta leitura está relacionada com o ajuste de tempo entre partidas (P1027).

6 ENERGIZAÇÃO E COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO

A seguir é apresentado um passo a passo orientativo para a posta em marcha de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água utilizando um inversor de frequência WEG CFW500:

1. Verifique se as conexões de potência, aterramento e de controle estão corretas e firmes;
2. Faça a medição da tensão proveniente dos módulos solares, e verifique se está dentro da faixa permitida;
3. Desacople mecanicamente o motor da carga. Se o motor não pode ser desacoplado, tenha certeza que o giro em qualquer direção (horário ou anti-horário) não causará danos à máquina ou risco de acidentes;
4. Energize a entrada;
5. Conferir os parâmetros gerais no CFW500 (Referência Rápida dos Parâmetros, Pag. 5), e ajustar os parâmetros de acordo com as características técnicas da bomba de água e do inversor;
6. Executar a rotina de start-up orientado (P0317=1) e ajustar os valores de acordo com as características do motor;
7. Altere para o modo remoto, e reinicie o CFW500;
8. Se estiver utilizando detector solar, ajuste os valores de acordo com a irradiação, percentual para partir o sistema (P1028) e o percentual para parar o sistema (P1017). Se não estiver usando detector solar, avalie se o tempo entre partidas (P1027) está adequado para sua aplicação. No início da manhã e no final da tarde podem ocorrer tentativas de partidas consecutivas, devido à baixa irradiação;
9. Com o sistema estabilizado (depois da aceleração), se o rastreio do MPPT estiver muito lento, pode-se aumentar gradativamente o valor da taxa de incremento (P1019) através da IHM.
10. Caso o sistema esteja sendo desligado durante a passagem de nuvens ou entrada repentina de carga na bomba, ajustar o nível para habilitar o controlador de efeito nuvem/carga (P1038) e o ganho do regulador (P1039), aumente gradativamente o ganho para uma resposta mais rápida.

NOTA!
O inversor executa algumas rotinas relacionadas à carga ou descarga de dados (configurações de parâmetros e/ou SoftPLC). A indicação dessas rotinas é apresentada na barra para monitoração de variável. Após essas rotinas, se não ocorrer nenhum problema o display mostrará o modo monitoração.

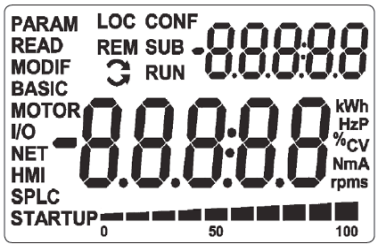


Figura 6.1 *– Display da HMI ao energizar o drive*