Sistema Hibrido Fotovoltaico-Diesel

[Conceito 4](#_Toc487639153)

[Solução SMA 5](#_Toc487639154)

[Solução Schneider 6](#_Toc487639155)

[Off-Grid/Grid-tied 6](#_Toc487639156)

[Grid-tied system with complete power management 6](#_Toc487639157)

[Solução SICES 7](#_Toc487639158)

[Off-Grid 7](#_Toc487639159)

[Grid-Tied 8](#_Toc487639160)

[Dimensionamento do sistema fotovoltaico 8](#_Toc487639161)

[Custo Diesel 9](#_Toc487639162)

[Especificações técnicas 10](#_Toc487639163)

[Hardware 10](#_Toc487639164)

[Software 11](#_Toc487639165)

[Comunicação Modbus RTU Master 11](#_Toc487639166)

[Parâmetros da comunicação RS485 11](#_Toc487639167)

[Parâmetros do protocolo Modbus 11](#_Toc487639168)

[Inversores suportados 11](#_Toc487639169)

[Variáveis lidas dos inversores 11](#_Toc487639170)

[Controladores suportados 12](#_Toc487639171)

[SICES 12](#_Toc487639172)

[Cálculo da divisão de carga 14](#_Toc487639173)

[Comunicação Ethernet 15](#_Toc487639174)

[Entradas digitais 15](#_Toc487639175)

[Lista de funções das entradas digitais 15](#_Toc487639176)

[Saídas digitais 15](#_Toc487639177)

[Lista de funções das saídas digitais 15](#_Toc487639178)

[Entradas analógicas 15](#_Toc487639179)

[Lista de funções das entradas analógicas 16](#_Toc487639180)

[Sequência de operação 16](#_Toc487639181)

# Conceito

Energia estável e segura a menor custo com menores emissões e forte potencial de receita

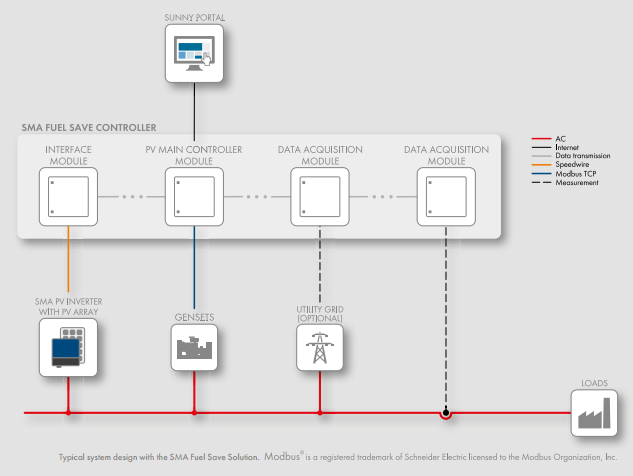
A solução PV Hybrid combina geração de diesel eficiente e confiável com energia solar limpa e de baixo custo e, quando aplicável, permite que você obtenha receita através da exportação do excesso de energia para a rede. Esta solução flexível permite que você use sua energia de forma inteligente e personalize-a para criar uma solução de energia híbrida econômica que atenda às suas necessidades específicas.

• **Aplicações sem rede**: a solução PV Hybrid fornece energia estável e confiável em locais remotos, com um consumo de combustível muito reduzido. Dependendo dos custos de combustível e da geração de energia, a solução PV Hybrid pode se pagar em alguns anos.

• **Aplicações com rede**: a solução PV Hybrid gerencia de forma inteligente o diesel e a geração solar para priorizar a energia solar limpa e maximizar a exportação de energia excedente, garantindo a estabilidade da rede. Os controladores do sistema são projetados para descartar rapidamente a saída PV quando necessário, para um carregamento mínimo nos geradores a diesel e para proteger contra o fluxo de energia reversa.

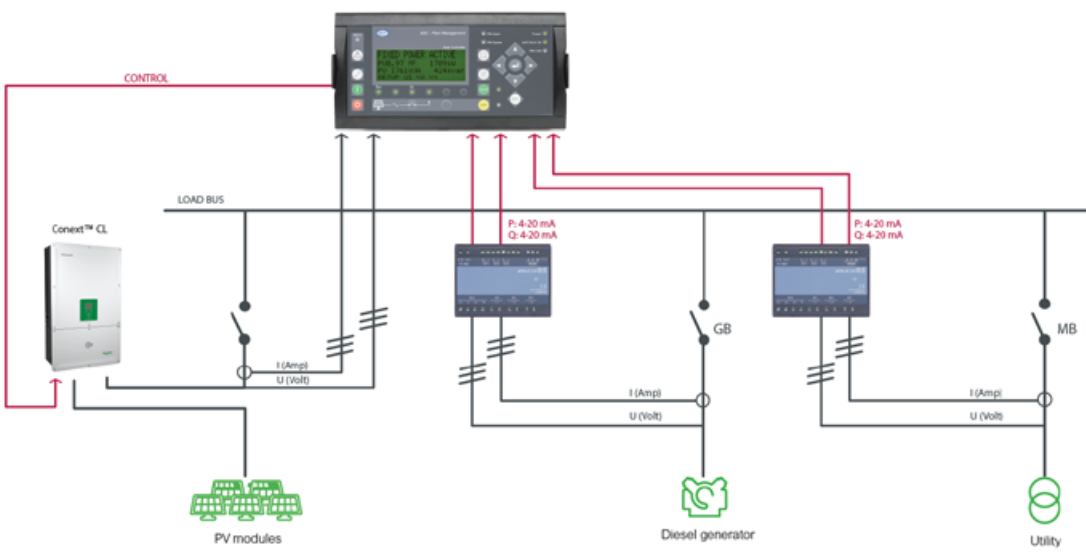
<http://cdn.solar.schneider-electric.com/wp-content/uploads/2016/06/pv-hybrid-solution-brochure.pdf>

# Solução [SMA](http://files.sma.de/dl/2485/PV-DIESEL_LEAFLET-KEN142110W.pdf)

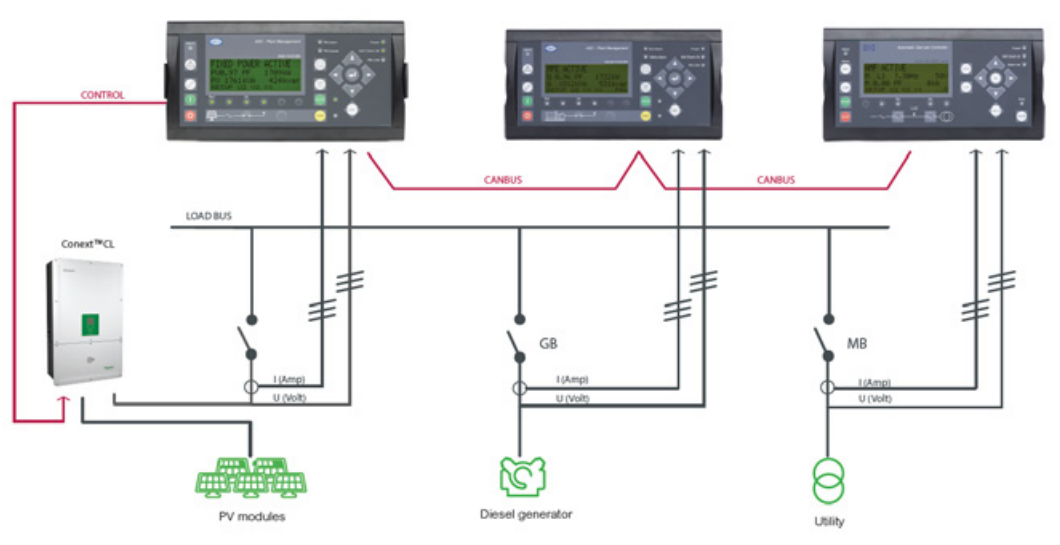


# Solução [Schneider](http://cdn.solar.schneider-electric.com/wp-content/uploads/2016/06/pv-hybrid-solution-brochure.pdf)

## Off-Grid/Grid-tied

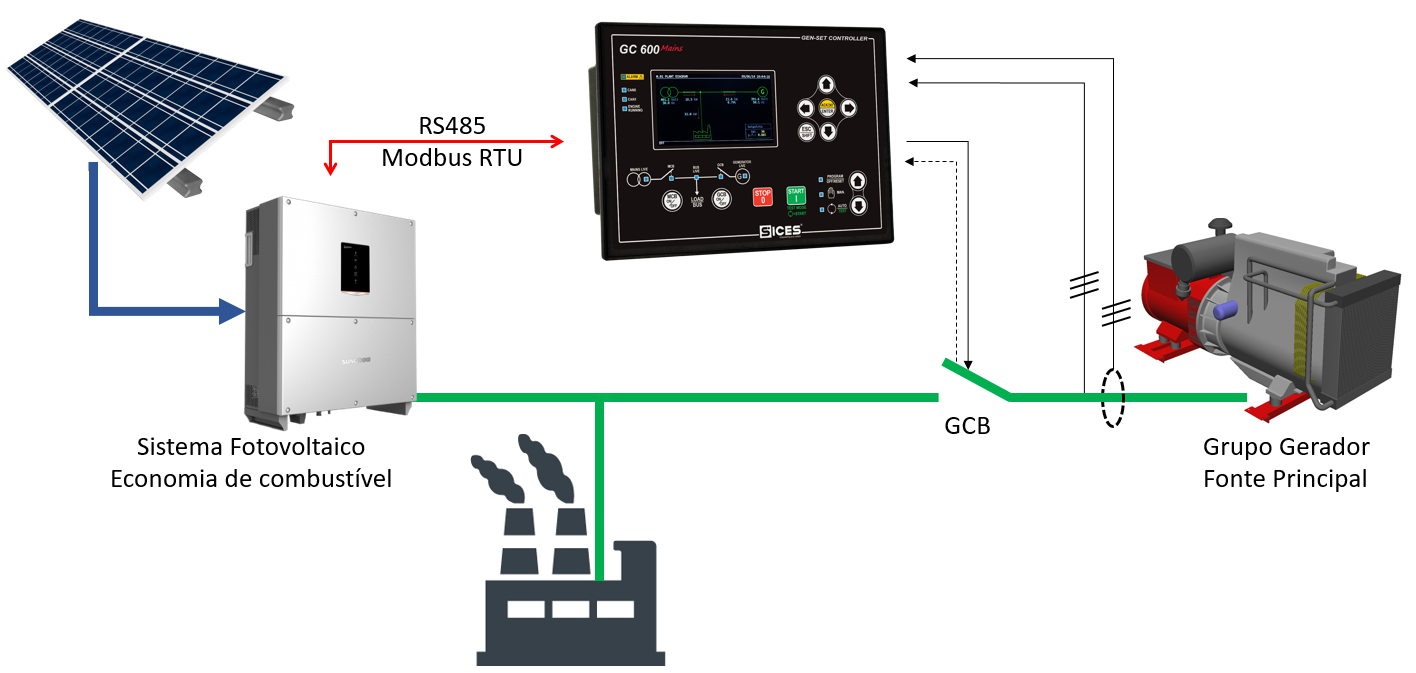


## Grid-tied system with complete power management



# Solução SICES

## Off-Grid



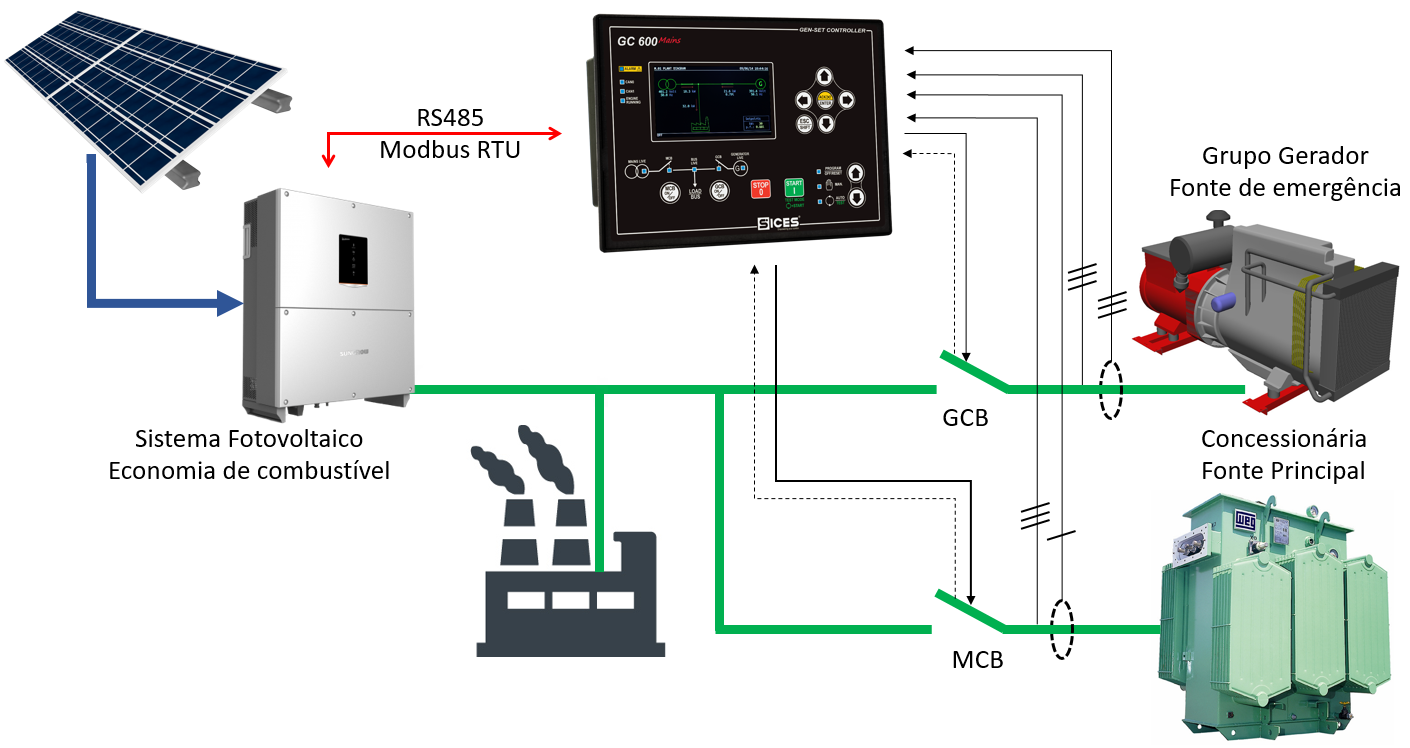
Sistema FV On-Grid sem baterias.

O grupo gerador trabalhará em modo [isócrono](https://power.cummins.com/sites/default/files/literature/technicalpapers/PT-9017-P3-Dissimilar-en.pdf).

O controlador do sistema (GC600) será o responsável por:

* Efetuar o controle e proteção do grupo gerador.
* Efetuará a medição da potência fornecida pelo grupo gerador.
* Efetuará a leitura da potência fornecida pelo sistema FV através da linha de comunicação.
* Efetuará o cálculo da potência total da carga e limitará a potência do sistema FV se necessário, mantendo a proporção configurada (ideal 60% FV/40% GMG).

## Grid-Tied



O sistema fotovoltaico entrará em paralelo com a rede e/ou com o GMG:

Paralelo com a Rede:

Sem limite de geração, nenhum controle externo necessário.

Paralelo com o GMG (Emergência ou Horário de Ponta):

Utilizar a lógica de controle do sistema Off-Grid.

# Dimensionamento do sistema fotovoltaico

O sistema FV deve ser dimensionado para não ultrapassar 70% do valor da potência do grupo gerador, evitando problemas mecânicos no mesmo, devido a operação com carga inferior à 30% da potência nominal.

## Custo Diesel



# Especificações técnicas

## Hardware

|  |  |
| --- | --- |
| Fonte de alimentação | 8-32Vdc com proteção contra inversão de polaridade e sobretensão |
| Entradas digitais | 4 entradas digitais opto-isoladas |
| Saídas digitais | 4 saídas digitais estado sólido positivas @30Vdc 300mA.  Proteção térmica, curto-circuito, sobretensão |
| Entradas analógicas | 2 entradas analógicas 0..20mA – 0-10V selecionável por jumper  Taxa de amostragem: 1Khz  Resolução: 12 bits |
| Porta serial RS485 (Duas portas) | Porta padrão TIA/EIA RS485 isolada  DATA+ (A), DATA- (B)  Half Duplex  Taxa de transmissão selecionável por s/w: 300, 600, 1200, 2400, 4800, **9600\***, 19200, 38400, 57600, 115200  Paridade: **Nenhuma\***, Par, Ímpar  Bit de parada: **1**\*,2  Modo de transmissão: Modbus RTU Mestre, **Modbus RTU Escravo\***  Resistência de terminação interna (120R) |
| Porta USB 2.0 | Porta USB2.0 para conexão com o PC  Conector: Tipo B fêmea  Modo de transmissão: Modbus RTU Escravo  Distância máxima 6m (20 pés) |
| Porta Ethernet | Ethernet 10/100Mbps full-duplex 10T/100Tx Auto.  Suporte HP Auto-Mdix.  Compatível IEE802.3/802.3u (Fast Ethernet).  Compatível ISO802-3/IEEE802.3 (10BASE-T). |
| Display | Gráfico ???  LEDs:   * Alimentado * Software rodando * Comunicação Modbus * Sistema FV operando * Ethernet operando |
| Dimensões | L: xxx A: xxx P: xxx |
| Sistema de fixação | Trilho DIN (EN60715) de acordo com a regulamentação DIN 43880 |
| Temperatura de operação | De -20°C até +60°C |
| Material | Combinação de PC/ABS auto extinguível |
| Grau de proteção | IP20 EXTERNO |

# Software

## Comunicação Modbus RTU Master

### Parâmetros da comunicação RS485

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **COM1 - RS485 (Inversores)** | | | |
| **ID** | **Parâmetro** | **Valor** | **Descrição** |
| P.0001 | Baud rate | **9600\***, 19200, 38400, 57600, 115200 | Velocidade da comunicação |
| P.0002 | Data bits | **8**\*, 7, 6, 5 | Bits por quadro |
| P.0003 | Parity | **Nenhuma\***, Par, Ímpar | Bit de paridade |
| P.0004 | Stop bits | **1**\*, 1.5, 2 | Bits de parada |

**OBS: A comunicação será única para toda a planta, ou seja, todos os dispositivos conectados deverão ser configurados com os mesmos valores.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **COM2 - RS485 (Controladores)** | | | |
| **ID** | **Parâmetro** | **Valor** | **Descrição** |
| P.0011 | Baud rate | **9600\***, 19200, 38400, 57600, 115200 | Velocidade da comunicação |
| P.0012 | Data bits | **8**\*, 7, 6, 5 | Bits por quadro |
| P.0013 | Parity | **Nenhuma\***, Par, Ímpar | Bit de paridade |
| P.0014 | Stop bits | **1**\*, 1.5, 2 | Bits de parada |

**OBS: A comunicação será única para toda a planta, ou seja, todos os dispositivos conectados deverão ser configurados com os mesmos valores.**

### Parâmetros do protocolo Modbus

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **COM1 – RS485 (Parâmetros para os inversores)** | | | |
| **ID** | **Parâmetro** | **Valor** | **Descrição** |
| P.0100 | Endereço Modbus | **1**\* ... 200 | Endereço modbus dos inversores |
| P.0101 | Ordem dos registros | **LSWF\***, MSWF | Ordem dos registros Modbus:  LSWF – Least Significant Word First  MSWF – Most Significant Word First |
| P.0102 | Modelo | Lista de inversores suportados | Seleciona o tipo de inversor conectado para cada endereço |

**OBS: Cada inversor suportado terá esses 3 parâmetros associados.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **COM2 – RS485 (Parâmetros para os controladores)** | | | |
| **ID** | **Parâmetro** | **Valor** | **Descrição** |
| P.0200 | Endereço Modbus | **1**\* ... 200 | Endereço modbus dos controladores |
| P.0201 | Ordem dos registros | **LSWF\***, MSWF | Ordem dos registros Modbus:  LSWF – Least Significant Word First  MSWF – Most Significant Word First |
| P.0202 | Modelo | Lista de controladores suportados | Seleciona o tipo de controlador conectado para cada endereço |

**OBS: Cada controlador suportado terá esses 3 parâmetros associados.**

## Inversores suportados

### Variáveis lidas dos inversores

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Marca** | **Modelo** | **Base do endereçamento** |
| SUNGROW | SG33KTL-M, SG40KTL-M, SG49K5J, SG50KTL-M, SG60KU, SG60KU-M, SG60KTL, SG60KTL-M, SG36KTL-M, SG8KTL-M,SG10KTL-M,SG12KTL-M, SG80KTL, SG80KTL-M, SG80HV, SG125HV | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Input Registers (Função Modbus 0x04)** | | | | | | |
| **Variável** | **Endereço** | **Número de registros** | **Tipo de dado** | **Unidade** | **Faixa** | **Escala** |
| Potência nominal | 5001 | 1 | U16 | KW | NA | 0.1 |
| Potência ativa total | 5031 | 2 | U32 | W | NA | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Holding Registers (Função Modbus 0x06)** | | | | | | |
| **Variável** | **Endereço** | **Número de registros** | **Tipo de dado** | **Unidade** | **Faixa** | **Escala** |
| Habilita limitação de potência | 5007 | 1 | U16 | NA | 0xAA: Enable;  0x55:  Disable | NA |
| Limitação de potência | 5008 | 1 | U16 | % | Variável de acordo com a potência nominal do inversor | 0.1 |
| Limitação de potência | 5039 | 2 | U16 | KW | Variável de acordo com a potência nominal do inversor | 0.1 |

## Controladores suportados

### SICES

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Marca** | **Modelo** | **Base do endereçamento** |
| SICES | GC600 | 0 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Input Registers (Função Modbus 0x04)** | | | | | | |
| **Variável** | **Endereço** | **Número de registros** | **Tipo de dado** | **Unidade** | **Faixa** | **Escala** |
| Potência nominal | 13018 | 1 | U16 | KW | NA | 1 |
| Potência ativa total | 00061 | 2 | S32 | W | NA | 1/256 |
| Estado do GCB | 00138 | 1 | BOOL | NA | Bit 00: estado GCB | 1 |
| Estado do MCB | 00138 | 1 | BOOL | NA | Bit 01: estado MCB |  |
| Estado do MGCB | 00138 | 1 | BOOL | Na | Bit 03: estado MGCB |  |

## Comunicação Ethernet

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ethernet** | | | |
| **ID** | **Parâmetro** | **Valor** | **Descrição** |
| P.0021 | IP Address | **192.168.0.1\*** | Endereço IP do dispositivo na rede |
| P.0022 | Subnet mask | **255.255.255.0\*** | Máscara da rede |
| P.0023 | Gateway | **0.0.0.0\*** | Gateway da rede |
| P.0024 | DHCP Address | **255.255.255.255\*** | Endereço do servidor DHCP da rede |
| P.0025 | DHCP Port | **67** | Porta do servidor DHCP da rede |
| P.0026 | DNS Address | **0.0.0.0\*** | Endereço IP do servidor DNS da rede |

## Entradas digitais

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Parâmetro** | **Valor** | **Unidade** | **Descrição** |
| P.2001 | Entrada Digital 1 | 00– Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da entrada digital 1 |
| P.2002 | Delay 1 | 1.0 | Segundos | Atraso para ativar a função da entrada |
| P.2003 | Entrada Digital 2 | 00 – Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da entrada digital 2 |
| P.2004 | Delay 2 | 1.0 | Segundos | Atraso para ativar a função da entrada |
| P.2005 | Entrada Digital 3 | 00– Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da entrada digital 3 |
| P.2006 | Delay 3 | 1.0 | Segundos | Atraso para ativar a função da entrada |
| P.2007 | Entrada Digital 4 | 00– Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da entrada digital 4 |
| P.2008 | Delay 4 | 1.0 | Segundos | Atraso para ativar a função da entrada |

### Lista de funções das entradas digitais

* 00 – Não usada
* 01 – Feedback do GCB/MGCB
* 02 – Feedback do MCB
* 10 – Habilitar configuração alternativa

## Saídas digitais

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Parâmetro** | **Valor** | **Unidade** | **Descrição** |
| P.2101 | Saída Digital 1 | 00– Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da saída digital 1 |
| P.2103 | Saída Digital 2 | 00 – Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da saída digital 2 |
| P.2105 | Saída Digital 3 | 00– Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da saída digital 3 |
| P.2107 | Saída Digital 4 | 00– Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da saída digital 4 |

### Lista de funções das saídas digitais

* 00 - Não usada
* 01 - Falha de comunicação com inversor
* 02 - Falha de comunicação com controlador
* 03 - Limitação de potência ativa

## Entradas analógicas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Parâmetro** | **Valor** | **Unidade** | **Descrição** |
| P.2201 | Entrada analógica 1 | 00– Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da entrada analógica 1 |
| P.2203 | Ponto 1 medida | 0...20mA  0...10V | mA/V | Configura o valor inicial da grandeza de saída do medidor de potência |
| P.2205 | Ponto 1 valor |  | KW | Configura o valor de potência correspondente ao ponto 1 da medida do sensor |
| P.2207 | Ponto 2 medida | 0...20mA  0...10V | mA/V | Configura o valor final da grandeza de saída do medidor de potência |
|  | Ponto 2 valor |  | KW | Configura o valor de potência correspondente ao ponto 2 da medida do sensor |
|  | | | | |
| P.2221 | Entrada analógica 2 | 00– Não usada | Lista de valores | Seleciona a função da entrada analógica 2 |
| P.2222 | Ponto 1 medida | 0...20mA  0...10V | mA/V | Configura o valor inicial da grandeza de saída do medidor de potência |
| P.2223 | Ponto 1 valor |  | KW | Configura o valor de potência correspondente ao ponto 1 da medida do sensor |
| P.2224 | Ponto 2 medida | 0...20mA  0...10V | mA/V | Configura o valor final da grandeza de saída do medidor de potência |
|  | Ponto 2 valor |  | KW | Configura o valor de potência correspondente ao ponto 2 da medida do sensor |

### Lista de funções das entradas analógicas

* 00 – Não usada
* 01 – Potência da carga
* 02 – Potência dos geradores
* 03 – Potência dos inversores

## Cálculo da divisão de carga

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **Parâmetro** | **Unidade** | **Limites** | **Origem do valor** | **Definição** |
|  | Grupos Geradores | | | | |
| **P.1000** | **DPGMG** | KW | NA | Lido via Modbus | Valor da potência nominal de cada GMG da planta. |
| **P.1001** | **DPtGMG** | KW | NA | Calculado:  **DPtGMG= DPGMG1+...+DPGMGN** | Soma da potência nominal de todos os GMGs. |
| **P.1002** | **ADPGMG** | KW | NA | Lido via Modbus | Potência ativa atual que cada GMG da planta está gerando. |
| **P.1003** | **ADPtGMG** | KW | NA | Calculado:  **ADPtGMG=**  **ADPGMG1+...+ADPGMGN**  Lido via entrada analógica. | Soma da potência ativa atual de todos os GMGs alimentando a carga. |
|  | Sistema fotovoltaico | | | | |
| **P.1010** | **DPPV** | KWp | NA | Lido via Modbus | Valor da potência nominal de cada inversor. |
| **P.1011** | **DPtPV** | KWp | NA | Calculado:  **DPtPV=**  **DPPV1+...+ DPPVN** | Soma da potência nominal de todos os inversores do sistema FV. |
| **P.1012** | **ADPPV** | KW | NA | Lido via Modbus | Potência ativa atual que cada inversor está gerado. |
| **P.1013** | **ADPtPV** | KW | NA | Calculado:  **ADPtPV=**  **ADPPV1+…+ ADPPVN** | Soma da potência ativa atual de todo o sistema fotovoltaico. |
|  | Divisão de carga | | | | |
| **P.1020** | **ADPt** | KW | NA | Calculado:  **ADPt=**  **ADPtGMG**+ **ADPtPV**  Lido via entrada analógica. | Soma da potência ativa dos grupos geradores com a potência de todo o sistema FV. *O valor de* ***ADPt****é o* ***valor que a carga está consumindo*** *no momento.* |
| **P.1021** | **LSGMG** | % | 30  60 | Configurado pelo cliente | Define a porcentagem da carga que o sistema GMG deve assumir |
| **P.1022** | **LSPV** | % | 40  70 | Calculado:  **LSPV**= 100 – **LSGMG** | Define a porcentagem da carga que o sistema FV deve assumir, definido pelo **GMGLS**. |
| **P.1023** | **LSPVADPt** | KW | NA | Calculado:  **LSPVADPt=**  **(LSPV / 100) \* ADPt** | Potência ativa total que o sistema fotovoltaico deve gerar para a divisão da carga. |
| **P.1024** | **LSPVADP** | KW | NA | Escrito via Modbus  Calculado:  **LSPVADP=**  **(DPPV / DPtPV) \* LSPVADPt** | Potência ativa total que o inversor calculado deve gerar para a divisão de carga. |

## Sequência de operação