

00358 – FCAMHQ 250-44-50 n15450

MANUAL DA COMUNICAÇÃO ETHERNET – MODBUS TCP

As fontes de alimentação estão equipadas com uma porta de comunicação Ethernet, através do qual podem ser operadas e monitoradas remotamente.

Através de qualquer interface virtual residente em um PC, desenvolvida pelo usuário, poder-se-á alterar os valores (preset) de diversos parâmetros da fonte, obter os valores atualmente ajustados, as condições de operação atuais do equipamento (status), e também realizar a leitura das medições realizadas pela fonte.

Ao energizar o equipamento, o usuário deverá aguardar que a interface apresente a tela de execução (aproximadamente 15 segundos após a energização) antes de enviar qualquer comando pela porta serial ou pela ethernet. Esse tempo é necessário para a sua completa inicialização.

Ao enviar qualquer comando pela Ethernet, o usuário deverá aguardar pela resposta enviada pela fonte antes de enviar outro comando. O tempo necessário para a finalização do processamento dos comandos é de no máximo 500 milissegundos.

O equipamento trabalha no modo “escravo”, ou seja, somente responde a comandos enviados pelo “mestre”, não iniciando uma comunicação.

Ao ligar o equipamento, a sua interface local está habilitada, podendo ser operada manualmente.

Toda comunicação entre o computador e o equipamento é feita no modo mestre-escravo, através de requisições. O equipamento trabalha no modo escravo, aguardando que sejam enviadas requisições.

CONFIGURAÇÕES DA PORTA ETHERNET:

Padrão Tipo: assíncrono (half-duplex).

Conexões tipo: RJ 45.

Fator Serial: 130

Seção 01

ESTRUTURA DO PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO MODBUS/TCP

Esta seção descreve de forma geral o protocolo de leitura e envio de dados via rede MODBUS/TCP. Todas as operações são realizadas via porta 502. A comunicação é *half-duplex*, ou seja, a requisição e a resposta entre os dispositivos nunca ocorrem simultaneamente.

O protocolo MODBUS/TCP utiliza pacote de dados para comunicação, sendo cada pacote composto por 2 bytes. Caso um número maior seja transmitido, o byte mais significativo é enviado primeiro, por exemplo:

16 - bits 0x1234 MODBUS - 0x12 0x34

Neste protocolo, as requisições e respostas são realizadas através de funções (como por exemplo, de leitura e escrita), onde cada função tem uma ordem no envio de dados. Todas as requisições e respostas são antecedidas pela seguinte sequência de bytes:

| Byte | Significado | Valor Usual |
|------------------|---------------------------|-------------|
| Byte 0 | ID de transação | 0 |
| Byte 1 | ID de transação | 0 |
| Byte 2 | ID de protocolo | 0 |
| Byte 3 | ID de protocolo | 0 |
| Byte 4 | Tamanho da mensagem (MSB) | 0 |
| Byte 5 | Tamanho da mensagem (LSB) | Variável |
| Byte 6 | Identificador da unidade | Variável |
| Byte 7 | Código da função MODBUS | Variável |
| Byte 8 em diante | Mensagem | Variável |

As fontes *Supplier* utilizam as funções de leitura (*Read Multiple Registers – FC 03*) e escrita (*Write Multiple Registers – FC 16*). Devido às funcionalidades disponíveis nas fontes, as funções de leitura e escrita padrões do protocolo não são utilizadas em sua totalidade.

Primeiramente serão explicadas as funções padrão do protocolo *MODBUS*. Em seguida, serão apresentadas as simplificações necessárias quando utilizando esse protocolo com as fontes *Supplier*.

Para a comunicação com as fontes *Supplier*, são utilizadas apenas dois tipos de requisições do protocolo Modbus: FC03 – Ler múltiplos registradores e FC16 – Escrever múltiplos registradores. A seguir são detalhadas cada uma destas requisições.

Ler múltiplos registradores (FC 03):

A requisição da função de leitura gerada pelo *master* é composta por 5 bytes, conforme mostrado na tabela 1. O primeiro byte corresponde ao código da função (03). Os bytes 2 e 3 correspondem ao endereço inicial de leitura, sendo os bytes 4 e 5 as quantidades de endereços a serem lidos a partir do endereço inicial.

Tabela 1. Requisição da função *Read Multiple Registers* (FC 03):

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5 |
|------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Código da Função | Endereço inicial (MSB) | Endereço inicial (LSB) | Qtde. de endereços (MSB) | Qtde. de endereços (LSB) |
| 03 | X | X | X | X |

Onde “X” é pode assumir qualquer valor (oito bits).

A resposta gerada pelo *slave* é composta por um byte de identificação da função, um byte com a quantidade de bytes a serem enviados (2 x qtde de endereços), e o restante de bytes com os valores armazenados nos endereços solicitados, conforme a tabela 2.

Tabela 2. Resposta da função *Read Multiple Registers* (FC 03):

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5... |
|------------------|-------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| Código da Função | Contagem de bytes | Valor Endereço 1 (MSB) | Valor Endereço 1 (LSB) | Qtde. de endereços.. |
| 03 | X | X | X | X |

Por exemplo, a leitura de dois endereços, a partir do endereço 0x00 de um *slave* cuja identificação é 0x09, retornando os valores 0x0005 e 0x000A, conterà os seguintes pacotes:

Tabela 3. Requisição gerada pelo *master*:

| Byte: | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------------|---------|------|------|------|---------------------|------|------|-----------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Significado: | Prefixo | | | | Tamanho da mensagem | | UI | Cod. Fun. | End. Inicial (MSB) | End Inicial (LSB) | Qtde. End. (MSB) | Qtde. End. (LSB) |
| Valor (Hex) | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x06 | 0x09 | 0x03 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x02 |

Tabela 4. Resposta enviada pelo *slave*.

| Byte: | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------|---------|------|------|------|---------------------|------|------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Significado: | Prefixo | | | | Tamanho da mensagem | | UI | Cod .Fun. | Cont. Bytes | End 1 MSB | End 1 LSB | End 2 MSB | End 2 LSB |
| Valor (Hex) | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x07 | 0x09 | 0x03 | 0x04 | 0x00 | 0x05 | 0x00 | 0x0A |

Escrever múltiplos registradores (FC-16):

A função de escrita permite escrever em n endereços, a partir de um endereço inicial. As requisições e respostas funcionam de maneira similar às da função de leitura, conforme pode ser visto nas tabelas 5 e 6.

O primeiro byte da requisição corresponde ao código da função (16 em decimal, 10 em hexadecimal). Os bytes 2 e 3 correspondem ao registrador inicial, e os bytes 4 e 5 correspondem à quantidade de endereços a serem escritos. Os bytes seguintes contêm as informações a serem gravadas nos endereços especificados.

Tabela 5. Requisição da função Preset Multiple Registers (FC 16):

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5 | Byte 6 | Byte 7 | Byte 8 | Byte 9 | Byte 10 |
|------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| Código da Função | Endereço inicial (MSB) | Endereço inicial (LSB) | Qtde. de endereços (MSB) | Qtde. de endereços (LSB) | Byte count | Valor End. 1 (MSB) | Valor End. 1 (LSB) | Valor End. n . (MSB) | Valor End. n . (LSB) |
| 0x10 (Hex) | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

O primeiro byte de resposta é o código da função. Os bytes 2 e 3 correspondem ao número do primeiro registrador, e os bytes 4 e 5 correspondem à quantidade de registradores nos quais foram escritos.

Tabela 6. Resposta da função Preset Multiple Registers (FC 16):

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5 |
|------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Código da Função | Endereço inicial (MSB) | Endereço inicial (LSB) | Qtde. de endereços (MSB) | Qtde. de endereços (LSB) |
| 0x10 | X | X | X | X |

Seção 02

PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO MODBUS/TCP COM FONTES *SUPPLIER*

Nesta seção será demonstrado o protocolo de comunicação MODBUS/TCP para comunicação com fontes *Supplier*. Primeiramente está mostrado o frame de requisição das fontes, seguido pelos passos necessários que devem ser seguidos para o processo de comunicação, seguido pelos protocolos de envio e leitura de dados. Na seção 03 estão as tabelas com os códigos dos comandos.

Ler múltiplos registradores (FC 03):

As alterações na função de leitura são as seguintes:

- Ao invés de enviar o endereço inicial de escrita (bytes 2 e 3 do protocolo FC 16), será enviado o código de identificação (ID) no byte 2 e o código de comando da fonte (COM) no byte 3 (ver Tabela 7);
- Não será mais necessário especificar a quantidade de bytes a serem lidos (bytes 4 e 5 da requisição FC 03), a fonte enviará todos os dados necessários de acordo com o comando pelo usuário.

Por exemplo, para ler o código de identificação da fonte cujo número serial é 231 (Comando 254), o pacote de requisição do master será o seguinte:

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5 |
|------------------|--------|---------|-------------|-------------|
| Código da Função | ID | COMANDO | Dado 1 (DH) | Dado 2 (DL) |
| 0x03 | 0x00 | 0xFE | 0x00 | 0x00 |

A resposta da fonte será a seguinte:

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
|------------------|------------|-------------|-------------|
| Código da Função | Byte Count | Dados (MSB) | Dados (LSB) |
| 0x03 | 0x02 | DH | DL |

O frame completo enviado será o seguinte:

| Byte | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------|---------|------|------|------|---------------------|------|------|-----------|------|------|------|------|
| Sig. | Prefixo | | | | Tamanho da mensagem | | UI | Cod. Fun. | ID | COM | DH | DL |
| Valor | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x06 | 0x00 | 0x03 | 0x00 | 0xFE | 0x00 | 0x00 |

O frame completo recebido será o seguinte:

| Byte | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 09 | 10 |
|-------|---------|------|------|------|---------------------|------|------|-----------|------------|----|----|
| Sig. | Prefixo | | | | Tamanho da mensagem | | UI | Cod. Fun. | Byte Count | DH | DL |
| Valor | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x05 | 0x00 | 0x03 | 0x02 | DH | DL |

Write Multiple Registers (FC 16):

As alterações na função de escrita são as seguintes:

- Ao invés de enviar o endereço inicial de escrita (bytes 2 e 3 do protocolo FC 16), será enviado o código de identificação (ID) no byte 2 e o código de comando da fonte (COM) no byte 3 (ver Tabela 7);
- A quantidade de endereços (bytes 4 e 5) deve ser definida como 0x0001;
- A quantidade de dados (byte count) é sempre o dobro da quantidade de endereços, neste caso será sempre 0x02;
- Nos bytes 7 e 8 será enviada a informação desejada para o comando selecionado.
- Para os comandos que requerem valores específicos, as informações de DH e DL são mostradas na Tabela 7.
- Para comandos que permitem uma faixa variada de valores, o dado a ser enviado é calculado da seguinte maneira: Multiplica-se o valor desejado pelo “fator de escala” (conforme Tabela 7) e o resultado em Hexa (16 bits) é enviado tomando-se os 8 bits mais significativos (MSB) como DH e os 8 bits menos significativos (LSB) como DL.

Por exemplo, para alterar o valor de tensão de todas as fases (205) para 220V, o pacote a ser enviado deve ser:

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5 | Byte 6 | Byte 7 | Byte 8 |
|------------------|---------------|---------|-------------------------|--------|---------------|-------------|-------------|
| Código da Função | Identificador | Comando | Quantidade de endereços | | Qtde de dados | Dado 1 (DH) | Dado 2 (DL) |
| 0x10 | 0x00 | 0xCD | 0x00 | 0x01 | 0x02 | 0x6F | 0xB8 |

A resposta da fonte será a seguinte:

| Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 | Byte 5 |
|------------------|---------------|---------|----------------------|----------------------|
| Código da Função | Identificador | Comando | Qtde endereços (MSB) | Qtde endereços (LSB) |
| 0x10 | 0x00 | 0xCD | 0x00 | 0x01 |

O frame completo enviado será o seguinte:

| Byte | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------|---------|------|------|------|---------------------|------|------|-----------|------|------|--------------------|------|------------|------|------|
| Sig. | Prefixo | | | | Tamanho da mensagem | | UI | Cod. Fun. | ID | COM | Quantidade MSB LSB | | Byte Count | DH | DL |
| Valor | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x09 | 0x00 | 0x10 | 0x00 | 0xFE | 0x00 | 0x01 | 0x02 | 0x6F | 0xB8 |

O frame completo recebido será o seguinte:

| Byte | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------|---------|------|------|------|---------------------|------|------|-----------|------|------|--------------------|------|
| Sig. | Prefixo | | | | Tamanho da mensagem | | UI | Cod. Fun. | ID | COM | Quantidade MSB LSB | |
| Valor | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x06 | 0x00 | 0x10 | 0x14 | 0xCD | 0x00 | 0x01 |

Quando o aplicativo desenvolvido já manipula os dados de modo a formar automaticamente o frame completo do protocolo modbus, pode-se dizer que são necessários informar apenas as seguintes informações: qual requisição será utilizada (escrita ou leitura), o endereço de escrita/leitura, a quantidade de endereços e os dados a serem escritos (caso a requisição seja de escrita).

Desta forma, pode-se dizer que a composição do frame do protocolo Modbus segue a seguinte regra:

Para escrita: a requisição será a FC16. O endereço é a composição dos campos "ID" e "COM" apresentados na Tabela 7. A quantidade de endereços pode sempre ser mantida igual a 01 endereço, já que a fonte não irá processar as informações além do primeiro endereço. O dado a ser enviado é a composição dos campos "DH" e "DL".

Para leitura: a requisição será FC03. O endereço é a composição dos campos "ID" e "COM" apresentados na Tabela 7. A quantidade de endereços é a composição dos campos "DH" e "DL" (quando especificado na Tabela 7) ou é definida igual a 01 endereço (quando não especificado na tabela).

Para a requisição de leitura, como a fonte irá ignorar a informação da quantidade de endereços, a resposta terá uma quantidade de dados de acordo com o comando, e está especificado nas tabelas da seção 03. Caso o aplicativo faça a checagem do número de endereços solicitado com o número de endereços da resposta, pode ser incluída a informação da quantidade de endereços na requisição de leitura. Neste caso, o comando será processado normalmente e o tamanho da resposta estará de acordo com a solicitação enviada.

Seção 03

CÓDIGOS DE COMANDO

A seguir são apresentadas as tabelas contendo as seqüências de dados que devem ser enviadas para a fonte, bem como as respostas recebidas para cada operação desejada.

Tabela 7. Descrição dos comandos aceitos pela fonte

| Descrição | ID | COM | DH | DL | FC | Fator de Escala | Função |
|--|----|-----------|----|----|----|-----------------|--|
| Amplitude da harmônica | 1 | 1 a 51 | DH | DL | 16 | FS | Envio do valor da amplitude da harmônica correspondente (NH – número da harmônica) |
| Frequência fundamental | X | 80 | DH | DL | 16 | FS | Envio do valor da frequência fundamental das harmônicas |
| Defasagem da harmônica | 1 | 101 a 151 | DH | DL | 16 | FS | Envio do valor da defasagem da harmônica correspondente (NH – número da harmônica + 100) |
| Confirma composição do sinal | X | 200 | X | X | 16 | - | Confirma os harmônicos enviados e recalcula o sinal de saída da fonte |
| Geração | X | 202 | X | X | 16 | - | Iniciar rampa aceleração |
| | X | 203 | X | X | 16 | - | Desligar a saída |
| | X | 204 | X | X | 16 | - | Iniciar rampa desaceleração |
| Escrever valor tensão | 1 | 205 | DH | DL | 16 | FS | Escreve o valor de tensão de saída |
| Frequência de saída | X | 208 | DH | DL | 16 | FS | Escrever o valor da Frequência |
| Rampa de aceleração | X | 209 | DH | DL | 16 | FS | Escrever o tempo da rampa de aceleração |
| Rampa de desaceleração | X | 210 | DH | DL | 16 | FS | Escrever o tempo da rampa de desaceleração |
| Ler valores setados | X | 211 | X | X | 03 | FS | Ver Tabela 8 |
| Ler os valores das correntes e potências | X | 212 | X | X | 03 | FS | Ver Tabela 9 |
| Status da fonte | X | 213 | X | X | 03 | - | Ver Tabela 11 |
| Reset do alarme | X | 214 | 0 | X | 16 | - | reset da memória do ultimo erro |
| | X | 214 | 10 | X | 16 | - | reset do erro atual |
| Rampa de subida | X | 215 | 0 | X | 16 | - | partida sem rampa de tensão |
| | X | 215 | 10 | X | 16 | - | partida com rampa V |
| | X | 215 | 20 | X | 16 | - | partida com rampa V/F |
| Rampa de descida | X | 216 | 0 | X | 16 | - | parada sem rampa |
| | X | 216 | 10 | X | 16 | - | parada com rampa V |
| | X | 216 | 20 | X | 16 | - | parada com rampa V/F |
| Defasagem | 1 | 217 | DH | DL | 16 | FS | escreve o valor da defasagem da fase U |
| Sincronismo | X | 218 | X | 0 | 16 | - | Sincronismo desligado |
| | X | 218 | X | 10 | 16 | - | Sincronismo ligado |
| Valor Sag/Swell | Y | 220 | DH | DL | 16 | - | Escreve o valor do Sag/Swell |
| Fase inicial do Sag/Swell | Y | 221 | DH | DL | 16 | - | Escreve o valor da fase inicial Sag/Swell |

| | | | | | | | |
|--|---|-----|----|-----|----|---|---|
| Hold do Sag/Swell | Y | 222 | DH | DL | 16 | - | Escreve o valor da fase final Sag/Swell |
| Fase final do Sag/Swell | Y | 223 | DH | DL | 16 | - | Escreve o valor da fase inicial Sag/Swell |
| Repetições do Sag/Swell | Y | 224 | DH | DL | 16 | - | Escreve o valor da fase inicial Sag/Swell |
| Intervalo do Sag/Swell | Y | 225 | DH | DL | 16 | - | Escreve o valor da fase inicial Sag/Swell |
| Atraso do Sag/Swell | Y | 226 | DH | DL | 16 | - | Escreve o valor da fase inicial Sag/Swell |
| Outros parâmetros do Sag/Swell | X | 227 | DH | DL | 16 | - | Escreve o valor da fase inicial Sag/Swell |
| Carregar teste | X | 228 | X | X | 16 | - | Escreve o valor da fase inicial Sag/Swell |
| Para Teste | X | 229 | X | 10 | 16 | - | Para teste de Sag/Swell |
| Inicia Teste | X | 229 | X | 20 | 16 | - | Inicia teste de Sag/Swell |
| Pausa Teste | X | 229 | X | 30 | 16 | - | Pausa teste de Sag/Swell |
| Leitura do Status do Sag/Swell | X | 230 | X | X | 03 | - | Leitura do status do Sag/Swell(ver Tabela 16) |
| Auto reset | X | 235 | X | 0 | 16 | - | desliga o autoreset |
| | X | 235 | X | 10 | 16 | - | liga o autoreset |
| | X | 235 | X | 100 | 03 | - | lê o status (Ver Tabela 12) |
| Ler o código de identificação da fonte | X | 254 | X | X | 03 | 1 | |

X – Valor indiferente (pode ser usado 0 (zero))

DH – Dado desejado (MSB)

DL – Dado desejado (LSB)

FS – Fator serial

CS – Checksum Calculado

Y - Os 4 bits menos significativos indicam a fase que se está escrevendo ou 0 para escrever nas 3 fases.

Y - Os 4 bits mais significativos indicam qual é a sequência do teste que está sendo configurado.

Caso seja confirmada a integridade da informação, o processador interno procurará identificar qual é o comando solicitado, dentre os listados na Tabela anterior.

Se um comando válido for detectado, o processador executará a rotina específica relativa ao comando. Caso contrário, uma resposta de “erro” será enviada pela fonte.

Para as requisições de “Escrita” de valor ou preset, um retorno será enviado, confirmando que a informação foi aceita. Caso o valor enviado não seja aceito, uma resposta de “erro” será enviada pela fonte.

Na ocorrência de um alarme, o contator de saída do equipamento é desligado, o valor da amplitude é zerado e o relé de indicação de falha (“contato-

seco”) é acionado. Como o equipamento funciona no modo “Escravo” o equipamento não envia qualquer informação pela porta Ethernet, a menos que seja requisitado.

Tabela 8. Ordem dos dados de retorno da requisição de “Leitura” do comando 211.

| Comando Recebido | Byte de retorno | Descrição |
|------------------|-----------------|--|
| 211 | 1º | 1º byte de informação da “tensão setada de saída” (MSB) |
| | 2º | 2º byte de informação da “tensão setada de saída” (LSB) |
| | 3º | 1º byte de informação da “frequência atual ajustada” (MSB) |
| | 4º | 2º byte de informação da “frequência atual ajustada” (LSB) |
| | 5º | 1º byte de informação do “tempo de rampa de aceleração” (MSB) |
| | 6º | 2º byte de informação do “tempo de rampa de aceleração” (LSB) |
| | 7º | 1º byte de informação do “tempo de rampa de desaceleração” (MSB) |
| | 8º | 2º byte de informação do “tempo de rampa de desaceleração” (LSB) |
| | 9º | 1º byte de informação da “defasagem da saída ” (MSB) |
| | 10º | 2º byte de informação da “defasagem da saída” (LSB) |
| | 11º | Byte de informação do “tipo rampa de subida” 0 = Sem Rampa 10 = Rampa V 20 = Rampa V/F |
| | 12º | Byte de informação do “tipo rampa de descida” 0 = Sem Rampa 10 = Rampa V 20 = Rampa V/F |
| | 13º | Byte de informação do “estado do sincronismo” 0 = Desligado 10 = Ligado |
| | 14º | 0 |

Tabela 9. Ordem dos dados de retorno da requisição de “Leitura” do comando 212.

| Comando Recebido | Byte de retorno | Descrição |
|------------------|-----------------|---|
| 212 | 1º | 1º byte de informação da “tensão atual da saída” (MSB) |
| | 2º | 2º byte de informação da “tensão atual da saída” (LSB) |
| | 3º | 1º byte de informação da “corrente eficaz da saída” (MSB) |
| | 4º | 2º byte de informação da “corrente eficaz da saída” (LSB) |
| | 5º | 1º byte de informação da “potência ativa da saída” (MSB) |
| | 6º | 2º byte de informação da “potência ativa da saída” (LSB) |
| | 7º | Byte de “range ativo” $\{[(\text{RangeU}) - 1] * 100\} + \{[(\text{RangeV}) - 1] * 10\} + (\text{RangeW}) - 1$ |
| | 8º | 0 |

Para determinação do valor recebido, usa-se o seguinte método:

- Multiplica-se o valor do 1º byte de informação (MSB) por 256.
- Soma-se o resultado com o 2º byte de informação (LSB).
- Divide o resultado pelo fator de escala (ver Tabela 7).
- Aplica-se o fator multiplicativo conforme o range de leitura.

A informação do range segue a seguinte regra:

Tomando o valor em decimal presente no 21º byte, o algarismo da centena indica o range. Os algarismos da dezena e da unidade são reservados para fontes trifásicas.

Se o algarismo é zero, indica range 1. Se o algarismo é 1, indica range 2, se o algarismo é 2, indica range 3.

Tabela 10. Fatores de escala para leituras de tensão, corrente e potência.

| Range Ativo | Tensão | Corrente | Potência |
|-------------|--------|----------|----------|
| 1 | x 1 | x 1 | x 1000 |
| 2 | x 1 | x 0,1 | x 100 |
| 3 | x 1 | x 0,1 | x 10 |

Tabela 11. Ordem dos dados de retorno da requisição de “Leitura” do comando 213.

| Comando Recebido | Byte de retorno | Descrição |
|------------------|-----------------|--|
| 213 | 1º | Byte de status de “Em Geração” (saída energizada) 0 = geração parada 10 = em geração |
| | 2º | Byte de status de “Em Modo Remoto” (opcional) 0 = em modo local 10 = em modo remoto |
| | 3º | Byte de status de “Em Rampa” 0 = fim de rampa 10 = em execução de rampa de subida V 20 = em execução de rampa de descida V/F 30 = em execução de rampa de subida F 40 = em execução de rampa de descida V 50 = em execução de rampa de descida V/F 60 = em execução de rampa de descida F |
| | 4º | Byte de status de “Alarme” 0 = sem alarme 10 = em alarme de sobretensão 20 = em alarme de sobrecarga 30 = em alarme de sobrecorrente 40 = em alarme de sobretensão no inversor 50 = em alarme de curto-circuito no inversor 60 = em alarme de alta corrente média |
| | 5º | Byte de “memória de alarme”. 0 = nenhum alarme 10 = sobretensão 20 = sobrecarga 30 = sobrecorrente 40 = sobretensão no inversor 50 = curto-circuito no inversor 60 = alta corrente média |
| | 6º | 0 |

Tabela 12. Ordem dos dados de retorno da requisição “Leitura” do comando 235.

| Comando Recebido | Byte de Retorno | Descrição |
|------------------|-----------------|--|
| 235 | 1º | Status do Autoreset: 0 = desligado 10 = ligado |
| | 2º | Retorno do código de requisição de leitura = 100 |

Tabela 13. Ordem dos dados de retorno da requisição “Leitura” do comando 236.

| Comando Recebido | Byte de Retorno | Descrição |
|------------------|-----------------|--|
| 236 | 1º | Status do Bloqueio CC: 0 = desligado 10 = ligado |
| | 2º | Retorno do código de requisição de leitura = 100 |

Tabela 14. Ordem dos dados de retorno da requisição “Leitura” do comando 254.

| Comando Recebido | Byte de retorno | Descrição |
|------------------|-----------------|---|
| 254 | 1º | 1º byte de identificação da fonte (MSB) |
| | 2º | 2º byte de identificação da fonte (LSB) |

Tratamento de erros:

Sempre que houver um problema na informação processada pela fonte, sejam eles relacionados com a informação recebida, ou mesmo por problema no processamento do comando, os seguintes códigos de erro serão apresentados:

Resposta da fonte para um erro com solicitação de Read Multiple Registers (FC 03):

| Byte | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------|---------|------|------|------|---------------------|------|------|-----------|------------|
| Sig. | Prefixo | | | | Tamanho da mensagem | | UI | Cod. Fun. | Error Code |
| Valor | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x03 | 0x00 | 0x83 | EC |

Resposta da fonte para um erro com solicitação de Write Multiple Registers (FC 16):

| Byte | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------|---------|------|------|------|---------------------|------|------|-----------|------------|
| Sig. | Prefixo | | | | Tamanho da mensagem | | UI | Cod. Fun. | Error Code |
| Valor | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x00 | 0x03 | 0x00 | 0x90 | EC |

A Tabela 15 apresenta os valores possíveis para o código de erro (EC) que podem ser enviados pela fonte:

Tabela 15. Códigos de erro enviados pela fonte

| Error Code (EC) | Descrição |
|-----------------|---|
| 1 | ERRO DE COMANDO. Resposta dada para uma requisição, estando a combinação ID + COMANDO não especificado na Tabela 7 |
| 3 | ERRO DE DADO. Resposta dada para uma requisição de “Escrita” de valor, estando o valor resultante de DH e DL fora da faixa permitida. |
| 6 | Time-out no processamento do comando. Pode ser causado por um problema de comunicação entre a placa ethernet e a placa da IHM. |

Tabela 16 – Ordem dos dados de retorno da requisição “Leitura do Status de Sag-Swell” do comando 230.

| Comando Recebido | Byte de retorno | Descrição |
|------------------|-----------------|--|
| 230 | 1º | Tipo de testes (1-Sag, 2-Swell, 3-Deg. V/F, 4-Deg. de Fase). |
| | 2º | <p>Etapa do teste Sag:</p> <p>0 e 1 - Inicialização do teste.</p> <p>2 - Durante afundamento.</p> <p>3 - Temporização entre repetições do mesmo teste.</p> <p>4 - Verifica se é a última repetição a ser executada do teste atual.</p> <p>5 - Verifica se há mais testes a serem executados.</p> <p>6 - Temporização entre testes diferentes.</p> <p>7,8 e 9 - NA</p> <p>Etapa do teste Swell:</p> <p>0 e 1 - Inicialização do teste.</p> <p>2 - Iniciando o afundamento/elevação.</p> <p>3 - Durante afundamento/elevação.</p> <p>4 e 5 - Finalizando afundamento/elevação.</p> <p>6 - Temporização entre repetições do mesmo teste.</p> <p>7 - Verifica se é a última repetição a ser executada do teste atual.</p> <p>8 - Verifica se há mais testes a serem executados.</p> <p>9 - Temporização entre testes diferentes.</p> <p>Etapa do Degrau V/F:</p> <p>0 e 1 - Inicialização do teste.</p> <p>2 – Executando o degrau.</p> <p>3 a 9 - Temporização entre testes diferentes.</p> |
| | 3º | Estado do teste(0-Desligado,1-Ligado,2-Pausado). |
| | 4º | Número do teste que está sendo executado. |
| | 5º | Número de testes configurados. |
| | 6º | Número da repetição sendo executada do teste atual. |