

Protocolo Básico para Pequenas Mensagens (BSMP)

Versão 2.20
25 de fevereiro de 2016

Bruno Martins
bruno.martins@lnls.br
Grupo de Controle

Histórico de Revisões

Revisão	Mudanças
2.20 25/02/2016	<ul style="list-style-type: none">• Impede operações de escrita em curvas somente de leitura.• Valores de variáveis, curvas ou funções não precisam estar em <i>big-endian</i> necessariamente.
2.10 09/08/2014	<ul style="list-style-type: none">• Adição de novo código de erro: (0xE8) Recurso Ocupado.
2.00 12/02/2014	<ul style="list-style-type: none">• Mudança do nome do protocolo.<ul style="list-style-type: none">◦ Era: Protocolo de Baixo Nível para o Sirius (SLLP).
2.00-rc2 24/01/2014	<ul style="list-style-type: none">• Adição da possibilidade de um bloco de Curva conter menos de TBLOCO <i>bytes</i> de dados.
2.00-rc1 23/01/2014	<ul style="list-style-type: none">• Primeiro <i>release candidate</i>.

Sumário

1	Introdução.....	1
2	Camada de Transporte.....	2
2.1	Endereçamento.....	2
2.2	Grupos de <i>Multicast</i>	2
3	Camada de Aplicação.....	3
3.1	Termos e conceitos utilizados.....	3
3.1.1	Rede, Mensagem, Comando, Mestre e Nó (ou Escravo).....	3
3.1.2	Tipo de Protocolo.....	3
3.1.3	Formato da Mensagem.....	3
3.2	Entidades.....	4
3.2.1	Variável.....	4
3.2.2	Grupo de Variáveis.....	5
3.2.3	Curva.....	5
3.2.4	Função.....	6
3.3	Comandos do Protocolo.....	6
3.4	(0x0_) Comandos de Consulta.....	8
3.4.1	(0x00) Consultar Versão do Protocolo.....	8
3.4.2	(0x01) Versão do Protocolo.....	8
3.4.3	(0x02) Consultar Lista de Variáveis.....	8
3.4.4	(0x03) Lista de Variáveis.....	9
3.4.5	(0x04) Consultar Lista de Grupos de Variáveis.....	9
3.4.6	(0x05) Lista de Grupos de Variáveis.....	10
3.4.7	(0x06) Consultar Grupo de Variáveis.....	10
3.4.8	(0x07) Grupo de Variáveis.....	11
3.4.9	(0x08) Consultar Lista de Curvas.....	11
3.4.10	(0x09) Lista de Curvas.....	12
3.4.11	(0x0A) Consultar <i>Checksum</i> de Curva.....	12
3.4.12	(0x0B) <i>Checksum</i> de Curva.....	13
3.4.13	(0x0C) Consultar Lista de Funções.....	13
3.4.14	(0x0D) Lista de Funções.....	14
3.5	(0x1_) Comandos de Leitura.....	15
3.5.1	(0x10) Ler Variável.....	15
3.5.2	(0x11) Leitura de uma Variável.....	15
3.5.3	(0x12) Ler um Grupo de Variáveis.....	16
3.5.4	(0x13) Leitura de um Grupo de Variáveis.....	16
3.6	(0x2_) Comandos de Escrita.....	17
3.6.1	(0x20) Escrever em uma Variável.....	17
3.6.2	(0x22) Escrever em Grupo de Variáveis.....	18
3.6.3	(0x24) Operação Binária em uma Variável.....	19
3.6.4	(0x26) Operação Binária em Grupo de Variáveis.....	20
3.6.5	(0x28) Escrever e ler Variáveis.....	21
3.7	(0x3_) Comandos de Manipulação de Grupos de Variáveis.....	22
3.7.1	(0x30) Criar Grupo de Variáveis.....	22
3.7.2	(0x32) Remover Todos os Grupos de Variáveis.....	22
3.8	(0x4_) Comandos de Transferência de Curvas.....	23

3.8.1	(0x40) Pedido de Bloco de Curva.....	23
3.8.2	(0x41) Bloco de Curva.....	24
3.8.3	(0x42) Recalcular Checksum de Curva.....	25
3.9	(0x5_) Comandos de Execução de Funções.....	26
3.9.1	(0x50) Executar Função.....	26
3.9.2	(0x51) Retorno de Função.....	27
3.9.3	(0x53) Erro de Função.....	27
3.10	(0xE_) Comandos de Erro.....	28
3.10.1	(0xE0) OK.....	28
3.10.2	(0xE1) Mensagem Mal Formada.....	28
3.10.3	(0xE2) Operação Não Suportada.....	28
3.10.4	(0xE3) ID Inválido.....	28
3.10.5	(0xE4) Valor Inválido.....	29
3.10.6	(0xE5) Tamanho da Carga Inválido.....	29
3.10.7	(0xE6) Somente Leitura.....	29
3.10.8	(0xE7) Memória Insuficiente.....	29
3.10.9	(0xE8) Recurso Ocupado.....	29

1 Introdução

De maneira a padronizar todas as comunicações entre equipamentos desenvolvidos para o projeto Sirius e conectados pela Rede de Controle, foi criado um protocolo comum a ser seguido. O protocolo foi denominado Protocolo Básico de Pequenas Mensagens, com a sigla BSMP – *Basic Small Messages Protocol*. Este protocolo descreve duas camadas: transporte e aplicação. As camadas são independentes uma da outra.

A Rede de Controle para o Sirius é baseada em redes Ethernet e RS485. Os dispositivos nos níveis mais baixos da hierarquia se comunicarão por RS485 com *Single Board Computers* (SBC). As SBC's, por sua vez, se comunicarão com os computadores do alto nível da hierarquia através de Ethernet, realizando, assim, um papel de *gateway*, traduzindo as mensagens Ethernet para RS485 e vice-versa.

Todos os dispositivos RS485 desenvolvidos no Sirius que se conectarem à Rede de Controle **devem** usar as duas camadas descritas nesse documento. Todos os dispositivos Ethernet **devem** utilizar UDP/IP ou TCP/IP e a camada de aplicação deste protocolo para se comunicarem com um SBC.

2 Camada de Transporte

As unidades de transmissão na Camada de Transporte são denominadas **pacotes**. Cada pacote transmite uma **mensagem**. O protocolo da Camada de Transporte **requer** que todos os dados de um pacote sejam transmitidos em binário, ou seja, nenhum valor de *byte* deve ter significado especial. O fim de pacote deve ser indicado por um silêncio na linha Serial de duração equivalente à duração de dois *bytes*. Por exemplo, em uma rede Serial 10 Mbps um silêncio de 1.6 μ s após a transmissão de um pacote marca seu fim. Não há imposição no limite do tamanho da mensagem sendo transportada.

Endereçamento	Mensagem								Checksum
DESTINO									CHECKSUM

Tabela 1- Estrutura de um Pacote da Rede Serial

Os pacotes que circulam na rede serial **devem** ter seus formatos bem definidos. O primeiro *byte* é usado para endereçamento e **deve** indicar um dispositivo ou um grupo de dispositivos aos quais se endereça o pacote. Caso o pacote seja de um nó para um mestre, o DESTINO **deve** ser 0. **Deve** haver um *byte* ao final do pacote, contendo seu CHECKSUM, como apresentado na Tabela 1. O CHECKSUM **deve** conter a soma de todos os *bytes* de endereçamento e da mensagem, em complemento de 2. Assim, a soma de todos os *bytes* de um pacote válido deve resultar em zero (soma em 8 bits). Cada pacote carrega uma única mensagem.

2.1 Endereçamento

Os dispositivos em uma rede serial **devem** ser endereçados por um número entre 0 (zero) e 31, inclusive. Esta faixa restringe a existência de apenas trinta e dois dispositivos por rede Serial. O dispositivo de endereço 0 (zero) é denominado **mestre** da rede Serial, sendo os outros dispositivos chamados **nós** (ou **escravos**). Toda rede **deve** ser composta por **exatamente** um mestre e **no mínimo** um nó.

2.2 Grupos de Multicast

Nós podem ser agrupados nos chamados Grupos de *Multicast*. Os Grupos de *Multicast* podem assumir endereços entre 248 e 255, constituindo oito possíveis Grupos. O Grupo de endereço 255 é um Grupo especial denominado *Broadcast*. Todos os dispositivos em uma rede Serial **devem** pertencer ao Grupo de *Broadcast*. Um nó pode pertencer a mais de um Grupo de *Multicast*. As faixas de endereços em uma rede Serial estão especificadas na Tabela 2.

Faixa de Endereços	0	1 a 31	32 a 247	248 a 254	255
Usado para	Mestre	Identificação do Nó	Reservado	Grupo de <i>Multicast</i>	<i>Broadcast</i>

Tabela 2- Endereços na rede Serial

3 Camada de Aplicação

A Camada de Aplicação define as mensagens que podem ser trocadas entre dispositivos e as ações que devem ser realizadas para cada mensagem.

3.1 Termos e conceitos utilizados

Nesta seção especificam-se termos e conceitos que serão usados para descrever a Camada de Aplicação

3.1.1 Rede, Mensagem, Comando, Mestre e Nó (ou Escravo)

Os dispositivos conectados pelo Protocolo Básico constituem uma **rede**. Os componentes da **rede** se comunicam através da troca de **mensagens**. Cada mensagem contém um **comando**, que pode ser tanto um pedido de execução de uma ação quanto uma resposta à tal execução.

Assume-se que os dispositivos da rede atuam em um de dois possíveis papéis: **mestre** ou **nó** (também chamado de **escravo**). Deve existir **exatamente** um mestre por rede. A quantidade de nós por rede não é limitada pela Camada de Aplicação.

3.1.2 Tipo de Protocolo

O **protocolo** aqui descrito é um protocolo do tipo *token* (ou de ficha). Só tem permissão de transmissão pela rede aquele que possui a ficha. No caso deste protocolo a ficha é implícita. Assim, toda comunicação é iniciada pelo mestre. Uma vez que o mestre envia uma mensagem diretamente a um dos nós, fica implícito que este nó possui a ficha até enviar uma resposta, momento em que a ficha retorna ao mestre. O protocolo não armazena estado, ou seja, cada par comando/resposta representa uma única transação independente.

O protocolo é **orientado a bytes**, o que significa que a menor unidade de uma mensagem é um *byte*.

Se usado em conjunto com a Camada de Transporte, duas restrições se aplicam:

1. Pacotes de *Multicast* **não devem** ser respondidos;
2. O mestre deve estabelecer um *timeout* nas respostas para evitar a perda da ficha.

3.1.3 Formato da Mensagem

Uma mensagem do protocolo deve ter, no mínimo, três *bytes*, constituintes de seu cabeçalho: COMANDO e TAMANHO (de dois *bytes*). O campo COMANDO especifica qual comando deve ser executado pelo nó ou a resposta da execução de um comando pelo nó. Os códigos de comandos existentes no protocolo estão descritos na seção Comandos do Protocolo. O campo TAMANHO

indica quantos *bytes* estão contidos na Carga Útil do pacote, em **big endian**. Caso o comando não contenha carga útil, o campo TAMANHO deve conter o valor 0 (zero). A estrutura da mensagem está ilustrada na Tabela 3. O campo TAMANHO pode assumir valores de 0 a 65535.

Cabeçalho			Carga Útil							
COMANDO	TAMANHO	TAMANHO								

Tabela 3- Estrutura de uma mensagem do Protocolo Básico

3.2 Entidades

A comunicação entre dispositivos é feita através da manipulação de Entidades básicas do protocolo. As Entidades podem ser de quatro categorias: Variável, Grupo de Variáveis, Curva e Função. As quantidades máximas e as propriedades de cada categoria em um nó são apresentados na Tabela 4. Todas as Entidades devem ser identificadas por um ID. Os ID's devem ser únicos dentro de cada categoria. Os ID's devem começar em 0 e devem ser contínuos dentro de cada categoria. Assim, por exemplo, as Variáveis de um nó com 4 Variáveis terão obrigatoriamente os ID's 0, 1, 2 e 3. Se o mesmo nó também possuir 8 Curvas, por exemplo, as Curvas terão ID's 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Entidade	Quantidade Máxima	Propriedades
Variável	128	ID, TIPO, TAMANHO
Grupo de Variáveis	8	ID, TIPO, TAMANHO
Curva	128	ID, TIPO, TAMANHO, CHECKSUM
Função	128	ID, ENTRADA, SAIDA

Tabela 4- Quantidades e propriedades das Entidades do protocolo

3.2.1 Variável

A Variável é a entidade central do protocolo. Cada nó é responsável por gerenciar um número determinado de Variáveis. Cada Variável corresponde a um valor independente que pode ser lido e, em alguns casos, também escrito. O significado de cada Variável deve ser especificado pelo desenvolvedor do dispositivo, incluindo o *endianness* que será adotado na sua transmissão. Cada Variável tem um valor e três propriedades, de acordo com a Tabela 5. É importante ressaltar que uma Variável de escrita **deve** poder ser lida. Já a escrita em uma Variável de leitura **não deve** ser permitida.

Propriedade	Descrição
ID	Número que identifica univocamente a Variável dentro do Nó
TIPO	Indica se a Variável é de leitura (0) ou de escrita (1)
TAMANHO	Indica quantos <i>bytes</i> tem o valor da Variável, de 1 a 128

Tabela 5- Propriedades de uma Variável

3.2.2 Grupo de Variáveis

É possível definir Grupos de Variáveis para que certos conjuntos de Variáveis possam ser lidos e/ou escritos com um único comando. Cada Grupo de Variáveis **deve** conter uma lista de Variáveis e três propriedades, de acordo com a Tabela 6. Uma Variável pode pertencer a mais de um Grupo. **Devem** existir, no mínimo, três Grupos de Variáveis, descritos na Tabela 7, chamados Grupos Padrão. Os Grupos Padrão **não devem** ser excluídos. Suas existências com os ID's indicados **deve** ser garantida. Um Grupo do TIPO escrita **deve** conter **apenas** Variáveis de escrita. Já um Grupo do TIPO leitura pode conter Variáveis de qualquer TIPO.

Propriedade	Descrição
ID	Número que identifica univocamente o Grupo dentro do nó
TIPO	Indica se o Grupo é de leitura (0) ou de escrita (1)
TAMANHO	Indica quantas Variáveis pertencem ao Grupo (de 1 a 128)

Tabela 6- Propriedades de um Grupo

ID	TIPO	Descrição do grupo
0	0	Todas as Variáveis
1	0	Todas as Variáveis de Leitura
2	1	Todas as Variáveis de Escrita

Tabela 7- Grupos Padrão

3.2.3 Curva

Curva é o nome dado a uma sequência grande de *bytes*, que podem ou não estar relacionados entre si. Estes *bytes* são agrupados em blocos. Os valores de Curva podem ser transmitidos tanto do mestre para o nó quanto do nó para o mestre. As Curvas armazenadas em um nó **devem** ter cinco propriedades, descritas na Tabela 8.

Propriedade	Descrição
ID	Número que identifica univocamente a Curva dentro do Nó
TIPO	Indica se a Curva é de leitura (0) ou de escrita (1)
TBLOCO	Indica o tamanho dos blocos da Curva (de 1 a 65520)
NBLOCOS	Indica o número de blocos contidos na Curva (de 1 a 65536)
CHECKSUM	Hash MD5 de todos os valores da Curva

Tabela 8- Propriedades de uma Curva

O TIPO **deve** indicar se os valores da Curva podem ser escritos (1) ou apenas lidos (0). A Curva **deve** ser limitada a, no máximo, 65536 blocos, sendo cada bloco de tamanho máximo 65520 *bytes*, totalizando um máximo de 4095 MiB por Curva. O campo NBLOCOS **deve** armazenar o número de blocos da Curva. O campo TBLOCO **deve** armazenar o tamanho máximo de um bloco da Curva. Cada Curva pode possuir um valor de CHECKSUM associado a ela. Este CHECKSUM **deve** ser calculado através da função *hash* MD5.

3.2.4 Função

Uma Função é uma chamada de procedimento remoto (*Remote Procedure Call - RPC*). Uma Função pode receber de zero a quinze *bytes* de entrada e retornar de zero a quinze *bytes* como resultado de sua execução ou um código de erro de um *byte* em caso de falha. O significado dos *bytes* de entrada, dos *bytes* de saída e dos possíveis códigos de erro devem ser especificados para cada Função pelo desenvolvedor do equipamento. As propriedades de uma Função são descritas na Tabela 9.

Propriedade	Descrição
ID	Número que identifica univocamente a Função dentro do Nó
ENTRADA	Número de <i>bytes</i> de entrada (entre 0 e 15)
SAIDA	Número de <i>bytes</i> de saída (entre 0 e 15)

Tabela 9- Propriedades de uma Função

3.3 Comandos do Protocolo

Os códigos aceitos no campo COMANDO das mensagens estão descritos nesta seção. Estes comandos estão divididos em classes de comandos, sendo agrupados pela sua semelhança semântica. Cada comando consiste de um *byte*, sendo seu *nibble* mais significativo indicativo de sua classe. Em geral, segue-se a convenção de que comandos pares são enviados pelo Mestre para um Escravo e comandos ímpares são enviados de um Escravo para o Mestre, existindo exceções (por exemplo, nos casos de códigos de erro (seção (0xE_) Comandos de Erro).

Se o Nó receber um comando com um formato inesperado, ou seja, com o número de *bytes* indicado no campo TAMANHO diferente do número de *bytes* de fato enviados no corpo da mensagem, **deve-se** retornar o comando (0xE1) Mensagem Mal Formada. Caso um comando enviado a um Nó não tenha sido implementado nele, **deve-se** responder com o comando (0xE2) Operação Não Suportada. Caso o tamanho da Carga Útil seja diferente do número de *bytes* esperados para um comando, **deve-se** responder com (0xE5) Tamanho da Carga Inválido. Caso o comando possua Carga Útil, é apresentado um exemplo de sua utilização. Caso o comando não possua Carga Útil, sua mensagem se resume a três *bytes*: o primeiro *byte* contendo seu código de comando e o segundo e o terceiro *bytes* contendo seu tamanho, 0 (zero).

Um resumo de todos os comandos é apresentado na Tabela 10. Descrições detalhadas de cada comando são feitas nas seções subsequentes.

(Código) Comando	Sentido	Carga
(0x00) Consultar Versão do Protocolo	M → N	
(0x01) Versão do Protocolo	M ← N	[Versão, Subversão, Revisão]
(0x02) Consultar Lista de Variáveis	M → N	
(0x03) Lista de Variáveis	M ← N	[Tipo Tamanho] * (nº de Vars)
(0x04) Consultar Lista de Grupos de Variáveis	M → N	
(0x05) Lista de Grupos de Variáveis	M ← N	[Tipo Tamanho] * (nº de Grupos)
(0x06) Consultar Grupo de Variáveis	M → N	[ID Grupo]
(0x07) Grupo de Variáveis	M ← N	[ID Var] * (nº de Vars no Grupo)
(0x08) Consultar Lista de Curvas	M → N	
(0x09) Lista de Curvas	M ← N	[Tipo,NBlocos(2 bytes), Tbloco(2 bytes)]*(nº de Curvas)
(0x0A) Consultar Checksum de Curva	M → N	[ID Curva]
(0x0B) Checksum de Curva	M ← N	16 bytes (MD5 Checksum)
(0x0C) Consultar Lista de Funções	M → N	
(0x0D) Lista de Funções	M ← N	[entrada saída] * (nº de Funções)
(0x10) Ler Variável	M → N	[ID Var]
(0x11) Leitura de uma Variável	M ← N	[Valor]
(0x12) Ler um Grupo de Variáveis	M → N	[ID Grupo]
(0x13) Leitura de um Grupo de Variáveis	M ← N	[Valor] * (nº de Vars no Grupo)
(0x20) Escrever em uma Variável	M → N	[ID Var, Valor]
(0x22) Escrever em Grupo de Variáveis	M → N	[ID Grupo], [Valor]*(nº de Vars)
(0x24) Operação Binária em uma Variável	M → N	[ID Var, Operação, Máscara]
(0x26) Operação Binária em Grupo de Variáveis	M → N	[ID Grupo, Operação],[Máscara]*(nº de Vars)
(0x28) Escrever e ler Variáveis	M → N	[ID Var escrita, ID Var leitura, Valor]
(0x30) Criar Grupo de Variáveis	M → N	[ID Var] * (nº Vars desejadas)
(0x32) Remover Todos os Grupos de Variáveis	M → N	
(0x40) Pedido de Bloco de Curva	M → N	[ID Curva, bloco (2 bytes)]
(0x41) Bloco de Curva	M ↔ N	[ID Curva, bloco (2 bytes), dados]
(0x42) Recalcular Checksum de Curva	M → N	[ID Curva]
(0x50) Executar Função	M → N	[ID Função, entrada(0 a 15 bytes)]
(0x51) Retorno de Função	M ← N	[Saída (0 a 15 bytes)]
(0x53) Erro de Função	M ← N	[Código do erro]
Erros: (0xE0) OK, (0xE1) Mensagem Mal Formada, (0xE2) Operação Não Suportada, (0xE3) ID Inválido, (0xE4) Valor Inválido, (0xE5) Tamanho da Carga Inválido, (0xE6) Somente Leitura, (0xE7) Memória Insuficiente, (0xE8) Recurso Ocupado		

Tabela 10- Resumo dos Comandos do Protocolo

3.4 (0x0_) Comandos de Consulta

3.4.1 (0x00) Consultar Versão do Protocolo

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre → Nó	0	(0x01) Versão do Protocolo
Descrição Requisita a versão do protocolo do Nó.		

3.4.2 (0x01) Versão do Protocolo

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada												
Mestre ← Nó	3	-												
Descrição O primeiro <i>byte</i> indica a versão. O segundo <i>byte</i> indica a subversão. O terceiro <i>byte</i> contém a revisão. A <i>string</i> de versão deve ser construída como “versão.subversão.revisão”. As implementações de mesma versão devem ser compatíveis entre si. Subversões maiores dentro de uma mesma versão indicam apenas que comandos foram adicionados. A revisão diz respeito à implementação e não ao protocolo em si.														
Estrutura <table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>Versão</td><td>Subversão</td><td>Revisão</td></tr></table>			Carga			Versão	Subversão	Revisão						
Carga														
Versão	Subversão	Revisão												
Exemplo <table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>01</td><td>00</td><td>03</td><td>02</td><td>0A</td><td>00</td></tr></table> Resposta que indica a versão 2, subversão 10 e revisão 0: “2.10.0”.			Cabeçalho			Carga			01	00	03	02	0A	00
Cabeçalho			Carga											
01	00	03	02	0A	00									

3.4.3 (0x02) Consultar Lista de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre → Nó	0	(0x03) Lista de Variáveis
Descrição Requisita a lista de Variáveis possuídas por um nó.		

3.4.4 (0x03) Lista de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																		
Mestre ← Nó	(número de Variáveis do nó)	-																		
Descrição																				
Contém uma lista com o TIPO e o TAMANHO de todas as Variáveis contidas em um nó.																				
Estrutura																				
<table><tr><th colspan="2">Carga</th></tr><tr><td>Primeira Variável</td><td>Última Variável</td></tr><tr><td>TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)</td><td>TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)</td></tr></table>			Carga		Primeira Variável	Última Variável	TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)	TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)												
Carga																				
Primeira Variável	Última Variável																			
TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)	TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)																			
<p>Para cada Variável deve-se retornar um <i>byte</i> de informação. As Variáveis devem estar na sua ordem de ID. A primeira Variável é a de ID 0. O <i>bit</i> mais significativo de cada <i>byte</i> deve indicar se a Variável é de leitura (<i>bit</i> = 0) ou escrita (<i>bit</i> = 1). Os sete <i>bits</i> restantes devem conter o tamanho do VALOR da Variável. Se o campo TAMANHO tiver o valor 0, a Variável tem 128 <i>bytes</i> de tamanho.</p>																				
Exemplo																				
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="6">Carga</th></tr><tr><td>03</td><td>00</td><td>06</td><td>03</td><td>03</td><td>83</td><td>83</td><td>01</td><td>80</td></tr></table> <p>Duas Variáveis de leitura de tamanho 3, duas Variáveis de escrita de tamanho 3, uma Variável de leitura de tamanho 1, uma Variável de escrita de tamanho 128.</p>			Cabeçalho			Carga						03	00	06	03	03	83	83	01	80
Cabeçalho			Carga																	
03	00	06	03	03	83	83	01	80												

3.4.5 (0x04) Consultar Lista de Grupos de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre → Nó	0	(0x05) Lista de Grupos de Variáveis
Descrição Pedido para que o nó retorne uma lista contendo todos os Grupos de Variáveis que ele possui.		

3.4.6 (0x05) Lista de Grupos de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada												
Mestre ← Nó	(número de Grupos do nó)	-												
<div>Descrição</div> <div>Contém uma lista com o TIPO e o TAMANHO de todos os Grupos contidos em um nó.</div>														
<div>Estrutura</div> <div><table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>Primeiro Grupo</td><td rowspan="2">...</td><td>Último Grupo</td></tr><tr><td>TIPO (1 bit) TAMANHO (7 bits)</td><td>TIPO (1 bit) TAMANHO (7 bits)</td></tr></table></div>			Carga			Primeiro Grupo	...	Último Grupo	TIPO (1 bit) TAMANHO (7 bits)	TIPO (1 bit) TAMANHO (7 bits)				
Carga														
Primeiro Grupo	...	Último Grupo												
TIPO (1 bit) TAMANHO (7 bits)		TIPO (1 bit) TAMANHO (7 bits)												
<div>Para cada Grupo deve-se retornar um <i>byte</i> de informação. Os Grupos devem ser estar na sua ordem de ID. O primeiro Grupo é o de ID 0. O <i>bit</i> mais significativo de cada <i>byte</i> deve indicar se o Grupo é de leitura (<i>bit</i> = 0) ou escrita (<i>bit</i> = 1). Os sete <i>bits</i> restantes devem conter o tamanho do Grupo. Se o campo TAMANHO tiver o valor 0, o Grupo tem 128 Variáveis.</div>														
<div>Exemplo</div> <div><table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>05</td><td>00</td><td>03</td><td>0A</td><td>05</td><td>85</td></tr></table><div>Três Grupos: o primeiro de leitura com 10 Variáveis, o segundo de leitura com 5 Variáveis e o terceiro de escrita com 5 Variáveis.</div></div>			Cabeçalho			Carga			05	00	03	0A	05	85
Cabeçalho			Carga											
05	00	03	0A	05	85									

3.4.7 (0x06) Consultar Grupo de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada								
Mestre → Nó	1	(0x07) Grupo de Variáveis								
Descrição										
Pedido para que o nó retorne uma lista das Variáveis pertencentes ao Grupo especificado.										
Estrutura										
<table><tr><td>Carga</td></tr><tr><td>ID do Grupo</td></tr></table>	Carga	ID do Grupo	Especifica-se o ID do Grupo a ser consultado.							
Carga										
ID do Grupo										
Exemplo										
<table><tr><td colspan="3">Cabeçalho</td><td>Carga</td></tr><tr><td>06</td><td>00</td><td>01</td><td>02</td></tr></table>	Cabeçalho			Carga	06	00	01	02	Consulta ao Grupo de ID 2.	
Cabeçalho			Carga							
06	00	01	02							
Erros possíveis										
(0xE3) ID Inválido: Não há Grupo com o ID requisitado.										

3.4.8 (0x07) Grupo de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																
Mestre ← Nó	(número de Variáveis do Grupo)	-																
Descrição																		
Contém a lista de ID's de todas as Variáveis contidas em um Grupo.																		
Estrutura																		
<table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>Primeira Variável</td><td>...</td><td>Última Variável</td></tr><tr><td>ID</td><td></td><td>ID</td></tr></table>		Carga			Primeira Variável	...	Última Variável	ID		ID	Os ID's Variáveis devem ser listados um após o outro em ordem crescente.							
Carga																		
Primeira Variável	...	Última Variável																
ID		ID																
Exemplo																		
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="5">Carga</th></tr><tr><td>07</td><td>00</td><td>05</td><td>04</td><td>05</td><td>06</td><td>07</td><td>09</td></tr></table>		Cabeçalho			Carga					07	00	05	04	05	06	07	09	Grupo com 5 Variáveis de ID's 4, 5, 6, 7 e 9.
Cabeçalho			Carga															
07	00	05	04	05	06	07	09											

3.4.9 (0x08) Consultar Lista de Curvas

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre → Nó	0	(0x09) Lista de Curvas
Descrição Pedido para que o nó retorne uma lista das Curvas que possui.		

3.4.10 (0x09) Lista de Curvas

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																																														
Mestre ← Nó	5*(número de Curvas do nó)	-																																														
Descrição																																																
Contém uma lista com TIPO, TBLOCO e NBLOCOS de todas as Curvas de um nó.																																																
Estrutura																																																
<table><tr><th colspan="10">Carga</th></tr><tr><th colspan="5">Primeira Curva</th><th rowspan="3">...</th><th colspan="5">Última Curva</th></tr><tr><th rowspan="2">Tipo</th><th colspan="2">TBLOCO</th><th colspan="2">NBLOCOS</th><th rowspan="2">Tipo</th><th colspan="2">TBLOCO</th><th colspan="2">NBLOCOS</th></tr><tr><th>+ sig.</th><th>- sig.</th><th>+ sig.</th><th>- sig.</th><th>+ sig.</th><th>- sig.</th><th>+ sig.</th><th>- sig.</th></tr></table>										Carga										Primeira Curva					...	Última Curva					Tipo	TBLOCO		NBLOCOS		Tipo	TBLOCO		NBLOCOS		+ sig.	- sig.	+ sig.	- sig.	+ sig.	- sig.	+ sig.	- sig.
Carga																																																
Primeira Curva					...	Última Curva																																										
Tipo	TBLOCO		NBLOCOS			Tipo	TBLOCO		NBLOCOS																																							
	+ sig.	- sig.	+ sig.	- sig.			+ sig.	- sig.	+ sig.	- sig.																																						
<p>As Curvas devem ser listadas na sua ordem de ID. A primeira é a de ID 0. Para cada Curva, deve-se retornar 5 <i>bytes</i> de informação. O primeiro <i>byte</i> deve indicar se a Curva é de leitura (0) ou escrita (1). O segundo e o terceiro <i>bytes</i> devem conter o tamanho dos blocos da Curva. O quarto e o quinto <i>bytes</i> devem conter o número de blocos. Caso NBLOCOS seja 0, a Curva tem o máximo de blocos, ou seja, 65536.</p>																																																
Exemplo																																																
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="7">Carga</th></tr><tr><td>09</td><td>00</td><td>05</td><td>00</td><td>40</td><td>00</td><td>02</td><td>00</td><td colspan="2"></td></tr></table>										Cabeçalho			Carga							09	00	05	00	40	00	02	00																					
Cabeçalho			Carga																																													
09	00	05	00	40	00	02	00																																									
Nó com uma única Curva. A Curva é de leitura (00), tem blocos de 16384 <i>bytes</i> (4000h) e tem 512 blocos (0200h).																																																

3.4.11 (0x0A) Consultar *Checksum* de Curva

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada									
Mestre → Nó	1	(0x0B) Checksum de Curva									
Descrição Pedido para ler o CHECKSUM da Curva especificada.											
Estrutura <table><tr><th>Carga</th><td rowspan="2">Especifica-se o ID da Curva a ser consultada.</td></tr><tr><td>ID da Curva</td></tr></table>			Carga	Especifica-se o ID da Curva a ser consultada.	ID da Curva						
Carga	Especifica-se o ID da Curva a ser consultada.										
ID da Curva											
Exemplo <table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th>Carga</th><td rowspan="2">Consulta ao CHECKSUM da Curva de ID 2.</td></tr><tr><td>0A</td><td>00</td><td>01</td><td>02</td></tr></table>			Cabeçalho			Carga	Consulta ao CHECKSUM da Curva de ID 2.	0A	00	01	02
Cabeçalho			Carga	Consulta ao CHECKSUM da Curva de ID 2.							
0A	00	01	02								
Erros possíveis (0xE3) ID Inválido: Não há Curva com o ID especificado.											

3.4.12 (0x0B) Checksum de Curva

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																																																
Mestre ← Nó	16	-																																																
Descrição																																																		
Contém o CHECKSUM de uma Curva.																																																		
Estrutura																																																		
<table><tr><th colspan="16">Carga</th></tr><tr><td colspan="16">Checksum MD5</td></tr><tr><td>mais significativo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>menos significativo</td></tr></table>			Carga																Checksum MD5																mais significativo															menos significativo
Carga																																																		
Checksum MD5																																																		
mais significativo															menos significativo																																			
Os 16 bytes do CHECKSUM devem ser retornados em ordem, do mais significativo para o menos significativo.																																																		
Exemplo																																																		
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="16">Carga</th></tr><tr><td>0B</td><td>00</td><td>10</td><td>01</td><td>23</td><td>45</td><td>67</td><td>89</td><td>AB</td><td>CD</td><td>EF</td><td>FE</td><td>DC</td><td>BA</td><td>98</td><td>76</td><td>54</td><td>32</td><td>10</td></tr></table>			Cabeçalho			Carga																0B	00	10	01	23	45	67	89	AB	CD	EF	FE	DC	BA	98	76	54	32	10										
Cabeçalho			Carga																																															
0B	00	10	01	23	45	67	89	AB	CD	EF	FE	DC	BA	98	76	54	32	10																																
Curva com o CHECKSUM 0123456789abcdeffedcba9876543210.																																																		

3.4.13 (0x0C) Consultar Lista de Funções

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	(0x0D) Lista de Funções
Descrição Pedido para que o nó envie uma lista com suas Funções.		

3.4.14 (0x0D) Lista de Funções

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada												
Mestre ← Nó	(número de Funções do nó)	-												
Descrição														
Contém uma lista com a ENTRADA e a SAIDA de todas as Funções de um nó.														
Estrutura														
<table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>Primeira Função</td><td>...</td><td>Última Função</td></tr><tr><td>Entrada (4 <i>bits</i>) Saída (4 <i>bits</i>)</td><td></td><td>Entrada (4 <i>bits</i>) Saída (4 <i>bits</i>)</td></tr></table>			Carga			Primeira Função	...	Última Função	Entrada (4 <i>bits</i>) Saída (4 <i>bits</i>)		Entrada (4 <i>bits</i>) Saída (4 <i>bits</i>)			
Carga														
Primeira Função	...	Última Função												
Entrada (4 <i>bits</i>) Saída (4 <i>bits</i>)		Entrada (4 <i>bits</i>) Saída (4 <i>bits</i>)												
As Funções devem ser listadas na sua ordem de ID. A primeira é a de ID 0. Para cada Função deve-se retornar 1 <i>byte</i> de informação. O <i>nibble</i> mais significativo do <i>byte</i> contém o número de <i>bytes</i> de entrada de uma Função. Da mesma maneira, o <i>nibble</i> menos significativo indica o número de <i>bytes</i> de saída de uma Função.														
Exemplo														
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>0D</td><td>00</td><td>03</td><td>F0</td><td>0F</td><td>22</td></tr></table> <p>Nó com 3 Funções. A Função de ID 0 recebe 15 <i>bytes</i> e retorna 0 <i>bytes</i>. A Função de ID 1 retorna 15 <i>bytes</i> e não recebe parâmetros. Já a Função de ID 2 recebe e retorna 2 <i>bytes</i>.</p>			Cabeçalho			Carga			0D	00	03	F0	0F	22
Cabeçalho			Carga											
0D	00	03	F0	0F	22									

3.5 (0x1_) Comandos de Leitura

3.5.1 (0x10) Ler Variável

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada								
Mestre → Nó	1	(0x11) Leitura de uma Variável								
Descrição										
Requisita o VALOR de uma Variável.										
Estrutura										
<table><tr><th>Carga</th></tr><tr><td>ID da Variável</td></tr></table>		Carga	ID da Variável	A Carga deve conter o ID da Variável a se consultar.						
Carga										
ID da Variável										
Exemplo										
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th>Carga</th></tr><tr><td>10</td><td>00</td><td>01</td><td>03</td></tr></table>		Cabeçalho			Carga	10	00	01	03	Pedido do VALOR da Variável de ID 3.
Cabeçalho			Carga							
10	00	01	03							
Erros possíveis										
(0xE3) ID Inválido:		Não há Variável com o ID especificado.								
(0xE8) Recurso Ocupado:		A Variável estava em uso e não pôde ser lida.								

3.5.2 (0x11) Leitura de uma Variável

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada												
Mestre ← Nó	(TAMANHO da Variável)	-												
Descrição														
Contém o VALOR de uma Variável. O significado do VALOR da Variável deve ser especificado pelo desenvolvedor do dispositivo.														
Estrutura														
<table><tr><td colspan="3">Carga</td></tr><tr><td colspan="3">VALOR da Variável</td></tr><tr><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td>Último <i>byte</i></td></tr></table>			Carga			VALOR da Variável			Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>			
Carga														
VALOR da Variável														
Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>												
O VALOR da Variável é listado <i>byte</i> por <i>byte</i> .														
Exemplo														
<table><tr><td colspan="3">Cabeçalho</td><td colspan="3">Carga</td></tr><tr><td>11</td><td>00</td><td>03</td><td>03</td><td>FF</td><td>FF</td></tr></table>			Cabeçalho			Carga			11	00	03	03	FF	FF
Cabeçalho			Carga											
11	00	03	03	FF	FF									
Variável com o VALOR 03h FFh FFh.														

3.5.3 (0x12) Ler um Grupo de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada				
Mestre → Nó	1	(0x13) Leitura de um Grupo de Variáveis				
Descrição						
Requisita o VALOR de todas as Variáveis de um Grupo.						
Estrutura						
<table><tr><th>Carga</th></tr><tr><td>ID do Grupo</td></tr></table>	Carga	ID do Grupo	A Carga deve conter o ID do Grupo a se consultar.			
Carga						
ID do Grupo						
Exemplo						
<table><tr><th>Cabeçalho</th><th>Carga</th></tr><tr><td>120001</td><td>01</td></tr></table>	Cabeçalho	Carga	120001	01	Pedido do VALOR das Variáveis do Grupo de ID 1.	
Cabeçalho	Carga					
120001	01					
Erros possíveis						
(0xE3) ID Inválido:	Não há Grupo com o ID especificado.					
(0xE8) Recurso Ocupado:	Pelo menos uma Variável estava em uso e não pôde ser lida.					

3.5.4 (0x13) Leitura de um Grupo de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																																																														
Mestre ← Nó	(soma dos TAMANHOS das Variáveis do Grupo)	-																																																														
Descrição																																																																
Contém os VALORES das Variáveis de um Grupo.																																																																
Estrutura																																																																
<table><tr><th colspan="16">Carga</th></tr><tr><td colspan="10">VALOR da Primeira Variável</td><td></td><td colspan="6">VALOR da Última Variável</td></tr><tr><td>Primeiro byte</td><td>...</td><td colspan="7">Último byte</td><td>...</td><td>Primeiro byte</td><td>...</td><td colspan="4">Último byte</td></tr></table>																Carga																VALOR da Primeira Variável											VALOR da Última Variável						Primeiro byte	...	Último byte							...	Primeiro byte	...	Último byte			
Carga																																																																
VALOR da Primeira Variável											VALOR da Última Variável																																																					
Primeiro byte	...	Último byte							...	Primeiro byte	...	Último byte																																																				
Os VALORES das Variáveis devem ser listados na sequência de ID das Variáveis.																																																																
Exemplo																																																																
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="13">Carga</th></tr><tr><td>13</td><td>00</td><td>0C</td><td>03</td><td>FF</td><td>FF</td><td>03</td><td>FF</td><td>FF</td><td>03</td><td>FF</td><td>FF</td><td>03</td><td>FF</td><td>FF</td><td>AA</td></tr></table>																Cabeçalho			Carga													13	00	0C	03	FF	FF	03	FF	FF	03	FF	FF	03	FF	FF	AA																	
Cabeçalho			Carga																																																													
13	00	0C	03	FF	FF	03	FF	FF	03	FF	FF	03	FF	FF	AA																																																	
Sequência de VALORES das Variáveis de um Grupo. É possível interpretar os VALORES sabendo-se quais Variáveis estão no Grupo (comando (0x06) Consultar Grupo de Variáveis).																																																																

3.6 (0x2_) Comandos de Escrita

3.6.1 (0x20) Escrever em uma Variável

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada														
Mestre → Nó	1 + (TAMANHO da Variável)	(0xE0) OK														
Descrição																
Escreve no VALOR de uma Variável. Deve ser enviado apenas para Variáveis de escrita.																
Estrutura																
<table><tr><th colspan="4">Carga</th></tr><tr><td rowspan="2">ID da Variável</td><td colspan="3">VALOR da Variável</td></tr><tr><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td>Último <i>byte</i></td></tr></table>			Carga				ID da Variável	VALOR da Variável			Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>			
Carga																
ID da Variável	VALOR da Variável															
	Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>													
A Carga deve conter o ID da Variável seguido pelo seu VALOR <i>byte</i> por <i>byte</i> .																
Exemplo																
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="4">Carga</th></tr><tr><td>20</td><td>00</td><td>04</td><td>04</td><td>01</td><td>BB</td><td>BB</td></tr></table> Escrita dos <i>bytes</i> 01h BBh BBh na Variável de ID 04h.			Cabeçalho			Carga				20	00	04	04	01	BB	BB
Cabeçalho			Carga													
20	00	04	04	01	BB	BB										
Erros possíveis																
(0xE3) ID Inválido:	Não há Variável com o ID especificado.															
(0xE6) Somente Leitura:	A Variável não pode ser escrita (é do TIPO leitura).															
(0xE8) Recurso Ocupado:	A Variável estava em uso e não pôde ser escrita.															

3.6.2 (0x22) Escrever em Grupo de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																																									
Mestre → Nó	1+(soma dos TAMANHOS das Variáveis do Grupo)	(0xE0) OK																																									
Descrição																																											
Contém os VALORES a serem escritos nas Variáveis de um Grupo.																																											
Estrutura																																											
<table><tr><th colspan="10">Carga</th></tr><tr><td rowspan="2">ID do Grupo</td><td colspan="5">VALOR da Primeira Variável</td><td rowspan="2">...</td><td colspan="4">VALOR da Última Variável</td></tr><tr><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td colspan="3">Último <i>byte</i></td><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td colspan="2">Último <i>byte</i></td></tr></table>										Carga										ID do Grupo	VALOR da Primeira Variável					...	VALOR da Última Variável				Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>			Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>					
Carga																																											
ID do Grupo	VALOR da Primeira Variável					...	VALOR da Última Variável																																				
	Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>				Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>																																		
A Carga deve conter o ID do Grupo seguido pelos VALORES na ordem de ID das Variáveis.																																											
Exemplo																																											
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="14">Carga</th></tr><tr><td>22</td><td>00</td><td>0E</td><td>02</td><td>01</td><td>BB</td><td>BB</td><td>01</td><td>BB</td><td>BB</td><td>01</td><td>BB</td><td>BB</td><td>01</td><td>BB</td><td>BB</td><td>CC</td></tr></table>										Cabeçalho			Carga														22	00	0E	02	01	BB	BB	01	BB	BB	01	BB	BB	01	BB	BB	CC
Cabeçalho			Carga																																								
22	00	0E	02	01	BB	BB	01	BB	BB	01	BB	BB	01	BB	BB	CC																											
Sequência de VALORES a serem escritos nas Variáveis do Grupo de ID 2. É possível interpretar os VALORES sabendo-se quais Variáveis estão no Grupo (comando (0x06) Consultar Grupo de Variáveis).																																											
Erros possíveis																																											
(0xE3) ID Inválido: Não há Grupo com o ID especificado.																																											
(0xE6) Somente Leitura: O Grupo não pode ser escrito (é do TIPO leitura).																																											
(0xE8) Recurso Ocupado: Pelo menos uma Variável estava em uso e não pôde ser escrita.																																											

3.6.3 (0x24) Operação Binária em uma Variável

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																					
Mestre → N�	2+(TAMANHO da Variável)	(0xE0) OK																					
<div>Descrição</div> <div>Realiza uma Operação Binária no VALOR de uma Variável. Deve ser enviado apenas para Variáveis de escrita. O código da operação a ser feita deve estar entre os códigos da Tabela 11.</div> <table><tr><th>Código</th><th>Operação</th><th>Descrição</th></tr><tr><td>0x53 ('S')</td><td>SET</td><td>'Liga' (torna 1) os <i>bits</i> especificados pela máscara.</td></tr><tr><td>0x43 ('C')</td><td>CLEAR</td><td>'Desliga' (torna 0) os <i>bits</i> especificados pela máscara.</td></tr><tr><td>0x54 ('T')</td><td>TOGGLE</td><td>Inverte os <i>bits</i> especificados pela máscara.</td></tr><tr><td>0x41 ('A')</td><td>AND</td><td>Realiza um AND l�gico entre o valor da Variável e a máscara.</td></tr><tr><td>0x4F ('O')</td><td>OR</td><td>Realiza um OR l�gico entre o valor da Variável e a máscara.</td></tr><tr><td>0x58 ('X')</td><td>XOR</td><td>Realiza um XOR l�gico entre o valor da Variável e a máscara.</td></tr></table> <div>Tabela 11- Códigos das possíveis Operações Binárias</div>			Código	Operação	Descrição	0x53 ('S')	SET	'Liga' (torna 1) os <i>bits</i> especificados pela máscara.	0x43 ('C')	CLEAR	'Desliga' (torna 0) os <i>bits</i> especificados pela máscara.	0x54 ('T')	TOGGLE	Inverte os <i>bits</i> especificados pela máscara.	0x41 ('A')	AND	Realiza um AND lógico entre o valor da Variável e a máscara.	0x4F ('O')	OR	Realiza um OR lógico entre o valor da Variável e a máscara.	0x58 ('X')	XOR	Realiza um XOR lógico entre o valor da Variável e a máscara.
Código	Operação	Descrição																					
0x53 ('S')	SET	'Liga' (torna 1) os <i>bits</i> especificados pela máscara.																					
0x43 ('C')	CLEAR	'Desliga' (torna 0) os <i>bits</i> especificados pela máscara.																					
0x54 ('T')	TOGGLE	Inverte os <i>bits</i> especificados pela máscara.																					
0x41 ('A')	AND	Realiza um AND lógico entre o valor da Variável e a máscara.																					
0x4F ('O')	OR	Realiza um OR lógico entre o valor da Variável e a máscara.																					
0x58 ('X')	XOR	Realiza um XOR lógico entre o valor da Variável e a máscara.																					
<div>Estrutura</div> <table><tr><th colspan="4">Carga</th></tr><tr><th rowspan="2">ID da Variável</th><th rowspan="2">Código da Operação</th><th colspan="2">Máscara</th></tr><tr><th>Primeiro <i>byte</i></th><th>... �ltimo <i>byte</i></th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <div>A Carga deve conter o ID da Variável e o código da Operação Binária a ser realizada, seguidos da máscara com a qual realizar a operação.</div>			Carga				ID da Variável	Código da Operação	Máscara		Primeiro <i>byte</i>	... �ltimo <i>byte</i>											
Carga																							
ID da Variável	Código da Operação	Máscara																					
		Primeiro <i>byte</i>	... �ltimo <i>byte</i>																				
<div>Exemplo</div> <table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>24</td><td>00</td><td>03</td><td>09</td><td>53</td><td>F0</td></tr></table> <div>Realiza uma operação SET (53h) na Variável de ID 09h com a máscara F0h, que terá o efeito de ligar os quatro <i>bits</i> mais significativos do VALOR da Variável.</div>			Cabeçalho			Carga			24	00	03	09	53	F0									
Cabeçalho			Carga																				
24	00	03	09	53	F0																		
<div>Erros possíveis</div> <div>(0xE2) Operação Não Suportada: A operação requisitada � inválida.</div> <div>(0xE3) ID Inválido: Não há Variável com o ID especificado.</div> <div>(0xE6) Somente Leitura: A Variável não pode ser escrita (� do TIPO leitura).</div> <div>(0xE8) Recurso Ocupado: A Variável estava em uso e não pôde ser escrita.</div>																							

3.6.4 (0x26) Operação Binária em Grupo de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																					
Mestre → Nó	2+(soma dos TAMANHOS das Variáveis do Grupo)	(0xE0) OK																					
Descrição																							
Realiza uma Operação Binária nos VALORES das Variáveis de um Grupo. Deve ser enviado apenas para Grupos de escrita. O código da operação a ser feita deve estar entre os códigos da Tabela 11.																							
Estrutura																							
Carga																							
ID do Grupo	Código da Operação	Máscara para a primeira Variável		...	Máscara para a última Variável																		
		Primeiro <i>byte</i>	...		Último <i>byte</i>	Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>															
A Carga deve conter o ID da Variável e o código da Operação Binária a ser realizada, seguidos das máscaras com as quais se devem realizar as operações nas Variáveis.																							
Exemplo																							
<table><tr><td colspan="3">Cabeçalho</td><td colspan="5">Carga</td></tr><tr><td>26</td><td>00</td><td>05</td><td>02</td><td>4F</td><td>55</td><td>55</td><td>55</td></tr></table>								Cabeçalho			Carga					26	00	05	02	4F	55	55	55
Cabeçalho			Carga																				
26	00	05	02	4F	55	55	55																
Realiza uma operação OR (4Fh) com a máscara 55h em todos os <i>bytes</i> de todas as Variáveis do Grupo de ID 02h.																							
Erros possíveis																							
(0xE2) Operação Não Suportada:		A operação requisitada é inválida.																					
(0xE3) ID Inválido:		Não há Grupo com o ID especificado.																					
(0xE6) Somente Leitura:		O Grupo não pode ser escrito (é do TIPO leitura).																					
(0xE8) Recurso Ocupado:		Pelo menos uma Variável estava em uso e não pôde ser escrita.																					

3.6.5 (0x28) Escrever e ler Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																
Mestre → Nó	2+(TAMANHO da Variável a ser escrita)	(0x11) Leitura de uma Variável																
Descrição																		
Escreve no VALOR de uma Variável. Lê o VALOR de uma Variável.																		
Estrutura																		
<table><tr><th colspan="5">Carga</th></tr><tr><td rowspan="2">ID da Variável de escrita</td><td rowspan="2">ID da Variável de leitura</td><td colspan="3">VALOR da Variável de escrita</td></tr><tr><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td>Último <i>byte</i></td></tr></table>			Carga					ID da Variável de escrita	ID da Variável de leitura	VALOR da Variável de escrita			Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>			
Carga																		
ID da Variável de escrita	ID da Variável de leitura	VALOR da Variável de escrita																
		Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>														
A Carga deve conter o ID da Variável a ser escrita, seguido pelo ID da Variável a ser lida e do VALOR a ser escrito, <i>byte</i> por <i>byte</i> .																		
Exemplo																		
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="5">Carga</th></tr><tr><td>28</td><td>00</td><td>05</td><td>04</td><td>05</td><td>01</td><td>BB</td><td>BB</td></tr></table> <div>Escrita dos <i>bytes</i> 01h BBh BBh na Variável de ID 04h. Pedido de leitura da Variável com ID 05h.</div>			Cabeçalho			Carga					28	00	05	04	05	01	BB	BB
Cabeçalho			Carga															
28	00	05	04	05	01	BB	BB											
Erros possíveis																		
(0xE3) ID Inválido: Não há Variável com o ID especificado.																		
(0xE6) Somente Leitura: A Variável de escrita não pode ser escrita (é do TIPO leitura).																		
(0xE8) Recurso Ocupado: Pelo menos uma Variável estava em uso e não pôde ser escrita ou lida.																		

3.7 (0x3_) Comandos de Manipulação de Grupos de Variáveis

3.7.1 (0x30) Criar Grupo de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada														
Mestre → Nó	(número de Variáveis no Grupo)	(0xE0) OK														
Descrição																
Cria um novo Grupo de Variáveis, para ser adicionado aos Grupos já existentes, contendo as Variáveis especificadas na Carga. O ID do novo Grupo criado é atribuído automaticamente, sendo igual ao ID do último Grupo no nó, somado 1.																
Estrutura																
<table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>Primeira Variável</td><td>...</td><td>Última Variável</td></tr><tr><td>ID</td><td></td><td>ID</td></tr></table>		Carga			Primeira Variável	...	Última Variável	ID		ID	Os ID's Variáveis devem ser listados um após o outro em ordem crescente.					
Carga																
Primeira Variável	...	Última Variável														
ID		ID														
Exemplo																
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="4">Carga</th></tr><tr><td>30</td><td>00</td><td>04</td><td>04</td><td>05</td><td>06</td><td>07</td></tr></table>		Cabeçalho			Carga				30	00	04	04	05	06	07	Cria um Grupo contendo as Variáveis de ID 4, 5, 6 e 7.
Cabeçalho			Carga													
30	00	04	04	05	06	07										
Erros possíveis																
(0xE3) ID Inválido	No mínimo um dos ID's passados não existe no nó.															
(0xE5) Tamanho da Carga Inválido:	Número de Variáveis nulo ou maior que a quantidade de Variáveis no nó.															
(0xE7) Memória Insuficiente:	O nó não possui memória suficiente para criar o Grupo.															

3.7.2 (0x32) Remover Todos os Grupos de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre → Nó	0	(0xE0) OK
Descrição Pedido para que o nó remova todos os seus Grupos, exceto pelos Grupos Padrão.		

3.8 (0x4_) Comandos de Transferência de Curvas

3.8.1 (0x40) Pedido de Bloco de Curva

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada												
Mestre → Nó	3	(0x41) Bloco de Curva												
Descrição														
Pedido para que o nó transfira um bloco de uma determinada Curva.														
Estrutura														
<table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td rowspan="2">ID da Curva</td><td colspan="2">Número do bloco</td></tr><tr><td>mais significativo</td><td>menos significativo</td></tr></table>			Carga			ID da Curva	Número do bloco		mais significativo	menos significativo				
Carga														
ID da Curva	Número do bloco													
	mais significativo	menos significativo												
Deve-se enviar o ID da Curva e o número do bloco desejado. O número deve ser especificado em dois bytes, sendo o primeiro o mais significativo. A indexação começa em zero, ou seja, o primeiro bloco é o de número 0.														
Exemplo														
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>40</td><td>00</td><td>03</td><td>03</td><td>00</td><td>04</td></tr></table> <p>Pedido do quinto bloco (0004h) da Curva de ID 03h.</p>			Cabeçalho			Carga			40	00	03	03	00	04
Cabeçalho			Carga											
40	00	03	03	00	04									
Erros possíveis														
(0xE3) ID Inválido: Não há Curva com o ID especificado.														
(0xE4) Valor Inválido: A Curva não possui um bloco de número especificado.														
(0xE8) Recurso Ocupado: A Curva estava em uso e não pôde ser lida.														

3.8.2 (0x41) Bloco de Curva

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																					
Mestre ↔ Nó	3 + (de 0 até TBLOCO da Curva)	(0xE0) OK																					
Descrição																							
Um bloco de Curva pode ser transmitido tanto pelo Nó quanto pelo Mestre. Se a transmissão for feita do Mestre para o Nó, entende-se como uma escrita no bloco indicado. Neste caso, o CHECKSUM da Curva especificada é zerado. O cálculo do CHECKSUM deve ser realizado de maneira independente, através do comando (0x42) Recalcular Checksum de Curva. Qualquer escrita em um bloco de Curva do nó faz o CHECKSUM ser zerado. O conteúdo do bloco de Curva pode ter menos que TBLOCO <i>bytes</i> .																							
Estrutura																							
<table><tr><th colspan="6">Carga</th></tr><tr><td rowspan="2">ID da Curva</td><td colspan="3">Número do bloco</td><td colspan="2">Dados do bloco</td></tr><tr><td>mais significativo</td><td>menos significativo</td><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td>Último <i>byte</i></td></tr></table>						Carga						ID da Curva	Número do bloco			Dados do bloco		mais significativo	menos significativo	Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>	
Carga																							
ID da Curva	Número do bloco			Dados do bloco																			
	mais significativo	menos significativo	Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>																		
Deve-se transmitir um <i>byte</i> para o ID da Curva, dois <i>bytes</i> para identificar o número do bloco da Curva e até TBLOCO <i>bytes</i> com o conteúdo do bloco.																							
Exemplo																							
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="6">Carga</th></tr><tr><td>41</td><td>40</td><td>03</td><td>07</td><td>04</td><td>00</td><td>DD</td><td>...</td><td>DD</td></tr></table>						Cabeçalho			Carga						41	40	03	07	04	00	DD	...	DD
Cabeçalho			Carga																				
41	40	03	07	04	00	DD	...	DD															
Envio do bloco número 1024 (0400h) para a Curva de ID 07h contendo 16384 <i>bytes</i> com valoresDDh.																							
Erros possíveis																							
(0xE3) ID Inválido:		Não há Curva com o ID especificado.																					
(0xE4) Valor Inválido:		A Curva não possui um bloco com o <i>offset</i> especificado.																					
(0xE6) Somente Leitura:		Não se pode escrever um bloco em uma Curva do TIPO leitura.																					
(0xE8) Recurso Ocupado:		A Curva estava em uso e não pôde ser escrita.																					

3.8.3 (0x42) Recalcular Checksum de Curva

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada				
Mestre → Nó	1	(0x0B) Checksum de Curva				
Descrição						
Faz com que o Checksum da Curva especificada seja recalculado pelo nó.						
Estrutura						
<table><tr><td>Carga</td></tr><tr><td>ID da Curva</td></tr></table>	Carga	ID da Curva	A Carga deve conter o ID da Curva que terá seu CHECKSUM recalculado.			
Carga						
ID da Curva						
Exemplo						
<table><tr><td>Cabeçalho</td><td>Carga</td></tr><tr><td>420001</td><td>00</td></tr></table>	Cabeçalho	Carga	420001	00	Pedido de recálculo do CHECKSUM da Curva de ID 00h.	
Cabeçalho	Carga					
420001	00					
Erros possíveis						
(0xE3) ID Inválido: Não há Curva com o ID especificado.						
(0xE8) Recurso Ocupado: A Curva estava em uso e não pôde ser acessada.						

3.9 (0x5_) Comandos de Execução de Funções

3.9.1 (0x50) Executar Função

Sentido	Tamanho da Carga	Respostas Esperadas												
Mestre → Nó	1+(ENTRADA da Função)	(0x51) Retorno de Função ou (0x53) Erro de Função												
Descrição														
Executa uma Função especificada pelo seu ID passando a ela os parâmetros contidos na Carga.														
Estrutura														
<table><tr><th colspan="4">Carga</th></tr><tr><td rowspan="2">ID da Função</td><td colspan="3">Parâmetros de Entrada</td></tr><tr><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td>Último <i>byte</i></td></tr></table>			Carga				ID da Função	Parâmetros de Entrada			Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>	
Carga														
ID da Função	Parâmetros de Entrada													
	Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>											
A Carga deve conter o ID da Função a ser executada e os <i>bytes</i> a serem passados como parâmetros de ENTRADA. Devem ser enviados exatamente o número de <i>bytes</i> que a Função espera como parâmetros de entrada.														
Exemplo														
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>50</td><td>00</td><td>03</td><td>01</td><td>BE</td><td>57</td></tr></table> Chamada da Função de ID 01h com os parâmetros BEh 57h.			Cabeçalho			Carga			50	00	03	01	BE	57
Cabeçalho			Carga											
50	00	03	01	BE	57									
Erros possíveis														
(0xE3) ID Inválido: Não há Função com o ID especificado.														
(0xE5) Tamanho da Carga Inválido: O número de <i>bytes</i> de entrada passados difere do esperado.														

3.9.2 (0x51) Retorno de Função

Sentido Mestre ← Nó	Tamanho da Carga (SAÍDA da Função)	Resposta Esperada -									
Descrição Contém o resultado da execução de uma Função.											
Estrutura <div><table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td colspan="3">SAIDA</td></tr><tr><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td>Último <i>byte</i></td></tr></table><div>A Carga contém todos os <i>bytes</i> retornados após a execução de uma Função.</div></div>			Carga			SAIDA			Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>
Carga											
SAIDA											
Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>									
Exemplo <div><table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th>Carga</th></tr><tr><td>51</td><td>00</td><td>01</td><td>00</td></tr></table><div>Retorno de apenas um <i>byte</i> (00h) por uma Função.</div></div>			Cabeçalho			Carga	51	00	01	00	
Cabeçalho			Carga								
51	00	01	00								

3.9.3 (0x53) Erro de Função

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada								
Mestre ← Nó	1	-								
Descrição										
Especifica um erro que ocorreu na execução de uma Função.										
Estrutura										
<table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td colspan="3">Código do Erro</td></tr></table>	Carga			Código do Erro			A Carga deve conter o código do erro ocorrido na execução da Função.			
Carga										
Código do Erro										
Exemplo										
<table><tr><th colspan="3">Cabeçalho</th><th>Carga</th></tr><tr><td>53</td><td>00</td><td>01</td><td>BB</td></tr></table>	Cabeçalho			Carga	53	00	01	BB	Retorno do código de erro BBh após a execução de uma Função.	
Cabeçalho			Carga							
53	00	01	BB							

3.10(0xE_) Comandos de Erro

Todos os Comandos de Erro obedecem o sentido Mestre ← Nó e não possuem carga útil.

3.10.1 (0xE0) OK

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição Indica que o último comando enviado foi executado com sucesso.		

3.10.2 (0xE1) Mensagem Mal Formada

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição Indica que o número de <i>bytes</i> recebidos difere do tamanho da mensagem especificado no campo TAMANHO da mensagem.		

3.10.3 (0xE2) Operação Não Suportada

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição Indica que o comando requisitado não foi implementado.		

3.10.4 (0xE3) ID Inválido

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição Indica que foi passado um ID inválido no comando anterior.		

3.10.5 (0xE4) Valor Inválido

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição Indica que um valor passado no comando anterior não está dentro da faixa de valores aceitáveis.		

3.10.6 (0xE5) Tamanho da Carga Inválido

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição A Carga da última mensagem recebida tinha um tamanho diferente do esperado pelo comando.		

3.10.7 (0xE6) Somente Leitura

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição Foi tentada uma escrita em uma Entidade de leitura.		

3.10.8 (0xE7) Memória Insuficiente

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição O comando anterior falhou por falta de memória disponível.		

3.10.9 (0xE8) Recurso Ocupado

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada
Mestre ← Nó	0	-
Descrição O recurso está em uso e, portanto, inacessível.		