

Protocolo de Baixo Nível para o Sirius (SLLP)

Versão 1.00
24 de outubro de 2013

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

Histórico de Revisões

Revisão	Mudanças
1.00 24/10/2013	<ul style="list-style-type: none">• Primeira versão oficial.

Sumário

1	Introdução.....	1
2	Camada de Transporte.....	2
2.1	Endereçamento.....	2
2.2	Grupos de Multicast.....	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 de Baixo Nível.....	6
3.4	(0x0_) Comandos de Consulta	8
3.4.1	(0x02) Consultar Lista de Variáveis.....	8
3.4.2	(0x03) Lista de Variáveis.....	8
3.4.3	(0x04) Consultar Lista de Grupos de Variáveis.....	8
3.4.4	(0x05) Lista de Grupos de Variáveis.....	9
3.4.5	(0x06) Consultar Grupo de Variáveis.....	9
3.4.6	(0x07) Grupo de Variáveis.....	10
3.4.7	(0x08) Consultar Lista de Curvas.....	10
3.4.8	(0x09) Lista de Curvas.....	11
3.4.9	(0x0A) Consultar Checksum de Curva.....	11
3.4.10	(0x0B) Checksum de Curva.....	12
3.4.11	(0x0C) Consultar Lista de Funções.....	12
3.4.12	(0x0D) Lista de Funções.....	13
3.5	(0x1_) Comandos de Leitura.....	14
3.5.1	(0x10) Ler Variável.....	14
3.5.2	(0x11) Leitura de uma Variável.....	14
3.5.3	(0x12) Ler um Grupo de Variáveis.....	15
3.5.4	(0x13) Leitura de um Grupo de Variáveis.....	15
3.6	(0x2_) Comandos de Escrita.....	16
3.6.1	(0x20) Escrever em uma Variável.....	16
3.6.2	(0x22) Escrever em Grupo de Variáveis.....	17
3.6.3	(0x24) Operação Binária em uma Variável.....	18
3.6.4	(0x26) Operação Binária em Grupo de Variáveis.....	19
3.7	(0x30) Comandos de Manipulação de Grupos de Variáveis.....	20
3.7.1	(0x30) Criar Grupo de Variáveis.....	20
3.7.2	(0x32) Remover Todos os Grupos de Variáveis.....	20
3.8	(0x4_) Comandos de Transferência de Curvas.....	21
3.8.1	(0x40) Pedido de Bloco de Curva.....	21
3.8.2	(0x41) Bloco de Curva.....	22
3.8.3	(0x42) Recalcular Checksum de Curva.....	23

3.9 (0x5_) Comandos de Execução de Funções.....	24
3.9.1 (0x50) Executar Função.....	24
3.9.2 (0x51) Retorno de Função.....	25
3.9.3 (0x53) Erro de Função.....	25
3.10 (0xE_) Comandos de Erro.....	26
3.10.1 (0xE0) OK.....	26
3.10.2 (0xE1) Mensagem Mal Formada.....	26
3.10.3 (0xE2) Operação Não Suportada.....	26
3.10.4 (0xE3) ID Inválido.....	26
3.10.5 (0xE4) Valor Inválido.....	27
3.10.6 (0xE5) Tamanho da Carga Inválido.....	27
3.10.7 (0xE6) Somente Leitura.....	27
3.10.8 (0xE7) Memória Insuficiente.....	27

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 criativamente denominado Protocolo de Baixo Nível para o Sirius, com a sigla SLLP – *Sirius Low Level 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 ser 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	ORIGEM									CHECKSUM

Tabela 1- Estrutura de um Pacote da Rede Serial

Os pacotes que circulam na rede serial **devem** ter seus formatos bem definidos. Os dois primeiros *bytes* são usados para endereçamento e **devem** existir nesta ordem: DESTINO e ORIGEM. O *byte* de ORIGEM **deve** indicar o endereço do transmissor da mensagem. O *byte* DESTINO, entretanto, **pode** indicar ou um dispositivo ou um grupo de dispositivos aos quais se endereça o pacote. **Deve** existir, também, 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. 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 Multicast	Broadcast

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 de Baixo Nível 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*. Valores com múltiplos *bytes* são representados em **big endian**.

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, dois *bytes*, constituintes de seu cabeçalho: COMANDO e TAMANHO. 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 de Baixo Nível. O campo TAMANHO indica quantos *bytes* estão contidos na Carga Útil do pacote. Caso o comando não

contenha carga útil, o campo TAMANHO deve conter o valor 0 (zero). A estrutura da mensagem está ilustrada na Tabela 10. O campo TAMANHO pode assumir valores de 0 a 254. O valor 255 é um **caso especial** e deve ser interpretado como o tamanho da carga do comando (0x41) Bloco de Curva, ou seja, 16387 bytes.

Cabeçalho		Carga Útil							
COMANDO	TAMANHO								

Tabela 3- Estrutura de uma mensagem do Protocolo de Baixo Nível

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 5. 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. 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 bytes tem o valor da Variável, de 1 a 127

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

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. 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 quatro 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)
TAMANHO	Indica o número de blocos contidos na Curva, menos 1
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). Cada Curva **deve** ser limitada a um tamanho de 65536 blocos, sendo cada bloco de tamanho 16384 *bytes* (2^{14}), totalizando um máximo de 1GB por Curva. O campo TAMANHO **deve** armazenar o número de blocos da Curva, subtraindo 1. Por exemplo, uma Curva com 8 blocos deve ter o valor 7 como

seu TAMANHO. **Devem** ser usados dois *bytes* para o campo TAMANHO. 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 de Baixo Nível

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 dois *bytes*: o primeiro *byte* contendo seu código de comando e o segundo *byte* 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
(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, Tamanho (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)
(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]
(0xE0) OK	M ← N	
(0xE1) Mensagem Mal Formada	M ← N	
(0xE2) Operação Não Suportada	M ← N	
(0xE3) ID Inválido	M ← N	
(0xE4) Valor Inválido	M ← N	
(0xE5) Tamanho da Carga Inválido	M ← N	
(0xE6) Somente Leitura	M ← N	
(0xE7) Memória Insuficiente	M ← N	

Tabela 10- Resumo dos Comandos do Protocolo

3.4 (0x0_) Comandos de Consulta

3.4.1 (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.		

3.4.2 (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="8">Carga</th></tr><tr><td colspan="4">Primeira Variável</td><td rowspan="2">...</td><td colspan="3">Última Variável</td></tr><tr><td colspan="4">TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)</td><td colspan="3">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>)																				
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.																									
Exemplo																									
<table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="6">Carga</th></tr><tr><td>03</td><td>06</td><td>03</td><td>03</td><td>83</td><td>83</td><td>01</td><td>81</td></tr></table> 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 1.			Cabeçalho		Carga						03	06	03	03	83	83	01	81							
Cabeçalho		Carga																							
03	06	03	03	83	83	01	81																		

3.4.3 (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.		

3.4.4 (0x05) Lista de Grupos de Variáveis

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada										
Mestre ← Nó	(número de Grupos do nó)	-										
Descrição												
Contém uma lista com o TIPO e o TAMANHO de todos os Grupos contidos em um nó.												
Estrutura												
<table><tr><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>Primeiro Grupo</td><td></td><td>Último Grupo</td></tr><tr><td>TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)</td><td>...</td><td>TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)</td></tr></table>			Carga			Primeiro Grupo		Último Grupo	TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)	...	TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)	
Carga												
Primeiro Grupo		Último Grupo										
TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)	...	TIPO (1 <i>bit</i>) TAMANHO (7 <i>bits</i>)										
Para cada Grupo deve-se retornar um <i>byte</i> de informação. Os Grupos devem 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.												
Exemplo												
<table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>05</td><td>03</td><td>0A</td><td>05</td><td>85</td></tr></table>			Cabeçalho		Carga			05	03	0A	05	85
Cabeçalho		Carga										
05	03	0A	05	85								
Três Grupos: o primeiro de leitura com 10 Variáveis, o segundo de leitura com 5 Variáveis e o terceiro de escrita com 5 Variáveis.												

3.4.5 (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><th>Carga</th><td rowspan="2">Especifica-se o ID do Grupo a ser consultado.</td></tr><tr><td>ID do Grupo</td></tr></table>			Carga	Especifica-se o ID do Grupo a ser consultado.	ID do Grupo				
Carga	Especifica-se o ID do Grupo a ser consultado.								
ID do Grupo									
Exemplo <table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th>Carga</th><td rowspan="2">Consulta ao Grupo de ID 2.</td></tr><tr><td>06</td><td>01</td><td>02</td></tr></table>			Cabeçalho		Carga	Consulta ao Grupo de ID 2.	06	01	02
Cabeçalho		Carga	Consulta ao Grupo de ID 2.						
06	01	02							
Erros possíveis (0xE3) ID Inválido: Não há Grupo com o ID requisitado.									

3.4.6 (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 rowspan="2">...</td><td>Última Variável</td></tr><tr><td>ID</td><td>ID</td></tr></table>			Carga			Primeira Variável	...	Última Variável	ID	ID						
Carga																
Primeira Variável	...	Última Variável														
ID		ID														
Os ID's Variáveis devem ser listados um após o outro em ordem crescente.																
Exemplo																
<table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="5">Carga</th></tr><tr><td>07</td><td>05</td><td>04</td><td>05</td><td>06</td><td>07</td><td>09</td></tr></table>			Cabeçalho		Carga					07	05	04	05	06	07	09
Cabeçalho		Carga														
07	05	04	05	06	07	09										
Grupo com 5 Variáveis de ID's 4, 5, 6, 7 e 9.																

3.4.7 (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.		

3.4.8 (0x09) Lista de Curvas

Sentido		Tamanho da Carga				Resposta Esperada																					
Mestre ← Nó		3*(número de Curvas do nó)				-																					
Descrição																											
Contém uma lista com o TIPO e o TAMANHO de todas as Curvas de um nó.																											
Estrutura																											
<table><tr><th colspan="7">Carga</th></tr><tr><th colspan="3">Primeira Curva</th><td rowspan="2">...</td><th colspan="3">Última Curva</th></tr><tr><td>Tipo</td><td>[Blocos - 1] (mais signif.)</td><td>[Blocos - 1] (menos signif.)</td><td>Tipo</td><td>[Blocos - 1] (mais signif.)</td><td>[Blocos - 1] (menos signif.)</td></tr></table>								Carga							Primeira Curva			...	Última Curva			Tipo	[Blocos - 1] (mais signif.)	[Blocos - 1] (menos signif.)	Tipo	[Blocos - 1] (mais signif.)	[Blocos - 1] (menos signif.)
Carga																											
Primeira Curva			...	Última Curva																							
Tipo	[Blocos - 1] (mais signif.)	[Blocos - 1] (menos signif.)		Tipo	[Blocos - 1] (mais signif.)	[Blocos - 1] (menos signif.)																					
As Curvas devem ser listadas na sua ordem de ID. A primeira é a de ID 0. Para cada Curva, deve-se retornar 3 <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 número de blocos da Curva, menos 1. Curvas com 0 blocos não fazem sentido. Assim, uma Curva com 512 blocos deve ter seu TAMANHO reportado como 511 (01FFh – 01h no segundo <i>byte</i> e FFh no terceiro <i>byte</i>).																											
Exemplo																											
<table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="2">Carga</th></tr><tr><td>09</td><td>03</td><td>00</td><td>01</td><td>FF</td></tr></table>						Cabeçalho		Carga		09	03	00	01	FF	Lista com uma única Curva. A Curva é de leitura (00) e tem 512 blocos (01FFh).												
Cabeçalho		Carga																									
09	03	00	01	FF																							

3.4.9 (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="2">Cabeçalho</th><th>Carga</th><td rowspan="2">Consulta ao CHECKSUM da Curva de ID 2.</td></tr><tr><td>0A</td><td>01</td><td>02</td></tr></table>			Cabeçalho		Carga	Consulta ao CHECKSUM da Curva de ID 2.	0A	01	02
Cabeçalho		Carga	Consulta ao CHECKSUM da Curva de ID 2.						
0A	01	02							
Erros possíveis (0xE3) ID Inválido: Não há Curva com o ID especificado.									

3.4.10 (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="8">Checksum MD5 (mais significativo)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="8">Checksum MD5 (menos significativo)</td></tr></table>			Carga																Checksum MD5 (mais significativo)																		Checksum MD5 (menos significativo)							
Carga																																												
Checksum MD5 (mais significativo)																		Checksum MD5 (menos significativo)																										
Os 16 <i>bytes</i> do CHECKSUM devem ser retornados em ordem, do mais significativo para o menos significativo.																																												
Exemplo																																												
<table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="16">Carga</th></tr><tr><td>0B</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	10	01	23	45	67	89	AB	CD	EF	FE	DC	BA	98	76	54	32	10						
Cabeçalho		Carga																																										
0B	10	01	23	45	67	89	AB	CD	EF	FE	DC	BA	98	76	54	32	10																											
Curva com o CHECKSUM 0123456789abcdeffedcba9876543210.																																												

3.4.11 (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.		

3.4.12 (0x0D) Lista de Funções

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada										
Mestre ← Nó	3*(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 rowspan="2">...</td><td>Última Função</td></tr><tr><td>Entrada (4 <i>bits</i>) Saída (4 <i>bits</i>)</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="2">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>0D</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	03	F0	0F	22
Cabeçalho		Carga										
0D	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 colspan="3">Carga</th></tr><tr><td colspan="3">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="2">Cabeçalho</th><th>Carga</th></tr><tr><td>10</td><td>01</td><td>03</td></tr></table>		Cabeçalho		Carga	10	01	03	Pedido do VALOR da Variável de ID 3.
Cabeçalho		Carga						
10	01	03						
Erros possíveis (0xE3) ID Inválido: Não há Variável com o ID especificado.								

3.5.2 (0x11) Leitura de uma Variável

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada										
Mestre ← N�	(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><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td colspan="3">VALOR da Variável</td></tr><tr><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td>�ltimo <i>byte</i></td></tr></table>			Carga			VALOR da Variável			Primeiro <i>byte</i>	...	�ltimo <i>byte</i>	
Carga												
VALOR da Variável												
Primeiro <i>byte</i>	...	�ltimo <i>byte</i>										
O VALOR da Variável � listado <i>byte</i> por <i>byte</i> .												
Exemplo <table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>11</td><td>03</td><td>03</td><td>FF</td><td>FF</td></tr></table> Variável com o VALOR 03h FFh FFh.			Cabeçalho		Carga			11	03	03	FF	FF
Cabeçalho		Carga										
11	03	03	FF	FF								

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>12</td><td>01</td></tr></table>		Cabeçalho	Carga	12	01	Pedido do VALOR das Variáveis do Grupo de ID 1.
Cabeçalho	Carga					
12	01					
Erros possíveis						
(0xE3) ID Inválido: Não há Grupo com o ID especificado.						

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="15">Carga</th></tr><tr><td colspan="10">VALOR da Primeira Variável</td><td></td><td colspan="4">VALOR da Última Variável</td></tr><tr><td>Primeiro byte</td><td>...</td><td colspan="3">Último byte</td><td>...</td><td>Primeiro byte</td><td>...</td><td colspan="3">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="2">Cabeçalho</th><th colspan="13">Carga</th></tr><tr><td>13</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	0C	03	FF	FF	03	FF	FF	03	FF	FF	03	FF	FF	AA											
Cabeçalho		Carga																																																					
13	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><th rowspan="2">ID da Variável</th><th colspan="3">VALOR da Variável</th></tr><tr><th>Primeiro <i>byte</i></th><th>...</th><th>Último <i>byte</i></th></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="2">Cabeçalho</th><th colspan="4">Carga</th></tr><tr><td>20</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	04	04	01	BB	BB
Cabeçalho		Carga												
20	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).														

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="2">Cabeçalho</th><th colspan="13">Carga</th></tr><tr><td>22</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	0E	02	01	BB	BB	01	BB	BB	01	BB	BB	01	BB	BB	CC
Cabeçalho		Carga																															
22	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).																																	

3.6.3 (0x24) Operação Binária em uma Variável

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																					
Mestre → N�	2+(TAMANHO da Variável)	(0xE0) OK																					
Descrição																							
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.																							
<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>	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.	<p><i>Tabela 11- Códigos das possíveis Operações Binárias</i></p>	
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 l�gico entre o valor da Variável e a máscara.																					
0x4F ('O')	OR	Realiza um OR l�gico entre o valor da Variável e a máscara.																					
0x58 ('X')	XOR	Realiza um XOR l�gico entre o valor da Variável e a máscara.																					
Estrutura																							
<table><tr><th colspan="5">Carga</th></tr><tr><td rowspan="2">ID da Variável</td><td rowspan="2">Código da Operação</td><td colspan="3">Máscara</td></tr><tr><td>Primeiro <i>byte</i></td><td>...</td><td>�ltimo <i>byte</i></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			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>																			
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.																							
Exemplo																							
<table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>24</td><td>03</td><td>09</td><td>53</td><td>F0</td></tr></table>	Cabeçalho		Carga			24	03	09	53	F0	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.												
Cabeçalho		Carga																					
24	03	09	53	F0																			
Erros possíveis																							
(0xE2) Operação Não Suportada: A operação requisitada � inválida.																							
(0xE3) ID Inválido: Não há Variável com o ID especificado.																							
(0xE6) Somente Leitura: A Variável não pode ser escrita (� do TIPO leitura).																							

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																		
Cabeçalho		Carga							Realiza uma operação OR (4Fh) com a máscara 55h em todos os <i>bytes</i> de todas as Variáveis do Grupo de ID 02h.									
26	05	02	4F	55	55	55												
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).																		

3.7 (0x30) 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="2">Cabeçalho</th><th colspan="4">Carga</th></tr><tr><td>30</td><td>04</td><td>04</td><td>05</td><td>06</td><td>07</td></tr></table>		Cabeçalho		Carga				30	04	04	05	06	07	Cria um Grupo contendo as Variáveis de ID 4, 5, 6 e 7.
Cabeçalho		Carga												
30	04	04	05	06	07									
Erros possíveis														
(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">Offset do bloco</td></tr><tr><td>Byte mais significativo</td><td>Byte menos significativo</td></tr></table>			Carga			ID da Curva	Offset do bloco		Byte mais significativo	Byte menos significativo		
Carga												
ID da Curva	Offset do bloco											
	Byte mais significativo	Byte menos significativo										
Deve-se enviar o ID da Curva e o <i>offset</i> do bloco desejado. O <i>offset</i> deve ser especificado em dois <i>bytes</i> , sendo o primeiro o mais significativo.												
Exemplo												
<table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>40</td><td>03</td><td>03</td><td>00</td><td>04</td></tr></table> Pedido do quinto bloco (00h 04h) da Curva de ID 03h.			Cabeçalho		Carga			40	03	03	00	04
Cabeçalho		Carga										
40	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 com o <i>offset</i> especificado.												

3.8.2 (0x41) Bloco de Curva

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada																		
Mestre ↔ Nó	16387	(0xE0) OK																		
Descrição																				
Transmissão de um bloco de Curva 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 após o término do envio de todos os blocos da Curva, através do comando (0x42) Recalcular Checksum de Curva.																				
Estrutura																				
Carga																				
ID da Curva	Offset do bloco			Dados do bloco																
	Byte mais significativo	Byte 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 <i>offset</i> do bloco da Curva e 16384 (2 ¹⁴) <i>bytes</i> com o conteúdo do bloco.																				
Exemplo																				
<table><tr><th colspan="2">Cabeçalho</th><th colspan="5">Carga</th></tr><tr><td>41</td><td>FF</td><td>07</td><td>03</td><td>FF</td><td>DD</td><td>...</td><td>DD</td></tr></table>			Cabeçalho		Carga					41	FF	07	03	FF	DD	...	DD	Envio do bloco número 1024 (03h FFh) para a Curva de ID 07h contendo 16384 <i>bytes</i> DDh.		
Cabeçalho		Carga																		
41	FF	07	03	FF	DD	...	DD													
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.																		

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 colspan="2">Cabeçalho</td><td>Carga</td></tr><tr><td>42</td><td>01</td><td>00</td></tr></table>	Cabeçalho		Carga	42	01	00	Pedido de recálculo do CHECKSUM da Curva de ID 00h.	
Cabeçalho		Carga						
42	01	00						
Erros possíveis								
(0xE3) ID Inválido: Não há Curva com o ID especificado.								

3.9 (0x5_) Comandos de Execução de Funções

3.9.1 (0x50) Executar Função

Sentido	Tamanho da Carga	Resposta Esperada											
Mestre → Nó	1+(ENTRADA da Função)	(0x51) Retorno 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="2">Cabeçalho</th><th colspan="3">Carga</th></tr><tr><td>50</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	03	01	BE	57	
Cabeçalho		Carga											
50	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	Tamanho da Carga	Resposta Esperada									
Mestre ← Nó	(SAÍDA da Função)	-									
Descrição Contém o resultado da execução de uma Função.											
Estrutura <table border="1" data-bbox="172 566 598 719"> <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> A Carga contém todos os <i>bytes</i> retornados após a execução de uma Função.			Carga			SAIDA			Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>
Carga											
SAIDA											
Primeiro <i>byte</i>	...	Último <i>byte</i>									
Exemplo <table border="1" data-bbox="247 795 523 896"> <tr><th>Cabeçalho</th><th colspan="2">Carga</th></tr> <tr><td>51</td><td>01</td><td>00</td></tr> </table> Retorno de apenas um <i>byte</i> (00h) por uma Função.			Cabeçalho	Carga		51	01	00			
Cabeçalho	Carga										
51	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>Carga</th></tr><tr><td>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="2">Cabeçalho</th><th>Carga</th></tr><tr><td>53</td><td>01</td><td>BB</td></tr></table>		Cabeçalho		Carga	53	01	BB	Retorno do código de erro BBh após a execução de uma Função.
Cabeçalho		Carga						
53	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.		