

**1. OBJETIVO**

Descrever as características gerais do M-Box com relação ao Protocolo MODBUS.

**2. DETALHES DO PROTOCOLO MODBUS**

A seguir, formatos e velocidades disponíveis para transmissão de dados (RS-485).

FORMATO	TOTAL DE BITS	OBS
8N1 (1 start bit, 8 bits de dados, 1 stop bit)	10	-
8N2 (1 start bit, 8 bits de dados, 2 stop bits)	11	-
8E1 (1 start bit, 8 bits de dados, 1 bit de paridade, 1 stop bit)	11	Paridade par
8O1 (1 start bit, 8 bits de dados, 1 bit de paridade, 1 stop bit)	11	Paridade ímpar

VELOCIDADE
9600 bps
19200 bps
38400 bps
57600 bps
115200 bps (em estudo, favor consultar suporte)

O usuário pode configurar os parâmetros de comunicação serial através da IHM ou via interface serial.

**\*\* Para Modbus TCP podem ser abertos até 2 sockets simultaneamente. A porta utilizada no Modbus TCP é a 502, e o Slave ID padrão, 255.**

**Funções MODBUS:**

Código do dispositivo: **0xB0**

As funções do protocolo MODBUS implementadas para o M-Box são:

- Read Input Status (2)
- Read Holding Register (3)
- Read Input Register (4)
- Force Single Coil \* (5)
- Preset Single Register \* (6)
- Read Exception Status (7)
- Preset Multiple Register \* (16)
- Report Slave ID (17)
- Read File Record (20)

\* Broadcast - funções que podem ser endereçadas para todos os slaves (endereço 0)

**Funções ESPECIAIS:**

- Config Address (00/42H)
- Read Address (00/71H)
- Read Partidas (00/75H)
- Report Slave Id Kron (00/76H)

**3. HOLDING REGISTERS**

Podem ser lidos via função "Read Holding Register (3)" e escritos via funções "Preset Single Register (6)" ou "Preset Multiple Register (16)". Podem ser lidos ou escritos no máximo **8 registros** para cada requisição.

**HOLDING REGISTERS – BLOCO PADRÃO:**

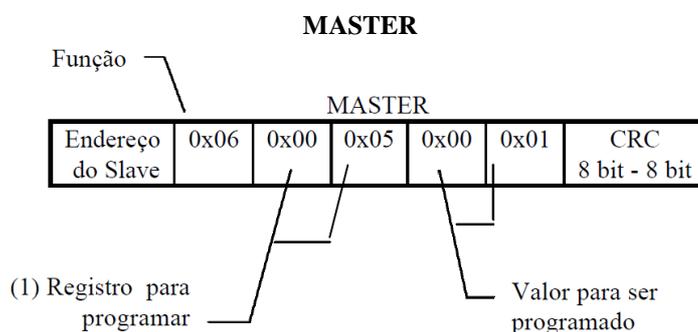
São os registros de configuração do instrumento disponíveis para alteração de constantes e programações em geral.

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO	RANGE (MIN – MÁX)
40.001, 40.002	TP	IEEE 32-bit fp (F2,F1), (F0,EXP)	0,01 – 9999,99
40.003, 40.004	TC	IEEE 32-bit fp (F2,F1), (F0,EXP)	0,01 – 9999,99
40.005	KE (Relação Watt-horas por pulso)	Unsigned int 16-bit	0 – 65535
40.006	TL e TI	Unsigned int 8-bit (MSB) / Unsigned int 8-bit (LSB)	00 – 80 / 00 – 60
40.007	Configurações	*	*

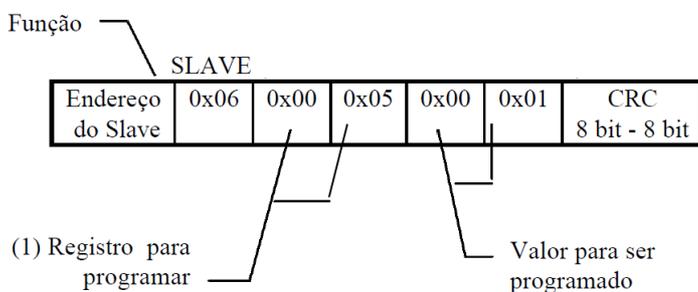
\* Para maiores detalhes veja o item 12.

### Exemplo de configuração de um único registros – Preset Single Register(0x06)

Esta função é utilizada para programar um único holding register (registros de configuração do instrumento). Abaixo, exemplo de programação do registro 40006 (TI/TL). Os frames para dispositivos master e slave são:



(1) O registro para programar é obtido removendo o indicativo (número 4) e subtraindo o resultado por 1. No exemplo, o registro 40006 (decimal) é transmitido como 0x0005 (hexadecimal):  $40006 = 0006 = (0006 - 1) = 0005 = 0x0005$  hexadecimal.



Para esta função o slave retorna uma cópia do comando recebido. No exemplo anterior o master programou o registro 40006 com o valor 00 01, tipo de ligação “00 – Três elementos, 4fios” e tempo de integração para cálculo de demanda de 1 minuto.

### HOLDING REGISTERS – RTC:

Exemplo: 25/03/10 – 13:24:07:96 (04 = quinta-feira).

HOLDING REGISTER	VALOR	SIGNIFICADO
42.001	0x9607	CENTÉSIMO e SEGUNDO
42.002	0x2413	MINUTO e HORA
42.003*	0x0425	DIA-SEMANA e DIA
42.004	0x0310	MÊS e ANO

DIA DA SEMANA	VALOR
Segunda-feira	01
Terça-feira	02
Quarta-feira	03
Quinta-feira	04
Sexta-feira	05
Sábado	06
Domingo	07

\* O byte correspondente ao dia da semana é sempre zero.

**HOLDING REGISTERS – PROGRAMAÇÃO DE MEMÓRIA DE MASSA:**

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO
42.101	Intervalo de Armazenamento	Unsigned int 16-bit
42.102	Grandeza 1	Unsigned int 16-bit
42.103	Grandeza 2	Unsigned int 16-bit
42.104	Grandeza 3	Unsigned int 16-bit
42.105	Grandeza 4	Unsigned int 16-bit
42.106	Grandeza 5	Unsigned int 16-bit
42.107	Grandeza 6	Unsigned int 16-bit
42.108	Grandeza 7	Unsigned int 16-bit
42.109	Grandeza 8	Unsigned int 16-bit
42.110	Grandeza 9	Unsigned int 16-bit
42.111	Grandeza 10	Unsigned int 16-bit

**HOLDING REGISTERS – BLOCO ESPECIAL:**

Utilizado para configurar a sequência de codificação em ponto flutuante, utilizada para envio de valores de medição presentes nos "Input Registers". Estes registros estão no formato IEEE 32-bit fp, com padrão de fornecimento na sequência F2, F1, F0 e EXP (3,2,1 e 0).

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO	RANGE (MIN – MÁX)
42.901	Sequência do Ponto Flutuante	Unsigned int 8-bit (LSB) / Unsigned int 8-bit (MSB)	0 – 65535

**Exemplos:**

42.901 (MSB, LSB)	DISPOSIÇÃO	COMENTÁRIO
0x32, 0x10	F2, F1, F0, EXP	Padrão KRON
0x23, 0x01	F1, F2, EXP, F0	Float
0x01, 0x23	EXP, F0, F1, F2	Float inverse

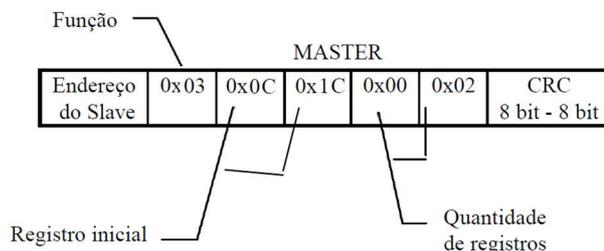
**HOLDING REGISTERS – CONFIGURAÇÃO DE REDE:**

Utilizados para configurar o endereço IP do equipamento, máscara de sub-rede e o Gateway Padrão. As novas configurações só passam a valer após o reset do medidor (necessário envio do Coil de reset após a configuração).

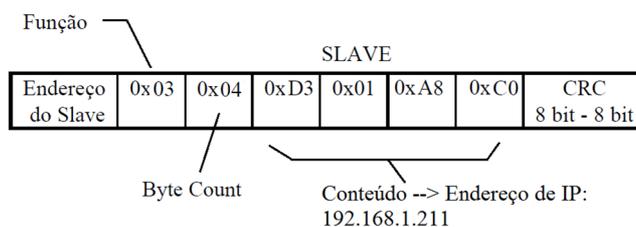
ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO
43.101 a 43.102	Endereço IP do medidor	Uint 8-bit (LSB)/uint 8-bit/uint 8-bit/uint 8-bit (MSB)
43.103 a 43.104	Máscara de sub-rede	Uint 8-bit (LSB)/uint 8-bit/uint 8-bit/uint 8-bit (MSB)
43.105 a 43.106	Gateway padrão	Uint 8-bit (LSB)/uint 8-bit/uint 8-bit/uint 8-bit (MSB)

**Exemplo de leitura de IP:**

Para leitura do endereço de IP é necessário utilizar a função 3 - Read Holding Register. A seguir, frame a ser enviado pelo dispositivo mestre:



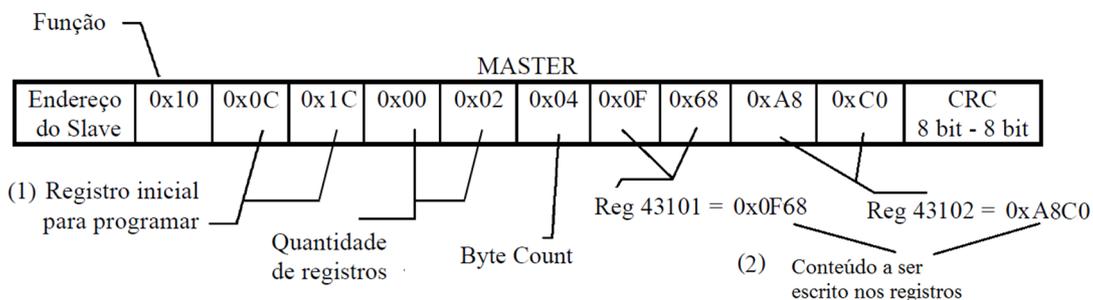
Na sequência, resposta do dispositivo escravo:



**Exemplo de configuração de IP:**

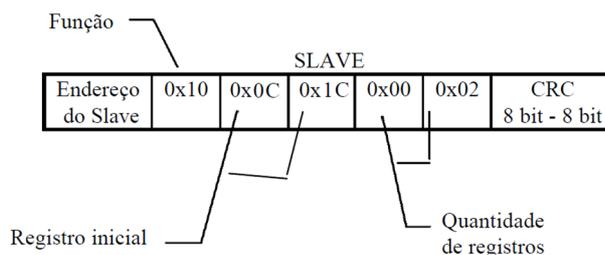
Para configuração de um novo IP é utilizada a função 16 (0x10H) – Preset Multiple Register. Abaixo, exemplo para configuração do IP **192.168.104.15**:

**Frame enviado pelo dispositivo mestre**



- (1) O conteúdo destes bytes é obtido ao realizar a subtração do registro a partir do qual se deseja realizar a configuração (43101) em relação ao registro inicial (40001); o resultado deve ser convertido para padrão hexadecimal: 3100 (dec) → 0C1C (hex);
- (2) A programação do endereço de IP segue o padrão LSB...MSB. Logo as parcelas iniciais do endereço estão presentes no registro 43102 e as iniciais no registro 43101. Os dados devem ser transmitidos em formato hexadecimal.

**Resposta recebida do dispositivo escravo:**



Os procedimentos para configuração de máscara e gateway são análogos.

**HOLDING REGISTERS – MÓDULO SOLAR**

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO	RANGE (MIN – MÁX)
43.301	Configuração* / Início de ciclo de medição (dias)	Unsigned int 8-bit (MSB) / Unsigned int 8-bit (LSB)	00 – 255 / 1 – 31
43.302	Histerese (%) / Tempo de desligamento (segundos)	Unsigned int 8-bit (MSB) / Unsigned int 8-bit (LSB)	00 – 10 / 00 – 240
43.303, 43.304	Limite de Potência (kW)	IEEE 32-bit fp (F2,F1), (F0,EXP)	fp 32-bit
43.305, 43.306	Limite de Energia (kWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1), (F0,EXP)	fp 32-bit

\* O registro de Configuração ajusta o modo de operação do módulo solar para MANUAL ou AUTOMÁTICO, através do bit D8; o dia para início de um novo ciclo é definido de D7 a D0.

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	<b>D8</b>
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----------

D7	D6	D5	D4	D3	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D0</b>
----	----	----	----	----	-----------	-----------	-----------

BIT	DESCRIÇÃO	VALORES
D15	Reservado	0
D14	Reservado	0
D13	Reservado	0
D12	Reservado	0
D11	Reservado	0
D10	Reservado	0
D9	Reservado	0
D8	Modo de operação	0 - Automático 1 - Manual

BIT	DESCRIÇÃO	VALORES
D7	Data para início de ciclo de medição (dias)	1 a 31 (Hexadecimal)
D6		
D5		
D4		
D3		
D2		
D1		
D0		

**HOLDING REGISTERS – CONFIGURAÇÃO DO Sntp**

Utilizados para configurar o fuso horário, intervalo de sincronismo e o nome ou IP do servidor de tempo. As novas configurações só passam a valer após o reset do medidor (necessário envio do Coil de reset após a configuração).

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO	RANGE (MIN – MÁX)
43.201*	Fuso horário	Int 16-bit (LSB, MSB)	-12 à +12 horas
43.202**	Intervalo de sincronismo	UInt 16-bit (LSB, MSB)	0 à 65.535 minutos

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO
43.205 a 43.220	Nome ou IP do servidor de tempo	ASCII

\* Caso o fuso horário seja configurado fora do range especificado, o equipamento irá assumir fuso horário igual a zero.

\*\* Se o intervalo de sincronismo for configurado como zero, o sincronismo com o servidor de tempo fica desabilitado, independente da configuração feita no HR 40.007.

**HOLDING REGISTERS – IOT (Internet das Coisas)**

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO
43.401 a 43.413	Application Token	ASCII

**Application Token:** Sequência de até 26 caracteres ASCII que indica em qual “aplicação” o medidor irá se conectar. Esta sequência de caracteres é gerada automaticamente na plataforma de IoT quando uma aplicação é criada.

A identificação de fim da string é realizada pelo valor “0x00”. Para maiores informações, entre em contato com o suporte.

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	FORMATO
43.421	Intervalo de Envio de Dados	Unsigned int 16-bit
43.422	Grandeza 1	Unsigned int 16-bit
43.423	Grandeza 2	Unsigned int 16-bit
43.424	Grandeza 3	Unsigned int 16-bit
43.425	Grandeza 4	Unsigned int 16-bit
43.426	Grandeza 5	Unsigned int 16-bit
43.427	Grandeza 6	Unsigned int 16-bit
43.428	Grandeza 7	Unsigned int 16-bit
43.429	Grandeza 8	Unsigned int 16-bit
43.430	Grandeza 9	Unsigned int 16-bit
43.431	Grandeza 10	Unsigned int 16-bit

**Intervalo de Envio de Dados:** Configura o intervalo de tempo com que as grandezas programadas serão enviadas para a nuvem pelo medidor. Este intervalo pode variar de 1 minuto a 65535 minutos.

#### **Grandezas Programáveis:**

Grandezas Elétricas, Energias e Demandas, Contadores de Pulsos nas Entradas Digitais, THDs, Temperatura e Entradas Analógicas.

Para programar uma grandeza, o Holding Register deve ser gravado com o endereço Modbus da mesma, subtraído de 30.001.

Abaixo seguem alguns exemplos:

ENDEREÇO MODBUS	REG.	DESCRIÇÃO	PROGRAMAÇÃO HR
30.003	U0	Tensão Trifásica	(30.003-30.001) = 2
30.005	U12	Tensão Fase/Fase	(30.005-30.001) = 4
30.201	EA+	Energia Ativa Positiva	(30.201-30.001) = 200
33.001	UAN THD	THD da Tensão da fase 1	(33.001-30.001) = 3000
30.095	EDP-1	Contador da EDP-1	(30.095-30.001) = 94

Caso um dos registros seja programado com valor inválido, este registro e os seguintes serão desconsiderados. Se houver um valor inválido logo no primeiro registro, o instrumento considerará apenas uma grandeza programada (Energia Ativa Positiva).

Maiores informações sobre esta aplicação podem ser obtidas com o suporte técnico.

## **4. INPUT REGISTERS**

### **4.1. Grandezas Elétricas.**

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
30.001, 30.002	NS	Número de Série	Unsigned int 32-bit (MSB,LSB)
30.003, 30.004	U0	Tensão Trifásica (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.005, 30.006	U12	Tensão Fase/Fase (A-B)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.007, 30.008	U23	Tensão Fase/Fase (B-C)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.009, 30.010	U31	Tensão Fase/Fase (C-A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.011, 30.012	U1	Tensão Linha 1 (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.013, 30.014	U2	Tensão Linha 2 (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.015, 30.016	U3	Tensão Linha 3 (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.017, 30.018	I0	Corrente Trifásica (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.019, 30.020	IN	Corrente de Neutro	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
30.021, 30.022	I1	Corrente Linha 1 (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.023, 30.024	I2	Corrente Linha 2 (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.025, 30.026	I3	Corrente Linha 3 (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.027, 30.028	Freq - FA	Freqüência Linha 1	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.029, 30.030	Freq - FB	Freqüência Linha 2	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.031, 30.032	Freq - FC	Freqüência Linha 3	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.033, 30.034	Freq - IEC	Freqüência Linha 1 (IEC – 10s)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.035, 30.036	P0	Potência Ativa Trifásica (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.037, 30.038	P1	Potência Ativa Linha 1 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.039, 30.040	P2	Potência Ativa Linha 2 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.041, 30.042	P3	Potência Ativa Linha 3 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.043, 30.044	Q0	Potência Reativa Trifásica (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.045, 30.046	Q1	Potência Reativa Linha 1 (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.047, 30.048	Q2	Potência Reativa Linha 2 (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.049, 30.050	Q3	Potência Reativa Linha 3 (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.051, 30.052	S0	Potência Aparente Trifásica (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.053, 30.054	S1	Potência Aparente Linha 1 (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.055, 30.056	S2	Potência Aparente Linha 2 (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.057, 30.058	S3	Potência Aparente Linha 3 (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.059, 30.060	FP0	Fator de Potência Trifásico	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.061, 30.062	FP1	Fator de Potência Linha 1	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.063, 30.064	FP2	Fator de Potência Linha 2	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.065, 30.066	FP3	Fator de Potência Linha 3	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.067, 30.068	FP0 - D	Fator de Pot. Trifásico – Desloc.	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.069, 30.070	FP1 - D	Fator de Pot. Linha 1 – Desloc.	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.071, 30.072	FP2 - D	Fator de Pot. Linha 2 – Desloc.	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.073, 30.074	FP3 - D	Fator de Pot. Linha 3 – Desloc.	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.075, 30.076	Fator K	Desequilíbrio de Tensão	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)

**4.2. Grandezas Elétricas: grupo de mínimos e máximos.**

VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	REG.	DESCRIÇÃO
31.003, 31.004	32.003, 32.004	U0	Tensão Trifásica (V)
31.005, 31.006	32.005, 32.006	U12	Tensão Fase/Fase (A-B)
31.007, 31.008	32.007, 32.008	U23	Tensão Fase/Fase (B-C)
31.009, 31.010	32.009, 32.010	U31	Tensão Fase/Fase (C-A)
31.011, 31.012	32.011, 32.012	U1	Tensão Linha 1 (V)
31.013, 31.014	32.013, 32.014	U2	Tensão Linha 2 (V)
31.015, 31.016	32.015, 32.016	U3	Tensão Linha 3 (V)
31.017, 31.018	32.017, 32.018	I0	Corrente Trifásica (A)
31.019, 31.020	32.019, 32.020	IN	Corrente de Neutro
31.021, 31.022	32.021, 32.022	I1	Corrente Linha 1 (A)
31.023, 31.024	32.023, 32.024	I2	Corrente Linha 2 (A)
31.025, 31.026	32.025, 32.026	I3	Corrente Linha 3 (A)
31.027, 31.028	32.027, 32.028	Freq - FA	Freqüência Linha 1
31.029, 31.030	32.029, 32.030	Freq - FB	Freqüência Linha 2
31.031, 31.032	32.031, 32.032	Freq - FC	Freqüência Linha 3
31.033, 31.034	32.033, 32.034	Freq - IEC	Freqüência Linha 1 (IEC – 10s)
31.035, 31.036	32.035, 32.036	P0	Potência Ativa Trifásica (W)
31.037, 31.038	32.037, 32.038	P1	Potência Ativa Linha 1 (W)
31.039, 31.040	32.039, 32.040	P2	Potência Ativa Linha 2 (W)
31.041, 31.042	32.041, 32.042	P3	Potência Ativa Linha 3 (W)
31.043, 31.044	32.043, 32.044	Q0	Potência Reativa Trifásica (VAr)
31.045, 31.046	32.045, 32.046	Q1	Potência Reativa Linha 1 (VAr)
31.047, 31.048	32.047, 32.048	Q2	Potência Reativa Linha 2 (VAr)
31.049, 31.050	32.049, 32.050	Q3	Potência Reativa Linha 3 (VAr)

VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	REG.	DESCRIÇÃO
31.051, 31.052	32.051, 32.052	S0	Potência Aparente Trifásica (VA)
31.053, 31.054	32.053, 32.054	S1	Potência Aparente Linha 1 (VA)
31.055, 31.056	32.055, 32.056	S2	Potência Aparente Linha 2 (VA)
31.057, 31.058	32.057, 32.058	S3	Potência Aparente Linha 3 (VA)
31.059, 31.060	32.059, 32.060	FP0	Fator de Potência Trifásico
31.061, 31.062	32.061, 32.062	FP1	Fator de Potência Linha 1
31.063, 31.064	32.063, 32.064	FP2	Fator de Potência Linha 2
31.065, 31.066	32.065, 32.066	FP3	Fator de Potência Linha 3
31.067, 31.068	32.067, 32.068	FP0 - D	Fator de Pot. Trifásico – Desloc.
31.069, 31.070	32.069, 32.070	FP1 - D	Fator de Pot. Linha 1 – Desloc.
31.071, 31.072	32.071, 32.072	FP2 - D	Fator de Pot. Linha 1 – Desloc.
31.073, 31.074	32.073, 32.074	FP3 - D	Fator de Pot. Linha 1 – Desloc.
31.075, 31.076	32.075, 32.076	Fator K	Desequilíbrio de Tensão.

#### 4.3. Entradas digitais

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
30.095, 30.096	EDP-1	Contador da EDP-1	IEEE 32-bit float point
30.097, 30.098	EDP-2	Contador da EDP-2	IEEE 32-bit float point
30.099, 30.100	EDP-3	Contador da EDP-3	IEEE 32-bit float point

#### 4.4. Energias e Demandas.

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
30.201, 30.202	EA+	Energia Ativa Positiva (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.203, 30.204	ER+	Energia Reativa Positiva(KVArh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.205, 30.206	EA-	Energia Ativa Negativa (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.207, 30.208	ER-	Energia Reativa Negativa (KQh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.209, 30.210	MDA	Máx. Demanda Ativa (KW)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.211, 30.212	DA	Demanda Ativa (KW)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.213, 30.214	MDS	Máx. Demanda Aparente (KVA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.215, 30.216	DS	Demanda Aparente (KVA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)

#### 4.5. Grupo de Registros de 16 bits.

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
33.001	UAN THD	THD da Tensão da fase 1.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.002	UBN THD	THD da Tensão da fase 2.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.003	UCN THD	THD da Tensão da fase 3.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.004	IA THD	THD da Corrente da fase 1.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.005	IB THD	THD da Corrente da fase 2.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.006	IC THD	THD da Corrente da fase 3.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.007	U1 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Tensão da fase 1.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.008	U2 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Tensão da fase 2.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.009	U3 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Tensão da fase 3.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.010	I1 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Corrente da fase 1.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.011	I2 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Corrente da fase 2.	Int 16-bit (MSB,LSB)
33.012	I3 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Corrente da fase 3.	Int 16-bit (MSB,LSB)

#### 4.6. Grupo de Registros de 16 bits: Mínimos e Máximos.

NORMAL	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	REG.	DESCRIÇÃO
33.001	33.201	33.401	UAN THD	THD da Tensão da fase 1.
33.002	33.202	33.402	UBN THD	THD da Tensão da fase 2.
33.003	33.203	33.403	UCN THD	THD da Tensão da fase 3.
33.004	33.204	33.404	IA THD	THD da Corrente da fase 1.

NORMAL	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	REG.	DESCRIÇÃO
33.005	33.205	33.405	IB THD	THD da Corrente da fase 2.
33.006	33.206	33.406	IC THD	THD da Corrente da fase 3.
33.007	33.207	33.407	U1 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Tensão da fase 1.
33.008	33.208	33.408	U2 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Tensão da fase 2.
33.009	33.209	33.409	U3 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Tensão da fase 3.
33.010	33.210	33.410	I1 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Corrente da fase 1.
33.011	33.211	33.411	I2 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Corrente da fase 2.
33.012	33.212	33.412	I3 THD (agrup.)	THD de agrupamento da Corrente da fase 3.

#### 4.7. Códigos de Erro.

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
33.901	Erro	Código de Erro*	Int 16-bit (MSB,LSB)

\* Para maiores detalhes veja o item 7

#### 4.8. Status – Memória de Massa.

ENDEREÇO	REGISTRO
33.931 – 33.934	Bloco Controle
33.935	Tamanho do Setor 0
33.936	Tamanho do Setor 1
33.937	Tamanho do Setor 2
33.938	Tamanho do Setor 3
33.939	Tamanho do Setor 4
33.940	Tamanho do Setor 5
33.941	Tamanho do Setor 6
33.942	Tamanho do Setor 7
33.943	Tamanho do Setor 8
33.944	Tamanho do Setor 9
33.945	Tamanho do Setor 10
33.946	Tamanho do Setor 11
33.947	Tamanho do Setor 12
33.948	Tamanho do Setor 13
33.949	Tamanho do Setor 14
33.950	Tamanho do Setor 15
33.951	Tamanho do Setor 16
33.952	Tamanho do Setor 17
33.953	Tamanho do Setor 18
33.954	Tamanho do Setor 19
33.955	Tamanho do Setor 20
33.956	Tamanho do Setor 21
33.957	Tamanho do Setor 22
33.958	Tamanho do Setor 23
33.959	Tamanho do Setor 24
33.960	Tamanho do Setor 25
33.961	Tamanho do Setor 26
33.962	Tamanho do Setor 27
33.963	Tamanho do Setor 28
33.964	Tamanho do Setor 29
33.965	Tamanho do Setor 30
33.966	Tamanho do Setor 31
33.967	Tamanho do Setor 32
33.968	Tamanho do Setor 33
33.969	Tamanho do Setor 34

**4.9. Temperatura**

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
39.001, 39.002	Temp-Graus	Temperatura em graus Celsius	IEEE 32-bit float point
39.003, 39.004	Temp-ADC	Temperatura valor lido do ADC	IEEE 32-bit float point

**4.10. Entradas Analógicas**

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
39.021, 39.022	Analn1-Value	Entrada Analógica 1 - valor	IEEE 32-bit float point
39.023, 39.024	Analn1-ADC	Entrada Analógica 1 - adc	IEEE 32-bit float point
39.025, 39.026	Analn2-Value	Entrada Analógica 2 - valor	IEEE 32-bit float point
39.027, 39.028	Analn2-ADC	Entrada Analógica 2 - adc	IEEE 32-bit float point

**4.11. MAC Address**

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
39.501, 39.502, 39.503	MAC	MAC Address do equipamento	(MSB, ..., LSB)

**4.12. Energias - Módulo Solar**

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
39.601, 39.602	EA+	Energia Ativa Positiva (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
39.603, 39.604	EA-	Energia Ativa Negativa(KVArh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
39.605, 39.606	EA+ Restante	Energia Ativa Positiva restante (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
39.607, 39.608	EA+ média diária	Energia Ativa Positiva média diária (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
39.609, 39.610	EA+ média do histórico	Energia Ativa Positiva média do histórico (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
39.611, 39.612	EA+ ciclo 1	Energia Ativa Positiva do ciclo 1 (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
39.613, 39.614	EA+ ciclo 2	Energia Ativa Positiva do ciclo 2 (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
39.615, 39.616	EA+ ciclo 3	Energia Ativa Positiva do ciclo 3 (KWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)

**4.13. Datas - Módulo Solar**

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
39.701	Dia e Mês	Dia (LSB) e Mês (MSB)	BCD
39.702	Ano	Ano (LSB) e Ano (MSB)	BCD
39.703	Dias do ciclo	Dias decorridos (LSB) e dias restantes (MSB)	BCD

**4.14. Status - Módulo Solar**

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
39.711	Status*	Status da carga	Uint 16-bit

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

D0 - Carga ligada ou desligada (0 - Desligada / 1 - Ligada)

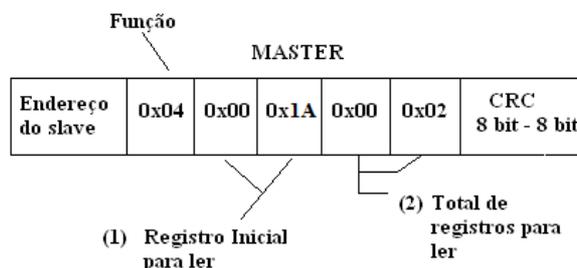
D1 - D15 – Reservado

**4.15. Desligamentos - Módulo Solar**

ENDEREÇO	REG.	DESCRIÇÃO	FORMATO
39.721	Desligamentos	Nº de desligamentos da carga	Uint 16-bit

## Exemplo:

Os frames desta função para master e slave são:

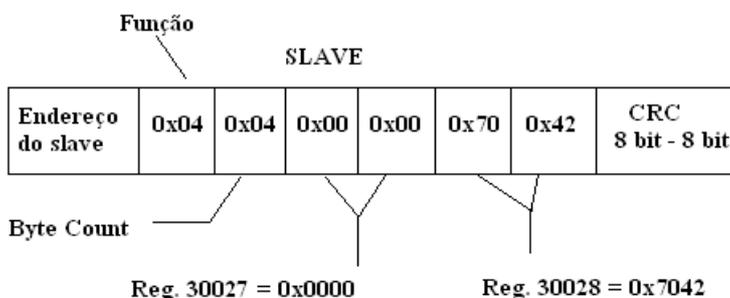


- (1) O registro inicial para ler é obtido removendo o indicativo (número 3) e subtraindo o resultado por 1. No exemplo, o registro 30027 (decimal) é transmitido como 0x001A (hexadecimal):

30027 → 00027 → 00026 → 0x001A hexadecimal.

- (2) Total de registros que podem ser lidos.

### A resposta do Slave:



O registro byte count é igual ao total de registros a serem lidos vezes 2, pois cada registro possui 2 bytes.

No exemplo acima o master pediu uma leitura dos registros que contém a frequência da fase A (30027 e 30028) e obteve como resposta o valor 0x00007042 (IEEE 32-bit floating point). Convertendo esse valor para decimal temos que a Frequência medida pelo canal A é 60 Hz.

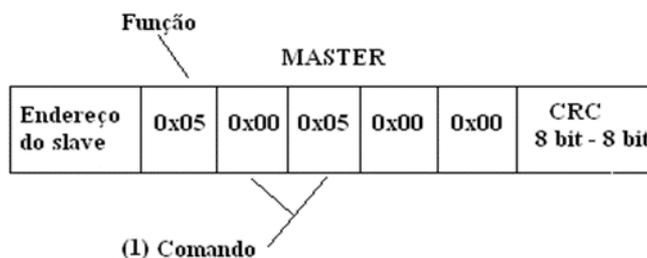
## 5. FORCE SINGLE COIL

Esta função permite executar os seguintes comandos no M-Box:

COMANDO	DESCRIÇÃO
001	Reseta DEMANDA ATIVA
002	Reseta DEMANDA APARENTE
003	Reseta MÁXIMA DEMANDA ATIVA
004	Reseta MÁXIMA DEMANDA APARENTE
005	Reseta ENERGIA ATIVA POSITIVA
006	Reinicializa Dispositivo
007	Sincroniza Cálculo da DEMANDA
021	Reseta contador da entrada digital EDP1
022	Reseta contador da entrada digital EDP2
023	Reseta contador da entrada digital EDP3
031	Liga/Desliga SD1 (0-desliga/1-liga)
032	Liga/Desliga SD2 (0-desliga/1-liga)
040	Reseta todas as ENERGIAS, DEMANDAS e contadores das entradas digitais
050	Reseta ENERGIA REATIVA POSITIVA
051	Reseta ENERGIA ATIVA NEGATIVA
052	Reseta ENERGIA REATIVA NEGATIVA
053	Reseta Mínimos e Máximos
080	Zera conteúdo da Memória de Massa

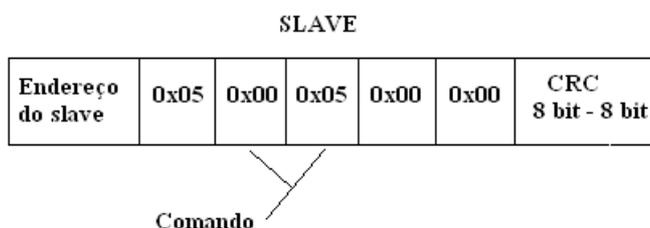
**Exemplo:** Usar o comando 06 (reinicialização de dispositivo).

Os frames desta função para o Master e Slave são:



(1) Este registro é obtido subtraindo 1 do comando desejado. No exemplo o comando 006 é enviado como 0x0005.

O Slave retorna uma cópia do frame recebido. Para o exemplo acima:



## 6. CÓDIGOS DE ERRO

O código de erro permite verificar a integridade do aparelho. Para obter toda a informação de códigos de erro, utilize a função “Read Input Register (0x04)”. Os códigos ocupam 1 registro de 16 bits. A seguir, descrição dos conteúdos dos bytes menos significativos (LSB) e mais significativos (MSB).

### LSB:

CÓDIGO (decimal)	DESCRIÇÃO
00	Funcionamento Correto.
01	Inversão de Fase ou Falta de Fase.
02	Erro Matemático.
08	Excedido o limite permitido para Urms e/ou Irms.
16	Sistema reinicializado incorretamente.
64	RTC – Bateria fraca.
128	Erro na Memória de Massa.

### MSB:

CÓDIGO (decimal)	DESCRIÇÃO
00	Funcionamento Correto.
01	Sistema sincronizando as Fases.
02	Fora da faixa de frequência.
08	Proteção de Firmware ativa.
32	Erro no módulo Bluetooth.
64	Erro no módulo Ethernet.

Observe que o código é binário, ou seja, pode haver uma combinação de códigos. Assim, um código de erro 09 identifica um código de erro 01 mais código 08.

## 7. READ EXCEPTION STATUS (0x07)

Utilizando esta função é possível consultar códigos de erro para o instrumento de modo direto. As informações retornadas são as mesmas presentes nos bytes menos significativos do registro 33901.

Os frames desta função para o master e o slave são:

### MASTER

Endereço de Slave	07	CRC 8 bit - 8 bit
-------------------	----	----------------------

### SLAVE

Endereço de Slave	07	Código	CRC 8 bit - 8 bit
-------------------	----	--------	----------------------

## 8. HOLDING REGISTER 40.007 “Configurações”

Através do Holding Register 40.007 (Configurações) é possível realizar as seguintes configurações:

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	----	----	----	----	----	----	----

BIT	DESCRIÇÃO	VALORES
D15	Reservado	0
D14	Reservado	0
D13	IoT	0 – desabilitado 1 - habilitado
D12	Configuração de SNTP	0 – Sincronismo desabilitado 1 – Sincronismo habilitado
D11	Configuração de IP	0 – Estático 1 – DHCP
D10	Tipo de buffer de armazenamento da Memória de Massa	0 – Circular 1 – Linear
D9	Seleção de Frequência	0 – 50Hz 1 – 60Hz
D8	Tipo de Agrupamento	0 – Subgrupo 1 – Grupo

BIT	DESCRIÇÃO	VALORES
D7	Reservado	0
D6	Reservado	0
D5	Reservado	0
D4-D3	Formato de dados	00 – 8N1 01 – 8N2 10 – 8E1 11 – 8O1
D2-D0	Baudrate	000 – 9.600 001 – 19.200 010 – 38.400 011 – 57600 100 – 115.200 (futuro)

\* As alterações só surtirão efeito quando o M-Box for reiniciado.

## 9. ENTRADAS E SAÍDAS DIGITAIS

A leitura do status das entradas e saídas digitais é realizada através da função “Read Input Status” solicitando os registros conforme mostra a tabela abaixo:

- Read Input Status (02):**

INPUT STATUS	DESCRIÇÃO
10.001	Status da entrada digital EDP1
10.002	Status da entrada digital EDP2
10.003	Status da saída digital SD1
10.004	Status da saída digital SD2
10.005	Status da entrada digital EDP3

O frame de resposta tem o seguinte formato:

MST:

Endereço	Função	Registro	Qty. registros	Checksum
01	02	00 00	00 01	B9 CA

SLV:

Endereço	Função	Qty. registros	Dado	Checksum
01	02	01	13	E0 45

O número de registros solicitados não influencia na composição da resposta do slave. A função retornará sempre um único byte, contendo o status de todos os registros, conforme ilustrado abaixo:

Dado							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

BIT	DESCRIÇÃO	VALORES
D0	Estado da entrada EDP-1	0 – Inativa    1 - Ativa
D1	Estado da entrada EDP-2	0 – Inativa    1 - Ativa
D2	Estado da saída SD1	0 – Inativa    1 - Ativa
D3	Estado da saída SD2	0 – Inativa    1 - Ativa
D4	Estado da entrada EDP-3	0 – Inativa    1 - Ativa

## 10. REPORT SLAVE ID (17)

Esta função permite identificar um modelo de medidor na rede, através de um código conhecido. Abaixo frames de mestre e escravo:

MASTER

Slave Address	0x11	CRC 8 bit - 8 bit
---------------	------	----------------------

SLAVE

Endereço do Slave	0x11	Byte Count	CÓDIGO	ON / OFF	0x18	XX	CRC
-------------------	------	------------	--------	----------	------	----	-----

Onde:

**Byte Count** = sempre 0x04

**Código** = Código do Dispositivo, Exemplo: **B0** – M-Box

**ON/OFF** = Versão Especial = Para modelo padrão, retorna **FF**.

**"18"** = Versão de Firmware = O número 18 representa versão 1.8 de firmware.

**XX** = Reservado

## 11. CONFIG ADDRESS (0/0X42)

Esta função permite configuração do endereço Modbus de um dispositivo, utilizando seu número de série como referência. Os endereços podem ser configurados de 1 a 247, sendo que cada peça deve assumir um valor exclusivo, ou seja, não devem existir endereços repetidos em uma rede RS-485.

Antes de realizar a modificação, pode-se utilizar a função "7" para identificar se o endereço que se deseja programar já está presente na rede. Para isso, na composição do frame da função "7", deve-se inserir o valor de interesse. Se não houver resposta, é sinal que o endereço escolhido não está sendo utilizado e pode ser configurado.

A seguir, conceito e exemplo de utilização:

## MASTER

0x00	0x42	Número de Série do Dispositivo 8 bit - 8 bit - 8 bit - 8 bit	Novo Endereço 8 bit	CRC 8 bit - 8 bit
------	------	---	------------------------	----------------------

No exemplo abaixo, a peça possui número de série 21000 e foi configurada com endereço "100".

## MASTER

0x00	0x42	0x00 0x00 0x52 0x08	0x64	CRC
------	------	---------------------	------	-----

O uso desta função não gera frame de resposta.