

**ÍNDICE**

<b>Capítulo</b>	<b>Página</b>
1 - Características	2
2 - Read Input Status	3
3 - Read Holding Register	3
4 - Configuração da Sequência de Ponto Flutuante	4
5 - Read Input Register (0x04H) – IEE 32 bit	5
6 - Force Single Coil	7
7 - Preset Single Register	8
8 - Read Exception Status	9
9 - Preset Multiple Register	10
10 - Report Slave ID	11
11 - Config Address	11
12 - Read Input Register – UINT 16/32 bits e INT 16/32 bits	12
12.1 - Tratamento para os Registros UINT 16/32 bits	13
12.2 - Tratamento para os Registros INT 16/32 bits	21
13 - Timing Protocolo Modbus	30
14 - Conversão IEE-754 Float Point 32-bit Para Decimal	31

## 1. CARACTERÍSTICAS

A comunicação baseada no protocolo MODBUS possibilita a conexão com até 247 instrumentos numa rede RS-485.

INSTRUMENTO	BAUD RATE	PARIDADE	STOP BITS
Mult-K	9600/19200 38400/57600	Nenhuma, par ou ímpar.	1 or 2
Mult-K Plus			
Transdutor Mult-K 05			
Transdutor Mult-K 120			
Mult-K Grafic			
Mult-K C			

- Protocolo Disponível: MODBUS- RTU
- Bits de Dados: 8
- RTU (Remote Terminal Unit): Modo de transmissão no qual os dados são transmitidos como caracteres de 8 bits.

Para a família Mult-K, o usuário pode configurar os parâmetros de comunicação serial através da IHM (Mult-K / Mult-K Plus / Mult-K Grafic) ou via interface serial (Todos modelos).

### 1.1. DETALHES DO PROTOCOLO MODBUS

#### Funções MODBUS:

As funções do protocolo Modbus implementadas para o **Mult-K** são:

- Read Input Status (0x02H)
- Read Holding Register (0x03H)
- Read Input Register (0x04H)
- Force Single Coil\* (0x05H)
- Preset Single Register\* (0x06H)
- Read Exception Status (0x07H)
- Preset Multiple Register\* (0x10H)
- Report Slave ID (0x11H)
- Read File Record (0x14H)

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

#### Funções ESPECIAIS:

- Config Address (0x42H)
- Read Address (0x71H)
- Read Partidas (0x75H)
- Report Slave Id Kron (0x76H)

## 2. READ INPUT STATUS (0x02H)

Esta função permite ler o status das entradas e saídas digitais do modelo Mult-K 120:

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

## 3. READ HOLDING REGISTERS (0x03H)

Registros lidos via função "Read Holding Register (3)" e escritos via funções "Preset Single Register (6)" ou "Preset Multiple Register (16)". Para cada requisição, podem ser lidos até 12 registros e podem ser escritos até 10 registros.

### HOLDING REGISTERS – BLOCO PADRÃO:

São os registros de configuração do instrumento, disponíveis para ajuste de constantes.

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-hora 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	*	*

\*Através do Holding Register 40.007 é possível modificar as configurações para comunicação. A interface serial é configurada a partir dos bytes mais significativos do registro, conforme descrito abaixo:

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

D15 – D13 – reservado.

**D12 – D11** – configuração de formato do carácter (stop bits e paridade).

D10 – reservado.

**D9 – D8** – configuração de baudrate.

### CONFIGURAÇÃO DO FORMATO DO CARACTER:

D12	D11	Formato	Denominação	Paridade	Stop bits
0	0	10 bits	8N1	Nenhuma	1
0	1	11 bits	8N2	Nenhuma	2
1	0	11 bits	8E1	Par	1
1	1	11 bits	8O1	Ímpar	1

### CONFIGURAÇÃO DE BAUDRATE:

D9	D8	Baudrate (bps)
0	0	9600
0	1	19200
1	0	38400
1	1	57600

**\*Disponível apenas para Mult-K 05, Mult-K 120 e Mult-K 30Wh.**

Obs: Para configuração do Mult-K 05 com duas saídas seriais, a segunda interface segue a mesma metodologia descrita anteriormente, porém utilizando os bits de D7 a D0. Em caso de dúvidas, favor consultar suporte técnico.

**4. CONFIGURAÇÃO DA SEQUÊNCIA DO PONTO FLUTUANTE**

A sequência de envio das grandezas elétricas no formato ponto flutuante pode ser configurada no Holding Register 40.301. Quando o modelo do aparelho for o Mult-K 05 com 2 Seriais, teremos 2 Holding Registers: 40.301 relativo a serial 1 e 40.302 relativo a serial 2, totalmente independentes. Na inicialização do aparelho e no instante de enviar a grandeza no formato ponto flutuante, ocorrerá uma verificação no valor destes Holding Registers. Somente será permitida a combinação entre os valores 0, 1, 2 e 3, sem repetição. Sempre que houver um valor inválido, a configuração padrão KRON será gravada na memória nestes Holding Registers.

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO
40.301	Sequência do Ponto Flutuante
40.302*	Sequência do Ponto Flutuante (2ª serial)

\* Disponível apenas para Mult-K 05 com 2 seriais.

**Exemplos:**

40.301 (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

O registro 40.301 está disponível para leitura e escrita para os modelos e versões presentes na tabela abaixo:

MODELO	VERSÃO DO FIRMWARE
Mult-K	A partir da versão V2.4
Mult-K 05	A partir da versão V2.0
Mult-K 120	A partir da versão V2.1
Mult-K 120 E-01	A partir da versão V2.1
Mult-K Plus	A partir da versão V3.0
Mult-K Grafic	A partir da versão V1.1
Mult-K C	A partir da versão V1.0

**IMPORTANTE: A configuração da sequência de ponto flutuante não está disponível para versões especiais dos medidores. Exemplo: Mult-K Plus E-10 e Mult-K Plus E-13.**

**5. READ INPUT REGISTERS (0x04) - IEEE 32-bit**
**Grandezas Elétricas:** podem ser lidos até 94 registros de uma única vez (de 30001 a 30094).

Endereço (PLC)	REG # (HEX)		DESCRIÇÃO	TIPO	RANGE
30001, 30002	0x00	NS	Número de Série	Unsigned int 32-bit (MSB,LSB)	
30003, 30004	0x02	U0	Tensão Trifásica (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30005, 30006	0x04	I0	Corrente Trifásica (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30007, 30008	0x06	FP	Fator de Potência Trifásico	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30009, 30010	0x08	S0	Potência Aparente Trifásica (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30011, 30012	0x0A	Q0	Potência Reativa Trifásica (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30013, 30014	0x0C	P0	Potência Ativa Trifásica (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30015, 30016	0x0E	F	Frequência (Hz)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30017, 30018	0x10	U1N	Tensão Linha-Neutro 1 (V)****	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30019, 30020	0x12	U2N	Tensão Linha-Neutro 2 (V)****	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30021, 30022	0x14	U3N	Tensão Linha-Neutro 3 (V)****	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30023, 30024	0x16	I1	Corrente Linha 1 (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30025, 30026	0x18	I2	Corrente Linha 2 (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30027, 30028	0x1A	I3	Corrente Linha 3 (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30029, 30030	0x1C	P1	Potência Ativa Linha 1 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30031, 30032	0x1E	P2	Potência Ativa Linha 2 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30033, 30034	0x20	P3	Potência Ativa Linha 3 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30035, 30036	0x22	Q1	Potência Reativa Linha 1 (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30037, 30038	0x24	Q2	Potência Reativa Linha 2 (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30039, 30040	0x26	Q3	Potência Reativa Linha 3 (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30041, 30042	0x28	S1	Potência Aparente Linha 1 (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30043, 30044	0x2A	S2	Potência Aparente Linha 2 (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30045, 30046	0x2C	S3	Potência Aparente Linha 3 (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30047, 30048	0x2E	FP1	Fator de Potência Linha 1	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30049, 30050	0x30	FP2	Fator de Potência Linha 2	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30051, 30052	0x32	FP3	Fator de Potência Linha 3	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30053, 30054	0x34	EA+	Energia Ativa Positiva (kWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	0,0 a 99.999.999,0
30055, 30056	0x36	ER+	Energia Reativa Positiva (kVArh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	0,0 a 99.999.999,0
30057, 30058	0x38	EA-	Energia Ativa Negativa (kWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	0,0 a 99.999.999,0
30059, 30060	0x3A	ER-	Energia Reativa Negativa (kVArh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	0,0 a 99.999.999,0
30061, 30062	0x3C	MDA	Max. Demanda Ativa (kW)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30063, 30064	0x3E	DA	Demanda Ativa (kW)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30065, 30066	0x40	MDS	Max. Demanda Aparente (kVA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30067, 30068	0x42	DS	Demanda Aparente (kVA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30085, 30086	0x54	U12	Tensão Linha-Linha 12 (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30087, 30088	0x56	U23	Tensão Linha-Linha 23 (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30089, 30090	0x58	U31	Tensão Linha-Linha 31 (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30091, 30092	0x5A	Umax	Max. Tensão Trifásica (V)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30093, 30094	0x5C	Imax	Max. Corrente Trifásica (A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30095, 30096	0x5E	EDP-1	Contador EDP-1 ***	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30097, 30098	0x60	EDP-2	Contador EDP-2***	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30099, 30100	0x62	EAP	Contador Parcial de Energia**(kWh)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30101, 30102	0x64		Corrente de Neutro*(A)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)	
30201	0xC8	THDU 1	THD – Tensão Linha 1	Inteiro 16-bit (MSB, LSB)	Escala: x 0,1
30202	0xC9	THDU 2	THD – Tensão Linha 2	Inteiro 16-bit (MSB, LSB)	
30203	0xCA	THDU 3	THD – Tensão Linha 3	Inteiro 16-bit (MSB, LSB)	
30204	0xCB	THDI 1	THD – Corrente Linha 1	Integer 16-bit (MSB, LSB)	
30205	0xCC	THDI 2	THD – Corrente Linha 2	Integer 16-bit (MSB, LSB)	
30206	0xCD	THDI 3	THD – Corrente Linha 3	Integer 16-bit (MSB, LSB)	
30.221	0xDD	Erro	Código de Erro	Int 8-bit (MSB=0,LSB)	

\*Válido somente para Mult-K Plus a partir da versão 3.0 de firmware e para Mult-K Grafic e Mult-K C

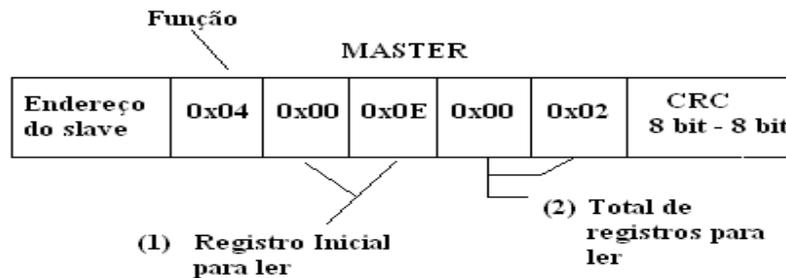
\*\* Válido somente para Mult-K 05 e Mult-K 120

\*\*\* Válido somente para Mult-K 120

\*\*\*\* Por questões de compatibilidade com a linha MKM, as **tensões fase-fase lidas em sistemas delta (TL-48 ou TL-49) são armazenadas nestes registros.**

Exemplo:

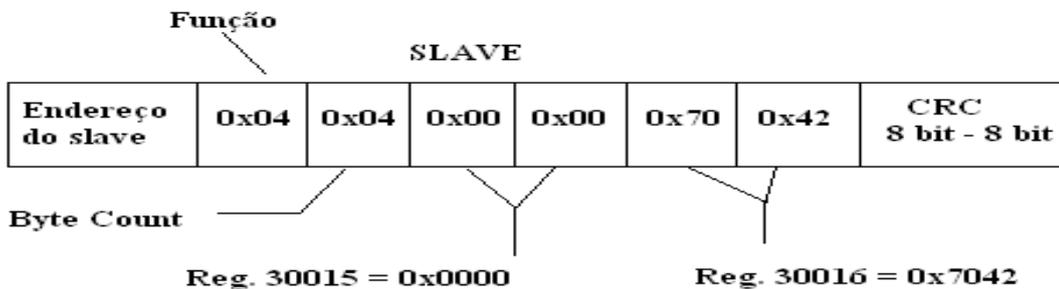
Os frames desta função para master e slave são:



(1) O registro inicial para leitura é obtido removendo o indicativo (número 3) e subtraindo o resultado por 1. No exemplo, o registro 30015 (decimal) é transmitido como 0x000E (hexadecimal):  $30015 = 00015 = 00014 = 0x000E$  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 (30015 e 30016) e obteve como resposta o valor 0x00007042 (IEEE 32-bit floating point). Convertendo esse valor para decimal temos que FREQUÊNCIA = 60 Hz.

**Somente Mult-K Grafic e Mult-K C**

Grandezas Elétricas: Valores Mínimos e Máximos

ENDEREÇO (MÍNIMO)	ENDEREÇO (MÁXIMO)	DESCRIÇÃO		TIPO
30.403, 30.404	30.703, 30.704	U	Tensão Trifásica (V) **	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.405, 30.406	30.705, 30.706	I	Corrente Trifásica (A) **	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.407, 30.408	30.707, 30.708	FP	Fator de Potência Trifásico	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.409, 30.410	30.709, 30.710	S	Potência Aparente Trifásica (VA)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.411, 30.412	30.711, 30.712	Q	Potência Reativa Trifásica (VAr)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.413, 30.414	30.713, 30.714	P	Potência Ativa Trifásica (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.415, 30.416	30.715, 30.716	F	Frequência (Hz)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)

ENDEREÇO (MÍNIMO)	ENDEREÇO (MÁXIMO)	DESCRIÇÃO		TIPO
30.417, 30.418	30.717, 30.718	U1	Tensão Linha 1 (V) **	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.419, 30.420	30.719, 30.720	U2	Tensão Linha 2 (V) **	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.421, 30.422	30.721, 30.722	U3	Tensão Linha 3 (V) **	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.423, 30.424	30.723, 30.724	I1	Corrente Linha 1 (A)**	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.425, 30.426	30.725, 30.726	I2	Corrente Linha 2 (A)**	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.427, 30.428	30.727, 30.728	I3	Corrente Linha 3 (A)**	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.429, 30.430	30.729, 30.730	P1	Potência Ativa Linha 1 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.431, 30.432	30.731, 30.732	P2	Potência Ativa Linha 2 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.433, 30.434	30.733, 30.734	P3	Potência Ativa Linha 3 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.435, 30.436	30.735, 30.736	Q1	Potência Reativa Linha 1 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.437, 30.438	30.737, 30.738	Q2	Potência Reativa Linha 2 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.439, 30.440	30.739, 30.740	Q3	Potência Reativa Linha 3 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.441, 30.442	30.741, 30.742	S1	Potência Aparente Linha 1 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.443, 30.444	30.743, 30.744	S2	Potência Aparente Linha 2 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.445, 30.446	30.745, 30.746	S3	Potência Aparente Linha 3 (W)	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.447, 30.448	30.747, 30.748	FP1	Fator de Potência Linha 1	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.449, 30.450	30.749, 30.750	FP2	Fator de Potência Linha 2	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.451, 30.452	30.751, 30.752	FP3	Fator de Potência Linha 3	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.485, 30.486	30.785, 30.786	U12	Tensão Fase/Fase 12 (V)**	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.487, 30.488	30.787, 30.788	U23	Tensão Fase/Fase 23 (V)**	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.489, 30.490	30.789, 30.790	U31	Tensão Fase/Fase 31 (V)**	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)
30.501, 30.502	30.801, 30.802	Ineutro	Corrente de Neutro (A)**	IEEE 32-bit fp (F2,F1,F0,EXP)

\*\* Disponíveis também para o Mult-K Plus a partir da versão 3.0 de firmware

## 6. FORCE SINGLE COIL (05)

COMANDO	REG HEX#	DESCRIÇÃO
001	0x00	Zera Demanda Ativa (DA)
002	0x01	Zera Demanda Aparente (DS)
003	0x02	Zera Máxima Demanda Ativa (MDA)
004	0x03	Zera Máxima Demanda Aparente (MDS)
005	0x04	Zera Energia Ativa Positiva(EA+)
006	0x05	Reinicializa Dispositivo
007	0x06	Sincronização do Cálculo de Demanda
021	0x14	Reinicia contador de entrada digital (EDP-1)
022	0x15	Reinicia contador de entrada digital (EDP-2)
031	0x1E	Liga/Desliga Saída Digital (SD-1) (0 – Desliga 1 – Liga)
032	0x1F	Liga/Desliga Saída Digital (SD-2) (0 – Desliga 1 – Liga)
040	0x27	Zera todas Energias, todas Demandas, Contadores parciais de energia* e Contadores das entradas digitais EDP-1 e EDP-2**
050	0x31	Zera Energia Reativa Positiva (ER+)
051	0x32	Zera Energia Ativa Negativa (EA-)
052	0x33	Zera Energia Reativa Negativa (ER-)
053	0x34	Zera Max. Tensão / Corrente
054	0x35	Reinicia o Contador Parcial de Energia
080	0x4F	<b>Limpa o conteúdo da memória de massa ***</b>

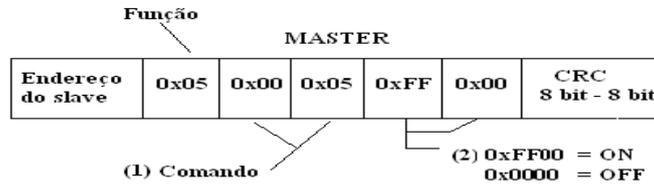
\* Somente para **Mult-K 120** e **Mult-K 05**

\*\* Somente para **Mult-K 120**

\*\*\* Somente para o **Mult-K Plus** e **Mult-K Grafic**

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

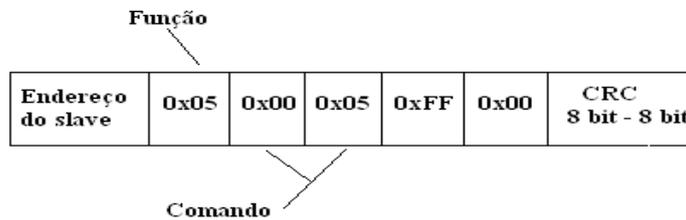
Os frames desta função para o Master e Slave são:



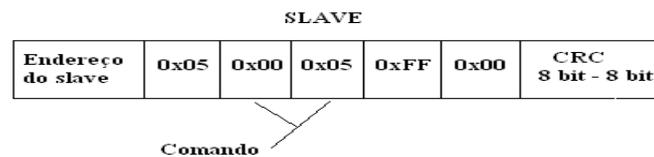
(1) Este registro é obtido subtraindo 1 do comando desejado. No exemplo, o comando 006 é enviado como 0x0005.

(2) Utilizado para ligar (0xFF00) ou desligar (0x0000) as saídas digitais. Ignorado pelos outros comandos.

Na prática, a mensagem enviada é:

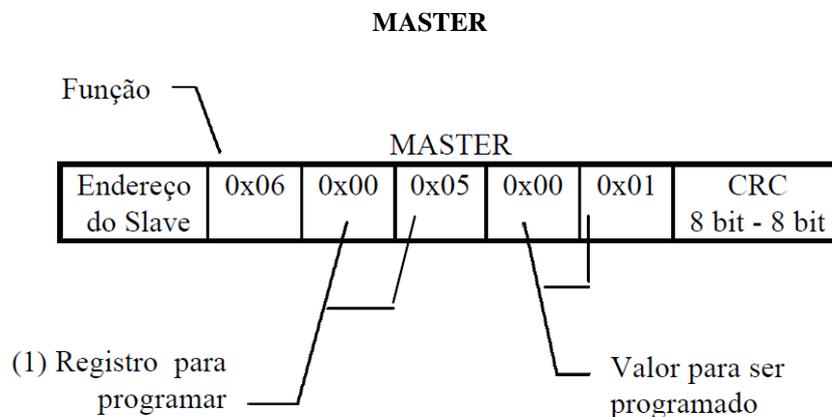


O Slave retorna uma cópia do frame recebido. Para o exemplo acima:

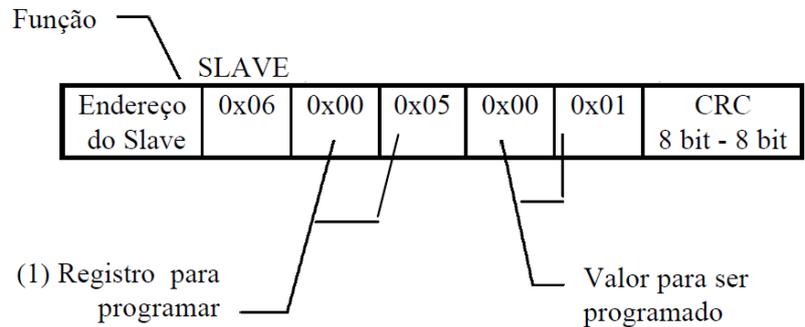


## 7. PRESET SINGLE REGISTER (06)

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 desta função 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.

## 8. READ EXCEPTION STATUS (07)

CODE	DESCRIÇÃO DO CÓDIGO DE ERRO
0x00	OK
0x01	Inversão de Fase ou Falta de fase (entradas de tensão)
0x02	Erro Matemático
0x04	Overflow na geração de pulso de energia
0x08	Excedido o limite permitido para Vrms e/ou Irms
0x16	Sistema reiniciado incorretamente
0x80	Falha na memória de massa. *

\* Somente para o **Mult-K Plus e Mult-K Grafic**.

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.

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

### MASTER

<b>Endereço de Slave</b>	<b>07</b>	<b>CRC 8 bit - 8 bit</b>
--------------------------	-----------	--------------------------

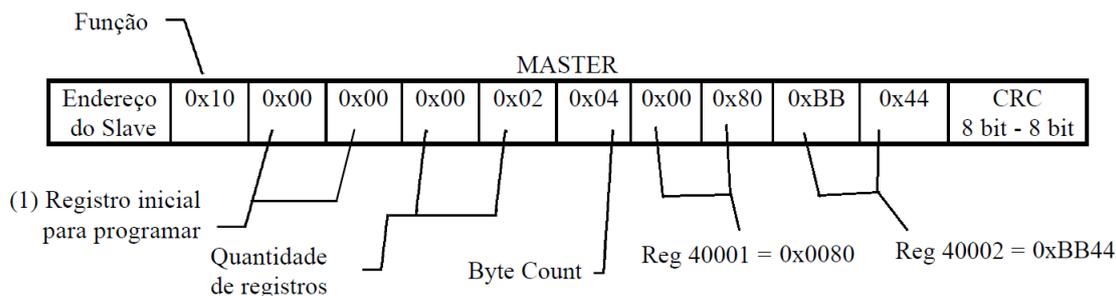
### SLAVE

<b>Endereço de Slave</b>	<b>07</b>	<b>Código</b>	<b>CRC 8 bit - 8 bit</b>
--------------------------	-----------	---------------	--------------------------

## 9. PRESET MULTIPLE REGISTER (16)

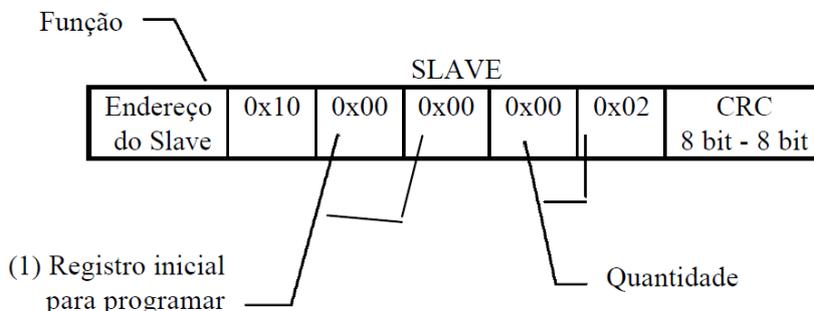
Esta função é utilizada para programar múltiplos holding registers. Exemplificando, a programação da constante TC utilizaria esta função, pois este parâmetro ocupa mais de um registro. Abaixo, exemplo de programação dos registros 40001 e 40002 (TP). Os frames desta função para dispositivos master e slave são:

### MASTER



(1) O registro para programar é obtido removendo o indicativo (número 4) e subtraindo o resultado por 1. No exemplo, o registro 40001 (decimal) é transmitido como 0x0000 (hexadecimal):  $40001 = 0001 = (0001 - 1) = 0000 = 0x0000$  hexadecimal. Na sequência, é necessário informar a quantidade de registros que serão programados e também o número de bytes equivalente. Os 4 bytes posteriores são preenchidos com o valor de interesse, codificado em ponto flutuante.

### SLAVE



No exemplo acima o **master** programou os registros referentes ao TP (40001 e 40002) como 1500 (IEEE 32-bit float pointing = 0x0080BB44).

Atenção: O frame transmitido pelo master não deve exceder 29 bytes.

## 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	XX	XX	CRC
-------------------	------	------------	--------	----------	----	----	-----

Onde:

**Byte Count** = sempre 0x04

**Código** = Código do Dispositivo, Exemplos: **96** – Mult- 120, **90** – Mult-K

**ON/OFF** = Versão Especial = Para as versões padrão, retorna **FF**. Para versões especiais, retorna complemento. Exemplo: **92 13** – Mult-K Plus E-13

**XX 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.

**12. READ INPUT REGISTERS (0x04) Registros UINT16/32 bits e INT 16/32 bits**

Os registros UINT16 ou UINT32 necessitam de tratamento para realizar a conversão dos valores para 16 bits.

REG.	DESCRIÇÃO	ENDEREÇO (UINT16 ou UINT32)	ENDEREÇO (INT16 ou INT32)
NS	Número de Série	38.301, 38.302	38.701, 38.702
EA+	Energia Ativa Positiva (KWh)	38.303, 38.304	38.703, 38.704
ER+	Energia Reativa Positiva(KVARh)	38.305, 38.306	38.705, 38.706
EA-	Energia Ativa Negativa (KWh)	38.307, 38.308	38.707, 38.708
ER-	Energia Reativa Negativa (KQh)	38.309, 38.310	38.709, 38.710
EAP*	Energia Ativa Positiva Parcial**	38.311, 38.312	38.711, 38.712
MDA	Máx. Demanda Ativa (KW)	38.313, 38.314	38.713, 38.714
DA	Demanda Ativa (KW)	38.315, 38.316	38.715, 38.716
MDS	Máx. Demanda Aparente (KVA)	38.317, 38.318	38.717, 38.718
DS	Demanda Aparente (KVA)	38.319, 38.320	38.719, 38.720
COD ERR	Código de Erro	38.321	38.721
U	Tensão Trifásica (V)	38.322	38.722
I	Corrente Trifásica (A)	38.323	38.723
FP	Fator de Potência Trifásico	38.324	38.724
S	Potência Aparente Trifásica (VA)	38.325	38.725
Q	Potência Reativa Trifásica (VAr)	38.326	38.726
P	Potência Ativa Trifásica (W)	38.327	38.727
F	FREQUÊNCIA (Hz)	38.328	38.728
U1	Tensão Linha 1 (V)	38.329	38.729
U2	Tensão Linha 2 (V)	38.330	38.730
U3	Tensão Linha 3 (V)	38.331	38.731
I1	Corrente Linha 1 (A)	38.332	38.732
I2	Corrente Linha 2 (A)	38.333	38.733
I3	Corrente Linha 3 (A)	38.334	38.734
P1	Potência Ativa Linha 1 (W)	38.335	38.735
P2	Potência Ativa Linha 2 (W)	38.336	38.736
P3	Potência Ativa Linha 3 (W)	38.337	38.737
Q1	Potência Reativa Linha 1 (VAr)	38.338	38.738
Q2	Potência Reativa Linha 2 (VAr)	38.339	38.739
Q3	Potência Reativa Linha 3 (VAr)	38.340	38.740
S1	Potência Aparente Linha 1 (VA)	38.341	38.741
S2	Potência Aparente Linha 2 (VA)	38.342	38.742
S3	Potência Aparente Linha 3 (VA)	38.343	38.743
FP1	Fator de Potência Linha 1	38.344	38.744
FP2	Fator de Potência Linha 2	38.345	38.745
FP3	Fator de Potência Linha 3	38.346	38.746
U12	Tensão Fase/Fase (A-B)	38.347	38.747
U23	Tensão Fase/Fase (B-C)	38.348	38.748
U31	Tensão Fase/Fase (C-A)	38.349	38.749
Umax	Máxima Tensão Trifásica.	38.350	38.750
Imax	Máxima Corrente Trifásica.	38.351	38.751
UANTHD	THD da Tensão da Fase 1.	38.352	38.752
UBNTHD	THD da Tensão da Fase 2.	38.353	38.753
UCNTHD	THD da Tensão da Fase 3.	38.354	38.754
IA THD	THD da Corrente da Fase 1.	38.355	38.755

IB THD	THD da Corrente da Fase 2.	38.356	38.756
IC THD	THD da Corrente da Fase 3.	38.357	38.757
Ineutro	Corrente de Neutro	38.358	38.758
EDP-1	Contador da EDP 1. **	38.359, 38.360	38.759, 38.760
EDP-2	Contador da EDP 2. **	38.361, 38.362	38.761, 38.762

\*\* Válido somente para Mult-K 120

## 12.1. TRATAMENTO PARA REGISTROS UINT16/UINT32

### 12.1.1 TRATAMENTO PARA AS TENSÕES:

Fundo de escala: 750,0 V.

Fator para correção da escala: 4,368933.

Escala: x10.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

TENSÃO	UINT 16	DECIMAL
750,0	0xFFFE	65534
375,0	0xBFFF	49151
1	0x802B	32811
0	0x8000	32768
-1	0x7FD5	32725
-375,0	0x4001	16385
-750,0	0x0002	2

Os dados acima excluem a presença de TP, porém como é possível verificar no exemplo abaixo a relação de transformação é considerada no cálculo do valor.

Exemplo para recuperar o valor das tensões:

TP – 440/110V

Fórmula:

$$\text{TENSÃO} = \frac{(\text{UINT16} - 32768) \times \text{TP}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 375,0 Volts, TP = 4,00):

$$\text{TENSÃO} = \frac{(49151 - 32768) \times 4,00}{10 \times 4,368933}$$

TENSÃO = 1499,954 V.

Se o valor for negativo (exemplo: -375,0Volts, TP = 1,00): Atenção: apenas para constar pois não ocorrem tensões negativas!

$$\text{TENSÃO} = \frac{(16385 - 32768) \times 4,00}{10 \times 4,368933}$$

TENSÃO = - 1499,954 V.

**12.1.2 TRATAMENTO PARA AS CORRENTES:****PARA TODOS OS MODELOS COM CORRENTE NOMINAL DE 5A:**

Fundo de escala: 7,5 A.

Fator para correção da escala: 4,368933.

Escala: x1000.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

CORRENTE	UINT16	DECIMAL
7,5	0xFFFE	35534
3,75	0xBFFF	49151
1	0x9110	37136
0	0x8000	32768
-1	0x6EFO	28400
-3,75	0x4001	16385
-7,50	0x0002	2

Os dados acima excluem a presença de TC, porém como é possível verificar no exemplo abaixo a relação de transformação é considerada no cálculo do valor.

**Exemplo para recuperar o valor das correntes:****Fórmula:**

$$\text{CORRENTE} = \frac{(\text{UINT16} - 32768) \times \text{TC}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 1 A, TC = 1,00):

$$\text{CORRENTE} = \frac{(37136 - 32768) \times 1,00}{1000 \times 4,368933}$$

CORRENTE = 0,9997 A.

Se o valor for negativo (exemplo: -1 A, TC = 1,00): Atenção: apenas para constar pois não ocorrem correntes negativas!

$$\text{CORRENTE} = \frac{(28400 - 32768) \times 1,00}{1000 \times 4,368933}$$

CORRENTE = -0,9997A

**PARA O TRANSDUTOR MULT-K CONFIGURADO PARA 120A (código do aparelho 0x96):**

Fundo de escala: 120,0 A.

Fator para correção da escala: 27,3058338.

Escala: x10.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

Os dados acima excluem a presença de TC.

Exemplo para recuperar o valor das correntes: utilizar a fórmula para a corrente, observando os valores do fator para correção da escala e a escala e assumindo TC como “1,00”

**PARA O TRANSDUTOR MULT-K 120A ESPECIAL E01 (código do aparelho 0x96, especial 01):**

Fundo de escala: 30,0 A.

Fator para correção da escala: 10,9223337.

Escala: x100.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

Os dados acima excluem a presença de TC, porém como é possível verificar no exemplo abaixo a relação de transformação é considerada no cálculo do valor.

Exemplo para recuperar o valor das correntes:

Fórmula:

$$\text{CORRENTE} = \frac{(\text{UINT16} - 32768) \times \text{TC}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Exemplo: (1 A, TC = 40,00)

$$\text{CORRENTE} = \frac{(33860 - 32768) \times 40,00}{100 \times 10,9223337}$$

CORRENTE = 39,991 A.

**12.1.3 TRATAMENTO PARA AS POTÊNCIAS (APARENTE, ATIVA E REATIVA):****PARA TODOS OS MODELOS COM CORRENTE NOMINAL DE 5A:**

Fundo de escala: 9742,5 VA, W ou Var.

Fator para correção da escala: 3,363305.

Escala: x1.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

POTÊNCIA	UINT16	DECIMAL
9742,5	0xFFFF	65535
4871,25	0xBFFF	49151
1	0x8003	32771
0	0x8000	32768
-1	0x7FFD	32765
-4871,25	0x4001	16385
-9742,5	0x0001	1

Os dados acima excluem a presença de TP e TC, porém como é possível verificar no exemplo abaixo que as relações de transformação são consideradas no cálculo do valor.

Fórmula:

$$\text{POTENCIA} = \frac{(\text{UINT16} - 32768) \times \text{TC} \times \text{TP}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Exemplo para recuperar o valor da potência aparente: (Atenção: não ocorre potência aparente negativa!)

Se o valor for positivo (exemplo: 9742,5 VA, TP = TC = 1,00):

$$\text{POTÊNCIA} = \frac{(65535 - 32768) \times 1,00 \times 1,00}{1 \times 3,363305}$$

POTÊNCIA = 9742,5 VA.

Exemplo para recuperar o valor da potência ativa: (Atenção: pode ocorrer potência ativa negativa!)

Se o valor for negativo (exemplo: -4871,25 W, TP = TC = 1,00):

$$\text{POTÊNCIA} = \frac{(16385 - 32768) \times 1,00 \times 1,00}{1 \times 3,363305}$$

POTÊNCIA = -4871,10 W.

Valem os mesmos tratamentos para a potência reativa, que pode assumir valores negativos também.

**PARA O TRANSDUTOR MULT-K CONFIGURADO PARA 120A (código do aparelho 0x96):**

Fundo de escala: 155884,5 VA, W ou Var.

Fator para correção da escala: 0,210200503.

Escala: x1.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

Os dados acima excluem a presença de TC.

Exemplo para recuperar o valor das potências: utilizar a fórmula para a potência, observando os valores do fator para correção da escala e a escala e assumindo TP e TC como “1,00”.

**PARA O TRANSDUTOR MULT-K 120A ESPECIAL E01 (código do aparelho 0x96, especial 01):**

Fundo de escala: 38971,0 VA, W ou Var.

Fator para correção da escala: 0,84080469.

Escala: x1.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

Os dados acima excluem a presença de TP e TC.

Exemplo para recuperar o valor das potências: utilizar a fórmula para a potência para os modelos com nominal de 5 A, observando os valores do fator para correção da escala e a escala.

**12.1.4 TRATAMENTO PARA A FREQUÊNCIA:**

Fundo de escala: 72,33 Hz.

Fator para correção da escala: 4,530209.

Escala: x100.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

FREQUÊNCIA	UINT16	DECIMAL
72,33	0xFFFF	65535
36,165	0xBFFF	49151
1	0x81C5	
0	0x8000	32768
-1	0x7E3B	
-36,165	0x4001	16385
-72,33	0x0001	1

Exemplo para recuperar o valor da FREQUÊNCIA:

Fórmula:

$$\text{FREQUÊNCIA} = \frac{(\text{UINT16} - 32768)}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 36,165 Hz):

$$\text{FREQUÊNCIA} = \frac{(49151 - 32768)}{100 \times 4,530209}$$

FREQUÊNCIA = 36,163 Hz.

Se o valor for negativo (exemplo: -36,165 Hz): Atenção: apenas para constar pois não ocorrem frequências negativas!

$$\text{FREQUÊNCIA} = \frac{(16385 - 32768)}{100 \times 4,530209}$$

FREQUÊNCIA = -36,163 Hz.

**12.1.5 TRATAMENTO PARA O FATOR DE POTÊNCIA:**

Fundo de escala: 1,00.

fator para correção da escala: 32,767.

Escala: x1000.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

FP	UINT16	DECIMAL
1	0xFFFF	65535
0,5	0xBFFF	49151
0	0x8000	32768
-0,5	0x4001	16385
-1	0x0001	1

Exemplo para recuperar o valor do fator de potência:

Fórmula:

$$\text{FATOR POT} = \frac{(\text{UINT16} - 32768)}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 1,00):

$$\text{FATOR POT} = \frac{(65535 - 32768)}{1000 \times 32,767}$$

FATOR POT = 1,00.

Se o valor for negativo (exemplo: -1,00):

$$\text{FATOR POT} = \frac{(1 - 32768)}{100 \times 4,530209}$$

FATOR POT = -1,00.

**12.1.6 TRATAMENTO PARA AS ENERGIAS (UINT32 – 32 BITS):**

Limite de energia medida pelo aparelho: 100 GWh ou GVarh.

Fator para correção da escala: não tem.

Escala: não têm. (Ativa em kWh e Reativa em kVarh).

Range positivo: de 0x80000001 a 0xFFFFFFFF.

Zero: 0x80000000.

Range negativo: de 0x00000000 a 0x7FFFFFFF.

Atenção: como a máxima energia medida é de 100G, o valor máximo positivo será 0x85F5E100 e o negativo será 0x7A0A1F00, mesmo com o range possibilitando uma representação maior.

ENERGIA	UINT32	DECIMAL
3.371.204,5 kWh	0x803370C4	2.150.854.852
9.320,050 kVarh	0x80002468	2.147.492.968
0	0x80000000	2.147.483.648
-5.538,394 kVarh	0x7FFFEA5E	2.147.478.110

Exemplo para recuperar o valor das energias:

Fórmula:

$$\text{ENERGIA} = \text{UINT32} - 2.147.483.648$$

ENERGIA ATIVA POSITIVA =  $2.150.854.852 - 2.147.483.648 = 3.371.204$  kWh.

ENERGIA REATIVA POSITIVA =  $2.147.492.968 - 2.147.483.648 = 9.320$  kVarh.

ENERGIA REATIVA NEGATIVA =  $2.147.478.110 - 2.147.483.648 = -5.538$  kVarh

### 12.1.7 TRATAMENTO PARA AS DEMANDAS (UINT32 – 32 BITS):

Limite da demanda medida pelo aparelho: 999 GW ou GVA.

Fator para correção da escala: não tem.

Escala: não têm. (Ativa em kW e Aparente em kVA).

Range positivo: de 0x80000001 a 0xFFFFFFFF.

Zero: 0x80000000.

Range negativo: de 0x00000000 a 0x7FFFFFFF.

Atenção: como a máxima demanda medida é de 999G, o valor máximo positivo será 0xBB9AC9CE e o negativo será 0x44653632, mesmo com o range possibilitando uma representação maior.

DEMANDA	UINT32	DECIMAL
24.569.602,0 kVA	0x8176E702	2.172.053.250
24.569.320,0 kW	0x8176E5E8	2.172.052.968
0	0x80000000	2.147.483.648

Exemplo para recuperar o valor das demandas:

Fórmula:

$$\text{DEMANDA} = \text{UINT32} - 2.147.483.648$$

DEMANDA APARENTE =  $2.172.053.250 - 2.147.483.648 = 24.569.602$  kVA.

DEMANDA ATIVA =  $2.172.052.968 - 2.147.483.648 = 24.569.320$  kW.

Atenção: não ocorrem valores negativos para as demandas.

### 12.1.8 TRATAMENTO PARA O NÚMERO DE SÉRIE (UINT32 – 32 BITS):

Fórmula:

$$\text{NUM. SÉRIE} = \text{UINT32} - 2.147.483.648$$

Atenção: não ocorrem valores negativos.

**12.1.9 TRATAMENTO PARA AS THD's:**

Fundo de escala: 3276,7 %.

Fator para correção da escala: não têm.

Escala: x10.

Range positivo: de 0x8001 a 0xFFFF.

Zero: 0x8000.

Range negativo: de 0x0000 a 0x7FFF.

THD	UINT16	DECIMAL
100,0	0x83E8	33768
1,5	0x800F	32783
0	0x8000	32768
-1,5	0x7FF1	32753
-100,0	0x7C18	31768

Exemplo para recuperar o valor das THD's:

Fórmula:

$$\text{THD} = \frac{(\text{UINT16} - 32768)}{\text{escala}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 100,0 %):

$$\text{THD} = \frac{(33768 - 32768)}{10}$$

THD = 100,0 %.

Se o valor for negativo (exemplo: -1,5 %): Atenção: apenas para constar pois não ocorrem THD's negativas!

$$\text{THD} = \frac{(32753 - 32768)}{10}$$

THD = -1,5 %.

**12.1.10 TRATAMENTO PARA O CÓDIGO DE ERRO:**

Fórmula:

$$\text{CÓD. ERRO} = \text{UINT16} - 32768$$

Atenção: não ocorrem valores negativos.

**12.1.11 TRATAMENTO PARA OS CONTADORES DAS EDP's (UINT32 – 32 BITS):**

Observação: os contadores das entradas digitais de pulso (EDP's) estão disponíveis apenas no transdutor MULT-K 120A (normal ou especial E01).

Limite da contagem dos pulsos: 9.999.999 pulsos.

Fator para correção da escala: não tem.

Escala: não têm.

Range positivo: de 0x80000001 a 0xFFFFFFFF.

Zero: 0x80000000.

Range negativo: de 0x00000000 a 0x7FFFFFFF.

Atenção: como a máxima contagem é de 9.999.999, o valor máximo positivo será 0x8098967F. Não ocorrem valores negativos.

EDP	UINT32	DECIMAL
9.999.999 pulsos	0x8098967F	2.157.483.647
50 pulsos	0x80000032	2.147.483.698
0	0x80000000	0

Exemplo para recuperar o valor das EDP's (Contadores das Entradas Digitais de pulso):

Fórmula:

$$EDP = \text{UINT32} - 2.147.483.648$$

Atenção: não ocorrem valores negativos.

**12.2. TRATAMENTO PARA REGISTROS INT16/INT32 (SIGNED)****12.2.1 TRATAMENTO PARA AS TENSÕES:**

Fundo de escala: 750,0 V.

Fator para correção da escala: 4,368933.

Escala: x10.

Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.

Zero: 0x0000.

Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

TENSÃO	INT16	DECIMAL
750,0	0x7FFE	32766
375,0	0x3FFF	16383
1	0x002B	43
0	0x0000	0
-1	0xFFD5	-43
-375,0	0xC001	-16383
-750,0	0x8002	-32766

Os dados acima excluem a presença de TP, porém como é possível verificar no exemplo abaixo a relação de transformação é considerada no cálculo do valor.

Exemplo para recuperar o valor das tensões:

Fórmula:

$$\text{TENSÃO} = \frac{\text{INT16} \times \text{TP}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 375,0 Volts, TP = 1,00):

$$\text{TENSÃO} = \frac{16383 \times 1,00}{10 \times 4,368933}$$

TENSÃO = 374,988 V.

Se o valor for negativo (exemplo: -375,0Volts, TP = 1,00): Atenção: apenas para constar pois não ocorrem tensões negativas!

$$\text{TENSÃO} = \frac{-16383 \times 1,00}{10 \times 4,368933}$$

TENSÃO = - 374,988 V.

### 12.2.2 TRATAMENTO PARA AS CORRENTES:

#### PARA TODOS OS MODELOS COM CORRENTE NOMINAL DE 5A:

Fundo de escala: 7,5 A.

Fator para correção da escala: 4,368933.

Escala: x1000.

Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.

Zero: 0x0000.

Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

CORRENTE	INT16	DECIMAL
7,5	0x7FFE	32766
3,75	0x3FFF	16383
1	0x1110	4368
0	0x0000	0
-1	0xEEFO	-4368
-3,75	0xC001	-16383
-7,50	0x8002	-32766

Os dados acima excluem a presença de TC, porém como é possível verificar no exemplo abaixo a relação de transformação é considerada no cálculo do valor.

Exemplo para recuperar o valor das correntes:

Fórmula:

$$\text{CORRENTE} = \frac{\text{INT16} \times \text{TC}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 1 A, TC = 1,00):

$$\text{CORRENTE} = \frac{4368 \times 1,00}{1000 \times 4,368933}$$

CORRENTE = 0,9997 A.

Se o valor for negativo (exemplo: -1 A, TC = 1,00): Atenção: apenas para constar pois não ocorrem correntes negativas!

$$\text{CORRENTE} = \frac{-4368 \times 1,00}{1000 \times 4,368933}$$

CORRENTE = -0,9997A.

**PARA O TRANSDUTOR MULT-K CONFIGURADO PARA 120A (código do aparelho 0x96):**

Fundo de escala: 120,0 A.

Fator para correção da escala: 27,3058338.

Escala: x10.

Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.

Zero: 0x0000.

Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

Os dados acima excluem a presença de TC.

Exemplo para recuperar o valor das correntes: utilizar a fórmula para a corrente, observando os valores do fator para correção da escala e a escala e assumindo TC como "1,00".

**PARA O TRANSDUTOR MULT-K 120A ESPECIAL E01 (código do aparelho 0x96, especial 01):**

Fundo de escala: 30,0 A.

Fator para correção da escala: 10,9223337.

Escala: x100.

Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.

Zero: 0x0000.

Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

Os dados acima excluem a presença de TC.

Exemplo para recuperar o valor das correntes: utilizar a fórmula para a corrente para os modelos com nominal de 5 A, observando os valores do fator para correção da escala e a escala.

**12.2.3 TRATAMENTO PARA AS POTÊNCIAS (APARENTE, ATIVA E REATIVA):****PARA TODOS OS MODELOS COM CORRENTE NOMINAL DE 5A:**

Fundo de escala: 9742,5 VA, W ou Var.

Fator para correção da escala: 3,363305.

Escala: x1.

Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.

Zero: 0x0000.

Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

POTÊNCIA	INT16	DECIMAL
9742,5	0x7FFF	32767
4871,25	0x3FFF	16383
1	0x0003	3
0	0x0000	0
-1	0xFFFFD	-3
-4871,25	0xC001	-16383
-9742,5	0x8001	-32767

Os dados acima excluem a presença de TP e TC, porém como é possível verificar no exemplo abaixo que as relações de transformação são consideradas no cálculo do valor.

Fórmula:

$$\text{POTENCIA} = \frac{\text{INT16} \times \text{TC} \times \text{TP}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Exemplo para recuperar o valor da potência aparente: (Atenção: não ocorre potência aparente negativa!)

Se o valor for positivo (exemplo: 9742,5 VA, TP = TC = 1,00):

$$\text{POTÊNCIA} = \frac{32767 \times 1,00 \times 1,00}{1 \times 3,363305}$$

POTÊNCIA = 9742,5 VA.

Exemplo para recuperar o valor da potência ativa: (Atenção: pode ocorrer potência ativa negativa!)

Se o valor for negativo (exemplo: -4871,25 W, TP = TC = 1,00):

$$\text{POTÊNCIA} = \frac{-16383 \times 1,00 \times 1,00}{1 \times 3,363305}$$

POTÊNCIA = -4871,10 W.

Valem os mesmos tratamentos para a potência reativa, que pode assumir valores negativos também.

**PARA O TRANSDUTOR MULT-K CONFIGURADO PARA 120A (código do aparelho 0x96):**

Fundo de escala: 155884,5 VA, W ou Var.  
Fator para correção da escala: 0,210200503.  
Escala: x1.  
Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.  
Zero: 0x0000.  
Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

Os dados acima excluem a presença de TP e TC

Exemplo para recuperar o valor das potências: utilizar a fórmula para a potência, observando os valores do fator para correção da escala e a escala, assumindo TP e TC como “1,00”.

**PARA O TRANSDUTOR MULT-K 120A ESPECIAL E01 (código do aparelho 0x96, especial 01):**

Fundo de escala: 38971,0 VA, W ou Var.  
Fator para correção da escala: 0,84080469.  
Escala: x1.  
Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.  
Zero: 0x0000.  
Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

Os dados acima excluem a presença de TP e TC.

Exemplo para recuperar o valor das potências: utilizar a fórmula para a potência para os modelos com nominal de 5 A, observando os valores do fator para correção da escala e a escala.

**12.2.4 TRATAMENTO PARA A FREQUÊNCIA:**

Fundo de escala: 72,33 Hz.  
Fator para correção da escala: 4,530209.  
Escala: x100.  
Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.  
Zero: 0x0000.  
Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

FREQUÊNCIA	INT16	DECIMAL
72,33	0x7FFF	32767
36,165	0x3FFF	16383
1	0x01C5	453
0	0x0000	0
-1	0xFE3B	-453
-36,165	0xC001	-16383
-72,33	0x0001	-32767

Exemplo para recuperar o valor da FREQUÊNCIA:

Fórmula:

$$\text{FREQUÊNCIA} = \frac{\text{INT16}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 36,165 Hz):

$$\text{FREQUÊNCIA} = \frac{16383}{100 \times 4,530209}$$

FREQUÊNCIA = 36,163 Hz.

Se o valor for negativo (exemplo: -36,165 Hz): Atenção: apenas para constar pois não ocorrem FREQUÊNCIAS negativas!

$$\text{FREQUÊNCIA} = \frac{-16383}{100 \times 4,530209}$$

FREQUÊNCIA = -36,163 Hz.

#### 12.2.5 TRATAMENTO PARA O FATOR DE POTÊNCIA:

Fundo de escala: 1,00.

Fator para correção da escala: 32,767.

Escala: x1000.

Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.

Zero: 0x0000.

Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

FP	INT16	DECIMAL
1	0x7FFF	32767
0,5	0x3FFF	16383
0	0x0000	0
-0,5	0xC001	-16383
-1	0x8001	-32767

Exemplo para recuperar o valor do fator de potência:

Fórmula:

$$\text{FATOR POT} = \frac{\text{INT16}}{\text{escala} \times \text{fator}}$$

Se o valor for positivo (exemplo: 1,00):

$$\text{FATOR POT} = \frac{32767}{1000 \times 32,767}$$

FATOR POT = 1,00.

Se o valor for negativo (exemplo: -1,00):

$$\text{FATOR POT} = \frac{-32767}{100 \times 4,530209}$$

FATOR POT = -1,00.

### 12.2.6 TRATAMENTO PARA AS ENERGIAS (ATENÇÃO INT32 – 32 BITS):

Limite de energia medida pelo aparelho: 100 GWh ou GVarh.

Fator para correção da escala: não tem.

Escala: não têm. (Ativa em kWh e Reativa em kVarh)

Range positivo: de 0x00000001 a 0x7FFFFFFF.

Zero: 0x00000000.

Range negativo: de 0x80000000 a 0xFFFFFFFF.

Atenção: como a máxima energia medida é de 100G, o valor máximo positivo será 0x05F5E100 e o negativo será 0xFA0A1F00, mesmo com o range possibilitando uma representação maior.

ENERGIA	INT32	DECIMAL
3.371.204,5 kWh	0x003370C4	3.371.204
9.320,050 kVarh	0x00002468	9.320
0	0x00000000	0
-5.538,394 kVarh	0xFFFFEA5E	-5.538

Exemplo para recuperar o valor das energias:

Fórmula:

$$\text{ENERGIA} = \text{INT32}$$

ENERGIA ATIVA POSITIVA = 3.371.204 kWh.

ENERGIA REATIVA POSITIVA = 9.320 kVarh.

ENERGIA REATIVA NEGATIVA = -5.538 kVarh

### 12.2.7 TRATAMENTO PARA AS DEMANDAS (ATENÇÃO INT32 – 32 BITS):

Limite da demanda medida pelo aparelho: 999 GW ou GVA.

Fator para correção da escala: não tem.

Escala: não têm. (Ativa em kW e Aparente em kVA).

Range positivo: de 0x00000001 a 0x7FFFFFFF.

Zero: 0x00000000.

Range negativo: de 0x80000000 a 0xFFFFFFFF.

Atenção: como a máxima demanda medida é de 999G, o valor máximo positivo será 0x3B9AC9CE e o negativo será 0xC4653632, mesmo com o range possibilitando uma representação maior.

DEMANDA	INT32	DECIMAL
24.569.602,0 kVA	0x0176E702	24.569.602
24.569.320,0 kW	0x0176E5E8	24.569.320
0	0x00000000	0

Exemplo para recuperar o valor das demandas:

Fórmula:

$$\text{DEMANDA} = \text{INT32}$$

DEMANDA APARENTE = 24.569.602 kVA.

DEMANDA ATIVA = 24.569.320 kW.

Atenção: não ocorrem valores negativos para as demandas.

#### 12.2.8 TRATAMENTO PARA O NÚMERO DE SÉRIE (INT32 – BITS):

Fórmula:

$$\text{NUM. SÉRIE} = \text{INT32}$$

Atenção: não ocorrem valores negativos.

#### 12.2.9 TRATAMENTO PARA AS THD's:

Fundo de escala: 3276,7 %.

Fator para correção da escala: não têm.

Escala: x10.

Range positivo: de 0x0001 a 0x7FFF.

Zero: 0x0000.

Range negativo: de 0x8000 a 0xFFFF.

THD	UINT16	DECIMAL
100,0	0x03E8	1000
1,5	0x000F	15
0	0x0000	0
-1,5	0xFFFF1	-15
-100,0	0xFC18	-1000

Exemplo para recuperar o valor das THD's:

<p><u>Fórmula:</u></p> $\text{THD} = \frac{\text{INT16}}{\text{escala}}$
--

Se o valor for positivo (exemplo: 100,0 %):

$$\text{THD} = \frac{1000}{10}$$

THD = 100,0 %.

Se o valor for negativo (exemplo: -1,5 %): Atenção: apenas para constar pois não ocorrem THD's negativas!

$$\text{THD} = \frac{-15}{10}$$

THD = -1,5 %.

#### 12.2.10 TRATAMENTO PARA O CÓDIGO DE ERRO:

<p><u>Fórmula:</u></p> $\text{CÓD. ERRO} = \text{INT16}$
--

Atenção: não ocorrem valores negativos.

#### 12.2.11 TRATAMENTO PARA OS CONTADORES DAS EDP's (UINT32 – BITS):

Observação: os contadores das entradas digitais de pulso (EDP's) estão disponíveis apenas no transdutor MULT-K 120A (normal ou especial E01).

Limite da contagem dos pulsos: 9.999.999 pulsos.

Fator para correção da escala: não tem.

Escala: não têm.

Range positivo: de 0x00000001 a 0x7FFFFFFF.

Zero: 0x00000000.

Range negativo: de 0x80000000 a 0x7FFFFFFF.

Atenção: como a máxima contagem é de 9.999.999, o valor máximo positivo será 0x0098967F. Não ocorrem valores negativos.

EDP	INT32	DECIMAL
9.999.999 pulsos	0x0098967F	9.999.999
50 pulsos	0x00000032	50
0	0x00000000	0

Exemplo para recuperar o valor das EDP's (Contadores das Entradas Digitais de pulso):

Fórmula:

$$EDP = INT32$$

Atenção: não ocorrem valores negativos.

### 13. TIMING PROTOCOLO MODBUS

Os seguintes tempos devem ser respeitados na comunicação entre o Master e o Slave:

Ação	Equate
Retry para um mesmo slave	DELAY_RETRY_SEND_FRAME
Delay para iniciar a transmissão de um frame	DELAY_SEND_FRAME
Aguardar a recepção de um frame	TIMEOUT_RECEIVE_FRAME
Delay para transmitir um byte do frame	DELAY_SEND_BYTE
Aguardar a recepção de um byte do frame	TIMEOUT_RECEIVE_BYTE
Tempo para confirmar silêncio na rede	CONFIRM_SILENT

Independente da velocidade de comunicação, os seguintes tempos do master são sempre os mesmos:

DELAY_RETRY_SEND_FRAME	3 segundos
DELAY_SEND_FRAME	> 10 ms
TIMEOUT_RECEIVE_FRAME	1 segundo

Para 9600 bps, o master e o slave devem possuir os seguintes tempos:

DELAY	MASTER	SLAVE
DELAY_SEND_FRAME	> 10 ms	4 ms
TIMEOUT_RECEIVE_FRAME	1 segundo	∞
DELAY_SEND_BYTE	< 3 ms	1 ms
TIMEOUT_RECEIVE_BYTE	-	3 ms
CONFIRM_SILENT	-	3 ms

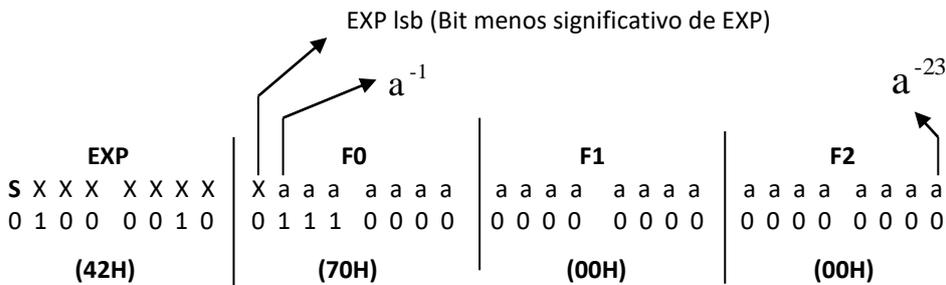
## 14. CONVERSÃO IEE-754 FLOAT POINT 32-bit PARA DECIMAL

EXP = Expoente;

F0, F1 e F2 = Mantissa, sendo F0 o byte mais significativo (MSB)

*Exemplo:* Supondo o valor 60,0 teremos F2 = 00H, F1 = 00H, F0 = 70H e EXP = 42H

**Cálculo:**  $A = (S) (2^e \cdot f)$



$e = eb - 7FH$  → Valor Fixo

$eb = X = 1000 | 0100 = 84H$

$\therefore e = 84H - 7FH = 05H$

→ Valor Fixo

$f = 2^0 + a^{-1} + a^{-2} + a^{-3} + a^{-4} + a^{-5} + a^{-6} \dots a^{-23}$

$f = 2^0 + 2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3} + 0^{-4} + 0^{-5} + 0^{-6} \dots 0^{-23}$

$f = 1 + 0,5 + 0,25 + 0,125$

$\therefore f = 1,875$

**Sinal:** Se S = 0 então valor é positivo (+), se S = 1 então valor é negativo (-)

$A = (S) (2^5 \cdot 1,875)$

$\therefore A = (+) (32 \cdot 1,875) = 60,0$

### Caso especial

Número	F2	F1	F0	EXP
0,0 (Zero)	00H	00H	00H	00H

### Exemplos de equivalência entre um número decimal e sua representação em ponto flutuante

Número	F2	F1	F0	EXP
1500,0	00H	80H	BBH	44H
60,0	00H	00H	70H	42H
10,42	52H	B8H	26H	41H