



Radioenge

Módulo IOT-Telemetria

Manual de Operação

Revisão - Julho de 2023

Sumário

1	Descrição	3
2	Especificação	4
3	Pinagem	5
4	Configuração	6
4.1	Protocolo de Comunicação	6
4.2	Protocolo tipo 1	7
4.2.1	Requisição de DevEui (0xA1)	7
4.2.2	Requisição de AppEui (0xA2)	8
4.2.3	Requisição de NwkSkey (0xA4)	8
4.2.4	Requisição de AppSKey (0xA5)	8
4.2.5	Requisição de DevAddr (0xA6)	8
4.2.6	Requisição de ID (0xA7)	8
4.2.7	Configuração de AppEui (0x22)	8
4.2.8	Configuração de NwkSkey (0x24)	9
4.2.9	Configuração de AppSKey (0x25)	9
4.2.10	Configuração de DevAddr (0x26)	9
4.2.11	Configuração de ID (0xEA)	9
4.3	Protocolo tipo 2	9
4.3.1	Configuração de intervalo de transmissão periódica (0x61)	9
4.3.2	Configurar porta no padrão 0-10V (0x62)	10
4.3.3	Configurar porta no padrão 4-20 mA (0x63)	10
4.3.4	Requisição da configuração de uma porta (0x64)	10
4.3.5	Habilitar uma Porta (0x65)	10
4.3.6	Desabilitar uma Porta (0x65)	10
4.3.7	Configurar leitura digital (0x67)	11
4.3.8	Solicitar o envio de uma leitura (0x6A)	11
4.4	Protocolo de uma leitura	11
5	Código para Cálculo do CRC16	12
6	Contato	13

1 Descrição

O IOT-Telemetria é um dispositivo *end device* padrão LoRaWAN (**MAC 1.0.3**) com quatro entradas configuráveis e uma interface serial TTL para configuração e comunicação com. As quatro entradas do dispositivo são configuradas individualmente, podendo ser:

- ▶ Digital (aberto e fechado);
- ▶ Analógica 4-20 mA;
- ▶ Analógica 0-10 V;

No modo padrão de funcionamento, o dispositivo informa à aplicação o estado das entradas de forma periódica, sendo este tempo configurável por porta. No entanto, no caso da porta estar configurada como digital, além de informar periodicamente, o IOT-Telemetria também informa as alterações de estado de forma assíncrona.

Cada aparelho é identificado por um número único composto por 4 bytes chamado ID. Assim, quando um comando é enviado pelo *Network Server* LoRaWAN para um dispositivo, além do DevEui do protocolo LoRaWAN, o pacote deve conter o ID daquele rádio. Caso o pacote não seja destinado para aquele ID, o rádio enviará o comando para a serial. Os comandos podem ser enviados tanto localmente através da interface serial.

Em relação a rede LoRaWAN, a forma de ativação do dispositivo IOT-Radioenge é exclusivamente por ABP.

2 Especificação

Tabela 1: Especificações técnicas

Interface de comunicação	Serial UART (TTL) - 9600 BPS / 8 data bits / 1 stop bit / sem bit de paridade
Entradas	4 configuráveis nos padrões 4 a 20 mA, 0 a 10 V e digital
Alimentação	5 a 24 Vdc
Periodicidade mínima das portas	40000 ms

3 Pinagem

A interface física do dispositivo é um conector MiniFIT header macho de 12 vias, sendo que cada pino tem as funções mostradas na Tabela 2. A disposição dos pinos é mostrada na Figura 1.

Tabela 2: Pinout

PINO	FUNÇÃO
1	GND
2	Serial TX (ligar no pino rx da outra placa de comunicação)
3	GND
4	GND
5	GND
6	GND
7	Entrada 4
8	Entrada 3
9	Entrada 2
10	Alimentação
11	Serial RX (ligar no pino TX da outra placa de comunicação)
12	Entrada 1

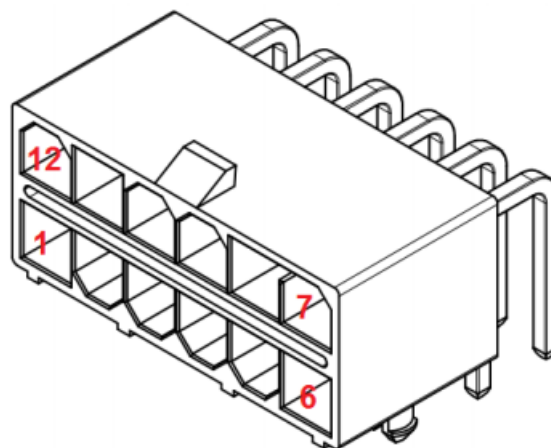


Figura 1: Conector MiniFIT 12 vias - Lado Módulo

4 Configuração

O dispositivo IOT-Telemetria é configurado pela serial ou remotamente pelo servidor de rede. Para tal, existem dois tipos de protocolos utilizados para a configuração e comunicação com o equipamento IOT-Telemetria da Radioenge. O primeiro, chamado de protocolo do tipo 1, se refere às instruções para configuração do módulo em si, tais como chave de criptografia do rádio LoRaWAN, ID do equipamento, etc.

Os comandos do tipo 1 são configurados exclusivamente de forma local, pois seus parâmetros exigem que sejam acertados antes da comunicação com o servidor LoRaWAN. Por outro lado, os comandos do tipo 2 podem ser enviados tanto pela interface serial local quanto pelo servidor LoRaWAN.

Assim, todo comando de configuração do tipo 2 que for enviado deve obrigatoriamente incluir o ID do equipamento desejado, caso contrário os dados recebidos serão transmitidos para o servidor (caso a configuração esteja sendo feita localmente) ou para a serial (caso a configuração esteja sendo feita remotamente).

Em relação aos modos de configuração do tipo 2, o protocolo utilizado local e remotamente é o mesmo. No entanto, o protocolo serial exige um cabeçalho e um verificador (CRC) no final do pacote.

Como visto, o equipamento dispõe de 4 portas configuráveis. A forma como o equipamento indica a entrada pode ser vista na Tabela 3.

Tabela 3: Valor da porta x Entrada

Valor Porta	Função
0	Entrada 1
1	Entrada 2
2	Entrada 3
3	Entrada 4

Além disso, o dispositivo deve informar qual a grandeza da medida realizada por uma entrada, ou seja, se é uma medida de corrente (porta configurada como 4-20 mA), de tensão (porta configurada como 0-10 V) ou ainda apenas dizendo se o pino está ou não conectado ao terra (porta configurada como digital). Tal informação segue a descrição mostrada na Tabela 4.

Tabela 4: Especificação das portas de entrada

Valor Tipo Porta	Função	Unidade da Medida
0	0 a 10 V	mV
1	4 a 20 mA	mA
2	Digital	Sem unidade; 1 indica curto com o GND e 0, estado aberto

O processo padrão para configuração de uma porta é:

- 1) Desabilitar a porta (a partir deste momento, ela para de enviar as mensagens periódicas);
- 2) Requisitar a configuração da porta (comando 0x64);
- 3) Realizar as alterações de periodicidade e tipo de leitura;
- 4) Habilitar novamente a porta;

Caso um porta não esteja mandando as mensagens periódicas, provavelmente, ela não está habilitada.

4.1 Protocolo de Comunicação

O outro protocolo, o do tipo 2, traz os comandos para configuração da interface de telemetria. O comando para configurar o tipo de porta e a periodicidade de envio destas são exemplos de comandos do tipo 2.

A Tabela 5 apresenta o protocolo para os comandos do tipo 1.

Tabela 5: Protocolo de comunicação

Posição	Valor	Descrição
0	0x01	Cabeçalho
1	n+5	Quantidade de bytes do pacote
2	CMD	Comando
3	Payload	Payload do pacote (n bytes)
n+3	CRC (LSB)	Verificador
n+4	CRC (MSB)	Verificador

O protocolo do tipo 2, o qual se refere aos comandos da interface de telemetria, está descrito na Tabela 6.

Tabela 6: Protocolo de comunicação

Posição	Valor	Descrição	Observação
0	0xAA	Cabeçalho	Serial somente
1	n+9	Quantidade de bytes do pacote	
2	ID (MSB)	ID do dispositivo	
3	ID	ID do dispositivo	
4	ID	ID do dispositivo	
5	ID (LSB)	ID do dispositivo	
6	CMD	Comando	
7	Payload	Payload do pacote (n bytes)	
n+7	CRC (LSB)	Verificador	Serial somente
n+8	CRC (MSB)	Verificador	

Pode-se ilustrar o protocolo utilizando o seguinte exemplo **AA 0A 00 00 0A 3C 64 00 D0 73**. Assim, as posições deste vetor de bytes são:

- **AA**: cabeçalho do comando;
- **0A**: pacote com 10 bytes;
- **00 00 0A 3C**: pacote destinado ao equipamento com ID 0x00000A3C (2620 em decimal);
- **64**: comando 0x64;
- **00**: payload do pacote;
- **D0 73**: CRC do pacote;

4.2 Protocolo tipo 1

Esta seção traz a lista de comandos do tipo 1 utilizados pelo equipamento IOT-Telemetria. As respostas sempre começam com os bytes mais significativo do valor lido.

Importante: este comando é aceito unicamente pela interface serial do equipamento.

4.2.1 Requisição de DevEui (0xA1)

Comando para requisitar a identificação do dispositivo na rede LoRaWAN. O DevEui é único por equipamento de rádio. O payload deste comando é nulo, ou seja, tem 0 bytes.

Exemplo de comunicação:

- Requisição: 01 05 A1 92 90
- Resposta: 00 12 F8 00 00 00 0A 3C

4.2.2 Requisição de AppEui (0xA2)

Comando para requisitar a identificação da aplicação em que se encontra o dispositivo na rede LoRaWAN. O payload deste comando é nulo, ou seja, tem 0 bytes.

Exemplo de comunicação:

- Requisição: 01 05 A2 D2 91
- Resposta: 01 01 01 01 01 01 01 01

4.2.3 Requisição de NwkSkey (0xA4)

Comando para requisitar a chave de criptografia da sessão da rede LoRaWAN. O payload deste comando é nulo, ou seja, tem 0 bytes.

Exemplo de comunicação:

- Requisição: 01 05 A4 52 93
- Resposta: 45 7D DC 59 D3 7A 71 87 FC F2 DB EC 36 1C C4 5F

4.2.4 Requisição de AppSKey (0xA5)

Comando para requisitar a chave de criptografia da sessão da aplicação da rede LoRaWAN. O payload deste comando é nulo, ou seja, tem 0 bytes.

Exemplo de comunicação:

- Requisição: 01 05 A5 93 53
- Resposta: 56 8B FB 28 09 80 1B AC 8D A0 5F 9A 2B D5 5C 3F

4.2.5 Requisição de DevAddr (0xA6)

Comando para requisitar o endereço do dispositivo na rede LoRaWAN. O payload deste comando é nulo, ou seja, tem 0 bytes.

Exemplo de comunicação:

- Requisição: 01 05 A6 D3 52
- Resposta: 26 01 17 33

4.2.6 Requisição de ID (0xA7)

Comando para requisitar o ID do dispositivo. O payload deste comando é nulo, ou seja, tem 0 bytes.

Exemplo de comunicação:

- Requisição: 01 05 A7 12 92
- Resposta: 00 00 0A 3C

4.2.7 Configuração de AppEui (0x22)

Comando para configurar a identificação da aplicação em que se encontra o dispositivo na rede LoRaWAN. O payload é composto por 8 bytes. O primeiro byte é sempre o mais significativo.

Exemplo de comunicação:

- Comando: 01 0D 22 01 01 01 01 01 01 01 01 91 11
- Este comando não possui resposta. Para verificar se a gravação ocorreu corretamente, utilize o comando 0xA2

4.2.8 Configuração de NwkSKey (0x24)

Comando para configurar a chave de criptografia da sessão da rede LoRaWAN. O payload é composto por 16 bytes. O primeiro byte é sempre o mais significativo.

Exemplo de comunicação:

- Comando: 01 15 24 45 7D DC 59 D3 7A 71 87 FC F2 DB EC 36 1C C4 5F 9E F5
- Este comando não possui resposta. Para verificar se a gravação ocorreu corretamente, utilize o comando 0xA4

4.2.9 Configuração de AppSKey (0x25)

Comando para configurar a chave de criptografia da sessão da aplicação da rede LoRaWAN. O payload é composto por 16 bytes. O primeiro byte é sempre o mais significativo.

Exemplo de comunicação:

- Comando: 01 15 25 56 8B FB 28 09 80 1B AC 8D A0 5F 9A 2B D5 5C 3F 80 82
- Este comando não possui resposta. Para verificar se a gravação ocorreu corretamente, utilize o comando 0xA5

4.2.10 Configuração de DevAddr (0x26)

Comando para configurar o endereço do dispositivo na rede LoRaWAN. O payload é composto por 4 bytes. O primeiro byte é sempre o mais significativo.

Exemplo de comunicação:

- Comando: 01 09 26 26 01 17 33 8D 2A
- Este comando não possui resposta. Para verificar se a gravação ocorreu corretamente, utilize o comando 0xA6

4.2.11 Configuração de ID (0xEA)

Comando para configurar o endereço do dispositivo na rede LoRaWAN. O payload é composto por 4 bytes. O primeiro byte é sempre o mais significativo.

Exemplo de comunicação:

- Comando: 01 09 EA 00 00 0A 3C 8E E6
- Este comando não possui resposta. Para verificar se a gravação ocorreu corretamente, utilize o comando 0xA7

4.3 Protocolo tipo 2

Esta seção traz a lista de comandos do tipo 2 utilizados pelo equipamento IOT-Telemetria.

4.3.1 Configuração de intervalo de transmissão periódica (0x61)

Comando para configurar o tempo no qual uma porta envia sua medida para o servidor LoRaWAN. Caso o comando seja bem sucedido, a resposta será sua réplica.

Tabela 7: Payload do comando 0x61

Byte	Função	Observações
0	Porta	Porta a ser configurada. Ver Tabela 3
1	Tempo (MSB)	Periodicidade em milissegundos
2	Tempo	
3	Tempo	
4	Tempo (LSB)	

Ex: O comando **AA 0E 00 00 0A 3C 61 02 00 00 C3 50 F5 72** configura a porta 2 (entrada 3) do equipamento com ID 0x00000A3C com um tempo de 50s. A resposta deste comando é ele mesmo.

4.3.2 Configurar porta no padrão 0-10V (0x62)

Comando para configurar uma porta de entrada para operar como leitura de tensão (0-10V). Caso o comando seja bem sucedido, a resposta será sua réplica. O payload deste comando é o próprio valor da porta, conforme indicado na Tabela 3.

Ex: O comando **AA 0A 00 00 0A 3C 62 02 52 12** configura a porta 2 (entrada 3) do equipamento com ID 0x0000A3C para trabalhar como leitura de 0-10V. A resposta deste comando é ele mesmo.

4.3.3 Configurar porta no padrão 4-20 mA (0x63)

Comando para configurar uma porta de entrada para operar como leitura de corrente (4-20mA). Caso o comando seja bem sucedido, a resposta será sua réplica. O payload deste comando é o próprio valor da porta, conforme indicado na Tabela 3.

Ex: O comando **AA 0A 00 00 0A 3C 63 02 53 82** configura a porta 2 (entrada 3) do equipamento com ID 0x0000A3C para trabalhar como leitura de 4-20mA. A resposta deste comando é ele mesmo.

4.3.4 Requisição da configuração de uma porta (0x64)

Comando para requisitar toda a configuração de uma porta de entrada. O payload deste comando é o próprio valor da porta, conforme indicado na Tabela 3. Caso este seja bem sucedido, o equipamento responderá seguindo o protocolo descrito na Tabela 8.

Tabela 8: Payload do comando 0x64

Byte	Função	Observações
0	ID (MSB)	ID do dispositivo
1	ID	
2	ID	
3	ID (LSB)	
4	0x64	Comando
5	Porta	Porta requisitada. Ver Tabela 3
6	Tipo	Tipo da Porta. Ver Tabela 4
7	Habilitada	Indica se a porta está habilitada (0x01) ou não (0x00)
8	Tempo (MSB)	Periodicidade em milissegundos
9	Tempo	
10	Tempo	
11	Tempo (LSB)	

Ex: O comando **AA 0A 00 00 0A 3C 64 01 11 B3** requisita ao equipamento com ID 0x0000A3C a configuração da entrada 2 (porta 1). A resposta deste, **00 00 0A 3C 64 01 02 00 00 00 C3 50**, indica que a porta 1 (entrada 2) está configurada como leitura digital (02), não está habilitada (00) e tem periodicidade de 50s (0x0000C350).

4.3.5 Habilitar uma Porta (0x65)

Comando para habilitar uma porta. Caso o comando seja bem sucedido, a resposta será sua réplica. O payload deste comando é o próprio valor da porta, conforme indicado na Tabela 3.

Ex: O comando **AA 0A 00 00 0A 3C 65 01 10 23** habilita a porta 1 (entrada 2) do equipamento com ID 0x0000A3C. A resposta deste comando é ele mesmo.

4.3.6 Desabilitar uma Porta (0x65)

Comando para desabilitar uma porta. Caso o comando seja bem sucedido, a resposta será sua réplica. O payload deste comando é o próprio valor da porta, conforme indicado na Tabela 3.

Ex: O comando **AA 0A 00 00 0A 3C 66 01 10 D3** desabilita a porta 1 (entrada 2) do equipamento com ID 0x0000A3C. A resposta deste comando é ele mesmo.

4.3.7 Configurar leitura digital (0x67)

Comando para configurar uma porta de entrada para operar como leitura digital (aberto ou em curto com o terra). Caso o comando seja bem sucedido, a resposta será sua réplica. O payload deste comando é o próprio valor da porta, conforme indicado na Tabela 3.

Ex: O comando **AA 0A 00 00 0A 3C 67 02 51 42** configura a porta 2 (entrada 3) do equipamento com ID 0x00000A3C para trabalhar como leitura digital. A resposta deste comando é ele mesmo.

4.3.8 Solicitar o envio de uma leitura (0x6A)

Comando para solicitar uma leitura de uma determinada porta de entrada. O payload deste comando é o próprio valor da porta, conforme indicado na Tabela 3. Este comando não possui resposta. Caso seja bem sucedido, o equipamento enviará uma leitura para o servidor LoRaWAN, caso a porta esteja habilitada.

Ex: O comando **AA 0A 00 00 0A 3C 6A 02 55 D2** solicita uma leitura da porta 2 (entrada 3) do equipamento com ID 0x00000A3C.

4.4 Protocolo de uma leitura

Ao enviar uma leitura para o servidor LoRaWAN, o equipamento IOT-Telemetria

Byte	Função	Observações
0	ID (MSB)	ID do dispositivo
1	ID	
2	ID	
3	ID (LSB)	
4	0x11	Comando
5	Porta	Porta que realizou a medida. Ver Tabela 3
6	Tipo	Tipo da Porta. Ver Tabela 4
7	Med (MSB)	Medição
8	Med (LSB)	
9	TimeStamp (MSB)	Tempo ligado em milissegundos
10	TimeStamp	
11	TimeStamp	
12	TimeStamp (LSB)	

A unidade da medida depende do tipo da porta indicado no byte 6, conforme indicado na Tabela 4.

5 Código para Cálculo do CRC16


```
/** * @brief Calcula CRC16.
 * @param data_in: Ponteiro para o buffer contendo os dados.
 * @param length: Tamanho do buffer
 * @retval Valor de 16 bits representando o CRC16 do buffer fornecido. */

#define CRC_POLY (0xA001)
#define SEED (0xC181)

uint16_t CalculaCRC(uint8_t* data_in, uint32_t length)
{
    uint32_t i;
    uint8_t bitbang, j;
    uint16_t crc_calc;
    crc_calc = SEED;
    for(i=0; i<length; i++)
    {
        crc_calc ^= ((uint16_t)data_in[i]) & 0x00FF; for(j=0; j<8; j++)
        {
            bitbang = crc_calc;
            crc_calc >>= 1;
            if(bitbang & 1)
            {
                crc_calc ^= CRC_POLY;
            }
        }
    }
    return crc_calc;
}
```

6 Contato

- **WhatsApp:**

 +55 (41) 3052-9444

- **Site:** <https://www.radioenge.com.br/contato/>