

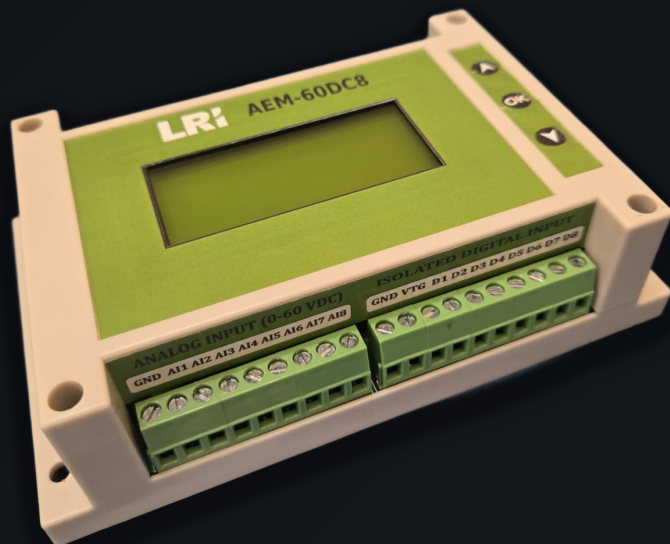
PLATAFORMA INDUSTRIAL DE SUPERVISÃO DC

AEM-60DC8

Manual do Usuário

Monitor Industrial de Tensão DC · 8 Canais · RS-485
Modbus RTU

Este manual descreve a instalação, configuração local e integração do AEM-60DC8. Leia-o integralmente antes de instalar, configurar ou operar o equipamento; mantenha-o acessível durante toda a vida útil do produto.



DOCUMENTO

Produto	LRI-AEM-60DC8
Firmware	v1.03
Documento	MAN-AEM60DC8-PT · Rev. 2026-05
Fabricante	LRI Automação Industrial

Leia este manual integralmente antes de instalar, configurar ou operar o equipamento. Mantenha-o acessível durante toda a vida útil do produto.

Conteúdo

01	Apresentação e segurança	3
02	Visão geral do produto	4
03	Instalação mecânica	5
04	Conexões e terminais	6
05	Energização e primeiro boot	7
06	Interface local · LCD e teclas	8
07	Telas de operação	9
08	Menu de configuração	10
09	Procedimentos de configuração	11
10	Sistema de alarme	12
11	Comunicação RS-485 / Modbus RTU	13
12	Mapa Modbus completo	14
13	Atualização de firmware	16
14	Diagnóstico e troubleshooting	17
15	Especificações resumidas e contato	17

01 Apresentação e informações de segurança

O AEM-60DC8 é um equipamento eletrônico para instalação em painel industrial. A instalação e a manutenção devem ser feitas por profissional qualificado, com o painel desenergizado.

● Público-alvo

Este manual é destinado a integradores, eletrotécnicos, técnicos de manutenção e engenheiros de automação responsáveis pela instalação, comissionamento e operação do AEM-60DC8 em painéis industriais.

● Uso pretendido

Monitoramento multicanal de tensão DC em painéis elétricos, bancos de baterias, retificadores, sistemas de telecom DC e infraestrutura industrial. O equipamento não é certificado para áreas classificadas (Ex/IEC 60079) nem para aplicações de segurança funcional (SIL).

Convenções deste manual

Nota	Informação complementar útil para a operação.
Atenção	Procedimento que, se ignorado, pode causar configuração incorreta ou perda de comunicação.
Cuidado	Risco de dano ao equipamento ou à instalação.

Avisos de segurança

Tensões de entrada

Não aplique tensão acima de 75 V DC nas entradas analógicas nem acima de 30 V DC nas entradas digitais. Tensões superiores danificam o equipamento de forma permanente.

Aterramento e isolamento

As entradas analógicas não são isoladas do GND do sistema. As entradas digitais são opto-isoladas (5 kV). Garanta um terra comum correto entre todos os nós do barramento RS-485.

Ambiente de instalação

Instale em local protegido de água, poeira condutiva e vibração excessiva. Respeite a faixa de operação de -10 °C a +70 °C e umidade de 5 % a 95 % sem condensação.

Manutenção

Não há partes internas reparáveis pelo usuário. Não abra o invólucro. A abertura do equipamento invalida a garantia.

02 Visão geral do produto

O LRI-AEM-60DC8 monitora simultaneamente até oito canais independentes de tensão DC, além de um canal de temperatura por sensor NTC e oito entradas digitais opto-isoladas. Os valores são exibidos no display local e disponibilizados a sistemas supervisórios e CLPs por RS-485 Modbus RTU.

Cada canal possui limites de falha e de aviso configuráveis. Quando uma grandeza sai da faixa, o equipamento sinaliza por LED RGB, buzzer e saída de alarme, e registra o evento com data e hora.

O firmware v1.03 acrescenta um mapa Modbus estendido com 147 holding registers em 17 blocos, registro de eventos, calibração multiponto, três canais de atualização de firmware e recursos de cibersegurança com firmware assinado Ed25519.

Identificação do equipamento

Etiqueta lateral	Modelo, número de série e tensão de alimentação.
Versão de firmware	Tela Sobre (item 19 do menu) e registradores Modbus 40050–40052.
Número de série	Gravado em fábrica e legível nos registradores 40120–40124.
Núcleo de processamento	STM32G0B0RE (Cortex-M0+) com FreeRTOS.

Modelos da família AEM-DC8

CÓDIGO	FAIXA	CANAIS	DISPLAY
AEM-60DC8	0–60 V DC	8	LCD 16×4
AEM-30DC8	0–30 V DC	8	LCD 16×4
AEM-150DC8	0–150 V DC	8	LCD 16×4
AEM-60DC8-NL	0–60 V DC	8	—
AEM-30DC8-NL	0–30 V DC	8	—
AEM-150DC8-NL	0–150 V DC	8	—

03 Instalação mecânica

O AEM-60DC8 é fixado em trilho DIN de 35 mm. Encaixe a parte superior da trava no trilho e pressione a base até o clique. O equipamento ocupa 145 × 90 × 40 mm e pesa 345 g.

Procedimento de fixação

- 1 Desenergize o painel e verifique a ausência de tensão antes de iniciar.
- 2 Posicione o trilho DIN 35 mm horizontalmente, com fixação a cada 200 mm.
- 3 Encaixe a trava superior do equipamento no trilho.
- 4 Pressione a base do equipamento até ouvir o clique de travamento.
- 5 Verifique o assentamento — o equipamento não deve oscilar nem deslizar lateralmente.



Espaços livres recomendados

Acima	≥ 30 mm — ventilação e acesso aos bornes superiores
Abaixo	≥ 30 mm — acesso aos bornes inferiores e curvatura de cabos
Laterais	≥ 10 mm — entre unidades adjacentes
Frontal	≥ 80 mm — leitura do LCD e acesso às teclas

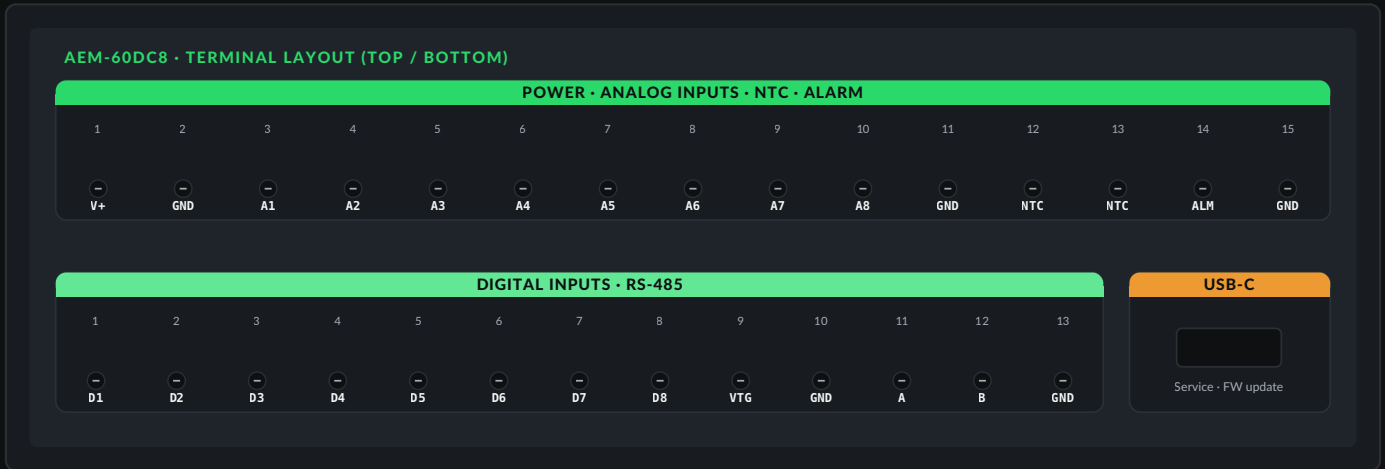
Dimensões e peso

Largura	145 mm
Altura	90 mm
Profundidade	40 mm
Peso	345 g
Montagem	Trilho DIN 35 mm (EN 60715)
Invólucro	Termoplástico antichama UL94 V-0

Nota: Nota: a profundidade total considerando bornes parafusados pode chegar a 55 mm. Dimensione o gabinete para acomodar o cabeamento sem dobras críticas.

04 Conexões e terminais

Todas as ligações usam bornes de parafuso. Desenergize o painel antes de conectar os cabos. Use seção de fio adequada à corrente e respeite a polaridade. O esquema abaixo mostra a localização e a função de cada grupo de terminais.



Terminais do equipamento

BORNE	FUNÇÃO	DESCRIÇÃO
V+, GND	Alimentação	Entrada 10 a 30 V DC. Proteção contra inversão de polaridade.
A1–A8, GND	Entradas analógicas	Oito canais de tensão DC, GND comum. Faixa 0–60 V (modelo padrão).
D1–D8, VTG, GND	Entradas digitais	Oito entradas opto-isoladas, 0–30 V DC, GND isolado próprio.
A, B, GND	RS-485	Modbus RTU half-duplex de 2 fios mais referência de terra.
USB-C	Atualização	Porta de serviço para atualização de firmware via PC.
NTC	Temperatura	Sensor NTC 10 kΩ de 2 fios.
ALM, GND	Saída de alarme	MOSFET open-drain, retorno por GND comum.

DIP switch SW2 — endereço Modbus e terminação

O bloco DIP de 4 posições SW2, próximo ao conector RS-485, define o endereço Modbus (escravo) e a terminação do barramento. As chaves 1–3 formam o endereço; a chave 4 (TR) liga o resistor de terminação de 120 Ω. O endereço é lido apenas na energização — altere as chaves com o equipamento desligado.

SLAVE ID	DIP 1	DIP 2	DIP 3	OBSERVAÇÃO
1	OFF	ON	ON	Padrão de fábrica · unidade única
2	ON	OFF	ON	—
3	ON	ON	ON	—
5	OFF	ON	OFF	—
6	ON	OFF	OFF	—
7	ON	ON	OFF	—

- O endereço 4 não é alcançável: o padrão 0-0-0 é elevado para 1 pela proteção de endereço mínimo.
- A chave 4 (TR) é independente do endereço — ligue-a apenas na unidade na extremidade física do barramento.
- Duas unidades com o mesmo Slave ID corrompem a comunicação. Após alterar as chaves, confirme no registrador 40029.


05 Energização e primeiro boot

Após a verificação das conexões, energize o painel. O equipamento executa uma sequência de boot validada em nove camadas e entra em operação automaticamente.


Sequência de energização

- 1 Confira a polaridade da alimentação (V+ e GND) e a tensão (10 a 30 V DC).
- 2 Energize o painel — o LED RGB acende em branco durante a inicialização.
- 3 O LCD exibe a tela de boot com o nome do produto e a versão de firmware (≈ 2 s).
- 4 O equipamento entra em operação normal — o LED passa a verde se não houver falhas.
- 5 Na primeira energização de uma PCB nova, a configuração é inicializada com valores de fábrica.


LED RGB de status

 **Branco**


Inicialização
— boot em
execução

 **Vermelho**

Falha ativa
— tensão,
temperatura
ou DI fora
da faixa
configurada

 **Amarelo**

Modo de
calibração
ativo

 **Apagado**

Display em
descanso
ou LED
desabilitado


Tela de boot

 **Verde**

Operação
normal —
todas as
grandezas
dentro da
faixa

 **Laranja**

Aviso
(pré-
alarme)
—
grandeza
próxima
do limite

 **Azul piscante**

Comunicação
Modbus
RS-485 ativa
(sobreposto
ao status)

```
LRI AEM-60DC8
Industrial DC
Monitoring
v1.03      BOOT
```

Atenção: Atenção: a primeira entrada no menu de configuração exige a criação de uma senha de 4 dígitos. Não existe senha padrão e o sistema rejeita ~205 combinações triviais.

06 Interface local • LCD e teclas**Display LCD**

O display é um LCD de 16 colunas por 4 linhas, integrado à PCB, com retroiluminação verde. Exibe as telas de operação, telas de falha e o menu de configuração. O brilho de fundo apaga automaticamente após o tempo de descanso configurado e acende ao toque de qualquer tecla.

Teclas de navegação

O equipamento possui três teclas — UP, DOWN e OK. Cada tecla reconhece toque curto e toque longo; UP+DOWN simultâneos formam uma combinação. As ações dependem do contexto da tela.

TECLA / CONTEXTO	AÇÃO
UP / DOWN – curto	Troca de página na tela principal; move o cursor em menus e editores.
UP / DOWN – longo	Em editores numéricos, altera o valor em passos de 10×; acelera a navegação.
OK – curto	Confirma a opção; entra no item selecionado; avança para o próximo campo.
OK – longo	Na tela principal, abre o menu de configuração (solicita senha, se definida).
UP – longo	Na tela principal, reconhece (silencia) o alarme ativo. Protegido por senha.
OK + DOWN	Retorno universal: sai do submenu atual e volta ao nível anterior.
UP + DOWN	Na tela de tensões, ativa o cursor de seleção de canal.
DOWN – longo (calibração)	Sai do modo calibração e retorna ao menu.

Buzzer interno

O buzzer interno é acionado nas falhas de tensão e de temperatura, quando habilitado no menu de alarme. As falhas de entrada digital elevam o estado do equipamento e acendem o LED, mas não acionam o buzzer. O alarme sonoro pode ser silenciado com UP longo (ACK) ou por escrita Modbus.

Tempos de inatividade

Dentro de submenu	10 s — retorna ao menu principal
Na lista do menu	10 s — retorna à tela principal
Senha de calibração	Desabilitado — saída só por DOWN longo
Modo calibração	Desabilitado — saída só por DOWN longo

07 Telas de operação

Em operação normal, o display percorre um conjunto de telas de monitoramento. Use UP e DOWN para alternar entre as páginas. Quando há uma falha ativa, as telas de falha entram em rotação automática a cada 5 segundos.

```
LRI AEM-60DC8
Industrial DC
Monitoring
v1.03      BOOT
```

Tela de boot

Exibida na energização (≈ 2 s). Mostra o nome do produto e a versão de firmware.

```
V1 53.6  V5 24.1
V2 53.7  V6 24.1
V3 53.5  V7 12.5
V4 53.6  V8 27.4
```

Tensões — 8 canais

Tela principal. Mostra os oito canais simultaneamente em duas colunas.

```
V3: 53.50 V
Min: 53.10 V
Max: 53.90 V
Lim 48.0-57.6 V
```

Detalhe do canal

Acessada pelo cursor de canal (UP+DOWN + OK). Mostra valor ao vivo e extremos.

```
Pag.2 / DI
1 2 3 4 5 6 7 8
1 1 0 1 1 1 1 0
Polar: Alto=0K
```

Entradas digitais

Estado lógico das 8 DI e polaridade configurada.

```
T=23.6 C
Rele: OFF
2026-05-25 14:57
v1.03 build 227
```

Informações do sistema

Resumo: NTC, estado do relé, data/hora e versão de firmware.

```
!! FALHA TENSAO
1 2 3 4 5 6 7 8
. . v . . . . .
Limite excedido
```

Falha de tensão

Indica canal fora da faixa. Seta = abaixo do mínimo · v = abaixo · ^ = acima.

```
!! FALHA TEMP
T = 78 C
Min:0 C Max:60 C
Acima +18 C
```

Falha de temperatura

NTC fora da faixa. A última linha mostra o desvio em relação ao limite.

```
(display
apagado)
```

Tela em descanso

Após o tempo configurado o display apaga. Qualquer tecla reativa.

08 Menu de configuração**Acesso e navegação**

A partir da tela principal, mantenha OK pressionado (toque longo) para abrir o menu. Se houver senha definida, o equipamento solicita os quatro dígitos antes de liberar o acesso. A senha é obrigatória — na primeira entrada de uma unidade nova, o equipamento exige a criação de uma senha de 4 dígitos e rejeita combinações fracas.

Itens do menu

01 Reset Alarme Reconhece e limpa o alarme ativo.	02 Modo DI Polaridade global das entradas digitais (Alto=OK ou Baixo=OK).
03 Alarmes DI Habilita o alarme por canal digital (máscara de 8 bits).	04 DI Avançado Polaridade por canal e tempo de debounce por canal.
05 Limite Temp Define limites mínimo e máximo de temperatura.	06 Limite Tensão Define limites mínimo e máximo de tensão, por canal.
07 Avisos Banda de pré-alarme (warning) de temperatura e de tensão.	08 Baud Modbus Seleciona a velocidade RS-485 (4800–115200 bps).
09 Calibração Calibração multipoint de tensão e de temperatura. Protegida por senha.	10 Atualiz. FW Inicia atualização de firmware via USB-C ou peer (AEM→AEM).
11 Língua Seleciona o idioma: Português, Inglês ou Espanhol.	12 Data/Hora Ajusta o relógio de tempo real (RTC).
13 Descanso Tempo de descanso da tela: Off, 1, 5, 10 ou 30 min.	14 Estatísticas Mínimo, máximo, média e contagem por canal. Permite reset.
15 Eventos Histórico de eventos com first-out. Permite limpar.	16 Senha Define ou remove a senha de acesso à configuração.
17 Reboot Reinicia o equipamento ou executa restauração de fábrica.	18 Alarme Atraso, histerese, modo (manual/auto) e buzzer.
19 Sobre Identificação, contadores de boot e telemetria.	20 Sair Retorna à tela principal.

09 Procedimentos de configuração

Os procedimentos abaixo partem sempre da tela principal. Os números entre parênteses indicam o item do menu.

Definir limites de tensão de um canal

- 1 OK longo para abrir o menu; selecione Limite Tensão (06).
- 2 Escolha o canal (1 a 8) com UP/DOWN e confirme com OK.
- 3 Ajuste o valor MÍNIMO com UP/DOWN (toque longo = passo 10×). Confirme com OK.
- 4 Ajuste o valor MÁXIMO da mesma forma. O equipamento rejeita máximo \leq mínimo.
- 5 Confirme com OK; o valor é gravado em memória não-volátil.

Configurar o alarme

- 1 Abra o menu e selecione Alarme (18).
- 2 Atraso: 1 a 30 s — tempo fora da faixa antes do disparo.
- 3 Histerese: margem de retorno para evitar oscilação no limiar.
- 4 Modo: manual (até ACK) ou automático (limpa-se sozinho).
- 5 Buzzer: habilita ou desabilita o aviso sonoro.

Calibrar um canal de tensão

- 1 Abra o menu e selecione Calibração (09); informe a senha.
- 2 Escolha Tensão e o canal a calibrar.
- 3 Aplique uma tensão de referência conhecida ao canal.
- 4 Ajuste o valor exibido até coincidir com a referência (UP/DOWN).
- 5 O equipamento mostra o delta; confirme com OK para gravar o offset.

Alterar a velocidade Modbus

- 1 Abra o menu e selecione Baud Modbus (08).
- 2 Escolha a velocidade: 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 ou 115200 bps.
- 3 Uma tela de confirmação alerta que a conexão será trocada.
- 4 Ajuste o mestre (CLP/supervisório) para a mesma velocidade.

Definir ou remover a senha

- 1 Abra o menu e selecione Senha (16).
- 2 Escolha Definir; digite quatro dígitos com UP/DOWN e OK.
- 3 Repita os mesmos quatro dígitos para confirmar.
- 4 Senhas fracas (1234, 0000, sequências) são rejeitadas pelo firmware.

10 Sistema de alarme

A cada 100 ms o equipamento avalia três condições de falha independentes: tensão fora da faixa em algum canal, temperatura do NTC fora da faixa, e entrada digital em estado diferente do configurado. Qualquer condição ativa leva o equipamento ao estado de Falha.

As falhas de tensão e de temperatura acionam a saída de alarme, o buzzer (se habilitado) e o LED vermelho. As falhas de entrada digital elevam o estado e acendem o LED, mas não acionam o buzzer.

Reconhecimento (ACK)

O reconhecimento é feito localmente com UP longo na tela principal, ou remotamente via Modbus. No modo manual, o alarme permanece sinalizado até o reconhecimento; no modo automático, limpa-se quando a falha cessa.

Estados do equipamento

Inicialização	Primeiros segundos após a energização.
Normal	Nenhuma falha ativa — LED verde.
Aviso	Pré-alarme em pelo menos uma grandeza — LED laranja.
Falha	Pelo menos uma condição de falha ativa — LED vermelho.
Calibração	Operador dentro do menu de calibração; varredura suspensa — LED amarelo.
Atualização	Em processo de atualização de firmware — LED verde piscando.

Códigos de falha

F-V-MIN	Tensão de canal abaixo do limite mínimo configurado
F-V-MAX	Tensão de canal acima do limite máximo configurado
F-T-MIN	Temperatura NTC abaixo do limite mínimo
F-T-MAX	Temperatura NTC acima do limite máximo
F-DI	Entrada digital em estado diferente do configurado
F-RTC	Bateria de reserva do RTC esgotada — relógio inválido

11 Comunicação RS-485 / Modbus RTU

Interface RS-485 half-duplex, dois fios, com proteção ESD reforçada para uso em barramento industrial. Endereço Modbus configurável via DIP switch ou comando Modbus.

Meio físico	RS-485 half-duplex, 2 fios
Protocolo	Modbus RTU Slave (Server)
Formato de frame	8N1 — 8 dados, sem paridade, 1 stop
Velocidades	4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 115200 bps
Endereço (Slave ID)	1 a 7, definido pelo DIP switch SW2
Padrão de fábrica	Slave ID 1 · 9600 bps
Terminação	120 Ω selecionável via chave TR (DIP 4)
Proteção	ESD ±16 kV HBM nas linhas A/B

Códigos de função suportados

0x03	Read Holding Registers — leitura de qualquer registrador definido.
0x10	Write Multiple Registers — escrita dos registradores R/W.
0x46	Túnel AEMUP/1 — canal privado de atualização de firmware.

Exemplo de leitura — 8 tensões

Requisição	FC 0x03 · endereço 40001 · quantidade 8
Resposta	16 bytes (8× uint16) — cada valor ÷ 100 = tensão em V
Exemplo	0x14A4 → 5284 → 52,84 V no canal 1

Recomendações de cabeamento

- Use par trançado para os sinais A e B, com a mesma polaridade em todos os nós.
- O GND deve ser comum a todos os nós, inclusive ao mestre (CLP/conversor).
- Instale terminação de 120 Ω apenas nas duas extremidades físicas do barramento.
- Mantenha o cabo RS-485 afastado de cabos de potência e fontes de interferência EMC.

12 Mapa Modbus completo

O AEM-60DC8 expõe 147 holding registers organizados em 17 blocos funcionais. Os 29 registradores 40001–40029 preservam compatibilidade com integrações legadas; os blocos a partir de 40050 são extensões do firmware v1.03. Todos os valores são inteiros escalados ($\times 100$ para tensão e temperatura).

MEDIÇÕES					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40001–40008	Tensão CH1–CH8	uint16	$\times 100$	R	Tensão medida nos 8 canais analógicos ($V \times 100$)
40009	Temperatura NTC	int16	$\times 100$	R	Temperatura medida pelo sensor NTC ($^{\circ}C \times 100$)
LIMITES DE FALHA					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40010	Límite mín. NTC	int16	$\times 100$	R/W	Límite mínimo de temperatura
40011	Límite máx. NTC	int16	$\times 100$	R/W	Límite máximo de temperatura
40012–40027	Limites CH1–CH8	uint16	$\times 100$	R/W	Limites mín./máx. de tensão dos 8 canais
COMUNICAÇÃO					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40028	Índice de baud rate	uint16	–	R/W	Seleciona a velocidade RS-485
40029	Slave ID	uint16	–	R	Endereço Modbus (DIP switch)
IDENTIDADE					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40050	Versão major	uint16	–	R	Versão principal do firmware
40051	Versão minor	uint16	–	R	Versão secundária do firmware
40052	Build	uint16	–	R	Número de build
40053–40055	Data de build	uint16	–	R	Ano, mês, dia de compilação
40056–40063	Modelo (ASCII)	8 \times uint16	–	R	Nome do modelo em 16 chars ASCII
40064	Rev. de hardware	uint16	–	R	Letra de revisão da placa
DISPLAY					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40066	Unidade de temperatura	uint16	–	R/W	0 = $^{\circ}C$, 1 = $^{\circ}F$
DIAGNÓSTICO MODBUS					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40070–40071	Tramas RX	uint32	–	R	Tramas Modbus recebidas
40072–40073	Tramas TX	uint32	–	R	Tramas Modbus enviadas
40074–40075	Erros de CRC	uint32	–	R	Tramas com CRC inválido
40076	Seg. sem polling	uint16	s	R	Tempo desde a última requisição
40077–40078	Uptime	uint32	s	R	Tempo de operação desde a energização
40079	Motivo de reset	uint16	–	R	Causa do último reset
TELEMETRIA DE RESET					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40080–40081	Contador de boots	uint24	–	R	Total de inicializações
40082	Cont. HardFault	uint16	–	R	Falhas graves registradas
40083–40084	PC do HardFault	uint32	–	R	Endereço de programa da falha
40085–40089	Saúde da telemetria	uint16	–	R	Flags, IWDG, layout, domínio TAMP
AEMUP / BOOT					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40090–40098	Estatísticas AEMUP	uint16	–	R	Contadores HELLO/INFO/NACK do handler
40099	Motivo de falha de boot	uint16	–	R	Última camada que recusou a imagem

12.1 Mapa Modbus completo

CONTROLE					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40100	Solicitar bootloader	uint16	–	W	Escrever 0xAE60 → modo de atualização
SAÚDE DO RTOS					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40101–40104	Heap (atual/mín.)	uint32	B	R	Memória dinâmica livre (corrente e histórico)
40105–40108	Pilha por tarefa	uint16	–	R	Folga de pilha das 4 tarefas críticas
FORENSE DE HARDFAULT					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40110	Contexto válido	uint16	–	R	1 = registros forenses confiáveis
40111–40116	LR, xPSR, SP	uint32	–	R	Estado do CPU no último HardFault
FOLGA DE CICLO RTOS					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40117–40119	Folga máx. por tarefa	uint16	ms	R	Maior intervalo já observado por tarefa
NÚMERO DE SÉRIE					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40120–40124	Componentes S/N	5×uint16	–	R/W	Ano, mês, dia, produto, sequencial
ESPELHO DO LCD					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40130	Estado do relé	uint16	–	R	Estado da saída de alarme
40131–40136	Data/hora do RTC	uint16	–	R	Ano, mês, dia, hora, min, validade
40137	Uso de CPU	uint16	%	R	Percentual de uso do processador
40138–40139	Heap total	uint32	B	R	Tamanho total da memória dinâmica
40140–40143	Estado DI + máscaras	uint16	–	R	Bitmap, modo, polaridade e máscara de alarme
ATUALIZAÇÃO PEER					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40150	Gatilho de atualização	uint16	–	R/W	Escrever Slave ID destino para iniciar peer
40151–40159	Estado e progresso	–	–	R	Estado, %, resultado, destino, bytes, tempo, retentativas
CONTADORES DE SEGURANÇA					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40160	Assinatura inválida	uint16	–	R	Camada 9 (Ed25519) recusou imagem
40161	Atualização falhada	uint16	–	R	Sessão de update em erro terminal
40162	Tentativa de rollback	uint16	–	R	Imagem com geração menor apresentada
40163	Violação de protocolo	uint16	–	R	NACK fora de rollback (flood, magic, sequência)
FORENSE DE BAUD RATE					
ENDEREÇO	NOME	TIPO	ESC.	ACESSO	DESCRIÇÃO
40190–40208	Diagnóstico de baud	uint16	–	R	Magic, layout, valores EEPROM/registo/BRR + contadores
40209	Limpar diagnóstico	uint16	–	W	Escrever 0xC1EA zera o latch de diagnóstico

Tabelas auxiliares

Índice de baud rate (registrador 40028)

0	4800 bps
1	9600 bps
2	19200 bps
3	38400 bps
4	57600 bps
5	115200 bps

Motivo de reset (registrador 40079)

0	Desconhecido
1	Energização / POR
2	Reset por software
3	Watchdog IWDG
4	Pulso no pino NRST
5–7	WWDG / low-power / option bytes

Exceções Modbus

0x01	Função ilegal — código de função não suportado
0x02	Endereço de dado ilegal — registrador fora do mapa
0x03	Valor de dado ilegal — escrita em R-only ou valor fora da faixa

13 Atualização de firmware

O firmware pode ser atualizado em campo por três canais. Em todos eles, o bootloader valida a nova imagem em nove camadas antes de aceitá-la — incluindo verificação de assinatura Ed25519 (RFC 8032).

Canal 1 · via PC (USB-C)

- 1 Conecte o cabo USB-C entre o equipamento e o PC.
- 2 No menu, selecione Atualiz. FW (10) e confirme a opção Via PC.
- 3 O equipamento reinicia em modo bootloader (LED verde piscando).
- 4 No PC, execute a ferramenta de atualização indicando a porta serial e o arquivo .aemfw.
- 5 Aguarde a transferência e a verificação. O equipamento reinicia automaticamente.

Canal 2 · via rede Modbus RTU

- 1 A ferramenta envia a imagem pelo túnel AEMUP (FC 0x46) via barramento RS-485.
- 2 Sequência de desbloqueio em 3 passos: escrita em 40098, 40099 e 40100 em ≤ 3 s.
- 3 O equipamento entra em modo bootloader e recebe a imagem pela própria rede.

Canal 3 · entre unidades (peer)

- 1 Uma unidade doadora envia seu firmware a outras unidades do barramento RS-485.
- 2 Inicie pelo menu Atualiz. FW (opção peer) ou pelo registrador 40150.
- 3 Acompanhe o progresso em 40151–40159 (estado, %, resultado, bytes, tempo).

Proteção anti-brick

Antes de aceitar o boot, o bootloader valida a imagem em nove camadas: palavra mágica, versão, CRC de cabeçalho, hardware ID, tamanho do payload, CRC do payload, tabela de vetores, selo de fim e assinatura digital Ed25519. Se qualquer camada falhar, a unidade permanece em modo de atualização aguardando imagem válida — nunca fica inoperante.

Cuidado: Cuidado: interromper uma atualização pode forçar a unidade a permanecer em modo bootloader. A unidade não fica brickada, mas requer outra sessão de atualização. Garanta alimentação estável antes de iniciar.

14 Diagnóstico e troubleshooting

A tela Sobre (item 19) reúne contadores de boot, motivo de reset, estado do watchdog e telemetria de falhas. Os mesmos dados estão disponíveis via Modbus em 40070-40119.

SINTOMA	CAUSA PROVÁVEL	SOLUÇÃO
Display não acende	Alimentação ausente ou polaridade invertida	Verifique a tensão (10-30 V DC) e a ligação de V+ e GND.
Display em branco após boot	LCD não inicializou	Desligue e religue o equipamento.
Mestre Modbus sem resposta	A/B trocados, GND ausente ou baud incorreto	Confira A/B e o terra comum; alinhe a velocidade do mestre.
Resposta intermitente / CRC	Falta de terminação ou ruído no barramento	Instale 120 Ω nas extremidades; afaste de fontes EMC.
Duas unidades respondem juntas	Slave ID duplicado	Atribua endereços distintos no SW2; confirme em 40029.
!! AJUSTE RTC !!	Bateria de reserva esgotada	Ajuste a data e hora no menu Data/Hora (12); substitua a bateria.
Leitura imprecisa	Canal descalibrado	Execute a calibração do canal pelo menu Calibração (09).
Alarme não silencia	Falha ainda ativa	A causa deve cessar antes do reconhecimento.

15 Especificações resumidas

Canais analógicos	8 × 0-60 V DC · ±1% FS
Temperatura	NTC 10 kΩ · -10 a +70 °C
Entradas digitais	8 × opto-isoladas · 5 kV AC rms
Comunicação	RS-485 Modbus RTU · 4800-115200 bps
Alimentação	10 a 30 V DC · < 2 W
Interface	LCD 16×4 · 3 teclas · LED RGB · buzzer
MCU	STM32G0B0RE (Cortex-M0+) · FreeRTOS
Compliance	UL94 V-0 · IEC 62443-4-2 SL2 (target)
Operação	-10 a +70 °C · 5-95% UR não-condensante
Mecânica	145 × 90 × 40 mm · 345 g · DIN 35 mm

SUPORTE TÉCNICO E CONTATO

Para dúvidas de aplicação, integração ou pós-venda, entre em contato com a LRI.

aem.lri.com.br

LRI Automação Industrial · vendas@lri.com.br · +55 11 4020-2470 · +55 51 2129-3000