

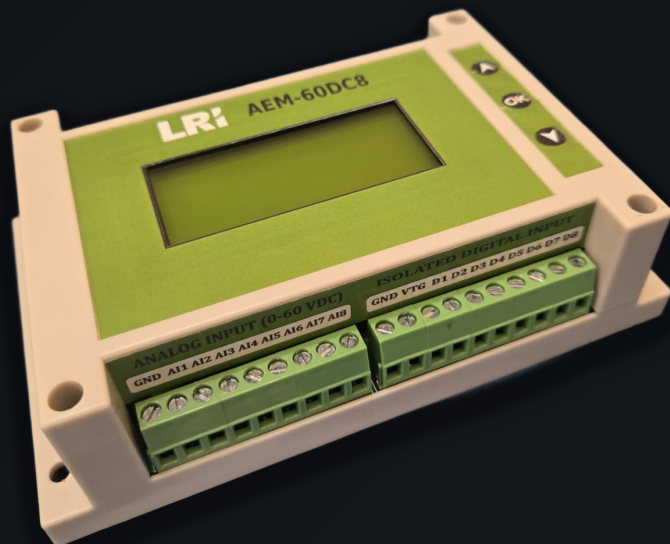
PLATAFORMA INDUSTRIAL DE SUPERVISIÓN DC

AEM-60DC8

Manual del Usuario

Monitor Industrial de Tensión DC · 8 Canales · RS-485
Modbus RTU

Este manual cubre la instalación, configuración local e integración del AEM-60DC8. Léalo en su totalidad antes de instalar, configurar u operar el equipo; manténgalo accesible durante toda la vida útil del producto.



DOCUMENTO

Producto	LRI-AEM-60DC8
Firmware	v1.03
Documento	MAN-AEM60DC8-ES · Rev. 2026-05
Fabricante	LRI Automatización Industrial

Lea este manual en su totalidad antes de instalar, configurar u operar el equipo. Manténgalo accesible durante toda la vida útil del producto.

Contenido

01	Presentación y seguridad	3
02	Visión general del producto	4
03	Instalación mecánica	5
04	Conexiones y terminales	6
05	Energización y primer arranque	7
06	Interfaz local · LCD y teclas	8
07	Pantallas de operación	9
08	Menú de configuración	10
09	Procedimientos de configuración	11
10	Sistema de alarma	12
11	Comunicación RS-485 / Modbus RTU	13
12	Mapa Modbus completo	14
13	Actualización de firmware	16
14	Diagnóstico y resolución de problemas	17
15	Especificaciones resumidas y contacto	17

01 Presentación e información de seguridad

El AEM-60DC8 es un equipo electrónico para instalación en tablero industrial. La instalación y el mantenimiento deben ser realizados por personal calificado, con el tablero desenergizado.

● Público objetivo

Este manual está destinado a integradores, electrotécnicos, técnicos de mantenimiento e ingenieros de automatización responsables de la instalación, puesta en marcha y operación del AEM-60DC8 en tableros industriales.

● Uso previsto

Monitoreo multicanal de tensión DC en tableros eléctricos, bancos de baterías, rectificadores, sistemas de telecom DC e infraestructura industrial. El equipo no está certificado para áreas clasificadas (Ex/IEC 60079) ni para aplicaciones de seguridad funcional (SIL).

Convenciones de este manual

Nota	Información complementaria útil para la operación.
Atención	Si se ignora puede causar configuración incorrecta o pérdida de comunicación.
Precaución	Riesgo de daño al equipo o a la instalación.

Avisos de seguridad

Tensiones de entrada

No aplique tensión superior a 75 V DC en las entradas analógicas ni a 30 V DC en las entradas digitales. Tensiones superiores dañan el equipo de forma permanente.

Conexión a tierra y aislamiento

Las entradas analógicas no están aisladas del GND del sistema. Las entradas digitales están opto-aisladas (5 kV). Garantice una tierra común correcta entre todos los nodos del bus RS-485.

Entorno de instalación

Instale en lugar protegido de agua, polvo conductivo y vibración excesiva. Respete el rango de operación de -10 °C a $+70\text{ °C}$ y humedad de 5 % a 95 % sin condensación.

Mantenimiento

No hay partes internas reparables por el usuario. No abra la carcasa. La apertura invalida la garantía.

02 Visión general del producto

El LRI-AEM-60DC8 monitorea simultáneamente hasta ocho canales independientes de tensión DC, además de un canal de temperatura por sensor NTC y ocho entradas digitales opto-aisladas. Los valores se muestran en el display local y se exponen a sistemas supervisorios y PLCs por RS-485 Modbus RTU.

Cada canal posee límites de falla y de aviso configurables. Cuando una magnitud sale del rango, el equipo señala por LED RGB, zumbador y salida de alarma, y registra el evento con fecha y hora.

El firmware v1.03 añade un mapa Modbus extendido con 147 holding registers en 17 bloques, registro de eventos, calibración multipunto, tres canales de actualización de firmware y ciberseguridad con firmware firmado Ed25519.

Identificación del equipo

Etiqueta lateral	Modelo, número de serie y tensión de alimentación.
Versión de firmware	Pantalla Acerca (ítem 19) y registros Modbus 40050-40052.
Número de serie	Grabado en fábrica y legible en los registros 40120-40124.
Núcleo de procesamiento	STM32G0B0RE (Cortex-M0+) con FreeRTOS.

Modelos de la familia AEM-DC8

CÓDIGO	RANGO	CANALES	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 Instalación mecánica

El AEM-60DC8 se fija en riel DIN de 35 mm. Encaje la traba superior en el riel y presione la base hasta el clic. El equipo mide 145 × 90 × 40 mm y pesa 345 g.

Procedimiento de fijación

- 1 Desenergice el tablero y verifique la ausencia de tensión antes de iniciar.
- 2 Posicione el riel DIN 35 mm horizontalmente, con fijación cada 200 mm.
- 3 Encaje la traba superior del equipo en el riel.
- 4 Presione la base del equipo hasta oír el clic de bloqueo.
- 5 Verifique el asentamiento — el equipo no debe oscilar ni deslizar.



Espacios libres recomendados

Arriba	≥ 30 mm — ventilación y acceso a terminales superiores
Abajo	≥ 30 mm — acceso a terminales inferiores y curvatura de cables
Laterales	≥ 10 mm — entre unidades adyacentes
Frontal	≥ 80 mm — lectura del LCD y acceso a las teclas

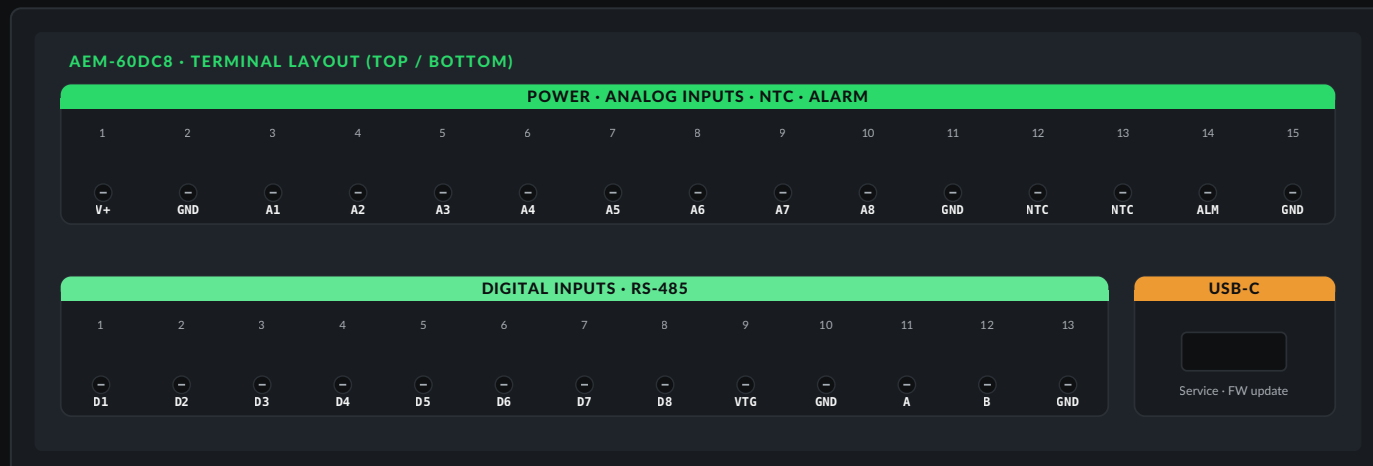
Dimensiones y peso

Ancho	145 mm
Altura	90 mm
Profundidad	40 mm
Peso	345 g
Montaje	Riel DIN 35 mm (EN 60715)
Carcasa	Termoplástico autoextinguible UL94 V-0

Nota: Nota: la profundidad total considerando los terminales de tornillo puede alcanzar 55 mm. Dimensione el gabinete para acomodar el cableado sin curvas críticas.

04 Conexiones y terminales

Todas las conexiones usan terminales de tornillo. Desenergice el tablero antes de conectar los cables. Use sección de cable adecuada a la corriente y respete la polaridad. El esquema siguiente muestra la ubicación y función de cada grupo de terminales.



Terminales del equipo

TERMINAL	FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
V+, GND	Alimentación	Entrada 10 a 30 V DC. Protección contra inversión de polaridad.
A1–A8, GND	Entradas analógicas	Ocho canales de tensión DC, GND común. Rango 0–60 V (modelo estándar).
D1–D8, VTG, GND	Entradas digitales	Ocho entradas opto-aisladas, 0–30 V DC, GND aislado propio.
A, B, GND	RS-485	Bus Modbus RTU half-duplex de 2 hilos más referencia de tierra.
USB-C	Actualización	Puerto de servicio para actualización de firmware vía PC.
NTC	Temperatura	Sensor NTC 10 kΩ de 2 hilos.
ALM, GND	Salida de alarma	MOSFET open-drain, retorno por GND común.

DIP switch SW2 — dirección Modbus y terminación

El bloque DIP de 4 posiciones SW2, junto al conector RS-485, define la dirección Modbus (esclavo) y la terminación del bus. Las llaves 1–3 forman la dirección; la llave 4 (TR) activa el resistor de terminación de 120 Ω. La dirección se lee solo al energizar — cambie las llaves con el equipo apagado.

SLAVE ID	DIP 1	DIP 2	DIP 3	OBSERVACIÓN
1	OFF	ON	ON	Predeterminado de fábrica · unidad única
2	ON	OFF	ON	—
3	ON	ON	ON	—
5	OFF	ON	OFF	—
6	ON	OFF	OFF	—
7	ON	ON	OFF	—

- La dirección 4 no es alcanzable: el patrón 0-0-0 se eleva a 1 por la protección de dirección mínima.
- La llave 4 (TR) es independiente de la dirección — actívela solo en la unidad en el extremo físico del bus.
- Dos unidades con el mismo Slave ID corrompen la comunicación. Confirme la dirección en el registro 40029.

05 Energización y primer arranque

Después de verificar las conexiones, energice el tablero. El equipo ejecuta una secuencia de arranque validada en nueve capas y entra en operación automáticamente.


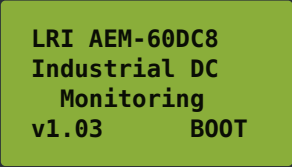


Secuencia de energización

- 1 Verifique la polaridad de la alimentación (V+ y GND) y la tensión (10 a 30 V DC).
- 2 Energice el tablero — el LED RGB se enciende en blanco durante la inicialización.
- 3 El LCD muestra la pantalla de arranque con nombre y versión de firmware (≈ 2 s).
- 4 El equipo entra en operación normal — el LED pasa a verde si no hay fallas.
- 5 En el primer arranque de una PCB nueva, la configuración se inicializa con valores de fábrica.

LED RGB de estado

 Blanco	Inicialización — arranque en ejecución
 Rojo	Falla activa — tensión, temperatura o DI fuera del rango configurado
 Amarillo	Modo de calibración activo
 Apagado	Display en descanso o LED deshabilitado

Pantalla de arranque

 Verde	Operación normal — todas las magnitudes dentro del rango	 <pre>LRI AEM-60DC8 Industrial DC Monitoring v1.03 BOOT</pre>
 Naranja	Aviso (prealarma) — magnitud próxima al límite	
 Azul intermitente	Comunicación Modbus RS-485 activa (superpuesto al estado)	

Atención: Atención: el primer ingreso al menú de configuración exige la creación de una contraseña de 4 dígitos. No existe contraseña predeterminada y el firmware rechaza ~205 combinaciones triviales.

06 Interfaz local · LCD y teclas**Display LCD**

El display es un LCD de 16 columnas por 4 filas, integrado en la PCB, con retroiluminación verde. Muestra las pantallas de operación, las pantallas de falla y el menú de configuración. La retroiluminación se apaga automáticamente tras el tiempo de descanso configurado y se enciende al pulsar cualquier tecla.

Teclas de navegación

El equipo posee tres teclas — UP, DOWN y OK. Cada tecla reconoce pulsación corta y larga; UP+DOWN simultáneos forman una combinación. Las acciones dependen del contexto de pantalla.

TECLA / CONTEXTO	ACCIÓN
UP / DOWN – corta	Cambia página en la pantalla principal; mueve el cursor en menús y editores.
UP / DOWN – larga	En editores numéricos, cambia el valor en pasos de $\times 10$; acelera la navegación.
OK – corta	Confirma la opción; entra al ítem seleccionado; avanza al siguiente campo.
OK – larga	En la pantalla principal, abre el menú de configuración (solicita contraseña, si está definida).
UP – larga	En la pantalla principal, reconoce (silencia) la alarma activa. Protegida por contraseña.
OK + DOWN	Retorno universal: sale del submenú actual al nivel anterior.
UP + DOWN	En la pantalla de tensiones, activa el cursor de selección de canal.
DOWN – larga (calibración)	Sale del modo calibración y vuelve al menú.

Zumbador interno

El zumbador interno se activa en las fallas de tensión y temperatura cuando está habilitado en el menú de alarma. Las fallas de entrada digital elevan el estado del equipo y encienden el LED, pero no activan el zumbador. La alarma sonora puede silenciarse con UP largo (ACK) o por escritura Modbus.

Tiempos de inactividad

Dentro de submenú	10 s — vuelve al listado de menú
En el listado de menú	10 s — vuelve a la pantalla principal
Contraseña de calibración	Deshabilitado — salida solo con DOWN largo
Modo calibración	Deshabilitado — salida solo con DOWN largo

07 Pantallas de operación

En operación normal, el display recorre un conjunto de pantallas de monitoreo. Use UP y DOWN para alternar entre páginas. Cuando hay una falla activa, las pantallas de falla entran en rotación automática cada 5 segundos.

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

Pantalla de arranque

Mostrada al energizar (\approx 2 s). Exhibe nombre del producto y versión 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
```

Tensiones — 8 canales

Pantalla principal. Muestra los ocho canales simultáneamente en dos columnas.

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

Detalle del canal

Accedida por el cursor de canal (UP+DOWN + OK). Muestra valor en vivo y extremos.

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

Entradas digitales

Estado lógico de las 8 DI y polaridad configurada.

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

Información del sistema

Resumen: NTC, estado del relé, fecha/hora y versión de firmware.

```
!! FALLA TENSION
1 2 3 4 5 6 7 8
. . v . . . . .
Limite excedido
```

Falla de tensión

Indica canal fuera de rango. v = bajo mínimo · ^ = sobre máximo.

```
!! FALLA TEMP
T = 78 C
Min:0 C Max:60 C
Sobre +18 C
```

Falla de temperatura

NTC fuera de rango. La última línea muestra la desviación frente al límite.

```
(display
apagado)
```

Pantalla en descanso

Tras el tiempo configurado el display se apaga. Cualquier tecla reactiva.

08 Menú de configuración**Acceso y navegación**

Desde la pantalla principal, mantenga OK pulsado (pulsación larga) para abrir el menú. Si hay contraseña definida, el equipo solicita los cuatro dígitos antes de liberar el acceso. La contraseña es obligatoria — en el primer ingreso de una unidad nueva el equipo exige la creación de una contraseña de 4 dígitos y rechaza combinaciones débiles.

Ítems del menú

01 Reset Alarma Reconoce y limpia la alarma activa.	02 Modo DI Polaridad global de las entradas digitales (Alto=OK o Bajo=OK).
03 Alarmas DI Habilita la alarma por canal digital (máscara de 8 bits).	04 DI Avanzado Polaridad por canal y tiempo de antirrebote por canal.
05 Límite Temp Define los límites mínimo y máximo de temperatura.	06 Límite Tensión Define los límites mínimo y máximo de tensión, por canal.
07 Avisos Banda de prealarma (warning) de temperatura y de tensión.	08 Baud Modbus Selecciona la velocidad RS-485 (4800-115200 bps).
09 Calibración Calibración multipunto de tensión y temperatura. Protegida por contraseña.	10 Actualiz. FW Inicia la actualización de firmware vía USB-C o peer (AEM→AEM).
11 Idioma Selecciona el idioma: Portugués, Inglés o Español.	12 Fecha/Hora Ajusta el reloj de tiempo real (RTC).
13 Descanso Tiempo de descanso de pantalla: Off, 1, 5, 10 o 30 min.	14 Estadísticas Mínimo, máximo, promedio y conteo por canal. Permite reset.
15 Eventos Historial de eventos first-out. Permite limpiar.	16 Contraseña Define o elimina la contraseña de acceso a la configuración.
17 Reboot Reinicia el equipo o ejecuta restauración de fábrica.	18 Alarma Retardo, histéresis, modo (manual/auto) y zumbador.
19 Acerca Identificación, contadores de arranque y telemetría.	20 Salir Vuelve a la pantalla principal.

09 Procedimientos de configuración

Los procedimientos siguientes parten siempre de la pantalla principal. Los números entre paréntesis indican el ítem del menú.

Definir límites de tensión de un canal

- 1 OK largo para abrir el menú; seleccione Límite Tensión (06).
- 2 Elija el canal (1 a 8) con UP/DOWN y confirme con OK.
- 3 Ajuste el valor MÍNIMO con UP/DOWN (pulsación larga = paso $\times 10$). Confirme con OK.
- 4 Ajuste el valor MÁXIMO del mismo modo. El equipo rechaza máximo \leq mínimo.
- 5 Confirme con OK; el valor queda grabado en memoria no volátil.

Configurar la alarma

- 1 Abra el menú y seleccione Alarma (18).
- 2 Retardo: 1 a 30 s — tiempo fuera de rango antes del disparo.
- 3 Histéresis: margen de retorno para evitar oscilación en el umbral.
- 4 Modo: manual (hasta ACK) o automático (se limpia solo).
- 5 Zumbador: habilita o deshabilita el aviso sonoro.

Calibrar un canal de tensión

- 1 Abra el menú y seleccione Calibración (09); ingrese la contraseña.
- 2 Elija Tensión y el canal a calibrar.
- 3 Aplique una tensión de referencia conocida al canal.
- 4 Ajuste el valor exhibido hasta coincidir con la referencia (UP/DOWN).
- 5 El equipo muestra el delta; confirme con OK para grabar el offset.

Cambiar la velocidad Modbus

- 1 Abra el menú y seleccione Baud Modbus (08).
- 2 Elija la velocidad: 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 o 115200 bps.
- 3 Una pantalla de confirmación advierte que la conexión cambiará.
- 4 Ajuste el maestro (PLC/supervisorio) a la misma velocidad.

Definir o eliminar la contraseña

- 1 Abra el menú y seleccione Contraseña (16).
- 2 Elija Definir; introduzca cuatro dígitos con UP/DOWN y OK.
- 3 Repita los mismos cuatro dígitos para confirmar.
- 4 Contraseñas débiles (1234, 0000, secuencias) son rechazadas por el firmware.

10 Sistema de alarma

Cada 100 ms el equipo evalúa tres condiciones de falla independientes: tensión fuera de rango en algún canal, temperatura del NTC fuera de rango, y entrada digital en estado distinto al configurado. Cualquier condición activa lleva el equipo al estado de Falla.

Las fallas de tensión y de temperatura activan la salida de alarma, el zumbador (si está habilitado) y el LED rojo. Las fallas de entrada digital elevan el estado y encienden el LED, pero no activan el zumbador.

Reconocimiento (ACK)

El reconocimiento se realiza localmente con UP largo en la pantalla principal, o remotamente vía Modbus. En modo manual, la alarma permanece señalizada hasta el reconocimiento; en modo automático, se limpia cuando la falla cesa.

Estados del equipo

Inicialización	Primeros segundos tras la energización.
Normal	Ninguna falla activa — LED verde.
Aviso	Prealarma en al menos una magnitud — LED naranja.
Falla	Al menos una condición de falla activa — LED rojo.
Calibración	Operador dentro del menú de calibración; barrido suspendido — LED amarillo.
Actualización	En proceso de actualización de firmware — LED verde parpadeando.

Códigos de falla

F-V-MIN	Tensión de canal por debajo del mínimo configurado
F-V-MAX	Tensión de canal por encima del máximo configurado
F-T-MIN	Temperatura NTC por debajo del mínimo
F-T-MAX	Temperatura NTC por encima del máximo
F-DI	Entrada digital en estado distinto al configurado
F-RTC	Batería de respaldo del RTC agotada — reloj inválido

11 Comunicación RS-485 / Modbus RTU

Interfaz RS-485 half-duplex, dos hilos, con protección ESD reforzada para uso en bus industrial. Dirección Modbus configurable vía DIP switch o comando Modbus.

Medio físico	RS-485 half-duplex, 2 hilos
Protocolo	Modbus RTU Slave (Server)
Formato de trama	8N1 — 8 datos, sin paridad, 1 stop
Velocidades	4800 / 9600 / 19200 / 38400 / 57600 / 115200 bps
Dirección (Slave ID)	1 a 7, definido por el DIP switch SW2
Predeterminado de fábrica	Slave ID 1 · 9600 bps
Terminación	120 Ω seleccionable vía llave TR (DIP 4)
Protección	ESD ±16 kV HBM en las líneas A/B

Códigos de función soportados

0x03	Read Holding Registers — lectura de cualquier registro definido.
0x10	Write Multiple Registers — escritura de registros R/W.
0x46	Túnel AEMUP/1 — canal privado de actualización de firmware.

Ejemplo de lectura — 8 tensiones

Solicitud	FC 0x03 · dirección 40001 · cantidad 8
Respuesta	16 bytes (8× uint16) — cada valor ÷ 100 = tensión en V
Ejemplo	0x14A4 → 5284 → 52,84 V en el canal 1

Recomendaciones de cableado

- Use par trenzado para las señales A y B, con la misma polaridad en todos los nodos.
- El GND debe ser común a todos los nodos, incluyendo al maestro (PLC/convertidor).
- Instale terminación de 120 Ω solo en los dos extremos físicos del bus.
- Mantenga el cable RS-485 alejado de cables de potencia y fuentes EMC.

12 Mapa Modbus completo

El AEM-60DC8 expone 147 holding registers organizados en 17 bloques funcionales. Los registros 40001–40029 preservan compatibilidad con integraciones existentes; los bloques desde 40050 son extensiones del firmware v1.03. Todos los valores son enteros escalados ($\times 100$ para tensión y temperatura).

MEDICIONES					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40001–40008	Tensión CH1–CH8	uint16	$\times 100$	R	Tensión medida en los 8 canales analógicos ($V \times 100$)
40009	Temperatura NTC	int16	$\times 100$	R	Temperatura medida por el sensor NTC ($^{\circ}C \times 100$)
LÍMITES DE FALLA					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
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	Límites CH1–CH8	uint16	$\times 100$	R/W	Límites mín./máx. de tensión de los 8 canales
COMUNICACIÓN					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40028	Índice de baud rate	uint16	–	R/W	Selecciona la velocidad RS-485
40029	Slave ID	uint16	–	R	Dirección Modbus (DIP switch)
IDENTIDAD					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40050	Versión mayor	uint16	–	R	Versión principal del firmware
40051	Versión menor	uint16	–	R	Versión secundaria del firmware
40052	Build	uint16	–	R	Número de build
40053–40055	Fecha de build	uint16	–	R	Año, mes, día de compilación
40056–40063	Modelo (ASCII)	8 \times uint16	–	R	Nombre del modelo en 16 chars ASCII
40064	Rev. de hardware	uint16	–	R	Letra de revisión de la placa
DISPLAY					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40066	Unidad de temperatura	uint16	–	R/W	0 = $^{\circ}C$, 1 = $^{\circ}F$
DIAGNÓSTICO MODBUS					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40070–40071	Tramas RX	uint32	–	R	Tramas Modbus recibidas
40072–40073	Tramas TX	uint32	–	R	Tramas Modbus enviadas
40074–40075	Errores de CRC	uint32	–	R	Tramas con CRC inválido
40076	Seg. sin polling	uint16	s	R	Tiempo desde la última solicitud
40077–40078	Uptime	uint32	s	R	Tiempo de operación desde la energización
40079	Motivo de reset	uint16	–	R	Causa del último reset
TELEMETRÍA DE RESET					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40080–40081	Contador de arranques	uint24	–	R	Total de inicializaciones
40082	Cont. HardFault	uint16	–	R	Fallas graves registradas
40083–40084	PC del HardFault	uint32	–	R	Dirección de programa de la falla
40085–40089	Salud de telemetría	uint16	–	R	Flags, IWDG, layout, dominio TAMP
AEMUP / BOOT					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40090–40098	Estadísticas AEMUP	uint16	–	R	Contadores HELLO/INFO/NACK del handler
40099	Motivo de falla de boot	uint16	–	R	Última capa que rechazó la imagen

12.1 Mapa Modbus completo

CONTROL					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40100	Solicitar bootloader	uint16	–	W	Escribir 0xAE60 → modo de actualización
SALUD DEL RTOS					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40101–40104	Heap (actual/mín.)	uint32	B	R	Memoria dinámica libre (actual e histórico)
40105–40108	Pila por tarea	uint16	–	R	Holgura de pila de las 4 tareas críticas
FORENSE DE HARDFAULT					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40110	Contexto válido	uint16	–	R	1 = registros forenses confiables
40111–40116	LR, xPSR, SP	uint32	–	R	Estado del CPU en el último HardFault
HOLGURA DE CICLO RTOS					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40117–40119	Holgura máx. por tarea	uint16	ms	R	Mayor intervalo observado por tarea
NÚMERO DE SERIE					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40120–40124	Componentes S/N	5×uint16	–	R/W	Año, mes, día, producto, secuencial
ESPEJO DEL LCD					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40130	Estado del relé	uint16	–	R	Estado de la salida de alarma
40131–40136	Fecha/hora RTC	uint16	–	R	Año, mes, día, hora, min, validez
40137	Uso de CPU	uint16	%	R	Porcentaje de uso del procesador
40138–40139	Heap total	uint32	B	R	Tamaño total de la memoria dinámica
40140–40143	Estado DI + máscaras	uint16	–	R	Bitmap, modo, polaridad y máscara de alarma
ACTUALIZACIÓN PEER					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40150	Gatillo de actualización	uint16	–	R/W	Escribir Slave ID destino para iniciar peer
40151–40159	Estado y progreso	–	–	R	Estado, %, resultado, destino, bytes, tiempo, reintentos
CONTADORES DE SEGURIDAD					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40160	Firma inválida	uint16	–	R	Capa 9 (Ed25519) rechazó la imagen
40161	Actualización fallida	uint16	–	R	Sesión de update en error terminal
40162	Intento de rollback	uint16	–	R	Imagen con generación menor presentada
40163	Violación de protocolo	uint16	–	R	NACK fuera de rollback (flood, magic, sec.)
FORENSE DE BAUD RATE					
DIRECCIÓN	NOMBRE	TIPO	ESC.	ACCESO	DESCRIPCIÓN
40190–40208	Diagnóstico de baud	uint16	–	R	Magic, layout, valores EEPROM/registro/BRR + contadores
40209	Limpiar diagnóstico	uint16	–	W	Escribir 0xC1EA limpia el latch de diagnóstico

Tablas auxiliares

Índice de baud rate (registro 40028)

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

Motivo de reset (registro 40079)

0	Desconocido
1	Energización / POR
2	Reset por software
3	Watchdog IWDG
4	Pulso en pin NRST
5–7	WWDG / bajo consumo / option bytes

Excepciones Modbus

0x01	Función ilegal — código de función no soportado
0x02	Dirección de dato ilegal — registro fuera del mapa
0x03	Valor de dato ilegal — escritura en R-only o valor fuera de rango

13 Actualización de firmware

El firmware puede actualizarse en campo por tres canales. En todos ellos, el bootloader valida la nueva imagen en nueve capas antes de aceptarla — incluyendo verificación de firma Ed25519 (RFC 8032).

Canal 1 · vía PC (USB-C)

- 1 Conecte el cable USB-C entre el equipo y el PC.
- 2 En el menú, seleccione Actualiz. FW (10) y confirme la opción Vía PC.
- 3 El equipo reinicia en modo bootloader (LED verde parpadeando).
- 4 En el PC, ejecute la herramienta indicando el puerto serial y el archivo .aemfw.
- 5 Espere la transferencia y la verificación. El equipo reinicia automáticamente.

Canal 2 · vía red Modbus RTU

- 1 La herramienta envía la imagen por el túnel AEMUP (FC 0x46) en el bus RS-485.
- 2 Secuencia de desbloqueo en 3 pasos: escrituras en 40098, 40099 y 40100 en ≤ 3 s.
- 3 El equipo entra en modo bootloader y recibe la imagen por la propia red.

Canal 3 · entre unidades (peer)

- 1 Una unidad donante envía su firmware a otras unidades del bus RS-485.
- 2 Inicie por el menú Actualiz. FW (opción peer) o por el registro 40150.
- 3 Siga el progreso en 40151–40159 (estado, %, resultado, bytes, tiempo).

Protección anti-brick

Antes de aceptar el arranque, el bootloader valida la imagen en nueve capas: palabra mágica, versión, CRC de cabecera, hardware ID, tamaño del payload, CRC del payload, tabla de vectores, sello de fin y firma digital Ed25519. Si alguna capa falla, la unidad permanece en modo de actualización esperando una imagen válida — nunca queda inoperante.

Precaución: Precaución: interrumpir una actualización puede forzar a la unidad a permanecer en modo bootloader. La unidad no se brickeará, pero se requiere una nueva sesión de actualización. Garantice alimentación estable antes de iniciar.

14 Diagnóstico y resolución de problemas

La pantalla Acerca (ítem 19) reúne contadores de boot, motivo del último reset, estado del watchdog y telemetría de fallas. Los mismos datos están disponibles vía Modbus en 40070–40119.

SÍNTOMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
Display no enciende	Alimentación ausente o polaridad invertida	Verifique la tensión (10–30 V DC) y la conexión de V+ y GND.
Display en blanco tras boot	LCD no inicializó	Apague y encienda el equipo.
Maestro Modbus sin respuesta	A/B invertidos, GND ausente o baud incorrecto	Verifique A/B y la tierra común; alinee la velocidad del maestro.
Respuesta intermitente / CRC	Falta terminación o ruido en el bus	Instale 120 Ω en los extremos; aleje de fuentes EMC.
Dos unidades responden juntas	Slave ID duplicado	Asigne direcciones distintas en SW2; confirme en 40029.
!! AJUSTAR RTC !!	Batería de respaldo agotada	Ajuste fecha/hora en Fecha/Hora (12); reemplace la batería.
Lectura imprecisa	Canal descalibrado	Ejecute la calibración del canal por Calibración (09).
Alarma no silenciosa	Falla aún activa	La causa debe cesar antes del reconocimiento.

15 Especificaciones resumidas

Canales analógicos	8 × 0–60 V DC · ±1% FS
Temperatura	NTC 10 k Ω · –10 a +70 °C
Entradas digitales	8 × opto-aisladas · 5 kV AC rms
Comunicación	RS-485 Modbus RTU · 4800–115200 bps
Alimentación	10 a 30 V DC · < 2 W
Interfaz	LCD 16×4 · 3 teclas · LED RGB · zumbador
MCU	STM32G0B0RE (Cortex-M0+) · FreeRTOS
Compliance	UL94 V-0 · IEC 62443-4-2 SL2 (objetivo)
Operación	–10 a +70 °C · 5–95% HR no condensante
Mecánica	145 × 90 × 40 mm · 345 g · DIN 35 mm

SOPORTE TÉCNICO Y CONTACTO

Para consultas de aplicación, integración o postventa, contacte a LRI.

aem.lri.com.br

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