PANEL PT100 HV 5.0 EMD645E3

Highlight

El **Panel PT100** pertenece a la familia **TRACMOTIVE** y ha sido desarrollado bajo una arquitectura electrónica de grado ferroviario, totalmente de estado sólido y **libre de mantenimiento**, optimizada para locomotoras **EMD** equipadas con generador auxiliar **D14**:

- ✓ **Instalación Rápida (*Plug & Play*):** Concebido para montaje directo dentro de los tableros eléctricos existentes en la locomotora, debido a su tamaño reducido y la eliminación de ciertos componentes, que permiten acomodarlo en los espacios disponibles. Conexionado ágil, reduciendo al mínimo los tiempos de intervención y detención de la locomotora en depósito.

- ✓ **Conexiones Faston Estándar EMD:** Equipado con terminales Faston de norma ferroviaria **EMD**, asegurando compatibilidad mecánica directa con el cableado original de la locomotora y máxima firmeza ante vibraciones severas.

- ✓ **Arquitectura Libre de Mantenimiento:** Diseño 100 % electrónico de estado sólido sin componentes mecánicos sometidos a desgaste ni ajustes periódicos, asegurando una operación confiable a lo largo de toda su vida útil.

- ✓ **Medición Redundante de Temperatura:** Incorpora dos canales independientes para sensores **PT100** redundantes, reemplazando por completo los antiguos termostatos mecánicos y eliminando sus fallas por descalibración o fatiga térmica.

- ✓ **Gestión Integral del Sistema de Enfriamiento:** Controla de forma automatizada el accionamiento de hasta **3 electroventiladores** y las **persianas de radiadores** según la demanda térmica real del motor diésel.

- ✓ **Optimización para Locomotoras EMD con D14:** Diseñado específicamente para integrarse con la alimentación trifásica auxiliar proveniente del alternador **D14** y el ecosistema **CAN Bus** del **Panel GP Controller**.

- ✓ **Protección Trifásica por Falta de Fase:** Supervisa continuamente la integridad de las fases de alimentación de los electroventiladores, protegiendo los motores ante pérdidas de fase o desequilibrios eléctricos.

- ✓ **Alternancia Automática de Arranques:** Rota de manera inteligente la secuencia de encendido de los electroventiladores para garantizar un desgaste mecánico uniforme y asegurar el flujo de aire en todos los sectores, evitando obstrucciones en los radiadores durante la operación invernal.

- ✓ **Programas de Contingencia (*Fail-Safe*):** Ejecuta rutinas automáticas de respaldo ante fallas de sensores o pérdida de comunicaciones para asegurar la refrigeración continua y mantener la disponibilidad operativa de la locomotora en vía.

- ✓ **Interfaz HMI Integrada:** Pantalla de visualización local (**HMI**) para la supervisión operativa en tiempo real (temperaturas, estado de electroventiladores, persianas y fases) y el diagnóstico inmediato de fallas en campo sin necesidad de herramientas externas.

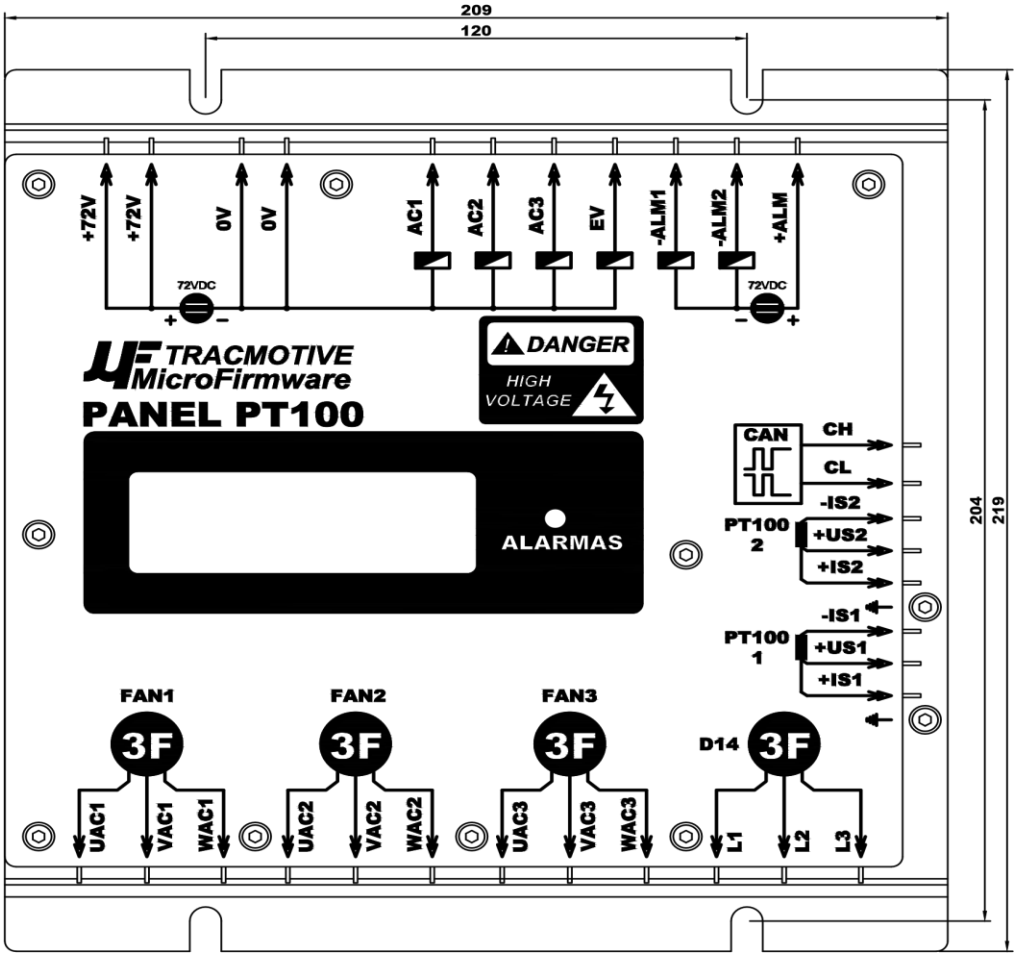
1. Dimensiones y anclaje.

Dimensiones del Gabinete:

- **Gabinete robusto de acero inoxidable de 1 mm de espesor.**
- **Alto:** 219 mm
- **Ancho:** 209 mm
- **Profundidad:** 65 mm

Sistema de Anclaje:

- El equipo se fija mediante perforaciones roscadas diseñadas para pernos de $^{3}/_{16}$ **de pulgada**.
- Las distancias exactas y la disposición de los centros de fijación se detallan en el **plano a continuación**.



⚠️ **ADVERTENCIA CRÍTICA DE SEGURIDAD**

TODAS LAS CONEXIONES DE ALTA TENSION AC: UACX, VACX, WACX Y LX DEBEN REALIZARSE CON FASTON HEMBRA CON CAPUCHÓN DE PVC EN SUS TERMINALES.

2. Descripción funciones terminales de conexión.

A continuación se detalla la asignación y función eléctrica de cada terminal de conexión del Panel PT100:

Alimentación y Control de Actuadores

• **+72V:** Alimentación positiva del circuito de batería de la locomotora.

• **0V:** Alimentación negativa (referencia) del circuito de batería de la locomotora.

• **AC1:** Alimentación de mando para el contactor del electroventilador 1 (AC1).

• **AC2:** Alimentación de mando para el contactor del electroventilador 2 (AC2).

• **AC3:** Alimentación de mando para el contactor del electroventilador 3 (AC3).

• **EV:** Alimentación de mando para la electroválvula de accionamiento de las persianas de radiadores.

Circuito de Alarma de Alta Temperatura

• **+ALM:** Alimentación positiva del circuito de alarma de alta temperatura del motor diésel.

• **-ALM1:** Retorno del circuito 1 de alarma de alta temperatura del motor diésel.

• **-ALM2:** Retorno del circuito 2 de alarma de alta temperatura del motor diésel.

Comunicaciones CAN Bus

• **CH:** Puerto High CAN Bus (canal de baja prioridad).

• **CL:** Puerto Low CAN Bus (canal de baja prioridad).

Sensores de Temperatura PT100 (Redundantes)

• **+IS1:** Alimentación (corriente de excitación) del lazo de medición del sensor PT100-1.

• **+US1:** Entrada de medición de tensión del sensor PT100-1.

• **-IS1:** Retorno del lazo de medición del sensor PT100-1.

• **+IS2:** Alimentación (corriente de excitación) del lazo de medición del sensor PT100-2.

• **+US2:** Entrada de medición de tensión del sensor PT100-2.

• **-IS2:** Retorno del lazo de medición del sensor PT100-2.

Supervisión Trifásica de Electroventiladores y Generador D14

• **UAC1:** Medición de tensión de fase borne U del electroventilador 1.

• **VAC1:** Medición de tensión de fase borne V del electroventilador 1.

• **WAC1:** Medición de tensión de fase borne W del electroventilador 1.

• **UAC2:** Medición de tensión de fase borne U del electroventilador 2.

• **VAC2:** Medición de tensión de fase borne V del electroventilador 2.

• **WAC2:** Medición de tensión de fase borne W del electroventilador 2.

• **UAC3:** Medición de tensión de fase borne U del electroventilador 3.

• **VAC3:** Medición de tensión de fase borne V del electroventilador 3.

• **WAC3:** Medición de tensión de fase borne W del electroventilador 3.

• **L1:** Línea AC fase 1 proveniente del generador auxiliar D14.

• **L2:** Línea AC fase 2 proveniente del generador auxiliar D14.

• **L3:** Línea AC fase 3 proveniente del generador auxiliar D14.

3. Valores máximos absolutos

Circuitos	Terminales	Mínimo	Máximo	Protección	Aislamiento Galvánico
Alimentación	+72V, 0V			Fusible interno	1000 Vdc
Voltaje		-160 Vdc	160 Vdc		
Intensidad		-7 Adc	7 Adc		
Entradas AC	UACX, VACX, WACX, LX			Tiempo indefinido	1000 Vdc
Voltaje		0 Vac rms	315 Vac rms		
Intensidad		0 mA	19 mAac rms		
Salidas Digitales	ACX, EV, -ALMX			Fusible interno	1000 Vdc
Voltaje		-160 Vdc	160 Vdc		
Intensidad		-5 Adc	5 Adc		
Sensores PT100	+/-ISX, +USX			Tiempo indefinido	1000 Vdc
Voltaje		-40 Vdc	40 Vdc		
Intensidad		-100 mAdc	100 mAdc		
CAN Bus	CX			Tiempo indefinido	1000 Vdc
Voltaje		-160 Vdc	160 Vdc		
Intensidad		-200 mAdc	200 mAdc		

4. Valores de seguridad

Circuitos	Terminales	Mínimo	Máximo	Protección	Aislamiento Galvánico
Alimentación	+72V, 0V			Fusible interno	1000 Vdc
Voltaje		36 Vdc	90 Vdc		
Intensidad		50 mAdc	200 mAdc		
Entradas AC	UACX, VACX, WACX, LX			Tiempo indefinido	1000 Vdc
Voltaje		0 Vac rms	220 Vac rms		
Intensidad		0 mAac rms	15,5 mAac rms		
Salidas Digitales	ACX, -ALMX			Fusible interno	1000 Vdc
Voltaje		0 Vdc	74 Vdc		
Intensidad		0 Adc	3 Adc		
Sensores PT100	+/-ISX, +USX			Tiempo indefinido	1000 Vdc
Voltaje		1,95 Vdc	2,06 Vdc		
Intensidad		0,2 mAdc	5,75 mAdc		
CAN Bus	CX			Tiempo indefinido	1000 Vdc
Frecuencia		20 Kbps	20 Kbps		
Voltaje		0,5Vpp	4,5Vpp		

5. Descripción General del Sistema

El **Panel PT100** es la unidad electrónica compacta de control y supervisión integral del sistema de refrigeración del motor diésel dentro de la familia **TRACMOTIVE**, diseñada para instalarse en el **tablero 80 de la sala de máquinas** de locomotoras **EMD** equipadas con generador auxiliar **D14**.

Su función principal es reemplazar por completo los antiguos termostatos mecánicos y lógicas de relés convencionales, gestionando de manera precisa y automatizada el accionamiento de hasta **3 electroventiladores** y las **persianas de radiadores** a partir de la medición redundante mediante **dos sensores resistivos PT100 con conexión a 3 hilos**, lo que compensa la resistencia de los conductores y garantiza alta exactitud térmica.

Para garantizar la máxima protección de los equipos rotativos y la disponibilidad operativa de la locomotora, el sistema integra las siguientes capacidades clave:

- **Supervisión Trifásica por Centro de Estrella Artificial:** Monitorea continuamente las tres fases de alimentación provenientes del alternador auxiliar **D14** (L1, L2, L3) y las tensiones de línea en bornes de cada motor (U, V, W) mediante el cálculo de **desbalance vectorial sobre un centro de estrella artificial**, detectando de inmediato pérdidas de fase, asimetrías o fallas de contactor.

- **Gestión Inteligente y Alternancia:** Controla el escalonamiento térmico de los electroventiladores y rota automáticamente el orden de arranque para igualar el desgaste mecánico y mantener el flujo de aire en todos los paneles del radiador durante la operación invernal.

- **Salidas DC para Cargas Inductivas Protegidas:** Incorpora salidas digitales de corriente continua (DC) diseñadas específicamente para el accionamiento directo de cargas inductivas (contactores de potencia, electroválvulas y circuitos de alarma), equipadas con protección interna mediante fusible frente a sobrecargas o cortocircuitos en el cableado de campo.

- **Respaldo (*Fail-Safe*) y Diagnóstico Local:** Incorpora una interfaz **HMI** local para visualización operativa y diagnóstico en campo, enlazándose mediante **CAN Bus** con el **Panel GP Controller** (opcional) y ejecutando rutinas automáticas de contingencia ante fallas de sensores o comunicaciones.

6. Montaje.

El Panel PT100 debe ubicarse dentro del tablero 80 de la sala de máquinas, siguiendo estrictamente el esquema de conexionado indicado en el plano eléctrico del documento anexo específico para cada clase de locomotora.

6.1. Montaje de Sensores PT100

Los dos sensores PT100 se suministran con sus correspondientes adaptadores roscados para instalarlos directamente en los alojamientos originales de los antiguos termostatos, junto con tapones ciegos para sellar los orificios de termostatos sobrantes.

Cableado y Blindaje Electromagnético

• **Tipo de Cable**: La conexión debe realizarse mediante cable trenzado de 3 hilos mallado, con una sección mínima de **0,5 mm²** por conductor.

• **Puesta a Tierra de Pantalla:** En el extremo del Panel PT100, la malla de blindaje debe vincularse mediante un terminal de horquilla para diámetro de fijación de 4 mm y conectarse a los respectivos tornillos de masa del gabinete ubicados en la proximidad inmediata de cada canal de entrada.

Verificación Óhmica Previa a la Puesta en Marcha

Antes de energizar el equipo, se debe verificar la integridad del lazo de 3 hilos con un multímetro sobre los bornes de conexión de cada canal (X = 1 o 2):

• Entre **+ISX y -ISX**: Debe medirse una resistencia óhmica aproximada de **100 Ω** (correspondiente al elemento sensor PT100 a temperatura ambiente).

• Entre **+USX y +ISX**: Debe medirse una resistencia aproximada de **0 Ω** (continuidad del lazo de compensación de línea).

6.2. Cableado AC Electroventiladores y D14.

Para garantizar la seguridad eléctrica y la precisión en la detección de fase, el tendido de corriente alterna debe cumplir con las siguientes especificaciones:

• **Conductor y Aislamiento:** Utilizar cable flexible con sección mínima de **2,5 mm²** y nivel de aislamiento nominal de **600 VAC**.

• **Punto de Toma en Electroventiladores:** Las conexiones de supervisión de fase de los electroventiladores (UACX, VACX, WACX) deben realizarse aguas abajo de los contactores, lo más cerca posible de los bornes de alimentación de los motores.

• **Terminales Aislados:** Todos los terminales Faston empleados en las líneas y fases de corriente alterna (AC) deben contar obligatoriamente con **revestimiento aislante en su cuerpo de conexión** para evitar contactos accidentales o arcos eléctricos.

7. Funcionamiento.

7.1 Sondas PT100.

La variable primaria de entrada del sistema proviene de **dos sondas resistivas PT100 redundantes**, instaladas mediante adaptadores roscados en los mismos alojamientos de los termostatos originales del motor diésel. Ambas señales de las sondas son adquiridas a través de **dos canales analógicos completamente independientes** (PT100-1 y PT100-2), cada uno equipado con un convertidor **ADC de 15 bits** que proporciona una resolución térmica sumamente fina y estable. Gracias a esta arquitectura dual, si una de las sondas o su lazo de cableado sufre una avería por circuito abierto o cortocircuito, el controlador descarta automáticamente el canal defectuoso y **continúa operando con total normalidad** utilizando el sensor correcto, garantizando la refrigeración continua sin afectar la disponibilidad de la locomotora.

La distancia entre el bloque motor y el tablero de sala de máquinas donde es instalado el equipo, introduce una resistencia óhmica parásita en los conductores que alteraría la lectura de temperatura si se empleara una conexión convencional de dos hilos. Para eliminar este error de medición, cada canal del **Panel PT100** implementa una etapa analógica de **compensación activa por hardware a tres hilos**. Mediante esta técnica, una fuente de corriente constante de precisión excita el elemento sensor a través del conductor **+ISX** y retorna por **-ISX**, generando una caída de tensión total que incluye tanto la resistencia propia de la sonda como la resistencia de ambos cables de línea.

Simultáneamente, el tercer hilo de medición (**+USX**, vinculado en el mismo extremo del sensor que +ISX) permite al circuito acondicionador de hardware medir de forma aislada la caída de tensión producida exclusivamente por la resistencia del conductor y sustraerla analógicamente antes de la digitalización. De este modo, el sistema compensa la resistencia de los tres conductores y obtiene la resistencia pura del sensor **PT100** de manera instantánea, logrando una medición de alta exactitud totalmente independiente de la longitud del tendido y de las variaciones térmicas a lo largo del mazo de cables en la sala de máquinas.

7.2. Control de Electroválvulas de Persianas de Radiadores

A diferencia de los sistemas originales de la locomotora —en los que las persianas de los radiadores únicamente se abren cuando entra en funcionamiento alguno de los electroventiladores—, el **Panel PT100** comanda la apertura de la electroválvula de persianas (**EV**) de forma independiente en cuanto la temperatura del líquido refrigerante supera los **64 °C**, cerrándolas nuevamente cuando desciende por debajo de los **61 °C** (histéresis de **3 °C**).

Esta estrategia de control anticipado permite que, durante la época estival o en condiciones de alta temperatura ambiente, las persianas permanezcan prácticamente siempre abiertas. De este modo, el flujo de aire generado por la propia marcha de la locomotora y la convección natural disipa gran parte del calor del radiador, reduciendo tanto las horas de funcionamiento de los electroventiladores como el desgaste del sistema neumático y mecánico de mando de apertura y cierre de persianas al evitar ciclos repetitivos innecesarios. Al mismo tiempo, al mantener las persianas cerradas por debajo de los **61 °C**, el sistema conserva íntegramente la función de calentamiento rápido del motor diésel tras el arranque en invierno o en climas fríos.

7.3. Control de Electroventiladores

El accionamiento de los electroventiladores se gestiona de forma escalonada mediante tres etapas térmicas independientes con histéresis controlada. En la **Etapa 1**, cuando la temperatura del refrigerante alcanza o supera los **75 °C**, el controlador habilita el primer electroventilador de la secuencia y lo desactiva cuando la temperatura desciende a **71 °C**. Si la demanda térmica continúa en aumento, la **Etapa 2** ingresa cuando el refrigerante iguala o supera los **77 °C**, incorporando un segundo electroventilador hasta que la temperatura baja a **73 °C**. Finalmente, ante condiciones de máxima exigencia o temperaturas ambiente elevadas, la **Etapa 3** activa el tercer electroventilador a partir de los **80 °C**, manteniéndolo en servicio hasta que el refrigerante desciende a **75 °C**.

En los sistemas convencionales de secuencia fija, durante la época invernal prácticamente opera un único electroventilador, dejando inactivos los restantes sectores del radiador y permitiendo que el polvo y las partículas en suspensión obstruyan las rejillas por falta de flujo de aire, lo que provoca fallas por alta temperatura al llegar el verano. Para eliminar este problema, el **Panel PT100** rota automáticamente el orden de prioridad de arranque de los electroventiladores en cada ciclo operativo. De esta manera, el desgaste mecánico y eléctrico se distribuye de forma uniforme entre todos los motores y se garantiza una circulación periódica de aire a través de la totalidad de los paneles del radiador durante todo el año.

7.4. Protección de Electroventiladores

En ocasiones, debido al desgaste de los contactos principales o fallas mecánicas en los contactores de potencia, un electroventilador puede quedar energizado con la pérdida de una fase. Esta condición de marcha bifásica provoca un severo desbalance eléctrico y una sobrecarga térmica inmediata en los devanados, ocasionando daños graves en los estatores de los motores.

Para evitar este modo de falla, el **Panel PT100** mide de forma continua las tensiones de las tres líneas de alimentación directamente aguas abajo de cada contactor (UACX, VACX, WACX). Aunque ante la apertura de una línea aparece en el borne del motor afectado una tensión autoinducida por los devanados contiguos, el controlador utiliza neutros artificiales internos para evaluar el desequilibrio vectorial real del sistema trifásico. Al detectar la asimetría de fase, el firmware desconecta de inmediato el contactor del motor involucrado y acciona en su reemplazo el electroventilador correspondiente a la próxima secuencia disponible, manteniendo inalterada la capacidad de enfriamiento.

Una vez transcurrido un **tiempo mínimo de 5 minutos** —intervalo estipulado para asegurar la disipación térmica de la sobrecarga originada por la pérdida de línea—, el sistema rehabilita el electroventilador afectado para que vuelva a energizarse automáticamente en la próxima secuencia de demanda térmica.

7.5. Sistema en Emergencia

Con el objetivo de asegurar la refrigeración continua del motor diésel y garantizar la disponibilidad operativa de la locomotora ante fallas múltiples, el **Panel PT100** ejecuta una rutina de contingencia denominada **Sistema en Emergencia**. Esta condición se activa automáticamente bajo dos escenarios críticos: en primer lugar, cuando el controlador pierde simultáneamente la referencia válida de ambas sondas redundantes (PT100-1 y PT100-2), quedando sin medición directa de temperatura; y, en segundo lugar, cuando se producen fallas en el arranque o en las fases de los electroventiladores disponibles que impiden cubrir la demanda térmica de disipación requerida por el motor.

Al ingresar en modo de emergencia, el firmware asume el control preventivo de la planta térmica forzando de inmediato la entrada de **dos electroventiladores** (manteniendo activas las unidades operativas disponibles) y asegurando la apertura de las persianas de radiadores (EV). Simultáneamente, cierra los contactos de la salida de alarma (-ALM1 y -ALM2) para advertir al personal de conducción sobre la condición degradada, permitiendo que la locomotora continúe su marcha operando de forma segura hasta su revisión en depósito, sin riesgo de sobrecalentamiento.

7.6. Salida de Alarma

La salida de alarma del **Panel PT100** está aislada galvánicamente de las salidas de comando de contactores de electroventiladores (AC1, AC2, AC3) y del control de la electroválvula de persianas (EV). Esta etapa se compone de dos contactos independientes (-ALM1 y -ALM2), con una alimentación común (+ALM), diseñados específicamente para emular el comportamiento eléctrico del termostato original de motor caliente **EMD** e integrarse de forma directa en el circuito de alarma de cabina de la locomotora sin requerir modificaciones de cableado.

Por seguridad intrínseca (*fail-safe*), ambos contactos de alarma se cierran ante cualquiera de los siguientes tres escenarios operativos: en primer lugar, por condición de **motor caliente**, activándose cuando la temperatura del refrigerante alcanza los **92 °C** y reponiéndose una vez que desciende por debajo de los **89 °C**; en segundo lugar, cuando el **sistema ingresa en modo de emergencia** (ante fallas críticas o activación de rutinas de contingencia); y en tercer lugar, cuando el **sistema queda desenergizado** por corte o pérdida de alimentación en el circuito de batería, garantizando que el personal de conducción reciba siempre una indicación fehaciente ante la ausencia de supervisión térmica.

7.7. Puerto de Comunicación CAN Bus

El **Panel PT100** incorpora un robusto puerto de comunicación **CAN Bus** aislado galvánicamente que permite integrarlo de forma nativa dentro del ecosistema modular de la familia **TRACMOTIVE**, compartiendo en tiempo real el estado térmico del motor diésel y las alarmas del sistema de refrigeración con los demás controladores de a bordo.

A través de su vinculación directa con el **Panel GP Controller** (control de excitación y tracción), el sistema establece una protección termodinámica activa sobre la planta motriz: restringe la potencia máxima disponible cuando el motor diésel se encuentra frío para evitar desgastes prematuros, regula de manera progresiva la potencia de tracción cuando la temperatura se aproxima al umbral crítico de recalentamiento y, en caso de activarse la alarma de motor caliente, ordena el corte inmediato de la tracción para impedir un mayor aumento térmico.

De manera simultánea, el enlace **CAN Bus** transmite al **Panel HMI** de cabina la totalidad de los estados operativos, variables de temperatura del motor diésel y códigos de alarma, permitiendo su visualización centralizada para el personal de conducción y su almacenamiento cronológico en el registro histórico del sistema.

8. Pantalla Principal de Operación

67°C	**M1 OFF**
SEN1 67°C	**M2 OFF**
SEN2 68°C	**M3 ON**

La pantalla principal se divide en dos columnas funcionales que multiplexan dinámicamente la información operativa y los códigos de falla en caso de anomalía:

Columna Izquierda: Temperatura del Sistema y Sensores PT100

- **Temperatura Efectiva de Control (67°C):** Despliega en el renglón superior el valor de temperatura del líquido refrigerante validado y utilizado activamente por el controlador para gobernar las persianas y las etapas de los electroventiladores. La sonda que acuse la menor temperatura es la que gobierna el control.

- **Estado / Lectura Sensor SEN1 (SEN1 67°C):** Muestra en tiempo real la temperatura adquirida por el primer canal redundante (PT100-1). Ante una avería física en este lazo, el campo multiplexa dinámicamente el valor numérico para indicar la condición de **error** del sensor correspondiente.

- **Estado / Lectura Sensor SEN2 (SEN2 68°C):** Muestra en tiempo real la temperatura adquirida por el segundo canal redundante (PT100-2). Al igual que el canal anterior, ante una falla de circuito abierto o cortocircuito en la sonda, reemplaza la lectura térmica por la indicación de **error**.

Columna Derecha: Estado de Electroventiladores (M1, M2, M3)

- **M1 (M1 OFF / M1 ON):** Indica el estado lógico de accionamiento del electroventilador 1. Si la supervisión trifásica detecta una pérdida de fase o desequilibrio vectorial en este motor, el campo multiplexa la leyenda de estado para anunciar la condición de **error**.

- **M2 (M2 OFF / M2 ON):** Indica el estado lógico de accionamiento del electroventilador 2, conmutando automáticamente a la indicación de **error** ante cualquier falla de fase detectada en sus bornes.

- **M3 (M3 OFF / M3 ON):** Indica el estado lógico de accionamiento del electroventilador 3, multiplexando igualmente la señalización de **error** en caso de anomalía eléctrica en su alimentación trifásica.

9.1. Pantallas de Alarmas de Alta Prioridad

Ante la ocurrencia de una falla crítica, las alarmas de alta prioridad se despliegan en el display de forma automática, alternando (multiplexando) su visualización con la pantalla principal de operación y ordenándose de manera automática según su nivel de prioridad. Simultáneamente, el sistema mantiene encendido de forma continua el **LED de alarma** del panel frontal y activa inmediatamente los contactos de la **salida de alarma** (-ALM1 y -ALM2).

9.2. Motor Caliente (MOTOR CALIENTE)

ALARMA ALTA PRIORIDAD! **MOTOR CALIENTE**

Condición de Disparo: Esta alarma crítica se activa cuando la temperatura del líquido refrigerante alcanza o supera los **92 °C**, y se repone automáticamente una vez que desciende por debajo de los **89 °C**.

9.3. Emergencia del Sistema (EMERGENCIA SISTEMA / FORZADO ENTRADAS ELECTROVENTILADORES)

ALARMA ALTA PRIORIDAD! **EMERGENCIA SISTEMA** **FORZADO ENTRADAS** **ELECTROVENTILADORES**

Condición de Disparo: Esta alarma crítica se activa cuando el sistema pierde simultáneamente la referencia válida de ambas sondas de temperatura redundantes (PT100-1 y PT100-2), o cuando ocurren fallas en

los electroventiladores disponibles que impiden cubrir la demanda térmica de disipación, ingresando en rutina de contingencia con activación forzada de ventilación.

10.1. Pantallas de Alarmas de Baja Prioridad

Ante la detección de una anomalía preventiva que no compromete de forma inmediata la seguridad térmica del motor diésel, las alarmas de baja prioridad se despliegan en el display de forma automática, alternando (multiplexando) su visualización con la pantalla principal de operación y ordenándose automáticamente según su nivel de prioridad. Simultáneamente, el **LED de alarma** del panel frontal destella de forma intermitente a una frecuencia de **2 Hz**, advirtiendo al personal técnico sobre la novedad sin activar los contactos físicos de la salida de alarma de cabina.

10.2. Falta de Fase en Electroventilador (FALTA DE FASE ACX)

ALARMA BAJA PRIORIDAD! **FALTA DE FASE ACX**

Condición de Disparo: Esta alarma se activa cuando la supervisión trifásica mediante neutros artificiales detecta la pérdida de una fase o un desequilibrio vectorial crítico en las líneas de alimentación (UACX, VACX, WACX) del electroventilador correspondiente (X = 1, 2 o 3), desconectando su contactor de potencia e iniciando el ciclo de enfriamiento preventivo de **5 minutos** antes de rehabilitarlo para la próxima secuencia.

10.3. Error de Sonda de Temperatura (ERROR SONDA PT100-X)

ALARMA BAJA PRIORIDAD! **ERROR SONDA PT100-X** **COMPROBAR CONEXIONES** **+ISX, -ISX, +USX**

Condición de Disparo: Esta alarma se activa cuando el sistema detecta una falla eléctrica (circuito abierto, cortocircuito o lectura fuera de rango) en uno de los canales de medición de temperatura (X = 1 o 2), indicando revisar el cableado en los bornes +ISX, -ISX y +USX mientras el equipo continúa operando normalmente con la sonda redundante sana.

10.4. Error de Redundancia de Sondas (ERROR REDUNDANCIA SONDAS PT100)

ALARMA BAJA PRIORIDAD! **ERROR REDUNDANCIA** **SONDAS PT100**

Condición de Disparo: Esta alarma se activa cuando existe una diferencia superior a **3 °C** entre las lecturas de ambas sondas redundantes (PT100-1 y PT100-2). Ante esta discrepancia, el controlador asume como válida la **lectura de menor temperatura**, debido a que estas desviaciones se originan habitualmente por conexiones flojas o sulfatadas en el lazo que incrementan la resistencia óhmica aparente de medición.

11. Configuración de Switch de Terminación de Nodos (Redes CAN Bus)

Para garantizar la máxima integridad en la transmisión de datos digitales y evitar las reflexiones de las señales de comunicación en el entorno ferroviario, todos los nodos disponen de un interruptor físico para intercalar una resistencia interna de terminación de **120 Ω** al final del bus.

El **Panel PT100** incorpora un switch dispuesto lateralmente en el gabinete, ubicado en la proximidad inmediata del conector de red CAN dedicado (CH / CL). La conmutación de este interruptor en la capa física debe realizarse bajo el siguiente criterio estricto de ingeniería de campo:

- **Switch CAN Bus (Panel PT100):** Debe conmutarse a la posición **ON** únicamente cuando el **Panel PT100** actúe físicamente como el extremo final de la línea en el lazo del bus. Si la red continúa hacia otra derivación blindada —como el nodo del **Panel Diesel Controller**—, el interruptor debe permanecer en posición **OFF**.

La correcta conmutación a **ON** de este switch de terminación de línea estabiliza la impedancia diferencial del bus, disipando la energía residual de los flancos de subida y bajada de los bits de datos para blindar la red contra el ruido electromagnético severo de las máquinas eléctricas principales de la locomotora.

