

MANUAL DO PRODUTO



Treetech

TM

Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados



Sumario

1	PREFACIO	6
1.1	INFORMACIÓN LEGAL	6
1.1.1	<i>Descargo de responsabilidad</i>	6
1.2	PRESENTACIÓN	6
1.3	CONVENCIONES TIPOGRÁFICAS	6
1.4	INFORMACIÓN GENERAL Y DE SEGURIDAD	6
1.4.1	<i>Simbología de seguridad</i>	7
1.4.2	<i>Simbología general</i>	7
1.4.3	<i>Perfil mínimo recomendado para el operador y mantenedor del TM</i>	7
1.4.4	<i>Condiciones ambientales y de voltaje requeridas para la instalación y operación</i>	8
1.4.5	<i>Instrucciones de prueba e instalación</i>	8
1.4.6	<i>Instrucciones de limpieza y descontaminación</i>	9
1.4.7	<i>Instrucciones de inspección y mantenimiento</i>	9
1.5	SERVICIO AL CLIENTE	11
1.6	TÉRMINO DE GARANTÍA	12
2	INTRODUCCIÓN	13
2.1	FILOSOFÍA OPERATIVA BÁSICA	14
2.2	USO PREVISTO	14
2.3	CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES IED (<i>INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICE</i>)	15
2.4	FUNCIONES OPCIONALES	15
2.4.1	<i>TM FUNC 3ENR – Monitoreo de 3 devanados</i>	15
2.5	FUNCIONALIDADES	15
	<i>Preenfriamiento</i>	16
	<i>Diferencial de temperatura del cambiador de tomas</i>	16
2.6	ENTRADAS, SALIDAS Y COMUNICACIÓN	19
2.6.1	<i>Entradas</i>	19
2.6.2	<i>Salidas</i>	19
2.6.3	<i>Comunicación</i>	19
3	DISEÑO E INSTALACIÓN	20
3.1	TOPOLOGÍA DEL SISTEMA	20
3.2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	20
3.2.1	<i>Especificación de Cables</i>	21
3.2.2	<i>Diagrama de conexión</i>	22
3.2.3	<i>Terminales de entrada y salida</i>	23
3.2.4	<i>Alimentación y tierra</i>	24
3.2.5	<i>Puertos de comunicación</i>	24
3.2.6	<i>Sensores de temperatura RTD</i>	25
3.2.7	<i>Salidas analógicas</i>	26
3.2.8	<i>Transformadores de corriente</i>	27
3.2.9	<i>Control de enfriamiento forzado</i>	28
3.3	INSTALACIÓN MECÁNICA	29
4	OPERACIÓN	30
4.1	INDICACIONES INICIALES	30
4.2	FUNCIÓN DE LAS TECLAS	31
4.2.1	<i>Para acceder a un submenú</i>	31
4.3	PANTALLAS DE CONSULTA	31
4.3.1	<i>Pantalla general</i>	32
4.4	INFORMAÇÕES DO EQUIPAMENTO	37
5	PARAMETRIZACIÓN	40



5.1	ACCESO A LOS MENÚS DE PROGRAMACIÓN	40
5.2	MAPA DE PARÁMETROS.....	41
5.3	MENÚ CLK.....	43
5.4	MENÚ CONF.....	44
5.4.1	<i>Submenú GENR</i>	44
5.4.2	<i>Submenú COMM - Comunicación</i>	45
5.5	MENÚ TEMP	47
5.5.1	<i>Submenú CONF - Configuración</i>	47
5.5.2	<i>Submenú ALRM - Alarmas</i>	48
5.5.3	<i>Submenú TRF - Transformador</i>	51
5.5.4	<i>Submenú COOL - Enfriamiento forzado</i>	54
5.5.5	<i>Submenú Diferencial de temperatura</i>	57
5.6	MENÚ ADV.....	58
5.6.1	<i>Submenú CONF</i>	58
5.6.2	<i>Submenú RELY</i>	61
5.6.3	<i>Submenú FACT</i>	63
6	PUESTA EM SERVICIO	64
7	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	65
7.1	EL EQUIPO MUESTRA MENSAJES DE AUTODIAGNÓSTICO EN LA PANTALLA	65
7.1.1	<i>Visualización de la memoria de autodiagnóstico y de la memoria de alarmas</i>	65
8	DATOS TÉCNICOS.....	68
9	ESPECIFICACIÓN DE PEDIDO	69



Lista de ilustraciones

Figura 1 - Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados - TM.....	13
Figura 2 - Mediciones de temperatura del OLTC, transformador y diferencial de temperatura.	17
Figura 3 - Diferenciales de temperatura instantáneos y filtrados	18
Figura 4 - Composición del sistema de Monitoreo de Temperatura	20
Figura 5 - Terminales de entrada y salida del TM.....	22
Figura 6 - Conexión del blindaje de interconexión entre sensores RTD y TM	26
Figura 7 - Detalle de conexión de transformadores de corriente en el Monitor de Temperatura	27
Figura 8 - Dimensiones del TM	29
Figura 9 - Indicaciones del TM.....	30
Figura 10 - LED de señalización del TM	30
Figura 11 - Comando para acceder a la información del equipo.....	37
Figura 12 - Pantalla que indica la versión del <i>firmware</i>	37
Figura 13 - Pantalla que indica la versión de lanzamiento del <i>firmware</i>	38
Figura 14 - Pantalla que indica la versión del gestor de arranque	38
Figura 15 - Pantalla que indica la versión de lanzamiento del gestor de arranque.....	38
Figura 16 - Pantalla que indica el número de devanados.....	39
Figura 17 - Pantalla que indica la parte 1 y la parte 2 del número de serie	39
Figura 18 - Estructura de acceso a los menús	42
Figura 19 - Indicación de autodiagnóstico en el TM.....	65
Figura 20 - Consulta de la memoria de autodiagnóstico	66
Figura 21 - Pantalla de consulta de memoria de alarmas	66



Lista de tablas

Tabla 1 - Condiciones de funcionamiento	8
Tabla 2 - Especificación de cables	21
Tabla 3 - Terminales de entrada del TM.....	23
Tabla 4 - Terminales de salida del TM	23
Tabla 5 - Programación de las etapas de enfriamiento	28
Tabla 6 - Funciones de las teclas del TM	31
Tabla 7 - Pantallas de consulta del TM	32
Tabla 8 - Información del submenú TEMP	33
Tabla 9 - Información del submenú CLK.....	36
Tabla 10 - Exponente de devanado IEC.....	53
Tabla 11 - Exponente de devanado IEEE	53
Tabla 12 - Datos técnicos.....	68



1 Prefacio

1.1 Información legal

La información contenida en este documento está sujeta a cambios sin previo aviso.

Este documento pertenece a Treotech Tecnologia Ltda. y no puede ser copiado, transferido a terceros ni utilizado sin autorización expresa, en los términos de la ley brasileña 9.610/98.

1.1.1 Descargo de responsabilidad

Treotech Tecnologia se reserva el derecho de realizar cambios sin previo aviso a todos los productos, circuitos y características aquí descritos con el fin de mejorar su confiabilidad, función o diseño. Treotech Tecnologia no asume ninguna responsabilidad derivada de la aplicación o uso de cualquier producto o circuito aquí descrito, ni transmite licencias o patentes bajo sus derechos, ni los derechos de terceros.

Treotech Tecnologia Ltda. puede tener patentes u otro tipo de registros y derechos de propiedad intelectual descritos en el contenido de este documento. La posesión de este documento por cualquier persona o entidad no confiere ningún derecho sobre estas patentes o registros.

1.2 Presentación

Este manual presenta todas las recomendaciones e instrucciones para la instalación, operación y mantenimiento del Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados – TM.

1.3 Convenciones tipográficas

A lo largo de este texto se han adoptado las siguientes convenciones tipográficas:

Negrita: Los símbolos, términos y palabras que están en negrita tienen mayor importancia contextual. Por lo tanto, preste atención a estos términos.

Cursiva: Los términos en lengua extranjera, los términos alternativos o aquellos utilizados fuera de la situación formal se colocan en cursiva.

Subrayado: Referencias a documentos externos.

1.4 Información general y de seguridad

Esta sección presentará aspectos relevantes sobre seguridad, instalación y mantenimiento del TM.



1.4.1 Simbología de seguridad

Este manual utiliza tres tipos de clasificación de riesgos, como se muestra a continuación:



Advertencia:

Este símbolo se utiliza para alertar al usuario sobre un procedimiento operativo o de mantenimiento potencialmente peligroso, que requiere mayor cuidado en su ejecución. Pueden ocurrir lesiones leves o moderadas, así como daños al equipo.



Cuidado:

Este símbolo se utiliza para alertar al usuario sobre un procedimiento de operación o mantenimiento potencialmente peligroso donde se debe tomar extrema precaución. Pueden producirse lesiones graves o la muerte. Los posibles daños al equipo serán irreparables.



Peligro de descarga eléctrica:

Este símbolo se utiliza para alertar al usuario sobre un procedimiento de operación o mantenimiento que, si no se sigue estrictamente, podría provocar una descarga eléctrica. Pueden producirse lesiones leves, moderadas, graves o la muerte.

1.4.2 Simbología general

Este manual utiliza los siguientes símbolos de uso general:



Importante

Este símbolo se utiliza para resaltar información.



Tips

Este símbolo representa instrucciones que facilitan el uso o el acceso a funciones del TM.

1.4.3 Perfil mínimo recomendado para el operador y mantenedor del TM

La instalación, mantenimiento y operación de equipos en subestaciones de energía eléctrica requieren cuidado especial y, por lo tanto, se deben utilizar todas las recomendaciones de este manual, normas aplicables, procedimientos de seguridad, prácticas de trabajo seguras y buen criterio durante todas las etapas del manejo del Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados - TM.



Sólo personas autorizadas y capacitadas, operadores y mantenedores deben manipular este equipo.

Para manejar el TM, el profesional debe:

1. Estar capacitado y autorizado para operar, poner a tierra, conectar y desconectar el TM, siguiendo los procedimientos de mantenimiento de acuerdo con las prácticas de seguridad establecidas, las cuales son responsabilidad exclusiva del operador y mantenedor del TM;
2. Estar capacitado en el uso de EPI, EPC y primeros auxilios;
3. Capacitarse en los principios operativos del TM, así como su configuración;
4. Seguir las recomendaciones reglamentarias relativas a las intervenciones en cualquier tipo de equipo insertado en un sistema de energía eléctrica.

1.4.4 Condiciones ambientales y de voltaje requeridas para la instalación y operación

La siguiente tabla enumera información importante sobre los requisitos ambientales y de voltaje.

Tabla 1 - Condiciones de funcionamiento

Condición	Gama/descripción
Aplicación	Equipos para uso protegido en subestaciones, entornos industriales y entornos similares.
Uso interior/externo	Uso interior
Grado de protección (IEC 60529)	IP20

1.4.5 Instrucciones de prueba e instalación

Este manual debe estar disponible para los responsables de instalación, mantenimiento y usuarios del Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados - TM.

Para garantizar la seguridad del usuario, la protección del equipo y el correcto funcionamiento, se deben seguir las siguientes precauciones mínimas durante la instalación y mantenimiento del TM.

1. Lea este manual detenidamente antes de instalar, operar y mantener el TM. Errores en la instalación, mantenimiento o ajustes del TM pueden provocar alarmas y paradas indebidas, no emitiendo las alarmas pertinentes y provocando así una mala comprensión del estado real y funcionamiento del transformador.



2. La instalación, ajustes y operación del TM debe ser realizada por personal capacitado y familiarizado con transformadores de potencia con aislamiento de aceite mineral o vegetal, dispositivos de control y circuitos de comando de equipos de subestaciones.
3. Se debe prestar especial atención a la instalación del TM, incluyendo el tipo y calibre de cables, lugar de instalación y puesta en servicio, incluida la correcta parametrización del equipo.
4. Al realizar pruebas de rigidez dieléctrica en el cableado (tensión aplicada), desconecte los cables de tierra conectados al terminal 01 del Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados - TM para evitar destruir las protecciones contra sobretensiones existentes en el interior de los dispositivos debido a la aplicación de voltajes altos durante un período prolongado (por ejemplo, 2 kV durante 1 minuto). Estas protecciones están conectadas internamente entre los terminales de entrada/salida y tierra, fijando la tensión en alrededor de 300 V.



El TM debe instalarse en un ambiente protegido (un panel sin puertas en una sala de control o un panel cerrado en casos de instalación externa) que no exceda la temperatura y humedad especificadas para el equipo.



No instale el TM cerca de fuentes de calor como resistencias calefactoras, lámparas incandescentes y dispositivos de alta potencia o con disipadores de calor. Tampoco se recomienda instalarlo cerca de orificios de ventilación o donde pueda alcanzarse un flujo de aire forzado, como la salida o entrada de ventiladores de refrigeración o conductos de ventilación forzada.



Si el panel en el que se instaló el TM tiene ventana, utilice una película G20 - o superior - para evitar que la luz solar directa (rayos ultravioleta) entre al equipo. Si el vidrio de esta ventana es oscuro, este procedimiento no es necesario.

1.4.6 Instrucciones de limpieza y descontaminación

Tenga cuidado al limpiar el TM. Utilice **únicamente** un paño húmedo con jabón o detergente diluido en agua para limpiar el gabinete, mascarilla frontal o cualquier otra parte del equipo. No utilice materiales abrasivos, abrillantadores ni disolventes químicos agresivos (como alcohol o acetona) en ninguna de sus superficies.

1.4.7 Instrucciones de inspección y mantenimiento

Para la inspección y mantenimiento del TM se deben seguir las siguientes observaciones:



No abras tu equipo. No hay piezas que el usuario pueda reparar. Esto deberá ser realizado por la asistencia técnica de Treotech, o técnicos acreditados por ellos.

Este equipo no requiere ningún mantenimiento y las inspecciones visuales y operativas, periódicas o no, pueden ser realizadas por el usuario. Estas inspecciones no son obligatorias.



Todas las piezas de este equipo deben ser suministradas por Treotech, o uno de sus proveedores acreditados, de acuerdo con sus especificaciones. Si el usuario desea adquirirlos de otra forma deberá seguir estrictamente las especificaciones de Treotech para ello. De esta forma no se verán comprometidos el rendimiento y la seguridad del usuario y del equipo. Si no se siguen estas especificaciones, el usuario y el equipo pueden quedar expuestos a riesgos imprevistos.



La apertura del SDG en cualquier momento supondrá la pérdida de la garantía del producto. En casos de apertura inadecuada del equipo, Treotech tampoco podrá garantizar su correcto funcionamiento, independientemente de que el plazo de garantía haya expirado o no.



1.5 Servicio al cliente

¿Ya conoces nuestra plataforma de atención al cliente online?

[SAC](#)



Un canal de comunicación rápido y directo con nuestro equipo de soporte está disponible en la página de SAC. Haz preguntas, resuelve problemas y mantente al día con la aplicación de tu producto Treotech.

También está disponible la base de conocimientos de Treotech, que incluye catálogos, manuales, notas de aplicación, preguntas frecuentes y otros.



En algunos casos será necesario enviar el equipo a Asistencia Técnica Treotech. En SAC te presentamos todos los trámites y contactos necesarios.



La versión de firmware relacionada con este manual es la v1.05.



1.6 Término de garantía

El Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados - TM estará garantizado por Treotech por un período de 2 (dos) años, contados a partir de la fecha de compra, exclusivamente contra cualquier defecto de fabricación o defecto de calidad que lo haga inadecuado para un uso regular.

La garantía no cubrirá los daños que sufra el producto como consecuencia de accidentes, mal uso, manipulación incorrecta, instalación y aplicación incorrecta, pruebas inadecuadas o en caso de rotura del sello de garantía.

Cualquier necesidad de asistencia técnica deberá ser comunicada a Treotech o su representante autorizado, presentando el equipo acompañado de su comprobante de compra.

Treotech no proporciona garantías expresas o implícitas distintas de las citadas anteriormente. Treotech no ofrece ninguna garantía de idoneidad del TM para una aplicación particular.

El vendedor no será responsable de ningún tipo de daño a la propiedad ni de ninguna pérdida o daño que surja de, esté relacionado o resulte de la adquisición del equipo, su desempeño o cualquier servicio posiblemente proporcionado junto con el TM.

Bajo ninguna circunstancia el vendedor será responsable de las pérdidas incurridas, incluidas, entre otras: pérdida de ganancias o ingresos, imposibilidad de utilizar el TM o cualquier equipo asociado, costos de capital, costos de energía comprada, costos de equipos, instalaciones o servicios sustitutos, costos de tiempo de inactividad, quejas de clientes o empleados del comprador, independientemente de si dichos daños, reclamos o pérdidas se basan en contrato, garantía, negligencia, agravio o de otra manera. Bajo ninguna circunstancia el vendedor será responsable de ningún daño personal de ningún tipo.



2 Introdução



Figura 1 - Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados - TM

El Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados – TM, de Treotech, cuenta con un completo sistema de monitoreo de temperaturas en transformadores y reactores sumergidos en aceite. Al ser un sistema modular, se puede utilizar tanto en aplicaciones sencillas que requieran un bajo coste, como en sistemas completos de monitorización.

El IED promueve todo el control, comando y protección térmica de transformadores y reactores de potencia. Monitorea las temperaturas del aceite, el devanado y el conmutador bajo carga, así como el sistema de refrigeración. La temperatura del aceite se mide directamente, agregando un Pt100 Ω a 0°C al pozo térmico de acceso al petróleo del equipo, mientras que la temperatura del devanado se mide indirectamente detrás del cálculo de la imagen térmica.



2.1 Filosofía operativa básica

La temperatura del aceite se mide directamente, agregando un PT100Ω a 0°C al pozo térmico de acceso al aceite del equipo, mientras que la temperatura del devanado se mide indirectamente mediante el cálculo de imágenes térmicas. El IED promueve todo el control, comando y protección térmica de transformadores y reactores de potencia. Monitorea las temperaturas del aceite, el devanado y el cambiador de tomas en carga, así como el sistema de enfriamiento.

La medición de la corriente de carga del transformador se realiza a través del secundario de uno o más transformadores de corriente (TC) que se conectan al TM a través de TC de ventana externos con núcleos seccionables.

El TM dispone de 2 grupos de refrigeración forzada, en modo manual o automático, encargados de accionar los ventiladores o bombas de refrigeración. Esto ocurre cuando la lectura de uno de los RTD es superior a la configurada para su activación, con el fin de enfriar el transformador que se está monitoreando, siendo programables sus temperaturas de activación y la histéresis de apagado.

Si está disponible la función de preenfriamiento, el enfriamiento forzado también se puede controlar en función de las cargas porcentuales de los devanados, considerando la carga más alta medida. La función de preenfriamiento implica que, debido a la inercia térmica del aceite y de los devanados, los grupos de enfriamiento se activan antes de que el transformador alcance los niveles de temperatura preestablecidos en los ajustes de control automático, reduciendo así la temperatura promedio de operación del transformador.

2.2 Uso previsto

El uso previsto del Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados – TM es facilitar el monitoreo de temperaturas de aceite en transformadores, devanados y cambiadores de tomas bajo carga.

La temperatura del aceite se mide directamente, agregando un Pt100 Ω a 0°C al pozo térmico de acceso al aceite del equipo, mientras que la temperatura del devanado se mide indirectamente detrás del cálculo de la imagen térmica.



2.3 Características y funcione

IED (*Intelligent Electronic Device*)

Este IED tiene un diseño moderno y compacto, estando específicamente diseñado para aplicaciones en transformadores en subestaciones e instalaciones industriales o comerciales.

Alarmas y autodiagnóstico

Emisión de alarmas en caso de anomalías y autodiagnóstico para detectar fallas internas e integración con otros sensores.

Protocolo de comunicación

Puerto de comunicación serial RS-485 para integración en sistemas de supervisión o monitoreo remoto. Protocolos de comunicación abiertos Modbus® RTU o DNP3.

Memoria masiva (predeterminada)

Memoria no volátil para almacenamiento de medidas y eventos de alarmas, paradas y otros. Programación por parte del usuario del intervalo entre registros y variación de temperatura para el registro.

Hardware robusto

El diseño del TM supera los estándares EMC (*Electromagnetic Compatibility*) para soportar condiciones electromagnéticas severas de subestaciones y temperaturas de funcionamiento de -40 a 85 °C.

2.4 Funciones opcionales

2.4.1 TM FUNC 3ENR – Monitoreo de 3 devanados

Esta función le permite elegir el número de devanados que se activarán. Es posible seleccionar el número deseado de devanados:

- ✓ Medición de temperatura de hasta tres devanados – basándose en las lecturas de temperatura del aceite aislante y una o más corrientes de carga del transformador, el TM calcula (imagen térmica) la temperatura de hasta tres devanados.

2.5 Funcionalidades

Ejercicio de enfriamiento

La función de ejercicio de enfriamiento evita la inactividad del ventilador durante períodos de baja carga o baja temperatura ambiente.

- ✓ 2 grupos de enfriamiento forzado que pueden actuar individualmente o juntos;
- ✓ Aplicable como preenfriamiento en transformadores sujetos a cargas cíclicas predecibles, pudiendo actuar ante un pico de carga;
- ✓ Alternancia automática de grupos de refrigeración forzada.



Preenfriamento

Alarga la vida útil del aislamiento activando los grupos de refrigeración cuando se alcanzan niveles de carga previamente seleccionados por el usuario. El enfriamiento forzado se activa antes de que la temperatura aumente excesivamente, proporcionando mayor eficiencia y seguridad. Las características/funciones son:

- ✓ Porcentaje de carga para activación individual de cada etapa de enfriamiento forzado;
- ✓ Ajuste de histéresis para desactivar las etapas de enfriamiento forzado cuando la carga disminuye.

Medición indirecta de la temperatura del devanado

Medición de temperatura de hasta tres devanados mediante algoritmos basados en estándares y parámetros del transformador.

Medición de temperaturas

Medición de hasta dos temperaturas, en las que es posible elegir entre: temperatura ambiente, temperatura del aceite del transformador y/o temperatura del aceite del cambiador de tomas. Se pueden utilizar hasta 2 sensores PT100 de 3 hilos.

Predicción del gradiente final

Cálculo de la predicción del gradiente final de temperatura aceite-devanado para la carga actual.

Control local de enfriamiento

Funcionamiento de refrigeración seleccionable mediante teclado frontal, de forma automática o manual, o de forma remota, mediante protocolo de comunicación.

Función multigradiente

El TM tiene una función multigradiente, ya que el comportamiento térmico de un transformador varía según la activación de sus etapas de enfriamiento. Esta funcionalidad permite que el equipo varíe los parámetros térmicos según la etapa de enfriamiento activa.

Diferencial de temperatura del cambiador de tomas

El cambiador de tomas en carga es una de las principales fuentes de fallas del transformador, y medir la diferencia de temperatura entre el aceite del transformador y el aceite del cambiador de tomas puede indicar fallas térmicas en este equipo antes de que alcancen un grado de severidad que pueda causar problemas importantes. Como esta diferencia de temperatura está sujeta a la influencia de variables externas, la monitorización se realiza en dos modos diferentes, para aumentar la eficiencia del diagnóstico y evitar falsas alarmas:

- ✓ Monitoreo del diferencial instantáneo;
- ✓ Monitoreo del diferencial con filtrado.

Algunos de los modos de falla más comunes en los cambiadores de tomas están relacionados con contactos deteriorados o desajustes mecánicos que causan un aumento en la resistencia de los contactos y conducen a un calentamiento significativo, que tiende a aumentar aún más

esta resistencia, en un efecto de cascada que conduce al fallo total, generalmente con un alto grado de gravedad.

En transformadores trifásicos con tres cambiadores de tomas monofásicos en compartimentos individuales, las tres diferencias de temperatura se calculan en relación con la temperatura del aceite del transformador.

En condiciones normales de funcionamiento, el cambiador de tomas es una fuente insignificante de calentamiento en comparación con el calor generado por las pérdidas del transformador, por lo que la temperatura del aceite en el tanque del cambiador de tomas está influenciada principalmente por la temperatura del aceite del transformador. El gráfico de la siguiente figura, elaborado a partir de mediciones reales, ejemplifica esta situación. Además de las temperaturas individuales del transformador y del cambiador de tomas, se observa la diferencia de temperatura entre el cambiador de tomas y el transformador, la cual se monitorea para detectar defectos como los mencionados anteriormente.

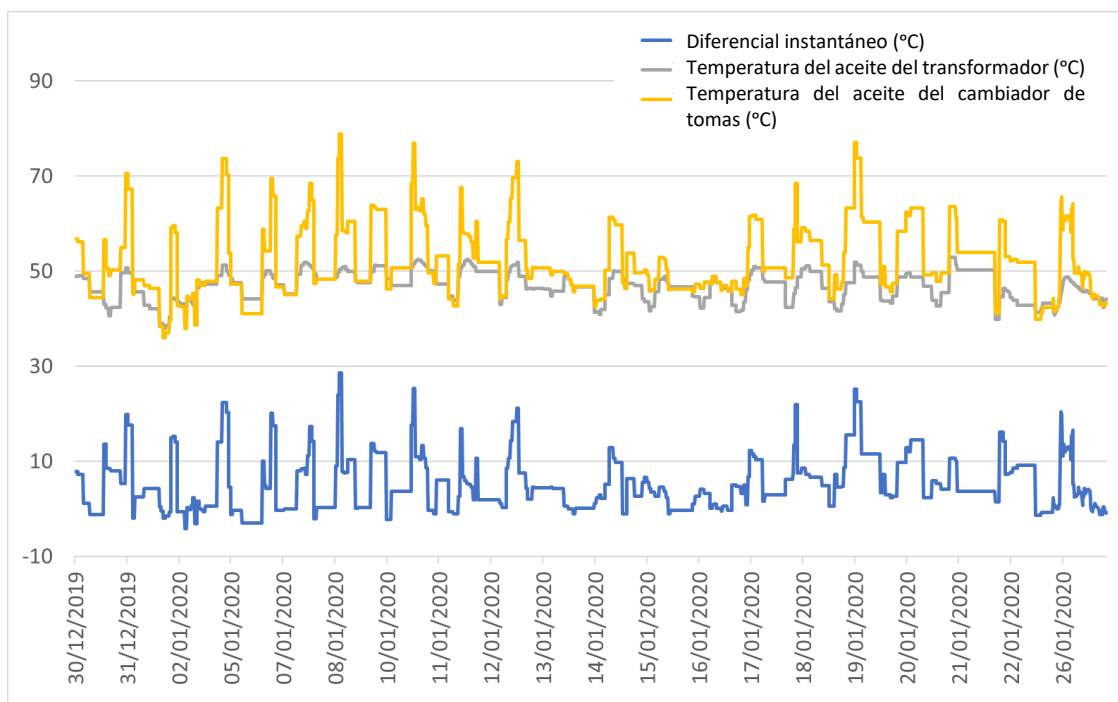


Figura 2 - Mediciones de temperatura del OLTC, transformador y diferencial de temperatura.

Como el **diferencial de temperatura** está sujeto a la influencia de variables externas, como la activación de enfriamiento forzado, variaciones rápidas en las condiciones atmosféricas y otras, el monitoreo se realiza en dos modos diferentes, ilustrados en la siguiente figura, con el fin de aumentar la eficiencia del diagnóstico y evitar falsas alarmas:

- **Monitoreo del diferencial instantáneo** – El monitoreo del diferencial de temperatura instantáneo proporciona alarmas con respuesta rápida en caso de defectos importantes, incluso si son de corta duración.
- **Monitoreo del diferencial filtrado** - El diferencial de temperatura filtrado se obtiene sometiendo el diferencial instantáneo a un filtro de paso bajo con una constante de tiempo ajustable por el usuario. Su monitoreo permite detectar tendencias de



evolución diferencial que indican defectos permanentes de baja intensidad, aunque con un tiempo de detección mayor.

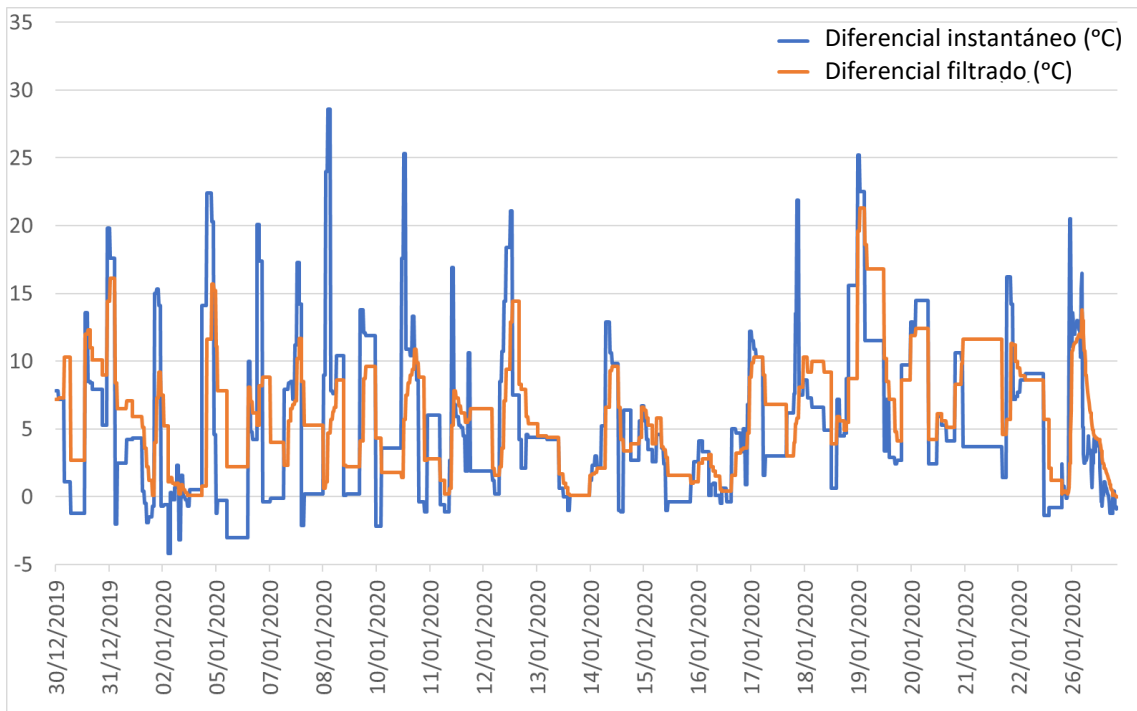


Figura 3 - Diferenciales de temperatura instantáneos y filtrados

Las configuraciones de alarma de diferencial de temperatura instantáneo y filtrado pueden ser determinadas automáticamente por el Monitor de Temperatura, a través de un período de aprendizaje del comportamiento normal del cambiador de tomas. Estas alarmas pueden ser posteriormente modificadas manualmente por el usuario.

El usuario puede ajustar la duración de este período de aprendizaje, normalmente una semana. Durante este periodo se registran los valores máximos alcanzados por los diferenciales de temperatura instantáneo y filtrado, y a estos valores máximos se les suma un margen de tolerancia programado, obteniendo así los valores de alarma por diferencial instantáneo y filtrado respectivamente.

Al igual que la temperatura del aceite del transformador, la medición de la temperatura del aceite del cambiador de tomas bajo carga se realiza mediante un sensor PT100Ω a 0 °C, que se conecta a una entrada disponible en el TM. El Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados tiene 2 entradas disponibles para sensores PT100; al menos uno de ellos debe usarse para la temperatura del aceite del transformador, y el otro puede usarse para mediciones redundantes del aceite del transformador o para la temperatura del cambiador de tomas, ambiente u otras temperaturas.



2.6 Entradas, salidas y comunicación

2.6.1 Entradas

- ✓ Entrada de alimentación 85 a 265 Vcc/Vac, 50/60 Hz;
- ✓ Entradas para sensores PT100 con autocalibración y alta estabilidad en un amplio rango de temperaturas ambiente;
- ✓ Entradas de corriente universal AC True RMS de 0 a 10 A para medición de carga y cálculo de temperatura del devanado mediante el proceso de imagen térmica.

2.6.2 Salidas

- ✓ Contactos NA (Normalmente abiertos) para apagados por temperatura de aceite y devanados con doble seguridad en la activación (orden simultánea de los 2 microcontroladores para operación). Temporizador regulable de 0 a 20 minutos con cuenta atrás en pantalla;
- ✓ Contactos NA (Normalmente abiertos) parametrizables;
- ✓ Contactos NC (Normalmente cerrados) para activación de hasta 2 grupos de refrigeración forzada con retardo entre el arranque de los grupos (incluso con falta de alimentación al TM) y funcionamiento forzado mediante rutinas de autodiagnóstico en caso de fallo o falta de tensión;
- ✓ Contactos NC (normalmente cerrados) para indicar falla interna o falta de tensión detectada por autodiagnóstico;
- ✓ Salidas de corriente para indicaciones remotas de temperatura, con selección de rango de salida (0...1, 0...5, 0...10, 0...20 o 4...20 mA).

2.6.3 Comunicación

- ✓ 2 puertos de comunicación serie RS-485;
- ✓ 1 dispositivo USB tipo C;
- ✓ Protocolo de comunicación Modbus® RTU o DNP3, con soporte para marca de tiempo, capaz de señalar eventos como alarmas, apagados, activación de refrigeración, etc., con una precisión de 1 ms.



3 Diseño e instalación

3.1 Topología del sistema

Básicamente, el sistema de Monitoreo de Temperatura para Aceite y Devanados se compone de:

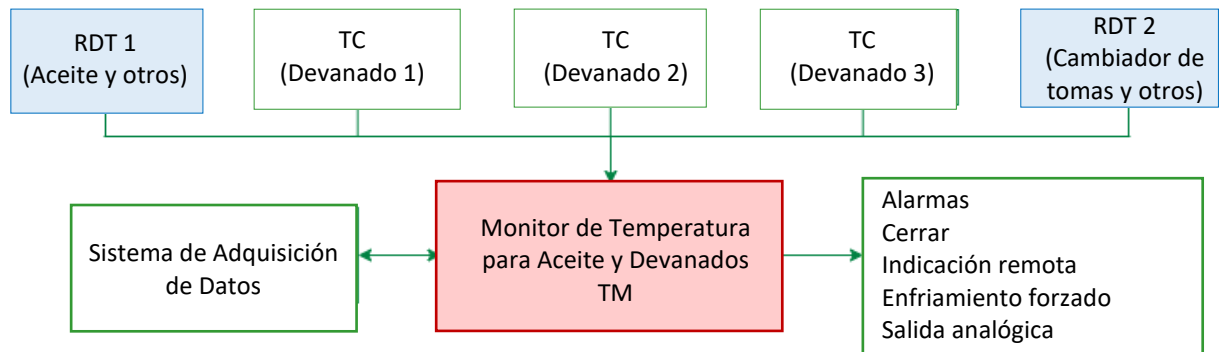


Figura 4 - Composición del sistema de Monitoreo de Temperatura

Los elementos necesarios para el sistema son:

- Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados – TM;
- TC externo de ventana con núcleo seccionable (*clip-on*), para medir corriente para imágenes térmicas. La cantidad varía dependiendo de la aplicación de monitoreo térmico (1 o 3 devanados);
- Cables blindados de tres vías para conexión del sensor RTD;
- Cables de par trenzado blindados de dos vías para comunicación serie;
- Caja para instalación descubierta;
- Sensores RTD tipo PT100 Ω a 0 °C, para medir temperaturas.

3.2 Instalación eléctrica

El TM es un equipo versátil que puede cumplir con diferentes aplicaciones. Por tanto, su instalación requiere de un mayor nivel de estudio y cuidado que los equipos dedicados exclusivamente a una única aplicación o tarea. El TM dispone de diferentes configuraciones de instalación eléctrica. Estas configuraciones están determinadas por si la aplicación en cuestión utilizará las funciones y opciones disponibles.



Estudie y comprenda la aplicación en la que pretende utilizar el TM. Conocer las características funcionales, eléctricas y de configuración. De esta forma podrás aprovechar al máximo el equipo y minimizar los riesgos para tu seguridad.



Este equipo funciona a niveles peligrosos de voltaje de suministro, que pueden causar la muerte o lesiones graves al operador o al mantenedor.



Se deben seguir algunos cuidados especiales para el diseño e instalación del TM, como se describe a continuación:



Se debe utilizar un disyuntor inmediatamente antes de la entrada de alimentación (Fuente de alimentación universal - 85 ~ 265 Vac/Vdc, <12 W, 50/60 Hz), que corresponde a los pines 02 y 03 del TM.

El disyuntor debe tener el número de polos correspondiente al número de fases utilizadas en el suministro de energía, y los polos solo deben interrumpir las fases, y nunca el neutro o tierra, y brindar protección térmica y eléctrica a los conductores que alimentan los equipos y debe estar cerca del equipo y ser fácilmente maniobrable por el operador.

Además deberá tener una identificación indeleble que demuestre que es el dispositivo de desconexión eléctrica del TM.



Se recomienda la siguiente especificación del disyuntor cuando se usa exclusivamente para el TM:

- Alimentación AC/DC, Fase-Neutro: Disyuntor unipolar, $1 A \leq I_n \leq 2 A$, curva B o C, normas NBR/IEC 60947-2, NBR/IEC 60898 o IEEE 1015-2006;
- Alimentación AC/DC, Fase-Fase: Disyuntor bipolar, $1 A \leq I_n \leq 2 A$, curva B o C, normas NBR/IEC 60947-2, NBR/IEC 60898 o IEEE 1015-2006.



El aislamiento mínimo para circuitos conectados al TM es de 300 Vrms para equipos auxiliares y transductores, como PT100, TC de ventana (*clip-on*) alimentados por el TM y para equipos con alimentación propia hasta 50 Vrms.

El aislamiento mínimo es de 1,7 kV rms para equipos alimentados hasta 300 Vrms, de acuerdo con IEC EN 61010-1.

Estos valores están relacionados con el aislamiento intrínseco de los dispositivos conectados al TM. Los casos en los que estos valores no apliquen a equipos o dispositivos conectados al TM serán informados explícitamente en este manual.

3.2.1. Especificación de Cables

Tabla 2 - Especificación de cables

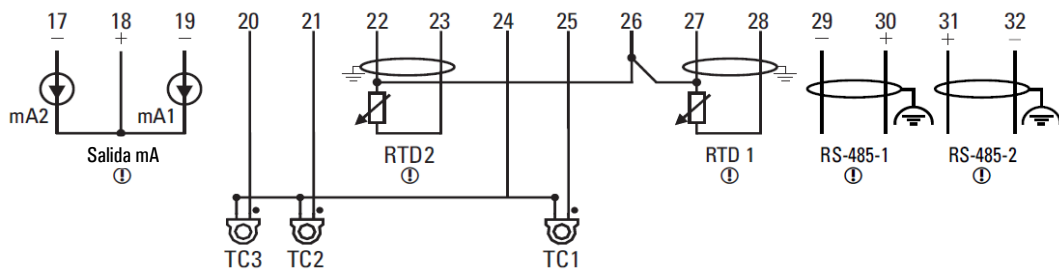
Especificación de cables		
Função	Especificação	Observação
Alimentación	1,5mm ² a 2,5mm ²	-
TC de imágenes térmicas	2,5mm ²	-
PT100	Expuesto a la intemperie: Cable 3x16 AWG con aislamiento en EPR. Protegido de la intemperie: Cable 3x18 AWG con aislamiento en PVC.	Esta especificación es válida para distancias de hasta 265 m. Para distancias mayores, se deben utilizar cables dimensionados adecuadamente según las necesidades de la instalación. En caso



		de dudas, póngase en contacto con el equipo de Treetech ver sección Servicio al cliente .
Relés	1,5 mm ² : Sección (calibre) mínima para señalización (autodiagnósticos, alarmas...).	Recomendado de acuerdo con la especificación de la norma NBR5410.
RS485/232	Cable 2x18AWG PVC	Recomendado consultar el apartado Comunicación serie RS-485 para la instalación.
Salidas analógicas	Cable 2x18AWG PVC	Recomendado consultar el apartado Salidas analógicas para la instalación.

3.2.2. Diagrama de conexión

El diagrama esquemático estándar de la conexión del TM muestra todas las posibilidades de conexión, identificándolas, según la siguiente figura.



TM

- ⓘ Para obtener más detalles y saber cómo utilizar el producto, consulta el manual del usuario.
- ⊥ Conecta el blindaje del cable a tierra en el mismo punto de conexión a tierra del TM.
- ⊥ Conecta solo un extremo del blindaje del cable a un terminal de tierra silencioso.

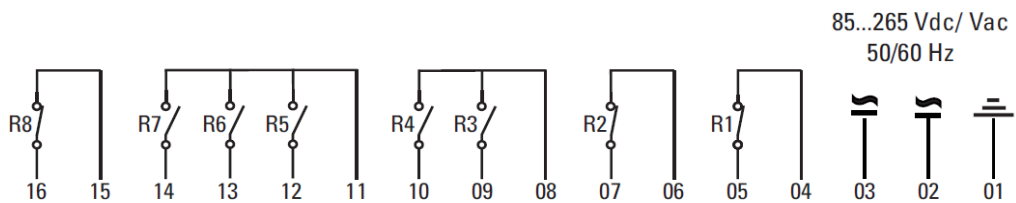


Figura 5 - Terminales de entrada y salida del TM



3.2.3 Terminales de entrada y salida

El Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados tiene las siguientes entradas y salidas:

Tabla 3 - Terminales de entrada del TM

Entradas	Terminales
Alimentación y Tierra Entrada de alimentación 85 a 265 Vcc/Vac, 50/60 Hz, <12 W.	01 — Tierra 02 — cc/ca 03 — cc/ca
Puerto USB tipo C Conexión a una computadora externa, para descarga de <i>log</i> y actualizaciones.	Ubicado en la esquina inferior derecha en la parte frontal del dispositivo.
Puertos RS-485 — Red de Comunicación Serial con Sistema de Monitoreo o Supervisión Conexión a un sistema de monitoreo o supervisión, mediante protocolo Modbus®RTU o DNP3. Utilice cable blindado tipo par trenzado.	RS485-1 29 — (-) 30 — (+) RS485-2 31 — (+) 32 — (-)
Sensores de temperatura — RTD Entrada para conexión directa de sensor PT100 Ω a 0 °C, en configuración de medición de tres hilos.	RTD 1 26 — (Rojo) 27 — (Rojo) 28 — (Blanco) RTD 2 22 — (Rojo) 23 — (Blanco) 26 — (Rojo)
Entradas de Corriente Entrada para conexión de TC de ventana tipo <i>clip-on</i> .	20 — I _{en 1} 21 — I _{en 2} 24 — Común 25 — I _{en 3}

Tabla 4 - Terminales de salida del TM

Salidas	Terminales
Relé 01 — Grupo de enfriamiento 1 Un relé NC (Normalmente Cerrado), libre de potencial, destinado a los mandos del grupo de refrigeración 1.	04 y 05



Relé 02 — Autodiagnóstico Un relé NC (Normalmente Cerrado), libre de potencial para autodiagnóstico.	06 y 07
Relé 03 — Apagado del aceite Un relé NA (normalmente Abierto) libre de potencial para apagado de aceite.	08 y 09
Relé 04 — Apagado de los devanados 1, 2 y 3 Un relé NA (Normalmente Abierto), libre de potencial para el apagado relacionado con los devanados 1, 2 y/o 3.	08 y 10
Relé 05 — Parametrizable Un relé NA (Normalmente Abierto) libre de potencial configurable.	11 y 12
Relé 06 — Parametrizable Un relé NA (Normalmente Abierto) libre de potencial configurable.	11 y 13
Relé 07 — Parametrizable Un relé NA (Normalmente Abierto) libre de potencial configurable.	11 y 14
Relé 08 — Grupo de enfriamiento 2 Un relé NC (Normalmente Cerrado), libre de potencial, destinado a los mandos del grupo de refrigeración 2.	15 y 16
Salidas analógicas de bucle de corriente (mA) Dos salidas para indicación remota de diferentes cantidades, el patrón de salida también lo selecciona el usuario entre las opciones: 0... 1, 0... 5, 0... 10, 0... 20 o 4... 20 mA.	mA 1 18 (+) 19 (-) mA 2 17 (-) 18 (+)

3.2.4 Alimentación y tierra

El TM dispone de una entrada de alimentación universal de 85 a 265 Vcc/Vca, a una frecuencia de 50 o 60 Hz.

3.2.5 Puertos de comunicación

3.2.5.1 USB tipo C

El TM tiene un puerto de comunicación USB tipo C ubicado en su frente. Este puerto tiene una dirección fija de 247 y los protocolos de comunicación disponibles son Modbus® RTU y DNP3 en solo 1 instancia.



3.2.5.2 Comunicación serie RS-485

El TM proporciona 2 puertos de comunicación serie que se pueden conectar a un sistema de adquisición de datos (sistema de supervisión o monitoreo).

Se pueden interconectar hasta 31 dispositivos en una misma red de comunicación. Los protocolos de comunicación disponibles son Modbus® RTU y DNP3.

Aunque el protocolo DNP3 está disponible en todos los puertos de comunicación, su uso se limita a uno solo de ellos, seleccionable por el usuario.

La interconexión entre el TM y el sistema de adquisición de datos se debe realizar mediante un cable de par trenzado blindado, manteniendo la continuidad de la malla en todo el recorrido. Si es necesario utilizar terminales intermedios para interconectar la comunicación serie, el blindaje del cable también debe pasar por estos terminales, evitando la interrupción. La sección del cable sin apantallamiento por empalme debe ser lo más corta posible, siendo aconsejable que el apantallamiento del cable esté puesto a tierra sólo en un extremo. La distancia máxima entre los extremos de la red de comunicación debe ser de 1200 metros y debe respetarse.



En caso de problemas de comunicación, especialmente cuando hay redes largas (distancias superiores a 1000 m) y altas velocidades de transmisión (superiores a 9600 bps), el uso de una resistencia terminal de 120 Ω en cada extremo de la red de comunicación serie puede resolver estos problemas de transmisión, atenuando los reflejos de la señal en el cable.

Otra medida que se puede probar es instalar resistencias *pull-up* y *pull-down* en un solo punto de la red. El voltaje continuo de 5 V para alimentar las resistencias *pull-up* y *pull-down* puede ser suministrado internamente por el sistema de adquisición de datos. Es importante tener en cuenta que es posible que algunos equipos de comunicación ya tengan estas resistencias instaladas internamente, lo que elimina la necesidad de resistencias externas.

3.2.6 Sensores de temperatura RTD

Hay dos entradas disponibles para sensores de temperatura RTD, que deben conectarse al TM mediante cables blindados, manteniendo la continuidad del bucle. Estos cables deben conectarse a tierra únicamente en el extremo conectado al TM, lo más cerca posible de él.



La resistencia máxima para cada uno de los caminos utilizados en el cable de interconexión del TM con los sensores PT100 es de 3 Ω . En otras palabras, 6 Ω para el viaje de ida y vuelta desde el sensor PT100 al TM.



Considerando la resistencia máxima permitida en la conexión entre el PT100 y el TM, para un cable de cobre con calibre de 1,5 mm², el PT100 se puede instalar a una distancia máxima de 265 m del TM. Otros valores serán posibles con el tamaño de cable correcto. Si necesitas soporte para dimensionamiento de cables, contacta a Treetech SAC.

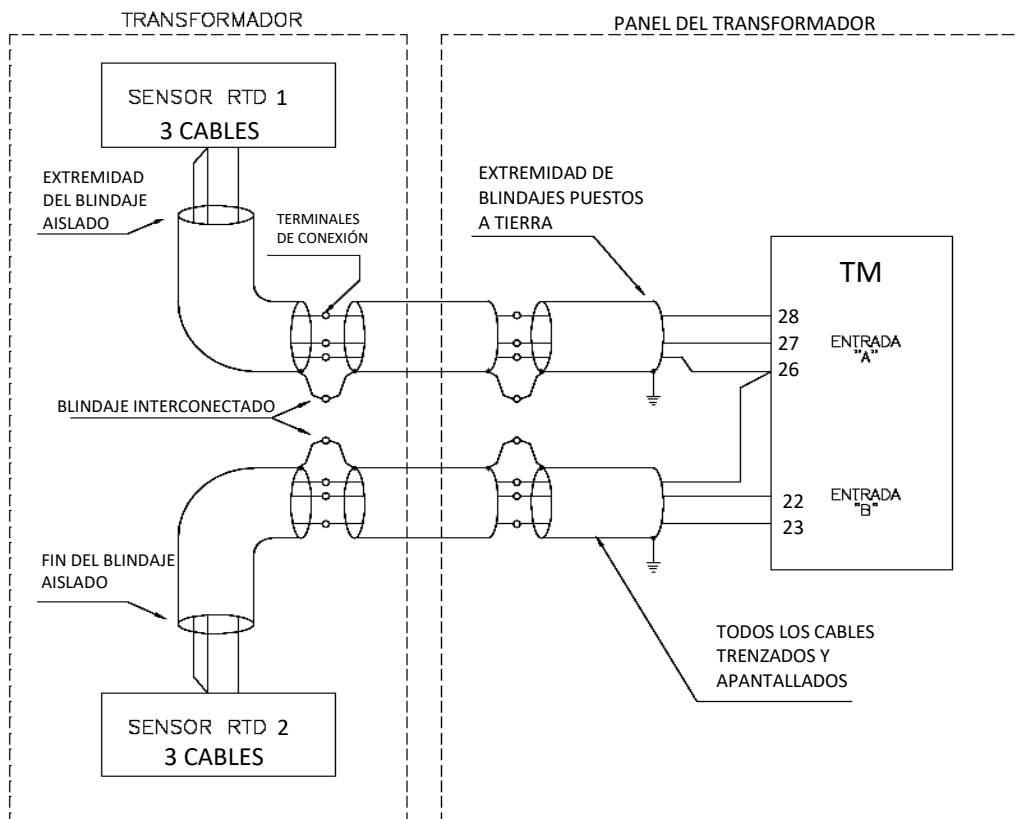


Figura 6 - Conexión del blindaje de interconexión entre sensores RTD y TM

3.2.7 Salidas analógicas

El circuito de señalización analógica (salida mA) debe interconectarse mediante un cable de par trenzado blindado, manteniendo la malla ininterrumpida hasta su terminación en la entrada específica de los dispositivos, conectando a tierra únicamente en el extremo más cercano al equipo.

Si es necesario disponer de terminales intermedios para interconectar las salidas de corriente, pasar también la malla de cables por un terminal, evitando la interrupción. La sección del cable no apantallado debido al empalme debe ser lo más corta posible.



Las dos salidas referidas a los pines 17 y 19 están interconectadas, dando como resultado un positivo común.



El uso de cables inadecuados para comunicación RS-485 y salida mA puede comprometer el rendimiento del TM.

Utilice siempre los cables recomendados.

3.2.8 Transformadores de corriente

La conexión de los transformadores de corriente debe realizarse de acuerdo con las instrucciones siguientes:

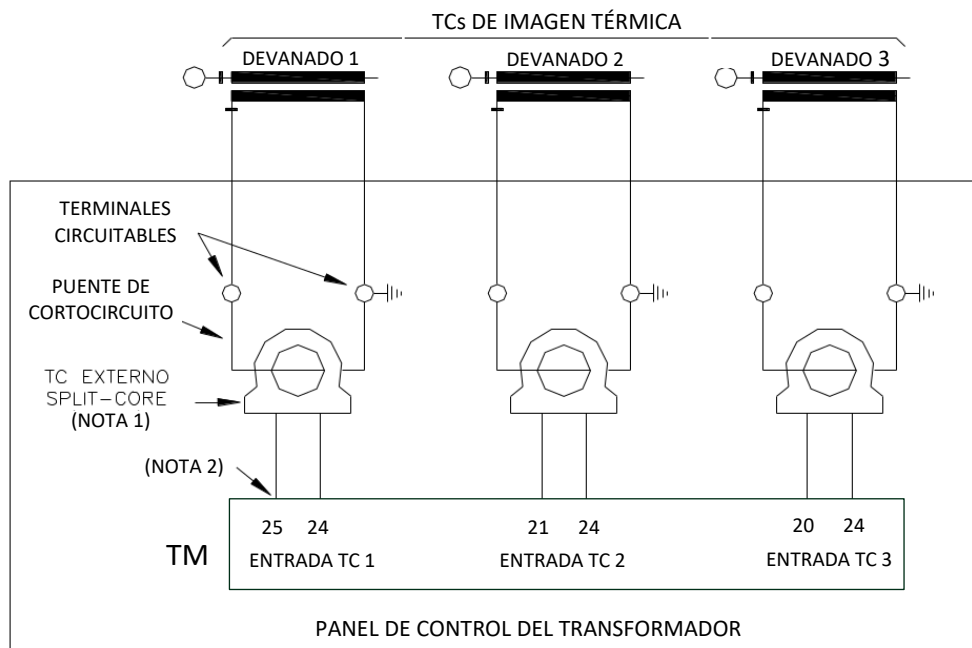


Figura 7 - Detalle de conexión de transformadores de corriente en el Monitor de Temperatura

Nota 1: Componente opcional proporcionado por Treetech.

Nota 2: No conecte los TC de imágenes térmicas directamente al monitor de temperatura. Riesgo de lesiones personales o falla del equipo debido a la apertura del secundario del CT.



3.2.9 Control de enfriamiento forzado

El Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados dispone de dos contactos NC independientes y libres de potencial para controlar de 1 a 2 grupos de refrigeración forzada, según la programación del usuario.

El grupo 1 está controlado por los contactos 4 y 5 del TM, y el grupo 2 está controlado por los contactos 15 y 16, respectivamente. Al energizar el Monitor de Temperatura, estos contactos cambian de estado, regresando a la posición de reposo para encender el enfriamiento.

El programa de operación de enfriamiento forzado se divide en 2 etapas de enfriamiento. En cada etapa se programa su temperatura de funcionamiento (también el porcentaje de carga para actuación) y los grupos de enfriamiento que están registrados y disponibles para ser utilizados por esa etapa. La siguiente tabla ejemplifica la programación de las etapas de enfriamiento:

Tabla 5 - Programación de las etapas de enfriamiento

Etapa de enfriamiento	Temperatura de activación	Grupos de enfriamiento	
		Grupo 1	Grupo 2
CST1	CS1T = 65 °C	SÍ	SÍ
CST2	CS2T = 70 °C	SÍ	SÍ

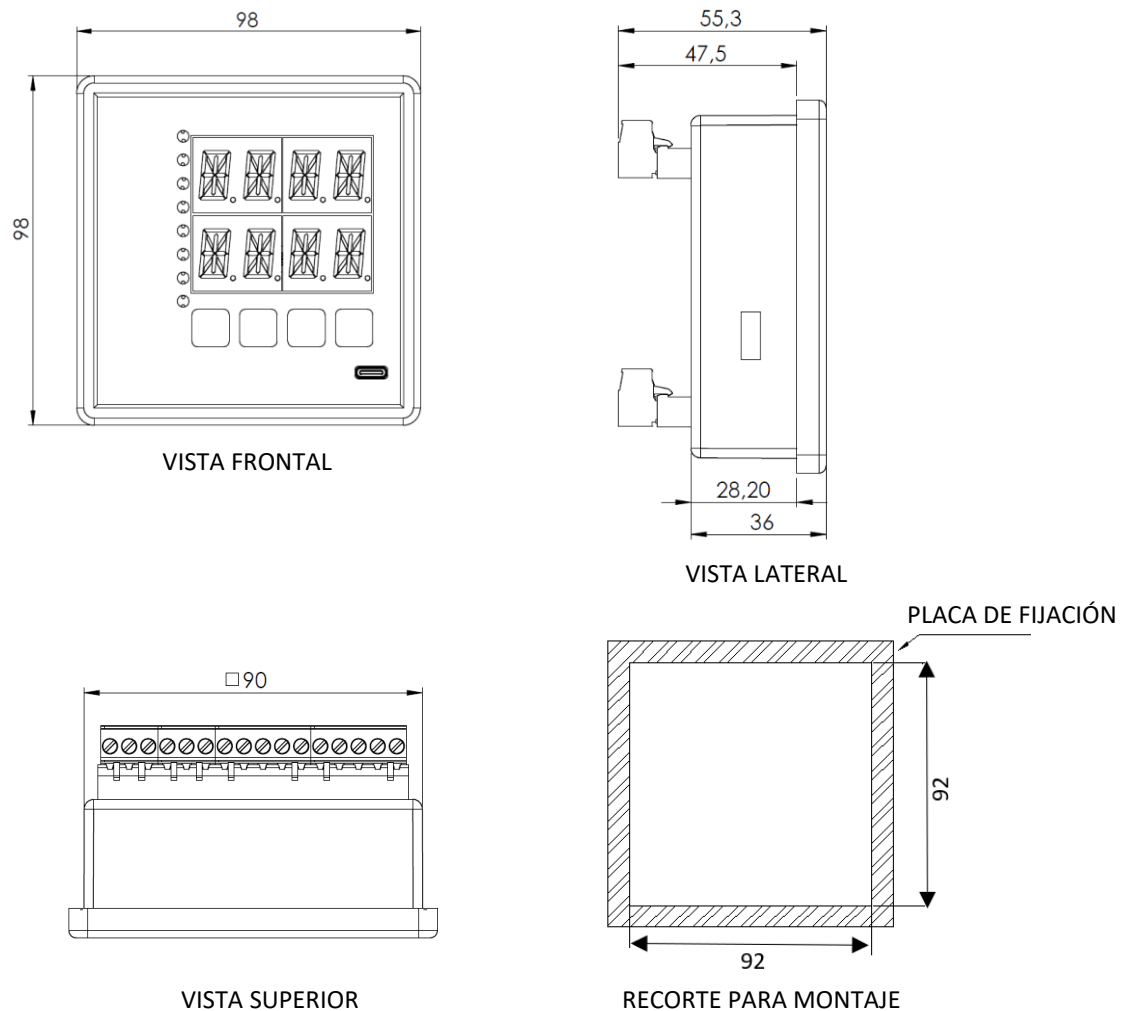
Cuando se alcanza la temperatura de funcionamiento de una etapa determinada, activará solo uno de sus grupos de enfriamiento registrados (los grupos registrados en la etapa son aquellos seleccionados como "SÍ"). La elección de qué grupo activar se basará en los tiempos de funcionamiento de los grupos: se elegirá el que tenga el menor tiempo de funcionamiento. Del mismo modo, cuando la temperatura desciende por debajo del valor de desactivación de la etapa, ésta apagará únicamente uno de los grupos de refrigeración que estén conectados y suscritos a ella. La elección de qué grupo apagar se basará en los tiempos de funcionamiento de los grupos: se elegirá el que tenga mayor tiempo de funcionamiento. De esta forma, la tendencia será que los grupos de refrigeración tengan tiempos de trabajo equivalentes, evitando así un desgaste excesivo de unos grupos en detrimento de otros.



3.3 Instalación mecánica

El Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados debe instalarse y protegerse de la intemperie, ya sea dentro de paneles o resguardado en edificios. En cualquier caso deberá existir un sistema anticondensación.

El monitor de temperatura TM es adecuado para instalación empotrada y se puede fijar, por ejemplo, a puertas o paneles frontales. Los clips de fijación se suministran con el dispositivo. La siguiente figura muestra las principales dimensiones del equipo. Se debe prestar especial atención al espesor de las capas de pintura sobre la lámina donde se realiza el recorte, ya que en algunos casos, cuando se utiliza pintura de alto espesor, la reducción del área de recorte puede incluso impedir la inserción del equipo. Los terminales de conexión se instalan en la parte trasera del TM, en 2 conectores extraíbles, para facilitar las conexiones. Se pueden utilizar cables de 0,5 a 2,5mm², desnudos o con terminales tipo “pin” (o “aguja”) para conectores removibles.



TODAS LAS DIMENSIONES EN mm

Figura 8 - Dimensiones del TM



4 Operación

Todas las operaciones del Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados se realizan a través del teclado de su panel frontal, sin necesidad de selectores externos. Las temperaturas del aceite, devanado(s) e interruptor de carga se indicarán en las pantallas, y la ocurrencia de alarmas, paradas y operaciones de enfriamiento forzado se indicarán mediante los LED de señalización.

4.1 Indicaciones iniciales

Durante el modo de trabajo normal, el monitor de temperatura indicará la temperatura del aceite y los devanados conectados a él.

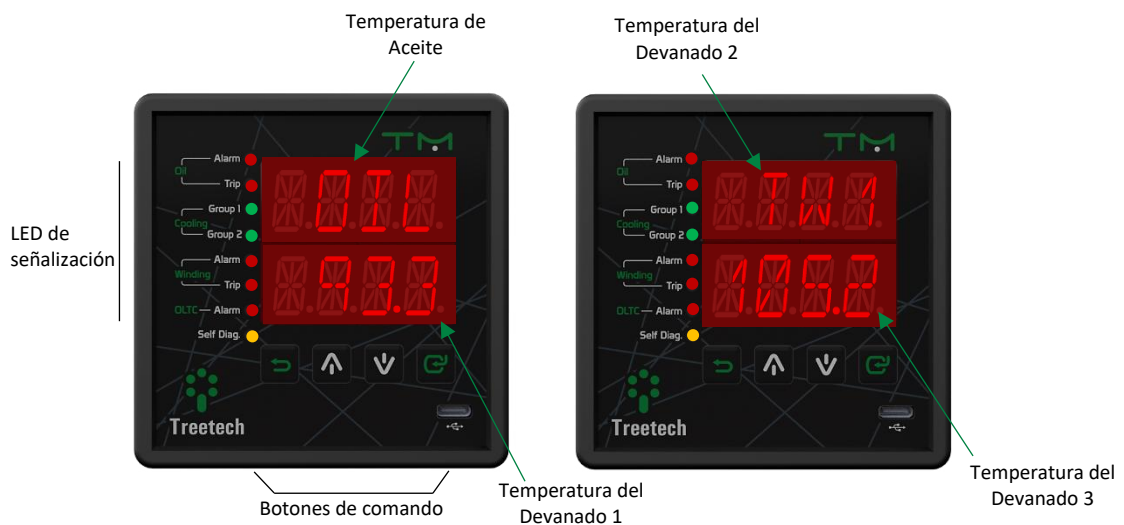


Figura 9 - Indicaciones del TM

Cuando se alcance el valor de temperatura programado para un evento, el LED correspondiente se iluminará, activándose también el contacto de salida para este evento.

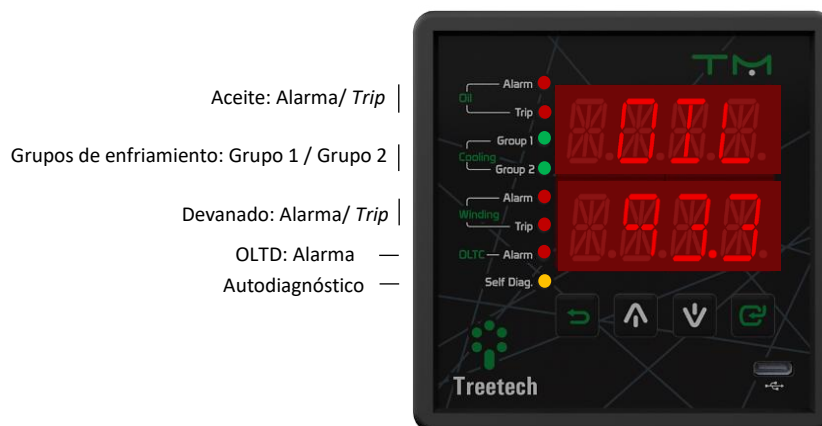


Figura 10 - LED de señalización del TM





Si se produce alguna anomalía, en los *display* se indicará el código de autodiagnóstico correspondiente.





4.2 Función de las teclas

Las teclas tienen las siguientes funciones:









Tabla 6 - Funciones de las teclas del TM

Tecla	Función
	Tecla de Programación: En las pantallas de medición permite acceder a la contraseña para ingresar al menú de programación. En menús de programación, sale del menú actual volviendo al menú del nivel anterior. Si se activa mientras se cambia un parámetro, regresa al menú del nivel anterior sin guardar el cambio realizado.
	Tecla Arriba: Navegación entre pantallas de medición y entre menús y parámetros de programación. Al editar un parámetro incrementa el valor programado.
	Tecla Abajo: Navegación entre pantallas de medición y entre menús y parámetros de programación. Al editar un parámetro disminuye el valor programado.
	Tecla Entrar: Selecciona el menú y la opción de parámetro que se muestra en la pantalla, guarda los valores programados.



4.2.1 Para acceder a un submenú

Cuando se muestre el submenú en la pantalla del dispositivo, presione el botón  para continuar con la programación. En cualquier momento presione la tecla  para volver al menú anterior. Los menús opcionales solo se mostrarán si están habilitados.

Después de acceder al submenú deseado:

- Utilice las teclas  y  para navegar entre los parámetros del submenú;
- Presionar  para ingresar a la edición de parámetros;
- Presionar  y  para ajustar el valor deseado para el parámetro;
- Presionar  para guardar el cambio realizado en el parámetro;
- Presionar  para regresar al menú anterior (si se presiona esta tecla antes del  en una edición de parámetros, no se guardará).

4.3 Pantallas de consulta

El Monitor de Temperatura para Aceptación y Devanados proporciona diversa información de orientación respecto a las condiciones de trabajo del transformador. A esta información se accede a través de las claves  y  durante el modo de trabajo normal.



4.3.1 Pantalla general








La siguiente información se indicará en las pantallas del dispositivo. Pulsando la tecla  tenemos el orden indicado a continuación:

Tabla 7 - Pantallas de consulta del TM

Pantallas de consulta del TM	
Autodiagnóstico activo (SDG1) Indica activación del autodiagnóstico.	
Estado (ALST) Indicación de estado del equipo.	
Aceite (OIL) Indica la temperatura actual del aceite del transformador.	
Devanado (W1) Indica la medición de temperatura del devanado 1.	
Devanado (W2) Indica la medición de temperatura del devanado 2. Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.	
Devanado (W3) Indica la medición de temperatura del devanado 3. Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.	
Carga del devanado 1 (LDP1) (%) Muestra la carga actual en el transformador, indicando como porcentaje de la corriente nominal del devanado monitoreado.	
Carga del devanado 2 (LDP2) (%) Muestra la carga actual en el transformador, indicando como porcentaje de la corriente nominal del devanado monitoreado. Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.	



<p>Carga del devanado 3 (LDP3) (%) Muestra la carga actual en el transformador, indicando como porcentaje de la corriente nominal del devanado monitoreado.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	
--	--

Tabla 8 - Información del submenú TEMP

Información del submenú TEMP	
<p>Submenú TEMP</p> <p>Utilice las teclas de flecha para continuar explorando otra información o presione en esta pantalla para acceder al submenú TEMP. Una vez dentro, navega usando las teclas de flecha y . Para regresar al nivel anterior presione .</p>	
<p>Temperatura máxima del aceite (>OIL):</p> <p>Indica la temperatura máxima alcanzada por el aceite del transformador desde la última vez que se puso a cero el marcador.</p> <p>Para reiniciar este registro después de la consulta, simplemente presione y mantenga presionada la tecla durante 5 segundos.</p>	
<p>Temperatura máxima del devanado 1 (>W1):</p> <p>Indica la temperatura máxima alcanzada en el devanado 1 del transformador desde la última vez que se restableció este marcador.</p> <p>Para reiniciar este registro después de la consulta, simplemente presione y mantenga presionada la tecla durante 5 segundos.</p>	
<p>Temperatura máxima del devanado 2 (>W2)</p> <p>Indica la temperatura máxima alcanzada en el devanado 2 del transformador desde la última vez que se restableció este marcador.</p> <p>Para reiniciar este registro después de la consulta, simplemente presione y mantenga presionada la tecla durante 5 segundos.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	
<p>Temperatura máxima del devanado 3 (>W3)</p> <p>Indica la temperatura máxima alcanzada en el devanado 3 del transformador desde la última vez que se restableció este marcador.</p> <p>Para reiniciar este registro después de la consulta, simplemente presione y mantenga presionada la tecla durante 5 segundos.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	



<p>Etapas de enfriamiento (CSTG) Indica el número de etapas de enfriamiento.</p>	
<p>Gradiente final 1 (FTG1) Indica cuál será el gradiente de temperatura final entre el aceite y el devanado 1 si la carga actual continúa.</p>	
<p>Gradiente final 2 (FTG2) Indica cuál será el gradiente de temperatura final entre el aceite y el devanado 2 si la carga actual continúa.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	
<p>Gradiente final 3 (FTG3) Indica cuál será el gradiente de temperatura final entre el aceite y el devanado 3 si la carga actual continúa.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	
<p>Corriente del devanado 1 en kA (W1KA) Es la corriente en el devanado 1 del transformador donde se monitorea la temperatura, dada en kA.</p>	
<p>Corriente del devanado 2 en kA (W2KA) Es la corriente en el devanado 2 del transformador donde se monitorea la temperatura, dada en kA.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	
<p>Corriente del devanado 3 en kA (W3KA) Es la corriente en el devanado 3 del transformador donde se monitorea la temperatura, dada en kA.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	
<p>Corriente secundaria del devanado 1 (AMP1) Esta es la corriente que fluye a través del devanado 1, dada en amperios.</p>	
<p>Corriente secundaria del devanado 2 (AMP2) Esta es la corriente que fluye a través del devanado 2, dada en amperios.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	















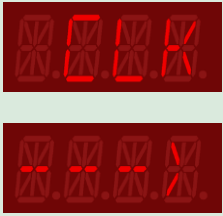





<p>Corriente secundaria del devanado 3 (AMP3) Esta es la corriente que fluye a través del devanado 3, dada en amperios.</p> <p>Nota: Esta información sólo se mostrará cambiando el parámetro relativo al número de devanados.</p>	
<p>Medición del sensor de temperatura 1 conectado al TM (PT1) Es la temperatura que se mide a través del sensor de temperatura 1, dada en °C.</p> <p>Para reiniciar este registro después de la consulta, simplemente presione y mantenga presionada la tecla  durante 5 segundos.</p> <p>Importante: Antes de reiniciar, compruebe el correcto funcionamiento del sensor Pt100 y/o realice las comprobaciones de resolución de problemas adecuadas en caso de autodiagnóstico. Reiniciar el sistema con indicación de altas temperaturas puede provocar un TRIP indebido.</p>	
<p>Medición del sensor de temperatura 2 conectado al TM (PT2) Es la temperatura que se mide a través del sensor de temperatura 2, dada en °C.</p> <p>Para reiniciar este registro después de la consulta, simplemente presione y mantenga presionada la tecla  durante 5 segundos.</p> <p>Importante: Antes de reiniciar, compruebe el correcto funcionamiento del sensor Pt100 y/o realice las comprobaciones de resolución de problemas adecuadas en caso de autodiagnóstico. Reiniciar el sistema con indicación de altas temperaturas puede provocar un TRIP indebido.</p>	
<p>Temperatura máxima del sensor de temperatura 1 conectado al TM (>PT1) Muestra la temperatura máxima medida por el sensor Pt100Ω desde la última vez que se restableció este marcador.</p> <p>Para reiniciar este registro después de la consulta, simplemente presione y mantenga presionada la tecla  durante 5 segundos.</p>	
<p>Temperatura máxima del sensor de temperatura 2 conectado al TM (>PT2) Muestra la temperatura máxima medida por el sensor Pt100Ω desde la última vez que se restableció este marcador.</p> <p>Para reiniciar este registro después de la consulta, simplemente presione y mantenga presionada la tecla  durante 5 segundos.</p>	





Tabla 9 - Información del submenú CLK

Información del submenú CLK	
<p>Submenú CLK</p> <p>Utilice las teclas de flecha para continuar explorando otra información o presione  en esta pantalla para acceder al submenú y consultar los datos de fecha y hora. Una vez dentro, navega usando las teclas de flecha  y . Para regresar al nivel anterior presione .</p>	
<p>Indicación del mes (MNTN)</p> <p>Indicación del mes en el calendario interno del dispositivo.</p>	
<p>Indicación del día (DAY)</p> <p>Indicación del día en el calendario interno del dispositivo.</p>	
<p>Indicación del año (YEAR)</p> <p>Indicación del año en el calendario interno del dispositivo.</p>	
<p>Indicación de hora (HOUR)</p> <p>Indicación de hora del reloj interno del dispositivo.</p>	
<p>Indicación de minutos (MIN)</p> <p>Indicación de minutos del reloj interno del dispositivo.</p>	



4.4 Informações do equipamento

Pulsando simultáneamente las teclas  y  es posible consultar información del equipo, en el display del equipo se mostrarán los siguientes datos: nombre, versión de *firmware* (FW), lanzamiento, gestor de arranque (BL), lanzamiento del gestor de arranque, características, número de serie 1 y 2.

Nombre del equipo:

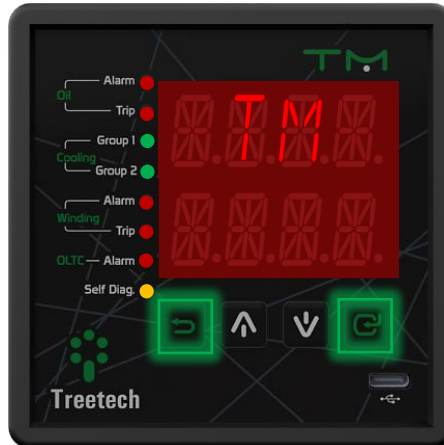


Figura 11 - Comando para acceder a la información del equipo

Versión de *firmware*:



Figura 12 - Pantalla que indica la versión del *firmware*



Lanzamiento de *firmware*:



Figura 13 - Pantalla que indica la versión de lanzamiento del *firmware*

Versión del cargador de arranque:



Figura 14 - Pantalla que indica la versión del gestor de arranque

Lanzamiento del gestor de arranque:



Figura 15 - Pantalla que indica la versión de lanzamiento del gestor de arranque



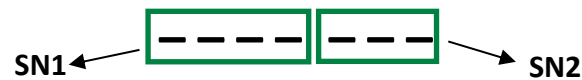
Funciones



Figura 16 - Pantalla que indica el número de devanados

Número de serie:

El Número de Serie se divide en parte 1 y parte 2, la lectura del número de serie completo se realiza de la siguiente manera:



Ejemplo:

Si el número de serie es 1234567, **SN1** será 1234 y **SN2** será 567.



Figura 17 - Pantalla que indica la parte 1 y la parte 2 del número de serie




5 Parametrización




Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema se deben ajustar varios parámetros en el TM que proporcionarán al equipo la información necesaria para su funcionamiento. Los ajustes se pueden realizar mediante el teclado frontal, con la ayuda del display, o el trasero, utilizando los puertos de comunicación RS-485, disponibles para el usuario en el panel trasero del dispositivo. Los parámetros programables están organizados en menús con acceso protegido por contraseña. En el menú principal, el usuario tendrá acceso a submenús de programación, donde podrá navegar y ajustar valores según las características del transformador y necesidades del usuario.

5.1 Acceso a los menús de programación

Para acceder al menú de programación del Monitor TM, siga el procedimiento a continuación:

- 1) En la pantalla de visualización de temperatura, presione y mantenga presionada la tecla  durante 5 segundos.
- 2) Se mostrará la pantalla de contraseña (*password*).



- 3) Use las llaves  y  para ajustar la contraseña (rango = 0 a 9999). Si la indicación inicial es 4210, entonces la contraseña será 0, que es el valor original de fábrica.
- 4) Después de configurar la contraseña, presione y suelte la tecla  para entrar al menú de programación.
- 5) Pantalla del menú principal, donde puede navegar a los submenús de programación.



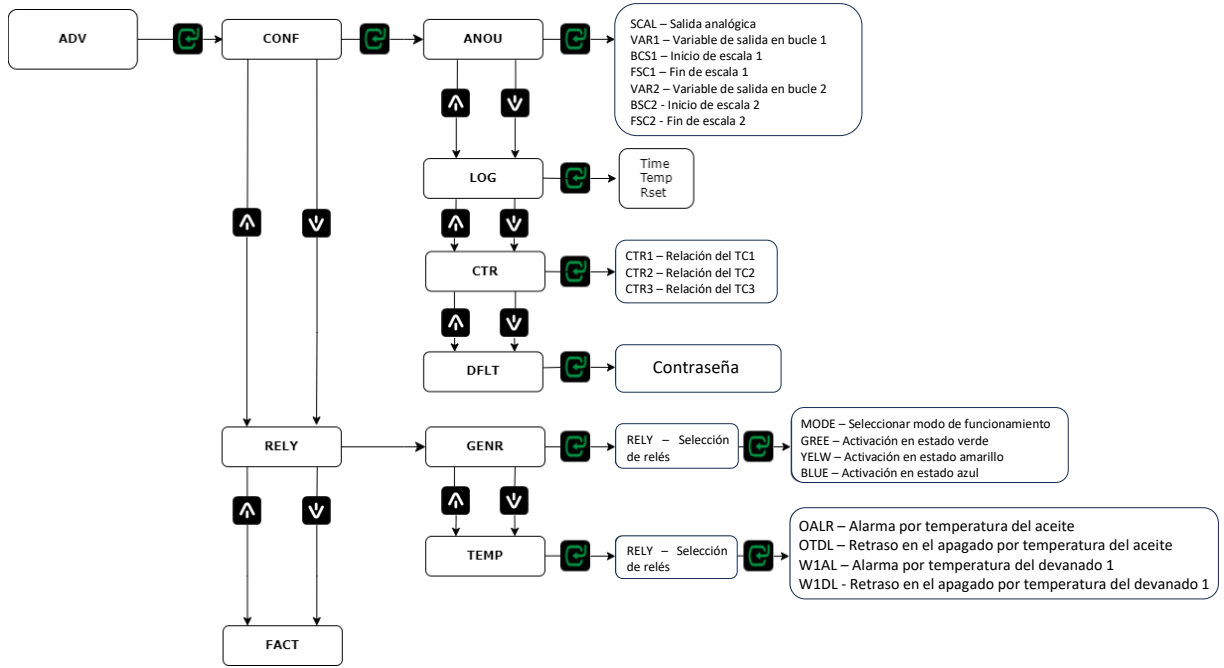


Figura 18 - Estructura de acceso a los menús



5.3 Menú CLK

Le permite ajustar el reloj y el calendario del dispositivo.



MNTH - Mes

Ajuste del mes actual en el calendario del equipo.



Rango de ajuste: 1 a 12, en pasos de 1 mes.

Valor predeterminado: 0.

DAYS - Día

Ajuste del día actual en el calendario del equipo.



Rango de ajuste: 1 a 31, en pasos de 1 día.

Valor predeterminado: 0.

YEAR - Año

Ajuste del año actual en el calendario del equipo.



Rango de ajuste: 0 a 99, en pasos de 1 año.

Valor predeterminado: 0.

HOOR - Hora

Ajuste de la hora actual en el reloj del equipo.



Rango de ajuste: 0 a 23, en pasos de 1 hora.

Valor predeterminado: 0.

MINS - Minuto

Ajustar los minutos en el reloj del equipo.



Rango de ajuste: 0 a 59, en pasos de 1 minuto.

Valor predeterminado: 0.

TZ - Huso Horario

Ajuste del huso horario, en horas, en el reloj del equipo.



Rango de ajuste: -12 a +12, en pasos de 1 hora.

Valor predeterminado: -3.



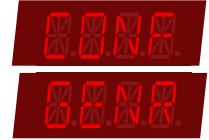
5.4 Menú CONF

Permite el acceso a parámetros relacionados con la configuración básica de usabilidad del TM.



5.4.1 Submenú GENR

En este submenú puede realizar ajustes generales del TM.



DISP - Display

Modo de visualización de temperatura en la pantalla del TM en funcionamiento normal.



Rango de ajuste:

- **SCRL** = Visualización alterna, el TM muestra cada una de las temperaturas medidas durante 10 segundos, cíclicamente;
- **STAY** = La pantalla permanece fija en el último sensor visto en el frente;

Valor predeterminado: SCRL.

SCRN - Pantalla predeterminada



Esta pantalla solo se mostrará cuando se habilita el modo STAY en el *display* TM.

Rango de ajuste:

- LD3 (% carga 3);
- LD2 (% carga 2);
- LD1 (% carga 1);
- W3 (Temperatura del devanado 3);
- W2 (Temperatura del devanado 2);
- W1 (Temperatura del devanado 1);
- OIL (Temperatura del aceite);
- ALST (Estado de alarma);
- NONE (ninguno).

Valor predeterminado: ALST.

Nota: Sólo mostrará las pantallas LD2, LD3, W2, W3 una vez configurado para 2 o 3 devanados en el submenú TRF, de lo contrario permanecerán ocultas.

SAVE

Parámetro de tiempo para activar el salvapantallas.



Rango de ajuste: 1 a 15, en pasos de 1 minuto.

Valor predeterminado: 5.

PSWD - Senha

Cambiar la contraseña para acceder al menú de configuración del TM.





Rango de ajuste: 0 a 8191.

Valor predeterminado: 0.

5.4.2 Submenú COMM - Comunicación

Permite el acceso a los parámetros relacionados con la comunicación serie.



Rango de ajuste:

- U1 (RS-485 1);
- U2 (RS-485 2);
- USB (USB tipo C frontal).

Valor predeterminado: U1.

PROT – Protocolo de comunicación serie

Seleccione el protocolo de comunicación a utilizar Modbus® RTU (Mdb) y DNP3 (DNP3).



Nota: El equipo admite que solo uno de los tres puertos esté configurado en DNP3.

Rango de ajuste:

- Mdb = Modbus® RTU;
- DNP = DNP3;
- NONE = Ninguno.

Valor predeterminado: MDB.

ADDR - Dirección

Selección de la dirección del dispositivo en la red de comunicación, utilizada para la adquisición de datos.



Nota: El puerto USB-C tiene una dirección fija de 247.

Si se selecciona el protocolo Modbus® RTU en el parámetro **PROT**.

Rango de ajuste: 1 a 247.

Valor predeterminado: 247.

Presentación de dirección DNP3 en pantalla

La dirección DNP3 se considerará de la siguiente manera:



PARTE MÁS SIGNIFICATIVA →

PARTE MENOS SIGNIFICATIVA →

Cuando el valor es superior a 9999, la parte más significativa estará disponible en las dos pantallas superiores y la parte menos significativa en las pantallas inferiores.

Supongamos que la dirección es 65519. En este caso la parte más significativa sería 65 y la parte menos significativa sería 519.



Rango de ajuste: 0 a 65519, en pasos de 1.
Valor predeterminado: 247.

BAUD – Velocidad de transmisión



Seleccionar la velocidad de transmisión de datos.

Rango de ajuste:

- 4.8 kbps;
- 9.6 kbps;
- 19.2 kbps;
- 38.4 kbps;
- 57.6 kbps;
- 115.2 kbps.

Valor predeterminado: 9.6 kbps.

TXDL – Retraso Tx



Parámetro responsable de definir el tiempo de espera *interframe* para la transmisión de datos, es decir, es el tiempo de espera entre una transmisión y otra.

Rango de ajuste: 5 a 500, en pasos de 1 milisegundo.
Valor predeterminado: 25 ms.

RXDL – Retraso Rx



Parámetro responsable de definir el tiempo de espera *interframe* para recibir datos, es decir, es el tiempo de espera para recibir un paquete de datos.

Rango de ajuste: 5 a 500, en pasos de 1 milisegundo.
Valor predeterminado: 5 ms.



5.5 Menú TEMP

Permite el acceso a submenús relacionados con medición de temperatura, alarmas y grupos de enfriamiento forzado.



5.5.1 Submenú CONF - Configuración

Permite la configuración de sensores de temperatura.



ENAB – Habilitar temperatura

Habilita parámetros y mediciones relacionadas con la lectura de temperatura en las pantallas de consulta del equipo.



Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: YES (sí).

PT1 – Sensor Pt1

Habilitas mediciones del sensor RTD1. Si está habilitado, pero no está asociado a ninguna variable específica, realizará la medición de la temperatura ambiente y no generará alarmas.



Rango de ajuste:

- 1X3 = 1 sensor PT100 de 3 hilos habilitado;
- OFF = Deshabilitar.

Valor predeterminado: 1X3.

PT2 – Sensor Pt2

Habilitas mediciones del sensor RTD2. Si está habilitado, pero no está asociado a ninguna variable específica, realizará la medición de la temperatura ambiente y no generará alarmas.



Rango de ajuste:

- 1X3 = 1 sensor PT100 de 3 hilos habilitado;
- OFF = Deshabilitar.

Valor predeterminado: OFF.

OIL1 – Sensor de aceite 1

Selecciona qué sensor leerá la temperatura del aceite.



Rango de ajuste: PT1, PT2 y OFF (deshabilitado).

Valor predeterminado: PT1.

OIL2 – Sensor de aceite 2





Selecciona el segundo sensor para activar el modo de lectura en redundancia.

Para la medición redundante, es necesario que los parámetros PT1 y PT2 estén habilitados.

Rango de ajuste: PT2 y OFF (deshabilitado).

Valor predeterminado: OFF.

MTD – Máximo diferencial de temperatura



Parámetro de diferencia máxima de temperatura permitida entre sensores redundantes.

Rango de ajuste: 1,0 a 6,0.

Valor predeterminado: 4,0.

SIMU – Simulador



En el caso de cualquier prueba o experimento que implique conectar un simulador de sensor de temperatura al TM, indicar qué entrada se utilizará para este fin.

Rango de ajuste: OFF (deshabilitado), PT1 y PT2 (si está habilitado).

Valor predeterminado: OFF (deshabilitado).

5.5.2 Submenú ALRM - Alarmas



Contiene parámetros relacionados con la clasificación y valores de los disparadores de alarma.



5.5.2.1 VAL – Submenú Valor



Contiene parámetros para seleccionar valores de activación de alarma por temperatura.



OALR – Alarma por temperatura del aceite



Determina el valor de alarma para la temperatura del aceite del transformador. La alarma solo se desactiva si la temperatura cae 1°C o más por debajo del valor de activación.

Rango de ajuste: -55 a 200, en pasos de 1°C.

Valor predeterminado: 95 °C.

OTRP – Apagado por temperatura del aceite



Determina el valor para el apagado por temperatura del aceite. Una vez activada, la alarma solo se desactiva si la temperatura cae 1°C o más por debajo del valor de activación. También se puede utilizar como alarma de segundo nivel si no se desea el apagado automático del transformador.

Rango de ajuste: -55 a 200, en pasos de 1°C.

Valor predeterminado: 105 °C.

OTDL – Retraso en el apagado por temperatura del aceite





Le permite insertar un retraso entre el momento en que la temperatura del aceite alcanza el valor de apagado y el instante en que se activan realmente la señal de apagado y los relés de salida asociados.

Rango de ajuste: 0 a 20,0, en pasos de 0,1 minutos.

Valor predeterminado: 20 minutos.



Este submenú contiene ajustes para los devanados 1, 2 y 3. Estos ajustes se repiten para todos ellos.

La 'x' indica el número del devanado.

Ejemplo: (W1AL), (W2AL) y (W3AL).

W'x'AL - Alarma por temperatura del devanado 'x'



Determina el valor de alarma por temperatura del devanado 'x' del transformador. Una vez activada, la alarma solo se desactiva si la temperatura cae 1°C o más por debajo del valor de activación.

Rango de ajuste: -55 a 200, en pasos de 1 °C.

Valor predeterminado: 105 °C.

W'x'TP - Apagado por temperatura del devanado 'x'



Determina el valor de apagado por temperatura del devanado 'x' del transformador. Una vez activada, la alarma solo se desactiva si la temperatura cae 1°C o más por debajo del valor de activación. También se puede utilizar como alarma de segundo nivel si no se desea el apagado automático del transformador.

Rango de ajuste: -55 a 200, en pasos de 1 °C.

Valor predeterminado: 120 °C.

W'x'DL - Retraso de apagado por temperatura del devanado 'x'



Le permite insertar un retraso entre el momento en que la temperatura del devanado 'x' alcanza el valor de apagado y el instante en que la señal de apagado y los relés de salida asociados se activan efectivamente.

Rango de ajuste: 0 a 20,0, en pasos de 0,1 minutos.

Valor predeterminado: 20 minutos.

5.5.2.2 CLAS – Submenú Clasificación



No todas las alarmas tienen el mismo grado de gravedad ni se debe responder a ellas con el mismo enfoque. Según su conveniencia, en este submenú el usuario puede clasificar las diferentes alarmas en tres categorías diferentes.



La categoría azul tiene una prioridad baja y debe usarse principalmente para advertencias, la categoría amarilla debe usarse cuando se detecta un problema grave y la categoría roja cuando la situación es urgente.



OALR – Alarma por temperatura del aceite



Clasifique esta alarma en una de las categorías enumeradas en el rango de ajuste.

Rango de ajuste: RED (rojo), YELW (amarillo), BLUE (azul).

Valor predeterminado: RED (rojo).

OTRP – Apagado por temperatura del aceite



Clasifique esta alarma en una de las categorías enumeradas en el rango de ajuste.

Rango de ajuste: RED (rojo), YELW (amarillo), BLUE (azul).

Valor predeterminado: RED (rojo).

OTDL – Retraso en el apagado por temperatura del aceite



Clasifique esta alarma en una de las categorías enumeradas en el rango de ajuste.

Rango de ajuste: RED (rojo), YELW (amarillo), BLUE (azul).

Valor predeterminado: RED (rojo).



Los siguientes parámetros contienen configuraciones para los devanados 1, 2 y 3. Estas configuraciones se repiten para todos ellos.

La 'x' indica el número del devanado.

Ejemplo: (W1AL), (W2AL) y (W3AL).

W'x'AL - Alarma por temperatura del devanado 'x'



Clasifique esta alarma en una de las categorías enumeradas en el rango de ajuste.

Rango de ajuste: RED (rojo), YELW (amarillo), BLUE (azul).

Valor predeterminado: RED (rojo).

W'x'TP - Apagado por temperatura del devanado 'x'



Clasifique esta alarma en una de las categorías enumeradas en el rango de ajuste.

Rango de ajuste: RED (rojo), YELW (amarillo), BLUE (azul).

Valor predeterminado: RED (rojo).

W'x'DL - Retraso de apagado por temperatura del devanado 'x'



Clasifique esta alarma en una de las categorías enumeradas en el rango de ajuste.



Rango de ajuste: RED (rojo), YELW (amarillo), BLUE (azul).
Valor predeterminado: RED (rojo).

5.5.3 Submenú TRF - Transformador

El submenú de parametrización del transformador permite acceder a las características generales del transformador y a las etapas de enfriamiento.

5.5.3.1 CONF – Submenú Configuración

Contiene parámetros para configurar las características básicas del transformador.

WIND – Número de devanados

Le permite ajustar el valor según el número de devanados del transformador.

Rango de ajuste: 1 a 3.
Valor predeterminado: 1.

TYPE – Tipo de factor de punto caliente

Elija la norma cuya metodología se adoptará para calcular la temperatura de los devanados, especialmente en lo que respecta al punto caliente.

Rango de ajuste: ANSI e IEC.

- ANSI IEEE C57.91/2011; ABNT NBR 5416/1997;
- IEC 60076-7/2018; ABNT NBR 5356-7/2017.

Valor predeterminado: ANSI.



Los siguientes parámetros contienen configuraciones para los devanados y TC del 1 al 3. Estas configuraciones se repiten para todos ellos.

La 'x' indica el número del devanado y TC.

Ejemplo: (TW1), (TW2) y (TW3).

TW'x' - Constante de tiempo de inercia térmica del devanado 'x'

Es la constante de tiempo en segundos, relacionada con la inercia térmica del devanado del transformador.

Este parámetro puede medirse durante la prueba de calentamiento o calcularse por el fabricante del transformador. Si no es posible obtenerlo de alguna de estas dos formas, se puede adoptar el valor típico de 300 s.

Rango de ajuste: 72 a 999 segundos.
Valor predeterminado: 300 segundos.

RTI'x' - Relación del TC para imagen térmica 'x'



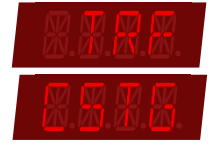
Parametrizar la relación de transformación del TC de imagen térmica del devanado 'x'.

$$= \frac{\text{Corrente no primário do TC}}{\text{Corrente en el primario del}}$$

Rango de ajuste: 1 a 9999.
Valor predeterminado: 500.

5.5.3.2 CSTG – Etapas de enfriamiento

Contiene parámetros para cada etapa de enfriamiento activa, parámetros relacionados con el cálculo de las temperaturas del devanado y de los puntos calientes.



5.5.3.2.1 STAG - Número de etapa

Seleccione el número de etapas.



Rango de ajuste:

- **0:** Configura parámetros para calcular los aumentos de temperatura cuando no se activa ninguna etapa de enfriamiento forzado;
- **1:** Configura parámetros para calcular los aumentos de temperatura cuando la primera etapa de enfriamiento forzado está en funcionamiento;
- **2:** Configura parámetros para calcular los aumentos de temperatura cuando la segunda etapa de enfriamiento forzado está en funcionamiento;
- **ALL (todos):** Configura simultáneamente, con los mismos valores, los parámetros de cálculo para todas las situaciones anteriores. Se debe utilizar cuando no existan diferencias en las elevaciones de temperatura.

Valor predeterminado: 0.



Los siguientes parámetros contienen configuraciones para los devanados 1, 2 y 3. Estas configuraciones se repiten para todos ellos.

La 'x' indica el número del devanado.

Ejemplo: (HOT1), (HOT2) y (HOT3).

HOT'x' - Factor de punto caliente en el devanado 'x'

Configure el factor de punto caliente según el modelo adoptado por los siguientes estándares:



- **HS+:** ANSI IEEE C57.91-1995 y ABNT NBR 5416 (1997);
- **HS*:** IEC 60076-7 y ABNT NBR 5356-7 (2017).

En el primer caso (HS+), es la diferencia entre la temperatura del punto más caliente (*hot-spot*) y la temperatura media del devanado.

Según la norma IEC (HS*), es la relación entre el aumento de temperatura del punto más caliente por encima de la temperatura superior del aceite y el aumento de temperatura media del devanado por encima de la temperatura media del aceite.



Rango de ajuste: 0,00 a 20,00.

Valor predeterminado: 1,00.

EXP'x' - Exponente de aumento de temperatura del devanado 'x'



Exponente utilizado para calcular el aumento de temperatura del devanado en función de las pérdidas en el cobre, definido por el tipo de circulación de aceite del transformador.

La selección de valores es flexible, sin embargo, se destacan algunos números notables.:

Tabla 10 - Exponente de devanado IEC

Exponente del devanado — Estándares IEC 60076-7 (2005) y ABNT NBR 5356 – 7 (2017)		
Número	Aplicabilidad	Descripción
1.3	Transformadores de potencia grandes y medianos	Transformadores enfriados por circulación de aceite natural o forzada (ONAN, ONAF, OFAF, OFWF)
1.6	Transformadores de distribución	Transformadores enfriados por circulación de aceite natural o forzada (ONAN, ONAF, OFAF, OFWF)
2.0	Transformadores de potencia grandes y medianos	Transformadores enfriados por circulación dirigida del aceite (ODAF, ODWF)

Tabla 11 - Exponente de devanado IEEE

Exp. del devanado — Estándares ABNT NBR 5416 (1997) y IEEE C57.91 (2011)	
Número	Descripción
1.6	Transformadores enfriados por circulación de aceite natural o forzada (ONAN, ONAF, OFAF, OFWF)
2.0	Transformadores enfriados por circulación dirigida del aceite (ODAF, ODWF)

Rango de ajuste: 0,0 a 4,0.

Valor predeterminado: 1,3.

OWG'x' - Gradiente de temperatura del devanado 'x'



Configure el OWG (gradiente de temperatura devanado-aceite), definido de la siguiente manera:

- **IEC 60076-7 / NBR 5356–7:** la diferencia entre la temperatura promedio del devanado y la temperatura promedio del aceite, después de la estabilización termodinámica del transformador con carga nominal;
- **NBR 5416 / IEEE C57.91-1995:** el aumento de la temperatura promedio del devanado en relación con la temperatura superior del aceite, después de la estabilización termodinámica del transformador a carga nominal.



Este parámetro generalmente lo obtiene el fabricante del transformador/reactor durante las pruebas de calentamiento o mediante cálculo.

Rango de ajuste: 0 a 50, en pasos de 0,1°C.

Valor predeterminado: 10 °C.

TRC'x' - Corriente nominal del devanado 'x'



Corriente nominal del devanado del transformador, donde se determina la temperatura.

Rango de ajuste: 0,001 a 99,99 kA, en pasos de 0,001 kA.

Valor predeterminado: 1,670 kA.

5.5.4 Submenú COOL - Enfriamiento forzado



El submenú tiene información sobre el funcionamiento de la refrigeración forzada y se subdivide en otros tres menús.



5.5.4.1 Submenú CONF - Configuración



Contiene parámetros para ajustar las características generales de refrigeración del transformador.



CGN – Número total de grupos de refrigeración forzada



Le permite habilitar la cantidad de grupos de enfriamiento que se utilizarán.

Rango de ajuste: 1 a 2.

Valor predeterminado: 2.

THYS – Histéresis de temperatura para apagado de la refrigeración



Valor de reducción de temperatura, por debajo de la temperatura de inicio de la etapa de enfriamiento, para apagar los ventiladores/bombas, para evitar que se enciendan y apaguen repetidamente con pequeñas variaciones de temperatura.

Rango de ajuste: 0 a 30 °C, en pasos de 1 °C.

Valor predeterminado: 5 °C.

LHYS – Histéresis de carga para apagado de la refrigeración



Valor para reducir el porcentaje de carga, por debajo del porcentaje de inicio de la etapa de enfriamiento, para apagar los ventiladores/bombas, con el fin de evitar que se enciendan y apaguen repetidamente con pequeñas variaciones de carga.

Rango de ajuste: 0 a 9, en pasos de 1%.

Valor predeterminado: 5%.

CG1 – Composición del grupo de enfriamiento 1



Informa si el grupo de refrigeración 1 tiene bombas de aceite o solo ventiladores.



Rango de ajuste: FAN (ventilador) y PUMP (bomba).

Valor predeterminado: FAN (ventilador).

CG2 – Composición del grupo de enfriamiento 2



Informa si el grupo de refrigeración 2 tiene bombas de aceite o solo ventiladores.

Rango de ajuste: FAN (ventilador) y PUMP (bomba).

Valor predeterminado: FAN (ventilador).

BLCK – Bloqueo de bomba de enfriamiento



Parámetro de temperatura para el bloqueo de la bomba de enfriamiento.

Nota: Este parámetro solo se mostrará si el modo de bomba está habilitado en la composición del grupo de enfriamiento 1 o 2.

Rango de ajuste: -55 a 200, en pasos de 1 °C.

Valor predeterminado: -25 °C.

FEH – Hora de inicio del ejercicio de ventiladores/bombas



Ajuste de la hora en el que se activarán los grupos de refrigeración forzada para el ejercicio diario de ventiladores y/o bombas.

Rango de ajuste: 0 a 23, en pasos de 1 hora.

Valor predeterminado: 22 horas.

FEM – Minuto de inicio del ejercicio de ventiladores/bombas



Ajuste del minuto (además de la hora seleccionada en el parámetro anterior) en el que se activarán los grupos de enfriamiento forzado para el ejercicio diario de ventiladores y/o bombas.

Rango de ajuste: 0 a 59, en pasos de 1 minuto.

Valor predeterminado: 30 minutos.

FET – Duración del período de ejercicio de ventiladores/bombas



Ajuste del tiempo total diario que los grupos de enfriamiento forzado deben permanecer activados para el ejercicio de ventiladores o bombas.

Si es necesario desactivar la función de ejercicio de enfriamiento, simplemente programe este parámetro a cero.

Rango de ajuste: 0 a 999, en pasos de 1 minuto.

Valor predeterminado: 45 minutos.



5.5.4.2 Submenú CST1 y CST2 – Etapas de enfriamiento forzado 1 y 2



Los dos submenús contienen parámetros para ajustar características específicas de la primera y segunda etapa de enfriamiento forzado.

Las etapas de enfriamiento describen cómo deben comportarse los grupos de enfriamiento activos y cuál debería ser en una determinada temperatura o situación de carga del transformador. En estos submenús distribuye y configura el funcionamiento de los grupos de refrigeración en dos etapas de refrigeración diferentes.

TREF – Temperatura de referencia para el control



Seleccione, en modo automático, la etapa de enfriamiento que debe ser controlada por la temperatura de la parte superior del aceite o de los devanados.

Rango de ajuste: WIND (devanado), OIL (aceite).

Valor predeterminado: WIND (devanado).

CS1T y CS2T – Temperatura para activar la etapa 'x'



Temperatura de activación de la etapa de enfriamiento forzado 'x'.

Cuando se activa la etapa de enfriamiento, se encenderá uno de los grupos de enfriamiento seleccionados como "SI" en los parámetros "CG1" y "CG2", dando prioridad a la activación del grupo que tenga el menor tiempo de funcionamiento.

Rango de ajuste: -55 a 200, en pasos de 1 °C.

Valor predeterminado: Etapa 1 = 65°C, etapa 2 = 70°C.

CS1L e CS2L – Carga para activar la etapa 'x'



Porcentual de la carga para activar la etapa de enfriamiento forzado 'x'.

Cuando se activa la etapa de enfriamiento, se encenderá uno de los grupos de enfriamiento seleccionados como "SI" en los parámetros "CG1" y "CG2", dando prioridad a la activación del grupo que tenga el menor tiempo de funcionamiento.

Rango de ajuste: 50 a 200, en pasos del 1%.

Valor predeterminado: Etapa 1 = 65%, etapa 2 = 70%.

CG1 y CG2 - Inscripción de los grupos de enfriamiento 1 y 2 en la etapa de Enfriamiento Forzado 'x'



Selecciona si el grupo de enfriamiento 1 o 2 está incluido o no en la etapa 'x' de enfriamiento forzado, es decir, si puede ser utilizado por la etapa de enfriamiento cuando se alcanza su temperatura o porcentaje de carga de activación.

Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: YES (sí).



5.5.5 Submenú Diferencial de temperatura

En este submenú se configuran las características de monitoreo del diferencial de temperatura entre el transformador y el cambiador de tomas.



SENS – Sensor del cambiador de tomas

Indique qué sensor medirá la temperatura del cambiador de tomas.



Sólo aparecerán como opción aquellos que aún no estén asignados a otros roles.

Nota: Solo aparecerán como opción aquellos que aún no estén programados en otros roles. Es posible ajustar en la sección 5.5.1 del submenú CONF de este manual.

Rango de ajuste: OFF (apagado), PT1 (sensor RTD 1) y PT2 (sensor RTD 2).

Valor predeterminado: OFF.

FILT – Constante de tiempo de filtrado

Constante de tiempo para filtrar el diferencial de temperatura del cambiador de tomas para formar el diferencial filtrado.



Rango de ajuste: 0 a 720, en pasos de 1 minuto.

Valor predeterminado: 180 minutos.

MARG – Márgenes para el ajuste automático de alarmas

El margen de seguridad sumada a la mayor diferencia registrada entre las temperaturas del interruptor y del transformador durante el período de aprendizaje automático. Se utiliza para configurar el límite de alarma.



Rango de ajuste: 1 a 10, en pasos de 1°C.

Valor predeterminado: 5°C.

TIME – Tiempo de muestreo para alarmas

Tiempo total de muestreo para ajuste automático de alarmas por diferencial de temperatura instantáneo y filtrado.



Rango de ajuste: 1 a 720, en pasos de 1 minuto.

Valor predeterminado: 336 minutos.

AUTO – Ajuste automático de alarmas

Permite iniciar o detener el proceso de ajuste automático de alarmas por diferenciales de temperatura instantáneos y filtrados.



Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: NO (no).



5.6 Menú ADV

Este menú tiene cinco submenús para configuraciones avanzadas, relacionados con: ajustes de salida analógica en mA, relés y menú de fábrica.



5.6.1 Submenú CONF

Cuenta con configuraciones avanzadas del equipo, como ajustes de salida de mA, memoria masiva, relación de TC y restablecimiento de parámetros del TM.



5.6.1.1 ANOU – Submenú salida mA

Contiene parámetros de configuración de salidas analógicas.



SCAL - Rango de salida analógica (mA)

Establece el rango de salida del bucle de corriente para indicación remota.



Rango de ajuste:

- 0...1 (mA);
- 0...5 (mA);
- 0...10 (mA);
- 0...20 (mA);
- 4...20 (mA).

Valor predeterminado: 0... 20 mA.



Los siguientes parámetros contienen los ajustes para las salidas analógicas 1 y 2. Estos ajustes se repiten para todas ellas.

La 'x' indica el número de salida.

Ejemplo: VAR1, VAR2.

VAR'x' - Variable de salida analógica 'x' en bucle de corriente mA



Seleccione qué información desea transmitir a través de la salida analógica seleccionada.

Rango de ajuste:

- OIL (aceite);
- W1 (devanado 1);
- W2 (devanado 2);
- W3 (devanado 3);
- WH (devanado más caliente);
- PT1 (sensor RTD 1);
- PT2 (sensor RTD 2);
- CT1 (corriente del TC 1);
- CT2 (corriente del TC 2);
- CT3 (corriente del TC 3);
- NONE (ninguno).

Valor predeterminado: OIL (aceite).



BSC'x' - Valor medido al inicio de la escala de salida mA 'x'



Definir la correspondencia entre la corriente inicial en la escala mA y el primer valor en la escala de la cantidad medida.

Rango de ajuste: -99,9 a 999,9.

Valor predeterminado: 0,0.

FSC'x' - Valor medido al final de escala de la salida mA 'x'



Definir correspondencia entre la corriente final de la escala mA y el último valor de la escala de la cantidad medida.

Rango de ajuste: -99,9 a 999,9.

Valor predeterminado: 150,0

5.6.1.2 Submenú LOG



Permite el acceso a todos los parámetros relacionados con el *log* de la memoria masiva.



El *log* de memoria masiva registra cambios de temperatura, activaciones de alarmas, apagados y otra información con fecha y evento.

TIME - Intervalo de grabación



Selecciona el tiempo entre los que se realizarán las grabaciones. El TM dispone de 23.000 posiciones para el registro de variables. Para saber cuánto tiempo tardará la memoria en estar completamente ocupada, simplemente haga:

$$Tiempo\ total = posiciones\ [grab.] \cdot intervalo\ \left[\frac{min}{grab.}\right] = 32767 \cdot intervalo\ [min]$$

El valor predeterminado para esta parametrización es 60 min, esto daría:

$$Tiempo\ total = 32767 \cdot 60 = 1966020\ minutos \cong 1365\ dias$$

Cuando se alcanza el número máximo de registros, los registros más antiguos se sobrescriben con los nuevos.

Rango de ajuste: 1 a 9999, en pasos de 1 minuto.

Valor predeterminado: 60 minutos.

TEMP – Variación de temperatura para grabación



Independientemente del intervalo de registro, si la temperatura del aceite del transformador varía por encima de lo programado en este ítem, se realizará un nuevo registro en el *log* de todas las variables.



Rango de ajuste: 1 a 20, en pasos de 1°C.
Valor predeterminado: 5 °C.

RSET – Restablecimiento de grabación



Se debe seleccionar “YES” si la intención es borrar el contenido de la memoria hasta el momento. De lo contrario, mantenga seleccionado “NO”.

Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).
Valor predeterminado: NO (no).

5.6.1.3 CTR – Relación del TC



En este submenú estarán disponibles parámetros para configurar la relación de transformación del TC externo con ventana seccionable (TC *Clip-on*).



Este submenú contiene los ajustes de la relación de transformación para los TC 1 a 3. La 'x' indica el número de TC.

Ejemplo: CTR1, CTR2 y CTR3.

CTR'x' – Relación del TC 'x'



Introducir el valor de relación de transformación del TC externo con ventana seccionable (el accesorio vendido por Treotech tiene relación de 3000).

Rango de ajuste: 1 a 10000.
Valor predeterminado: 3000.

5.6.1.4 Configuración predeterminada



Contiene un parámetro que permite restaurar el equipo a la configuración de fábrica.

PSWD – Contraseña




Cambiar la contraseña para acceder al menú de configuración predeterminada.

Rango de ajuste: 0 a 8191.
Valor predeterminado: 0.

DFLT – Configuración predeterminada



Al cambiar la contraseña, se debe seleccionar “YES” si la intención es restaurar la configuración de fábrica. De lo contrario, mantenga seleccionado “NO”;

Luego presione el botón , todos los parámetros del equipo volverán a los valores predeterminados de fábrica.

Rango de ajuste: YES (sí) ou NO (no).



Valor predeterminado: NO (no).

5.6.2 Submenú RELY

Este menú permite acceder a todos los parámetros relacionados con el funcionamiento de los relés de salida del TM.



5.6.2.1 GENR – Submenú general

Permite el acceso a parámetros para configurar relés para funciones generales.



RL'x' – Selección de relés

Elige qué relé quieres parametrizar.



Rango de ajuste: 5, 6 o 7.

Valor predeterminado: 5.

MODE - Modo de funcionamiento

Los contactos 5, 6, 7 se pueden configurar para operar en modo normal (**NORM**) o modo invertido (**INVE**).



Rango de ajuste:

- **NORM (normal):** El relé cambia de estado cuando se activa..
- **INVE (invertido):** Al energizar el equipo, el contacto cambiará de estado. Cuando se activa el relé, los contactos volverán al estado de reposo.

Valor predeterminado: NORM (normal).

GREE – Activación en estado verde

Activa el relé cuando el estado de alarma general es verde, es decir, cuando no se detecta ninguna anomalía.



Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: NO (no).

YELW – Activación en estado amarillo

Activa el relé cuando el estado de alarma general es amarillo.



Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: NO (no).

BLUE - Activación en estado azul

Activa el relé cuando el estado de alarma general es azul.





Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: NO (no).

RED – Activación en estado rojo

Activa el relé cuando el estado de alarma general es rojo.



Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: NO (no).

Nota: Hay muchas más alarmas que relés para señalarlas, pero un relé se puede activar por más de un motivo y esto permite conocer el estado de las alarmas por categoría.

5.6.2.2 TEMP - Submenú de temperatura

Contiene configuraciones de relés para funciones relacionadas con el monitoreo de temperatura.



RL'x' - Selección de relés

Elige qué relé quieres parametrizar.



Rango de ajuste: 5, 6 o 7.

Valor predeterminado: 5.

OALR – Asociación del relé con la alarma por temperatura del aceite

Activa el relé en función de la alarma por temperatura del aceite.



Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: YES (sí).

OTDL – Asociación del relé con el retardo de apagado del aceite

Activa el relé según la actuación del retardo de apagado del aceite.



Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: NO (no).



Los siguientes parámetros contienen configuraciones para los devanados 1, 2 y 3. Estas configuraciones se repiten para todos ellos.

La 'x' indica el número del devanado.

Ejemplo: (W1AL), (W2AL) y (W3AL).

W'x'AL - Asociación del relé con la alarma por temperatura del devanado 'x'

Activa el relé según la activación de la alarma por temperatura del devanado 'x'.



Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).



Valor predeterminado: YES (sí).

W'x'DL - Asociación del relé con el retardo de apagado del devanado 'x'



Activa el relé según la activación del retardo de apagado del devanado 'x'.

Rango de ajuste: YES (sí), NO (no).

Valor predeterminado: NO (no).

5.6.3 Submenú FACT



Permite el acceso a los parámetros de fábrica. Es para uso exclusivo de la asistencia técnica de Treetech y está protegido con contraseña, no accesible al operador del equipo.





6 Puesta em servicio

Una vez instalado el equipo, su puesta en servicio debe seguir los siguientes pasos básicos:

- ✓ Revisar las instalaciones mecánicas y eléctricas, de acuerdo con las recomendaciones del capítulo 2.6 de este manual. Verifique también la corrección de las conexiones eléctricas (por ejemplo, mediante pruebas de continuidad);
- ✓ Asegúrese de que ningún transformador de corriente secundario (TC) esté abierto durante la instalación y operación de los monitores de temperatura;
- ✓ Si se realizan pruebas de rigidez dieléctrica en el cableado (tensión aplicada), desconectar los cables conectados al terminal de tierra del TM para evitar destruir las protecciones contra sobretensiones existentes en el interior del dispositivo. Estas protecciones están conectadas internamente entre los terminales de entrada/salida y tierra, fijando la tensión en torno a los 300 V. La aplicación de tensiones elevadas durante un período prolongado (por ejemplo, 2 kV durante 1 minuto) provocaría la destrucción de dichas protecciones;
- ✓ Volver a conectar los cables de tierra a los terminales del TM, si fueron desconectados para las pruebas de voltaje aplicadas;
- ✓ Alimentar el TM con cualquier voltaje en el rango de 85 a 265Vcc/Vca 50/60Hz;
- ✓ Realizar toda la parametrización del TM, según las instrucciones de este manual;
- ✓ Utilizando un medidor de continuidad, pruebe el accionamiento de los contactos de alarma, apagado y enfriamiento forzado. El accionamiento de los contactos se puede forzar, por ejemplo, reduciendo los respectivos ajustes a valores inferiores a las mediciones actuales;
- ✓ Asegúrese de que ninguna operación de los contactos interactúe con otros sistemas durante esta fase. Si es necesario, aíse todos los contactos de control, alarma y apagado simplemente desconectando el conector extraíble inferior (terminales 1...16);
- ✓ Conectar calibrador de temperatura, década resistiva o comprobar la temperatura del PT100 conectado a cada entrada de medida del TM, comprobando si las medidas son correctas;
- ✓ Usando un miliamperímetro de CC, verifique si el circuito de corriente genera valores presentes consistentes con los valores de temperatura correspondientes;
- ✓ Reconectar los contactos que hayan podido quedar aislados, reconectando el conector inferior (bornes 1...16).



7 Solución de problemas

El Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados — TM verifica constantemente la integridad de sus funciones y de los sensores y módulos conectados al mismo. Cualquier anomalía detectada se señala a través de su contacto de fallo. Además, en la pantalla del TM se mostrarán mensajes que indican la falla, lo que ayudará en el proceso de diagnóstico..

Si encuentra dificultades o problemas al operar el sistema, le sugerimos consultar las posibles causas y soluciones simples que se presentan en los siguientes puntos. Si esta información no es suficiente para resolver la dificultad, por favor contacte a Treotech SAC o a su representante autorizado.

7.1 El equipo muestra mensajes de autodiagnóstico en la pantalla

La función de autodiagnóstico implementada en el dispositivo TM permite detectar y diagnosticar cualquier problema externo al equipo, o incluso fallas internas, permitiendo en la mayoría de los casos al usuario identificar y corregir problemas rápidamente.

El TM dispone de 2 índices de autodiagnóstico “SDG1” y “SDG2”, que aparecen alternadamente con el código en la pantalla en caso de anomalía.

El TM muestra el código de autodiagnóstico parpadeando lentamente (aproximadamente 1 segundo).



Figura 19 - Indicación de autodiagnóstico en el TM

7.1.1 Visualización de la memoria de autodiagnóstico y de la memoria de alarmas

El *firmware* del TM verifica constantemente la integridad de sus funciones y de los sensores de temperatura conectados a él a través de sus circuitos y algoritmos de autodiagnóstico. Cualquier anomalía detectada es señalizada a través del contacto de falla y mensajes de autodiagnóstico indicados en el *display* del equipo, ayudando en el proceso de diagnóstico y solución de fallas.

La función Memoria de Autodiagnóstico permite conocer todos los eventos de diagnóstico ocurridos en el TM, como malos contactos en el cableado del sensor de temperatura o fallas



internas. Esta memoria es no volátil y acumulativa, es decir, permite saber todos los eventos ocurridos, pero no cuándo ocurrieron.

Por lo tanto, la función Memoria de Alarmas permite conocer todos los eventos ocurridos en el TM, como alarmas y apagados. Esta memoria es no volátil y acumulativa, es decir, permite conocer todos los eventos ocurridos, pero no cuándo ocurrieron. Si tienes dos eventos diferentes, el resultado que se presenta en la posición relativa a este evento es una suma de ellos..







Se accede a la Memoria de Autodiagnóstico y a la memoria de alarmas presionando secuencialmente las teclas  y . Existen dos pantallas de memoria de Autodiagnóstico, identificadas con las siglas DGM1 y DGM2, y una pantalla de memoria de alarmas, identificada con la sigla ALM, que se pueden consultar presionando las teclas  y . En cada una de las pantallas se indica alternativamente la sigla DGM1 o DGM2 con un código numérico que identifica los eventos ocurridos.



Figura 20 - Consulta de la memoria de autodiagnóstico



Figura 21 - Pantalla de consulta de memoria de alarmas

Para borrar (restablecer) la memoria de autodiagnóstico, presione el botón  durante 5 segundos. Si hay un diagnóstico activo, la memoria se restablecerá indicando su ocurrencia. Presione la tecla  para volver a la pantalla de indicaciones.



Para consultar el procedimiento en caso de autodiagnóstico y posibles errores generados por el TM, siga las instrucciones haciendo clic en el siguiente enlace o escaneando el código QR para ser redirigido al SAC de Treetech.

Autodiagnósticos:





8 Datos técnicos

Tabla 12 - Datos técnicos

Hardware	Rango/Descripción
Tensión de alimentación	85...265 Vca/Vcc
Consumo máximo	<12 W
Temperatura de funcionamiento	-40...85 °C
Grado de protección	IP20
Fijación	Panel
Entradas	
2 RTDs	Pt100 Ω a 0 °C 3 hilos, rango: -55...200 °C
3 Lecturas de corrientes (TC)	TC externo con clip 0...10 Aca rms
Valor mínimo para la lectura de corriente	100 mA
Salidas	
Salida de relés	5 relés NA (Normalmente Abiertos) + 3 relés NC (Normalmente Cerrados)
Rigidez dieléctrica	300 Vrms en normalmente abierto 400 Vrms en normalmente cerrado
Tensión máxima de conmutación	277 Vca / 125 Vcc en normalmente abierto 400 Vca / 300 Vcc en normalmente cerrado
Corriente máxima de conmutación	5,0 A @ 250 Vac; 1250 VA en normalmente abierto 6,0 / 5,0 A @ 250 Vac; 1250 / 1500 VA en normalmente cerrado
Carga resistiva	0,4 A @ 125 Vcc; 50 W en normalmente abierto 0,50 A @ 125 Vcc; 62,5 W en normalmente cerrado
Rangos de salida del bucle de corriente	0...1 mA, 10 k Ω 0...5 mA, 2 k Ω 0...10 mA, 1k Ω 0...20 mA, 500 Ω 4...20 mA, 500 Ω
Interfaz de comunicación	
Protocolos de comunicación	DNP3 Modbus® RTU
Puertos de comunicación	2 RS-485 (basado en el estándar TIA-485-A) 1 dispositivo USB tipo C
Dimensión y peso	
Dimensión	98 mm x 36 mm x 98 mm
Peso	230 gramos



9 Especificación de pedido

1. Nombre del producto

- Monitor de Temperatura para Aceite y Devanados - TM.

2. Cantidad

- El número de unidades.

3. Opciones

- TM FUNC 3ENR – Monitoreo de 3 devanados.

4. Accesorios

- Informar que accesorios y cantidad.



Treotech[®]

Treotech Tecnologia
Rua José Alvim, 112, Centro
Cep 12940-750 – Atibaia/SP
+55 11 2410 1190
www.treotech.com.br