

## DOCUMENTACIÓN: CONTROLADOR DE DATOS DE TEMPERATURA MQTT

### DESCRIPCIÓN GENERAL

Este módulo actúa como controlador especializado para la gestión y consulta de datos de temperatura capturados a través del sistema MQTT. Su función principal es proporcionar endpoints RESTful que permiten acceder a información en tiempo real, histórica y estadística sobre las mediciones de temperatura provenientes de los dispositivos IoT.

### FUNCIONALIDAD PRINCIPAL

El controlador maneja todas las operaciones de lectura relacionadas con datos de temperatura, sirviendo como interfaz entre las solicitudes HTTP del cliente frontend y el servicio MQTT que gestiona los datos en tiempo real. Implementa un patrón consistente para el manejo de respuestas y errores.

### CONSULTA DE DATOS HISTÓRICOS

Provee acceso a un conjunto configurable de mediciones recientes de temperatura, permitiendo limitar la cantidad de registros retornados mediante parámetros de consulta. Esta funcionalidad está diseñada para alimentar gráficos históricos y análisis de tendencias en el frontend, optimizando el rendimiento mediante paginación controlada.

### ESTADÍSTICAS Y MÉTRICAS

Calcula y retorna métricas estadísticas agregadas de las mediciones de temperatura, incluyendo valores como promedios, extremos, desviaciones y tendencias. Esta capacidad permite análisis rápidos del comportamiento térmico sin necesidad de procesar todos los datos individualmente en el cliente.

### LECTURA EN TIEMPO REAL

Proporciona acceso inmediato a la medición de temperatura más reciente capturada por el sistema. Este endpoint está optimizado para actualizaciones frecuentes en dashboards en tiempo real y monitoreo continuo, ofreciendo la información más actualizada disponible en el momento de la solicitud.

### ESTADO DE CONEXIÓN MQTT

Expone información detallada sobre el estado de la conexión con el broker MQTT, incluyendo métricas de conectividad, calidad de servicio, tópicos activos y estadísticas de operación. Permite monitorear la salud del sistema de mensajería en tiempo real desde el frontend.

### MANEJO DE PARÁMETROS

Implementa procesamiento robusto de parámetros de consulta, con valores por defecto sensatos y validación de tipos de datos. Convierte automáticamente parámetros de cadena a números cuando es necesario y maneja casos edge de forma elegante.

## ESTRUCTURA DE RESPUESTAS

Mantiene una estructura consistente en todas las respuestas que incluye indicador de éxito, datos solicitados, metadatos relevantes como conteos y marcas de tiempo. Esta estandarización facilita el consumo de la API por parte de aplicaciones cliente y asegura una experiencia predecible.

## MANEJO DE ERRORES

Implementa un esquema uniforme de manejo de excepciones que captura errores internos y los transforma en respuestas HTTP estandarizadas con códigos de estado apropiados. Todos los errores se registran en consola para diagnóstico mientras se envían respuestas genéricas al cliente para mantener la seguridad de la información.

## INTEGRACIÓN CON SERVICIOS MQTT

Delega toda la lógica de acceso a datos y procesamiento al servicio MQTT especializado, manteniendo una clara separación de responsabilidades. El controlador se enfoca exclusivamente en la presentación HTTP mientras el servicio maneja la complejidad de la gestión de datos MQTT.

## OPTIMIZACIÓN DE RENDIMIENTO

Las consultas están diseñadas para ser eficientes, con límites configurables que previenen la sobrecarga del servidor y el cliente. La estructura modular permite un fácil escalamiento y mantenimiento del código.

## AUDITORÍA Y TRAZABILIDAD

Incluye marcas de tiempo en todas las respuestas para permitir el seguimiento temporal de los datos y facilitar la sincronización entre el servidor y los clientes. El logging de errores proporciona trazabilidad completa para diagnóstico de problemas.