

## DOCUMENTACIÓN: CONTROLADOR DE JERARQUÍA DE DISPOSITIVOS IoT

### DESCRIPCIÓN GENERAL

Este módulo proporciona controladores especializados para gestionar la jerarquía completa de dispositivos IoT del sistema: gateways, endpoints y sensores. Su función principal es exponer una API RESTful que permite consultar y administrar el estado, configuración y relaciones entre los diferentes niveles de la arquitectura de dispositivos.

### FUNCIONALIDAD PRINCIPAL

El controlador maneja todas las operaciones de lectura y configuración relacionadas con la estructura jerárquica de dispositivos, proporcionando endpoints organizados por tipo de dispositivo y permitiendo consultas tanto individuales como agregadas.

### GESTIÓN DE GATEWAYS

#### CONSULTA DE TODOS LOS GATEWAYS

Provee un listado completo de todos los gateways disponibles en el sistema, incluyendo información básica de estado y conectividad. Retorna metadatos como conteo total para facilitar la gestión frontend.

#### INFORMACIÓN DETALLADA POR GATEWAY

Ofrece acceso a información específica de un gateway individual, incluyendo todos los endpoints asociados a ese gateway. Proporciona una vista consolidada que combina datos del gateway con su estructura de dispositivos dependientes.

### GESTIÓN DE ENDPOINTS

#### LISTADO GENERAL DE ENDPOINTS

Retorna todos los endpoints registrados en el sistema, independientemente de su gateway padre. Incluye información de estado, batería y conectividad de cada dispositivo intermedio.

#### CONSULTA ESPECÍFICA DE ENDPOINT

Provee información detallada de un endpoint específico, incluyendo todos los sensores asociados a ese dispositivo. Ofrece una vista completa de la unidad operacional y sus componentes de medición.

### GESTIÓN DE SENSORES

#### INVENTARIO COMPLETO DE SENSORES

Lista todos los sensores del sistema con sus mediciones actuales, estados operacionales y configuración. Proporciona una visión unificada del parque de sensores completo.

#### CONSULTAS ESPECÍFICAS DE SENSORES

Permite acceder a sensores individuales por identificador o agrupados por endpoint. Facilita el acceso tanto a dispositivos específicos como a conjuntos lógicos de sensores.

#### ADMINISTRACIÓN DE UMBRALES

##### CONSULTA DE CONFIGURACIÓN ACTUAL

Provee los valores actuales de los umbrales operacionales del sistema para temperaturas, humedad y niveles de batería. Esta información está disponible para todos los usuarios autenticados.

##### ACTUALIZACIÓN DE UMBRALES

Permite modificar los límites operacionales del sistema, restringido exclusivamente a usuarios administradores. Incluye validación exhaustiva de la lógica entre umbrales para prevenir configuraciones inválidas.

#### ESTADO DEL SISTEMA

##### PANORAMA GENERAL

Consolida información de todos los niveles de la jerarquía para proporcionar una vista completa del estado del sistema. Incluye métricas agregadas como totales, dispositivos en línea, y distribuciones de estados.

##### ESTADÍSTICAS OPERACIONALES

Calcula y presenta indicadores clave de rendimiento como cantidad de dispositivos con estados de advertencia, sensores críticos, y endpoints con batería baja, permitiendo monitoreo rápido de la salud del sistema.

##### VALIDACIÓN DE CONFIGURACIÓN

Implementa un sistema de validación robusto para los umbrales del sistema que verifica no solo los formatos de datos sino también las relaciones lógicas entre valores. Asegura que los umbrales mínimos sean menores que los máximos y que los valores críticos estén fuera de los rangos normales.

#### CONTROL DE ACCESO

Aplica un modelo de permisos granular donde las operaciones de lectura están disponibles para todos los usuarios autenticados, mientras que las operaciones de

escritura y configuración están restringidas a administradores. Implementa verificaciones de rol en cada endpoint sensible.

## ESTRUCTURA DE RESPUESTAS

Mantiene una estructura consistente en todas las respuestas que incluye indicador de éxito, datos solicitados, metadatos relevantes y marca de tiempo. Las respuestas jerárquicas combinan información de diferentes niveles para minimizar las llamadas necesarias.

## MANEJO DE ERRORES

Gestiona errores de forma uniforme, proporcionando respuestas HTTP apropiadas y mensajes de error descriptivos sin exponer información interna sensible. Incluye logging detallado para diagnóstico de problemas.

## INTEGRACIÓN CON SERVICIOS MQTT

Se integra estrechamente con el servicio MQTT para acceder a datos en tiempo real, delegando toda la lógica de gestión de dispositivos y estado de conexión al servicio especializado mientras se enfoca en la presentación HTTP de los datos.