Collimator Measurement System – Red Sísmica del Austro

# Descripción General

Este sistema está diseñado para evaluar deformaciones estructurales milimétricas en la cresta de una presa mediante la detección precisa de un haz láser fijo desde múltiples puntos móviles distribuidos a lo largo de la estructura.

# Concepto General

- Un colimador láser fijo, controlado por comando RS485 ASCII, emite un haz lineal de alta estabilidad.  
- Cuatro módulos móviles ubicados en diferentes puntos de medición (P1–P4) realizan un barrido lineal controlado por motor hasta interceptar el haz láser.  
- Cada módulo mide con precisión cuántos pasos de motor (o mm) fueron necesarios para interceptar el haz, utilizando un fototransistor sincronizado con el desplazamiento.  
- Una vez completada la detección, el módulo retorna a su posición inicial mediante un sensor de fin de carrera, reporta los datos al maestro y se apaga.

# Secuencia Operativa

1. El maestro envía comando para encender el láser (módulo fijo).  
2. Cada módulo móvil, en secuencia, realiza:  
 - Barrido lineal controlado.  
 - Adquisición sincronizada: paso del motor + lectura del fototransistor.  
 - Detección del punto de contacto con el haz.  
 - Retorno al origen (fin de carrera).  
 - Envío de datos al maestro y apagado del módulo.  
3. Al finalizar todos los módulos, el maestro envía comando para apagar el láser.

# Arquitectura Técnica

- MCU: ESP32-WROOM-32D con comunicación RS485.  
- Sensado: Fototransistor con filtro RC (450 nm) y detección digital o ADC.  
- Motor lineal: NEMA17 + husillo 1605, controlado por driver TMC2209.  
- Protección: Contenedor IP68, protección ESD, fuentes estabilizadas.  
- Retorno: Sensor de fin de carrera óptico o Hall para referencia cero.  
- Firmware: FSM por estados con lógica autónoma de operación, tolerancia a fallos y respaldo de estado.

# Mejora Propuesta a Analizar

Incorporar encoder incremental o sistema de medición absoluta de posición:

- Motivo: los motores paso a paso pueden perder pasos en condiciones de carga, temperatura o fricción variable, lo que afectaría la precisión del sistema.  
- Solución sugerida:  
 • Encoder óptico de 1000–2000 PPR en el eje motor o husillo.  
 • Alternativamente, usar un sensor de desplazamiento lineal (como potenciómetro lineal o sensor magnetostrictivo) en conjunto con el fototransistor.  
- Impacto:  
 • Se mejora la resiliencia a errores acumulativos.  
 • Se reduce la dependencia exclusiva del fin de carrera para el retorno preciso.  
 • Mejora la trazabilidad de los datos frente a reinicios inesperados o pérdida de energía.