

# Informe Técnico del Sistema de Adquisición, Conversión y Control de Color en Formato CMYK/RGB con Temperatura Integrada

## 1. Introducción

El presente informe describe el diseño y propuesta de implementación de un sistema electrónico embebido para la adquisición precisa de colores, su conversión al formato CMYK, y el control asociado a la mezcla, simulación y calentamiento de pinturas a través de señales PWM. Este sistema se basa en una arquitectura maestro-esclavo, conformada por dos microcomputadoras: una **Raspberry Pi Zero 2W**, que actúa como servidor principal, y una **Raspberry Pi Pico W**, que opera como módulo ejecutor de control.

## 2. Descripción General del Sistema

### 2.1 Funcionalidad del Servidor (Raspberry Pi Zero 2W)

La Raspberry Pi Zero 2W será responsable de la adquisición de datos, conversión de color y comunicación hacia el módulo de control. Las funcionalidades que debe integrar son las siguientes:

- **Adquisición de color en formato RGB** mediante tres fuentes:
  - Imágenes capturadas por una cámara web con ayuda de **OpenCV**.
  - Sensor físico de color RGB digital.
  - Carga manual de imágenes desde el sistema de archivos.
- **Captura por selección de píxel**: El usuario podrá realizar clic sobre la imagen o vista previa de cámara para adquirir un color específico.
- **Conversión de RGB a CMYK** con un **grado de precisión superior al 99.9%**, garantizando fidelidad cromática para aplicaciones sensibles.
- **Envío de datos por comunicación serial** en formato **JSON**, incluyendo:
  - Valores CMYK (4 canales)
  - Valores RGB (3 canales)
- **Simulación visual del color** a través de un **LED HUE** fabricado de manera artesanal (cono de papel + cáscara de bombillo LED), iluminado con el color RGB recibido para permitir una **prueba visual previa a la expulsión de pintura**.
- **Comunicación MQTT recomendada** para facilitar la escalabilidad del sistema y permitir monitoreo y control remoto si fuese requerido.

- **Programación en Python nativo**, aprovechando las capacidades del sistema operativo Linux embarcado.

## 2.2 Funcionalidad del Módulo de Control (Raspberry Pi Pico W)

La Raspberry Pi Pico W será la encargada de ejecutar el control de temperatura, activación de motores y salida PWM basada en los valores recibidos desde el servidor. Sus funciones clave incluyen:

- **Recepción de datos por comunicación serial en formato JSON.**
- **Control PWM de 8 canales:**
  - 4 canales correspondientes a los valores CMYK.
  - 3 canales para los valores RGB.
  - 1 canal adicional para el control **PWM del ventilador de refrigeración**, regulando su velocidad según el requerimiento térmico.
- **Activación de 4 resistencias calefactoras** para el control térmico de los tanques de pintura CMYK.
- **Control de temperatura digital** mediante el sensor **MLX90614** (láser o infrarrojo), con lectura sin contacto.
- **Refrigeración activa proporcional** mediante ventilador gobernado por señal PWM, evitando sobrecalentamiento.
- **Accionamiento de 4 bombas de pintura**, utilizando **puentes H L298N** que permiten el manejo de cargas inductivas de hasta dos motores por unidad.
- **Control del reverbedor (mezclador manual)** activado por un botón físico que inicia la rotación hasta que el color se ha mezclado en el tanque de salida final.
- **Programación en MicroPython**, ideal para sistemas de bajo consumo y ejecución en tiempo real.

## 3. Estructura Física y Requisitos de Montaje

- **Caja de adquisición:** Se fabricará una caja cerrada en color **mate negro** para contener la cámara y/o sensor RGB, minimizando reflejos y falsos positivos.
- **Iluminación blanca interna fija** a una distancia óptima para asegurar la calidad en la identificación de colores.

- **Uso de tanques metálicos pequeños**, resistentes al calor, para contener las pinturas CMYK.
- **Sistema de visualización opcional** mediante una pantalla **LCD 4x20 con interfaz I2C**, donde se podrán mostrar los valores RGB y CMYK actuales del sistema.
- **Todos los sensores de entrada/salida serán digitales**, considerando que las Raspberry Pi carecen de entradas analógicas integradas.

#### **4. Conclusión**

Este sistema constituye una solución integral para la gestión inteligente del color aplicado a procesos de mezcla y control térmico de tintas, combinando visión artificial, control digital, y retroalimentación visual previa a la ejecución. La modularidad y separación de responsabilidades entre las dos tarjetas microcontroladoras garantizan eficiencia, flexibilidad y posibilidad de expansión en futuras versiones del proyecto. Además, el uso de un ventilador PWM proporcional cierra el ciclo de control térmico, permitiendo mantener la temperatura óptima de trabajo de manera precisa y automática.

---