

## Informe Practica de Laboratorio #6

Daniel Avila  
Yeison Lara  
Cristian Mora

### • ¿Que se usó?

- Microcontrolador STM32F411CEU
- ST LINK V2
- Programa STMCUBE IDE
- Programa QT Creator
- 4 sensores IR emisor-receptor
- 4 mosfets 2n7000
- Capacitores de 4.7 uF y 0.1 uF
- Resistencias de 10k y 100 ohms
- Protoboard y cables de conexión
- Fuente de alimentación de 5 V
- Software "Hercules" (opcional para pruebas iniciales)

### ¿Que se realizó?

Primero, se configuró el ADC en modo escaneo de cinco canales con resolución de 12 bits y el temporizador TIM2 con prescaler 96 para generar retardos de aproximadamente 100  $\mu$ s. Durante cada ciclo de muestreo, con una duración cercana a 1 segundo, se activó el LED emisor IR de cada canal, se esperaron 100  $\mu$ s y se realizó la conversión ADC por software. Este procedimiento se repitió 100 veces por canal, acumulando los valores de conversión y calculando el promedio una vez apagado el emisor. Para asegurar la estabilidad inicial, el ciclo completo se ejecutó cinco veces antes de iniciar la calibración. A continuación, se colocó la barrera reflectante a distancias conocidas entre 20 mm y 200 mm, en incrementos de 20 mm, registrando el promedio ADC en cada posición. Con los datos obtenidos, se ajustó la curva experimental a una función de la forma distancia =

$m \cdot \ln(\text{ADC}) + b$ , cuyos coeficientes se determinaron mediante ajuste lineal de la gráfica obtenida.

Durante la práctica, al encender cada emisor y medir la señal ADC, se observaron picos suaves que se estabilizaban al promediar 100 muestras, reduciendo la desviación a menos del 2% entre repeticiones. La calibración demostró que el modelo lineal no ajustaba bien la relación ADC-distancia, mientras que la transformación logarítmica inversa redujo el error absoluto medio de  $\pm 10$  mm a  $\pm 3$  mm. Además, la ejecución continua del sistema, con un tiempo de adquisición y transmisión aproximado de 1.02 s por ciclo, no presentó pérdidas de datos en la comunicación USB.

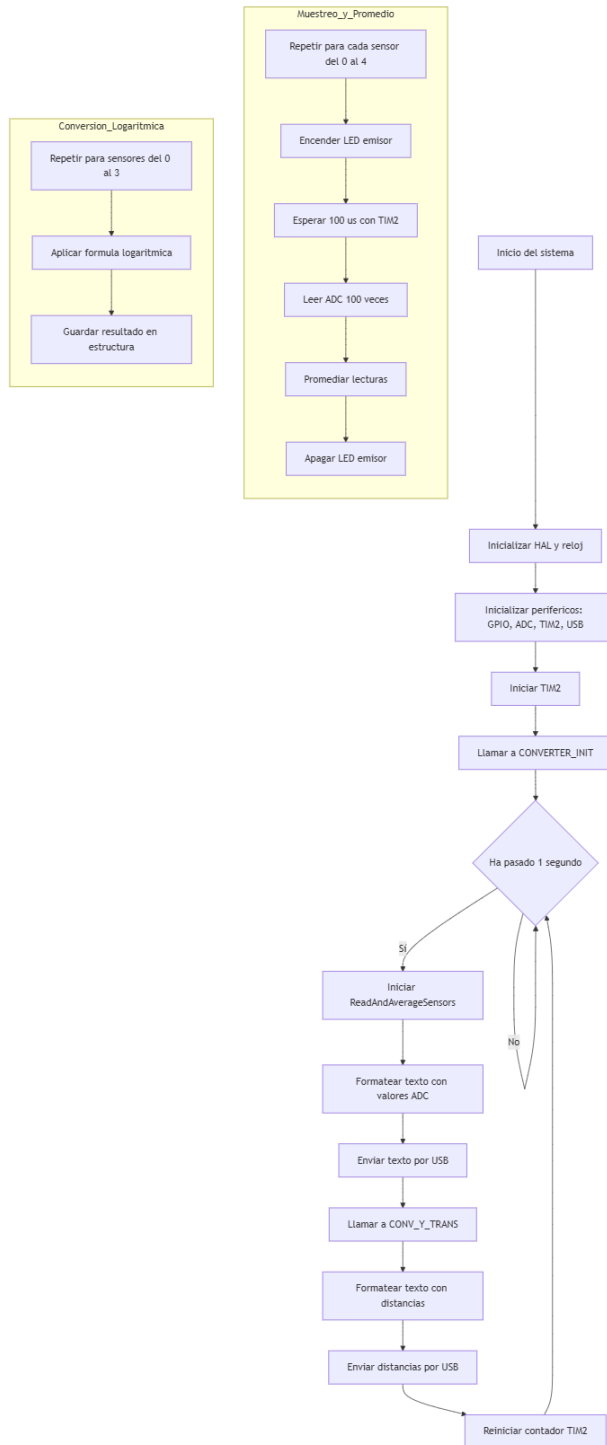
### **Desarrollo de la interfaz gráfica (Qt)**

La aplicación Qt implementada muestra cinco barras de progreso que representan la distancia calculada en milímetros, acompañadas de etiquetas con los valores promedio de ADC. Adicionalmente, presenta una gráfica en tiempo real de distancia versus tiempo y un botón que permite guardar los datos muestreados en un archivo CSV con marca temporal.

### **¿Qué sucedió?**

Durante la práctica, al encender cada emisor IR y medir la señal ADC, se observaron picos suaves que se estabilizaban al promediar las 100 muestras, reduciendo la dispersión de los datos a menos del 2 % entre mediciones consecutivas. La calibración inicial demostró que un modelo lineal no ajustaba adecuadamente la relación entre el valor ADC y la distancia; en cambio, la transformación logarítmica inversa redujo el error absoluto medio de  $\pm 10$  mm a  $\pm 3$  mm en el rango de 20 mm a 200 mm. Durante la operación continua, con un ciclo completo de adquisición y transmisión de datos de aproximadamente 1,02 s, no se registraron pérdidas de información en la comunicación USB-CDC, lo que confirma la estabilidad y fiabilidad del sistema.

## Diagrama de flujo:



## Graficas

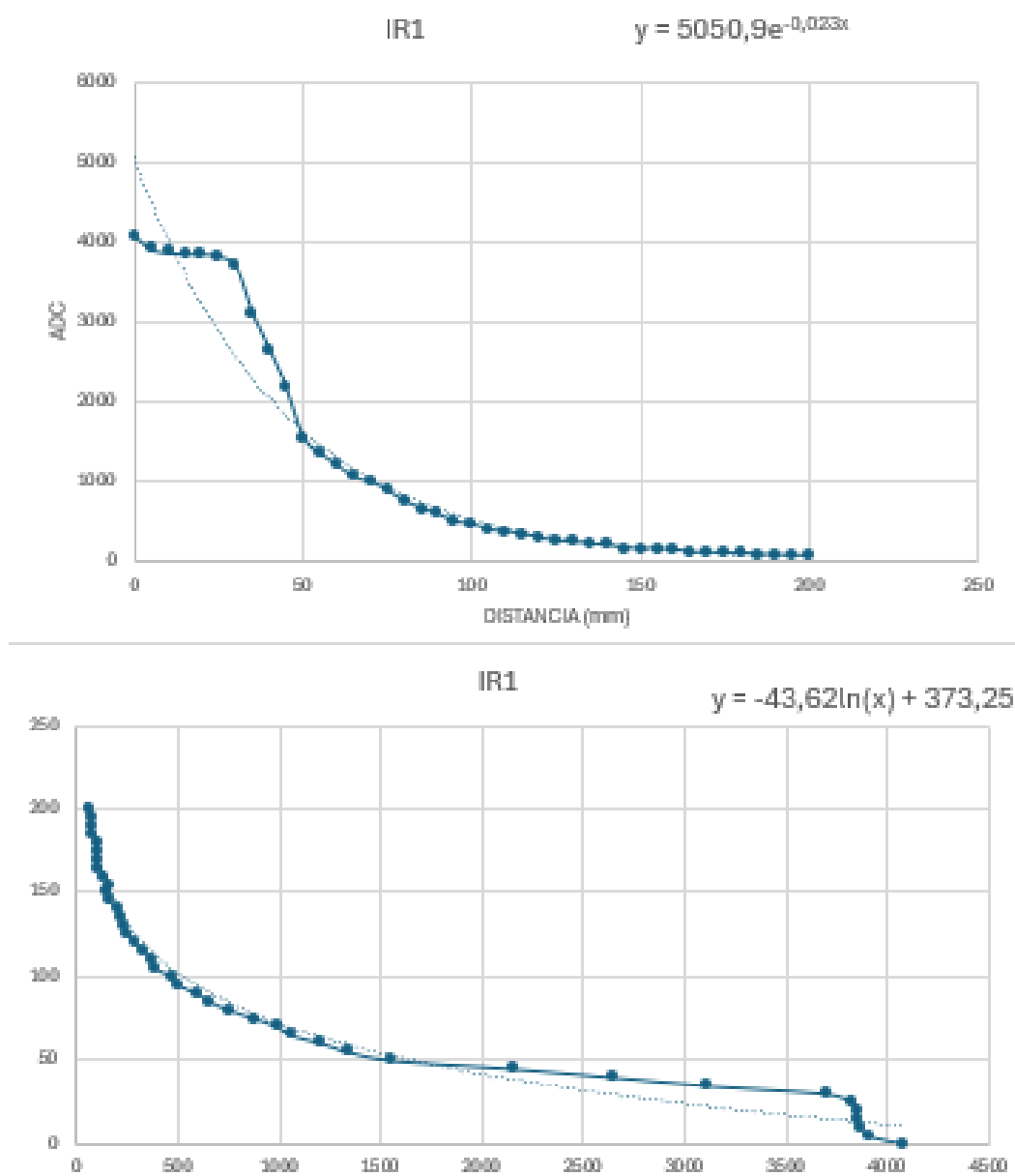


Figura 1. Muestreo sensor IR1

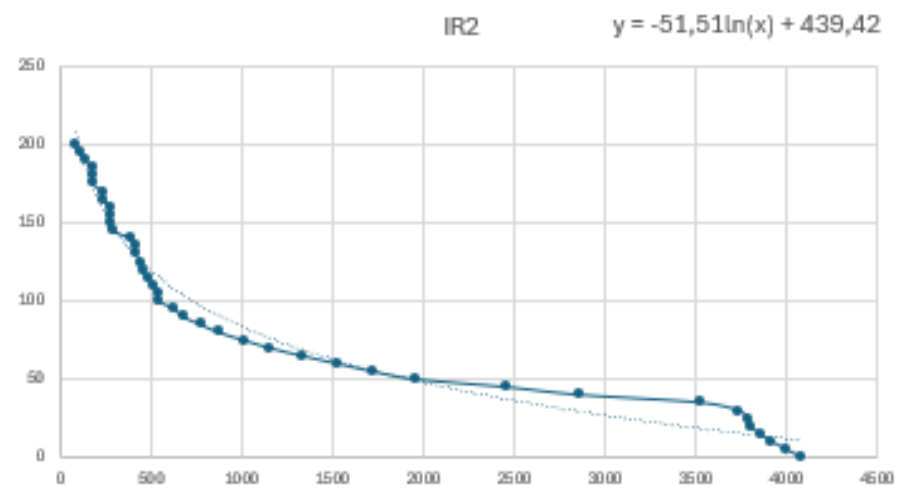
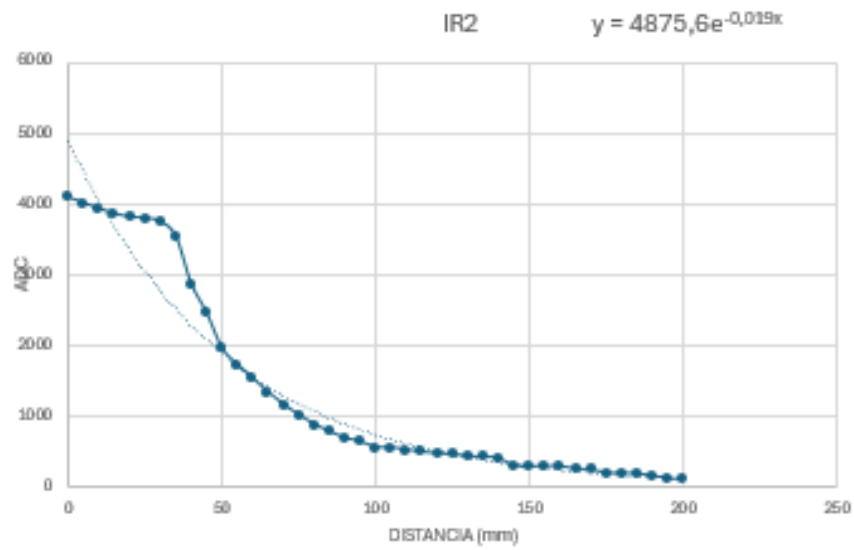


Figura 2. Muestreo sensor IR2

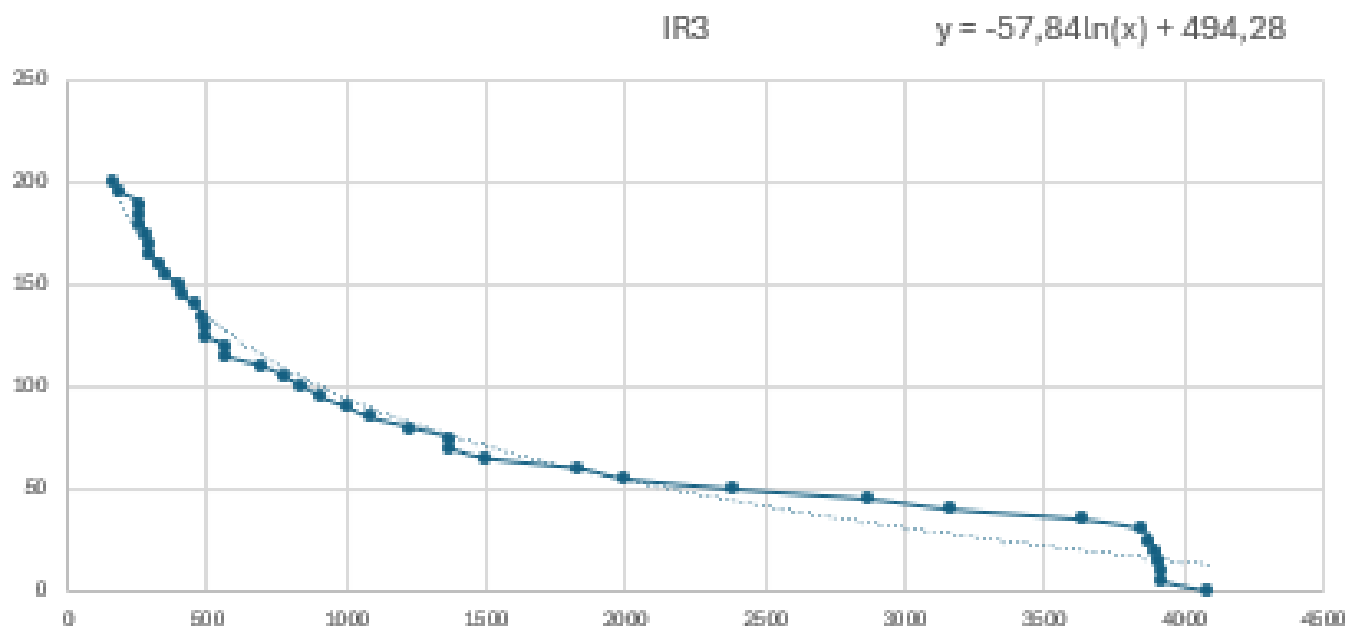
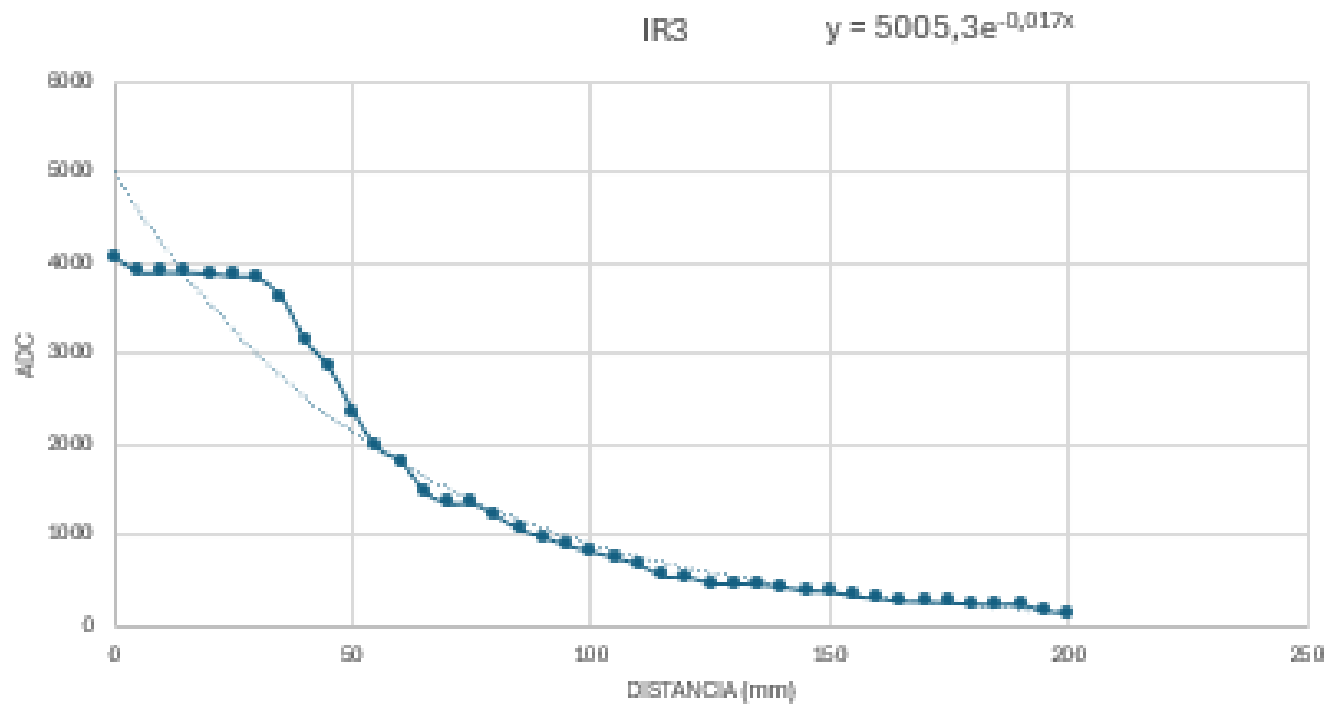


Figura 3. Muestreo sensor IR3

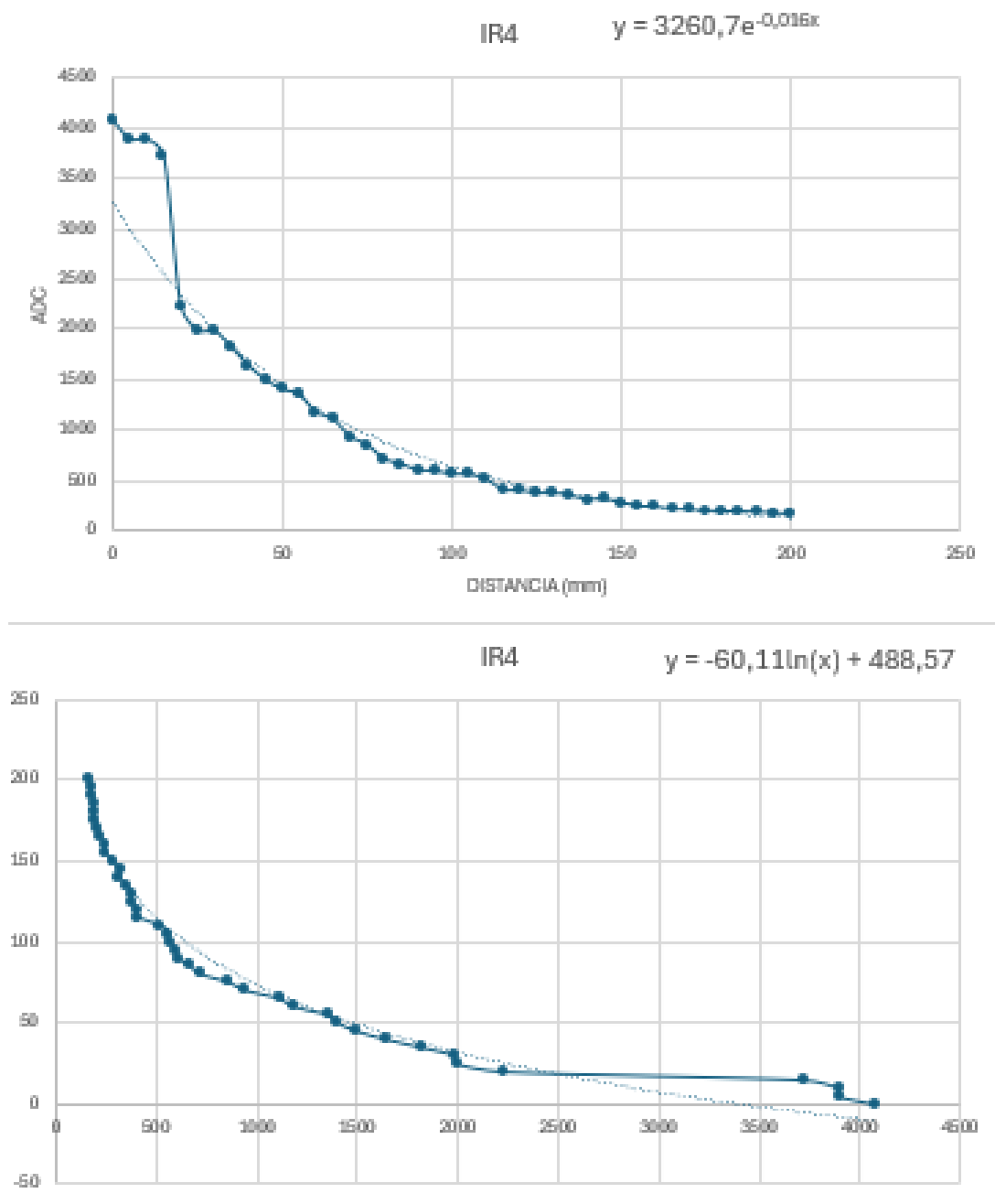


Figura 4. Muestreo sensor IR4

## **Conclusión:**

La práctica de laboratorio permitió implementar de manera efectiva un sistema de medición de distancia utilizando sensores infrarrojos (IR) en conjunto con el periférico ADC del microcontrolador STM32. Gracias a una adecuada configuración del ADC en modo escaneo y la sincronización precisa mediante el temporizador TIM2, se logró adquirir datos estables a partir de la lectura secuencial de cinco sensores. El encendido controlado de los emisores IR, combinado con la toma de 100 muestras por canal, permitió mitigar el ruido en la señal y obtener valores promedio representativos del entorno.

Uno de los principales logros de esta práctica fue la calibración del sistema mediante la comparación de valores ADC con distancias reales. Aunque inicialmente se intentó establecer una relación lineal entre estas dos variables, los resultados demostraron que la mejor forma de representar dicha relación era mediante una función logarítmica inversa. Este ajuste matemático permitió reducir significativamente el error medio absoluto de la medición, alcanzando un margen de  $\pm 3$  mm en el rango de 20 mm a 200 mm, lo cual valida la precisión del sistema desarrollado.

Por otra parte, la implementación de una comunicación serial a través del puerto USB-CDC facilitó la transferencia de datos desde el microcontrolador hacia una interfaz gráfica desarrollada en Qt. Esta interfaz permitió no solo la visualización inmediata de las distancias calculadas mediante barras de progreso, sino también el registro de los datos en archivos, lo cual resulta útil para análisis posteriores. La transmisión se realizó sin pérdidas ni interrupciones durante las pruebas, lo que evidencia una integración confiable entre el hardware y el software.

En términos generales, el sistema demostró estabilidad, exactitud y repetibilidad en sus mediciones. Como propuesta de mejora, se sugiere explorar técnicas de filtrado digital para reducir aún más el ruido, documentar más formalmente los modelos de conversión empleados y optimizar los tiempos de adquisición para permitir una tasa de actualización mayor. No obstante, los resultados obtenidos en esta práctica reflejan un diseño exitoso y un aprendizaje significativo en el uso práctico de sensores, microcontroladores y herramientas de desarrollo de interfaces.