

Informe Practica de Laboratorio #8

Daniel Avila

Yeison Lara

Cristian Mora

- **Materiales**

- Microcontrolador STM32F411CEU
- ST-LINK V2
- PCB diseñado para Micromouse con motores DC y encoders
- Baterías recargables
- Pulsador de inicio
- Motores DC con encoders de cuadratura
- Ruedas compatibles Micromouse
- Software STM32CubeIDE
- Qt Creator (interfaz de usuario)

- **¿Que se realizó?**

Para alcanzar el objetivo de movimiento controlado, el laboratorio se estructuró en varias etapas clave: primero, se realizó la calibración inicial midiendo los pulsos por revolución de rueda y estableciendo la relación precisa pulsos a milímetros; acto seguido se implementó la odometría, definiendo la estructura Pose, convirtiendo los conteos de encoder a desplazamientos en milímetros y calculando la posición mediante integración midpoint en intervalos de 10 ms con la función actualizar_odometria(), todo ello apoyado en las constantes globales de mms_odometria.h; posteriormente se desarrolló el perfil de velocidad trapezoidal, encapsulado en la función trapezio_VD_simple, que ajusta dinámicamente la referencia de velocidad en fases de aceleración, crucero y desaceleración según la distancia acumulada para detener el robot justo en el punto deseado; a continuación se integró el control de velocidad y orientación, combinando Feed-Forward con un controlador proporcional para minimizar los errores de velocidad y garantizar la trayectoria recta; y, finalmente, se diseñó una interfaz gráfica en Qt para facilitar la configuración de parámetros de distancia, velocidad y aceleración, así como

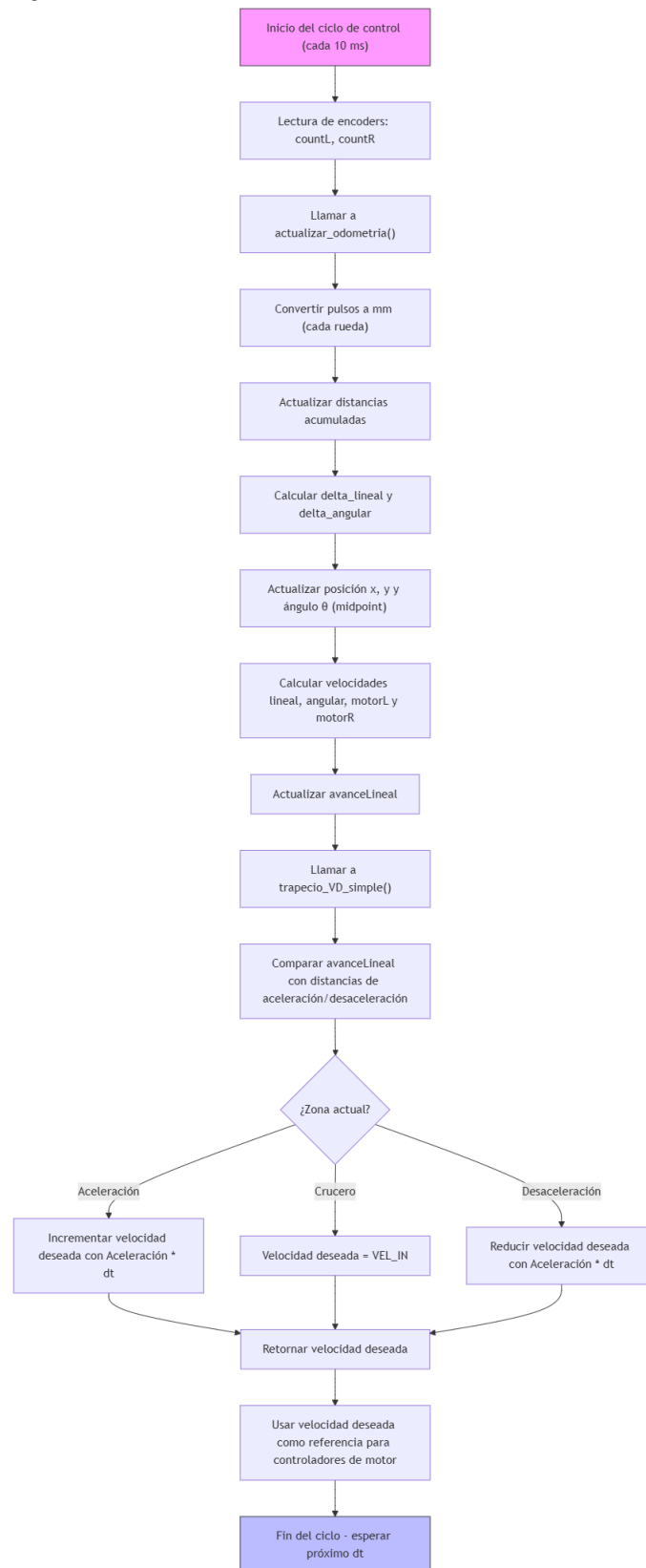
la visualización en tiempo real de posición y velocidades y el registro automático de datos en un archivo de texto.

- **¿Qué sucedió?**

Durante las pruebas, la calibración reveló una relación estable de pulsos por revolución, resultando en ___ pulsos = 1 vuelta de rueda (\approx ___ mm), lo que garantizó una conversión precisa para la odometría. El sistema de actualización cada 10 ms mediante `actualizar_odometria()` mantuvo un tiempo medio de respuesta de ___ ms, cercano al objetivo, demostrando la fiabilidad del muestreo periódico y la consistencia en la adquisición de datos.

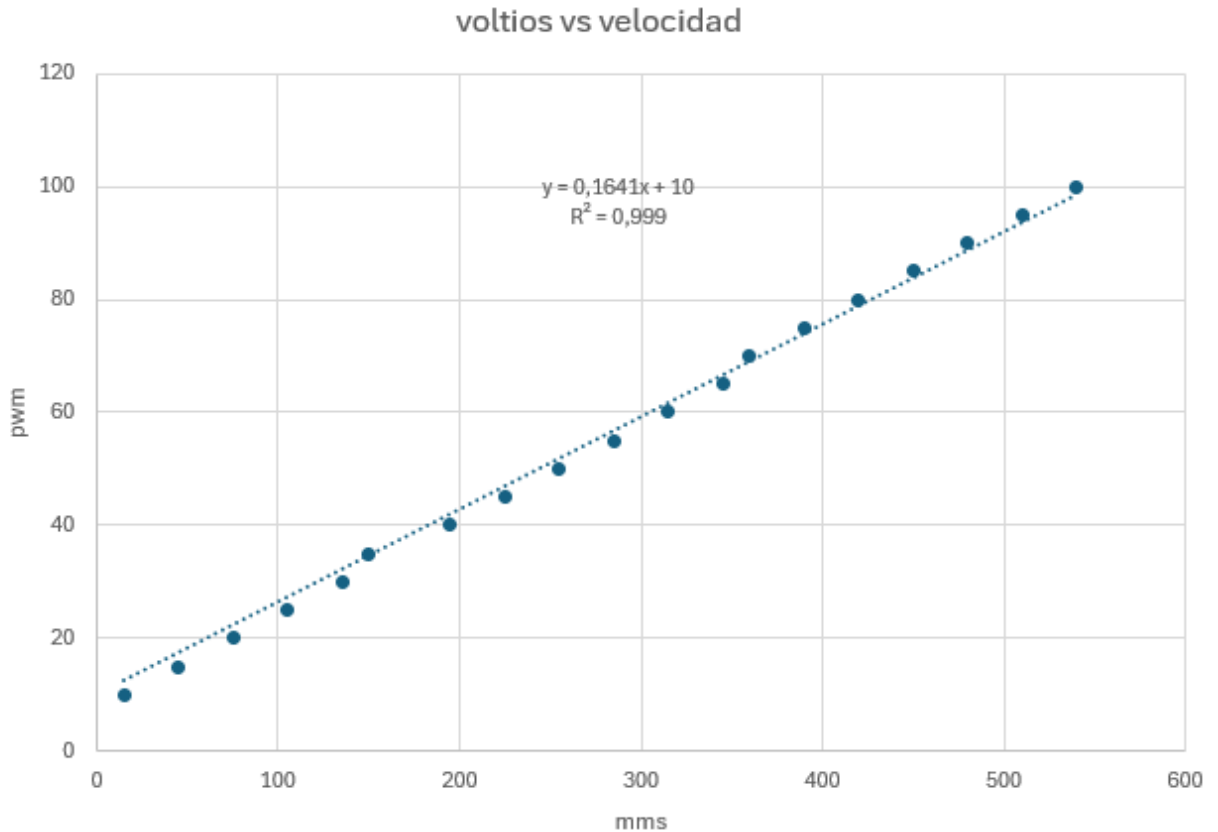
El perfil trapezoidal implementado mediante `trapezio_VD_simple` presentó tres fases claramente identificables: aceleración, crucero y desaceleración. Los tiempos medidos de aceleración y desaceleración coincidieron con los cálculos teóricos dentro de un margen de error inferior al 5 %, y la velocidad máxima de crucero se mantuvo estable en mm/s. El control de velocidad combinado con Feed-Forward y la corrección proporcional redujo el error de posición final a menos de mm, mientras que la desviación angular máxima se encontró en grados, demostrando un buen desempeño de seguimiento de la trayectoria recta.

- **Diagrama de flujo:**



Graficas:

- **Figura 1:**



- **Conclusiones**

La calibración precisa de la relación pulsos a mm resultó fundamental para la exactitud de la odometría, mientras que la implementación del perfil de movimiento trapezoidal permitió un control de velocidad suave y adaptable a los parámetros de aceleración establecidos; el uso combinado de control proporcional y Feed-Forward redujo significativamente el error de velocidad, aunque la corrección de ángulo evidenció desviaciones que requieren ajuste de ganancias, y la interfaz Qt permitió la experimentación en tiempo real y el registro de datos, sugiriendo como trabajos futuros la optimización de tiempos de actualización de odometría, el ajuste fino de las ganancias del controlador y la mejora de la robustez del sistema en superficies irregulares.