

Universidad Nacional Del Comahue Facultad De  
Ingeniería Departamento De Electrotécnia



Proyecto integrador profesional

---

Desarrollo e implementación del sistema de control  
de bajo nivel de un robot 4WD para ambientes  
frutícolas

## Indice



Resumen Aca va el Resumen

## Objetivos

El objetivo de este trabajo es el diseño, desarrollo e implementación del sistema de control de movimiento para un robot 4WD (Four-Wheel Drive) capaz de recibir valores de referencia de velocidad deseados (o setpoints) para cada rueda por un protocolo de comunicación y establecerlos.

Objetivos específicos:

- Caracterizar y modelar los cuatro sistemas (uno por cada rueda), compuesto por: motor, engranaje, rueda y encoder óptico.
- Diseñar y sintonizar un lazo de control de velocidad para cada rueda del robot de manera independiente.
- Utilizar un sistema operativo de tiempo real (RTOS) para la implementación de los cuatro lazos de control en un microcontrolador de la familia STM32.
- Establecer la estructura de los paquetes de datos y el protocolo de comunicación entre un dispositivo externo (maestro), que enviará los setpoints, y el sistema a diseñar (esclavo) que recibirá las órdenes. La comunicación será a través de una interfaz serie UART.
- Realizar el control de versiones, y escribir la documentación, del código fuente del software desarrollado durante el proyecto.
- Diseñar e implementar una placa (PCB) que integre todo el hardware utilizado para el funcionamiento del sistema de control.
- Integrar todos los componentes anteriores sobre la plataforma móvil. El sistema resultante compuesto por: baterías, motores, encoders, sistema embebido e interfaz de comunicación es el sistema de control resultante. Realizar pruebas funcionales de todo el sistema.
- Verificar, mediante pruebas con diferentes cargas, la respuesta del control de lazo cerrado de cada rueda.
- Estimar el consumo energético del conjunto, evaluar e implementar las estrategias que correspondan para el uso de baterías de gel sobre el robot.
- Realizar pruebas en campo del sistema integrado con trayectorias predefinidas (líneas rectas y giros).

## Decisiones

### ■ Evaluacion de implementar encoders en cuadratura:

Beneficios: implementar encoders de cuadratura nos brinda una resolucion en la medicion de velocidad.

Requisitos para implementarlo: se debe conseguir encoders en cuadratura, tras una breve investigacion , se nota que solo se consiguen encoders de este tipo con funcionamiento coaxial al eje de rotacion. Esto ultimo mencionado trae multiples desafios. El primero es la ubicacion de los encoders en el robot, una posibilidad analizada es acoplarlo con el eje paralelo y un arreglo de poleas y correas. El segundo es que para poder procesar 4 señales en cuadratura debemos cambiar el hardware principal por otro que tenga 4 modulos de cuadratura.

Dicho esto, combinando las problemáticas mecánicas asociadas en alineación y complejidad estructural para implementar estos cambios, en complemento con que se debe hacer una completa reestructuración de hardware, incluyendo el PCB y software; se suma a que el precio estimado de implementación ronda los 25 a 30 mil pesos al día 12/12/2021. Por esto se decide continuar con el encoder incremental que se posee actualmente. Para no quedarnos sin mejoras se decide a diseñar e implementar un disco de encoder con una mayor cantidad de ranuras para así aumentar la resolución de medición.

Falta agregar las tolerancias mecánicas de construcción.

## Ensayos

- Medicion de  $R_a$ :  $R_a$  [Ohm] es la resistencia ohmica del estator del motor. Para medirla se utiliza un multmetro [Uni-t UT890D+] y se mide directamente en bornes del motor multiples veces y luego se realiza un promedio de las mediciones.
- Ensayo para obtener  $L_a$ :  $L_a$  [Hy] representa inductancia del devanado estatorico del motor. Para la medicion de este parametro, primero se bloquea el rotor del motor para que no se genere una contra FEM, luego se coloca una resistencia conocida en serie con el motor y final mente se aplica un escalon de tension en bornes del motor. Se conecta un osciloscopio en bornes de la resistencia y se captura el transitorio del escalon, al conocer la resistencia y tener una imagen transitoria de la señal, se puede calcular la constante de tiempo del sistema, y con esta la inductancia  $L_a$ .
- Ensayo para obtener  $K_f$ :
- Ensayo para obtener  $K_t$ :
- Ensayo para obtener  $\tau_m$ :  $\tau_m$  representa la constante de tiempo mecanica del sistema.
- Ensayo para obtener  $T_f$ :  $T_f$  representa el torque de friccion del sistema.
- Ensayo para obtener  $I_{arr}$ :  $I_{arr}$  representa la corriente de arranque del motor.
- Ensayo para obtener  $B$ :
- Ensayo para obtener  $J$ :  $J$  representa el momento de inercia.