

Instituto Politécnico Nacional
Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías
Avanzadas

MANUAL DE PROYECTO

Asociación: Open-Source

Proyecto C-ROS

Proyecto de robótica aplicando tecnologías Open Source

Manual Administrativo

Ciclo 2025–*En curso*

Índice general

1. Información General del Proyecto	1
1.1. Misión	1
1.2. Visión	1
1.3. Objetivos	1
1.4. Identidad del proyecto	2
2. Plan de Trabajo	4
2.1. Perfil de habilidades y desarrollo de competencias	4
2.2. División del trabajo	5
2.3. Lineamientos para la investigación	6
2.4. Temas propuestos por áreas:	6
2.5. Implementación de los sistemas	9
2.5.1. Brazo robot	9
2.5.2. Seguidor de línea	10
2.6. Diagrama de ruta	10

Capítulo 1

Información General del Proyecto

1.1. Misión

Desarrollar sistemas robóticos funcionales y educativos empleando herramientas de software libre, fomentando el aprendizaje colaborativo y garantizando que la falta de experiencia previa no represente un impedimento para integrarse al proyecto.

1.2. Visión

Consolidarnos como un equipo innovador en el ámbito de la robótica, impulsando el uso de software libre y asegurando que la información y el conocimiento estén disponibles de manera abierta y accesible para todas las personas interesadas en el tema.

1.3. Objetivos

Corto plazo

Diseñar y contruir dos sistemas robóticos para la presentacipin del evento ‘Guerra de Robots 2026’, siendo uno un seguidor de línea para la participación en la competencia y un brazo robot controlado por visión e implementado con ROS para la presentación en un stand informativo e interactivo para demostrar las capacidades de las tecnologías Open Source.

Mediano plazo

Formalizar el carácter Open Source del proyecto y validad su competitividad mediate los siguientes puntos:

- Estructurar y liberar la documentación técnica del proyecto, ya sean diagramas y códigos fuente por medio de un repositorio, todo en un plazo de 6 meses posterior al evento ‘Guerra de Robots 2026’.
- Participar en al menos una competencia regional en el semestre de Febrero-Junio 2026, con el objetivo de superar las rondas clasificatorias por parte del equipo.

Largo plazo

Organizar y llevar a cabo el primer torneo de robótica Open Source dentro de la universidad para el año 2026-2027, contando con la participación de equipos internos y externos de la unidad, para consolidar el evento como una tradición anual.

1.4. Identidad del proyecto

Nombre

Se tiene como antecedente el nombre “ROS” para el proyecto, ya que se centraba en el uso de esta estructura de trabajo (Robot Operating System) para la creación de sistemas robóticos. Pero al retomar el proyecto se optó por darle una identidad al proyecto, por lo que se propuso el nombre de “C-ROS”.

El nombre C-ROS hace referencia a “Comunidad de Robótica Open Source”, destacando el enfoque colaborativo y de código abierto del proyecto. De igual manera se juega con las palabras y al pronunciar “C-ROS” en inglés suena similar a “Zeros”, aludiendo a la programación de un robot, que se parte de los ceros o el origen para su movimiento, además de la referencia al cero de temperatura, relacionando el proyecto con la mascota de la asociación y en general con los proyectos de código abierto, la cual es el pingüino.

Logo y colores

El logo del proyecto está diseñado para fusionar conceptos de robótica y tecnología, como elemento central se tiene un brazo robótico articulado, seleccionado como el elemento más representativo de la robótica y automatización. Ésta figura está contenida dentro de dos engranes, uno externo sólido y uno interno más tenue, simbolizando la transmisión de movimiento y la forma de trabajo colaborativo.

De igual manera en el fondo se integra un sistema de ejes coordenados, que no solo hace alusión a la programación y control de robots, sino que también hace alusión al concepto de origen punto cero (0,0,0), haciendo referencia a la fonética del nombre del proyecto “ceros”.

Finalmente, rodeando el brazo se encuentra un anillo formado por una secuencia de código binario 1 y 0, representando el lenguaje máquina, y cómo detalle extra, la traducción de la secuencia binaria revela el texto “C-ROS OS”, reforzando la relación del proyecto con la asociación a la que pertenece.



Figura 1.1: Logo del proyecto C-ROS

Para la paleta de colores se eligieron tonos cálidos, como lo son tonos naranjas, que transmiten energía y entusiasmo, además de marcar la diferencia entre los colores azules propios de la asociación, dando una identidad visual única al proyecto.



Figura 1.2: Paleta de colores del logo del proyecto

Capítulo 2

Plan de Trabajo

2.1. Perfil de habilidades y desarrollo de competencias

Para la integración de miembros al proyecto es deseable que los integrantes cuenten con nociones básicas de programación en cualquier lenguaje, electrónica básica y fundamentos de física y matemáticas. Sin embargo, el no contar con el conocimiento deseado no es un criterio de exclusión, ya que la misión del proyecto se basa en el aprendizaje colaborativo y la formación de talento.

Por lo tanto, el plan de trabajo está diseñado para que los integrantes adquieran y desarrollen competencias técnicas específicas, tales como: manejo del lenguaje Python, administración de sistemas operativos basados en Linux, diseño y análisis de circuitos electrónicos, modelado mecánico asistido por computadora (CAD) e implementación de sistemas embebidos mediante microcontroladores para el procesamiento de datos.

Recursos Materiales

Para la correcta ejecución y prototipado del proyecto *C-ROS*, se dispone de un inventario inicial de hardware y herramientas. Estos recursos materiales permiten realizar las pruebas de montaje mecánico, validación de electrónica y desarrollo de los algoritmos de control descritos en las secciones anteriores. A continuación, se detalla la lista de componentes disponibles y su estado actual:

No.	Descripción	Cant.	Estado
1	Chasis de kit de carro	2	1 montado y 1 sin usar
2	Ruedas de kit de carro	4	2 montadas y 2 sin usar
3	Motoreductores	4	2 montados y 2 sin usar
4	Puente H modelo HW-095	3	1 montado, 1 con un detalle en el disipador de calor y 1 cerrado
5	Rueda loca de kit de carro	2	1 montada y 1 sin usar
6	Sensor infrarrojo modelo HY-S301	1	Sin usar
7	Porta pilas para 4 baterías AA	2	1 montado y 1 sin usar
8	Ruedas para encoder de velocidad	4	Sin usar
9	Cautín tipo lápiz 30W Pretul	1	Poco usado
10	Pasta para soldar Pretul	1	Poco usado
11	Mini destornillador cruz	1	Sin uso

Cuadro 2.1: Inventario de componentes del proyecto C-ROS.

2.2. División del trabajo

Para alcanzar los objetivos planteados, se propone principalmente la división del trabajo en 3 áreas de especialidades para la obtención de información y así desarrollar bases de los proyectos:

- **Fundamentos matemáticos:** Encargados de obtener información con el fin de comprender los fundamentos físicos y matemáticos que permitan describir y modelar el movimiento interno y externo de un robot.
- **Hardware:** Encargados de obtener y aplicar los principios de comunicación entre microcontroladores, SBC y otros dispositivos para integrar sensores y actuadores en un sistema robótico.
- **Software:** Encargados de implementar ROS, visión y otras herramientas para el diseño de un sistema robótico, incluyendo la creación de programas con interfaces gráficas.

Los integrantes del proyecto deberán elegir una área de especialidad según sus intereses y habilidades, teniendo la obligación de investigar los temas propuestos para el desarrollo

del proyecto, teniendo la libertad de buscar información adicional que consideren relevante para el avance del mismo. Toda información obtenida deberá ser documentada en la plataforma colaborativa del proyecto, en este caso *Notion* o *Teams*.

2.3. Lineamientos para la investigación

Las investigaciones, programas o avances deberán seguir los siguientes lineamientos:

- **Claridad:** La información deberá ser presentada de manera clara y concisa, facilitando su comprensión por parte de todos los integrantes del proyecto, se tenga conocimiento previo o no sobre el tema.
- **Referencias confiables:** Las investigaciones deberán incluir referencias verificables y de calidad académica confiable, de modo que cualquier integrante pueda profundizar en el tema si lo desea.
- **Buenas prácticas de programación:** Ya que el punto es mantener un registro del proyecto, y que el conocimiento sea colaborativo, se pide mantener los siguientes puntos para un correcto análisis del código:
 - Uso de comentarios claros.
 - Declaración adecuado de librerías.
 - Estilo de código limpio, legible y estructurado.
- **Aprendizaje colaborativo:** Aunque en cada área tenga a sus colaboradores específicos, es responsabilidad de todos mantenerse informados sobre todas las áreas, ya que es un proyecto ambicioso y multidisciplinario.
- **Uso de herramientas libres:** Si se requiere algún software para simulaciones, modelados, programas o cualquier otro recurso, deberá alinearse con los valores de la asociación, siendo un elemento de software libre.

2.4. Temas propuestos por áreas:

Fundamentos matemáticos

Temas a desarrollar:

1. Introducción a mecanismos y relaciones de transmisión mecánica.
 - a) Engranajes.

- b)* Poleas.
 - c)* Juntas y articulaciones.
- 2. Matrices de transformación y parámetros Denavit-Hartenberg.
- 3. Cinemática directa e inversa.
- 4. Espacio de trabajo.
- 5. Dinámica, estimación de cargas y requerimiento de actuadores.
- 6. Modelado y simulación de un sistema.
- 7. Control aplicado en robótica.
 - a)* Control PID.
 - b)* Estabilidad.

Hardware

Temas a desarrollar:

1. ¿Qué es un microcontrolador y las computadoras de placa única (Raspberry)?
2. Conceptos básicos de programación en C y Python enfocado en comunicación con el microprocesador y el uso del software FreeRTOS.
3. Entradas y salidas.
 - a)* Digitales.
 - b)* Analógicas.
 - c)* PWM.
4. Lectura de sensores y actuadores.
 - a)* Giroscopios.
 - b)* Motores.
5. Alimentación de un sistema externo
6. Sistemas de transmisión mecánica y movimiento real.
 - a)* Pasos de engranes.
 - b)* Cantidades de movimiento.
 - c)* Fuerza requerida de motores.

- d)* Diseño mecánico.
- 7. Sistemas de manejo.
 - a)* Controles.
 - b)* Visión.
 - c)* Interfaces gráficas.
- 8. Sistemas embebidos.
 - a)* Paros de emergencia.
 - b)* Protección eléctrica.
- 9. Control aplicado.
- 10. Aplicación con ROS y MicroROS.

Software

Temas a desarrollar:

- 1. Introducción a Linux y ROS.
- 2. Buenas prácticas para la documentación.
- 3. Paquetes y dependencias.
- 4. Introducción a ROS 2.
- 5. Nodos, topics, servicios, acciones y mensajes.
- 6. Simulación y visualización (Gazebo).
- 7. Manejo de paquetes.
- 8. Visión artificial en ROS.
- 9. Tipo de comunicación en ROS y Linux.
- 10. MicroROS e implementación.
- 11. Comunicación para interfaces gráficas.
- 12. Creación de aplicaciones con interfaz.
 - a)* Web (HTML, CSS, JavaScript).
 - b)* Escritorio (Python, PyQt).

2.5. Implementación de los sistemas

Una vez avanzadas las investigaciones y teniendo una base en cada área, se procederá a la implementación de los sistemas robóticos propuestos, siguiendo las siguientes etapas, dónde cada miembro deberá participar en las tareas propuestas o en las que se presenten en la implementación de los sistemas, sin dejar de lado la investigación y documentación del área de especialidad.

2.5.1. Brazo robot

Se trabajará de manera paralela en las siguientes tareas:

- Diseño mecánico y selección de actuadores, tanto para el movimiento de las articulaciones y para el mecanismo de sujeción.
- Creación de un programa para el control de la posición basado en los fundamentos matemáticos investigados.
- Lectura de gestos y movimientos del brazo por medio de visión artificial para el movimiento de motores seleccionados para el brazo robot.
- Creación de programas para el control de los motores seleccionados, integrando ROS y MicroROS.

Posteriormente, se comenzará a la integración de las etapas anteriores, basados en las siguientes tareas:

- Análisis de la alimentación del sistema, considerando los requerimientos de los motores y la electrónica que será utilizada, tanto como la colocación de los sistemas de control cómo lo es la Raspberry y los microcontroladores.
- Integración de un programa de control de posición de motores aplicado en el sistema mecánico ya construido.
- Integración de la lectura de gestos y movimientos del brazo para el control de los motores en posiciones específicas en tiempo real.
- Integración de MicroROS para la comunicación entre una Raspberry y microcontroladores encargados del control de motores, con la finalidad de que la Raspberry procese los cálculos de las posiciones y envíe las órdenes a los microcontroladores.

Finalmente, se realizará el sistema integrando los puntos antes mencionados en un solo sistema, dónde el brazo robot sea controlado por visión artificial, leyendo gestos y posiciones de un brazo humano, dónde la parte de visión, el cálculo de ángulos y posiciones

del robot se realice en la Raspberry, y el control de motores se realice por medio de microcontroladores comunicados por MicroROS, teniendo así un sistema robótico funcional.

Cómo objetivos adicionales se busca implementar un modo automático para el brazo robot, en el que se aplique la visión para la identificación de objetos dentro de su espacio de trabajo, y que el brazo sea capaz de mover dichos objetos a posiciones predefinidas, esto con el objetivo de cumplir con la consigna de que los sistemas robóticos deben tener un modo autónomo. Además de la creación de una interfaz gráfica que muestre el estado del sistema, las posiciones de los motores y la posición del actuador del brazo.

2.5.2. Seguidor de línea

Para el caso del seguidor de línea se trabajará de manera paralela en las siguientes tareas, teniendo en consideración siempre el reglamento de la competencia, para tener el sistema conforme a las reglas establecidas.

- Creación de un programa para la lectura del sensor utilizado para la detección de la línea.
- Selección de motores, considerando factores como la alimentación, torque, velocidad y el tipo de control.
- Selección del microcontrolador para todo el sistema.
- Creación de una pista para las pruebas por medio de un prototipo básico.

Con los puntos anteriores, se procederá a la integración de los mismos, teniendo en consideración los siguientes puntos:

- Creación de un diseño mecánico para el vehículo, priorizando la estabilidad, peso y que se ajuste a los motores y componentes seleccionados.
- Se realizarán pruebas del sensor y del programa implementado en un vehículo comercial, priorizando la lectura correcta de la línea y de las variaciones de la misma.

Una vez teniendo éstos puntos, se procederá a la integración total del sistema, considerando que cumpla con el reglamento de la competencia, tanto en dimensiones, peso, sistema de arranque, entre otros.

2.6. Diagrama de ruta

Con el fin de tener un indicador visual del avance del proyecto, se propone el siguiente diagrama de ruta, dónde se muestran las etapas principales del proyecto y su tiempo estimado de realización.



Figura 2.1: Diagrama de ruta del proyecto