

---

## **Ingeniería Informática**

### **Laboratorio I**

# **Análisis Técnico y Funcional del prototipo robótico “PTR4”: Diseño, Desarrollo y Experiencia del Usuario**

**Augusto Landerreche – Gonzalo Rossi – Facundo Zampetti –  
Drako Lusicic – Ignacio Griboff**

## Contenido

<b>Introducción:</b>	3
<b>Antecedentes</b>	3
Contexto Educativo y Tecnológico:	3
Objetivos y Necesidad del Desarrollo:	4
I.    Incentivar la Creatividad	4
II.   Desarrollar Habilidades Técnicas	4
III.  Integración de disciplinas	4
Impacto y Realidad Actual	4
<b>Periodo y lugar de desarrollo:</b>	4
Periodo de desarrollo:	4
Laboratorios Informáticos de la Universidad:	5
Equipos Personales:	5
<b>Objetivo general del desarrollo del juego:</b>	5
<b>Objetivos específicos:</b>	5
Diseño Mecánico	5
Sistemas de Transformación	6
Programación:	6
Control Remoto:	6
<b>Alcance:</b>	7
<b>Problema y su justificación:</b>	7
<b>Desarrollo:</b>	8
Metodología:	8
I.    Naturaleza del proyecto	8
II.   Administración de tiempo, recursos y actividades	8
III.  Procedimiento de recopilación de información	9
IV.  Técnicas utilizadas para procesamiento de datos:	9
Hallazgos y Resultados:	9
I.    Diseño y Estabilidad del Prototipo:	9
II.   Sistema de Transformación:	9
III.  Eficiencia del Control Remoto:	10
<b>Conclusión:</b>	10
<b>Recomendaciones:</b>	10
Autoevaluación:	10
<b>Anexo:</b>	11

## Introducción:

El presente informe técnico tiene como objetivo ofrecer un análisis exhaustivo del prototipo robótico "PTR4", diseñado con la plataforma Arduino Uno. "PTR4" es un robot transformable que combina la robustez y movilidad de un tanque con la precisión y adaptabilidad de un humanoide, lo que lo convierte en una solución innovadora para operaciones en terrenos difíciles y espacios reducidos.

Este informe proporcionará una visión detallada del proceso de diseño y desarrollo del prototipo, abarcando desde la conceptualización inicial hasta la implementación técnica utilizando herramientas como Tinkercad, MIT App Inventor 2 y Arduino IDE. Además, se analizarán los componentes clave del robot, incluyendo su capacidad transformadora, su sistema de control remoto vía Bluetooth, y la programación en C++ que garantiza su correcto funcionamiento. También se evaluará la estructura del código y los desafíos técnicos superados para optimizar su rendimiento en diversas condiciones operativas.

## Antecedentes:

El desarrollo del prototipo "PTR4" se enmarca en la creciente necesidad de robots versátiles que puedan operar en terrenos complejos y espacios diseñados para humanos. En los últimos años, la robótica ha avanzado significativamente, impulsada por plataformas accesibles como Arduino, que permiten a los desarrolladores y entusiastas crear soluciones innovadoras en diversas áreas. Además, la existencia de herramientas de simulación y desarrollo de software han sido fundamentales para la programación y el testeo de este tipo de proyectos robóticos.

## Contexto Educativo y Tecnológico:

Desde su creación, Arduino se ha convertido en una plataforma pionera para el desarrollo de proyectos de robótica y electrónica, permitiendo que tanto principiantes como expertos tengan acceso a herramientas potentes para la creación de prototipos. Su misión es democratizar la tecnología y hacer accesible el diseño de hardware y software a personas de todas las edades y niveles educativos. A través de su entorno de programación Arduino IDE y su hardware sencillo, los usuarios pueden desarrollar soluciones innovadoras en diversas áreas, desde la automatización hasta la robótica.

El prototipo "PTR4" surge en este contexto, utilizando una combinación de herramientas educativas y tecnológicas como Tinkercad para el diseño y simulación 3D, y MIT App Inventor 2 para el desarrollo del control remoto por Bluetooth. Estas plataformas no solo hacen posible la creación y prueba del robot, sino que también motiva a los estudiantes a aplicar conceptos teóricos dados durante las clases, proporcionando un entorno accesible para aprender programación, electrónica y diseño de sistemas robóticos de manera interactiva.

## Objetivos y Necesidad del Desarrollo:

- I. **Incentivar la Creatividad:** Fomentar la creatividad de los desarrolladores a través del diseño y la transformación del prototipo robótico, permitiendo la creación de soluciones innovadoras para resolver problemas en zonas de peligro y espacios reducidos.
- II. **Desarrollar Habilidades Técnicas:** Aplicar conceptos fundamentales de programación en C++, como estructuras de control, bucles y lógica condicional, para garantizar el correcto funcionamiento del robot en sus modos tanque y humanoide.
- III. **Integración de disciplinas:** Promover el uso de contenidos vistos durante otras materias de la carrera (Álgebra, Técnicas Digitales, Etc.) para integrar de manera efectiva los componentes mecánicos, eléctricos y de software.

## Impacto y Realidad Actual

El desarrollo del prototipo robótico "PTR4" como parte de un examen final en la universidad tiene un impacto significativo tanto en el ámbito académico como en la formación profesional de los estudiantes. Al integrar este tipo de proyectos prácticos en el currículo universitario, se busca ir más allá de la teoría y proporcionar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje activa y aplicada.

En la realidad actual, donde las habilidades tecnológicas son cada vez más valoradas en el mercado laboral, proyectos como "PTR4" juegan un papel crucial en la preparación de los estudiantes para enfrentar desafíos profesionales. La experiencia adquirida con la creación de un prototipo robótico en Arduino Uno proporciona ventaja competitiva a los estudiantes, ya que demuestra su capacidad para realizar proyectos técnicos completos y trabajar con herramientas de desarrollo contemporáneas.

## Periodo y lugar de desarrollo:

El desarrollo del prototipo "PTR4" abarcó un período de 5 meses, durante el cual se llevaron a cabo todas las etapas de diseño de estructura, programación de funcionamiento, prueba e implementación. Este breve pero intensivo plazo permitió a los estudiantes aplicar y consolidar sus conocimientos en robótica de manera práctica y eficiente.

### Periodo de desarrollo:

El proyecto se inició el 5 de agosto de 2024 y se completó el 16 de noviembre de 2024. Durante estos meses, los estudiantes trabajaron de manera continua en la conceptualización del proyecto, el diseño del mismo, la conexión de los componentes electrónicos y la codificación de las distintas funcionalidades.

## Laboratorios Informáticos de la Universidad:

Los laboratorios de la universidad ofrecieron un espacio equipado con todos los recursos necesarios, incluyendo acceso a computadoras con el software requerido, conexión a internet, componentes electrónicos y asistencia técnica (Profesores a cargo). Este entorno facilitó la colaboración entre los miembros del equipo y permitió sesiones productivas de trabajo en conjunto.

## Equipos Personales:

Cada integrante del grupo también trabajó en sus propios equipos personales fuera del horario de clase. Esto permitió una mayor dedicación al proyecto, ya que los estudiantes podían avanzar en sus tareas individuales desde cualquier lugar y en cualquier momento. La utilización de herramientas de colaboración en línea, como Microsoft Teams y Github, fueron esenciales para coordinar el trabajo remoto y mantener una integración continua del proyecto.

## Objetivo general del desarrollo del juego:

El proceso de investigación y desarrollo del "PTR4" se centra en crear una máquina versátil y eficiente que pueda colaborar en labores de extinción de incendios en zonas de alto riesgo para la vida humana. Este prototipo robótico está diseñado para operar en entornos peligrosos donde la presencia humana sería inviable, combinando la robustez de un tanque con la precisión de un humanoide para adaptarse a distintos escenarios.

Es importante destacar que este proyecto puede analizarse como una solución tecnológica innovadora en el ámbito de la robótica de emergencia. Esto incluye el estudio de su capacidad para operar en terrenos difíciles, su eficacia en la manipulación de herramientas de extinción y su potencial para salvar vidas al reducir la exposición de los bomberos a situaciones de alto riesgo, mejorando así la seguridad en operaciones críticas.

## Objetivos específicos:

Para lograr el objetivo general de desarrollar una máquina capaz de asistir en la extinción de incendios en áreas de alto riesgo, el prototipo "PTR4" se desglosa en los siguientes objetivos específicos, organizados por áreas clave: Diseño Mecánico, Sistemas de Transformación, Programación, y Control Remoto.

### Diseño Mecánico:

El diseño mecánico se basa en un sistema de orugas que permite al robot desplazarse sobre terrenos difíciles con estabilidad y tracción. El cuerpo principal alberga los motores, la batería y la placa Arduino.

Por otro lado, se encuentra el cuerpo secundario, el cual se eleva desde el cuerpo principal durante la transformación de tanque a humanoide, lo que permite mayor precisión en el uso de los cañones de agua conectados a una bomba ubicada en la parte trasera del cuerpo secundario.

### Sistemas de Transformación:

El sistema de transformación se basa en el uso de servomotores para convertir el robot de su forma de tanque a humanoide. Dos servomotores SG90 son los encargados de elevar el cuerpo secundario del robot. Estos servomotores están ubicados en los puntos de conexión entre el cuerpo principal y el secundario, permitiendo un movimiento suave y preciso al elevar la parte superior. Esta transformación es crucial para que el robot pueda aumentar su altura y obtener mejor visibilidad y alcance, lo cual es esencial para operar en modo humanoide.

Además, dos micro servomotores SG90S se encargan de controlar el posicionamiento de los cañones de agua. Estos micro servomotores ajustan la orientación de los cañones, colocándolos en posición horizontal una vez que el robot ha adoptado su forma humanoide. Esto permite dirigir el flujo de agua con precisión hacia los objetivos deseados. El sistema de servomotores garantiza una transformación eficiente, rápida y estable, optimizando tanto la movilidad como la capacidad operativa del robot en situaciones de emergencia.

### Programación:

La programación se realizó en el IDE de Arduino utilizando C++ como lenguaje principal. El código hace uso de las bibliotecas AFMotor.h y Servo.h para controlar tanto los motores de las orugas como los servomotores encargados de la transformación del robot. Los motores son gestionados mediante funciones específicas que permiten desplazamientos hacia adelante, atrás y giros. Por otro lado, los servomotores SG90 y SG90S controlan la elevación del cuerpo secundario y la orientación de los cañones de agua.

El código también incluye la gestión de un LED, simulando una sirena de emergencia, que parpadea cuando el robot está en modo de operación. A través de comandos enviados vía Bluetooth, se controla el movimiento, la transformación entre modo tanque y humanoide, y el encendido o apagado de la sirena. La estructura del código está diseñada para ser eficiente y modular, facilitando el control remoto del robot y asegurando una respuesta rápida a los comandos del operador en tiempo real.

### Control Remoto:

El control remoto se implementó mediante una aplicación desarrollada en MIT App Inventor 2, que permite enviar comandos al robot a través de una conexión Bluetooth. La aplicación fue diseñada con una interfaz intuitiva, facilitando el manejo de los movimientos del robot y su transformación entre los modos tanque y humanoide. La programación de la aplicación se realizó para que envíe las señales correspondientes a la placa Arduino, la cual interpreta

estas señales y ejecuta las acciones necesarias, como mover las orugas, girar, elevar el cuerpo o ajustar los cañones de agua. Este sistema garantiza un control eficiente y en tiempo real del robot.

## Alcance:

Para la implementación de este proyecto, se requiere un conocimiento profundo del uso de Arduino IDE para la programación en C++, así como de herramientas como Tinkercad para la simulación y diseño 3D de los componentes mecánicos. Además, es fundamental tener experiencia en el desarrollo de aplicaciones móviles utilizando MIT App Inventor 2, con el fin de diseñar la interfaz de control remoto y programar la comunicación Bluetooth entre la aplicación y la placa Arduino.

Durante el proceso de desarrollo, se podrá utilizar Chat GPT como asistencia para la generación de ideas y la resolución de problemas relacionados con la programación, el diseño mecánico y los sistemas de transformación del robot. Además, se contará con el apoyo y guía de los profesores supervisores del proyecto, así como referencias de proyectos similares para asegurar una implementación exitosa y enriquecedora en términos tecnológicos y educativos.

## Problema y su justificación:

La necesidad de llevar a cabo el proyecto "PTR4" surge de un problema creciente en situaciones de emergencia, como incendios en zonas de alto riesgo, donde la vida humana puede estar en peligro. Los bomberos enfrentan desafíos extremos al tratar de acceder a áreas peligrosas o difíciles de alcanzar, como terrenos accidentados o espacios estrechos. Los vehículos tradicionales no pueden operar con eficacia en esos entornos, y el envío de personal puede resultar mortal. Por lo tanto, existe una necesidad urgente de desarrollar máquinas versátiles que puedan intervenir en estas situaciones sin poner en riesgo la vida humana.

La investigación para el desarrollo de este robot se justifica por su potencial para proporcionar una solución innovadora a este problema. Un robot capaz de transformarse entre una estructura de tanque, que puede navegar terrenos difíciles, y una figura humanoide, que puede operar en espacios estrechos, tendría una gran ventaja en términos de movilidad y precisión. Además, el uso de cañones de agua controlados remotamente permitiría apagar incendios de manera eficiente sin exponer a los bomberos a situaciones peligrosas.

En cuanto a la viabilidad técnica, el uso de componentes como motores, servomotores y sistemas de bombeo de agua, todos controlados por una placa Arduino, hace que el proyecto sea realizable con los conocimientos adecuados de electrónica y programación. La plataforma Arduino proporciona un entorno



flexible y accesible para el control del robot, mientras que MIT App Inventor facilita la creación de una aplicación móvil que permite operar el robot a distancia. La impresión 3D de las partes mecánicas también es accesible, ya que muchas instituciones y laboratorios cuentan con impresoras 3D.

En términos de duración, el proyecto probablemente se desarrollará en varias etapas, con una duración estimada 5 meses. Este tiempo incluye la fase de investigación, diseño, construcción del prototipo, pruebas y ajustes. Dado que algunas de las partes requieren impresión 3D y la adquisición de componentes puede tomar tiempo, el cronograma debe ser flexible, pero en general, el proyecto es viable dentro de un periodo razonable.

## Desarrollo:

### Metodología:

#### I. Naturaleza del proyecto:

El proyecto es de naturaleza tecnológica y experimental, con un enfoque en la robótica aplicada a la gestión de emergencias. El principal objetivo es desarrollar un prototipo robótico capaz de transformarse de un tanque a una figura humanoide, equipado con cañones de agua para extinguir incendios en áreas de alto riesgo. El robot busca ofrecer una solución eficiente y versátil a problemas que surgen en terrenos difíciles o en espacios reducidos donde los humanos o vehículos tradicionales tienen dificultades de acceso. Este prototipo combina principios de ingeniería mecánica, electrónica y programación para generar un dispositivo funcional que pueda operar de manera remota y autónoma en situaciones críticas.

#### II. Administración de tiempo, recursos y actividades:

La administración del proyecto se realizó a lo largo de 5 meses, dividiendo el trabajo en fases clave para asegurar un desarrollo ordenado y eficiente. Primero, la fase de investigación y diseño tomó el primer mes, en la cual se investigaron las tecnologías robóticas y se diseñó el modelo en Tinkercad, teniendo en cuenta las limitaciones de los componentes electrónicos. Luego, durante los siguientes tres meses, se avanzó en la implementación, comprando los componentes electrónicos, imprimiendo en 3D las partes del robot y ensamblando el prototipo. En paralelo, se llevó a cabo la programación del robot en Arduino IDE y el desarrollo de la aplicación de control remoto en MIT App Inventor 2. Finalmente, en el último mes, se completó la fase de pruebas y documentación, donde se probaron las capacidades del robot en diferentes escenarios y se ajustaron detalles del diseño y código. Durante todo el proyecto, se gestionaron los recursos de manera eficiente, utilizando plataformas accesibles y asegurando la colaboración en equipo para cumplir con los plazos establecidos.



### III. Procedimiento de recopilación de información:

El procedimiento de recopilación de información para el proyecto se basó en fuentes primarias y secundarias. Entre las fuentes primarias, se realizaron experimentos directos con los componentes electrónicos y el diseño mecánico, documentando los problemas y soluciones durante las pruebas del prototipo. Las iteraciones de prueba y error en la programación también fueron fundamentales para ajustar el comportamiento del robot. En cuanto a las fuentes secundarias, se consultaron manuales técnicos de los componentes, como los servomotores SG90 y la placa Arduino Uno, además de referencias de trabajos previos relacionados con robots transformables y extinción de incendios. También se utilizaron foros y comunidades en línea para resolver problemas técnicos y mejorar la funcionalidad del robot, complementando la experiencia práctica con conocimientos teóricos y ejemplos previos.

### IV. Técnicas utilizadas para procesamiento de datos:

Las técnicas para el procesamiento de datos e información se basaron en pruebas experimentales y ajustes iterativos. Se realizaron pruebas del robot para medir su rendimiento en movimiento, estabilidad, y transformación, recopilando datos clave sobre su comportamiento. Luego, se analizaron estos resultados y se hicieron ajustes en el diseño 3D y en la programación para optimizar su funcionamiento. Los hallazgos se documentaron y se utilizaron para mejorar continuamente el proyecto durante su desarrollo.

## Hallazgos y Resultados:

### I. Diseño y Estabilidad del Prototipo:

El diseño del robot fue uno de los aspectos más desafiantes, principalmente en lo que respecta a la distribución de peso. A través de múltiples iteraciones, se logró un equilibrio adecuado que permitió al robot moverse fluidamente tanto en modo tanque como en modo humanoide. No obstante, se observó que, en terrenos extremadamente irregulares, el sistema de orugas enfrentaba dificultades menores que requerirían un ajuste adicional en el futuro.

### II. Sistema de Transformación:

El sistema de transformación fue uno de los logros más destacados del proyecto. Mediante el uso de dos servomotores SG90 para elevar el cuerpo secundario y otros dos micro servomotores SG90S para orientar los cañones de agua, el robot fue capaz de transformarse de forma eficiente entre las dos configuraciones. Sin embargo, durante las primeras pruebas, se identificaron problemas relacionados con la velocidad de transformación, que se resolvieron ajustando el código de control y mejorando la sincronización entre los servomotores.

### III. Eficiencia del Control Remoto:

La aplicación móvil desarrollada en MIT App Inventor 2 permitió un control remoto fluido del robot, enviando comandos a través de Bluetooth. Las pruebas demostraron que la respuesta entre la aplicación y el robot era rápida y precisa, lo que facilitó el control en tiempo real. Sin embargo, en áreas con interferencia de señal, la conexión Bluetooth se volvió inestable, lo que podría mejorarse con un sistema de control más robusto o una mayor potencia de señal.

## Conclusión:

En conclusión, el proyecto "PTR4" ha tenido un impacto significativo tanto en el desarrollo personal como profesional de sus creadores. A nivel personal, los desarrolladores adquirieron habilidades técnicas avanzadas en robótica, programación y diseño mecánico, además de fortalecer su capacidad para enfrentar y resolver problemas complejos. Profesionalmente, este proyecto les brindó experiencia práctica en la creación de soluciones tecnológicas innovadoras, preparándolos para futuros desafíos en el campo de la ingeniería y la robótica.

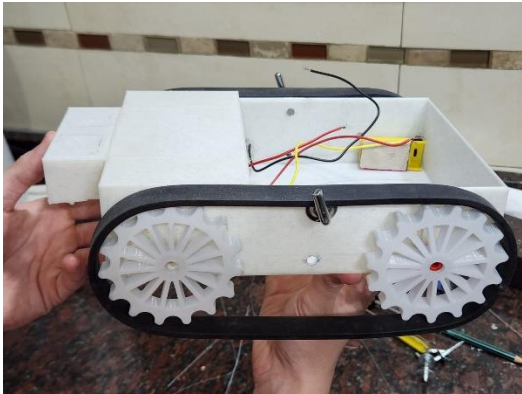
En cuanto al impacto social, tiene el potencial de revolucionar las operaciones de rescate y extinción de incendios, especialmente en entornos peligrosos para los seres humanos. Su capacidad de transformar su forma y operar en terrenos difíciles lo convierte en una herramienta valiosa para salvar vidas, reducir riesgos y mejorar la eficiencia en situaciones de emergencia. Este proyecto representa un paso adelante en la aplicación de la robótica en beneficio de la sociedad, destacando el rol de la tecnología en la protección y el bienestar de las personas.

## Recomendaciones:

### Autoevaluación:

Para futuros proyectos, se recomienda realizar una planificación detallada y gestión del tiempo, implementar pruebas iterativas con obtención de feedback, mantener documentación completa, mejorar continuamente habilidades técnicas, fomentar una comunicación efectiva, optimizar el código, enfocarse en un diseño centrado en un mejor rendimiento mecánico, gestionar eficientemente los recursos y activos, incorporar nuevas tecnologías y plataformas de diseño y desarrollo.

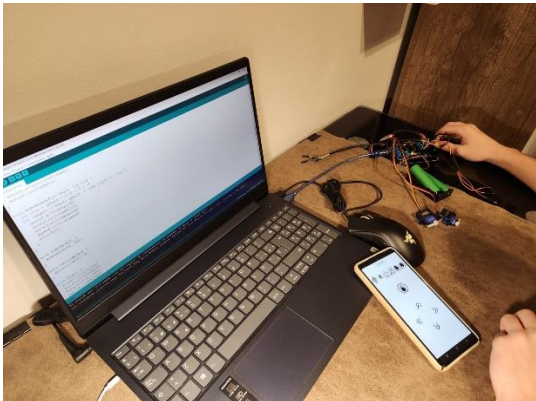
## Anexo:



Sistema de Orugas



Bomba de Agua



Programación de Placa Arduino