



ANTEPROYECTO

LABORATORIO I

GIORDANO TOMÁS
ROMERO AGUSTÍN
SALDE SAMAEL

Introducción.....	4
Objetivos Específicos.....	4
Justificación.....	4
Investigación previa.....	5
Revisión de Tecnologías Existentes.....	5
Posicionamiento del Prototipo.....	7
Diseño y Componentes.....	7
Especificaciones Técnicas del Prototipo.....	7
Diagrama de Circuito (Link a Tinkercad).....	11
Componentes en el Circuito:.....	11
Programación del Prototipo.....	13
Plan de desarrollo.....	13
Cronograma.....	13
Recursos necesarios.....	15
Evaluación y pruebas.....	15
Conclusiones y proyecciones futuras.....	16

Introducción

En este proyecto, presentamos el diseño e implementación de un robot especializado en resolver un cubo Rubik 3x3x3, un desafío que combina aspectos de lógica, matemáticas y habilidades espaciales.

El objetivo principal es crear un robot que pueda identificar, analizar y resolver un cubo Rubik de manera **totalmente automatizada**, con una velocidad y precisión que superan las capacidades humanas promedio. Mediante la integración de sensores, motores, algoritmos avanzados y un sistema eficiente, este robot ofrece una solución práctica y educativa a un problema que, para muchos, puede ser un reto considerable.

El cubo Rubik es un rompecabezas que ha llamado la atención de muchas personas alrededor del mundo, pero resolverlo requiere una serie de conocimientos específicos y una considerable habilidad con el mismo. Muchas personas se enfrentan a la frustración de no poder resolverlo, o de tardar mucho tiempo en lograrlo. Nuestro prototipo ofrece una solución a este problema al automatizar el proceso de resolución, logrando completar el cubo de manera rápida y precisa **sin intervención humana**. Esto no solo facilita la experiencia para los usuarios, sino que también permite explorar el potencial de la robótica en aplicaciones recreativas y educativas.

Objetivos Específicos

- **Implementar un algoritmo de resolución** que sea capaz de calcular la secuencia de movimientos óptima para resolver el cubo en el menor número de pasos posible.
- **Diseñar y construir un sistema mecánico** que permita al robot realizar los movimientos necesarios en el cubo con alta velocidad y precisión, garantizando una ejecución efectiva de la secuencia.
- **Desarrollar una interfaz de usuario intuitiva**, como una app para dispositivos móviles que permita a los usuarios interactuar con el robot, facilitando la utilización del prototipo en diferentes contextos, como demostraciones educativas o exhibiciones.

Justificación

La importancia de este proyecto radica en su capacidad para demostrar la aplicación práctica de tecnologías avanzadas en un contexto accesible y popular. El cubo Rubik, como uno de los rompecabezas más reconocidos a nivel mundial, ofrece una plataforma ideal para explorar algoritmos de optimización y robótica. Si bien nuestro objetivo es realizar algo divertido de utilizar y observar, la relevancia de este proyecto va más allá del entretenimiento, ya que permite profundizar en áreas clave de la ingeniería y la informática, proporcionando un recurso educativo valioso. Además, el desarrollo de este robot podría inspirar nuevas aplicaciones de la robótica en otras áreas, mostrando cómo la

automatización puede simplificar tareas complejas y ampliar el alcance de lo que es posible en el campo de la inteligencia artificial.

Investigación previa

Revisión de Tecnologías Existentes

En la última década, se han desarrollado varios robots y dispositivos automatizados para resolver el cubo Rubik, cada uno con diferentes enfoques tecnológicos y objetivos. A continuación, describiremos algunos de los prototipos y tecnologías más destacadas, junto con sus ventajas y limitaciones:

Cubestormer 3

El “Cubestormer 3”, desarrollado por ingenieros de ARM Holdings y Lego, es el último de la serie, conocido por su capacidad para resolver cubos Rubik en tiempos récord. Utiliza piezas de “Lego Mindstorms” y **procesadores de alta velocidad** para ejecutar algoritmos optimizados.

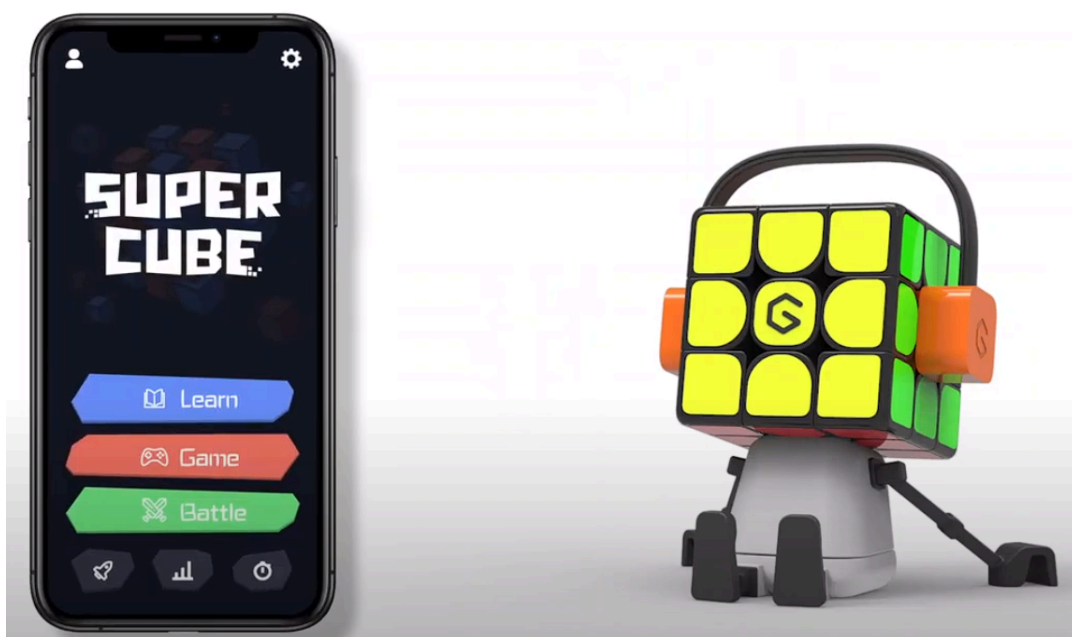
- **Ventajas:** Alta velocidad de resolución, con récords mundiales en el rango de menos de 4 segundos. Utiliza componentes accesibles y modularidad gracias a piezas de Lego.
- **Limitaciones:** El enfoque en la velocidad extrema hace que el diseño sea altamente especializado y menos accesible para aplicaciones educativas o de uso general. Su costo puede ser prohibitivo para usuarios no especializados.



GiiKER Super Cube i3SE:

Este es un cubo inteligente que se conecta a una aplicación móvil a través de Bluetooth, proporciona **guías paso a paso** para que los usuarios puedan resolver el cubo por sí mismos. Utiliza sensores integrados para detectar los movimientos del cubo en tiempo real.

- **Ventajas:** Es una excelente herramienta educativa que combina resolución asistida y aprendizaje. Accesible para un amplio público y adecuado para el aprendizaje progresivo.
- **Limitaciones:** No es un robot en el sentido tradicional, ya que requiere intervención humana para la resolución. Su propósito es más pedagógico que automatizado.



Robot GAN

El “GAN Robot” es un dispositivo creado por la empresa GAN, conocida por fabricar cubos Rubik de alta calidad y precisión. Este robot está diseñado específicamente para resolver cubos Rubik de la serie GAN, y se destaca por su integración con la tecnología de cubos inteligentes de la marca.

- **Ventajas:** Al estar diseñado específicamente para cubos GAN, que son conocidos por su alta calidad y rendimiento, el robot garantiza una experiencia de resolución suave y precisa.
- **Limitaciones:** Justamente, ya que el GAN Robot está diseñado específicamente para trabajar con cubos de la marca, limita su uso con otros cubos Rubik. Además, tanto el robot como los cubos GAN suelen tener un costo más elevado en comparación con otras opciones en el mercado. (Aproximadamente 130 USD en total).



Posicionamiento del Prototipo

El prototipo propuesto se diferenciará de las opciones existentes en varios aspectos clave:

- **Balance entre velocidad y accesibilidad:** A diferencia de los robots altamente especializados como la serie Cubestormer, nuestro prototipo buscará un equilibrio entre velocidad de resolución y accesibilidad. Será capaz de resolver el cubo Rubik en buenos tiempos, pero sin sacrificar la simplicidad de uso y la replicabilidad, lo que lo hace adecuado tanto para demostraciones de alta velocidad como para entornos educativos.
- **Interfaz de usuario intuitiva:** El prototipo incluirá una app para teléfonos que permitirá a los usuarios interactuar fácilmente con el robot, ajustar configuraciones y recibir retroalimentación en tiempo real. Esto lo diferenciará de otras soluciones que, o bien son completamente autónomas o bien dependen exclusivamente de la intervención humana.
- **Foco en la educación y la personalización:** Nuestro robot ofrecerá una experiencia más inmersiva donde los usuarios no solo aprenden sobre la resolución del cubo, sino también sobre los principios de la robótica y la programación, permitiendo la personalización y modificación del algoritmo y el hardware.

Diseño y Componentes

Especificaciones Técnicas del Prototipo

Nuestro prototipo se compone de una serie de componentes electrónicos y mecánicos que trabajan en conjunto para identificar, calcular y ejecutar los movimientos necesarios para resolver el cubo. A continuación se describen las especificaciones técnicas de cada uno de los componentes involucrados:

1. Servomotores de 12 kg

Los servomotores se utilizan para girar las caras del cubo Rubik. Al estar controlados por el Arduino, estos motores realizan los movimientos precisos necesarios para resolver el cubo siguiendo las instrucciones del algoritmo. En este caso, necesitaremos dos.

Especificaciones:

- **Torque:** 12 kg·cm, lo que proporciona suficiente fuerza para girar las caras del cubo Rubik con precisión y rapidez.
- **Ángulo de Rotación:** Generalmente, los servomotores tienen un rango de rotación de 180 grados, aunque algunos modelos permiten una rotación de 360 grados.
- **Voltaje de Operación:** 4.8V a 6.0V, alimentado directamente desde el Arduino o a través de una fuente de alimentación externa.



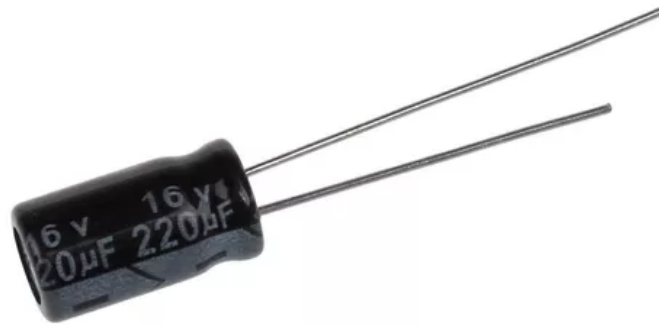
2. Capacitores de 220uf 16V

Los capacitores se utilizan para estabilizar la alimentación del sistema, especialmente para los servomotores. Ayudan a reducir el ruido eléctrico y a mantener un suministro de energía constante, evitando caídas de voltaje que puedan afectar el funcionamiento de los motores. Necesitaremos utilizar dos.

Especificaciones:

- **Capacitancia:** 220 microfaradios (μF).

- **Voltaje de Trabajo:** 16V, lo que asegura que puedan manejar el voltaje suministrado por el sistema sin sobrecargas.



3. Cubo Rubik 3x3x3

Este es el objeto que el robot debe resolver. Las caras del cubo serán manipuladas por los servomotores para lograr la solución del cubo.

Especificaciones:

- **Material:** Plástico ABS, con una estructura interna que permite un giro suave y preciso de las caras.



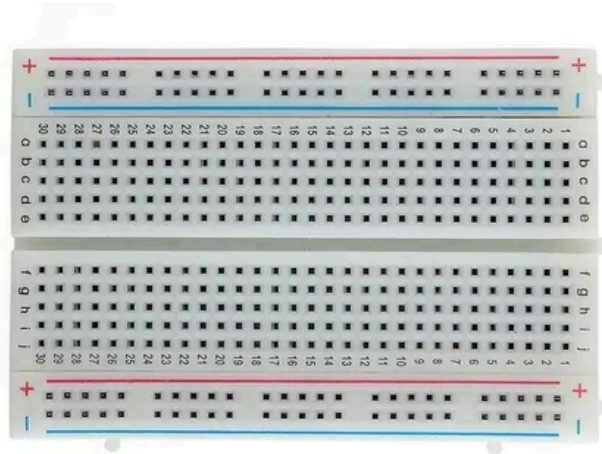
4. Protoboard

La protoboard se utiliza para montar y probar el circuito de control que conectará el Arduino con los servomotores y los capacitores, permitiendo una configuración flexible y fácil de modificar.

Especificaciones:

- **Tamaño:** 400 a 830 puntos de conexión, dependiendo del modelo.

- **Configuración:** Usada para conexiones temporales, permitiendo montar el circuito de control del prototipo sin necesidad de soldadura.



5. Arduino Uno

El Arduino es una pieza fundamental en el prototipo. Recibe datos sobre el estado inicial del cubo Rubik, procesa estos datos utilizando un algoritmo de resolución, y envía señales a los servomotores para ejecutar los movimientos necesarios. También maneja la estabilización de la alimentación a través de los capacitores conectados al sistema.

Especificaciones:

- **Microcontrolador:** ATmega328P.
- **Voltaje de Operación:** 5V.
- **Entradas/Salidas Digitales:** 14 pines digitales, de los cuales 6 pueden ser usados como salidas PWM.
- **Entradas Analógicas:** 6 pines analógicos.
- **Memoria Flash:** 32 KB.
- **Velocidad de Reloj:** 16 MHz.

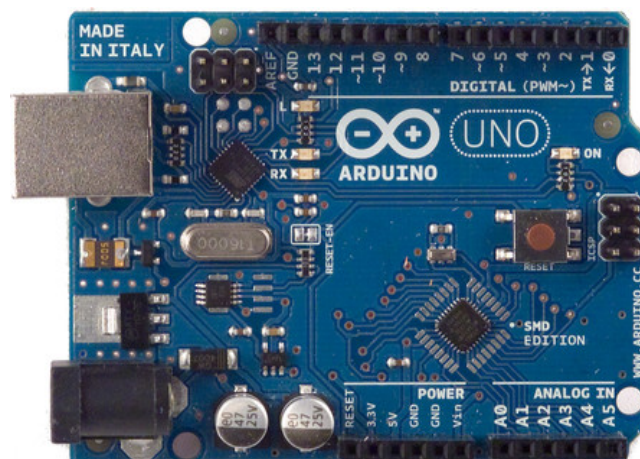
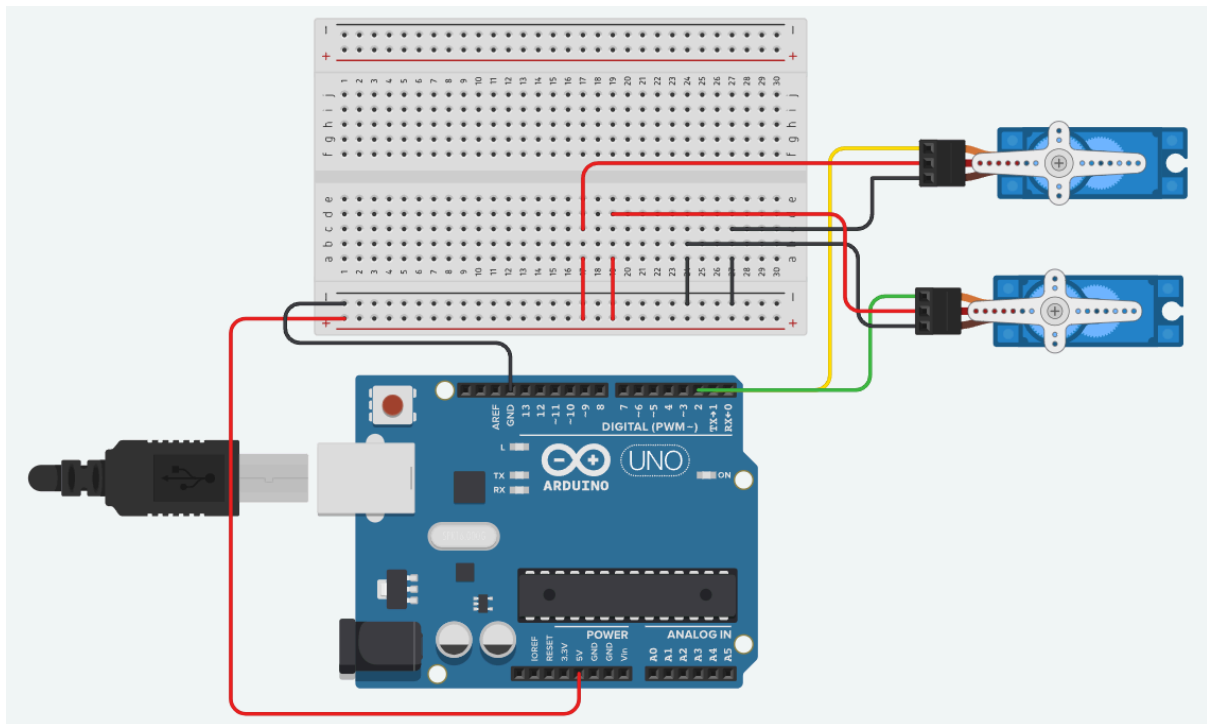


Diagrama de Circuito ([Link a Tinkercad](#))

El siguiente circuito muestra la integración de un Arduino Uno con dos servomotores utilizando una protoboard para las conexiones. A continuación explicaremos los diferentes componentes:



Componentes en el Circuito:

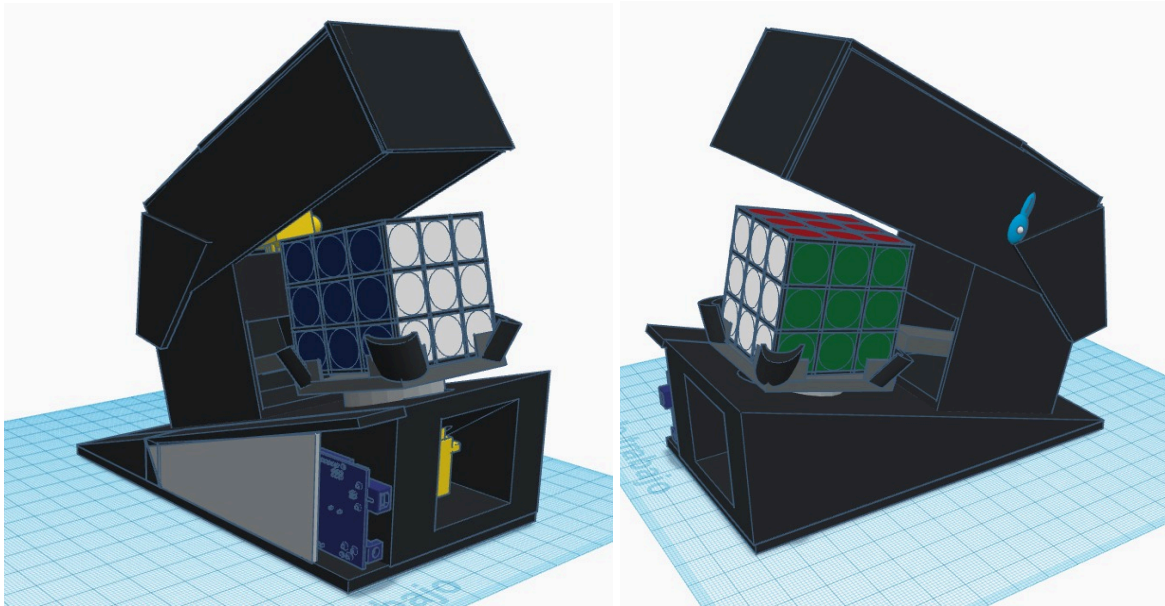
- **Arduino Uno:** La placa principal que controla el sistema.
- **Protoboard:** Utilizada para facilitar las conexiones eléctricas sin necesidad de soldar.
- **Servomotores:** Dos actuadores que moverán las caras del cubo Rubik.
- **Cables de Conexión:** Utilizados para conectar el Arduino, los servomotores y la protoboard.

Este circuito básico es la base para el prototipo del robot que resolverá el cubo Rubik. Con el código adecuado cargado en el Arduino, los servomotores girarán las caras del cubo según las instrucciones dadas.

Diseño 3D ([Link a Tinkercad](#))

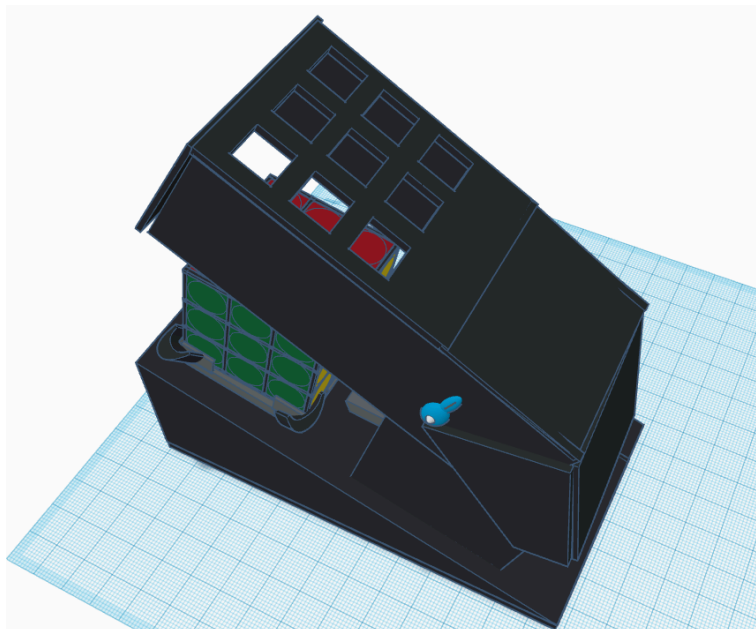
A continuación podemos observar el diseño 3D del prototipo, que, de forma simplificada, representa lo que será el producto final.

En caso de que los enlaces no funcionen, ambos diseños están disponibles en el perfil de Tinkercad "[tomigior](#)"

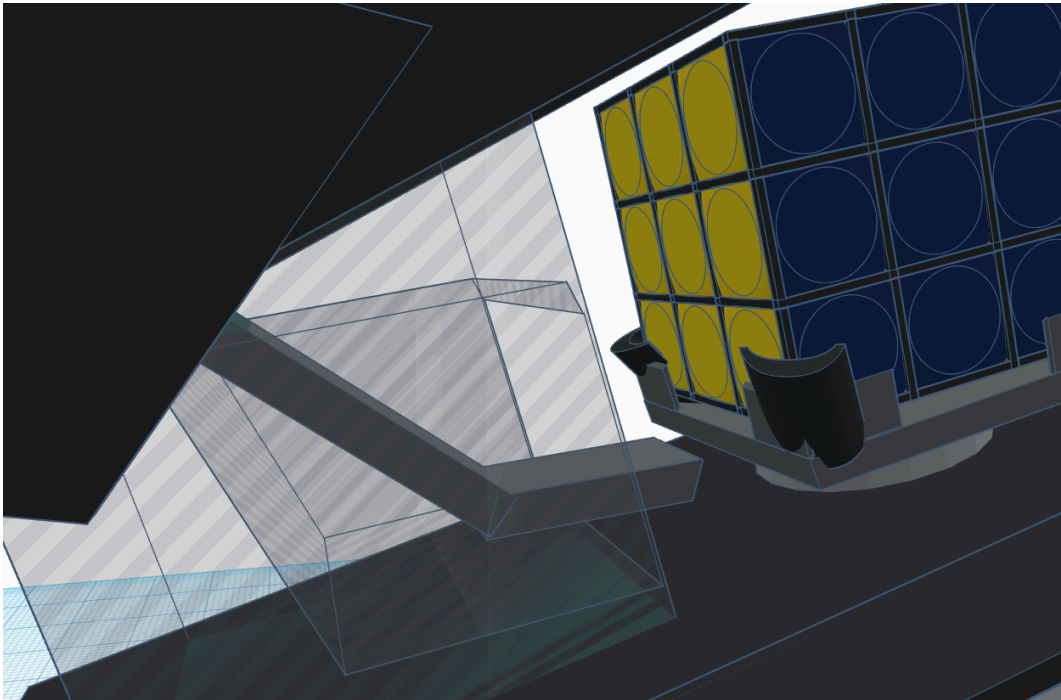


Como podemos apreciar, la estructura principal es robusta y está diseñada para sostener y proteger los componentes electrónicos internos, como los **servomotores** y la **placa Arduino**.

El cubo Rubik se posiciona en el soporte central. Su función es mantener el cubo en una posición fija mientras permite que las caras del cubo sean rotadas por el servomotor situado en la **parte inferior** de la estructura.



En la zona superior, hay una cubierta que se cierra sobre el cubo Rubik (gracias al servomotor situado en esa zona), para que el servomotor inferior pueda rotar el primer “piso” del cubo.



Cuando se logra dicha rotación, el “brazo” **empuja** al cubo, girándolo así 90 grados. El proceso se repite hasta la resolución del mismo.

Programación del Prototipo

El control del prototipo se realiza a través de la programación del microcontrolador en la placa Arduino. A continuación se detalla el tipo de software y los lenguajes de programación que se utilizarán para este proyecto:

Software de Desarrollo: Arduino IDE

El **Arduino IDE** es la herramienta principal que se utilizará para programar el microcontrolador Arduino. Es un entorno de desarrollo simple y fácil de usar, diseñado específicamente para la programación de placas Arduino.

Lenguaje de Programación: C++

El código para el Arduino se escribirá en una versión simplificada de **C++**, que es el lenguaje utilizado por el Arduino IDE.

Plan de desarrollo

Cronograma

A continuación detallaremos un cronograma tentativo para las diferentes etapas del desarrollo del prototipo robótico. Este abarca desde la fase inicial de investigación hasta la creación y pruebas del prototipo final.

Investigación y análisis (Semana 1 - Semana 2)

Semana 1-2:

- **Investigación y análisis:** definir el proyecto, evaluar nuestras posibilidades, realizar el anteproyecto, y demás.
- **Diseño del circuito electrónico:** Creación del esquema del circuito que integra el Arduino, los servomotores, y otros componentes.

2. Diseño del prototipo (Semana 3 - Semana 5)

Semana 3-4:

- **Desarrollo del algoritmo de resolución:** Implementación inicial del algoritmo para resolver el cubo Rubik en software.

Semana 5-6:

- **Diseño mecánico:** Especificación del montaje físico del prototipo, considerando cómo se sujetará y girará el cubo Rubik.
- **Documentación de diseño:** Elaboración de diagramas y especificaciones detalladas del diseño.

3. Construcción del prototipo (Semana 6 - Semana 8)

Semana 6:

- **Montaje del circuito en la Protoboard:** Conexión de todos los componentes electrónicos en la protoboard para pruebas iniciales.
- **Programación del Arduino:** Carga del código en el Arduino y pruebas iniciales de funcionamiento.

Semana 7:

- **Construcción de la estructura física:** Montaje del cubo Rubik y los servomotores en la estructura diseñada.
- **Integración del Hardware y Software:** Ensamblaje final del prototipo con todos los componentes en su lugar.

Semana 8:

- **Pruebas Iniciales del Prototipo:** Evaluación del funcionamiento del robot, ajustes en el código y en la mecánica si es necesario.

4. Pruebas y validación (Semana 9 - Semana 10)

Semana 9:

- **Pruebas de resolución del cubo Rubik:** Ejecutar múltiples pruebas para asegurar que el robot resuelva el cubo de manera consistente.
- **Optimización del algoritmo:** Ajustes y mejoras en el algoritmo para reducir el tiempo de resolución, y solucionar posibles errores.

Semana 10:

- **Validación del prototipo:** Validación final del prototipo según los objetivos definidos y pruebas adicionales.
- **Documentación de resultados:** Registro de los resultados obtenidos durante las pruebas.

5. Presentación y Entrega del Proyecto (Semana 10 en adelante)

- **Presentación del prototipo:** Preparación y presentación del prototipo a los profesores.

Recursos necesarios

Respecto a los materiales necesarios, tenemos:

Arduino ([link](#)) = \$ 10.900

Protoboard ([link](#)) = \$ 3.800

2 Servomotores 12kg ([link](#)) = \$ 18.920

2 Capacitores 220uf 16v (trae 10) ([link](#)) = \$ 4.587

Filamento 3d 500g ([link](#)) = \$ 8.500

Cubo Rubik 3x3x3 = (puede ser cualquier cubo, el precio varia)

TOTAL = \$ 46.707

Este sería el costo total de los materiales necesarios para el proyecto, suponiendo que quisiéramos comprar cada componente por nuestra cuenta.

Respecto al equipo humano involucrado; el grupo consta de 3 integrantes, Giordano Tomás, Romero Agustín, Salde Samael.

Evaluación y pruebas

Métodos de Evaluación:

El funcionamiento del prototipo se evaluará a través de una serie de pruebas diseñadas para medir su rendimiento en la resolución del cubo. Estas pruebas incluirán:

- **Pruebas de velocidad:** Se medirá el tiempo que tarda el robot en resolver el cubo desde una configuración aleatoria hasta la solución completa. Se realizarán múltiples

pruebas con diferentes configuraciones para evaluar la consistencia en la velocidad de resolución.

- **Pruebas de precisión:** Se evaluará la precisión del robot en cada uno de sus movimientos, asegurando que no se produzcan errores en la rotación de las caras del cubo.
- **Pruebas de resistencia:** Se someterá al robot a pruebas continuas para evaluar su durabilidad y capacidad para operar durante periodos prolongados sin fallos. Esto incluye pruebas donde el robot resolverá múltiples cubos de forma consecutiva.
- **Pruebas en distintos escenarios:** Se probará el prototipo en distintos escenarios, como en condiciones de baja iluminación, con variaciones de temperatura, y demás para evaluar su desempeño en un entorno variado.

Retroalimentación y Mejora

Para recoger feedback y realizar mejoras al prototipo, se implementará un método basado en la recolección de datos y la evaluación continua:

- **Recolección de datos:** Durante las pruebas de rendimiento, se recopilarán datos detallados sobre cada sesión de resolución, incluyendo tiempos de resolución, errores registrados, y condiciones de operación. Estos datos se almacenarán para un análisis posterior.
- **Análisis de datos y retroalimentación:** Los datos recopilados se analizarán para identificar patrones de fallo o áreas donde se pueda mejorar el rendimiento del robot. Se generarán informes para documentar las áreas que requieren optimización.
- **Ciclo de mejora continua:** Con base en el análisis y la retroalimentación recibida, se realizarán ajustes y mejoras al diseño y software del prototipo. Cada iteración del prototipo será evaluada nuevamente siguiendo los mismos métodos, asegurando un proceso de mejora continua hasta alcanzar los objetivos deseados.

Conclusiones y proyecciones futuras

Impacto potencial

El desarrollo de este proyecto tiene un impacto significativo en varios campos, incluyendo la robótica, la inteligencia artificial y la educación. En el ámbito de la robótica, este proyecto demuestra la capacidad de automatizar tareas complejas que requieren precisión y agilidad, lo que abre posibilidades a aplicaciones en la industria manufacturera, la manipulación de objetos delicados, y la automatización de procesos. En el campo de la inteligencia artificial, el prototipo pone en práctica algoritmos avanzados de solución de problemas y optimización, lo que puede inspirar nuevas investigaciones en el desarrollo de máquinas que puedan aprender y adaptarse a desafíos cambiantes.

En el ámbito educativo, este robot puede servir como una herramienta didáctica para enseñar conceptos de programación, algoritmos, y robótica a los estudiantes.

Proyecciones futuras

Las versiones futuras de este prototipo pueden beneficiarse de diversas mejoras y evoluciones. Algunas de las áreas clave para considerar son:

- **Optimización de velocidad:** Futuros desarrollos podrían centrarse en optimizar aún más los algoritmos de resolución y la mecánica del robot para reducir el tiempo de resolución a niveles competitivos con los mejores robots del mundo.
- **Mejoras en la precisión y robustez:** Con la introducción de sensores de mayor precisión y mejores materiales para la construcción del robot, se podría aumentar la durabilidad y la precisión, reduciendo al mínimo la posibilidad de errores durante la resolución.
- **Ampliación de capacidades:** El robot podría ser adaptado para resolver no solo cubos de Rubik 3x3x3, sino también otras variaciones más complejas como el 4x4x4 o el 5x5x5.