



FACULTAD
DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Plataforma dibujante con reconocimiento de imágenes

Informe de avance 1

Grupo 2

Caciani Toniolo, Melina 02866/1

Chanquía, Joaquín 02887/7

Ollier, Gabriel 02958/4

UNLP

Facultad de Ingeniería

Departamento de Electrotecnia

Taller de Proyecto I (E0306)

15 de octubre de 2024

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
DISEÑO DE HARDWARE	3
COMPONENTES	3
INTERFACES ELÉCTRICAS.....	6
DISEÑO MECÁNICO.....	8
DISEÑO DE SOFTWARE	9
ARQUITECTURA DEL FIRMWARE	9
MODULARIZACIÓN	9
MATERIALES NECESARIOS	11
MÓDULOS DE ELECTRÓNICA.....	11
COMPONENTES MECÁNICOS	11
PARTES IMPRESAS.....	12
CRONOGRAMA PRELIMINAR	12
BIBLIOGRAFÍA	13

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un robot capaz de dibujar figuras geométricas básicas y reconocer dibujos de dichas figuras. De esta manera, el robot puede reconocer y dibujar figuras como círculos, triángulos o cuadrados.

Su modo de funcionamiento básico será el de detectar una figura en el espacio de trabajo, y luego dibujar una forma semejante en otra parte de la hoja.

Además, como objetivo secundario, el robot será capaz de jugar al ta-te-ti, permitiendo una experiencia más entretenida.

Este proyecto también representa una oportunidad para adquirir experiencia en la parte mecánica, un área en la que el equipo no ha trabajado previamente. El proyecto abarca tanto la parte de software, que incluye algoritmos de visión por computadora para el reconocimiento de imágenes, como la parte de hardware, que utiliza motores paso a paso para mover el lápiz que realiza los trazos sobre una superficie.

Con este proyecto, no solo se busca afianzar conocimientos previos sobre programación y algoritmos, sino también establecer una base sólida en la integración de sistemas mecánicos y electrónicos, enfrentando nuevos desafíos dentro del ámbito de la robótica.

DISEÑO DE HARDWARE

COMPONENTES

- **EDU-CIAA-NXP:** La EDU-CIAA-NXP es la placa propuesta por la cátedra para el desarrollo del proyecto. Está basada en el procesador ARM Cortex-M4. Esta placa facilitará la conexión entre los distintos elementos de hardware, interconectando todos los periféricos y controlando el procesamiento de datos. Tiene un costo aproximado de \$90.000.



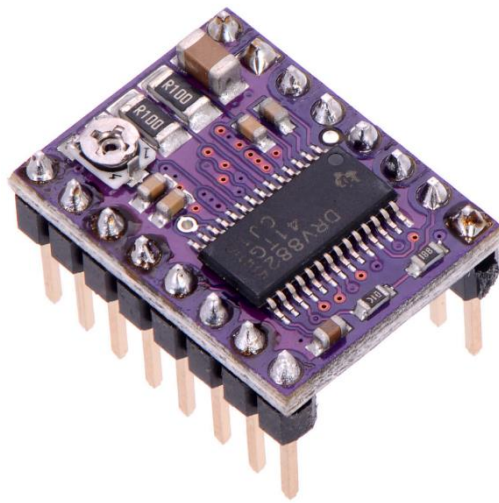
- **Módulo ESP-32 CAM:** El ESP32-CAM es un módulo versátil que integra un microcontrolador ESP32, una cámara OV2640 de 2MP y conectividad Wifi y Bluetooth. Este es el módulo encargado de capturar las imágenes y procesarlas. A diferencia de una cámara web, que suelen depender de una PC o módulos de captura como una Raspberry Pi, el ESP32-CAM opera de forma autónoma, lo que facilita su integración y reduce la necesidad de hardware adicional. Por otra parte, la conectividad Wifi y Bluetooth será muy beneficiosa en el caso de que se decida realizar la interfaz con el usuario mediante una aplicación. Además, es más económico y ligero, lo que lo convierte en una opción ideal para este proyecto, tiene un costo aproximado de \$18.000.



- **Motor Nema 17 (x2):** Los motores Nema 17 son esenciales para controlar el movimiento del cabezal de la máquina dibujante debido a su precisión como motores paso a paso. A pesar de que se necesitan controladores más complejos y costosos en comparación con un motor de corriente continua (DC), los cuales se manejan con sistemas más simples, se eligieron motores paso a paso ya que son más adecuados que los motores DC cuando se requiere un control exacto de los desplazamientos. Cada motor tiene un costo aproximado de \$40.000.



- **Controlador de motor DRV8825 (x2):** El DRV8825 es un controlador especializado para motores paso a paso, que permite un control preciso a través de microstepping mejorando la suavidad del movimiento. Esto nos asegura una mayor precisión en los desplazamientos de la máquina dibujante. Aunque existen alternativas como el ULN2003 o arreglos de transistores, el DRV8825 simplifica el proceso al ofrecer un control más intuitivo y directo para mover el motor por pasos sin la necesidad de configuraciones complicadas, facilitando su integración en el proyecto en comparación con otras soluciones. Cada controlador tiene un valor aproximado de \$3.400.



- **Servo SG90:** El SG90 es un servomotor miniatura de alta calidad. Puede rotar aproximadamente 180 grados, lo que le permite un control preciso en la posición angular ideal para el control del lápiz en la máquina dibujante. Se eligió en lugar del servomotor FUTABA S3003, ya que el SG90 es más liviano y económico. Su costo aproximado es de \$3900.



INTERFACES ELÉCTRICAS

ELEMENTO	TENSIÓN DE OPERACIÓN	CORRIENTE MÁXIMA	CORRIENTE EN STANDBY
Placa ESP32	5V	310 mA	<10mA
Motor Nema 17	12V	2A	<10mA
Servo SG90	5V	680mA	<10mA
DRV8825	8.2V a 45V	30mA	<1mA

Para el correcto funcionamiento del sistema, se seleccionó una fente switching AC-DC de 220V a 12V/2A como fuente de alimentación principal. Aunque los cálculos teóricos sugieren que el consumo total del sistema podría llegar a valores cercanos a los **5A**, en la práctica, los motores Nema 17 no alcanzan su corriente máxima de **2A** de manera continua, ya que solo deben mover una estructura liviana. Por lo tanto, no se espera que los motores demanden toda su capacidad de corriente de forma sostenida.

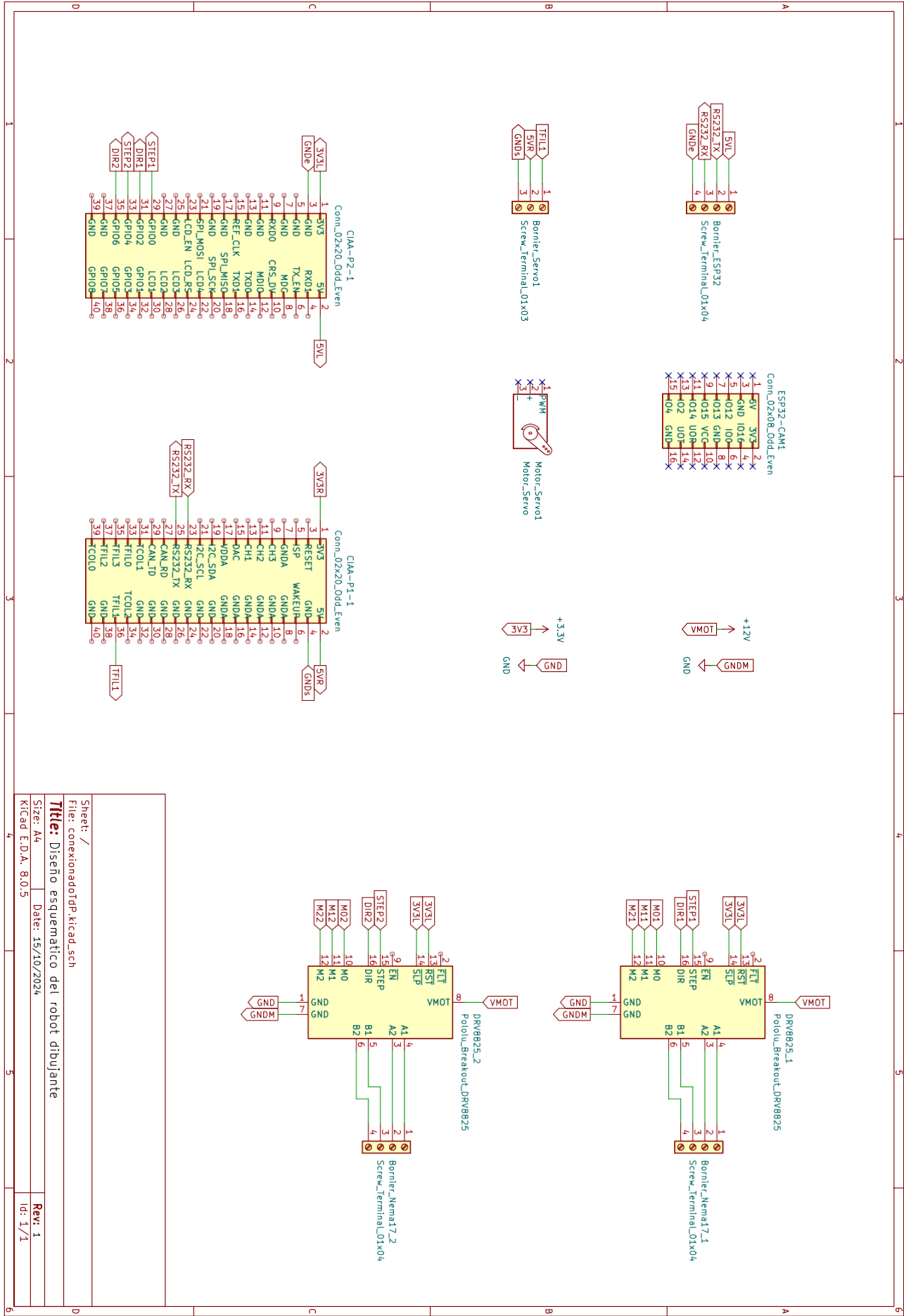
Al investigar proyectos similares, se observó que se utiliza esta misma fuente de alimentación con éxito para una configuración parecida. Esto permite concluir que una fuente de **12V/2A** es suficiente para alimentar todo el sistema sin riesgo de sobrecargar los componentes ni causar sobrecalentamiento en los motores.

Además, la elección de esta fuente se fundamenta no solo en su capacidad para proporcionar el voltaje y la corriente necesarios, garantizando la estabilidad del sistema, sino también en que no se requiere portabilidad. Al tratarse de una máquina fija que realiza dibujos, la alimentación constante desde una fuente conectada a la red es adecuada y funcional para los requisitos del proyecto.

La EDU-CIAA será la fuente principal de control y alimentación para los periféricos de menor consumo como el ESP32-CAM y el servo SG90. Ambos componentes se conectarán a los pines de salida de 5V de la EDU-CIAA. Esto simplifica el esquema de alimentación, eliminando la necesidad de fuentes externas adicionales, ya que la EDU-CIAA puede manejar los requerimientos de corriente y voltaje de estos dispositivos de baja potencia. El ESP32-CAM y el servo SG90 se alimentarán directamente a través del pin de 5V de la EDU-CIAA. Ambos componentes tienen un consumo que se encuentra dentro de los límites que la EDU-CIAA puede proporcionar, permitiendo que esta gestione su alimentación sin riesgo de sobrecarga.

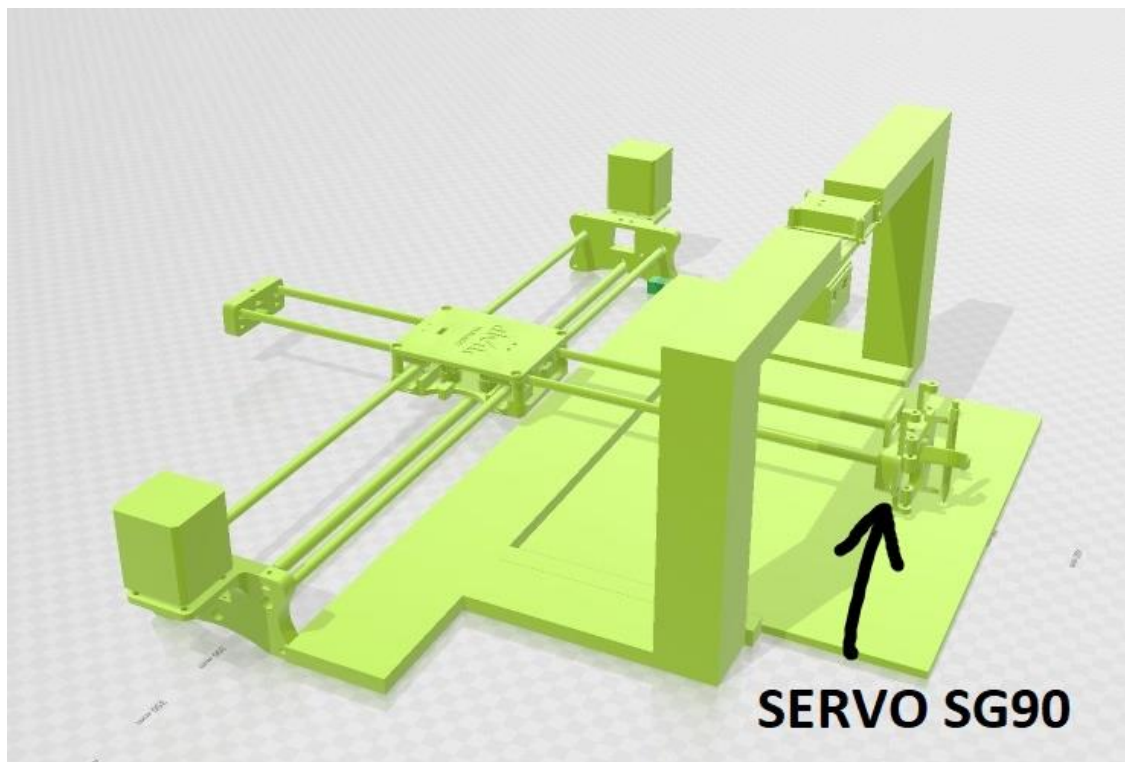
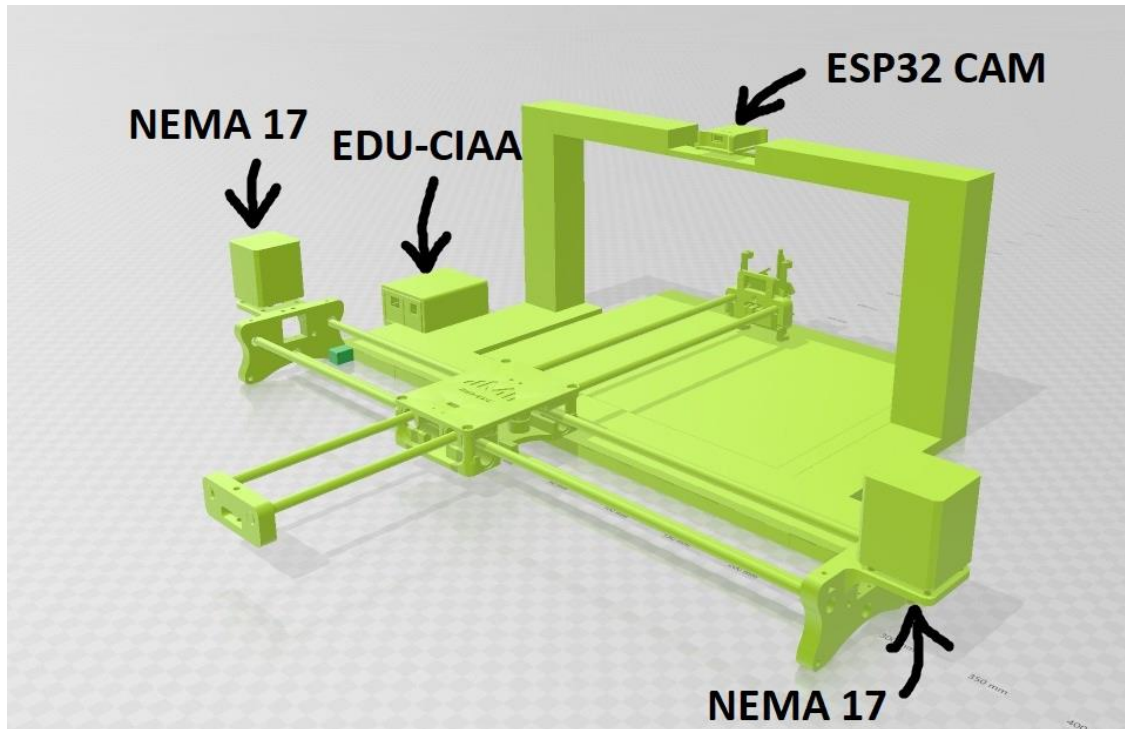
CIRCUITO ESQUEMÁTICO

En el siguiente diseño esquemático se muestran las conexiones necesarias para el funcionamiento de la plataforma dibujante. En la parte inferior izquierda se encuentran las dos tiras de pines correspondientes a la EDU-CIAA, por encima de esta se encuentran un servo y la ESP32-CAM. A la derecha se encuentran ambos controladores de motor DRV8825 y conexiones para poder conectar cada uno de los motores.



DISEÑO MECÁNICO

A continuación, se presenta el modelo de la estructura del sistema. Puede llegar a sufrir modificaciones a lo largo de su desarrollo, pero este es el diseño preliminar ideado.



DISEÑO DE SOFTWARE

ARQUITECTURA DEL FIRMWARE

Se eligió una arquitectura **RTOS** (Sistema Operativo en Tiempo Real). Esta arquitectura permitirá gestionar mejor las tareas que ocurren simultáneamente, ya que su implementación trae ventajas como la priorización de tareas, escalabilidad, concurrencia de tareas, manejo eficiente de interrupciones y temporización.

MODULARIZACIÓN

El software se organizará en módulos que aseguran que cada función del sistema pueda desarrollarse, probarse y mantenerse de manera independiente. Esto promueve una alta cohesión dentro de cada módulo y minimiza la dependencia entre ellos, favoreciendo la reutilización y el escalamiento del proyecto. Además de los módulos enumerados a continuación, obviamente existirá un módulo integrador (main) que coordine la interacción entre los módulos y dirija el flujo de trabajo.

- **RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES**

Este módulo procesará las imágenes capturadas por la ESP32-CAM para identificar figuras geométricas básicas. Se utilizará la plataforma de Arduino, junto con sus librerías, para facilitar el procesamiento de las imágenes. Se obtendrán las imágenes mediante las librerías del ESP32-CAM, y se procesarán utilizando un algoritmo de inteligencia artificial de [Edge Impulse](#), lo que permite reconocer la figura geométrica. El resultado obtenido se comunicará a la EDU-CIAA para su posterior procesamiento. El enfoque de este módulo será el área a la que se le dedicará más esfuerzo en este proyecto.

- **COMUNICACIÓN**

Este módulo manejará la comunicación entre los dos microcontroladores, enviará las imágenes capturadas al módulo de reconocimiento de imágenes para el procesamiento. Utilizará protocolo UART para enviar y recibir datos de manera eficiente.

- **CONTROL DE MOTORES**

Este módulo se encargará de manejar el movimiento de los motores paso a paso, los cuales controlan los ejes del robot que dibuja. Su función es convertir las instrucciones de dibujo, que provienen del sistema de reconocimiento de imágenes, en órdenes precisas para los motores, determinando tanto la cantidad de pasos como la dirección en la que deben moverse.

- **INTERFAZ DE USUARIO**

Este módulo se encargará de la interacción con el usuario para poder definir el modo de funcionamiento o para indicarle al jugador el siguiente paso que debe realizar. Aunque aún no se ha definido completamente cómo se implementará la interfaz, se está evaluando la posibilidad de utilizar la aplicación [MIT App Inventor](#) en conjunto con la conectividad Bluetooth del módulo ESP32. Esto permitiría que el usuario controle el robot desde un dispositivo móvil de manera inalámbrica, facilitando una experiencia de uso intuitiva y sin cables. De todas formas, esto no está completamente definido ya que no es una prioridad del proyecto, pero se contempla esta posibilidad.

- **JUEGO**

Este módulo tendrá la lógica del juego TA-TE-TI, que interactúa tanto con el sistema de control de motores como con el de reconocimiento de imágenes. El juego se controla a partir de las imágenes detectadas por la ESP32-CAM y ejecuta movimientos de acuerdo con las reglas del juego.

- **MODO DE PRUEBA**

Este módulo contendrá la lógica de la función de testeo de funcionamiento, en la cual se pide al jugador dibujar una figura en una sección de la hoja para posteriormente ser copiada por el robot dibujante.

MATERIALES NECESARIOS

A continuación se enumeran los elementos necesarios para llevar a cabo este proyecto, obviando materiales como tornillos, tuercas, cables, resistencias, capacitores, etc.

MÓDULOS DE ELECTRÓNICA

- 1 EDU-CIAA-NXP
- 1 ESP-32 CAM
- 2 DRV8825
- 2 Motor NEMA17 Double
- 1 Servo SG90

COMPONENTES MECÁNICOS

- 2x varilla de rodamiento lineal M8 x 450 mm (eje X)
- 2x varilla de rodamiento lineal M8 x 350 mm (eje Y)
- 2x varilla lineal M3 x 75 mm (eje Z)
- 1x varilla roscada M8 x 480 mm (soporte)
- 8x rodamientos lineales LM8UU
- 2x polea GT2 16 dientes
- 1x correa GT2 de 2000 mm
- 5x rodamientos 624zz
- 4x idler_18x13x6_01.stl

PARTES IMPRESAS

- Estructura eje Y delantero
- Estructura eje Y trasero
- Estructura eje X delantero
- Estructura eje X trasero
- Soporte lapicera
- Eje central superior
- Eje central inferior
- Soporte motor (x2)

CRONOGRAMA PRELIMINAR

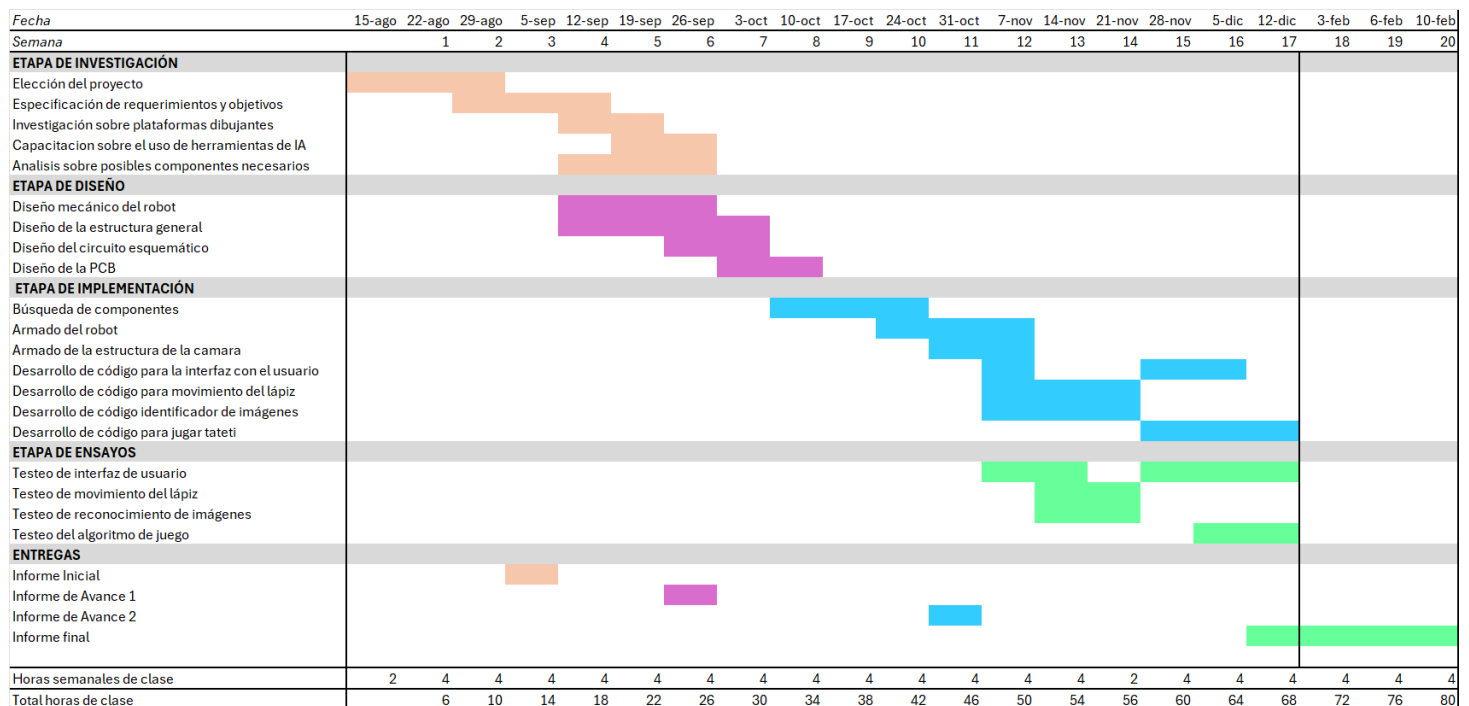


diagrama de Gantt

BIBLIOGRAFÍA

- CIAA: <https://www.proyecto-ciaa.com.ar/index.html>
- Estructura robot dibujante: <https://www.thingiverse.com/thing:2349232>
- Edge impulse: <https://edgeimpulse.com/>
- MIT App Inventor: <https://appinventor.mit.edu/>

Especificaciones Técnicas

- [ESP32](#)
- [DRV8825](#)
- [Motor Nema 17](#)
- [Servo SG90](#)

Herramientas utilizadas

- [KiCad](#)
- [3D Builder](#)