



# **Universidad Tecnológica de la Mixteca**

## **Autómatas Programables**

Dr. Antonio Orantes Molina

### **PROYECTO**

“Automatización del proceso de mezclado y vertido de cemento”

### **Integrantes**

Chávez Urbano Erick

López Vázquez Adamari Monserrat

Márquez Oropeza José Rodrigo

Niño Galindo Pamela Esmeralda

### **Grupo:**

814-B

### **Semestre 2023-B**

Huajuapán de León, Oaxaca. 04 de julio de 2023.

## **Introducción**

La divergencia y convergencia en "Y", a las que llamaremos conjuntamente bifurcación en "Y", forman una estructura en las que existen los siguientes elementos [9]:

- Una divergencia en "Y" en la que se inician varios caminos o subprocesos que deben iniciarse simultáneamente cuando se cumpla una determinada condición de transición común.
- Una serie de caminos simultáneos con una macroestructura lineal, aunque pueden contener otras estructuras más complejas.
- Una o más confluencias en "Y" de dichos caminos, de manera que la macroestructura debe ser globalmente cerrada.
- Las propiedades que cumplen las convergencias y divergencias en "Y" son las siguientes:
- A partir del punto de divergencia el proceso evolucionará por varios caminos a la vez, ejecutando varias tareas simultáneamente.
- La condición de transición para iniciar las tareas simultaneas es única y común para todas ellas.
- La convergencia en "Y" impone de por si una condición de transición: todas las tareas que confluyan deben haber terminado para que el proceso pueda continuar.

## **Objetivo General**

Diseñar un programa en LADDER utilizando GRAFCET para automatizar el proceso de la mezcla y vertido de 2 vagonetas que deben encontrarse de manera simultanea para lograr la mezcla de 2 componentes.

## **Objetivos Específicos**

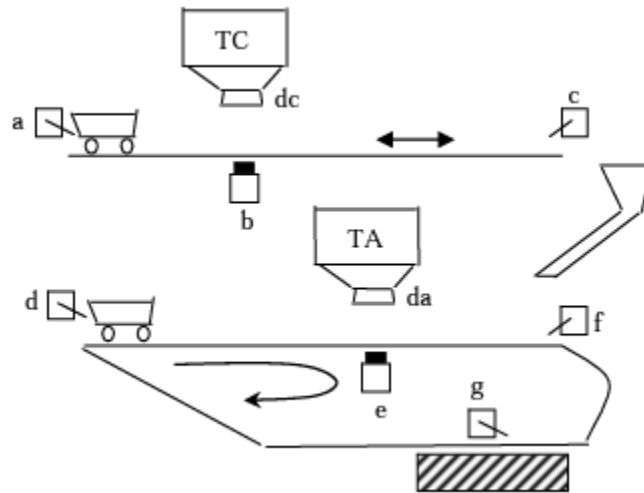
- Manejar la herramienta CODESYS.
- Manejar CADE SIMU.
- Comprender el manejo de los GRAFCET con estructura de tipo "Y".
- Definir los ESTADOS del proceso.
- Implementar los tres niveles de GRAFCET.
- Traducir del modelo en GRAFCET a lenguaje LADDER.
- Implementar en GRAFCET los paros del sistema.
- Implementar en GRAFCET el paro al final del ciclo.
- Implementar en GRAFCET la congelación del automatismo.
- Diseñar e implementar una maqueta que presente el proceso.

## **Material y equipo**

- Computadora o Laptop.
- Cable USB/PPI.
- MicroWin Step7.
- Herramienta CODESYS.
- Software CADE SIMU.
- PLC Gama S7200.
- SIMULADOR S7200.
- Autodesk Fusion 360
- Arduino Uno
- 1.5 kg de filamento para impresión 3D
- 1 tabla de madera
- 11 tornillos M3x12
- 7 relés 5V DC a 10A
- 7 sensores efector Hall
- Cable estañado para circuitos electrónicos
- Cautín y estaño
- 2 placas perforadas
- 1 puente H
- 1 motorreductor tipo pololu
- 2 motorreductor amarillo
- 1 lija de agua 120
- Papel contact color negro
- 1 PLC
- 7 resistencias 330 ohms
- 7 leds
- 4 imanes
- Mangueras
- 2 Micro bombas de agua
- Resistencias 3.3 K ohms

## Desarrollo de la práctica

1. Se pretende producir y volcar una mezcla de cemento en la zona rectangular rayada que aparece en la figura y que viene marcada por un sensor fin de carrera g. Para ello, se dispone de un sistema con dos vagonetas que transportarán cemento y agua almacenados en las tolvas C y A (con accionadores TC y TA respectivamente que provocan su vertido). Ambas tolvas constan de dosificadores (dc y da) para indicar que se dispone de la cantidad suficiente de material.



*Figura 1. Proceso de mezclado mediante 2 vagonetas.*

El ciclo comienza con el accionamiento de un pulsador de arranque PON (por flanco), siempre y cuando las vagonetas se encuentren en los puntos A y D (correspondientes a los sensores a y d). La vagoneta que cubre el trayecto AC tiene un motor en ambos sentidos con accionadores MD1 y MI1 y debe detenerse en la tolva de cemento para recibir la carga. Después se dirige a C donde, mediante el accionamiento VOL, volcará su contenido sobre la vagoneta que está en el circuito inferior. Dicho volcado solo puede producirse cuando la otra vagoneta se halle debajo (punto F) y finalizará cuando se active el sensor fvol.

La vagoneta inferior solo tiene un accionador de marcha a derechas (MD2). Debe comenzar su recorrido cuando la otra vagoneta esté situada encima de la tolva de cemento y se detendrá en la tolva de agua para después dirigirse al punto F para recibir el cemento. Al finalizar el llenado, la vagoneta superior debe retornar al punto A inicial mientras que la inferior activa su molinete (accionador MOL) al mismo tiempo que se dirige a la zona de descarga G. Tras producirse la descarga de la mezcla (accionador DES y sensor de finalización fdes), la vagoneta inferior se dirige al punto D para terminar el ciclo.

2. Se implementa el GRAFCET de nivel 1.
3. Se traduce a lenguaje LADDER.
4. Se edita en STEP7 MicroWin.
5. Se utiliza el SIMULADOR S7200 y PC SIMU para simular el proceso.
6. Se verifica el funcionamiento con el PLC real y PC SIMU.
7. Para la elaboración de la maqueta que mostrará el funcionamiento del proceso, se diseña el modelo 3D del proceso en Autodesk Fusion 360.
8. Una vez terminado el diseño y comprobado el óptimo rendimiento para el proceso, se procede a realizar la construcción de la maqueta. En este caso, las piezas fueron elaboradas en impresión 3D.
9. Obtenidas las piezas, se realiza el ensamblado y montaje.

10. Se procede a realizar el armado de los circuitos correspondientes para el correcto funcionamiento de sensores y actuadores.
11. Se verifica el funcionamiento con el PLC real y la maqueta.

## RESULTADOS

Diseño del GRAFCET del proceso del sistema.

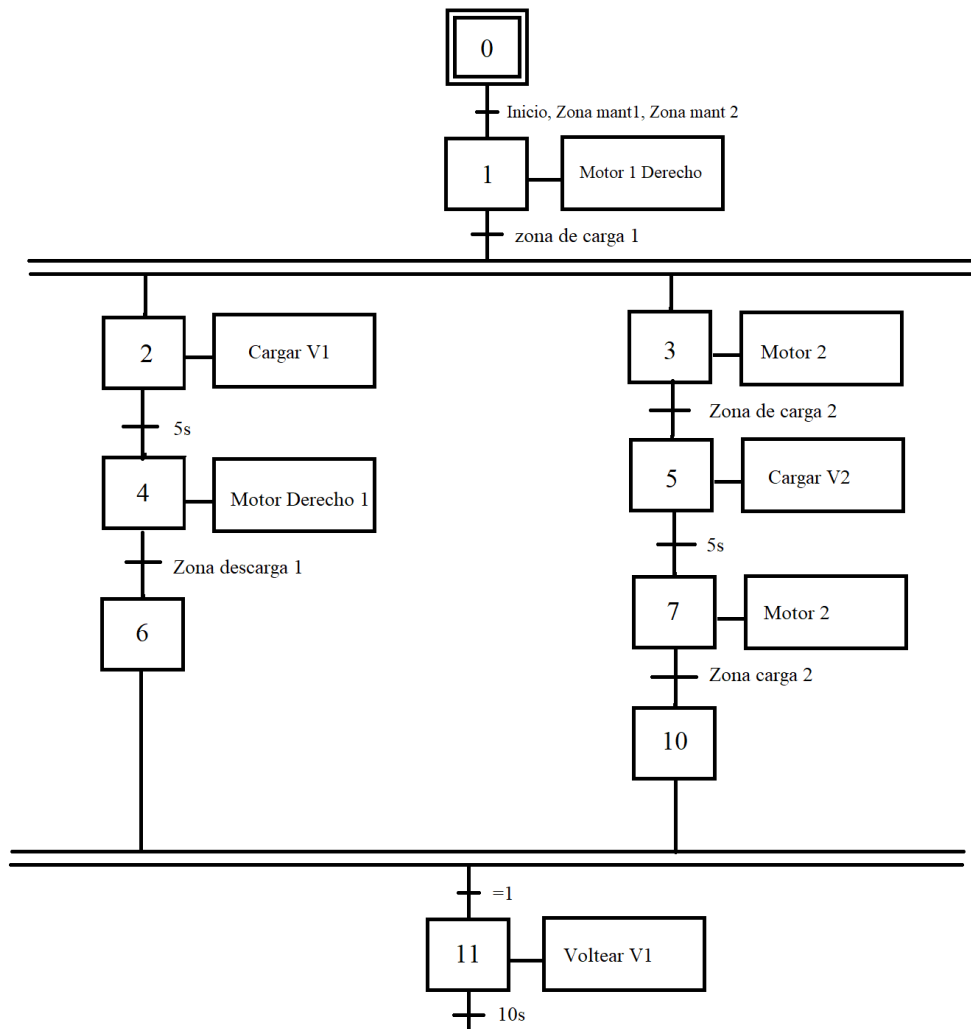


Figura 2. GRAFCET nivel 1 del proceso de mezclado (parte 1).

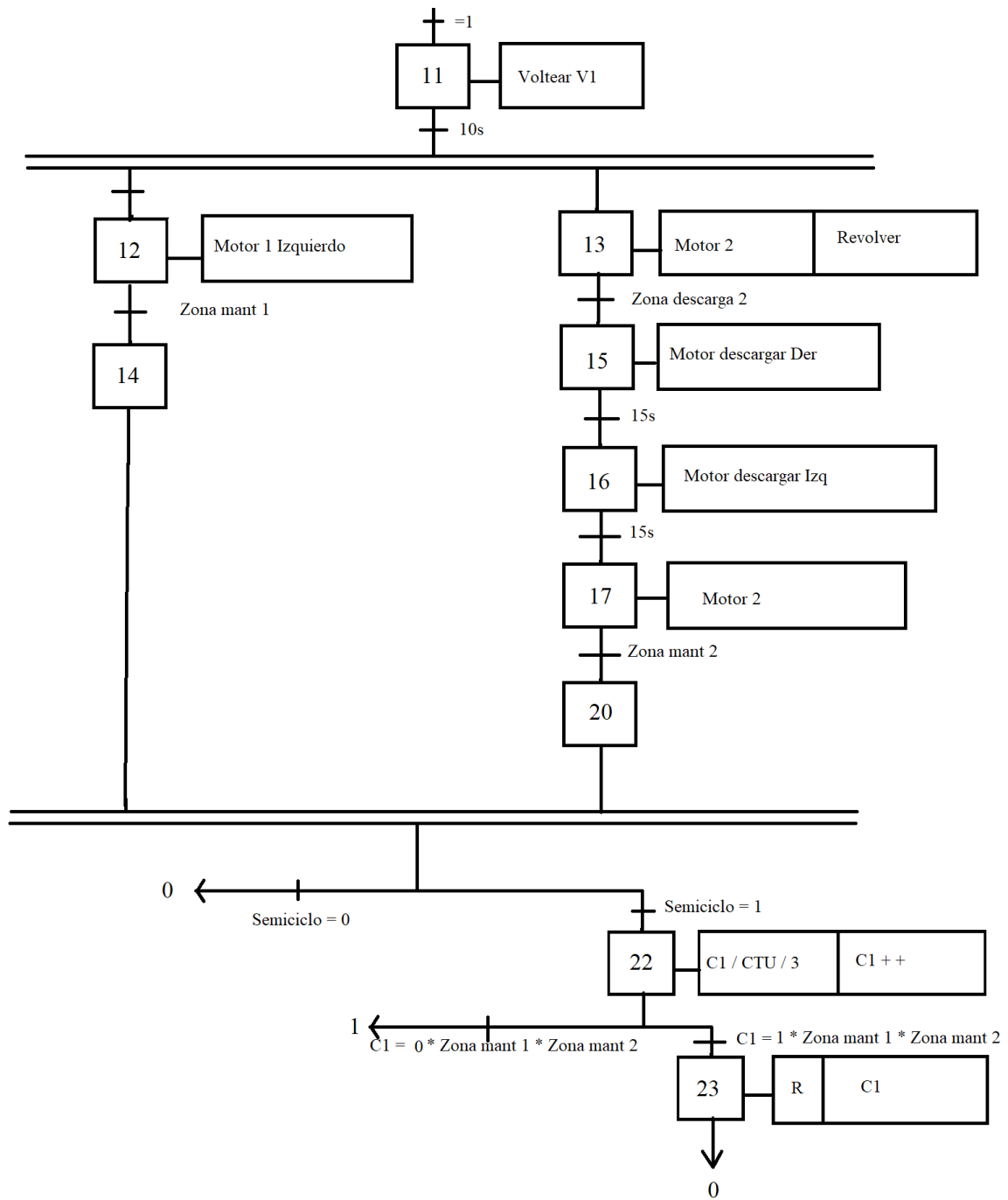
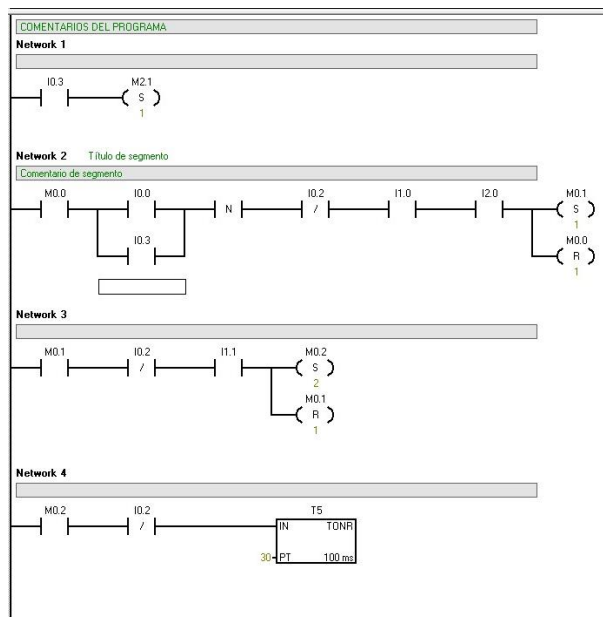


Figura 3. GRAFCET nivel 1 del proceso de mezclado (parte 2).

## Implementación del GRAFCET en Lenguaje LADDER para programar el PLC.

		Símbolo	Dirección	Comentario
1			I0.0	BOTON INICIO
2			I0.1	PARO EMERGENCIA
3			I0.2	PASMAR
4			I0.3	SEMICICLO
5			I1.0	ZONA DE MANTENIMIENTO 1
6			I1.1	ZONA DE LLENADO 1
7			I1.2	ZONA DE DESCARGA 1
8			I2.0	ZONA DE MANTENIMIENTO 2
9			I2.1	ZONA DE CARGA 2
10			I2.2	ZONA DE DESCARGA 2
11			Q1.0	GIRA MOTOR 1 DERECHA
12			Q0.1	GIRA MOTOR 2 DERECHA
13			Q0.2	GIRA MOTOR 1 SELECCION
14			Q1.1	GIRAR MOTOR 1 IZQUIERDA
15			Q0.3	CARGA VAGON 1
16			Q0.4	CARGA VAGON 2
17			Q0.5	DESCARGA VAGON 1
18			Q0.6	DESCARGA VAGON 2 SELECCION
19			Q1.2	MOTOR DESCARGA DERECHA
20			Q1.3	MOTOR DESCARGA IZQUIERDA
21			Q0.7	MEZCLADOR VAGON 2

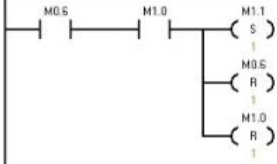
Tabla 1. Tabla de símbolos en el programa.



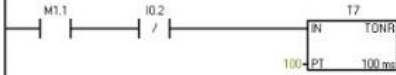




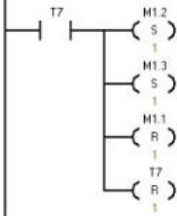
Network 11



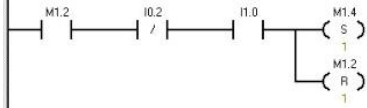
Network 12



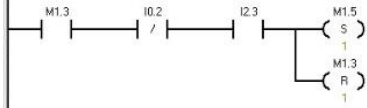
Network 13



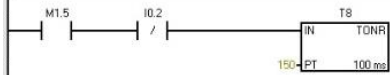
Network 14



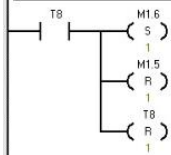
Network 15



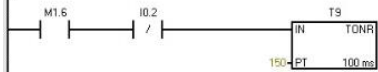
Network 16



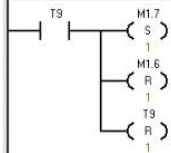
Network 17



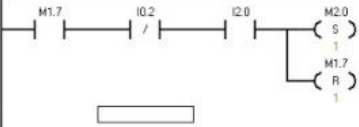
Network 18



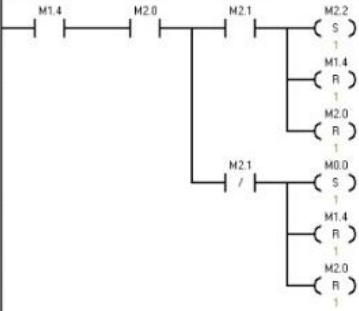
Network 19



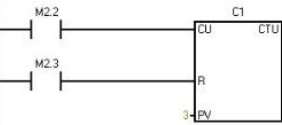
Network 20



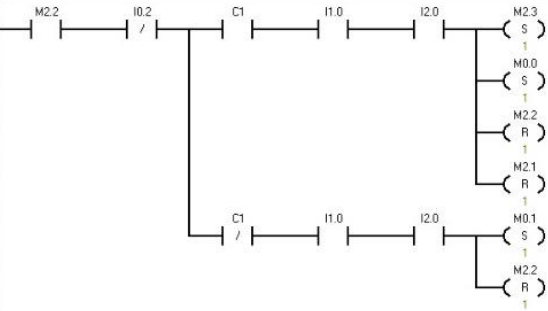
Network 21



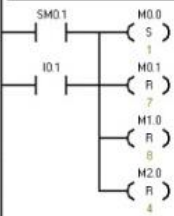
Network 22



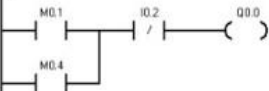
Network 23

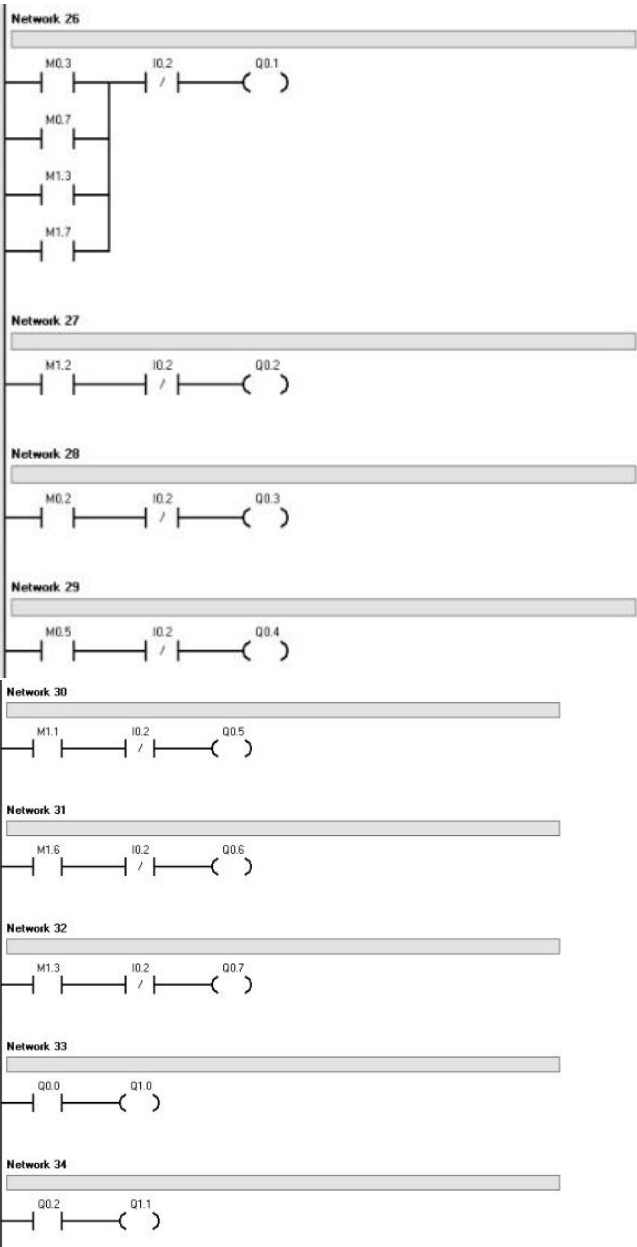


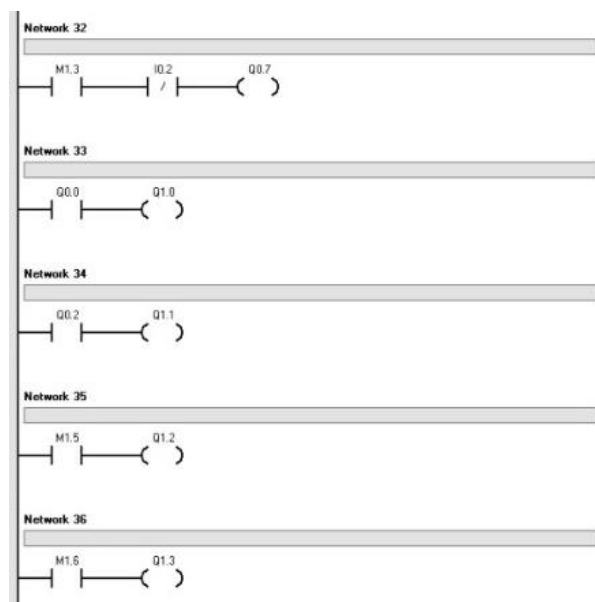
Network 24



Network 25







## Simulación

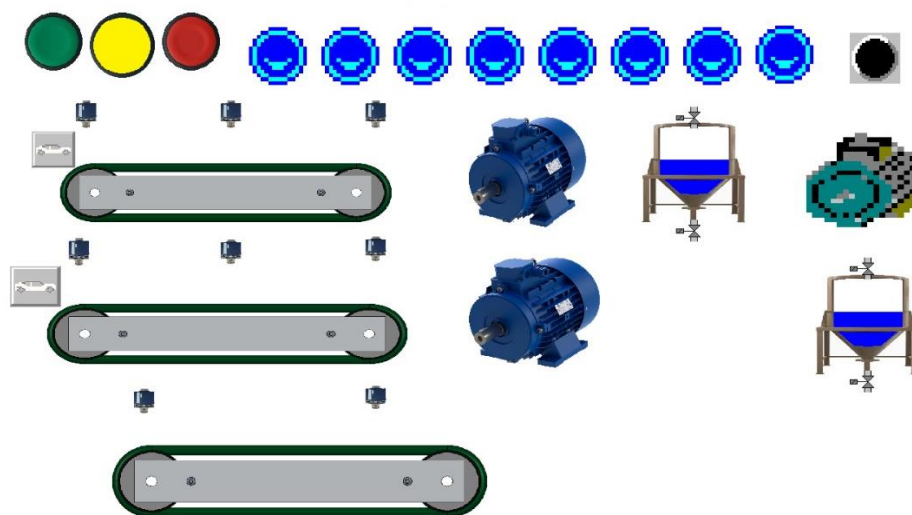
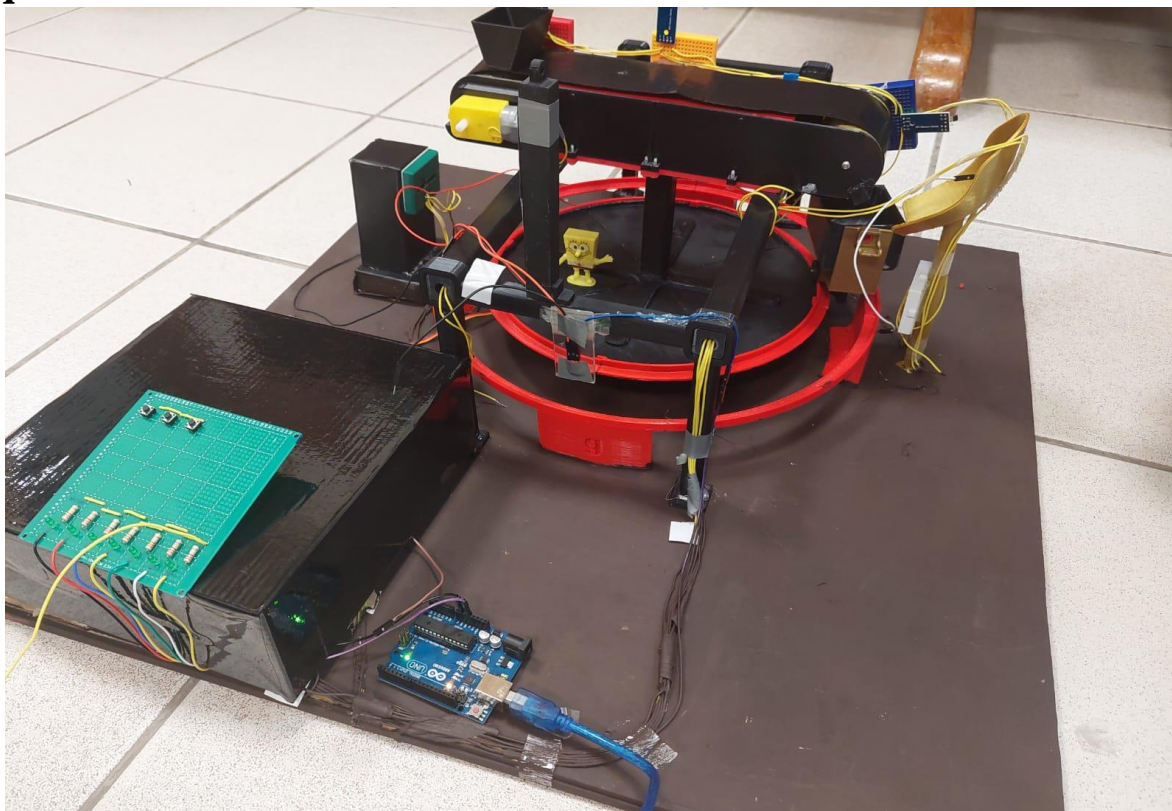


Figura 4. Simulación en programa PC\_SIMU.

## Maqueta



*Figura 5. Maqueta del proceso de mezclado.*

## **Conclusiones**

El diseño de un GRAFCET y programa en LADDER proporciona una metodología estructurada y eficiente para controlar y automatizar procesos industriales, como el proceso de mezclado en este caso. La utilización de un PLC (Controlador Lógico Programable) resulta una opción adecuada para implementar el control de un proceso automatizado debido a su capacidad de manejar entradas y salidas digitales y analógicas, su flexibilidad y su confiabilidad. El uso de un GRAFCET permite representar de manera clara y comprensible el flujo de operaciones del proceso, lo que facilita la programación y el mantenimiento del sistema automatizado. La programación en LADDER es una forma tradicional y ampliamente utilizada de programar PLC's, debido a su sencillez y similitud con los esquemas de relés y contactores utilizados en la lógica de control eléctrica. La maqueta del proceso automatizado resulta una herramienta útil para simular y probar el funcionamiento del sistema antes de su implementación en un entorno industrial real. Permite identificar posibles errores o mejoras en el diseño y realizar ajustes necesarios. La implementación del GRAFCET y el programa en LADDER en el PLC, junto con la maqueta, demuestran la viabilidad y eficacia del diseño propuesto para el proceso de mezclado automatizado. Se logra el control adecuado de las etapas del proceso y se asegura la calidad y consistencia del producto final. Se puede decir que la parte más difícil de este proyecto fue la implementación de un sistema de 2 pisos dada la complejidad para las conexiones eléctricas con el plc no debían estar cruzadas en medio del sistema. En resumen, el proyecto de diseño de un GRAFCET y programa en LADDER para un proceso mezclado automatizado con PLC y la elaboración de su maqueta demuestra la eficacia y utilidad de la automatización industrial para mejorar la eficiencia, la calidad y la consistencia de los procesos productivos.

## **Bibliografía**

[9] Automatización problemas resueltos con autómatas programables. J. Pedro Romera, J. Antonio Lorite, Sebastián Montoro. Editorial Paraninfo. 1994.

# Anexos

## Planos de diseño

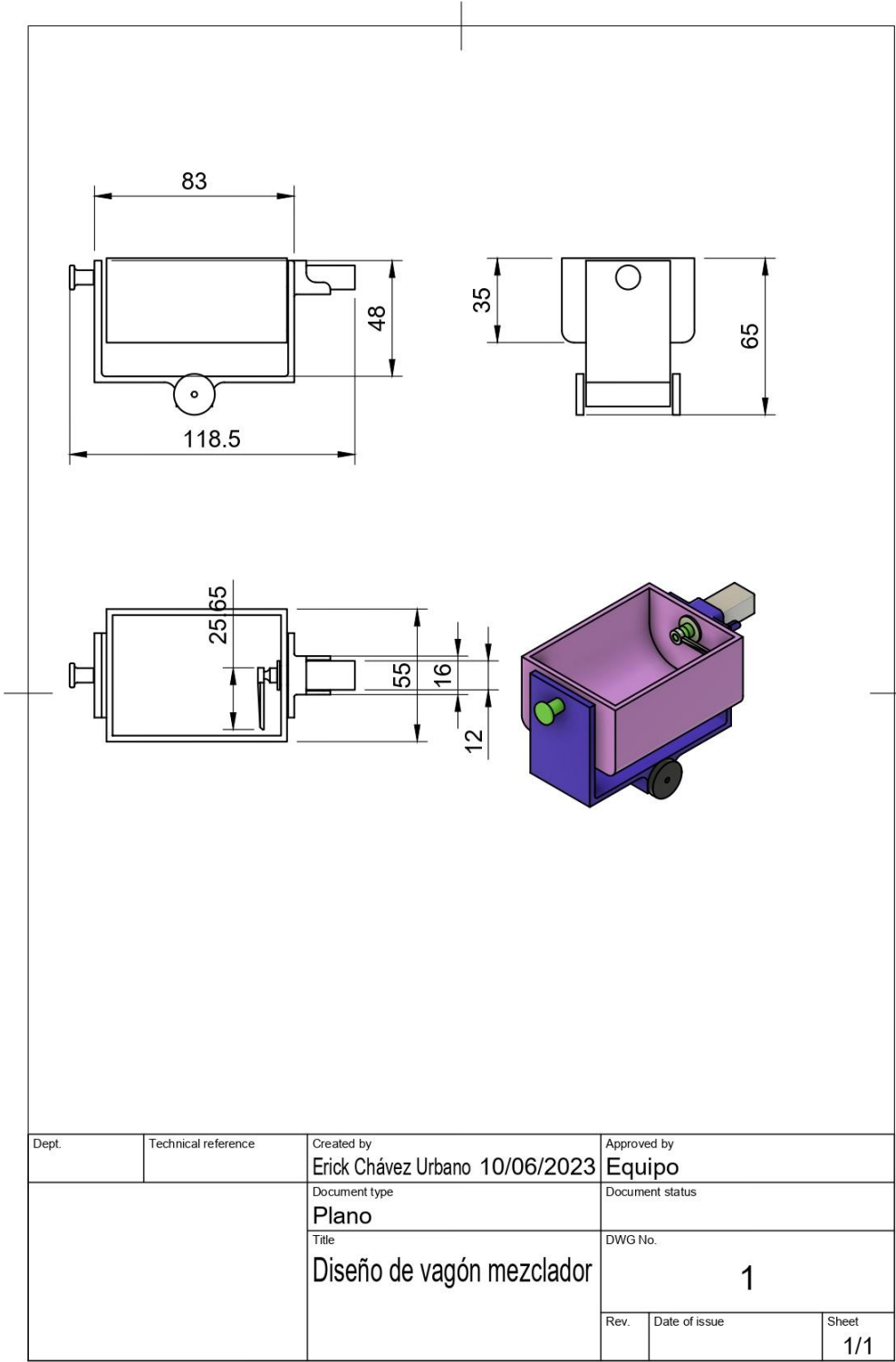
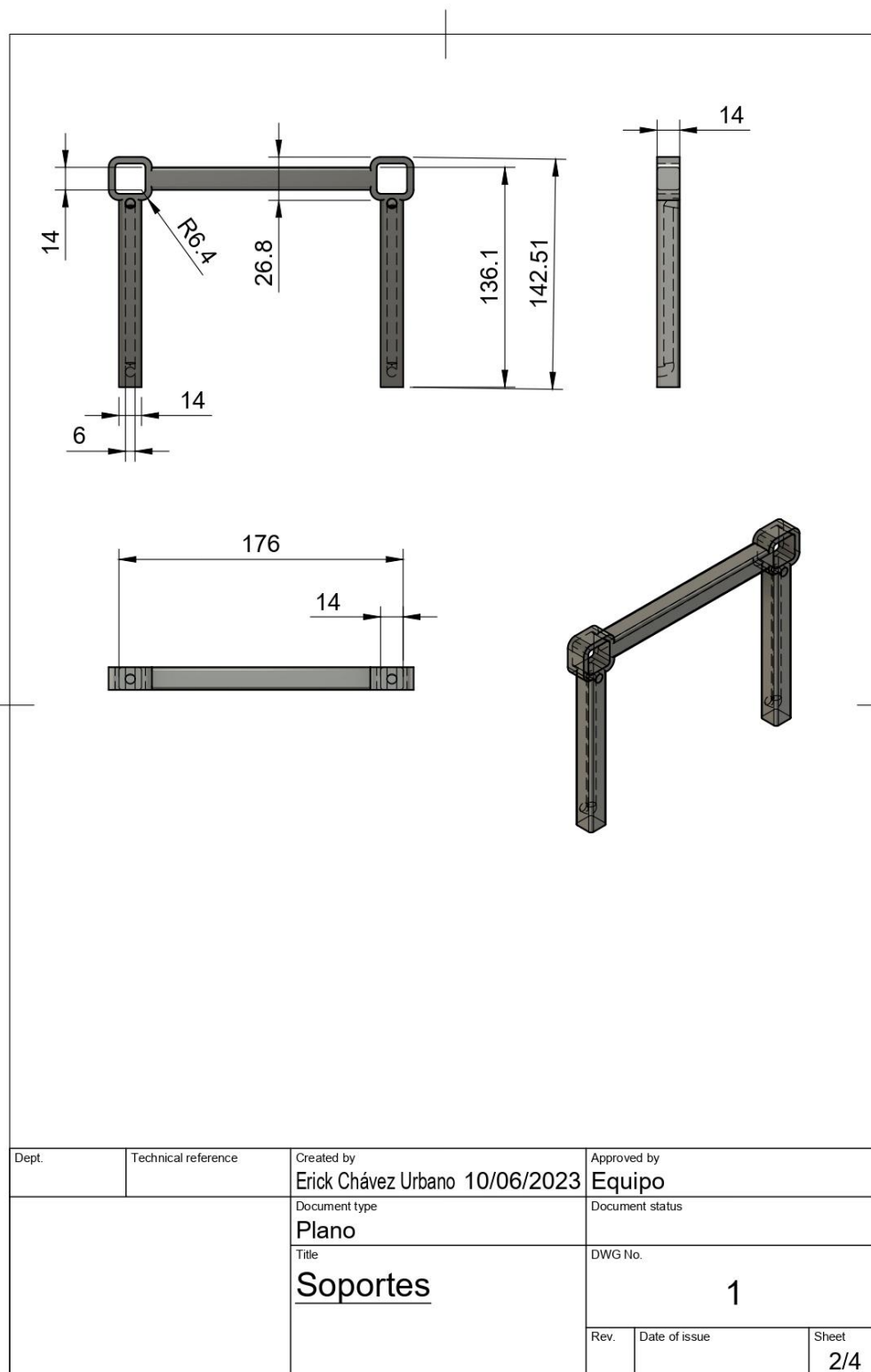


Figura 6. Plano de vagón.

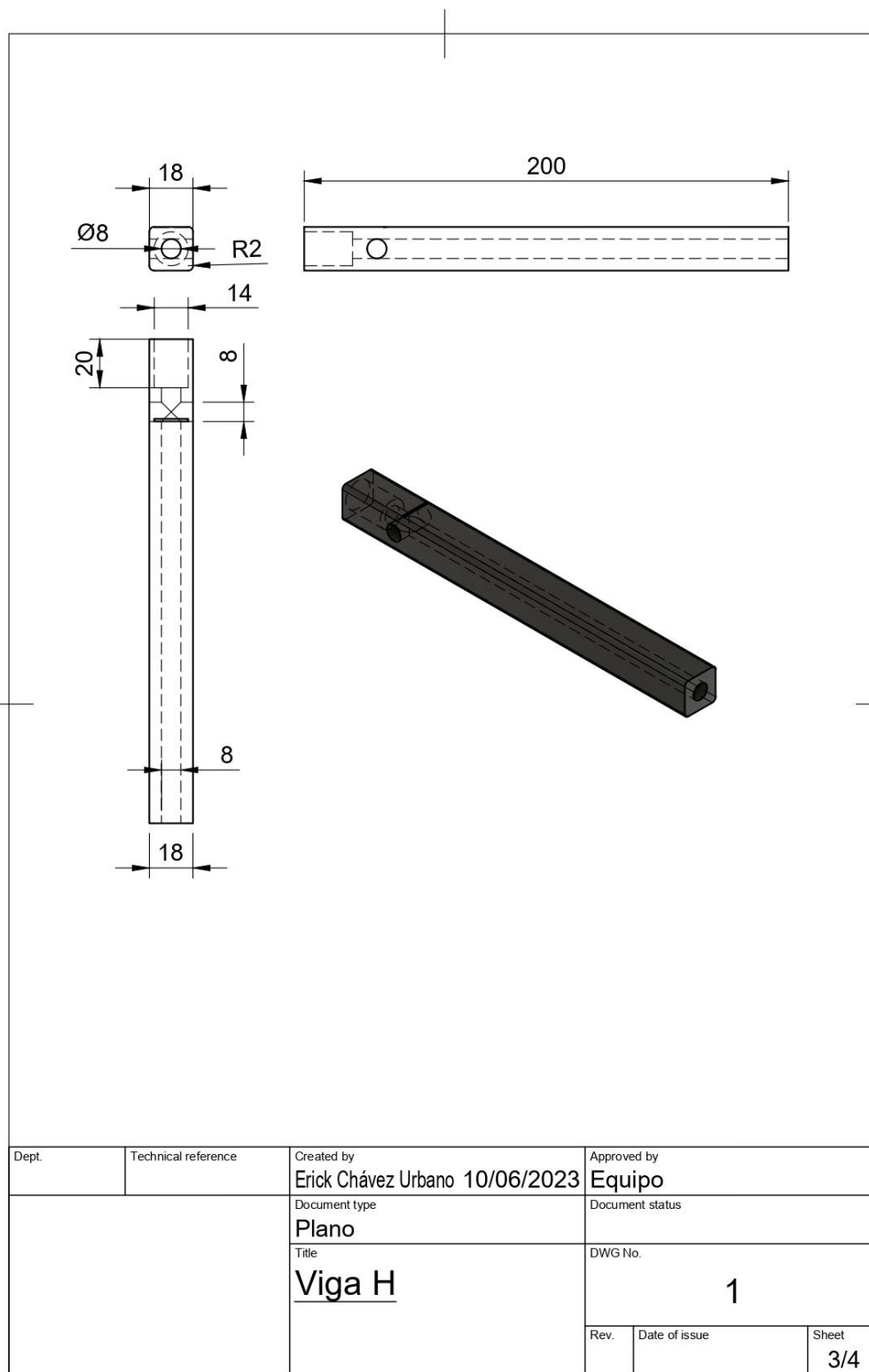






Dept.	Technical reference	Created by Erick Chávez Urbano 10/06/2023	Approved by Equipo
		Document type <b>Plano</b>	Document status
		Title <b>Soportes</b>	DWG No. <b>1</b>
		Rev.	Date of issue Sheet <b>2/4</b>

Figura 8. Plano de soportes.



Dept.	Technical reference	Created by Erick Chávez Urbano 10/06/2023	Approved by Equipo
		Document type Plano	Document status
		Title Viga H	DWG No. 1
		Rev.	Date of issue Sheet 3/4

Figura 9. Plano de viga H.

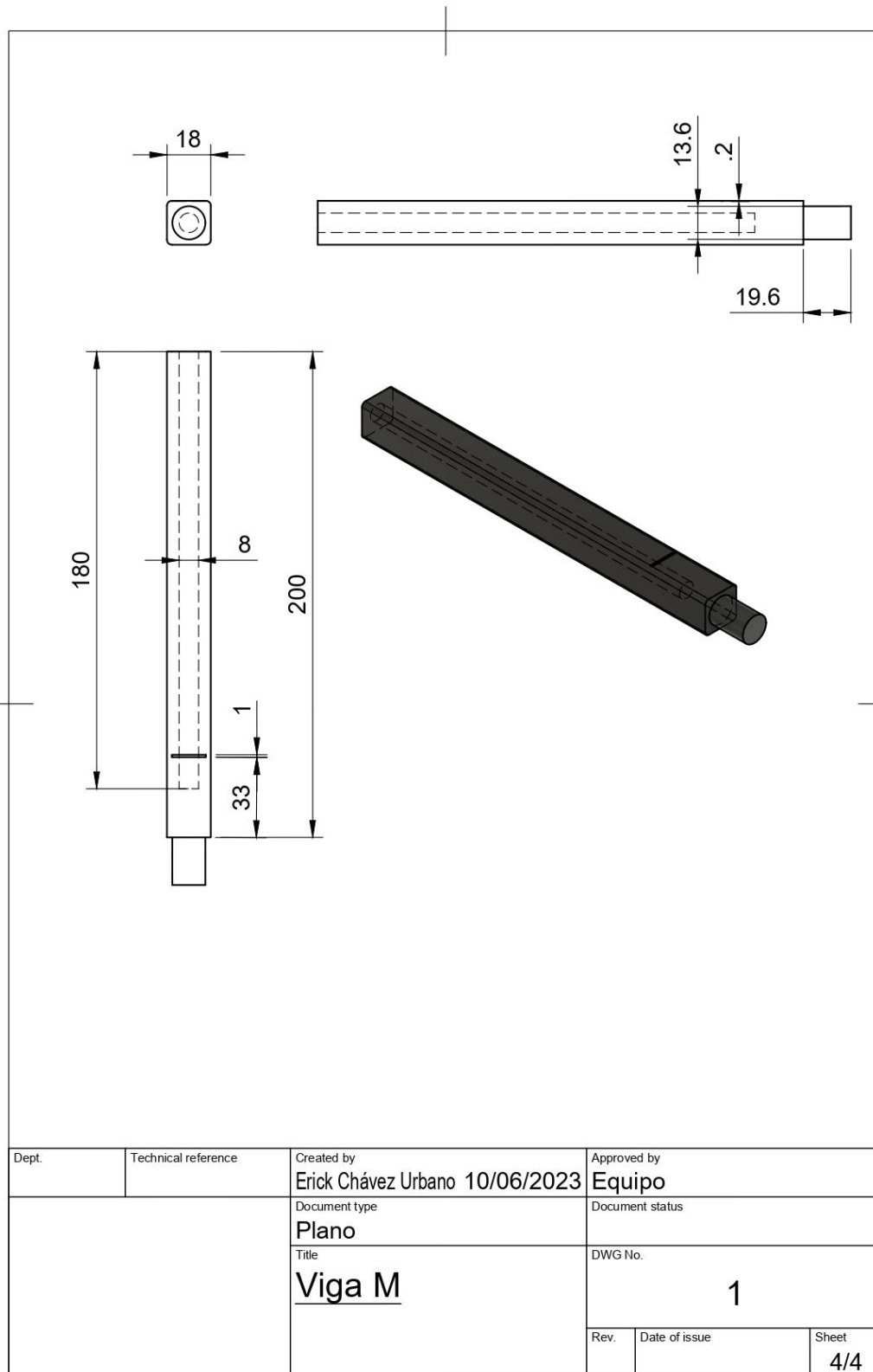
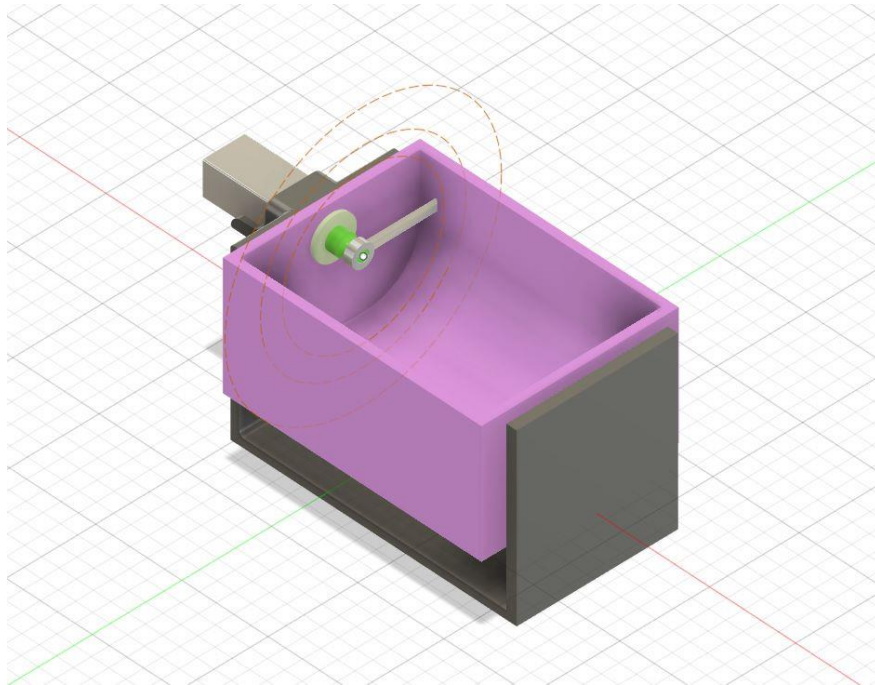
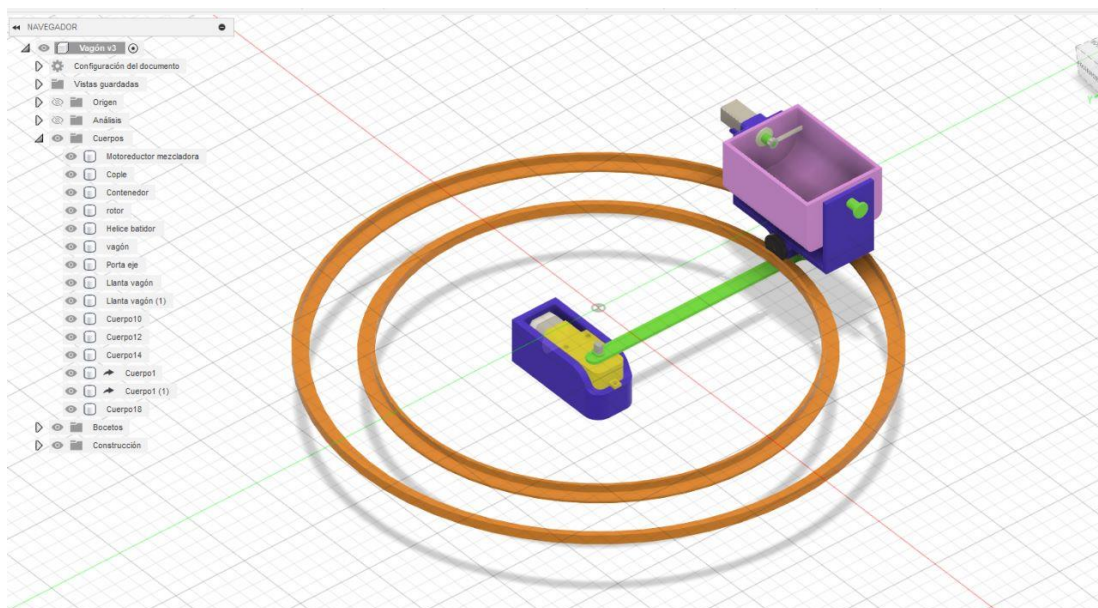


Figura 10. Plano de viga M.

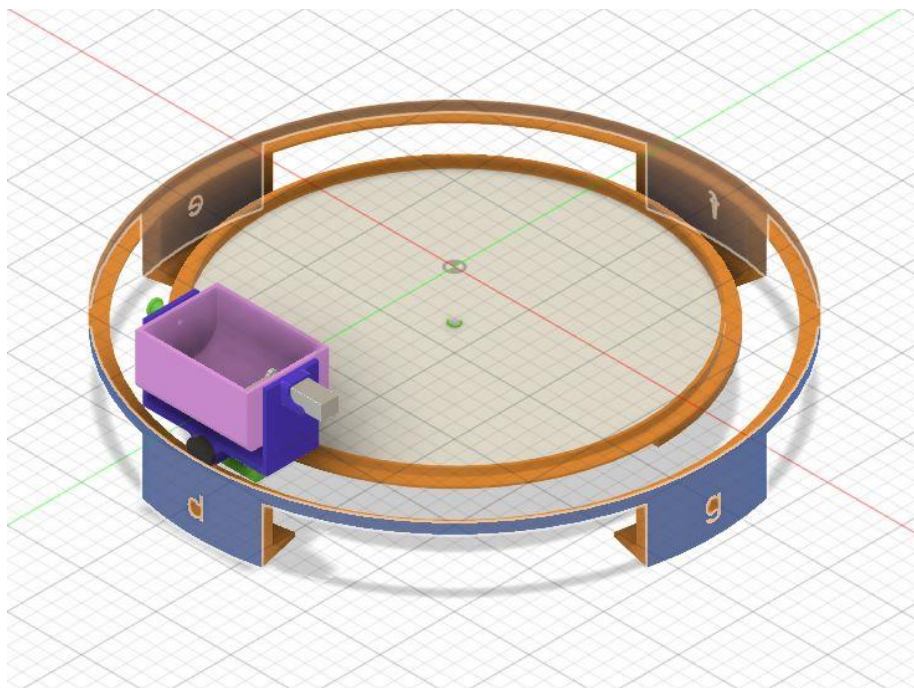
## Modelados 3D



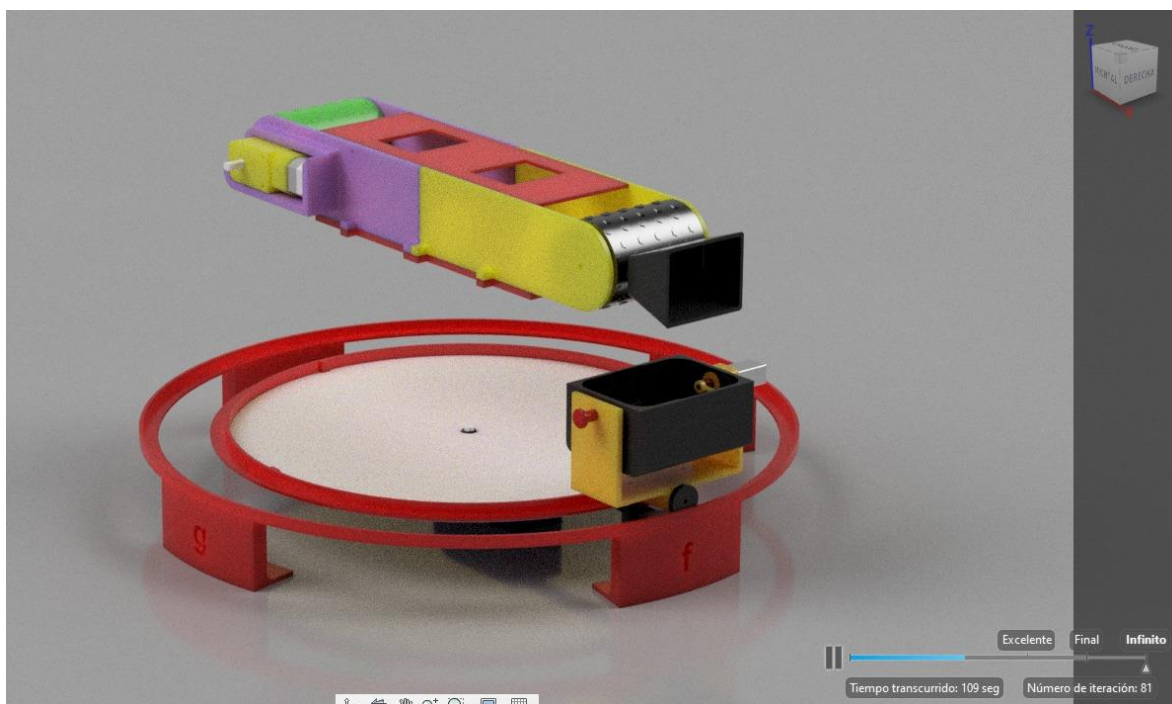
*Figura 11. Modelado vagón.*



*Figura 12. Modelado trayectoria de giro con motor y vías.*

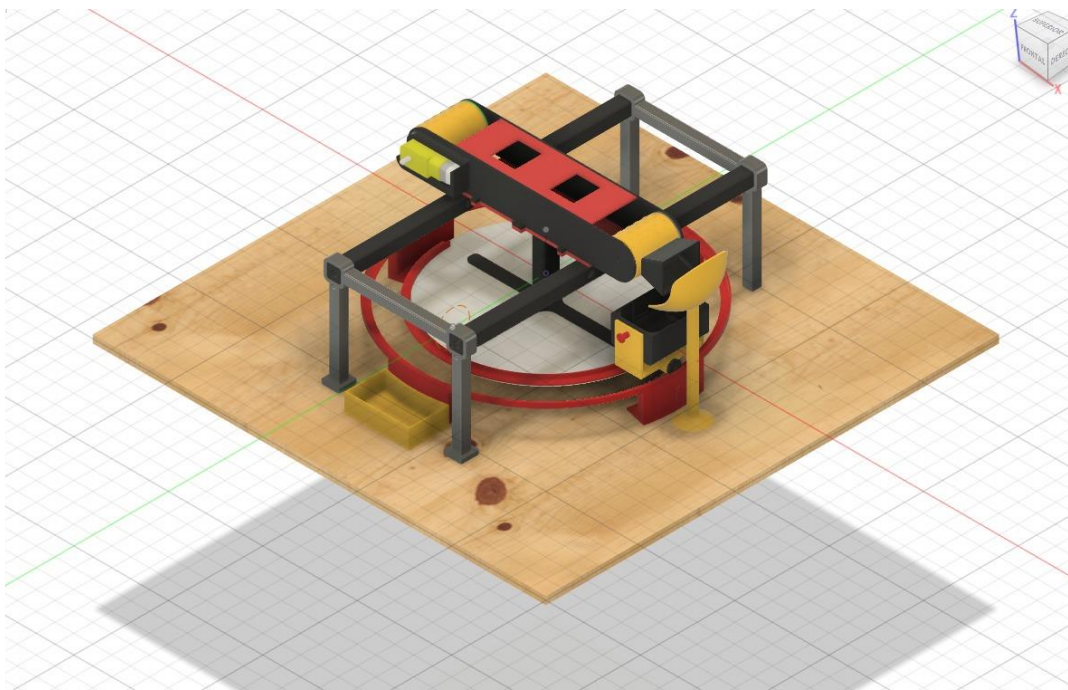


*Figura 13. Modelado de vías.*



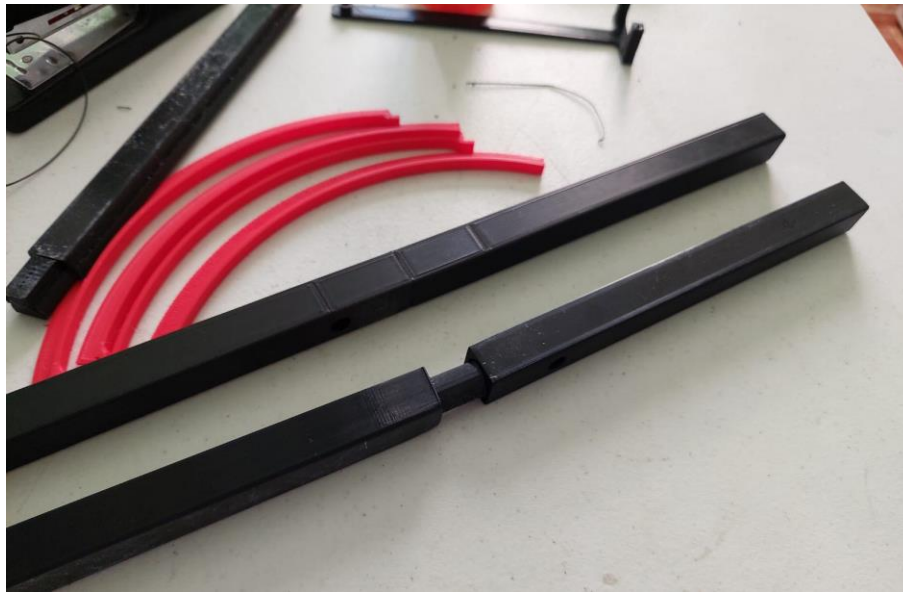
*Figura 14. Modelado de vías con banda transportadora.*





*Figura 15. Modelado diseño final.*

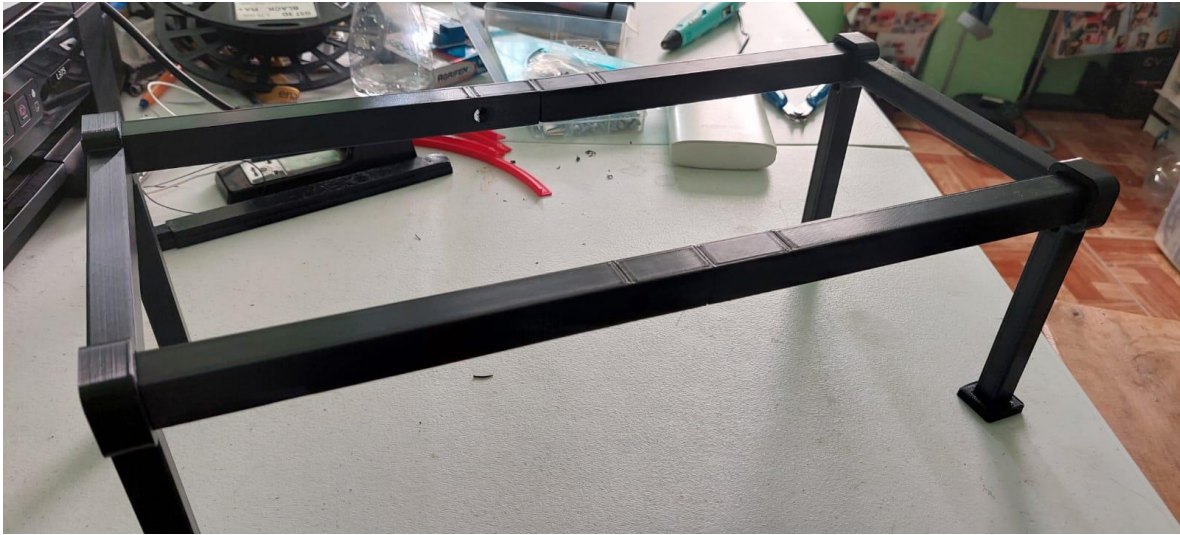
Proceso de implementación de maqueta.



*Figura 16. Soportes impresos en 3D.*



*Figura 17. Unión de soporte mediante lápiz 3D.*



*Figura 18. Ensamble de soportes.*

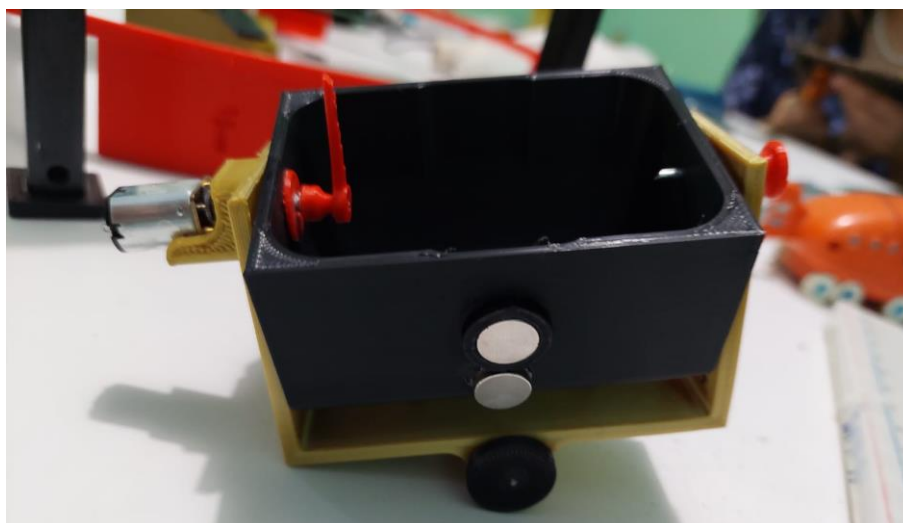


*Figura 19. Ensamble de soportes con banda transportadora.*

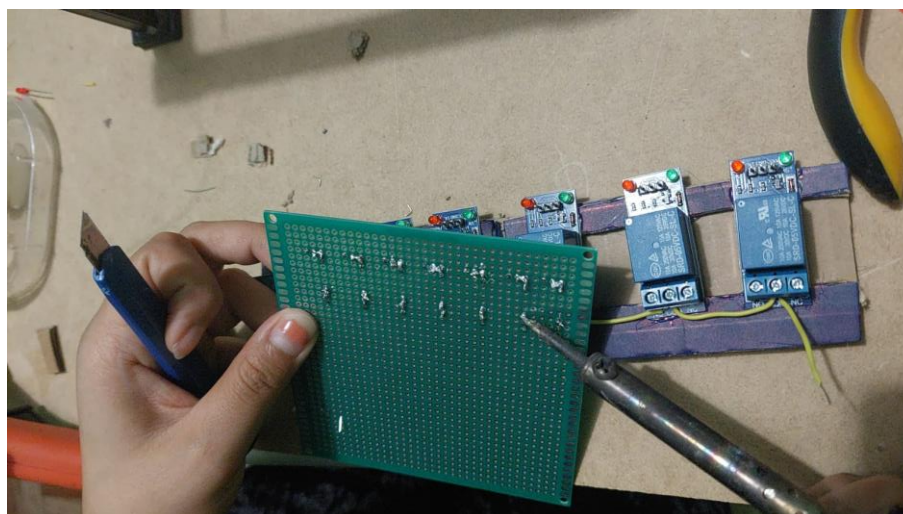




*Figura 20. Construcción de banda a base de lija y papel contact.*



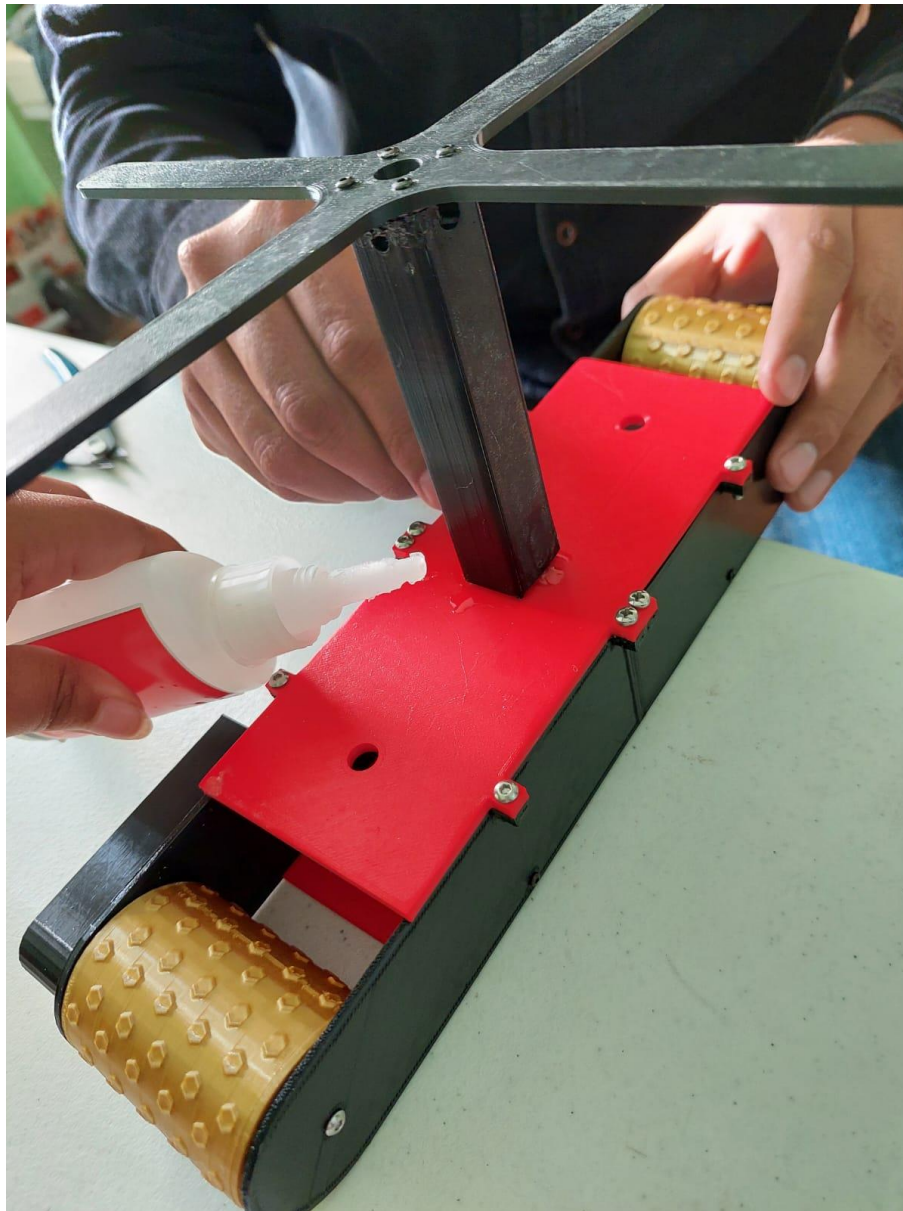
*Figura 21. Primer diseño de vagón.*



*Figura 22. Armado de circuitería.*



*Figura 23. Organización de circuitería.*

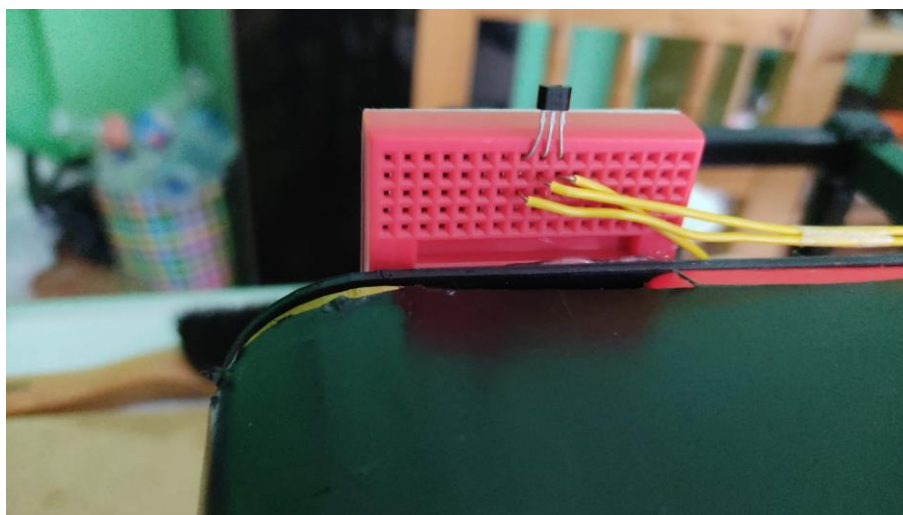


*Figura 24. Ensamble de banda transportadora con eje central.*





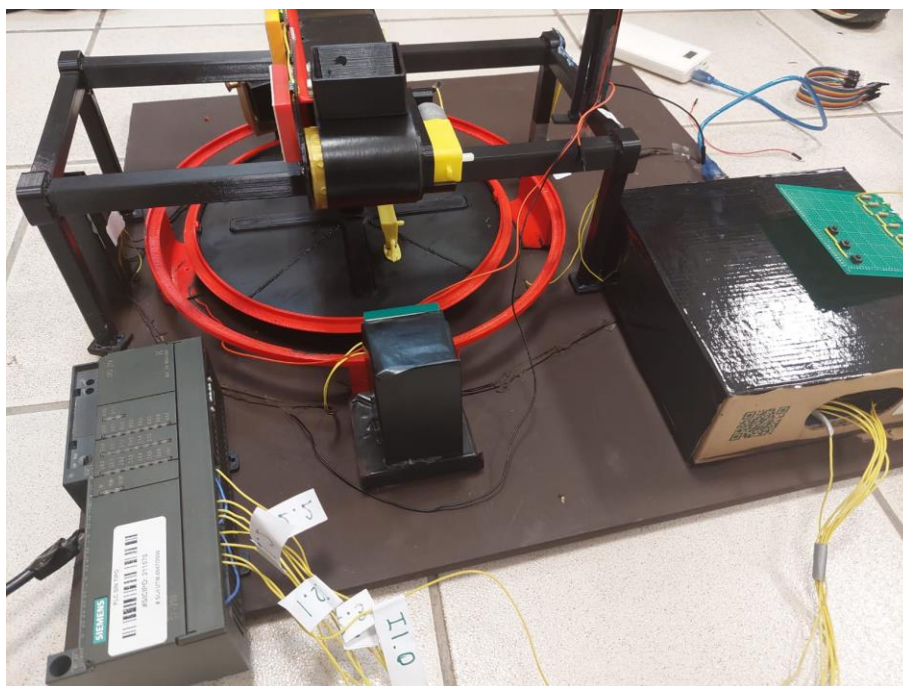
*Figura 25. Ensamble de eje central con vía central.*



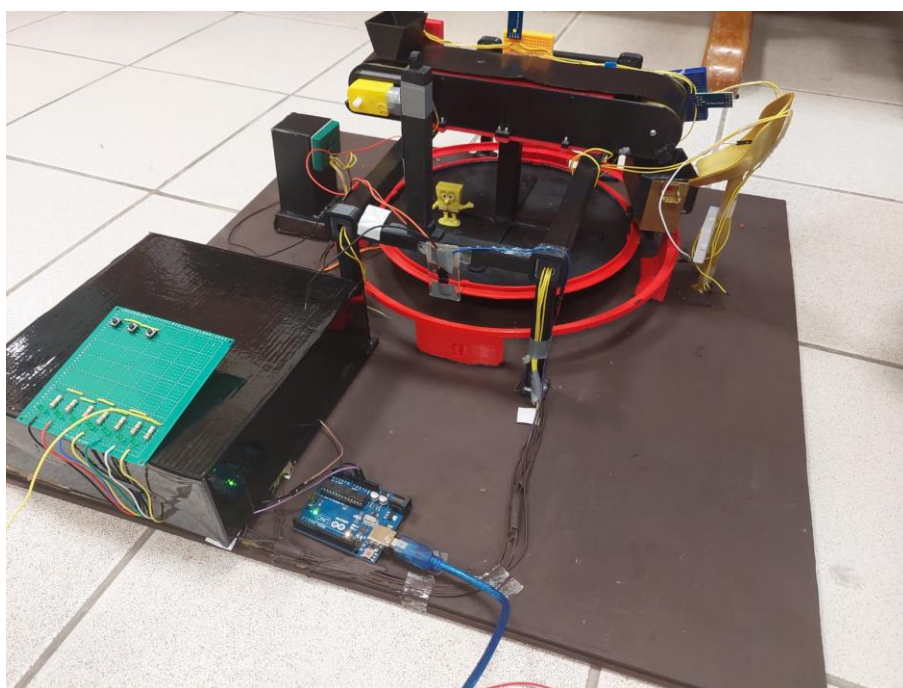
*Figura 26. Implementación de sensores de efecto Hall como entradas.*



*Figura 27. Prueba de detección sensor con vagón.*



*Figura 28. Pruebas con PLC real.*



*Figura 29. Maqueta terminada con circuitería incluida.*