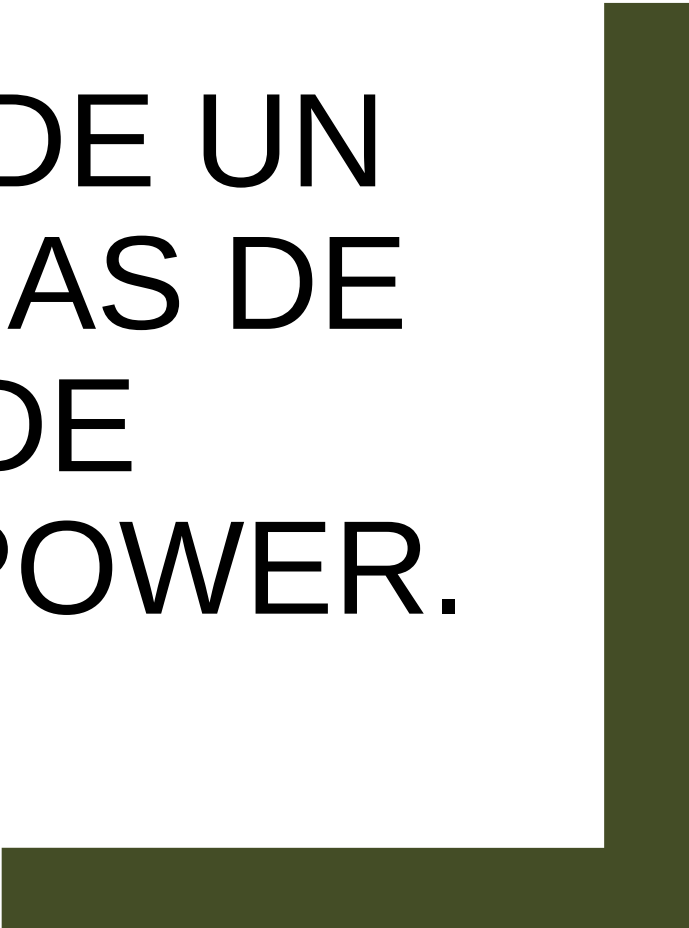




AUTOMATIZACIÓN DE UN CAMBIO DE MARCHAS DE UN VEHÍCULO DE CARRERAS GREENPOWER.

Javier Andres Seijo Da Silva



Índice

■ Greenpower	<u>3</u>
■ Estado del vehículo previo al inicio del proyecto	<u>4</u>
■ Objeto y alcance	<u>8</u>
■ Referencias para el diseño	<u>9</u>
■ Análisis de soluciones	<u>13</u>
■ Compensación del cambio manual	<u>21</u>
■ Montaje y desarrollo	<u>25</u>
■ Resultados obtenidos	<u>37</u>

Greenpower

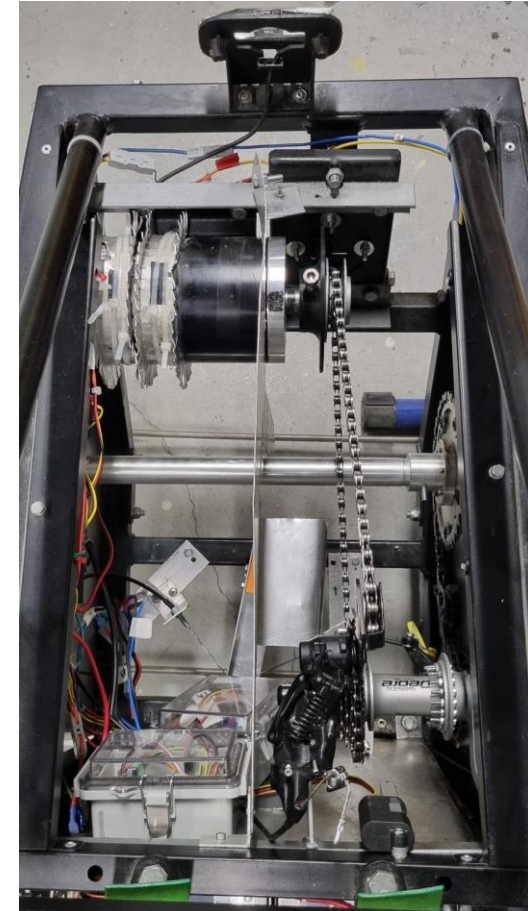
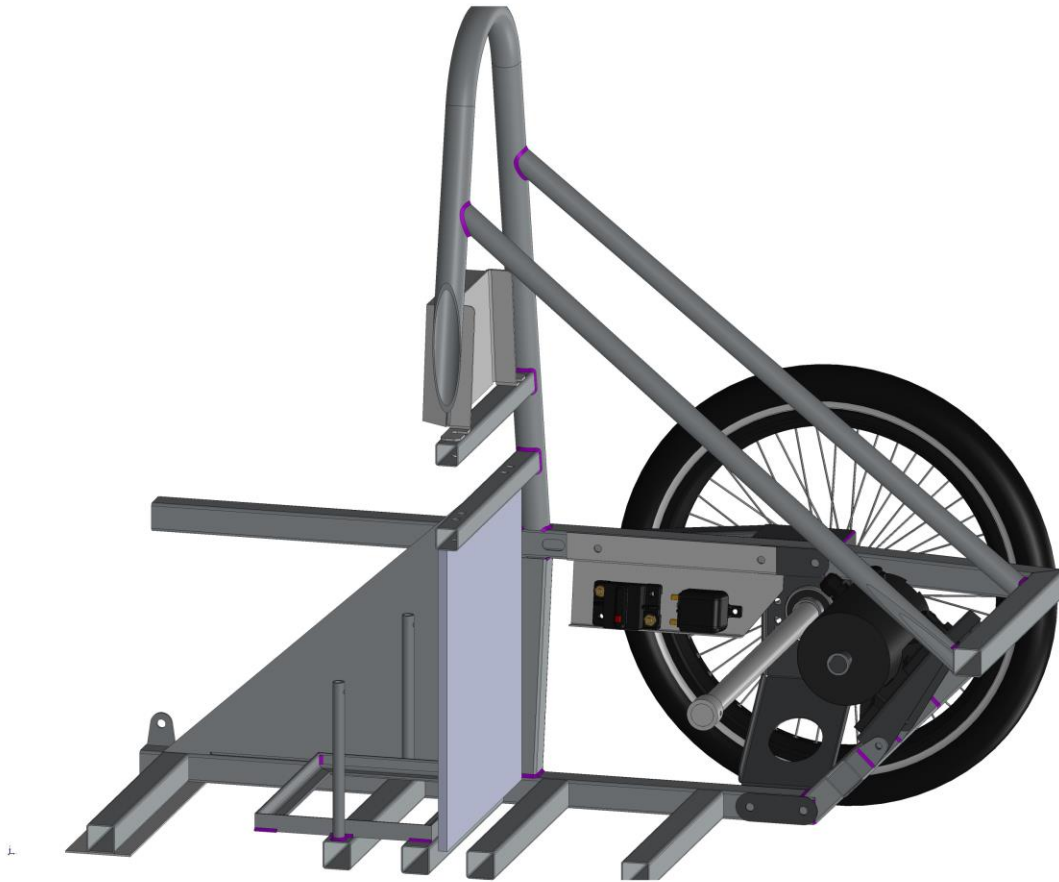
- Carreras de duración fija. Gana el equipo con más recorrido (vueltas).
- Se compite en la categoría F24+:
 - *Carreras de una hora de duración.*
 - *Mismas baterías por carrera.*
 - *Mismo modelo de motor para todos los equipos.*
 - *Todo verificado por la directiva de greenpower.*



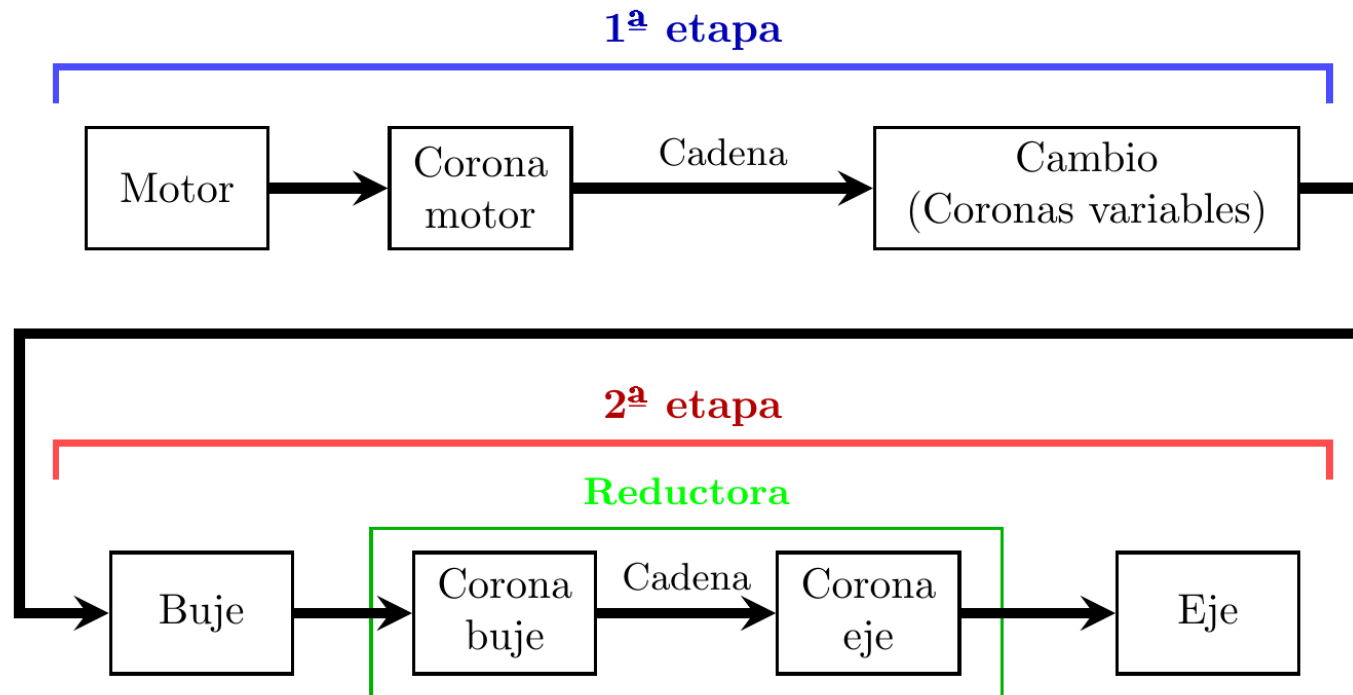
Kit-car

ESTADO DEL VEHÍCULO PREVIO AL INICIO DEL PROYECTO

Modificaciones previas al trabajo

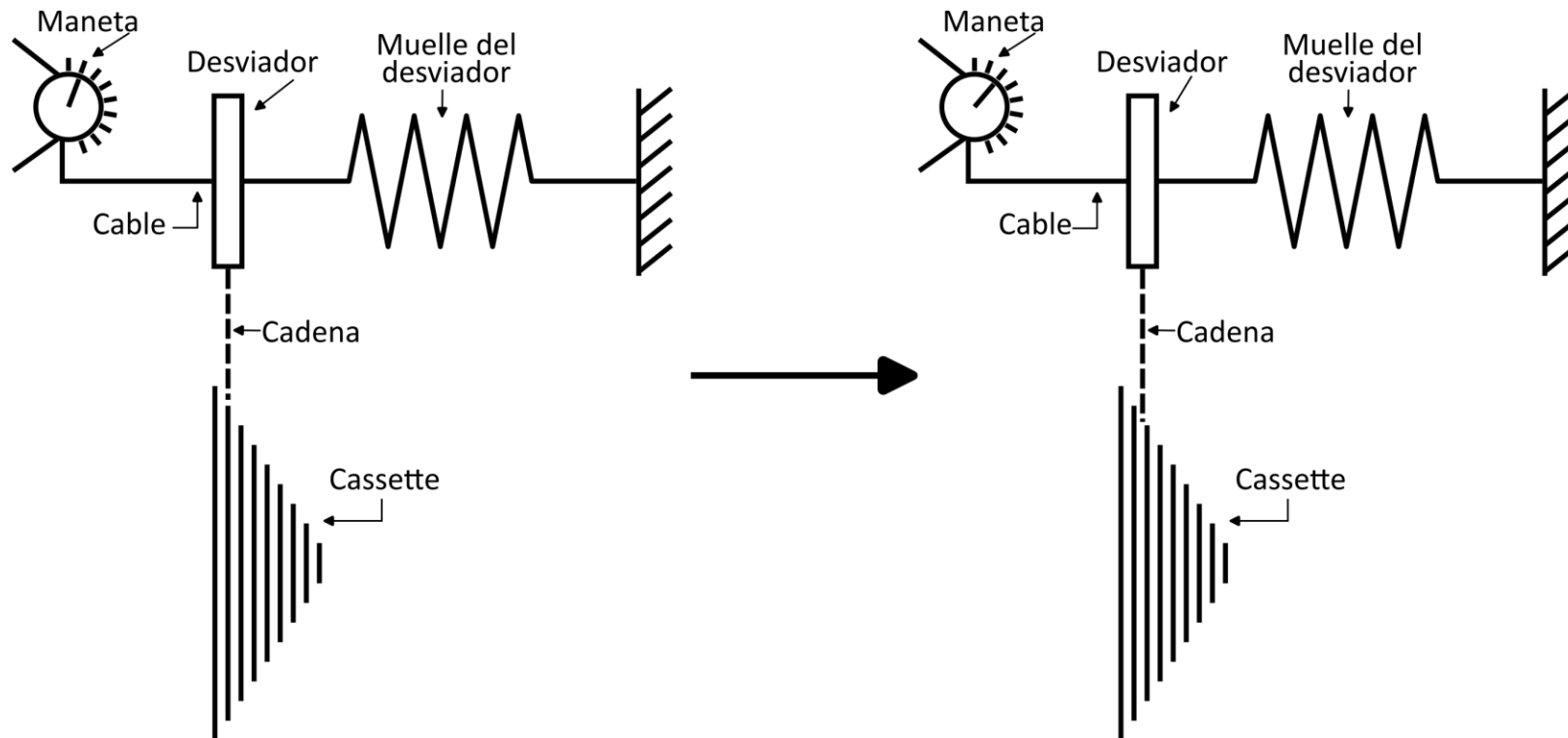


Etapas del cambio de bicicleta



Marcha	z_{cambio} (dientes)
1. ^a	25
2. ^a	23
3. ^a	21
4. ^a	19
5. ^a	17
6. ^a	15
7. ^a	14
8. ^a	13
9. ^a	12

Diferencia de cable entre maneta y desviador



Objeto y alcance del proyecto

- Automatizar el cambio de bicicleta presente en el vehículo y mejorar el rendimiento del vehiculo.
Requisitos del sistema:
 - Cambios precisos y rápidos.
 - Seguir una estrategia definida por el equipo.
 - El piloto puede elegir tomar el control del cambio.
- Diseño, Selección y montaje de componentes, calibración y puesta a punto del conjunto.
- La optimización del algoritmo de cambio automático no es parte de este proyecto.

REFERENCIAS PARA EL DISEÑO



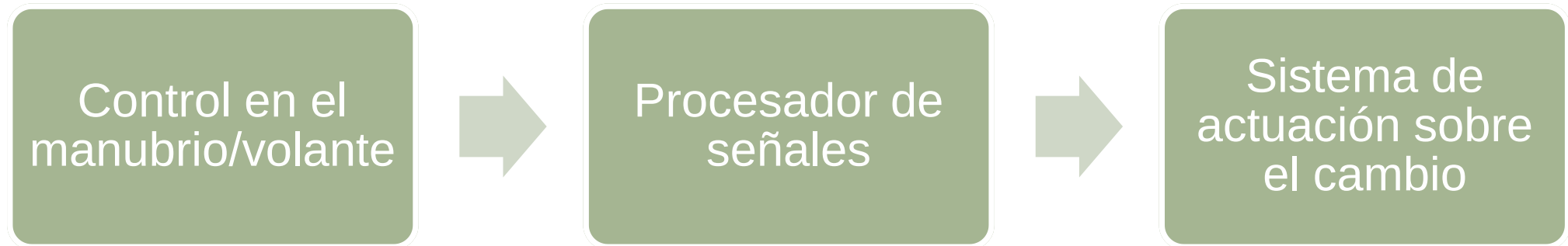
Sistemas AMT

De este apartado se extraen las variables medibles relevantes para la automatización del cambio.

Variable	Relevancia
Velocidad de rotación del motor	Referencia principal del correcto funcionamiento del circuito de potencia. Junto al consumo de corriente permite conocer el punto de trabajo del motor.
Velocidad de rotación de las ruedas	Indicador del correcto funcionamiento del sistema de transmisión. Indicador indirecto de la distancia recorrida en carrera.
Consumo de corriente	Proporcional al par que da el motor. Condiciona el rendimiento en carrera.
Tensión de las baterías	Permite estimar la carga restante para optimizar el uso de energía.
Marcha actual	Medida necesaria para ajustar dinámicamente la exigencia del vehículo.

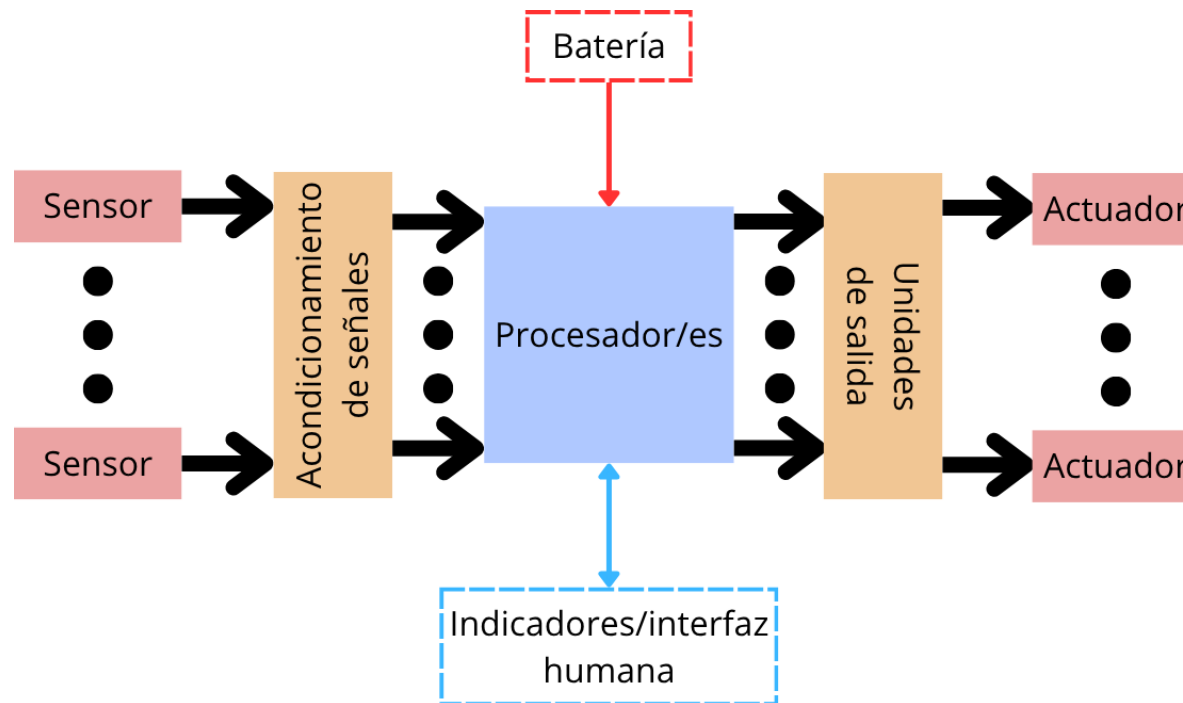
Cambios electrónicos en ciclismo

Las tecnologías más extendidas comparten un mismo esquema de funcionamiento:



Sistemas embebidos

Permiten la implementación adaptada de todos los sistemas requeridos en el vehículo cumpliendo el rol de sistema de procesamiento de señales.



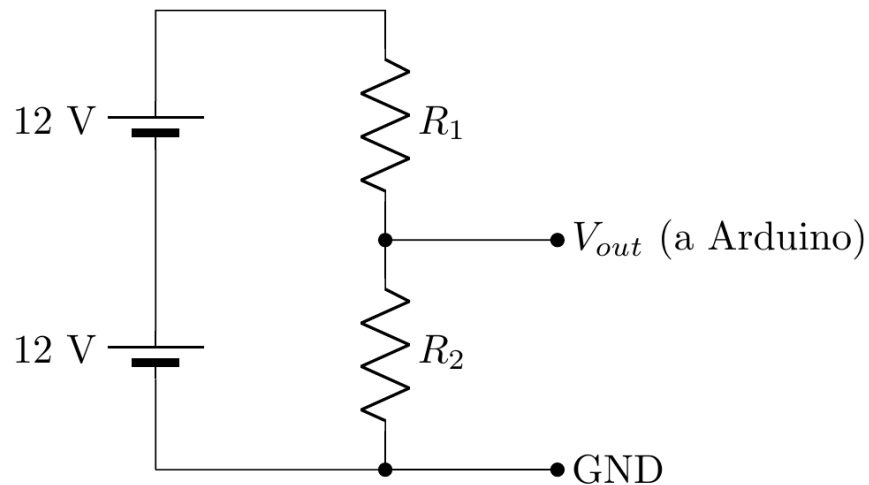
ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Selección de componentes

Subsistema	Componente	Funcionamiento	Pines
Controlador	Arduino Mega2560	Microcontrolador del sistema.	54 digitales, 16 analógicos, 15 PWM
Velocidad de rotación	H2010	Detecta flancos en el haz de luz infrarroja en la ranura como interrupciones.	5V, GND, 1 digital
Demanda de corriente	WCS1800	Mide la variación del campo magnético generado por la corriente del circuito de potencia.	5V, GND, 1 analógico
Nivel de baterías	Divisor de tensión	Reduce el voltaje de las baterías (24V) a un nivel apto para su lectura por Arduino (5V).	1 analógico
Actuador lineal	Actuonix P16-100-64-12-P	Controla la posición de la maneta al conectar el vástago a la barra central del sistema de compensación. Se conoce su posición gracias al potenciómetro incorporado.	Control: 5V, GND, 1 analógico Potencia: 12V, GND
Driver del actuador	IBT 2	Gestiona la tensión y corriente de operación del actuador lineal bajo las órdenes del microcontrolador.	Control: 5V, GND, 2 PWM Potencia: 12V, GND, Motor

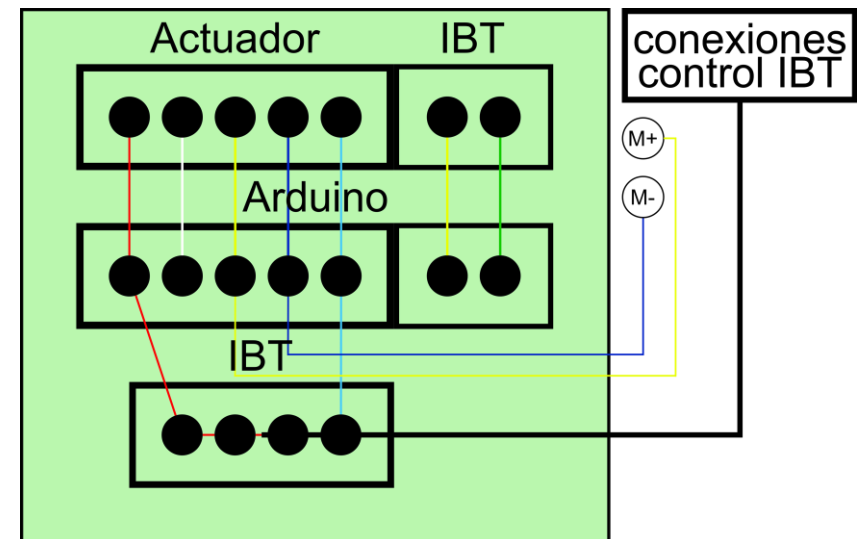
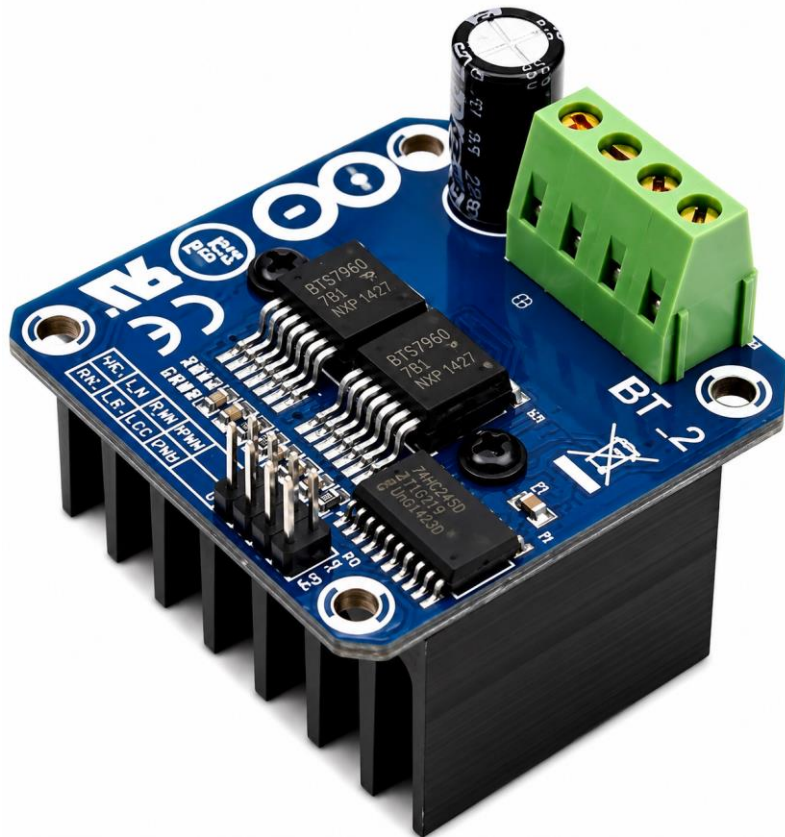
Selección de componentes: Nivel de baterías

Subsistema	Componente	Funcionamiento	Pines
Nivel de baterías	Divisor de tensión	Reduce el voltaje de las baterías (24V) a un nivel apto para su lectura por Arduino (5V).	1 analógico

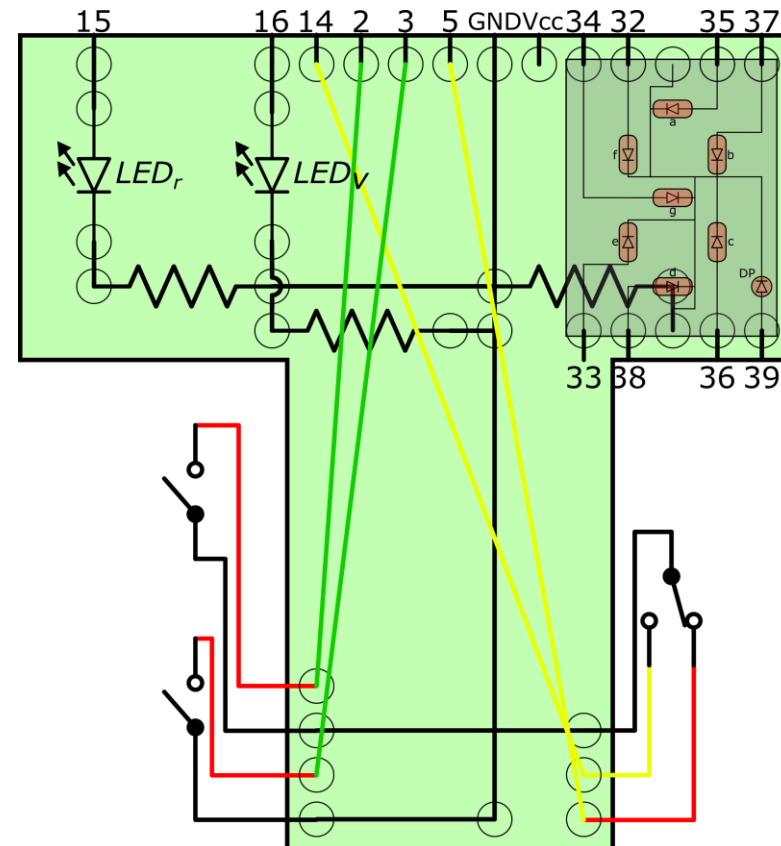
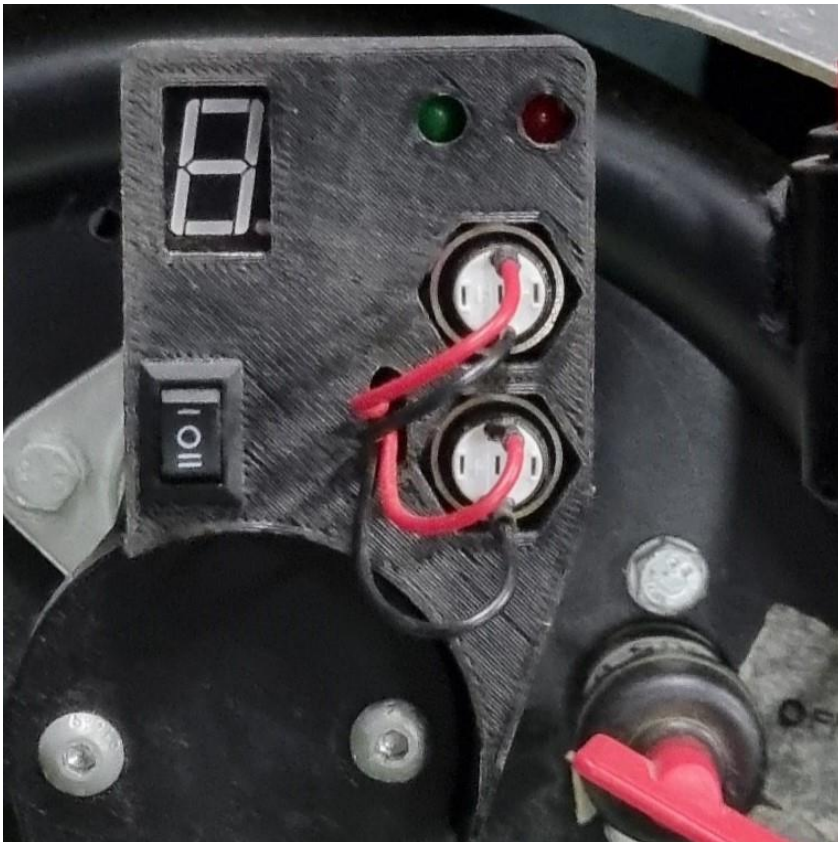


- $V_{Out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
- $V_{Out} = 5V$; $V_{in} = 30V$
- $R_1 = 1,2k\Omega + 5,1k\Omega + 1k\Omega = 7,3k\Omega$
- $R_2 = 1,5k\Omega$

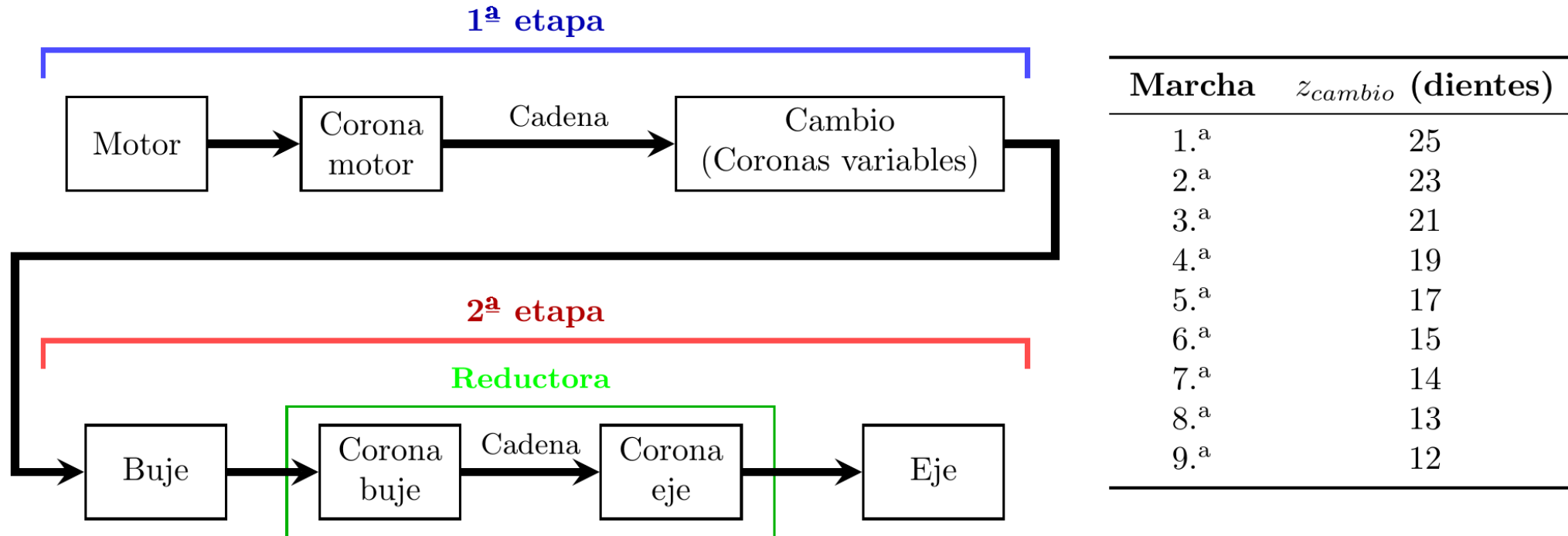
Selección de componentes: Sistema de actuación



Panel de control (volante)



Detección de marcha engranada



$$RPM_{eje} \cdot \frac{z_{eje}}{z_{buje}} = RPM_{motor} \cdot \frac{z_{motor}}{z_{cambio}}$$

Modulo SD

- Para llevar registro de los datos recogidos por los sensores.
- Apoyo para el equipo al definir una estrategia de carrera.
- Pines definidos en la librería SD.h.

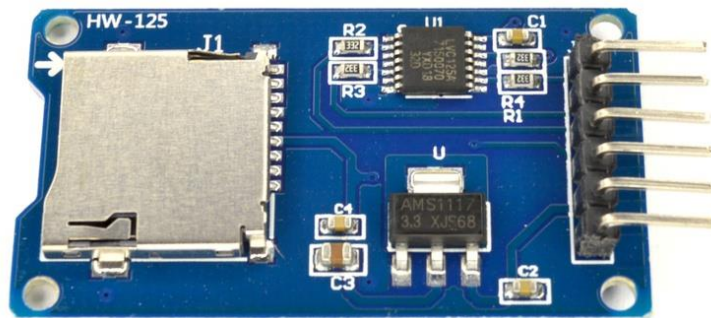
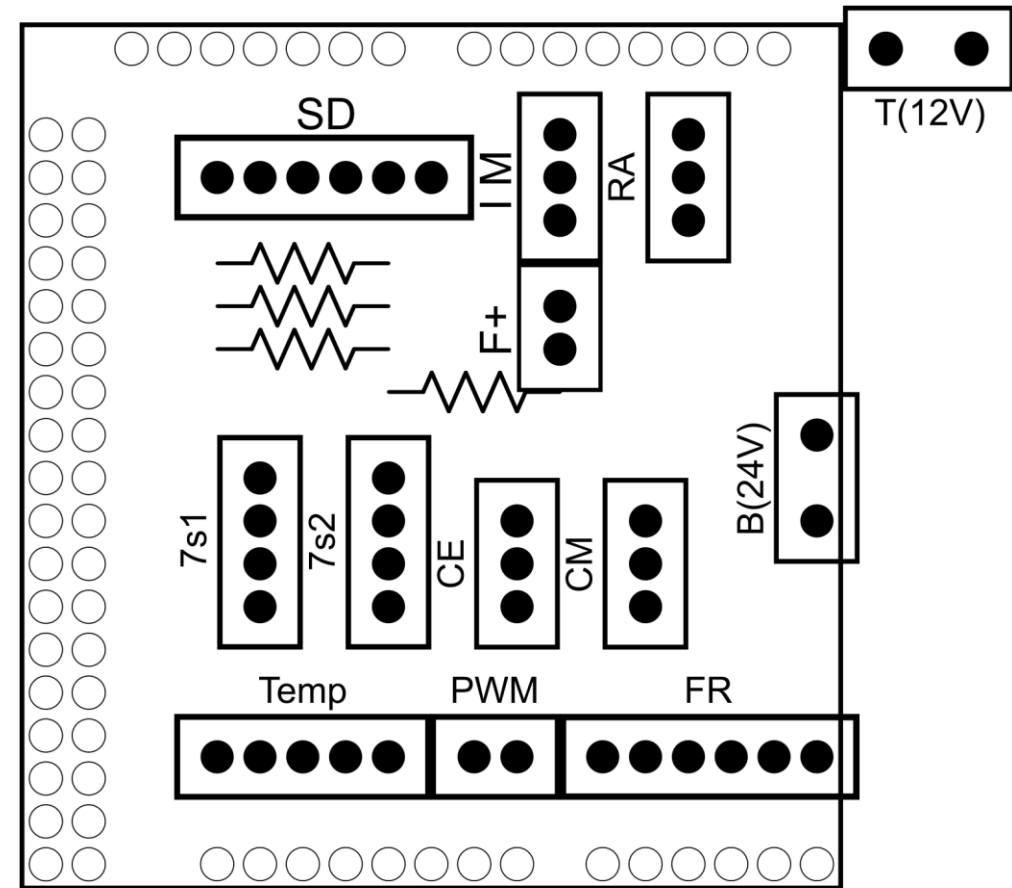
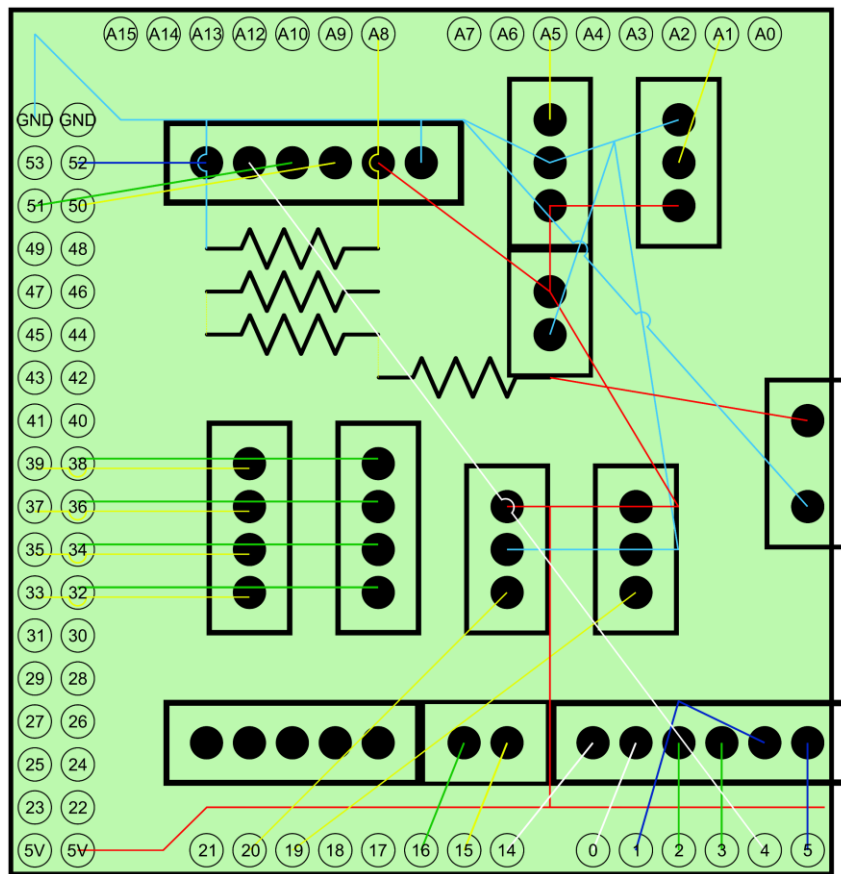
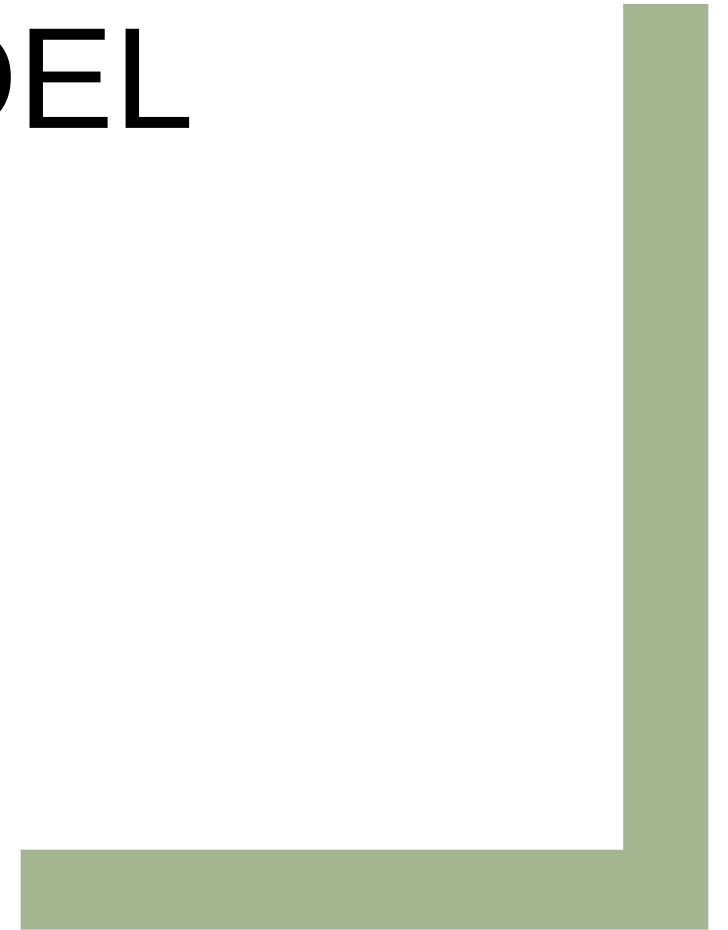


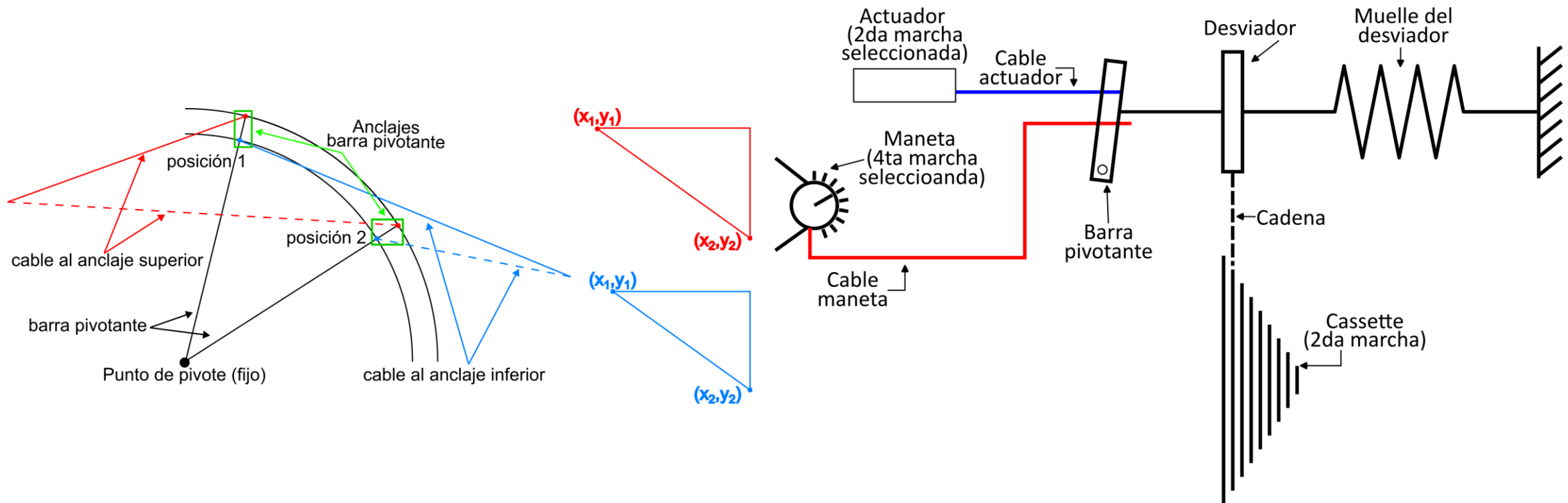
Diagrama de conexiones de la PCB



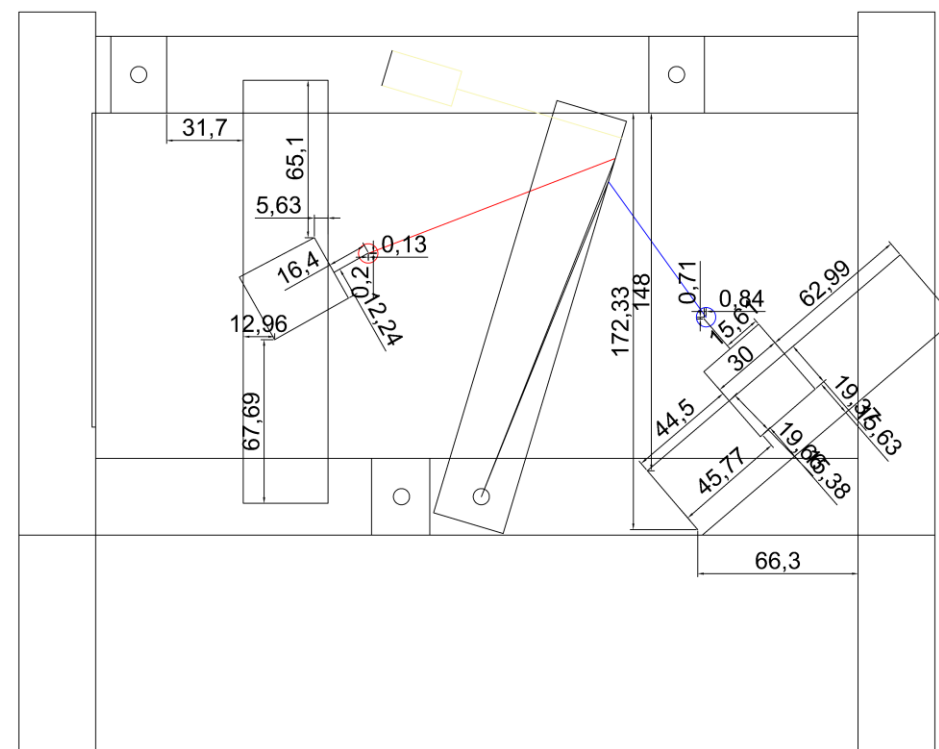
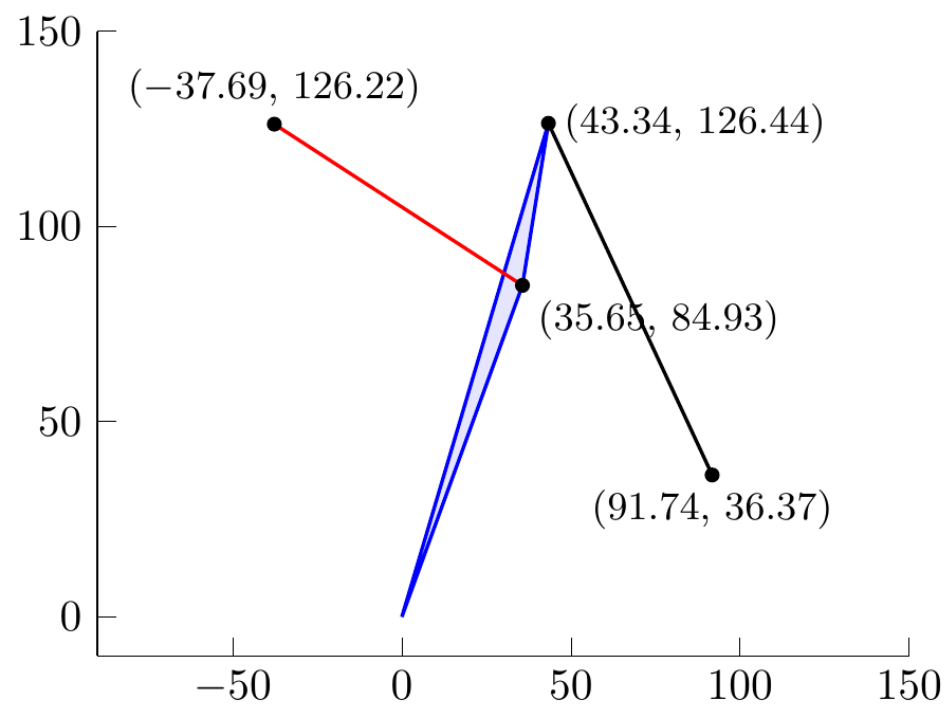
COMPENSACIÓN DEL CAMBIO MANUAL



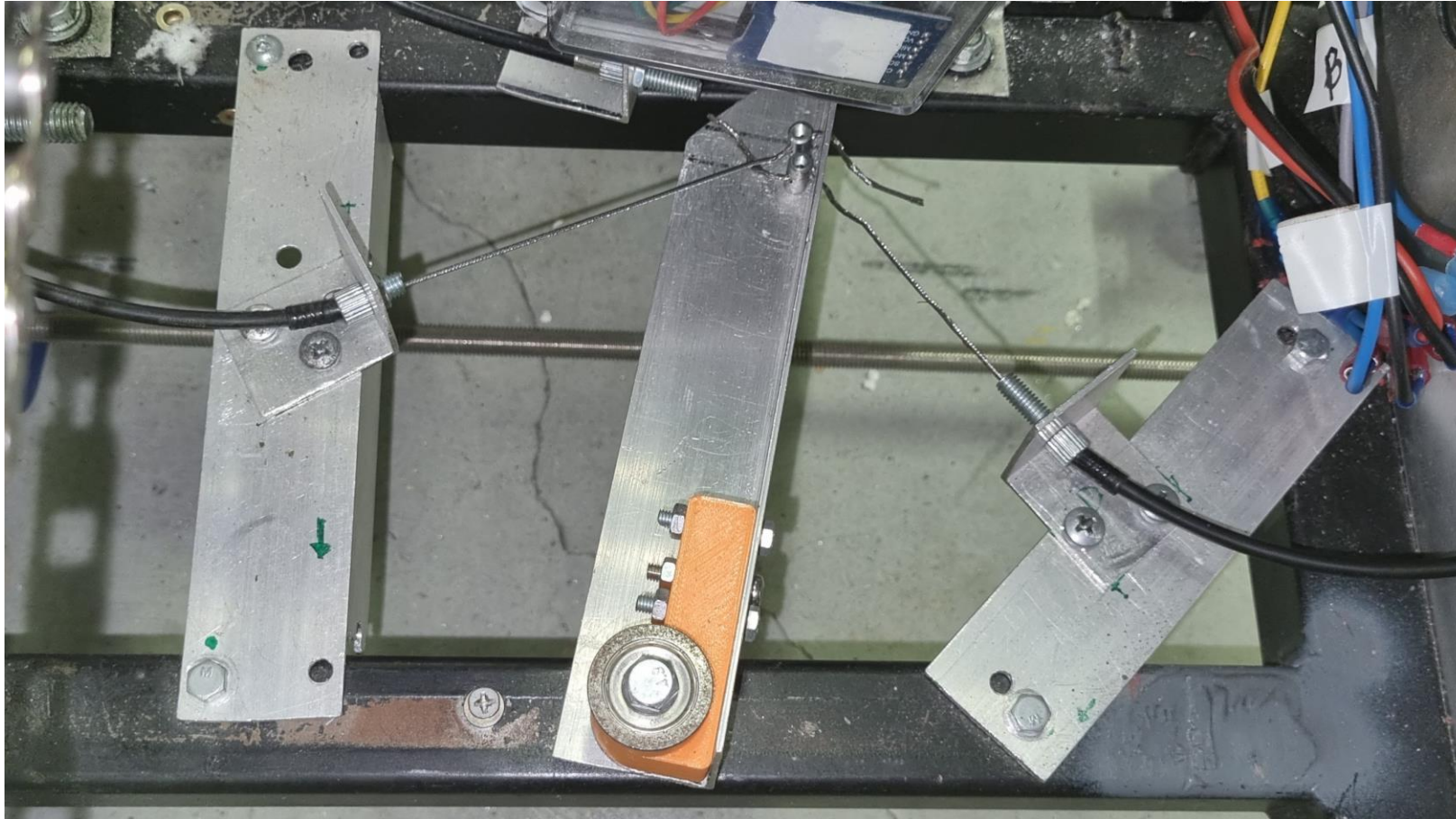
Principio de funcionamiento



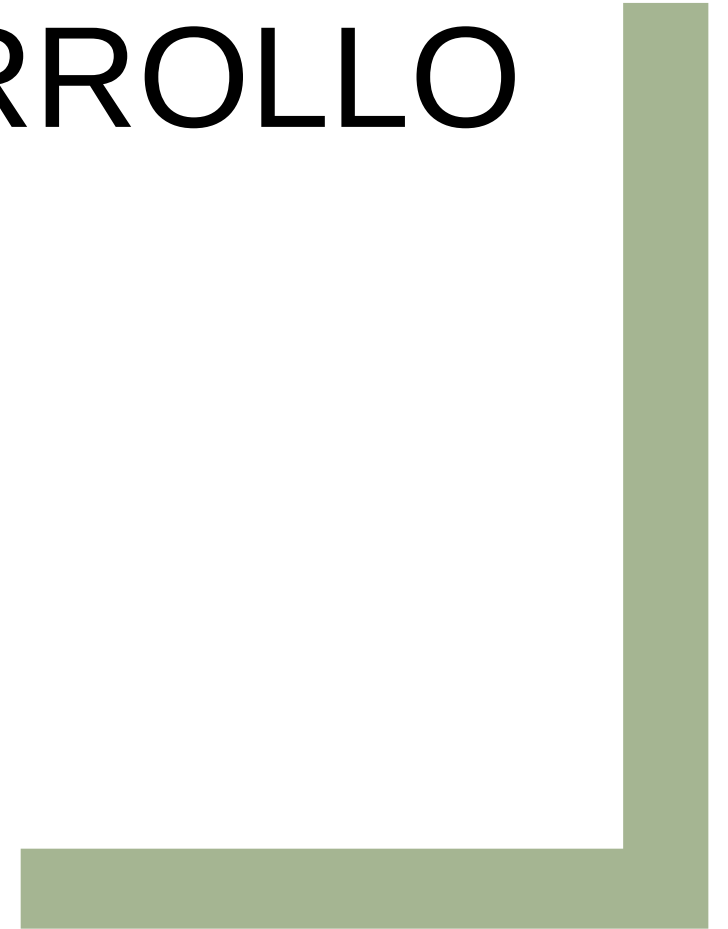
Herramientas



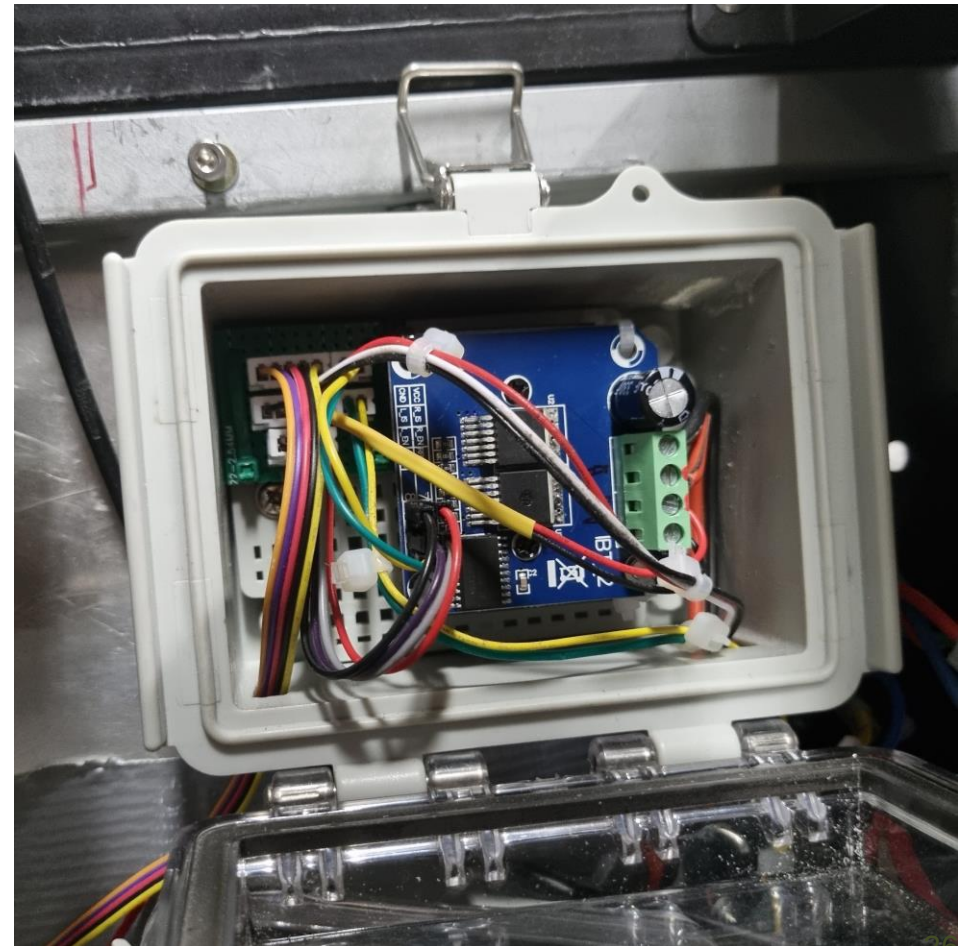
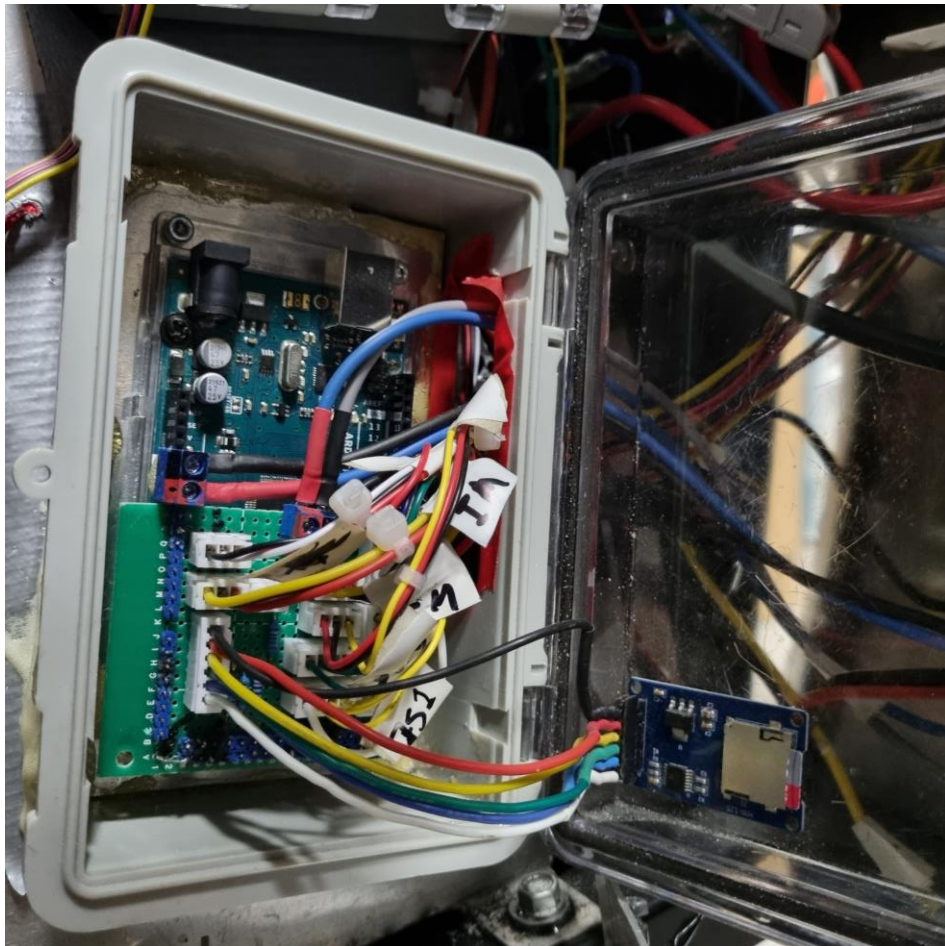
Instalación completa



MONTAJE Y DESARROLLO

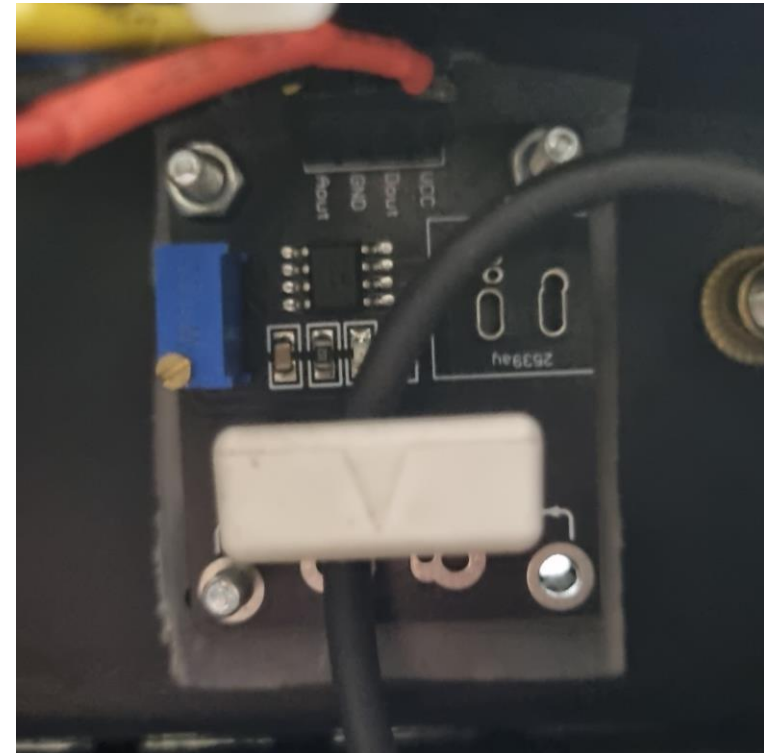


Instalación de las cajas del controlador y el driver



Instalación del sensor de corriente

- La corriente debe ir en la misma dirección que indica la flecha del sensor.
- La parte de debajo del sensor está aislada.

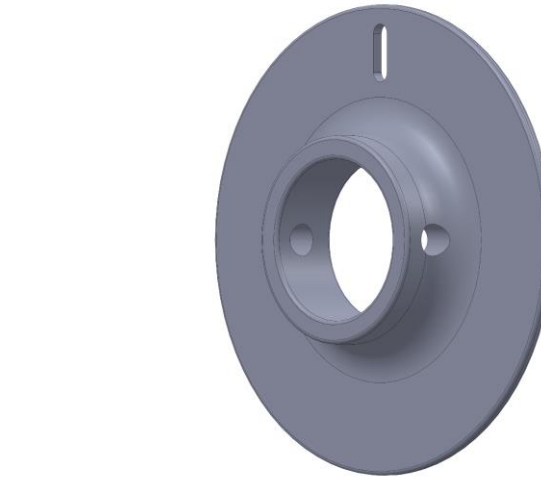


Instalación del sensor de barrera del motor

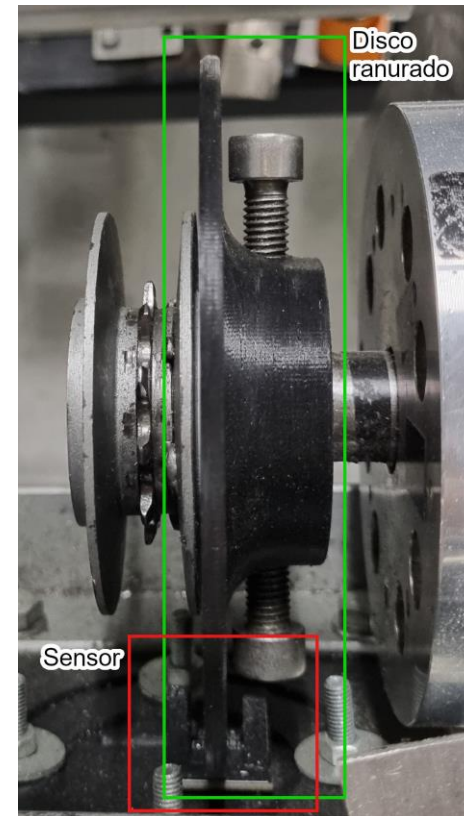
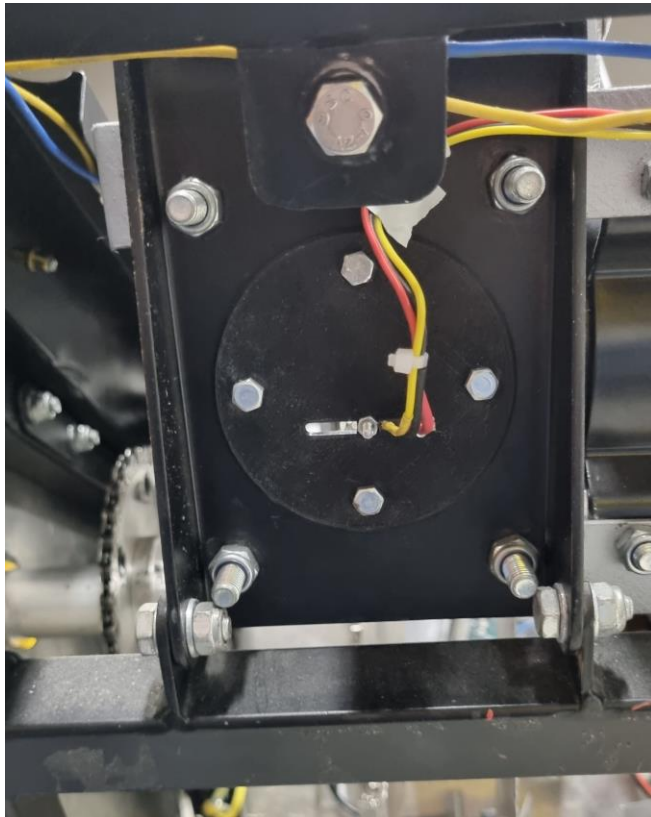
Soporte del sensor



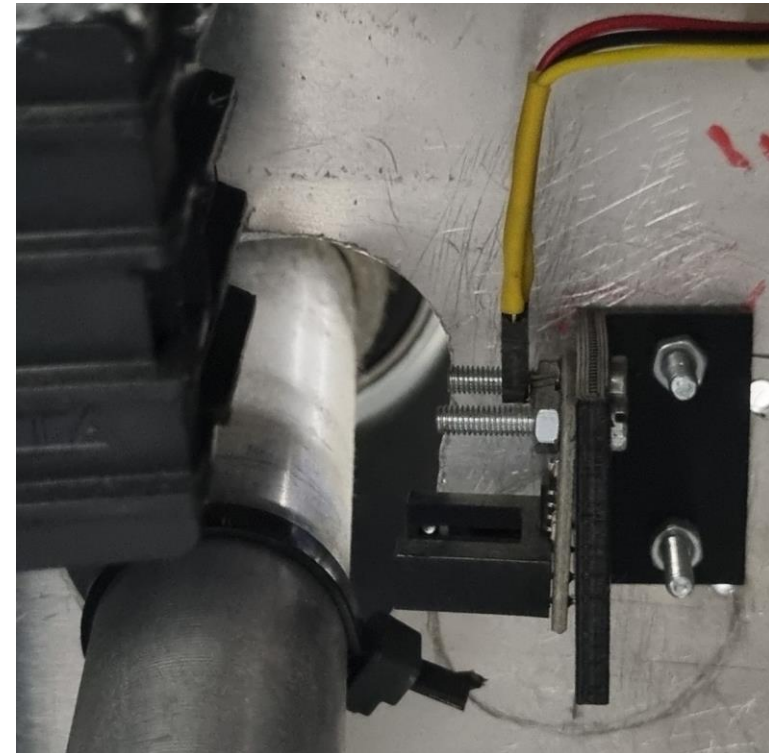
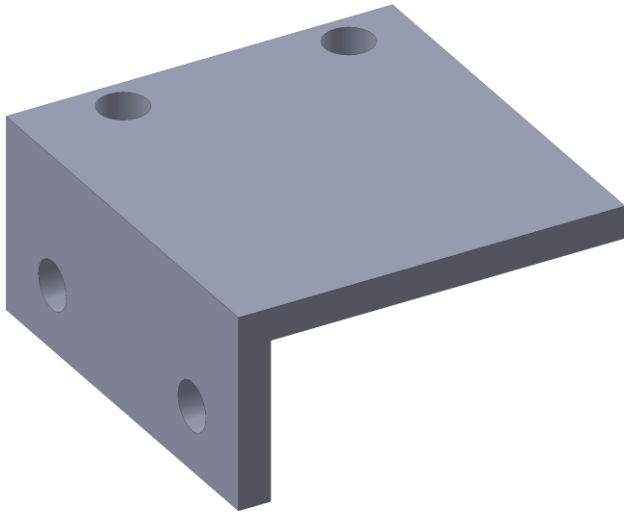
Disco ranurado



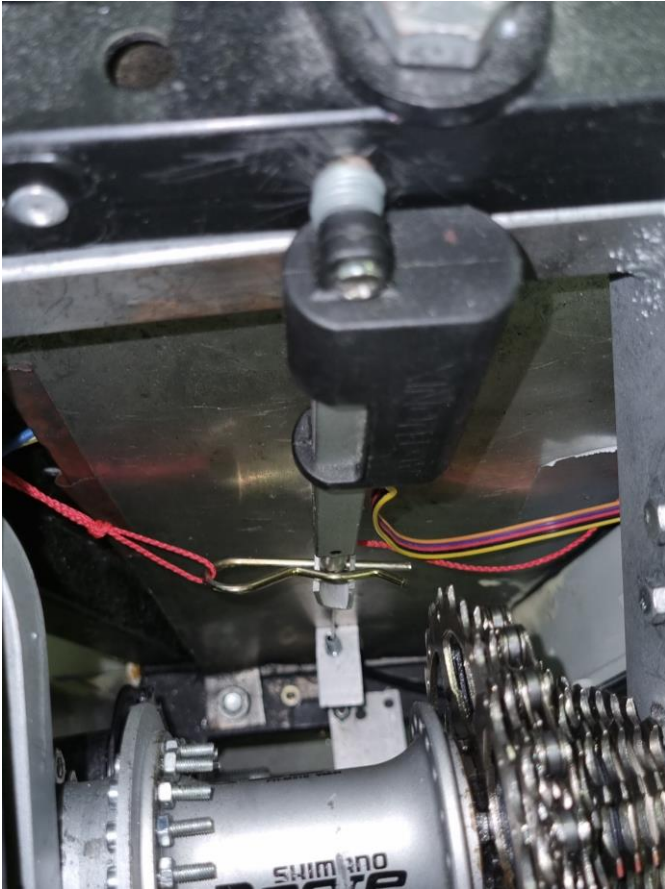
Instalación del sensor de barrera del motor



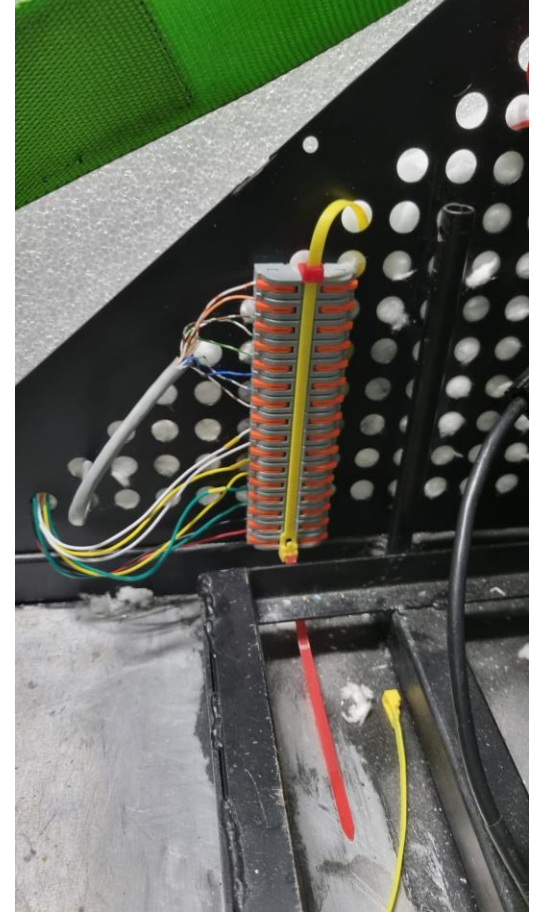
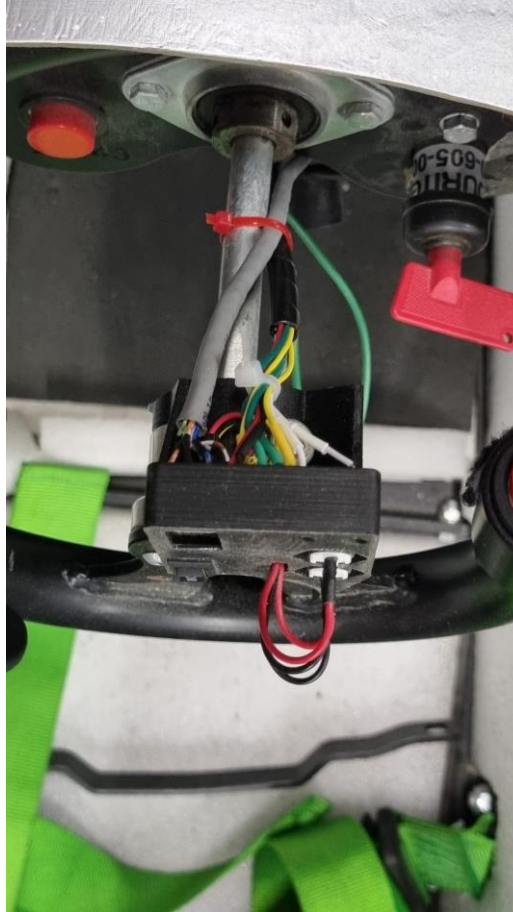
Instalación del sensor de barrera del eje



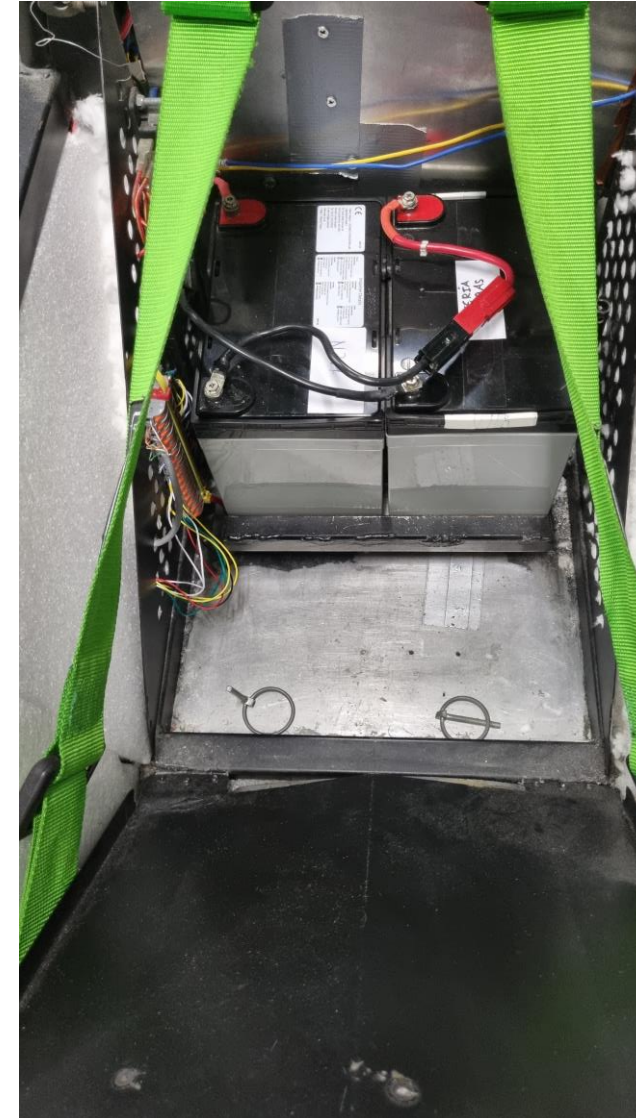
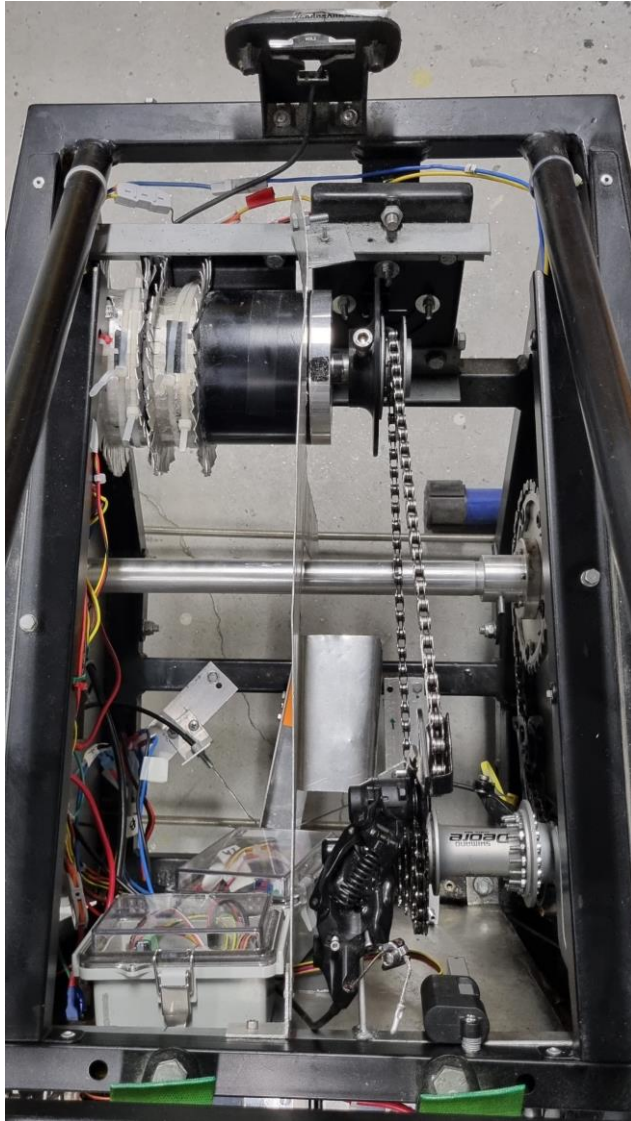
Instalación del actuador lineal



Instalación del panel de control en el volante



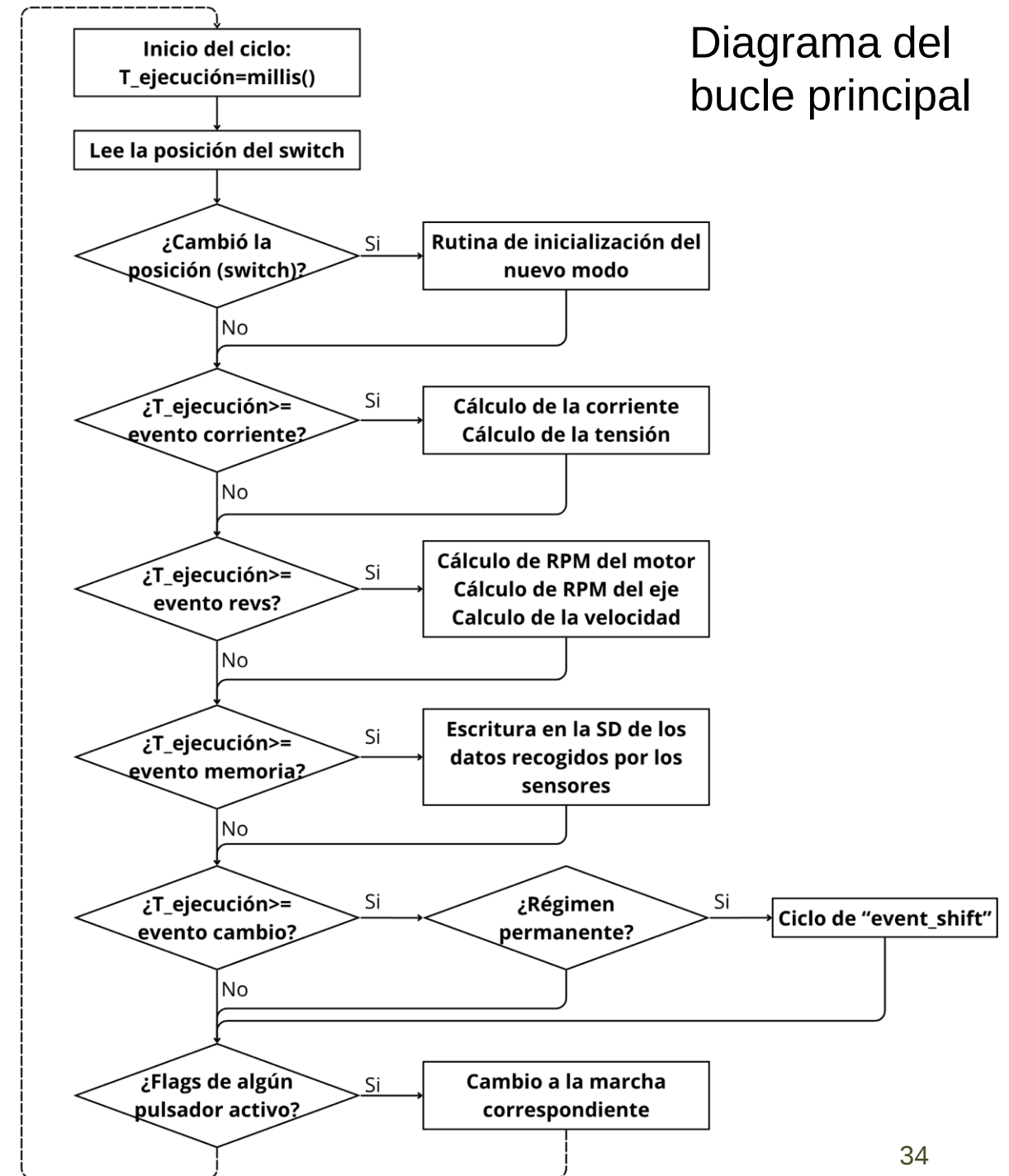
Resultado final



Software

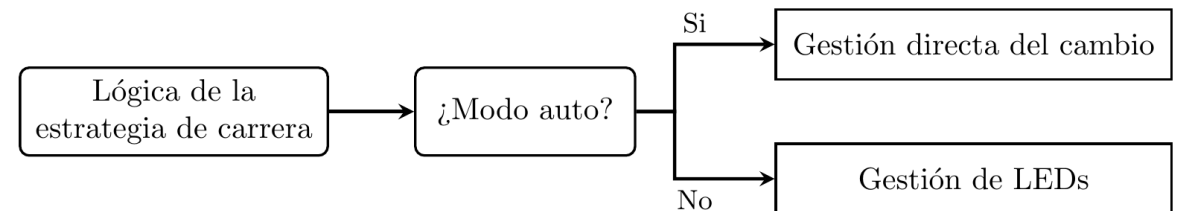
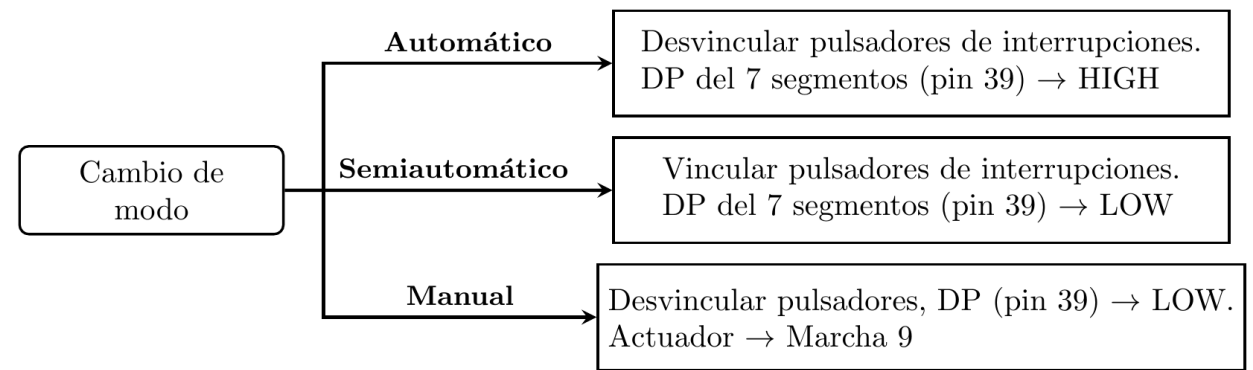
- El switch define el modo de funcionamiento seleccionado.
- Decalado temporal:
 - *T_ejecución* se compara con las variables asociadas los distintos subsistemas “event_x”.
 - Las variables “event_x” se actualizan al sumar la variable “dif_x”.

Diagrama del bucle principal



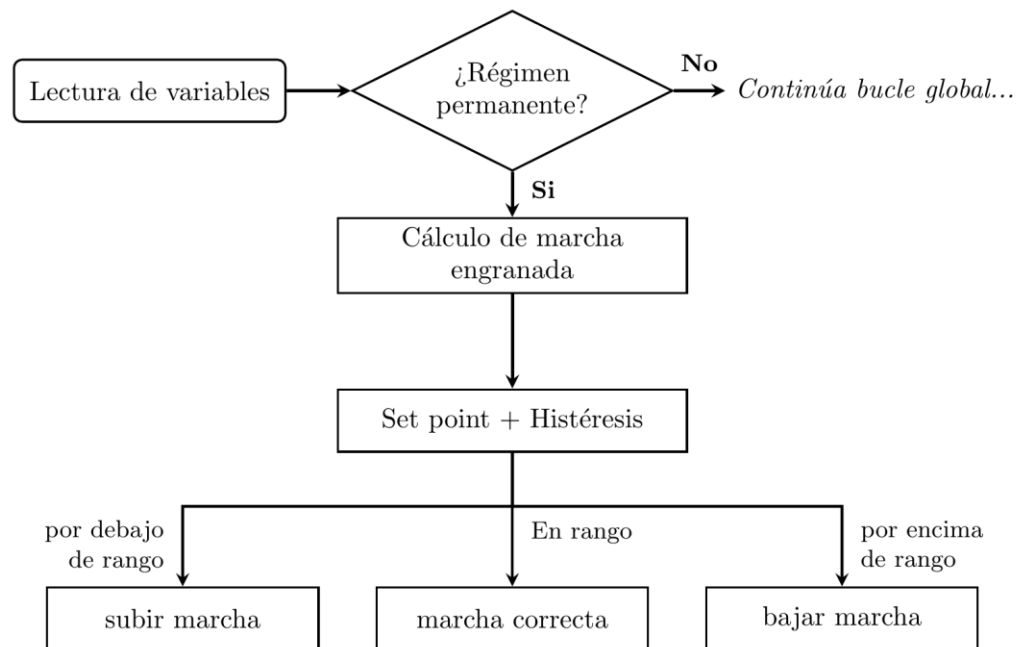
Software: Modos de funcionamiento

- Automático: Cambios accionados en el bucle por la estrategia definida.
- Semi-automático: Cambios con los pulsadores.
- Manual: Cambios con la maneta.

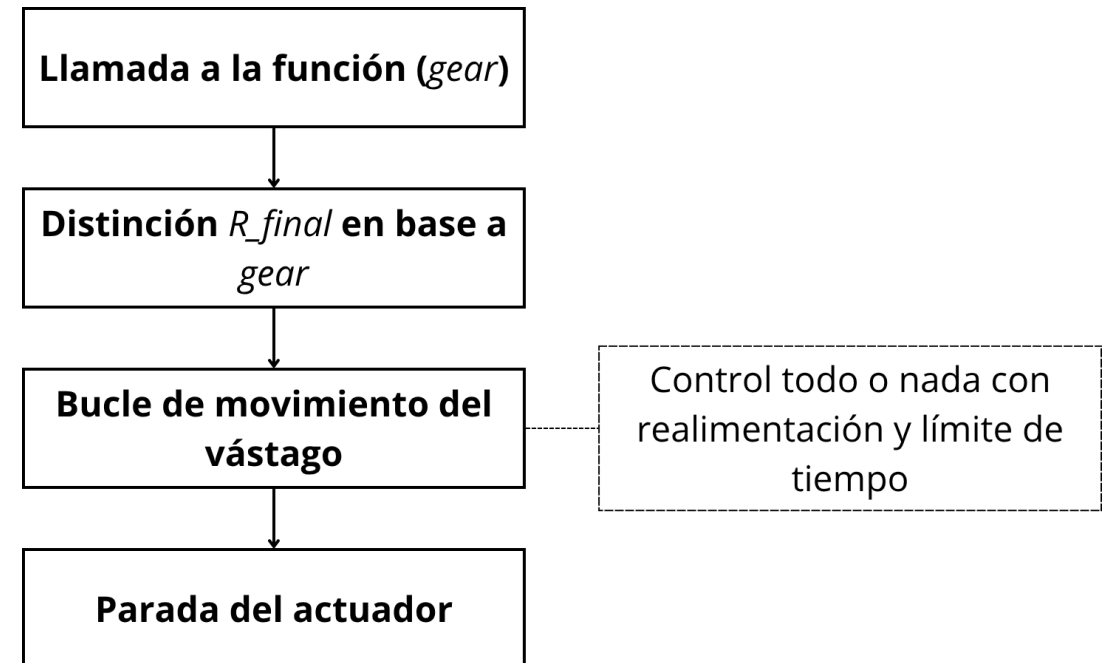


Software: ciclo del cambio

Evento cambio en el bucle (estrategia de carrera)



Función independiente “shift”



RESULTADOS OBTENIDOS



Adquisición de datos (SD)

- Resultados validados con dispositivos externos.

Tiempo(ms)= 799001, RPM Motor= 1879, RPM Eje= 299,
Velocidad= 28.65, Corriente= 34.60, Bateria= 22.88

Tiempo(ms)= 800001, RPM Motor= 1857, RPM Eje= 296,
Velocidad= 28.35, Corriente= 35.80, Bateria= 22.88

Tiempo(ms)= 801001, RPM Motor= 1881, RPM Eje= 294,
Velocidad= 28.24, Corriente= 35.93, Bateria= 22.97

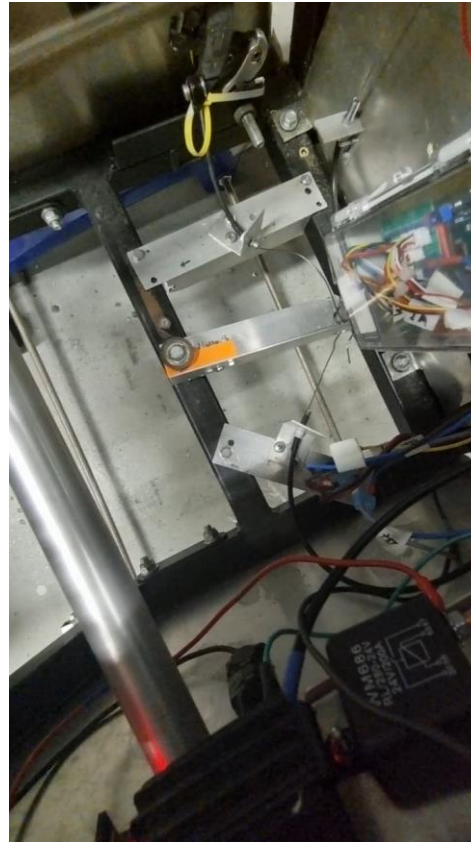
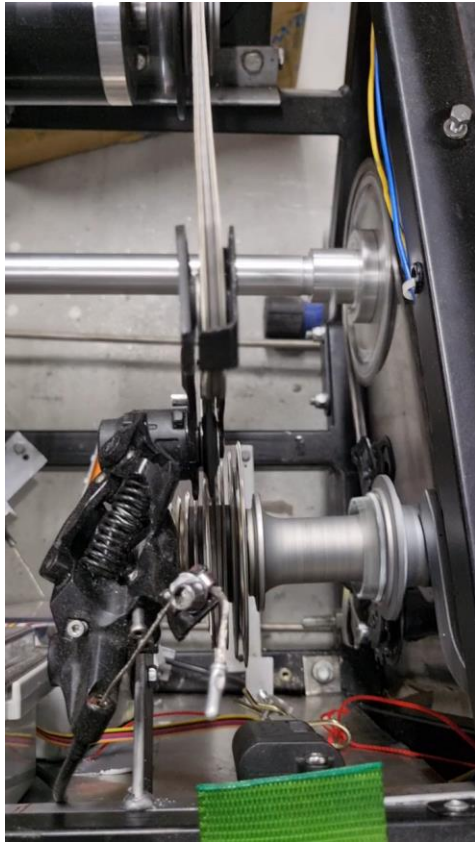
Tiempo(ms)= 802001, RPM Motor= 1900, RPM Eje= 294,
Velocidad= 28.21, Corriente= 34.88, Bateria= 22.85

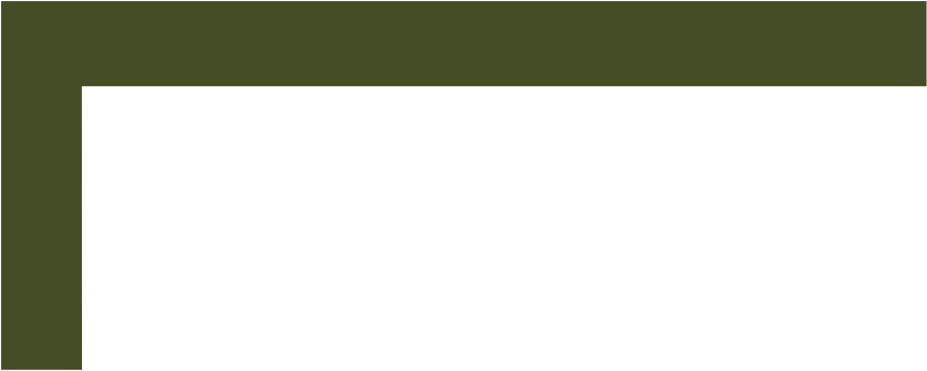
Tiempo(ms)= 803001, RPM Motor= 1963, RPM Eje= 295,
Velocidad= 28.33, Corriente= 34.18, Bateria= 22.80

Tiempo(ms)= 804001, RPM Motor= 1976, RPM Eje= 298,
Velocidad= 28.60, Corriente= 32.63, Bateria= 23.05

Tiempo(ms)= 805001, RPM Motor= 1961, RPM Eje= 299,
Velocidad= 28.64, Corriente= 33.59, Bateria= 22.91

Desempeño del cambio





GRACIAS POR SU
ATENCIÓN

