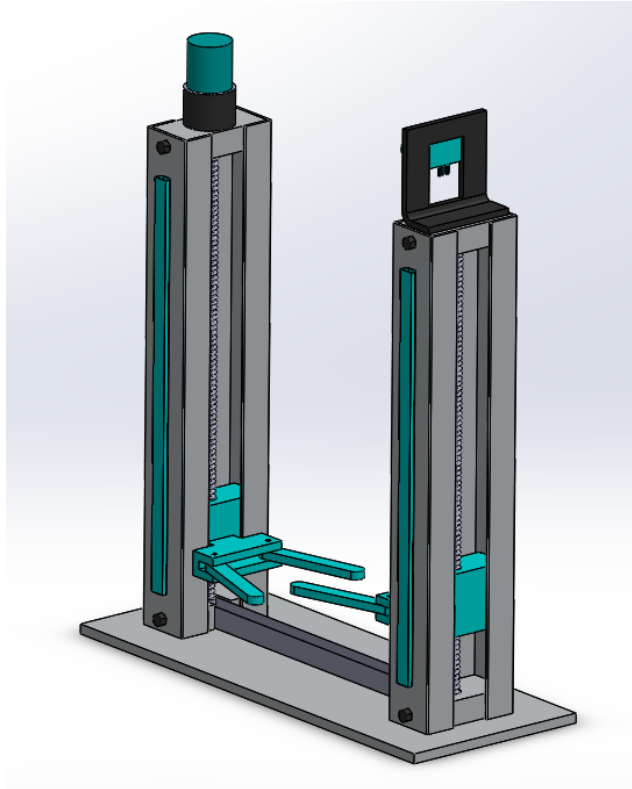


PROYECTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO AUTOMATIZADO: ELEVADOR PARA VEHÍCULOS



Andrés Sarría Rojas

Guillermo Pérez Salvador

Alberto Roda Rodríguez

Pilar Herrero González

T22 Grupo 9

Índice

1. Parte mecánica.....	pág 1
1.1. Introducción.....	pág 1
1.2. Diseño mecánico.....	pág 1
1.2.1. Planos del elevador.....	pág 1
1.2.2. Proceso de fabricación.....	pág 1
1.2.3. Bill of Materials.....	pág 2
1.2.4. Diseño 3D y funcionamiento.....	pág 2
1.3. Lubricación y frenado.....	pág 4
1.3.1. Lubricación (puntos críticos de mayor roce).....	pág 4
1.3.2 Frenado y seguridad.....	pág 4
1.4. Motores y cálculos.....	pág 5
1.4.1. Cálculos de comportamiento (velocidad de giro del motor, velocidad de subida y bajada del elevador, y fuerza mínima necesaria para levantar el peso del coche).....	pág 6
1.4.2. Motor a elegir (en función de los resultados anteriores)	pág 7
2. Parte de control.....	pág 8
2.1. Elección de sensores y actuadores.....	pág 8
2.2. Elección de controlador y programación del mismo.....	pág 8
2.3. Planos eléctricos del sistema.....	pág 14
2.4. Listado de materiales y procedimientos.....	pág 15
3. Conclusiones.....	pág 19
4. Bibliografía.....	pág 19

1. PARTE MECÁNICA

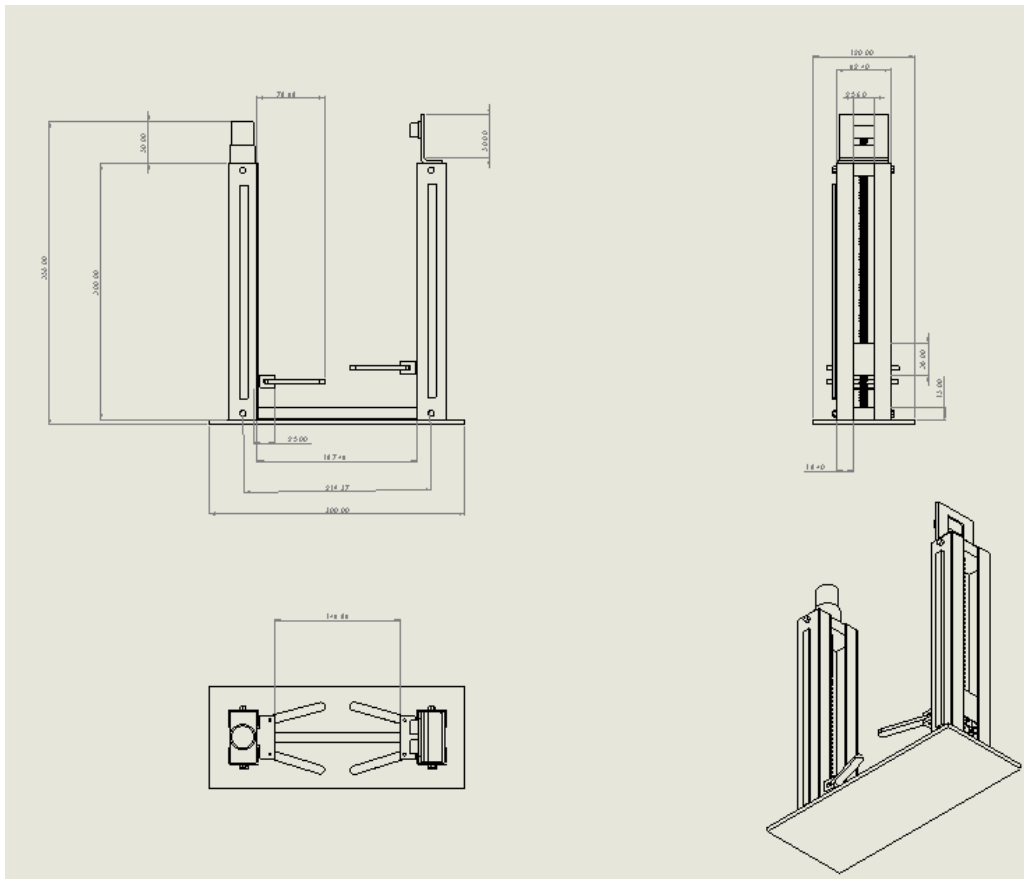
1.1. Introducción

Para este proyecto se realizará el diseño mecánico de un elevador de dos columnas con dos motores, contemplando pérdidas por rozamiento, el dimensionado de los motores, sistemas de frenado y retención. Para esto se hará en programas de diseño 3D (Solidworks) para realizar las simulaciones pertinentes al comportamiento del sistema, y también se harán los cálculos respectivos.

1.2. Diseño Mecánico

Para la realización del diseño se hizo uso del programa Solidworks para la construcción del modelo 3D del elevador, la generación de los planos y el análisis de movimiento.

1.2.1 Planos del elevador



En la imagen superior se puede observar el plano del ensamblaje visto desde tres planos el alzado, el lateral y la planta, así como la vista isométrica.

1.2.2. Proceso de fabricación

Para la construcción del elevador la mayor parte de las piezas utilizadas fueron hechas a partir de material reciclado del laboratorio de fabricación de la universidad, tal como bloques y chapas de aluminio, resultando en un prototipo bastante económico. Haciendo uso de los instrumentos de fabricación del laboratorio tales como la fresadora, el torno, la radial, entre otros, se

fabricaron las piezas que compondrían al elevador acorde al diseño original ya realizado y modelado en Solidworks.

1.2.3. Bill of Materilas

X1 Chapa de aluminio. 120mm x 300mm x 6mm

X2 Barra roscada. Diámetro 6mm, longitud 30mm

X1 Ultrasonido de Arduino

X1 Motor CC de 8V

X2 Canaleta para cables

X1 Correa de transmisión

X2 Tuerca interna del elevador

X2 Base brazos

X4 Brazos elevador

X4 pernos. 3mm diámetro

X8 tornillos. 4mm diámetro

X2 Finales de carrera

X4 Columnas de aluminio. Longitud 300mm

El resultado del ensamblaje puede observarse en las siguientes imágenes:

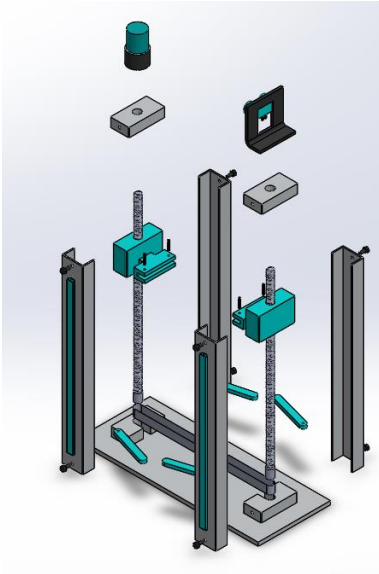


Figure 1. Vista Isométrica

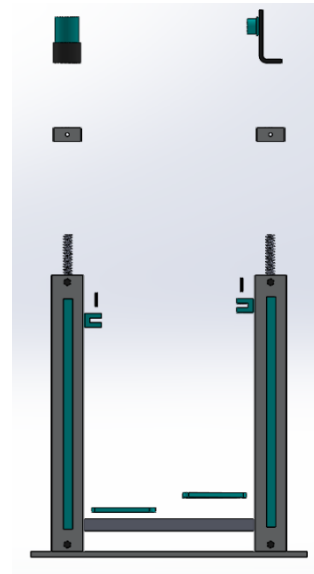


Figure 2. Vista de alzado

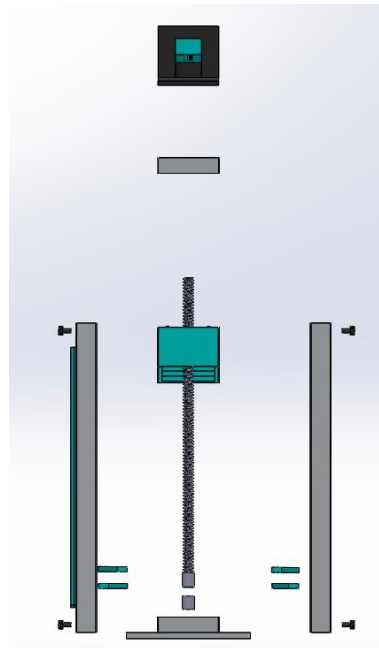


Figure 3. Vista lateral

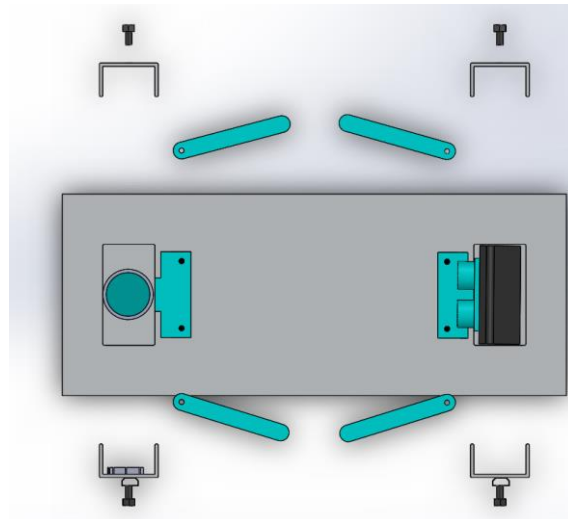


Figure 4. Vista de planta

1.2.4. Diseño 3D y funcionamiento

El resultado del ensamblaje fue una representación en tres dimensiones del elevador con el que ahora se puede realizar un estudio de movimiento a través del mismo programa. Para este caso se le añadió dos motores virtuales en la parte superior de los tornillos que girarían a una velocidad fija, que para propósitos de la demostración es irrelevante.

Representación de la animación del movimiento

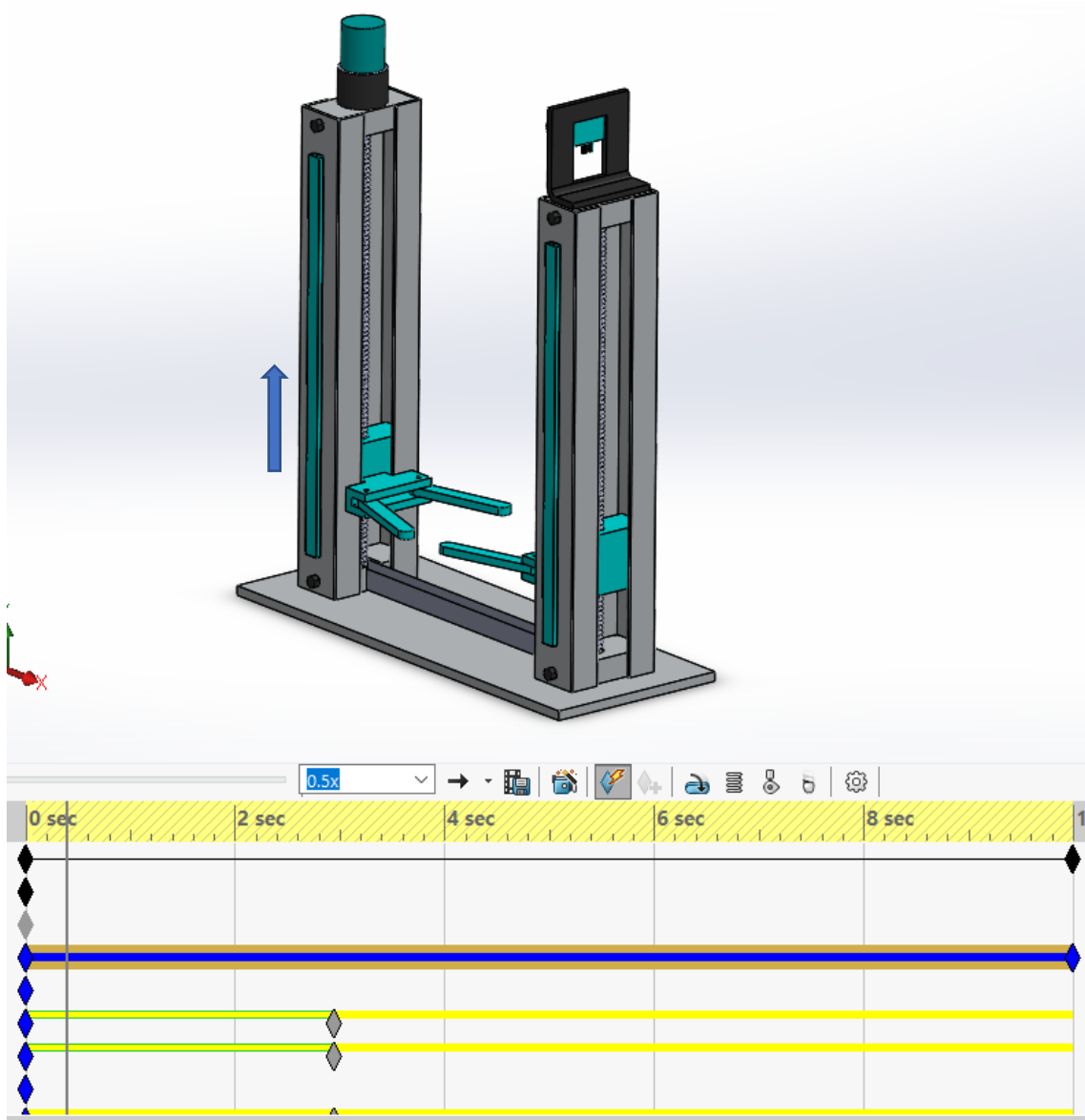


Figure 4. Estado inicial

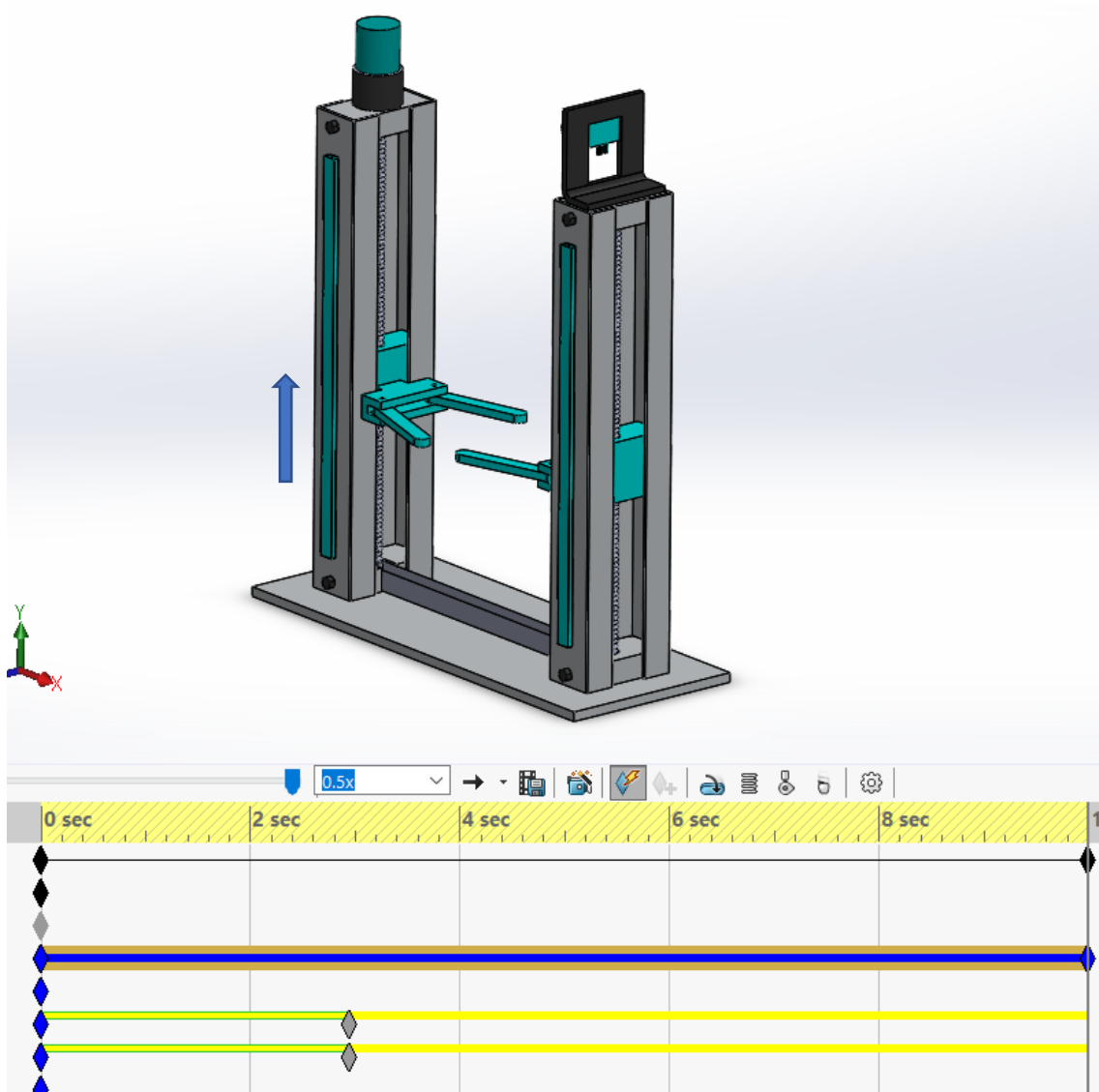


Figure 5. Elevador después de aplicársele el torque

1.3. Lubricación y frenado

1.3.1. Lubricación

El sistema de lubricación, por aceite, requiere un limitado mantenimiento y ha sido diseñado para prevenir las pérdidas de aceite mediante un husillo elevador auto lubricante.

La opción más sencilla es dimensionar el elevador con mayor carrera (altura del elevador) y ocasionalmente aplicar un impulso de lubricación.



Imagen 1. Aceitador para lubricar automáticamente

1.3.2. Frenado y seguridad

Dispositivo de retención: Es un trinquete que retiene el dispositivo soporte de la carga en caso de fallo mecánico o de falta de energía en el elemento de elevación. Hay muchas variantes de los dispositivos de retención, pero en ningún caso permiten la bajada de la carga si se produce un fallo.

Sistema de sincronización: Para evitar una caída del objeto a levantar por diferencia en la elevación de los soportes, un sistema que sincronice los movimiento de los dos tornillos sin fin, tal como una correa o cadena que una las dos piezas, podría eliminar este riesgo y a su vez reducir costos ya que solo haría falta un solo motor para hacer el trabajo.

Dispositivo de prevención de subida inesperada: dispositivo que impide reanudar el movimiento de subida al soporte de carga a partir de la posición de reposo si falla el elemento de elevación. El limitador de subida integrado dentro del motor protege al vehículo de una colisión o caída. Cada columna del elevador tiene una tuerca de seguridad de hierro fundido que garantiza que en caso de rotura el vehículo no se venga abajo. Un dispositivo mecánico impide que el elevador suba si la tuerca principal está rota.

Dispositivos de bloqueo: Para evitar la caída de los vehículos rodando por las pasarelas, los elevadores deben llevar acoplados unos “topes de rueda”, tanto en la parte delantera como en la trasera de las pasarelas. Generalmente los topes de rueda situados junto a las rampas de acceso se ponen en posición automáticamente cuando el elevador sube.

Generalmente los topes delanteros son fijos y no deben quitarse de las pasarelas bajo ningún concepto. También es recomendable utilizar tacos de bloqueo manuales para evitar que el vehículo se desplace por las pasarelas. La superficie de las bandas de rodadura debe ser antideslizante.

También hay un sistema automático de bloqueo de los brazos de elevación que impide su rotación después de los primeros 30 mm de Carrera.

Se va a instalar un sistema de autobloqueo que consiste en que un par de torsión aplicado a la rueda evite que una carga se deslice descendiendo. Sin embargo, es importante la necesidad de contar con un freno de contra vuelta para evitar una rotación inversa inesperada, ya que aún existe la posibilidad de giro inverso, como cuando hay vibración o cuando se pulen las superficies de los dientes del engranaje con el paso del tiempo.

Para el caso del tornillo sin fin, debido a su pequeño paso, se produce un efecto cuña con las tuercas que elevarían el coche, lo que da como resultado un frenado intrínseco en el sistema que impediría una caída abrupta.

Dispositivo anti uso no autorizado: dispositivo accesible y fijo cerrado con llave que impida que el equipo sea utilizado por personas no autorizadas después de dejarlo fuera de servicio.

El método más habitual consiste en bloquear el interruptor general, mediante un candado. Esto impide que el elevador pueda ser puesto en marcha, ya que no le llega corriente.

Instalación. Características de seguridad: El equipo debe estar montado de forma que cualquier parte móvil del mismo esté situada a una distancia mínima de 600 mm de la estructura fija más cercana (para escala real).

El perímetro de la zona de apoyo del equipo debe estar protegido de forma que se impida que los pies puedan quedar atrapados bajo las guías al descender.

Si no es posible proteger el perímetro, se deben mantener un espacio libre de seguridad para el calzado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 13857:2008.

El equipo se caracteriza por un nivel bajo de ruido y un micro interruptor de final de carrera superior y otro inferior detienen automáticamente el vehículo cuando llega a su tope de máxima altura o de mínima altura.

1.4. Motores y cálculos

Para realizar la elección del motor óptimo debemos tener en cuenta las propiedades de nuestro elevador, sabemos que debe tener como máximo 35 cm de altura, ser capaz de levantar al menos 0.2 kg y trabajar con tornillos de transporte de 20 mm de diámetro y 3mm de Paso que fueron previamente seleccionados en el diseño.

Para el cálculo de la potencia del motor usaremos un peso más elevado para garantizar un mayor coeficiente de seguridad.

Por otro lado, hemos colocado un tope en los tornillos de nuestro elevador de esta forma el vehículo alcanzara una altura máxima de 25 cm.

1.4.1 Cálculos de comportamiento (velocidad de giro del motor, velocidad de subida y bajada del elevador, y fuerza mínima necesaria para levantar el peso del coche)

- **Velocidad de subida y bajada del elevador**

Hemos estimado un tiempo de entre 15-20 segundos como un tiempo razonable para elevar el vehículo desde su punto más bajo al más alto.

Esto nos proporcionaría una velocidad lineal aproximada de 0.015 m/s. Para un recorrido de 25 cm.

- **La velocidad de giro del eje del tornillo, en r.p.m.**

La velocidad de desplazamiento (v) del transportador es la velocidad con la que desplaza el material en la dirección longitudinal del eje del tornillo. Depende tanto del paso del tornillo como de su velocidad de giro.

La expresión que permite conocer la velocidad de desplazamiento en un transportador de tornillo es la siguiente:

$$V = P \cdot N / 60$$

Siendo N la velocidad de giro del eje del tornillo obtenemos:

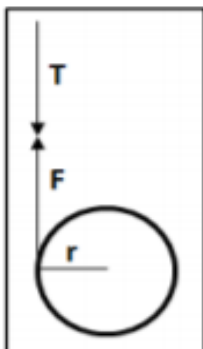
$$N = 300 \text{ r.p.m} = 5 \text{ rev/s}$$

- **potencia necesaria para activar el tornillo**

$$P = DL / 20 = (0.25 \times 0.20) / 20 = 2.5 \text{ W}$$

- **Potencia de giro del motor:**

Para la elección del motor se ha calculado el par que generan las fuerzas sobre el eje motor que podemos ver en las tablas a continuación, dado que el movimiento es a velocidad angular constante, el motor deberá aportar el mismo par que estas excepto en el momento de arrancada en que si tendrá una aceleración para alcanzar la velocidad de giro deseada.



Siendo:

$$T = m(g+a) + m(g+a)$$

$$F = I \times \alpha$$

$$M_{eje} \times a = M_{ve} (g+a) + M_{ve} (g+a)$$

Calculamos la masa del eje como si fuera un cilindro sólido, de acero.

$$V_{eje} = \pi \times R \times R \times L, \text{ la densidad media del acero es de } 7850 \text{ kg/m}^3$$

Por lo que obtenemos una masa del eje de **0.024kg**

Aplicando la siguiente ecuación se obtiene el trabajo realizado por el eje:

$$W = \Delta EC + \Delta EP$$

y multiplicando el trabajo realizado por 1.5 como coeficiente de seguridad.

Conseguimos la potencia mínima para que el motor eléctrico eleve el coche. Pot = 0.0103 W

Si a esto le sumamos la potencia necesaria para activar el tornillo.

Obtenemos una potencia total requerida de 2.5103 W para cada motor o lo que es lo mismo 0,03365965 HP

1.4.2 Motor a elegir

Tal y como hemos calculado necesitamos un motor que nos aporte 0,03365965 HP como mínimo. Cualquier motorcito eléctrico de 6 voltios o incluso de 4.5V nos puede servir.

2. PARTE DE CONTROL

2.1. Elección de sensores y actuadores

- Sensores:
 - 4 pulsadores
 - 1 interruptor
 - 2 finales de carrera
 - 1 sensor ultrasonido

- Actuador/Salidas:
 - 2 LED
 - 1 motor CC

2.2 Elección de controlador y programación del mismo

El controlador que hemos seleccionado sería Arduino. Al utilizar como medio un Arduino lo que realizaremos será armar un circuito nosotros mismos sobre la propia placa, creando un diseño único, pudiendo así usarla libremente sin tener que comprar una que sea pre-fabricada.

Algunas de las ventajas que hemos encontrado, las cuales nos han impulsado a llevar a cabo el proyecto por esta vía y no por otra, serían:

- Al armar nuestro propio circuito tendríamos más libertad de diseño.
- Se trata de una placa que utiliza un lenguaje de programación opensource, el cual ofrece mucha flexibilidad para aportarle funcionalidades al sistema. A su vez, en cualquier momento podemos acceder a toda parte del circuito y códigos, pudiendo modificarlas en cualquier momento, y sin la necesidad de ninguna licencia.
- Es sencillo de programar.
- Al pertenecer a Hardware y Software es fácil encontrar información y tutoriales en internet.
- Al poseer una amplia variedad de placas, nos ha dado flexibilidad para elegir aquella que más se adaptara a nuestro proyecto
- El precio podríamos decir que es relativamente barato

Vamos a mostrar ahora el código que llevaremos a cabo para desarrollar el elevador que buscamos:

```
// Asignación de pines
const int motorPin1 = 5;
const int motorPin2 = 6;
const int LedR = 13;
const int LedV = 12;
const int bajMan = 8;
const int subMan = 9;
const int Switch = 4;
const int carreraAbajo = 7;
const int carreraArriba = 2;
const int switch_off = 10;
const int TriggerPin = 3;
const int EchoPin = 11;
int subManual = 0;
int bajManual = 0;
int finCarreraBaj = 0;
int finCarreraSub = 0;
int switchOn = 0;
int switchOff = 0;

void setup()
{
  // Declaración de entradas y salidas
```

```
Serial.begin(9600);  
pinMode(TriquerPin, OUTPUT);  
pinMode(TriquerPin, INPUT);  
pinMode(motorPin1, OUTPUT);  
pinMode(motorPin2, OUTPUT);  
pinMode(LedR, OUTPUT);  
pinMode(LedV, OUTPUT);  
pinMode(subMan, INPUT);  
pinMode(bajMan, INPUT);  
pinMode(Switch, INPUT);  
pinMode(carreraAbajo, INPUT);  
pinMode(carreraArriba, INPUT);  
pinMode(switch_off, INPUT);  
  
}  
  
void loop()  
{  
  //Lectura de estado de sensores  
  int subManual = digitalRead(subMan);  
  int bajManual = digitalRead(bajMan);  
  int finCarreraBaj = digitalRead(carreraAbajo);  
  int finCarreraSub = digitalRead(carreraArriba);  
  int switchOn = digitalRead(Switch);  
  int switchOff = digitalRead(switch_off);  
  
  // Lectura de distancia medida por el arduino  
  int cm = ping(TriquerPin, EchoPin);  
  Serial.println(cm);  
  delay(1000);  
}
```

```
// Inicio condicionales

if (switchOff == HIGH) // SwitchOff, como medida de seguridad, tiene que activarse
previamente antes de poder usar cualquier función.

{

// Subida manual

if (subManual == HIGH && switchOn == LOW)

{

Arriba();

}

// Bajada manual

else if (bajManual == HIGH && switchOn == LOW)

{

Abajo();

}

// Subida automática hasta alcanzar el final de carrera

else if (subManual == HIGH && switchOn == HIGH)

{

while (digitalRead(carreraArriba) == LOW && digitalRead(switch_off) == HIGH)

{

Arriba();

}

}

// Bajada automática hasta alcanzar el final de carrera

else if (bajManual == HIGH && switchOn == HIGH)

{

while (digitalRead(carreraAbajo) == LOW && digitalRead(switch_off) == HIGH)

{

Abajo();

}

}

}
```



```
}
else
{
  stop();
}
}

// Sistema de detenido de emergencia, en caso de que se desactive switchOff o el
ultrasonido detecte que el vehículo se encuentra cerca de golpear con el techo
else if (digitalRead(switch_off) == LOW || cm < 6)
{
  stop();

}

}

/*****/

// Función encargada de movimiento de motores en un sentido
void Arriba()
{
  //Motor clockwise
  digitalWrite(motorPin1, HIGH);
  digitalWrite(motorPin2, LOW);
  digitalWrite(LedR, HIGH);
  digitalWrite(LedV, LOW);

}
```

```
// Función encargada de movimiento de motores en el sentido contrario
void Abajo()
{
  //Motor counter-clockwise
  digitalWrite(motorPin1, LOW);
  digitalWrite(motorPin2, HIGH);
  digitalWrite(LedR, HIGH);
  digitalWrite(LedV, LOW);

}

// Detenimiento del motor
void stop()
{
  //Detenimiento del motor
  digitalWrite(motorPin1, LOW);
  digitalWrite(motorPin2, LOW);
  digitalWrite(LedV, HIGH);
  digitalWrite(LedR, LOW);
}

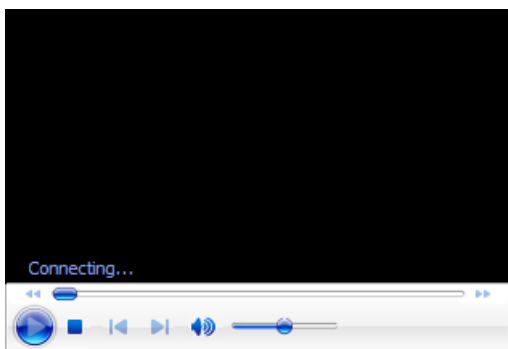
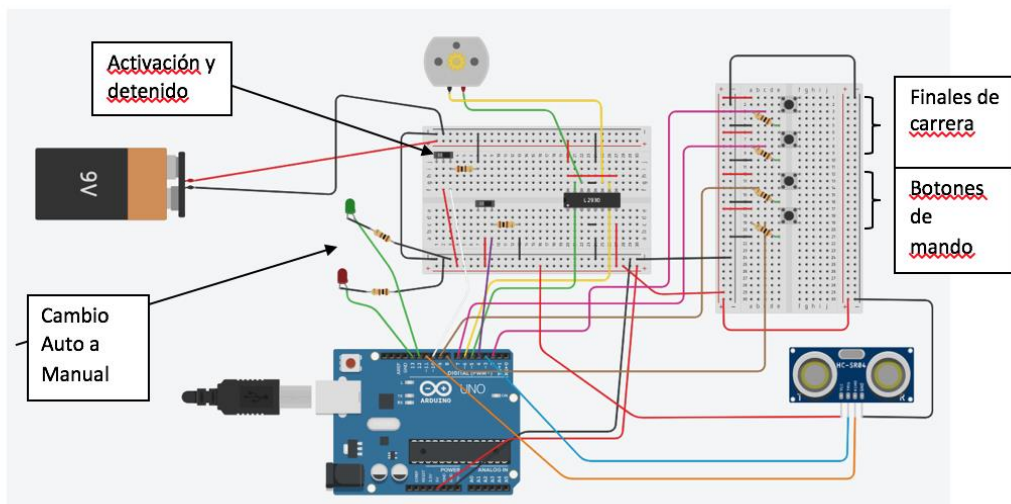
// Función para la lectura del ultrasonido
int ping(int TriggerPin, int EchoPin) {
  long duration, distanceCm;

  digitalWrite(TriggerPin, LOW);
  delayMicroseconds(4);
  digitalWrite(TriggerPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TriggerPin, LOW);
```

```
duration = pulseIn(EchoPin, HIGH);  
  
distanceCm = duration * 10 / 292 / 2;  
  
return distanceCm;  
}
```

2.3. Planos eléctricos del sistema

El plano eléctrico que utilizaremos para la construcción de nuestro elevador será el mostrado en la imagen siguiente, el cual ha sido desarrollado con el programa tinkercad:



2.4. Listado de materiales y procedimientos

El listado de materiales que emplearemos será el siguiente, el cual desarrollaremos más adelante, justificando los mismos:

- 2 pulsadores momentáneos
- 2 interruptor de mano
- 2 finales de carrera
- 2 LEDs(rojo y verde)
- 2 resistencias(100 ohmios)
- 1 sensor ultrasonido
- 1 microcontrolador – Arduino Mega
- 1 motor Corriente Continua 12V
- 1 correa de goma
- 1 tabla madera base
- 2 tornillos sin fin, sistema tornillo-tuerca
- Láminas metálicas estructura
- Protoboard
- 2 Baterías 12V
- Driver L293D

Podríamos decir que el motivo por el cual se han elegido los materiales previamente nombrados serían los siguientes:

- 2 interruptor de mano



Utilizaremos dos interruptores, por un lado uno que activara o desactivara el sistema, y por otro lado, el otro interruptor, que se encargará de ponerlo en modo manual o automático. Para la elección del interruptor nos hemos basado en la elección de un interruptor de mano, dado que al tratarse de una maqueta de clase, hemos considerado que sería lo más cómodo y sencillo. Y para elegir el que más se adecuara, hemos elegido el que hemos encontrado más barato.

- 2 pulsadores.



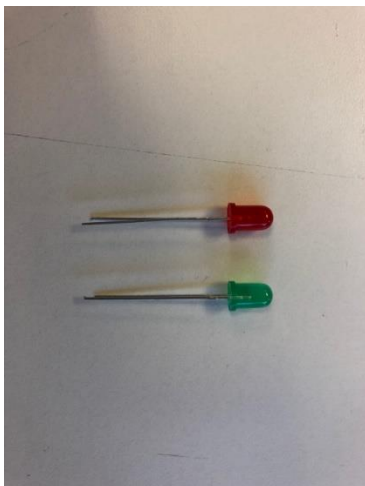
Los cuales actuarán de manera diferente si está puesto el interruptor en modo manual o en automático, de manera que en el caso del automático será un pulsador que suba automáticamente hasta arriba, y el otro baje. Y en el caso del manual, un pulsador que suba mientras se mantenga pulsado, es decir, un pulsador momentáneo, por lo que nos hemos centrado también en buscar los cuales sean más baratos, dado que al igual que los interruptores, se trata de piezas simples, por lo que hemos preferido invertir en otras piezas más complejas.

- 2 finales de carrera



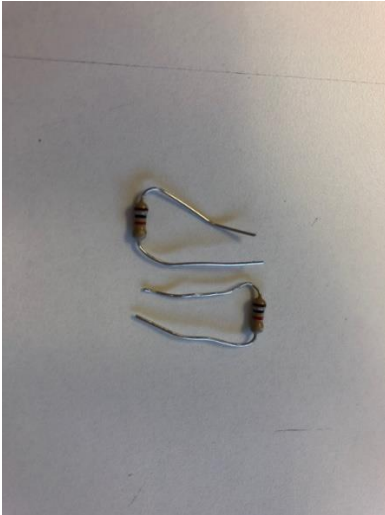
Los finales de carrera que utilizaremos en este proyecto serán sensores de presencia con contacto, los cuales nos emitirán una salida Todo/Nada, indicándonos cuando está bajado, y cuando está subido. El principal motivo por el cual hemos seleccionado este sensor sería, por que de entre aquellos que nos servirían para indicarnos si está bajado o subido, sería el que hemos considerado más económico y sencillo de aplicar.

- 2 LEDs(rojo y verde)



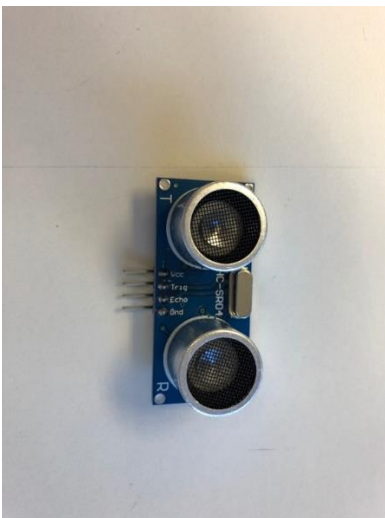
Un Led será una salida, la cual emitirá luz según si está apagado o encendido, de manera que utilizaremos dos, por un lado un LED verde, el cual estará encendido siempre que el dispositivo este parado pero exista corriente, y por otro lado, el LED rojo, el cual se encenderá siempre que esté en movimiento.

- 2 resistencias(100 ohmios)



Utilizaremos dichas resistencias para proteger los LED y que no se quemen, de manera que cada una de las resistencias protegerá a uno de los LED, y para seleccionar las mismas hemos elegido unas resistencias de 100 Ohmios.

- 1 sensor ultrasonido



Necesitamos un sensor que nos sirva para indicar la proximidad que tendría el coche para chocarse con el techo, de manera que para la elección del mismo nos hemos quedado con un sensor de proximidad óptico y un ultrasonido, dado que hemos descartado los demás por características como el corto alcance que los otros poseen, y una vez seleccionados estos dos

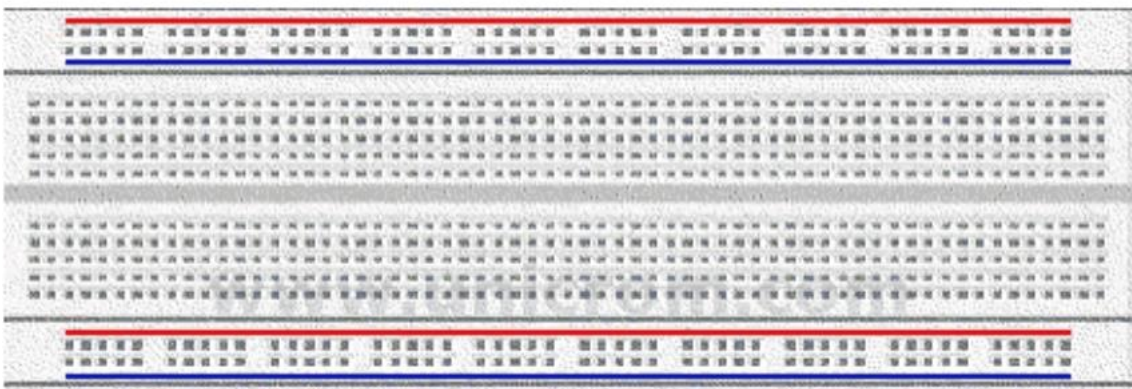
como los adecuados, nos hemos decantado finalmente por los ultrasonidos, debido a su coste inferior, puesto que al ser el coche un objeto grande, no necesitaríamos la precisión exacta que nos aportaría un sensor óptico.

- 1 microcontrolador – Arduino Mega



La elección del mismo ya habría quedado previamente justificada en el apartado dos.

- 1 motor Corriente Continua 12V
- 1 correa de goma
- 1 tabla de metacrilato: La cual utilizaremos para poder fijar nuestra maqueta en ella, y hemos elegido el metacrilato debido a la facilidad para trabajar con el a la hora de fijar los objetos en la misma, trasladarla, adaptarla al tamaño necesario...
- 2 tornillos sin fin, sistema tornillo-tuerca: Para construir las cabinas del elevador, situando una a cada lado del mismo.
- Láminas metálicas estructura: Las utilizaremos para construir los lados de la estructura en la cual se encontraran las cabinas.
- Protoboard



Se tratará de un tablero con orificios, el cual utilizaremos para insertar los componentes electrónicos y cables para poder armar el circuito.

- 2 Baterías 12V: Utilizaremos 2 baterías para que nos sirvan de arranque para el sistema.
- Driver L293D: Es un driver de 4 canales, que utilizaremos para proporcionar una corriente de salida.

3. CONCLUSIÓN

Para el desarrollo de sistemas mecánicos hace falta tomar en cuenta múltiples factores externos tales como rozamiento, esfuerzos y otras causas de inestabilidad para su correcto diseño. Esto puede ser afrontado haciendo uso de herramientas de simulación y sistemas físicos que contribuyan a la estabilidad del sistema tales como métodos de lubricación y sincronizadores de movimiento (como correas que unan las dos columnas para así hacer sus movimientos interdependientes).

Estos mecanismos deben estar contruidos en función de los cálculos realizados y del objetivo general del sistema en si (en este caso el objetivo sería levantar un peso con unas medidas específicas a una velocidad que no provoque disrupción).

Otro objetivo de este proyecto es el del reconocimiento y la aplicación de sistemas de seguridad para frenado y parada de emergencia para impedir cualquier accidente dado el caso que esto se lleve a escala real.

Hay que asegurar la mayor robustez posible en el sistema de control para así evitar problemas con el funcionamiento, y cerciorar que el sistema de emergencia siempre tenga prioridad por encima de las demás funciones. Para esto el cableado fue realizado de tal manera que el apagado de emergencia no dependiera de la programación en el Arduino, en cambio se colocó como un switch que cortarí la tensión al puente H para así bloquear de manera analógica el movimiento del motor.

4. BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.equipotaller.es/es/tipos-de-elevadores-de-2-columnas-y-como-funcionan>
- <https://docplayer.es/571471-Elevadores-de-dos-columnas.html>
- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/ntp-1082M.pdf>
- <https://www.equipotaller.es/es/tipos-de-elevadores-de-2-columnas-hidraulicos-de-primer-nivel>
- <http://www.sculeauto.com/Instructiuni/Elevator%20%20coloane%204tone.pdf>
- http://www.casermovil.com/index.php?id_product=342&controller=product