



Pontificia Universidad Católica  
Facultad de Ingeniería  
IRB2001 - 1  
Profesor: Miguel Torres

## **Tarea 1:**

### **Diseño mecánico, dibujo técnico y actuadores**

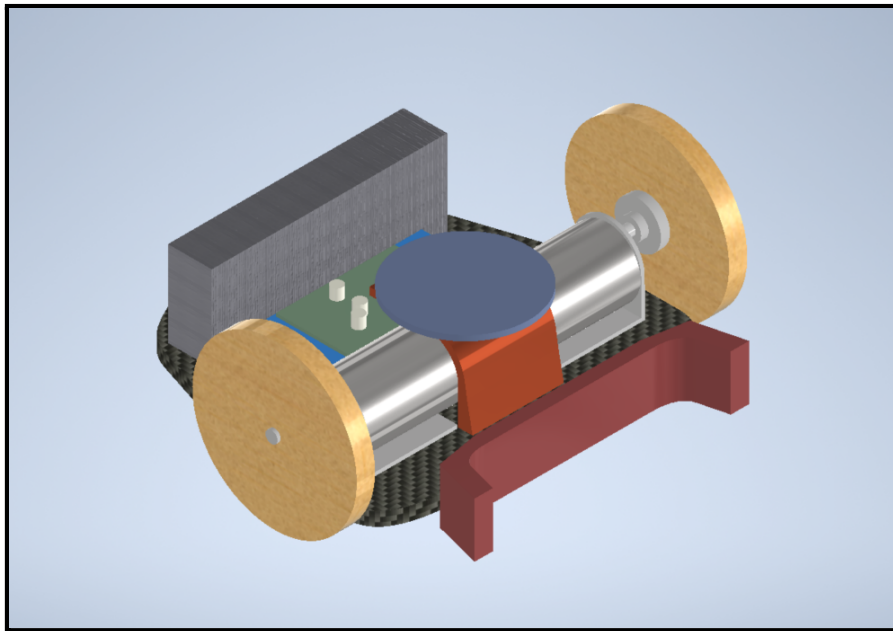
Matías Moreno F.  
Jaime Tagle D.  
Santiago Larraín C.  
28/03/2022

## 1. Diseño:

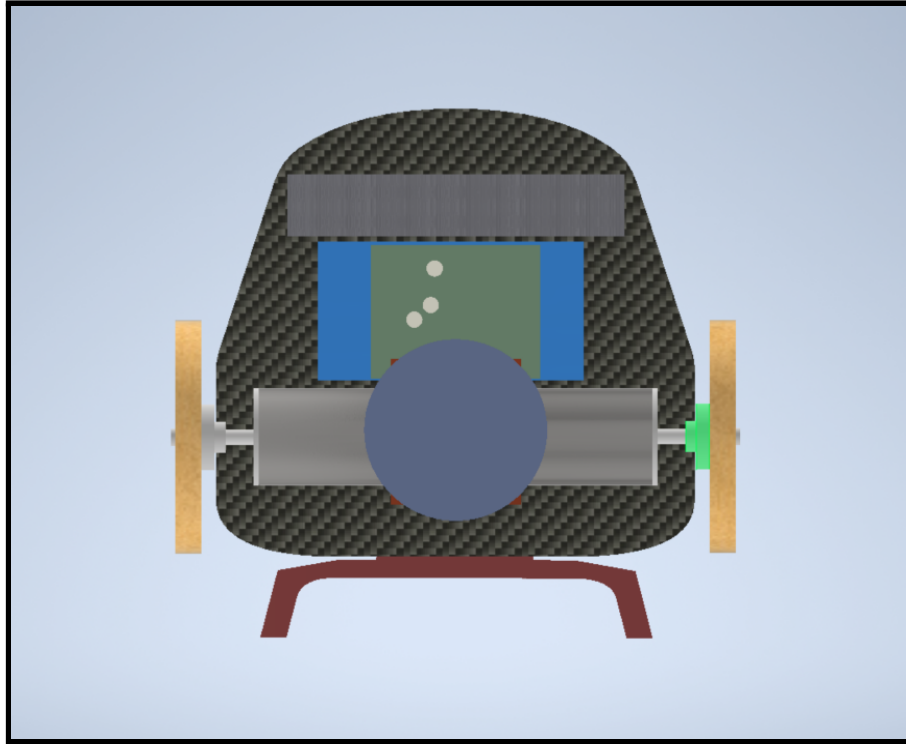
Se diseñó la base de un robot respetando las dimensiones solicitadas e incluyendo los componentes reales en forma de figuras simples, como cilindros y paralelepípedos. Este diseño está sujeto a futuras modificaciones, incluyendo soportes para mantener en su lugar algunos componentes, agujeros para hacer más liviana la pieza y para apernar otros componentes también.

Sobre los archivos, en la carpeta *Pregunta 1/* se encuentran tres carpetas más; la carpeta *Robot/* contiene los archivos de piezas 3D de la base, la pala, el soporte del sensor, y el sensor, y el ensamblaje, más el archivo de los planos del robot ensamblado y la carpeta *Piezas 3D Robot - Simplificado/* contiene las piezas de tamaño real del robot en formas simples.

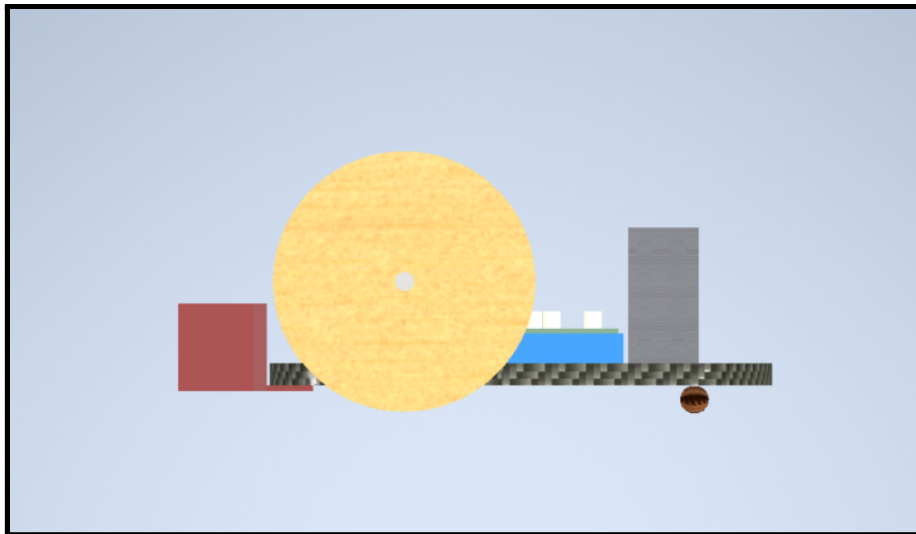
A continuación se ilustran imágenes del render del robot, seguidas del plano con las vistas más importantes y las medidas relevantes para los componentes nuevos; la base y la pala del robot.



**Figura 1:** Diseño del robot.



**Figura 2:**Robot con su vista superior



**Figura 3:**Robot con su vista lateral.

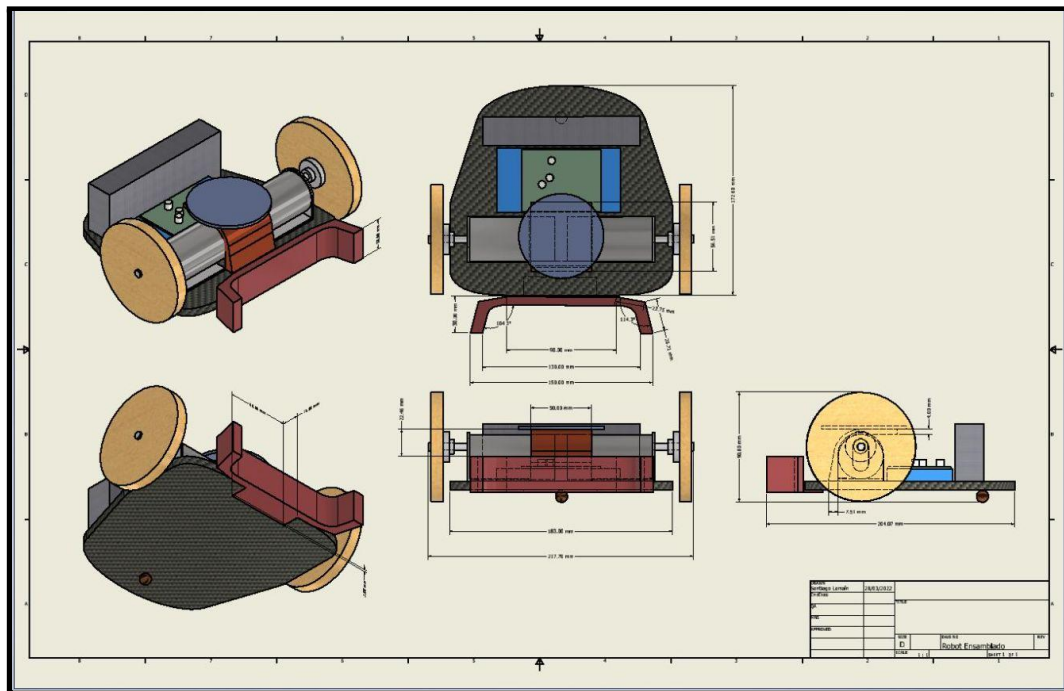


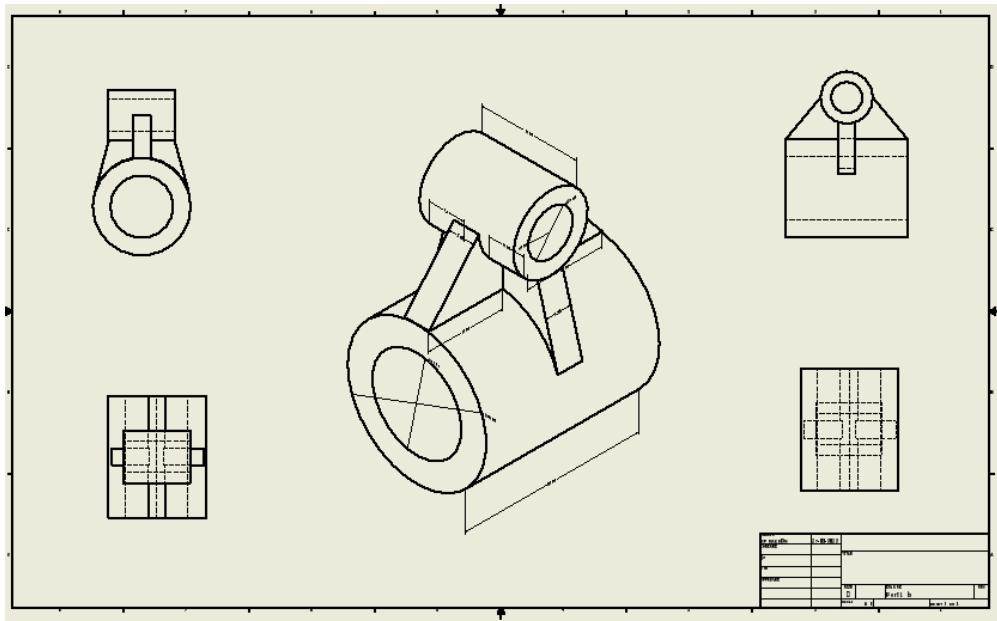
Figura 4: Robot con vista isometrica.

## 2. Dibujo técnico:

En esta parte de la tarea se nos pide que implementando Autodesk Inventor® se logre crear diferentes piezas. Aca se considera tanto el plano 3D como el de las vistas del diseño con sus respectivas medidas.

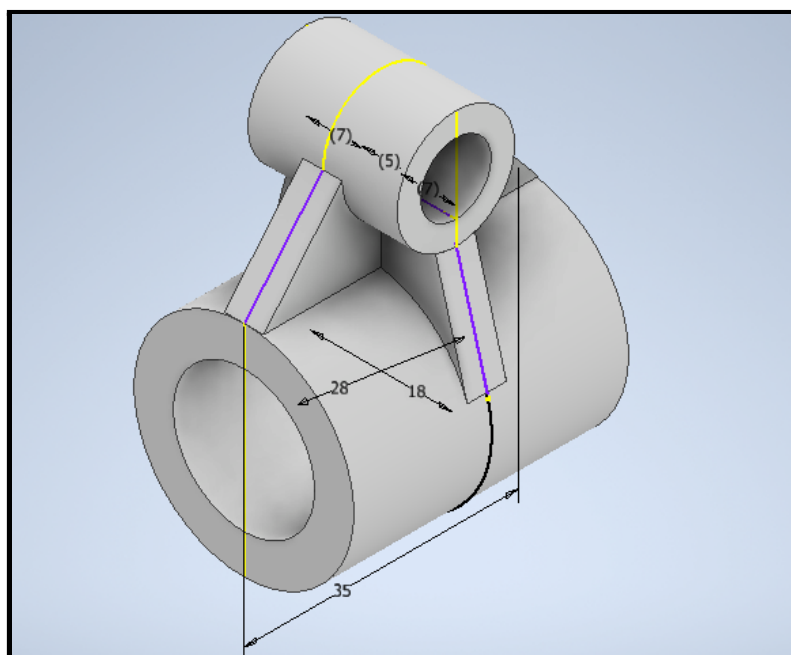
### Parte 1:

(a) Aca se muestra una vista isométrica de la pieza con dimensiones en milímetros.



**Figura 5:** Vista isométrica con los diferentes planos del diseño de la parte 1, todo esto con las medidas de cada dimensión del diseño..

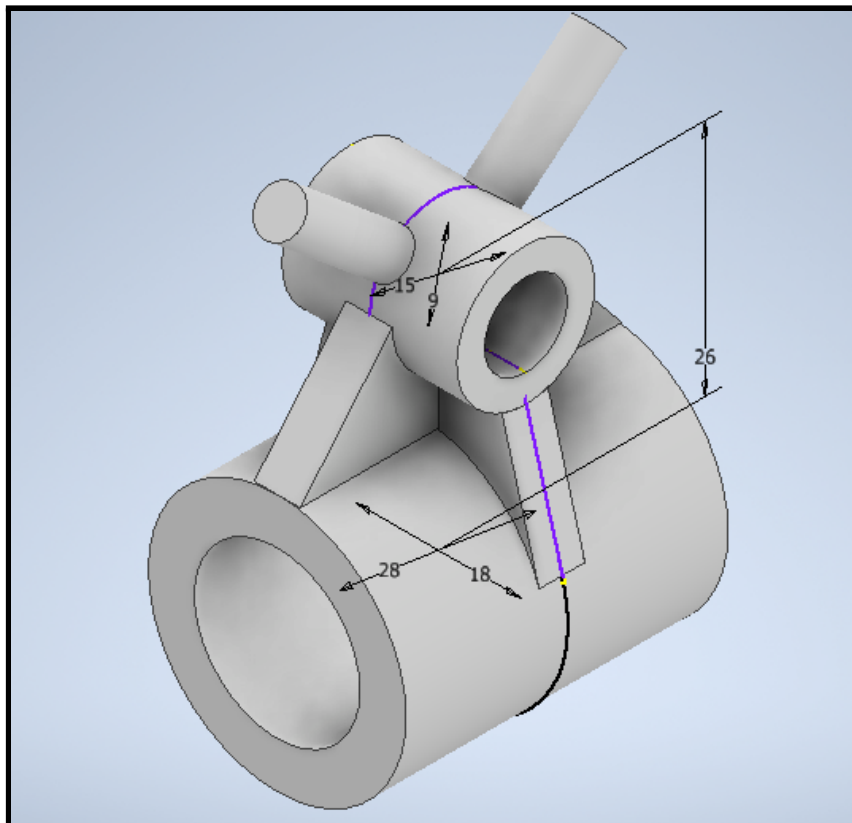
(b) En el punto B va el diseño en base a milímetros.



**Figura 6:** Diseño original.

## Parte 2:

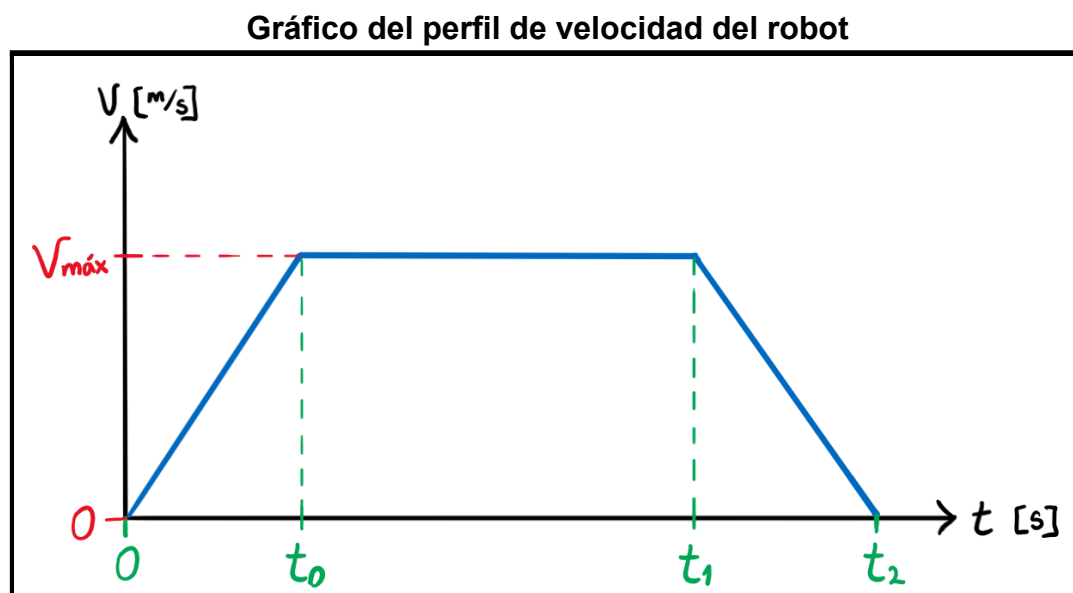
Por último, se pide que se genere un diseño modificado. En este caso se hace el mismo diseño que en la parte 1. Sin embargo, este posee dos cachos con  $\pm 45^\circ$  respecto del plano o eje.



**Figura 7:** Diseño modificado con los dos cachos.

### 3. Motores:

- (a) Calcule y grafique el torque mecánico realizado por el motor durante la trayectoria.



**Figura 8:** Se grafica la velocidad del robot en los distintos tramos de tiempo comenzando desde el reposo en  $t = 0\text{s}$  y volviendo al reposo en  $t = t_2$ .

Antes de calcular el torque calcularemos la velocidad en cada tramo a partir del gráfico del perfil de velocidad del robot (Figura 1).

$$v(t) = \frac{V_{\text{max}}}{t_0} t, \quad t \in [0, t_0]$$

$$v(t) = V_{\text{max}}, \quad t \in ]t_0, t_1]$$

$$v(t) = \frac{V_{\text{max}}}{(t_2 - t_1)} (t_2 - t), \quad t \in ]t_1, t_2]$$

Luego, calculamos la aceleración que tiene el robot en cada uno de los tramos derivando cada velocidad; como las velocidades en los tres tramos tienen pendiente constante, basta con sacar las diferencias de los valores “y” del punto y dividirlo por la diferencia entre los valores “x”.

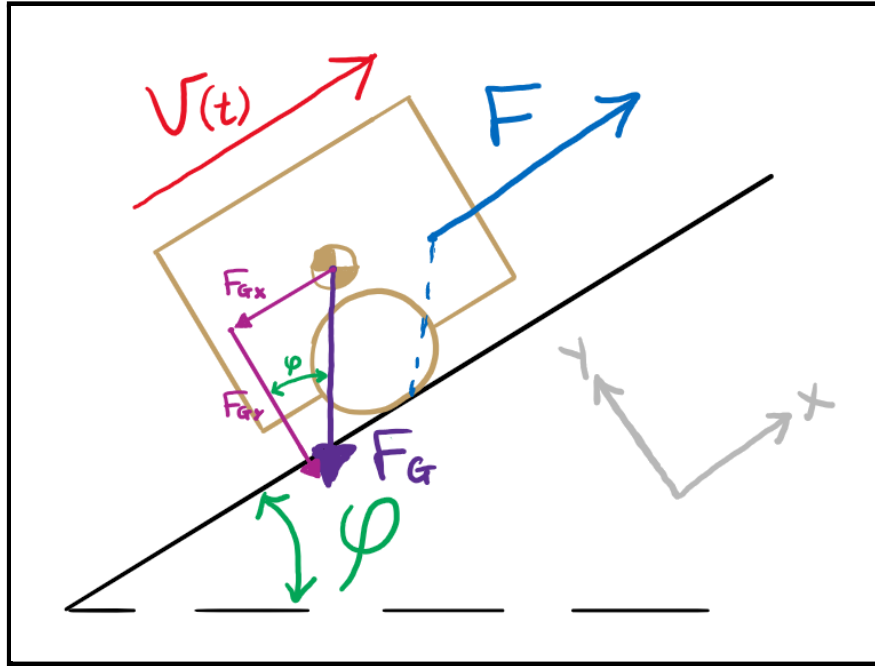
$$a(t) = \frac{V_{\text{max}}}{t_0}, \quad t \in [0, t_0]$$

$$a(t) = 0, \quad t \in ]t_0, t_1]$$

$$a(t) = \frac{-V_{\text{max}}}{(t_2 - t_1)}, \quad t \in ]t_1, t_2]$$

Para calcular el torque necesitamos la fuerza que aplica el motor sobre una rueda, para ello utilizaremos la segunda ley de Newton sobre el robot como se indica en el siguiente diagrama (Figura 2).

### Diagrama de cuerpo libre



**Figura 9:** Diagrama de cuerpo libre del robot donde se muestran las fuerzas presentes y recordando que la fuerza del robot proviene del roce entre las ruedas y el piso. Se incluyen las componentes de la fuerza de gravedad considerando el eje cartesiano inclinado y se muestra el ángulo de inclinación tanto en el plano como en las componentes del peso. En rojo, la dirección de velocidad del robot.

Como se observa en el diagrama, hay una fuerza proyectada sobre el eje x, la cual corresponde a la componente de la fuerza peso del objeto. Esta se puede expresar como  $F_x = mg \cdot \sin(\varphi)$

Si aplicamos la ley de Newton en el eje X, resulta lo siguiente

$$F \cdot (1) + mg \sin(\varphi) \cdot (-1) = m \cdot a_x$$

Reemplazamos la componente de la aceleración en x por la aceleración calculada anteriormente.

$$F - mg \sin(\varphi) = m \cdot \frac{V_{max}}{t_0}$$

$$F_1 = m \left( \frac{V_{max}}{t_0} + g \sin(\varphi) \right)$$

Luego el torque se calcula como  $\tau = F \cdot r$ , siendo  $r$ , el radio de la rueda. Por lo tanto el torque ejercido por el motor sobre una de las ruedas en el primer tramo es igual a

$$\tau_1 = mr \left( \frac{V_{max}}{t_0} + g \sin(\varphi) \right)$$

Si repetimos lo mismo para los otros dos tramos considerando las distintas aceleraciones obtenidas, obtenemos que el torque ejercido por el motor en esos tramos es el siguiente



$$F_2 = mg \sin(\varphi)$$

$$\tau_2 = rmg \sin(\varphi)$$

$$F_3 = m \left( g \sin(\varphi) - \frac{V_{max}}{(t_2 - t_1)} \right)$$

$$\tau_3 = mr \left( g \sin(\varphi) - \frac{V_{max}}{(t_2 - t_1)} \right)$$

**(b)** Calcule la potencia mecánica máxima del motor para realizar la trayectoria.

La potencia mecánica se calcula como  $P = \omega \cdot \tau = \frac{v}{R} \cdot F \cdot R = v \cdot F$ . Por lo tanto, calculamos la potencia para cada tramo de tiempo.

$$P_1 = m \left( \frac{V_{max}}{t_0} + g \sin(\varphi) \right) \cdot \frac{V_{max}}{t_0} t$$

$$P_2 = mg \sin(\varphi) \cdot V_{max}$$

$$P_3 = m \left( g \sin(\varphi) - \frac{V_{max}}{(t_2 - t_1)} \right) \cdot \frac{V_{max}}{(t_2 - t_1)} (t_2 - t_1)$$

Se puede observar que la potencia máxima es  $P_2$  ya que es donde se alcanza la velocidad máxima, y además el torque del motor es constante durante todo el trayecto.

**(c)** Escoja valores para la masa, ángulo de inclinación, radio de las ruedas, perfil de velocidad y evalúe en las ecuaciones de las preguntas (a) y (b)

Consideramos el radio de las ruedas utilizado en el diseño del robot 3D, el cual tiene un radio de  $0.045m$ , podemos hacer un supuesto y establecer que la masa del robot será de  $0.9kg$ , además, suponemos un ángulo de inclinación de  $25^\circ$  o  $5\pi/36 \text{ rad}$ . Suponemos un perfil de velocidad que considere una velocidad máxima de  $1.5m/s$ , con los siguientes tiempos:

$$t_0 = 3s, t_1 = 15s, t_2 = 20s.$$

Si reemplazamos los valores en las ecuaciones entregadas resulta lo siguiente

$$F_1 = 4.17 [N]$$

$$F_2 = 3.72[N]$$

$$F_3 = 3.45 [N]$$

$$\tau_1 = 0.1877 [N \cdot m]$$

$$\tau_2 = 0.1674 [N \cdot m]$$

$$\tau_3 = 0.1552 [N \cdot m]$$

$$P_{2(max)} = 5.2 [W]$$

En base a los parámetros establecidos se concluye que se necesita un motor que entregue una potencia máxima en promedio de 5  $W$ .

- (d) Escoja un motor con reducción que cumpla con los requerimientos para realizar su trayectoria según los valores que escogió en el punto anterior.

El motor debe cumplir con que su potencia debe ser mayor o igual a 5  $W$ , el torque debe ser aproximadamente de 0.19 [ $N \cdot m$ ].

El modelo de motor que se escogió es el motor “LYSB015PQW8AS”, el cual está pensado para ser usado en proyectos experimentales con fines didácticos. Dicho motor tiene las siguientes características:

- Voltaje nominal: 3  $V$
- Corriente a 3  $V$ : 0.92  $A$ , implica una potencia de 2.76  $W$
- Corriente a 6  $V$ : 1.5  $A$ , implica una potencia de: 9  $W$
- RPM: 15000

El motor cumple con la potencia máxima requerida, sin embargo, sería útil poder regular el voltaje para encontrar el voltaje tal que haga que se tengan 5  $W$  de potencia.