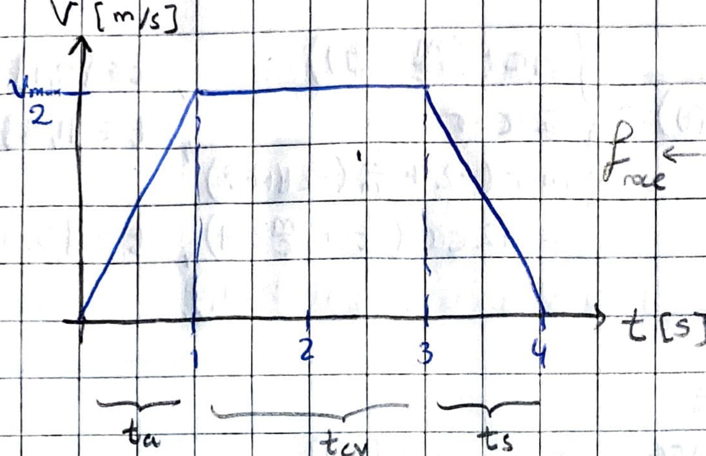
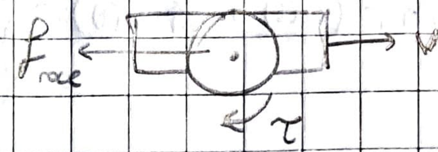
5





a) Sea τ la suma de torques de los motores, r el radio de las ruedas, m la masa del robot y c [Ns/m] la constante de roce viscoso, entonces por 2^{da} Ley de Newton se cumple que:

$$F_R - c\cdot\dot{x} = m\cdot\ddot{x} \qquad / \; F_R = \frac{\tau}{r}$$

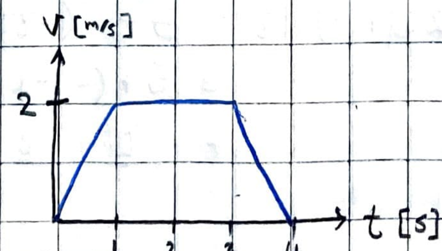
$$\frac{\tau}{r} - c\cdot\dot{x} = m\ddot{x}$$

$$\tau = r\cdot(m\ddot{x} + c\cdot\dot{x})$$

$$\tau(t) = r\cdot m\cdot\left(\ddot{x}(t) + \frac{c}{m}\dot{x}(t)\right)$$

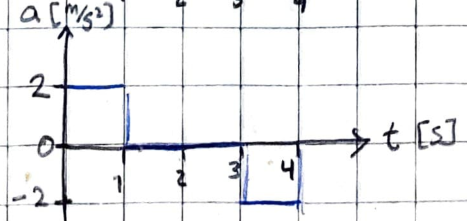
Para la velocidad y aceleración tenemos los siguientes perfiles:

$V(t) \rightarrow$ trapezoide



$$V(t) = \begin{cases} 2t & , \; t \in [0,1] \\ 2 & , \; t \in \,]1,3] \\ -2t + 8 & , \; t \in \,]3,4] \end{cases} \quad [m/s]$$

$$a(t) = \frac{dV(t)}{dt} \longrightarrow$$



$$a(t) = \begin{cases} 2 & , \; t \in [0,1] \\ 0 & , \; t \in \,]1,3] \\ -2 & , \; t \in \,]3,4] \end{cases} \quad [m/s^2]$$

$$\tau(t) = m\cdot r\cdot\left(a(t) + \frac{c}{m}\cdot v(t)\right) = \begin{cases} 2cr\left(\frac{m}{c}+t\right), & t\in[0,1] \\ 2\cdot c\cdot r, & t\in]1,3] \\ m\cdot r\left(-2+\frac{c}{m}(-2t+8)\right) = -2cr\left(t+\frac{m}{c}-4\right), & t\in]3,4] \end{cases} \quad [N\cdot m]$$

Finalmente, la posición:

$$X(t) = \int_0^t v(\tau)\,d\tau = \int_0^t v(\tau)\,d\tau, \quad t\in[0,1]$$

$$= X(1) + \int_1^t v(\tau)\,d\tau, \quad t\in]1,3]$$

$$= X(3) + \int_3^t v(\tau)\,d\tau, \quad t\in]3,4]$$

$t\in[0,1]$:

$$\int_0^t 2\tau\,d\tau = \tau^2\Big|_0^t = \underline{t^2}$$

$t\in]1,3]$:

$$X(1) + \int_1^t 2\,d\tau = 1 + 2\tau\Big|_1^t = 1+2t-2 = \underline{2t-1}$$

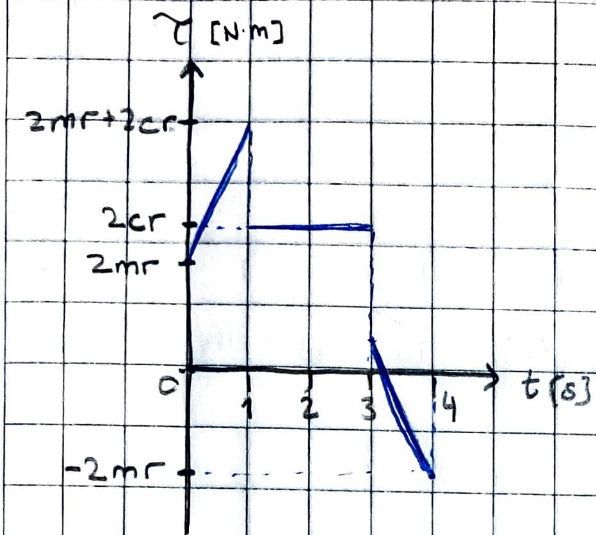
$t\in]3,4]$:

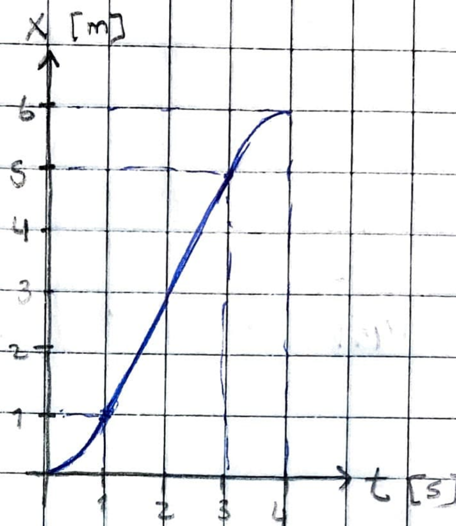
$$X(3) + \int_3^t (-2\tau+8)\,d\tau = 5 + (-\tau^2+8\tau)\Big|_3^t$$

$$= 5 + (-t^2+8t) - (-9+24)$$

$$= \underline{-t^2+8t-10}$$

Los gráficos de Torque y posición son:





b) Se puede observar en el gráfico de X v/s t que la máxima distancia alcanzada en 4 segundos son 6 metros.

c) Potencia máxima: Analicemos los intervalos con $P = \frac{\tau}{r} \cdot v$ [W]

$t \in [0,1[$ $\quad P_1 = \frac{2cr(\frac{m}{c}+t)}{r} \cdot 2t = 4c \cdot (\frac{m}{c}t + t^2) \; / \frac{d}{dt}$

$4c \cdot (\frac{m}{c} + 2t) \longrightarrow$ máx en $t = 1$ $\quad (m, c > 0)$

$P_{1\,Máx} = 4c(\frac{m}{c}+1) = 4(m+c)$ W

$t \in]1,3]$ $\quad P_2 = \frac{2cr}{r} \cdot 2 = 4cr \longrightarrow P_{2\,Máx} = 4c$ W

$t \in]3,4]$ $\quad P_3 = \frac{-2cr \cdot (t + \frac{m}{c} - 4)}{r} \cdot (-2t+8) = 4ct^2 + (4m - 32c)t + 64c - 16m$

$P_3(3) = 4c - 4m$

$P_3(4) = 0$

$P_{3\,Máx} = 4|c-m|$

$\therefore$ $P_{máx} = 4(m+c)$ W

d) Potencia promedio: $\dfrac{\int_0^4 P(t)\,dt}{4}$

$$\overline{P} = \frac{1}{4}\left(\int_0^1 P(t)\,dt + \int_1^3 P(t)\,dt + \int_3^4 P(t)\,dt\right)$$

$$= \frac{1}{4}\cdot\left(\int_0^1 4c\left(\frac{m}{c}t + t^2\right)dt + \int_1^3 4c\,dt + \int_3^4 \left(4ct^2 + (4m - 32c)t + 64c - 16m\right)dt\right)$$

$$= \frac{1}{4}\left(\frac{4}{3}c + \cancel{2m} + 8c + \frac{4}{3}c - \cancel{2m}\right)$$

$$= \frac{1}{4}\left(8c + \frac{8c}{3}\right) = 2c\cdot\left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{8c}{3}\ w$$

$$\overline{P} = \frac{8}{3}\cdot c\ w$$

OBS: No depende de la masa, solo del coef. de roce viscoso.

e) El robot a $V_{máx}$ consume una potencia $P = 4c$ w.

Una batería de 12 V y capacidad de 7.200 mAh proporciona una potencia de $12\,V \cdot 7{,}2\,A = 86{,}4\ w$ por 1 hora. Luego para nuestro robot:

$$86{,}4\,w \cdot 1\,hrs = 4c\,w \cdot T\,hrs$$

$$T = \frac{86{,}4}{4c} = \frac{21{,}6}{c}\ hrs$$

$\therefore$ Con una batería de 12 v y 7.200 mAh, el robot podrá avanzar a $V_{máx}$ por $\dfrac{21{,}6}{c}$ hrs

OBS: Mientras más aerodinámico sea, más tiempo durará.

$$\text{Distancia Máx} = V_{máx}\cdot T\cdot\frac{3600\,s}{1\,hrs} = 155{,}52\ Km$$