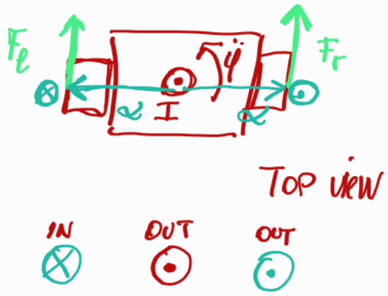
PATH FOLLOWING - PID

We can express a relationship between speed/yaw rate of the vehicle and the torques of the vehicle.

From the relation

1) $$I\ddot{\varphi} = 2l\,(F_r - F_l)$$

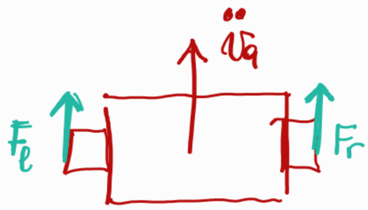
$$I\ddot{\varphi} = \cancel{2}l\left(\frac{\overset{\text{input 1}}{\tau_r}}{\cancel{l}} - \frac{\overset{\text{input 2}}{\tau_l}}{\cancel{l}}\right)$$



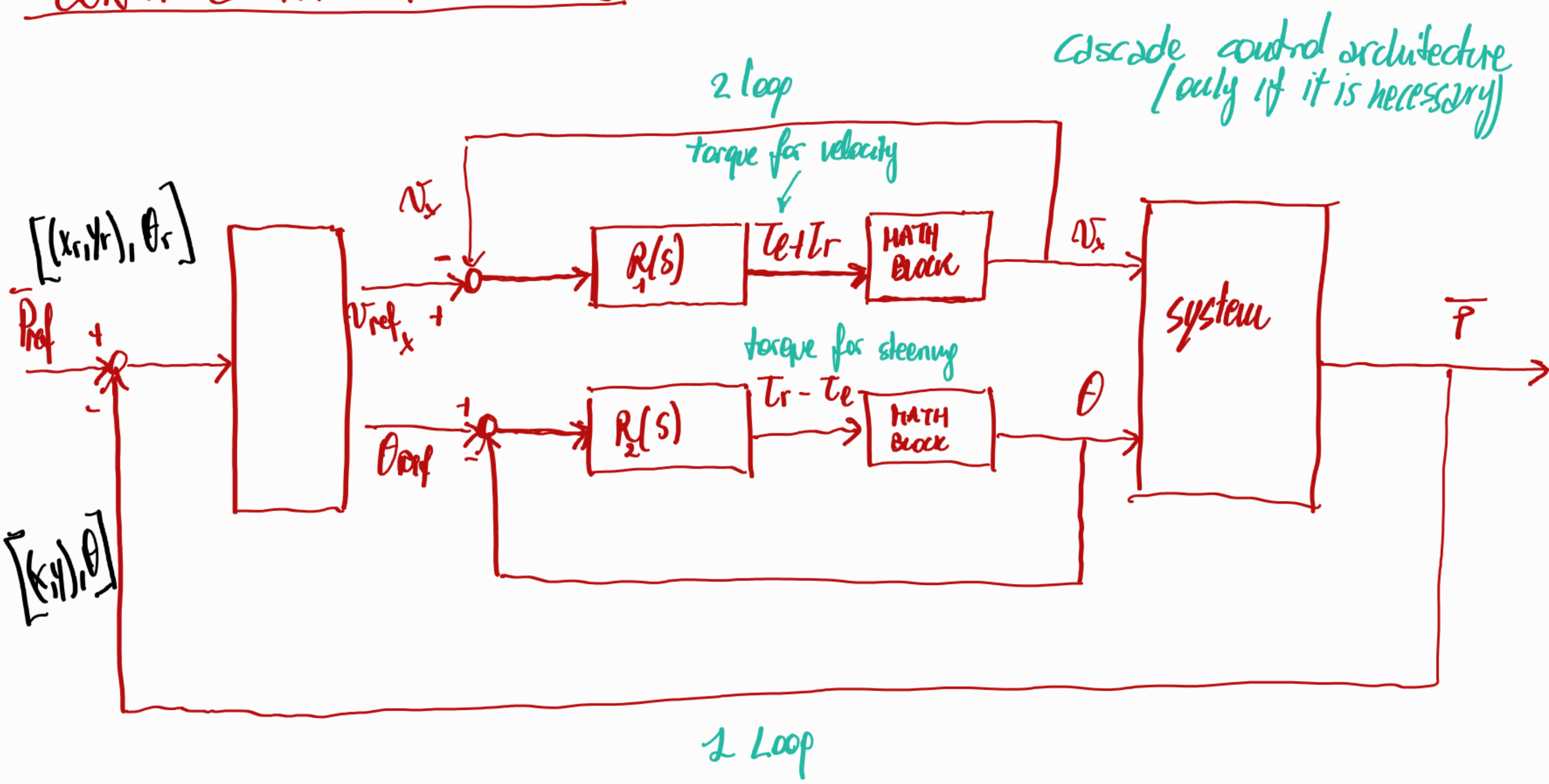
2) $$m\dot{v}_q = \frac{F_r + F_l}{2}$$

$$m\dot{v}_q = \frac{\tau_r/2 + \tau_l/2}{2}$$

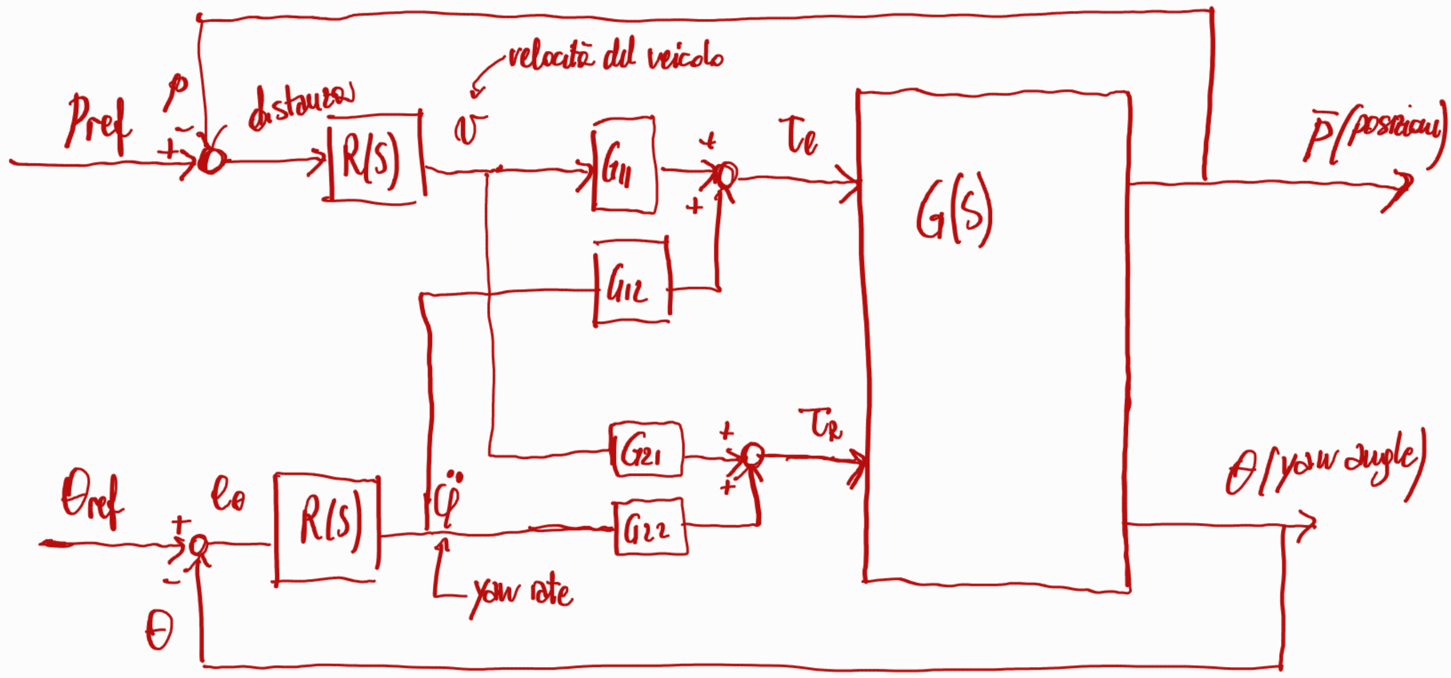
$$m\dot{v}_q = \tau_r/4 + \tau_l/4$$



CONTROL ARCHITECTURE



Siccome il nostro modello è controllato con le coppie τ_R e τ_L



Le variabili controllate dal regolatore sono velocità del veicolo e yaw rate.
Da relazioni dinamiche (scritte pagine sopra) ottengo relazione

$$\tau_R = \tau_R(v, \ddot{q})$$
$$\tau_L = \tau_L(v, \ddot{q})$$

Il sistema ha dunque degli accoppiamenti

Dalle relazioni sopra ottengo:

1) $$\tau_R = \frac{\ddot{q} I + \dot{v} q 4 m \alpha}{2\alpha}$$

2) $$\tau_L = \frac{3}{2} \dot{v} q 4 m - \frac{\ddot{q} I}{2\alpha}$$

$$\begin{bmatrix} \tau_R \\ \tau_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{I}{2d} & 2m \\ -\frac{I}{2d} & 6m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\varphi} \\ \dot{v}_q \end{bmatrix}$$

GENERAZIONE DEL SEGNALE DI INGRESSO

Dal toolbox "Driving scenario", disegno una traiettoria. La esporto e in questo modo ottengo un file con registrati i vari punti.

Dal file "model_setup.m" di Matlab scompongo la traiettoria in due look-up table:

x_posizione vs distanza percorsa

y_posizione vs distanza percorsa

Poi tramite analisi delle posizioni x e y della traiettoria calcolo θ_{ref} (yaw angle riferimento, che è la tangente)

$$\hookrightarrow \theta_{ref_i} = \arctan\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}\right)$$

La necessità di avere x e y in funzione della distanza percorsa si giustifica nel fatto che durante la simulazione i punti di riferimento x_{ref}, y_{ref} e θ_{ref} verranno passati come riferimento a seconda dello spazio percorso dal robot.

$$\begin{bmatrix} \ddot{\varphi} \\ \dot{v}_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{T_r \alpha}{I} & \frac{T_e \alpha}{I} \\ \frac{T_r}{4m} & \frac{T_e}{4m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_r \\ T_e \end{bmatrix}$$

Devo scrivere $\begin{bmatrix} T_r \\ T_e \end{bmatrix}$ in funzione di v_q e $\ddot{\varphi}$

$$\begin{bmatrix} \frac{T_r \alpha}{I} & \frac{T_e \alpha}{I} \\ \frac{T_r}{4m} & \frac{T_e}{4m} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \ddot{\varphi} \\ \dot{v}_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_r \\ T_e \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} \ddot{\varphi} = \dfrac{(\tau_r - \tau_e)\alpha}{I} \\ \quad = \dfrac{\tau_r \cdot \alpha}{I} - \dfrac{\tau_e \alpha}{I} \\ \dot{v}_q = \dfrac{\tau_R}{4m} + \dfrac{\tau_e}{4m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \ddot{\varphi} I = \tau_r \alpha - \tau_e \alpha \\ \dot{v}_q 4m = \tau_r + \tau_e \end{cases}$$

$$\begin{cases} \tau_e = \dot{v}_q 4m - \tau_r \\ \ddot{\varphi} I = \tau_R \alpha - (\dot{v}_q \cdot 4m - \tau_R)\alpha \end{cases}$$

$$\ddot{\varphi} I \quad = \alpha - \dot{v}_q 4m\alpha + \tau_R \alpha$$

$$\tau_e = \dot{v}_q \cdot 4m - \frac{\ddot{\varphi} I + \dot{v}_q \cdot 4 \cdot m \cdot \alpha}{2\alpha}$$

$$\tau_e = \cancel{\dot{v}_q 4m} - \frac{\ddot{\varphi} I}{2\alpha} + \cancel{\frac{\dot{v}_q 4m}{2}}$$

$$\tau_R = \frac{I}{2\alpha} \ddot{\varphi} + \frac{\cancel{4}^{2} m \cancel{\alpha}}{\cancel{2}\cancel{\alpha}} \dot{v}_q$$

$$\tau_e = -\frac{I}{2\alpha} \ddot{\varphi} + \frac{3}{\cancel{2}_1} \cancel{4}^{2} m \dot{v}_q$$

$$\tau_R = \frac{I}{2\alpha} \ddot{\varphi} + 2m \dot{v}_q$$

$$\tau_e = -\frac{I}{2\alpha} \ddot{\varphi} + 6m \dot{v}_q$$