Prelab 1 ELG 3555 hiver 2024 uottawa section A-03

Gbegbe Decaho 300094197
Diallo Abdoulaye Djela 7935327
Diallo Maimouna 300086774

Prélab (5 pts)

P-1.1. Dans le domaine Laplace,exprimez $v_m$en fonction de $w_{rm}(s)$, $T_{rm}(s)$ et les constantes/paramètres du moteur (y compris R_M).
Indice : Utilisez l'équation du circuit du moteur. Notez que les signaux tels que i_m, par exemple, ne sont pas constants.

$T_{rm} = K_{tm} * i_m \iff i_m = \frac{T_{rm}}{K_{tm}}$

on sait que :

$V_{em} = K_{em} * W_{rm}$

. L'expression de V_m sera

$V_m = i_m(R_m + R_M) + L_m \frac{d}{dt} i_m + V_{em}$

$V_m(s) = i_m(R_m + L_m s + R_M) + W_{rm} * K_{em} \Rightarrow \boxed{V_m(s) = \frac{T_{rm}}{K_{tm}}(R_m + L_m s + R_M) + W_{rm} * K_{em}}$

Pré-lab (5 pts) :

P-1.2. Déduire l'expression de$V_m(s)$ en fonction de$w_m(s)$, $T_m(s)$ et les constantes du moteur définies jusque là.

On sait que :

$W_{rm} = W_m * r_m$

$T_{rm} = \frac{T_m}{\eta_m \cdot r_m}$

$W_{rm} T_{rm} = \frac{W_m * T_m}{\eta_m}$

$\boxed{V_m(s) = \frac{T_m}{K_{tm} * \eta_m * r_m}(R_m + L_m s + R_M) + K_{em} * W_m * r_m}$

P-II-1.3. (5 pts) En utilisant (1.1), trouvez la fonction de transfert $[T_m(s)+T_d(s)]/w_m(s)$.

$T_f = -b_f * W_m$

$T_m + T_f + T_d = J * \frac{d}{dt} W_m$

$= J_s * W_m$

$\Rightarrow T_m + T_d = J_s * W_m + b_f * W_m$

$\Rightarrow \boxed{\frac{T_m(s) + T_d(s)}{W_m(s)} = b_f + J_s}$

P-II-1.4. (5 pts) Utilisez les résultats trouvés jusque-là pour remplir les cases vides du modèle à boucle ouverte dans Fig. 1.2. Notez que le retour montré dans la figure est intrinsèquement naturel dû à la nature électromagnétique du moteur. En d'autres termes, on ne peut jamais l'enlever. Pour cela, le modèle est considéré à boucle ouverte malgré ce retour.

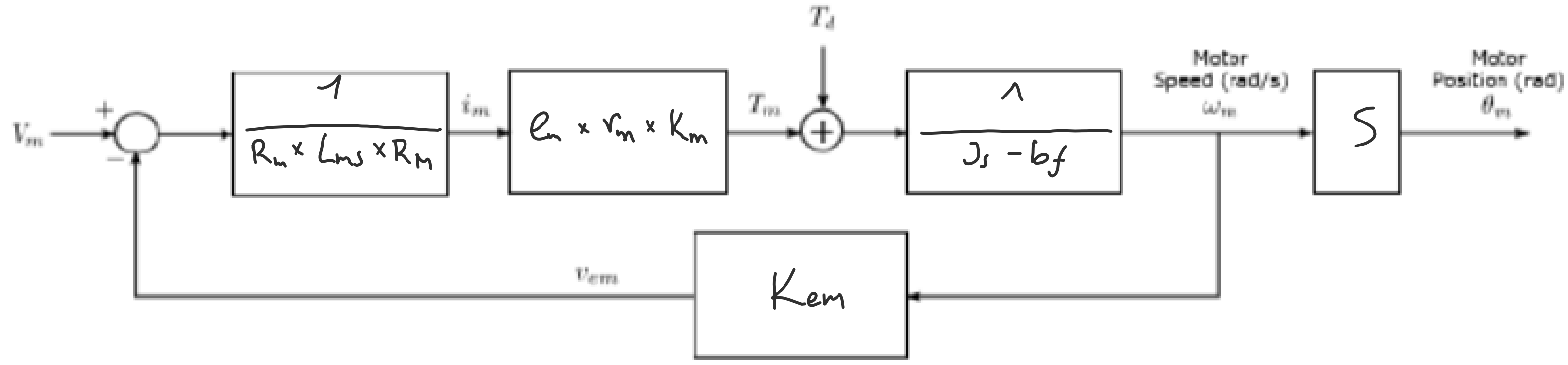

Figure 1.2 : Diagramme-bloc du système de moteur à boucle ouverte

P-II-1.5. (5 pts) En supposant qu'il n'y a aucunes perturbations externes, (T_d=0), calculez l'expression de la fonction de transfert du système $T_1(s)= w_m(s)/V_m(s)$. Exprimez-la sous forme de d'un ratio de deux polynomiales en s. Le système est de quel ordre ?

$$\boxed{T_1(s) = \frac{e_m \times r_m \times R_{em}}{(R_m + R_n + L_m s)(J_s + b_f)}}$$

Le système est d'ordre 2

P-II-1.6. (5 pts) En désactivant l'entrée principale (V_m=0) et en activant les perturbations ($T_d \neq 0$), calculez l'expression de la fonction de transfert $T_2(s)= w_m(s)/T_d(s)$. Exprimez-la sous forme de d'un ratio de deux polynomiales en s.

Avec les resultats de II-1-2 et II-1-3, on a :

On sait que : $\begin{cases} V_m = 0 \\ T_d \neq 0 \\ T_2(s) = \frac{W_m(s)}{T_d(s)} \end{cases}$

$$\Rightarrow \left[\frac{(b_f + J_s) W_m(s) - T_d(s)}{K_{tm} \times e_n \times r_m}\right]\left((R_m + R_M) + L_m s\right) + K_{em} \times W_m(s) \times r_m = 0$$

$$\Rightarrow \left[\frac{W_m(s)(b_f + J_s) - T_d(s)}{K_{tm} \times e_n \times r_m}\right](R_m + R_M) + \left[\frac{W_m(s)(b_f + J_s) - T_d(s)}{K_{tm} \times e_n \times r_m}\right] L_m s + K_{em} \times W_m(s) \times r_m = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{T_d(s)(R_m + R_M)}{K_{tm} \times e_m \times r_m} + \frac{W_m(s)(b_f + J_s)(R_n + R_M)}{K_{tm} \times e_m \times r_m} + \frac{L_m s \times W_m(s)(b_f + J_s)}{K_{tm} \times e_m \times r_m} - \frac{L_m s \times T_d(s)}{K_{tm} \times e_n \times r_m} + K_{em} \times W_m(s) \times r_m = 0$$

$$\Rightarrow \frac{T_d(s)(R_m + R_M) + L_m s \times T_d(s)}{K_{tm} \times e_n \times r_m} = \frac{W_m(s)(b_f + J_s)(R_n + R_M) + L_m(s) \times W_m(s)(b_f + J_s)}{K_{tm} \times e_n \times r_m} + K_{em} \times W_m(s) \times r_m$$

$$\Rightarrow T_2(s) = \frac{W_m(s)}{T_d(s)} - \frac{(R_m + R_M) + L_m s}{(b_f + J_s)(R_m + R_M) + L_m s(b_f + J_s) + K_{tm} \times K_{em} \times e_n \times r_m^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{T_2(s) = \frac{s L_m + R_m + R_M}{s^2 L_m J + s(L_m \times b_f + J(R_m + R_M)) + R_m \times b_f + R_M \times b_f + K_{tm} \times K_{em} \times e_n \times r_m^2}}$$

P-II-1.7. (5 pts) Déduisez l'expression de la vitesse du moteur $w_m(s)$ quand les deux entrées sont activées (V_m et T_d)
Indice : Pensez au principe de superposition.

Avec les résultats de II-1-2 et II-1-3, on a :

$$V_m = \left[\frac{W_m(s)(b_f+J_s) - T_d(s)}{K_{tm}\times e_n \times r_m}\right](R_m+R_M) + \left[\frac{W_m(s)(b_f+J_s) - T_d(s)}{K_{tm}\times e_n\times r_m}\right]L_m s + K_{em}\times W_m(s)\times r_m$$

$$\Rightarrow K_{tm}\times e_n\times r_m\times V_m = (R_m+R_M)W_m(s)(b_f+J_s) - T_d(s)(R_m+R_M) + L_m s\times W_m(s)(b_f+J_s) - L_m s\times T_d(s) + K_{tm}\times K_{em}\times W_m(s)\times e_n\times r_m^2$$

$$\Rightarrow \boxed{W_m(s) = \frac{K_{tm}\times e_n\times r_m\times V_m(s) + T_d(s)(L_m s + R_m + R_M)}{(J_s+b_f)\left[R_m+R_M+L_m s\right] + K_{tm}\times K_{em}\times e_n\times r_m^2}}$$

P-II-1.8. (5 pts) Déduisez les expressions des pôles du système de moteur à boucle ouverte.

$$P_1 = \frac{-(R_m+R_M)}{L_m}$$

$$P_2 = \frac{-b_f}{J}$$

P-II-1.9. (5 pts) Dans la plupart des cas, ce système peut être approximé par un système de premier ordre. Ceci est possible parce que la magnitude du pôle dominant (celui qui est le plus proche de l'axe imaginaire du plan-s) est beaucoup moins que 5 fois celles des parties réelles des autres pôles. Ceci résulte du fait qu'en pratique, la résistance totale dans le circuit d'armature est beaucoup plus grande que son inductance. En d'autres termes, $\frac{L_m}{R_m+R_M}\approx 0$.
En supposant qu'il n'y a aucunes perturbations externes, (T_d=0), trouvez la fonction de transfert du système s'il est approximé par un modèle de premier-ordre. En l'écrivant sous la forme $\frac{K}{\Gamma s+1}$, trouvez les expressions du gain DC du système et sa constante de temps Γ.

On a : $\begin{cases} \dfrac{K}{\Gamma s+1} = T_f \\ \dfrac{L_m}{R_m+R_M} \approx 0 \end{cases}$

La fonction de transfert est : $T_f \approx \dfrac{K_{tm}\times e_n\times r_m + R_m + R_M}{(R_m+R_M)(Js+b_f) + K_{tm}\times K_{em}\times e_n\times r_m^2}$

La constante de temps est : $\Gamma = \dfrac{(R_m+R_M)J}{(R_m+R_M)b_f + K_{tm}\times K_{em}\times e_n\times r_m^2}$

Le gain du système est : $\boxed{K = \dfrac{K_{tm}\times e_n\times r_m + R_m+R_M}{b_f(R_m+R_M) + K_{tm}\times K_{em}\times r_m^2}}$