SYSTEME D'OUVERTURE DE PORTE AUTOMATIQUE DE TGV

Eléments de correction

Q.1) $u(t) = e(t) + R.i(t) \quad \rightarrow \quad U(p) = E(p) + R.I(p)$

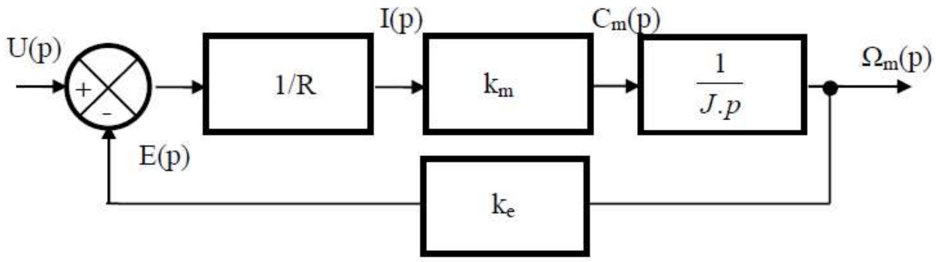
$e(t) = k_e.\omega_m(t) \quad \rightarrow \quad E(p) = k_e.\Omega_m(p)$

$J.\dfrac{d\,\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) \quad \rightarrow \quad J.p\ \Omega_m(p) = C_m(p)$

$C_m(t) = k_m.i(t) \quad \rightarrow \quad C_m(p) = k_m.I(p)$

Les conditions initiales sont prises nulles car l'objectif est de mettre en place des fonctions de transfert qui traduisent l'évolution du système depuis une position d'équilibre.

Q.2)



Q.3) $\boxed{FTBO(p) = \dfrac{E(p)}{U(p)} = k_e \times \dfrac{1}{J.p} \times k_m \times \dfrac{1}{R} = \dfrac{k_e.k_m}{J.R.p}}$

Q.4) $FTBF(p) = \dfrac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \dfrac{\dfrac{k_m}{J.R.p}}{1 + \dfrac{k_m.k_e}{J.R.p}} = \dfrac{k_m}{J.R.p + k_m.k_e} \quad \Longrightarrow \quad \boxed{FTBF(p) = \dfrac{\dfrac{1}{k_e}}{1 + \dfrac{J.R}{k_m.k_e} \times p}}$

Gain statique : $\boxed{K = \dfrac{1}{k_e}}$ *Constante de temps :* $\boxed{T = \dfrac{J.R}{k_m.k_e}}$

Q.5)

- Le gain statique ***K*** est en $\dfrac{rad/s}{V}$ soit : ***$s^{-1}.V^{-1}$***
- La constante de temps est en ***seconde*** (forcément…).

Q.6) $\Omega_m(p)=\dfrac{K}{1+T.p}\times U(p)=\dfrac{K}{1+T.p}\times\dfrac{u_0}{p}$

Faisons une décomposition en éléments simples de la forme : $\dfrac{A}{1+T.p}+\dfrac{B}{p}$

$$\Rightarrow \quad \frac{A.p+B\times(1+T.p)}{p\times(1+T.p)}=\frac{B+p\times(A+B.T)}{p\times(1+T.p)} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} B=K.u_0 \\ A+B.T=0 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad A=-B.T=-K.u_0.T$$

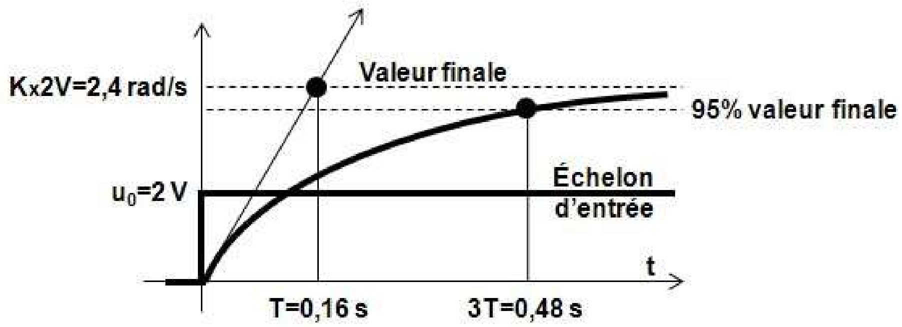
d'où : $\Omega_m(p)=\dfrac{-K.u_0.T}{1+T.p}+\dfrac{K.u_0}{p}=K.u_0\times\left(\dfrac{1}{p}-\dfrac{T}{1+T.p}\right)=K.u_0\times\left(\dfrac{1}{p}-\dfrac{1}{p+\dfrac{1}{T}}\right)$

En revenant dans le domaine temporel à l'aide des transformées inverses on obtient :

$$\boxed{\omega_m(t)=K.u_0\times\left(1-e^{-\frac{1}{T}.t}\right)\times f(t)}$$

<u>Application numérique :</u> $\boxed{\omega_m(t)=1{,}2\times 2\times\left(1-e^{-\frac{1}{0{,}16}.t}\right)\times f(t)=2{,}4\times\left(1-e^{-6{,}25.t}\right)\times f(t)}$

*<u>Allure de la courbe réponse à un échelon de **2V** :</u>*



<u>Temps de réponse à 5% :</u> $\boldsymbol{t_{5\%}=3.T=0{,}48\ s}$

Q.7)

➢ On a : $\omega_m(t)=\dfrac{d\theta_m(t)}{dt} \quad \Rightarrow \quad \Omega_m(p)=p\times\theta_m(p)$

On considère la valeur initiale comme étant nulle (théorème de la dérivation) puisqu'on met en place une fonction de transfert qui traduit l'évolution du système depuis une position d'équilibre.

D'où : $\boxed{\dfrac{sortie}{entrée}=\dfrac{\theta_m(p)}{\Omega_m(p)}=\dfrac{1}{p}}$

- On donne : ***y(t) = R×θ***$\boldsymbol{y(t) = R\times\theta_m(t)}$ $\Longrightarrow$ $Y(p)=R\times\theta_m(p)$ $\Longrightarrow$ $\boxed{\dfrac{sortie}{entrée}=\dfrac{Y(p)}{\theta_m(p)}=R}$

Q.8) $$\boxed{H(p)=\frac{Y(p)}{U(p)}=\frac{K}{1+T.p}\times\frac{1}{p}\times R=\frac{K.R}{p\times(1+T.p)}}$$

Q.9) $Y(p)=\dfrac{K.R}{p\times(1+T.p)}\times U(p)=\dfrac{K.R}{p\times(1+T.p)}\times\dfrac{u_0}{p}=\dfrac{K.R.u_0}{p^2\times(1+T.p)}$

Faisons une décomposition en éléments simples de la forme : $\dfrac{A.p+B}{p^2}+\dfrac{C}{1+T.p}$

$$\Longrightarrow \quad \frac{(A.p+B)\times(1+T.p)+C\times p^2}{p^2\times(1+T.p)}=\frac{B+p\times(A+B.T)+p^2\times(A.T+C)}{p\times(1+T.p)}$$

$$\Longrightarrow \quad \begin{cases} B=K.R.u_0 \\ A+B.T=0 & \Longrightarrow \quad A=-B.T=-K.R.u_0.T \\ A.T+C=0 & \Longrightarrow \quad C=-A.T=+K.R.u_0.T^2 \end{cases}$$

d'où : $Y(p)=\dfrac{-K.R.u_0.T}{p}+\dfrac{K.R.u_0}{p^2}+\dfrac{K.R.u_0.T^2}{1+T.p}=K.R.u_0\times\left(-\dfrac{T}{p}+\dfrac{1}{p^2}+\dfrac{T^2}{1+T.p}\right)$

$$\Longrightarrow \quad \boxed{Y(p)=K.R.u_0\times\left(-T\times\frac{1}{p}+\frac{1}{p^2}+T\times\frac{1}{p+\frac{1}{T}}\right)}$$

En revenant dans le domaine temporel à l'aide des transformées inverses on obtient :

$$\boxed{y(t)=K.R.u_0\times\left(-T+t+T\times e^{-\frac{1}{T}.t}\right)\times f(t)}$$

<u>Application numérique :</u>

$$\boxed{y(t)=1{,}2\times0{,}037\times5\times\left(-0{,}16+t+0{,}16\times e^{-\frac{1}{0{,}16}.t}\right)\times f(t)=0{,}222\times\left(-0{,}16+t+0{,}16\times e^{-\frac{1}{0{,}16}.t}\right)\times f(t)}$$

Q.10) Au bout d'un temps ***t = 4s*** : $\boxed{y(t) = 0{,}222 \times \left(-0{,}16 + 4 + 0{,}16 \times e^{-\frac{1}{0{,}16} \times 4} \right) = 0{,}85\, m}$

Le cahier des charges impose un accès d'au moins ***850 mm*** après un temps d'ouverture de ***4 s*** au maximum. Le cahier des charges <u>est donc bien respecté</u> puisqu'on a une ouverture de ***0,85 m*** en ***4*** s.

Q.11) La vitesse est la dérivée de la position, soit :

$$V(t) = \frac{dy(t)}{dt} = 0{,}222 \times \left(-0 + 1 + 0{,}16 \times \frac{-1}{0{,}16} \times e^{-\frac{1}{0{,}16} \times t} \right) \times f(t) = 0{,}222 \times \left(1 - e^{-\frac{1}{0{,}16} \times t} \right) \times f(t)$$

Au bout de ***4 s*** on a une vitesse de :

$$\boxed{V(t) = 0{,}222 \times \left(1 - e^{-\frac{1}{0{,}16} \times 4} \right) = 0{,}22\, m/s}$$

La vitesse maximale en fin d'escamotage autorisée par le cahier des charges est de ***0,09 m/s***. La vitesse obtenue de ***0,22 m/s*** est supérieure à cette valeur donc cette condition du cahier des charges n'est pas vérifiée.