TD 0
Gyropode à usage professionnel HUBLEX– Corrigé

Concours CCINP – MP 2020.

B2-04

C2-03

Présentation

Étude de l'asservissement en intensité des moteurs

Modélisation du moteur

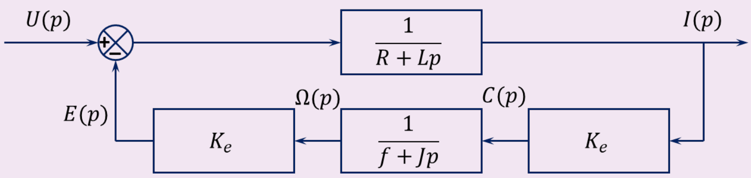
Question 1 Donner, dans le domaine de Laplace, les 4 équations caractéristiques associées au modèle de machines à courant continu.

Correction

- $U(p) = E(p) + RI(p) + LpI(p)$;
- $E(p) = K_e \Omega_m(p)$;
- $C_m(p) = K_e I(p)$;
- $J_{\text{eq}} p \Omega_m(p) = C_m(p) - f\Omega_m(p)$.

Question 2 Compléter alors le schéma-blocs du moteur dans **??**. On précisera la grandeur associée à chaque lien.

Correction



Question 3 Donner l'expression de la fonction de transfert $H_m(p) = \dfrac{I(p)}{U(p)}$. Mettre cette fonction de transfert sous la forme $H_m(p) = K_m \dfrac{1+\tau_m p}{1 + \dfrac{2z_m}{\omega_{0m}}p + \dfrac{1}{\omega_{0m}^2}p^2}$.

Correction

En utilisant la formule de Black, on a $H_m(p) = \dfrac{I(p)}{U(p)} = \dfrac{\dfrac{1}{R+Lp}}{1 + K_e^2 \dfrac{1}{R+Lp}\dfrac{1}{f+Jp}} =$

$$\frac{1}{(R+Lp) + K_e^2 \dfrac{1}{f+Jp}} = \frac{f+Jp}{(R+Lp)(f+Jp)+K_e^2}$$

$$= \frac{f+Jp}{Rf + (Lf+RJ)p + LJp^2 + K_e^2} = \frac{f}{Rf+K_e^2}\frac{1+\dfrac{J}{f}p}{(Lf+RJ)\dfrac{p}{Rf+K_e^2} + \dfrac{LJp^2}{Rf+K_e^2} + 1}.$$

On a donc $K_m = \dfrac{f}{Rf+K_e^2}$, $\tau_m = \dfrac{J}{f}$, $\dfrac{1}{\omega_{0m}^2} = \dfrac{LJ}{Rf+K_e^2} \Rightarrow \omega_{0m} = \sqrt{\dfrac{Rf+K_e^2}{LJ}}$ et $\dfrac{2z_m}{\omega_{0m}} =$

$$\frac{Lf+RJ}{Rf+K_e^2} \Rightarrow z_m = \frac{\omega_{0m}}{2}\frac{Lf+RJ}{Rf+K_e^2} \Rightarrow z_m = \frac{Lf+RJ}{2\sqrt{LJ}\sqrt{Rf+K_e^2}}.$$

Asservissement du moteur en intensité

Question 4 Préciser, en justifiant, quelle valeur donner à K_{iu}, caractéristique du convertisseur IU.

Correction

Pour avoir $\varepsilon = 0$ lorsque $I_c(p) = I(p)$, il faut nécessairement $K_{\text{capt}} = K_{\text{IU}}$.

Question 5 Calculer l'expression littérale de l'erreur en régime permanent notée μ_s, pour une entrée indicielle (i.e. $I_c(p)$ est un échelon unitaire), en fonction de K_{iu}, K_{p} et K_m.

Correction

$K_{\text{capt}} = K_{\text{IU}}$, il est donc possible de positionner K_{capt} en amont de la chaîne directe, de supprimer K_{IU} et de se ramener à un schéma-blocs à retour unitaire.

On a alors $\text{FTBO}(p) = K_{\text{Capt}} C(p) H_m(p)$ et $\varepsilon(p) = \dfrac{I_c(p)}{1+\text{FTBO}(p)}$.

On a alors $\varepsilon_s = \lim\limits_{p\to 0} p \times \dfrac{1}{p}\dfrac{1}{1+\text{FTBO}(p)} = \lim\limits_{p\to 0} \dfrac{1}{1+\text{FTBO}(p)} = \dfrac{1}{1+K_m K_P K_{\text{Capt}}}$.

Question 6 Conclure, lorsque cela est possible, quant au respect des sous exigences de l'exigence « 1.7.1.1.1 » avec ce type de correcteur.

Correction

Avec ce correcteur, l'exigence de précision nulle ne pourra pas être satisfaite.

Question 7 Tracer les diagrammes de Bode asymptotique du correcteur ainsi que l'allure des courbes réelles pour $K_p = 10$ et $K_i = 1000$. On précisera les valeurs numériques associées aux valeurs caractéristiques.

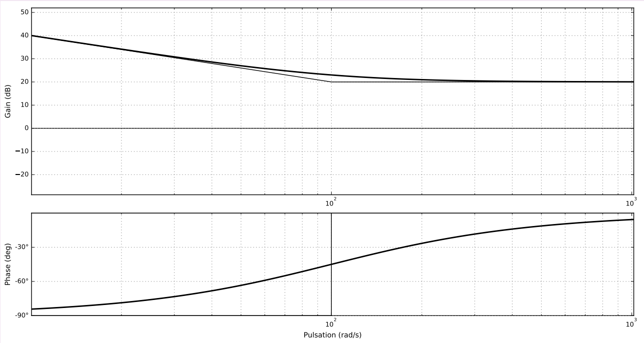
Correction

$C(p) = K_p + \dfrac{K_i}{p} = \dfrac{K_p p + K_i}{p} = K_i \dfrac{\frac{K_p}{K_i} p + 1}{p} = \dfrac{1000}{p}\left(\dfrac{1}{100}p+1\right)$.

On peut donc dresser le tableau de variation asymptotique.

	$\omega \to 0$	$\omega_1 = 100\text{rad/s}$	$\omega \to \infty$
$H_1(p) = \frac{\text{K}_\text{i}}{p} = \frac{1000}{p}$	-20 dB/décade $-90°$		-20 dB/décade $-90°$
$H_2(p) = 1 + \frac{\text{p}}{100}$	0 dB/décade $0°$		20 dB/décade $90°$
$C(p)$	-20 dB/décade $-90°$		0 dB/décade $0°$

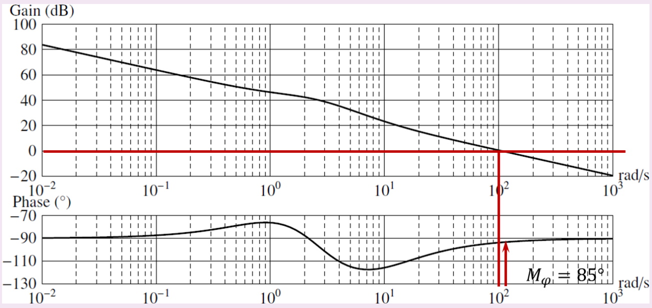
L'asymptote du gain décibel de « $H_1(p)$ » coupe l'axe des abscisses en 1000.



Question 8 Commenter le résultat obtenu vis-à-vis de l'exigence « 1.7.1.1.4 ». Expliquer pourquoi cet asservissement n'est pas directement implanté en l'état dans le système (on pourra s'intéresser à la réponse en tension du du système).

Correction

La marge de phase est respectée. Cependant la tension atteinte demandée par la commande (120 V) est peut être trop élevée pour le moteur.



Le correcteur reste inchangé. Afin de palier au problème identifié précédemment, on apporte une dernière évolution au sein du calculateur. Cela permet de respecter les exigences de l'asservissement. **??** présente les réponses temporelles du système pour un échelon d'intensité $i_c(t)$ de 2 A.

Question 9 Préciser quelle ultime modification a apporté le constructeur afin de respecter les exigences de l'asservissement.

Correction

Le constructeur a ajouté une saturation de ±60 V.