

2.3. feuille n°3

Exercice 7- Moteur à courant continu

Corrigé page 29

On rappelle les équations d'un moteur à courant continu

$$u(t) = R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} + E(t)$$

$$C_m(t) = K_t \cdot i(t)$$

$$E(t) = K_e \cdot \omega_m(t)$$

$$J_m \cdot \frac{d\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) - C_r(t) - f \cdot \omega_m(t)$$

avec

- $u(t)$: la tension d'alimentation du moteur,
- $i(t)$: le courant,
- $E(t)$: la force contre-électromotrice,
- $C_m(t)$: le couple moteur,
- $C_r(t)$: le couple résistant.
- R : la résistance de l'induit,
- L : l'inductance,
- K_e : la constante de vitesse,
- K_t : la constante couple,
- f : la constante de frottement visqueux
- J_m : le moment d'inertie du rotor.

A. Étude générale

Q1. Tracer le schéma bloc donnant $\Omega_m(p)$, la transformée de Laplace de $\omega_m(t)$

Q2. Déterminer la fonction donnant $\Omega_m(p)$ en fonction de $U(p)$ et $C_r(p)$, mettre sous la forme : $\Omega_m(p) = H_1(p) \cdot U(p) - H_2(p) \cdot C_r(p)$.

Q3. À partir de la documentation fournie déterminer les différents coefficients du moteur Maxon ref : 1187788 (Moteur du bras Maxpid) .

Q3a. Que constatez-vous pour K_e et K_t ?

| | | | | | |
|------------------------|------------|------|--|------------------|------|
| Puissance conseillée | W | 90 | Puissance max. fournie à la tension nom. | W | 206 |
| Tension nominale | Volt | 42.0 | Rendement max. | % | 86 |
| Vitesse à vide | tr/min | 7530 | Constante de couple | mNm/A | 52.5 |
| Couple de démarrage | mNm | 1070 | Constante de vitesse | tr/min/V | 182 |
| Pente vitesse/couple | tr/min/mNm | 7.17 | Constante de temps mécanique | ms | 5 |
| Courant à vide | mA | 93 | Inertie du rotor | gcm ² | 69.6 |
| Courant de démarrage | A | 20.3 | Inductivité | mH | 0.62 |
| Résistance aux bornes | Ohm | 2.07 | Résistance therm. carcasse/air ambiant | K/W | 6.2 |
| Vitesse limite | tr/min | 8200 | Résistance therm. rotor/carcasse | K/W | 2.0 |
| Courant permanent max. | A | 2.15 | Constante de temps thermique du bobinage | s | 29 |
| Couple permanent max. | mNm | 113 | | | |

Pour la suite on suppose $f = 0$.

B. Étude temporelle

Q4. Mettre $H_1(p)$ sous forme canonique, Déterminer les coefficients caractéristiques. Conclure

Q5. Déterminer la réponse temporelle pour une entrée en tension unitaire, on rappelle quelques transformées de Laplace usuelles

| $f(t) \cdot u(t)$ | $F(p)$ |
|---|--|
| $\frac{1}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ | $\frac{1}{1 + \tau \cdot p}$ |
| $1 - e^{-\frac{t}{\tau}}$ | $\frac{1}{p \cdot (1 + \tau \cdot p)}$ |
| $\frac{1}{(\tau_1 - \tau_2)} \cdot (e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau_2}})$ | $\frac{1}{(1 + \tau_1 p)(1 + \tau_2 p)}$ |
| $1 + \frac{1}{(\tau_1 - \tau_2)} \cdot (\tau_1 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}} - \tau_2 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_2}})$ | $\frac{1}{p \cdot (1 + \tau_1 p)(1 + \tau_2 p)}$ |

On suppose maintenant que $L = 0$.

Q6. Déterminer la nouvelle fonction de transfert $H_1^a(p)$, mettre sous forme canonique.

Q7. Déterminer la réponse temporelle pour une entrée en tension unitaire, comparer avec la précédente. L'hypothèse souvent proposée de négliger l'inductance est-elle valide d'un point de vue temporel.

C. Étude fréquentielle

Q8. Tracer les diagrammes de Bode de $H_1(p)$ puis de $H_1^a(p)$.

Q9. À quelle condition l'inductance peut-elle être négligée lors d'une étude fréquentielle

Exercice 8- Représentation fréquentielle et identification

Corrigé page 30

Une étude fréquentielle a permis de relever le module et l'argument de la FTBO du système à étudier.

Q1. Tracer les diagrammes de Bode de la FTBO.

Q2. Tracer le diagramme de Black

Q3. Tracer le diagramme de Nyquist

Q4. On propose pour la FTBO la fonction suivante :

$$H(p) = \frac{K}{p \cdot \left(1 + \frac{2\zeta}{\omega_n} \cdot p + \frac{p^2}{\omega_n^2}\right)}$$

Q4a. Justifier cette proposition ?

Q4b. Déterminer les coefficients de H(p).

| Pulsation rad/ sec | Hdb | phase ° |
|-----------------------|--------|------------|
| .1 | 20.00 | -90.3 |
| .4 | 7.962 | -90.9 |
| .8 | 1.952 | -92.2 |
| 1.5 | -3.458 | -94.4 |
| 2 | -5.916 | -96.2 |
| 2.8 | -8.738 | -98.6 |
| 3.8 | -11.22 | -102. |
| 5 | -13.33 | -107. |
| 10 | -17.73 | -134. |
| 15 | -21.58 | -180 |
| 25 | -34.90 | -233. |
| 35 | -44.54 | -247. |
| 50 | -54.36 | -255. |
| 75 | -65.22 | -260. |
| 100 | -72.82 | -263. |