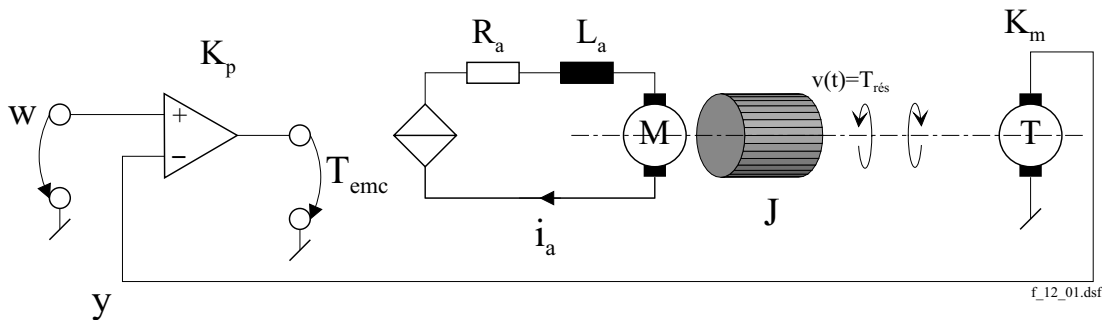


10 Asservissement de vitesse

Une charge mécanique constituée d'une inertie pure J est entraînée par un moteur à courant continu à excitation séparée constante. Sa vitesse, mesurée au moyen d'une dynamo tachymétrique, est asservie au moyen d'un simple régulateur P de gain K_p . Celui-ci forme un signal de commande représentant le couple T_{emc} que l'on souhaite voir produit par le moteur afin de corriger l'erreur de vitesse.



Le moteur est commandé en courant, i.e. il est alimenté par une source de courant commandée. L'arbre moteur subit des perturbations de couple $v(t) = T_{res}(t)$.

10.1

Déterminer les modèles en t et en s puis donner le schéma fonctionnel détaillé de l'installation. Quelle est l'unité physique du gain du régulateur ?

10.2

Calculer les fonctions de transfert en boucle ouverte $G_o(s)$ et en boucle fermée $G_w(s)$ (régulation de correspondance), $G_v(s)$ (régulation de maintien). Donner les résultats sous forme de Bode.

10.3

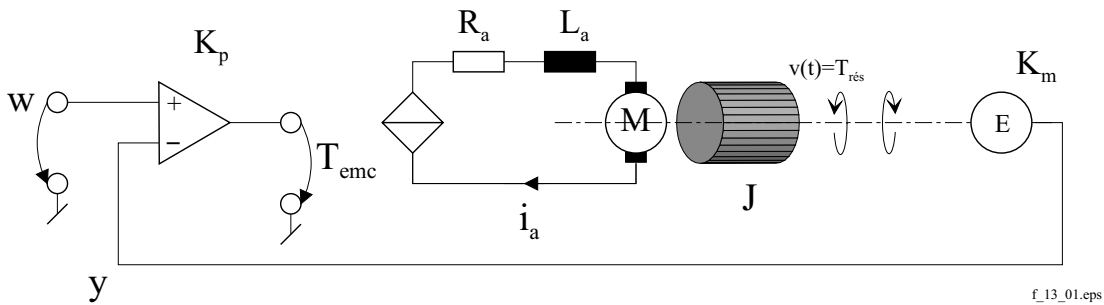
Calculer les erreurs statique E_∞ et en vitesse E_v dans les deux modes de régulation.

10.4

Comment faire pour garantir que le couple moteur corresponde effectivement à celui T_{emc} "souhaité" par le régulateur ? Présenter le schéma fonctionnel de la solution proposée.

11 Asservissement de position angulaire par régulateurs P et PD

Partant du schéma fonctionnel de la régulation de vitesse de l'exercice précédent, on se propose maintenant d'asservir la charge (l'inertie J) en position. La dynamo tachymétrique devient alors a priori inutile et elle est remplacée par un capteur de position de gain $K_{m\theta}$. Il en est de même du régulateur de vitesse qui est remplacé par un régulateur de position. Dans un premier temps, un simple régulateur proportionnel de gain K_p est adopté.



11.1

Donner le schéma fonctionnel de l'installation. Quelle est l'unité physique du gain du régulateur ?

11.2

Montrer que l'installation est inutilisable en boucle fermée.

11.3

Indiquer dans le plan complexe la position des pôles en boucle fermée. Esquisser la réponse impulsionnelle en boucle fermée.

11.4

Utiliser un régulateur de type PD, dont la fonction de transfert est

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \cdot (1 + s \cdot T_d)$$

et donner :

- la fonction de transfert en boucle fermée (régulation de correspondance), sous forme de Bode ;
- la limite supérieure du gain du régulateur ;

- les pôles et les zéros en boucle ouverte, en indiquant leur position dans le plan complexe (par des **x** pour les pôles et par des **o** pour les zéros) ;
- les pôles et les zéros en boucle fermée, lorsque le gain K_p varie de 0 à l'infini. Pour cela s'aider de **MATLAB** et des fonctions **series**, **cloop**, **tf2zp** et/ou **roots** ;
- le schéma électronique de principe du régulateur PD ;
- la réponse indicielle du régulateur PD réalisable.

11.5

Avec un régulateur de type PD, calculer la valeur de K_p et T_d pour que le taux d'amortissement du système en boucle fermée soit optimal.

11.6

Comparer l'effet de l'action D obtenu au point 11.4 page ci-contre avec celui obtenu au point 11.2 page précédente lorsque l'arbre subit du frottement visqueux linéaire de coefficient R_f .

12 L'intégrateur : ou, combien et ... pourquoi ?

Soit un système asservi dont la fonction de transfert en boucle ouverte $G_o(s)$ est de type $\alpha = 1$. On a donc :

$$G_o(s) \propto \frac{1}{s}$$

12.1

Par une démarche intuitive, montrer que l'erreur statique en régulation de maintien n'est non-nulle que si l'intégration est située après l'introduction des perturbations.

12.2

Montrer, par une démarche intuitive que l'erreur statique en régulation de correspondance n'est nulle que lorsqu'il y a une intégration (au moins) dans la boucle. Répéter le raisonnement pour montrer que de l'erreur en vitesse n'est nulle que lorsqu'il y a deux intégrations (au moins) dans la boucle.

13 Une autre propriété intéressante de la contre-réaction

Soit le système à régler défini par la fonction de transfert :

$$G_a(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K_a}{1 + s \cdot T_a}$$

Ce système est asservi au moyen d'un simple régulateur proportionnel de gain K_p .

Calculer la fonction de transfert en boucle fermée (régulation de correspondance), sous forme de Bode, ainsi que la durée de réglage T_{reg} . De l'expression de T_{reg} , déduire un atout majeur de la contre-réaction.

Que valent les erreurs statique E_∞ et en vitesse E_v ? (on admet que les perturbations sont introduites directement en amont du système à régler $G_a(s)$).