MP27 – Systèmes bouclés

12 juin 2021

Nicolas Barros & Abel Feuvrier

Correcteur
Léo Mangeolle

> Chose vraiment surprenante (...) c'est de voir des millions de millions d'hommes, misérablement asservis
>
> *Étienne de La Boétie, Discours de la servitude volontaire*

Niveau : M2 enseignement

Commentaires du jury

Bibliographie

- ✍ *Fascicules de TP*, **Jérémy Ferrand** ⟶ Oscillateurs p44, Asservissement p59
- ✍ *Expériences d'électronqiue*, **Duffait** ⟶ à mettre les pages
- ✍ *Électronique expérimentale*, **Krob** ⟶ à mettre les pages
- ✍ *Polys systèmes bouclés de Cachan*, **Un cachanais probablement** ⟶ Problème :utilisé les transfos de laplace
- ✍ *Un joli rapport*, **Maxime et Valentin** ⟶ Les mesures proposées sont pertinentes pour l'asservissement

Prérequis

- ➢ Des bôites à résistances variables svp
- ➢ Un peu de connaisance des AO et MCC

Expériences

- ☕ L'oscillateur à filtre de Wien
- ☕ L'oscillateur à Quartz
- ☕ Asservissement en position de la MMC

Table des matières

1 Oscillations auto entretenues **2**

2 Asservissement en position d'un moteur à courant continu **3**

3 Questions **4**

Introduction

Utilité des sytèmes bouclés et de l'asservissement : réguler une grandeur autour d'une valeur de consigne, créer un cycle limite... Donner les grandes lignes, le schéma bloc général.

Et qu'on peut avoir deux cas :

- Des oscillateurs (rétroactions positives)
- Des asservissement (réatroactions négatives)

On va essayer d'étudier différents systèmes bouclés présentant ces caractéristiques générales communes.

1 Oscillations auto entretenues

Donc là on va avoir une rétroaction positive

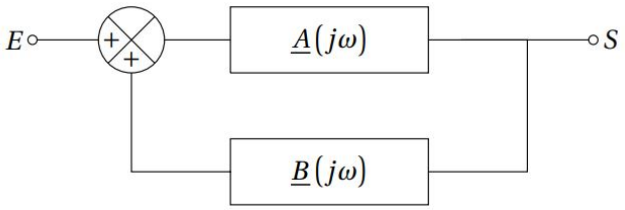

Figure 1 – Peut être virer le jω , on est pas forcément en linéaire.

Ajouter de la théorie (critère de barkausen, critère du revers) une fois la LP systèmes bouclés effectués. Là on est là pour maniper sans réfléchir.

Faire un schéma propre de l'oscillateur de Wien, entre la partie amplificateur et la partie filtre. On le réutilisera pour le comparer à celui de l'oscillateur à quartz.

Etude en boucle ouverte

✍ Poly d'elec p45 ⏲ 4-5min, beaucoup plus en prep

cabler le montage, faire les points en preparation pour avoir le diagramme de Bode et le diagramme de Nyquist (pour vérifier que le point (1 ;0) est dedans). On peut également comparer ω à celui prédit par la théorie, je pense pas qu'il y ait de grosse comparaison à faire sur les valeurs de composants.

Bien ça c'est ok, mais bon c'est pas très intéressant.

Etude en boucle fermée

✍ Poly d'elec p46 ⏲ 3 min

Fermer le circuit (en direct) après avoir enlevé le GBF. Faut parfois pousser la boite à décade à $R2 > 2R_1$ en étant assez généreux sur le $>$. On voir l'appartition d'oscillations. Eventuellement regarder la pureté spectrale de telles oscillations.

Mais ce qui est beau c'est les spirales non ?

Naissance des oscillations

✍ Poly d'élec p46 ⏲ 5 min

Là on sort le grand méchant Latis. Trigger pour acquerir au debut des oscillations, en decourcircuitant R2. S'entrainer à faire les transformées de Fourier de dérivées de lissage de dérivée d'antoine chauchat .

On rajoute ensuite le detecteur de crête pour étudier quantitativement la naissance des oscillations. On attend

$\frac{1}{\tau} = \frac{R_2}{2R_1^2C} - \frac{1}{R_1C}$. On montre la croissance linéaire, on peut vérifier la loi si ça marche avec un coup de GUM.

Si on est pas trop à la bourre, présenter l'oscillateur à quartz. On fait le schéma, on montre que c'est fort équivalent, sauf qu'en boucle ouverte c'est beaucoup plus précis ! ! Rapido on boucle ça, on montre qu'on a bien des oscillations (attention faut envoyer qq V dans E), et eventuellement étude spectrale.

2 Asservissement en position d'un moteur à courant continu

Cette fois ci la rétroaction va être négative : c'est de l'asservissement, on veut que le système tendes vers une certaine valeure et Y RESTE. On commence par rappeler les caractéristiques de la MCC :

$$e = Ri + k\Omega \tag{1}$$

$$J\frac{d\Omega}{dt} = -a\Omega + Ki \tag{2}$$

Représenter au tableau les deux schémas de Ferrand (vais pas les remettre). On a bien un soustracteurn suivi d'un amplificateur inverseur et d'un amplificateur de puissance. Bien décrire l'utilité de chaque composante du circuit. Penser à mettre l'offset de l'AO à 0 sinon le moteur risque de s'emballer.

En préparation : étude statique

✍ Poly d'elec p61 ⏲ 0 min

A faire si on est large : la plage de fonctionnement statique de notre asservissement, pour savoir quelles tensions il ne faut pas dépasser, et vérifier qu'on est bien linéaire. Je pense pas que ce soit intéressant de la montrer au Jury (0 quantitatif) mais ça peut être bon de l'avoir sous la main.

Tracé de la fonction de transfert du système bouclé

✍ Poly d'élec p61 ⏲ 5 min

Bien motiver cette partie, et ne la présenter que si elle marche en préparation. Écrire la fonction de transfert, et tracer le diagramme de Bode en réponse indicielle (rappeler la théorie derrière ? Dur de faire des mesures précises. On peut montrer des différences selon la valeur de R_2 (présence de pic ou non, signe d'un régime sous amorti ou sur amorti))

Performance des asservissements. Je pense que le mieux est de se focaliser sur deux critères : dépassement et temps de réponse. On va tracer les deux en fonction de la valeur de la résistance R_2.

Tracé deux en un : Dépassement et rapidité

✍ Poly d'elec p62 ⏲ 5 min

Pour différentes valeurs de R_2, prendre le dépassement (attention v_∞ correspondà la consigne) et le temps de réponse du système. Les représenter en fonction de R_2. Ne pas confondre temps de montée et temps de réponse (cf duffait)

- Ordre 0 : y a un compromis à faire
- Ordre 1 : essayer de vérifier des lois chelous du poly

Après les deux sont-ils explicitement reliés ? La théorie montre que $D = \exp\left(-\pi\frac{m}{\sqrt{1-m^2}}\right)$ et que $tm \simeq \frac{3}{m\omega_0}$.

3 Questions

Suite à des problèmes techniques, on a présenté la caractérisation du filtre de Wien, la caractérisation des oscillations pour Wien et l'oscillateur à quartz, et l'explication qualitative de l'asservissement en position (+ câblage et mise en évidence du problème qui faisait que ça marchait pas).

- Filtre de Wien en boucle ouverte : mettre en évidence le caractère passe-bande du filtre. Quelle autre méthode permet de déterminer finement une fréquence de résonance ? (Lissajous) Observation de la naissance des oscillations : on l'a fait avec Latis, peut-on le faire à l'oscilloscope ? À quoi est liée la longueur (et l'existence même) du régime transitoire ? Sur le diagramme de Nyquist, quel est le point fait en direct ?
- Sur l'asservissement : d'où vient l'erreur ? Au final c'était une inversion de polarité intempestive. Qu'est-ce qui fixe la position ? Qu'est-ce qui fixe la raideur (le couple) ?
- Sur l'oscillateur à quartz : qu'est-ce qui fait qu'on a des oscillations ? En terme de physique, quelles sont les grandeurs couplées qui permettent l'apparition d'une impédance dans le quartz ? C'est un piézo, donc énergie électrostatique/énergie élastique

Manip surprise : on a un pendule pesant (tige homogène) avec une masselotte adaptable et un mètre-ruban. Déterminer de façon rigoureuse le moment d'inertie du pendule autour de son axe. Discuter les incertitudes.