

## LP22 : Rétroaction et oscillations

### Messages à faire passer dans la leçon :

- **Introduire les notions de rétroaction et de stabilité** d'un système bouclé (rapidement, avec des exemples simples)
- **Appliquer** le formalisme et les méthodes d'études présentées aux cas d'exemples différents (élec et optique notamment, expériences)
- Parler absolument des **oscillateurs auto-entretenus**.

**Remarque :** La partie "asservissement" ne semble pas obligatoire au vu du nouveau titre de la leçon (avant c'était "systèmes bouclés", bien plus général), mais les retours de l'an dernier semblent contredire cela. Bref, il faut faire le choix d'en parler ou pas, et bien expliciter notre interprétation du titre au début de la leçon.

**Remarque :** Si l'on choisit de parler des systèmes asservis, la leçon est dense. Il faut donc tout condenser au mieux sans rester superficiel (transparents, schémas à la place de mots, aspects graphiques plutôt qu'algébriques). C'est la difficulté principale.

**Remarque :** Leçon liée au montage MP27 : Systèmes bouclés.

### Remarques concernant les programmes :

Leçon qui ne concerne que les PSI-PT-TSI. Ce cours suit celui de révision sur la stabilité des systèmes linéaires (filtrage, série de Fourier, fct° de transfert, régime transitoire) et celui sur la présentation de l'ALI (nouveau nom des AO ; modèle, limites, montages, régimes de fonctionnement...). Bref, il faut être au point sur ça. L'exemple du laser est spécifié dans les nouveaux programmes.

### Plan choisi :

**Introduction :** concept général de la rétroaction, exs dans plusieurs domaines, rétroaction  $<0$  et  $>0$ .

#### **I- Rétroaction : généralités (~17 min)**

*A/ Objectifs du bouclage ?* asservissement VS oscillateurs, BO/BF, atténuation VS accentuation d'une perturbation

*B/ Outils de modélisation :* rappels rapides : système linéaire, continu, invariant ; fonction de transfert ; schéma bloc ; diagrammes de Bode et Nyquist

*C/ Stabilité d'un système bouclé :* définition de la stabilité, critère algébrique rapide (pas trop de calculs, inutile), critères graphiques : Bode et critère du revers, marge de phase

#### **II- Systèmes stables : asservissement (~13 min)**

*A/ Systèmes asservis :* schéma bloc général, éléments structurels

*B/ Ex de la MCC :* BO : schéma et manip, ralentie avec charge ; BF (+ correcteur) : idem, mais stabilisée ; modélisation (simple) schéma bloc, FTBO-FTBF- Nyquist

*C/ Caractéristiques :* mise en évidence sur la MCC asservie et corrigée, puis cas général : 1/ oscillations-dépassement : être loin du pt critique (Bode et Nyquist), marge de phase en "garantie" car systèmes peuvent se dégrader ; 2/ rapidité : temps de réponse BF de la MCC avec la FTBF ; 3/ précision : comparaison de  $\lim(\epsilon)$  dans les cas corrigé et non-corrigé, intérêt que  $\epsilon$  ne dépende pas des caractéristiques des éléments du système. Bilan : compromis pour le gain, bien réfléchir au correcteur.

#### **III- Systèmes instables : oscillateurs auto-entretenus (~15 min)**

*A/ Conditions d'oscillation :* définitions, structure et fonctionnement général d'un oscillateur auto-entretenu, condition de démarrage des oscillations, Bode et Nyquist.

*B/ Ex en élec : l'oscillateur à pont de Wien :* description à la façon "système bouclé", rôle des différents éléments, conditions d'oscillation, manip pour montrer les différents régimes.

*C/ Ex en optique : le laser :* description sous forme de schéma présentant les différents éléments/phénomènes et leur rôle dans l'oscillateur. Condition d'oscillations, graphe "gain VS 1/pertes" en fonction de la fréquence pour montrer les fréquences sélectionnées et amplifiées.

**Ouverture :** oscillateurs à relaxation ?

**Remarque :** parler de "rétroaction  $>0$  et  $<0$ " tout le long est en fait maladroit (car quand on s'intéresse à des systèmes un peu compliqués ça ne veut plus vraiment dire qqch...). Le mieux est de l'introduire au début, mais de plutôt se focaliser sur "système stable : asservissement" (ie on veut limiter les oscillations) et "système instable : oscillateur" (ie on veut des oscillations !)

**Remarque :** il n'y a pas vraiment le tps de décrire les correcteurs... J'ai juste mentionné le fait qu'ils sont fondamentaux et qu'il faut un peu réfléchir pour les concevoir ^^

#### Applications traitées :

- asservissement en température pour avoir de l'eau chaude
- asservissement de la MCC
- oscillateur à pont de Wien
- le laser

#### Applications qui auraient pu être traitées :

- l'asservissement d'une photodiode (cf TP asservissement) : on crée un oscillateur pour déterminer le correcteur approprié pour asservir le système, puis on l'asservit ! Tout avec un seul exemple/expérience ! Mais c'est vrai que ce n'est pas un "oscillateur" qui sert à donner une porteuse ou autre... Et il faut parler des correcteurs.

#### Expériences présentées :

- la MCC en BO et BF, en regardant l'influence du gain du correcteur en réponse à un échelon. Manip rapide à mettre en place une fois qu'on la connaît, et très facile d'exploitation. Attention, elle n'est décrite dans aucun livre, il faut la connaître ! (notamment le correcteur... Mais c'est pas compliqué !)
- l'oscillateur à pont de Wien : très simple à faire et à exploiter (et décrit dans tous les livres)

#### Bibliographie et remarques bibliographiques :

- **Cours de JBD + TPs**, tout est là, si on sait ça, on est tranquille ! Mais pas là le jour J...
- **Tout en un Dunod PSI nouveau programme**, parle de tout et dans la limite de ce qui est au programme (:D), quelques pages synthétisées comme il faut pour le laser.
- **Autres cours de prépa PSI (Précis Bréal, HPrépa, Tec&Doc (Delacressonnière), FR)** [dans mon ordre de préférence], bien pour avoir plus d'infos, mais trop détaillés, on s'y noie un peu si on ne sait pas quoi chercher.
- **Automatique 2 : Systèmes asservis linéaires, Michel Villain, Technosup** : globalement trop spécialisé, mais clair et carré. On peut facilement détacher les parties qui nous sont utiles du reste.
- **Introduction aux lasers et à l'optique quantique, Grynberg-Aspect-Fabre** : gros livre, mais très synthétique et clair au moins dans la partie qui nous intéresse !

#### Remarques importantes des rapports de jury :

- Dans le cas des oscillateurs auto-entretenus, les **conditions** d'apparition des oscillations et la limitation de leur amplitude doivent être discutées.
- Le jury souhaiterait que le terme de **résonance** soit dûment justifié sans oublier une discussion du **facteur de qualité**. Il n'est pas indispensable de se restreindre à l'électronique.
- Le jury n'attend pas une présentation générale et abstraite de la notion de système bouclé. Il estime indispensable de s'appuyer sur au moins un **exemple concret** et détaillé avec soin.
- L'étude est clarifiée si elle s'appuie dès le départ sur un exemple concret. Les notions de **système linéaire** et de **fonction de transfert** doivent être précisément définies.