

TP : Etude de la stabilité pour un asservissement linéaire

Objectif : Ce TP a pour thème l'étude de la stabilité d'un asservissement linéaire. Dans un premier temps nous vous proposons d'identifier le processus physique en recherchant un de ces paramètres caractéristiques. Dans un second temps on s'intéresse à la stabilité de l'asservissement mettant en œuvre le processus physique. L'étude proposée permet de valider le critère du revers qui est un des critères majeurs pour l'étude de la stabilité.

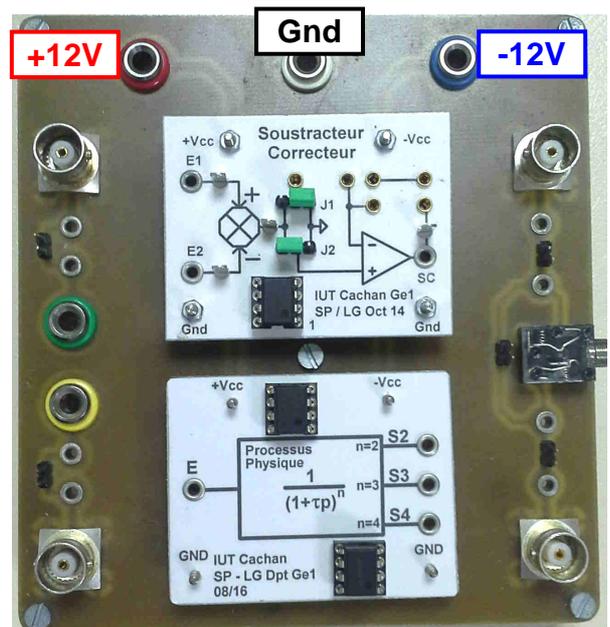
1) Présentation de la maquette didactique

La maquette didactique proposée pour ce TP est constituée d'un mini module processus physique dont la fonction de transfert est de la forme $T(p) = \frac{1}{(1 + \tau p)^n}$

avec $n=2, 3$ ou 4 en fonction de la sortie considérée. La constante de temps τ est inconnu et sa détermination fait partie des objectifs de ce TP dans la première partie identification.

Afin de réaliser un asservissement linéaire, on propose un mini module soustracteur suivi d'un montage à ampli-op permettant d'implanter, en autre, une correction proportionnelle.

La maquette support est alimentée sous une tension symétrique +/- 12V et les liaisons sont effectuées en utilisant des minis cordons banane-banane male $\varnothing 2\text{mm}$.



2) Identification du processus physique : à la recherche du τ perdu

On cherche à identifier le processus physique et déterminer la constante de temps τ .

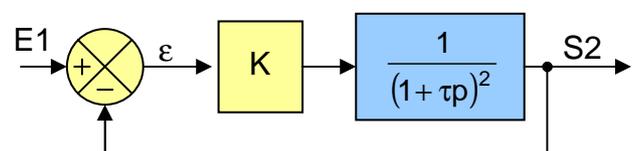
❑ Observer et relever la réponse indicielle de ce processus physique en injectant sur l'entrée un signal carré d'amplitude 2Vpp (Load High Z) et dont la fréquence est correctement choisie pour observer la réponse sur la sortie S2 (pour $n=2$).

❑ Peut-on déterminer la constante de temps ? Quel est le temps de réponse de ce processus ? Comment effectuez-vous cette mesure ? La réponse indicielle permet-elle d'affirmer que l'ordre de la fonction de transfert est strictement supérieur à un ?

❑ On connecte maintenant sur l'entrée du processus physique un signal sinusoïdal d'amplitude 10Vpp. Relever rapidement l'allure du diagramme de Bode en notant quelques points caractéristiques. Montrer qu'il est possible de déterminer la constante de temps très facilement lorsque le déphasage entre l'entrée et la sortie est de $-\pi/2$.

Bien que la réponse fréquentielle nous fournisse une excellente mesure de la constante de temps τ , cette méthode est rarement appliquée car peu de processus physique admette en entrée un signal sinusoïdal.

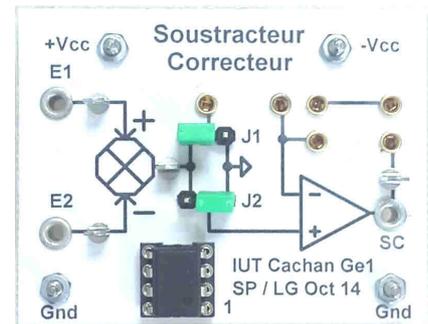
On vous propose donc de mesurer la constante de temps par une autre méthode en insérant le processus physique dans un système asservi mettant en œuvre un correcteur proportionnel comme le montre le schéma bloc ci-contre.



□ Exprimer la fonction de transfert en boucle fermée FTBF(p) en fonction du coefficient d'amplification K et de la constante de temps τ . Montrer que cette fonction de transfert peut se mettre sous la forme d'un passe bas du 2nd ordre. En déduire les expressions littérales du gain statique Tmax, et des paramètres caractéristiques m et ω_0 .

□ Afin de réaliser le soustracteur et l'amplification K on propose le mini module suivant. Proposer un schéma et un dimensionnement du montage afin d'obtenir une valeur de K=4.

□ Relever la réponse indicielle de ce montage lorsque l'on connecte sur l'entrée un signal carré d'amplitude 2Vpp (Load High Z)
En déduire les valeurs expérimentales de Tmax, m et ω_0 . En déduire la valeur de τ et comparer cette mesure avec celle effectuée précédemment.



□ Compte tenu de la valeur de K, justifier la valeur mesurée pour Tmax

□ Vérifier la cohérence de vos résultats en effectuant une simulation LTSpice avec le schéma proposé sur le site poujouly.net.

A ce stade on possède une bonne connaissance de la constante de temps du processus physique.

3) Etude de la stabilité : à la recherche du K limite

On vous propose de rechercher la valeur du coefficient d'amplification K limite permettant d'assurer la stabilité du système en BO en appliquant expérimentalement le critère du revers. On s'intéresse donc au point critique $-\pi / 0\text{dB}$ dans le plan de Bode.

□ Pour K=1, rechercher expérimentalement la valeur de fréquence permettant d'obtenir un déphasage de $-\pi$ pour la fonction de transfert en boucle ouverte. Pour cela on applique directement un signal sinusoïdal d'amplitude 10Vpp sur l'entrée du processus physique et l'on effectue cette recherche pour les sorties S3 (n=3) & S4 (n=4). Ces valeurs correspondent-elles aux valeurs théoriques ?

□ Pour ces valeurs précédentes mesurer le gain de la fonction de transfert en boucle ouverte et en déduire la valeur du coefficient d'amplification K limite. Comparer les résultats obtenus avec vos prédéterminations théoriques.

□ Afin d'illustrer le concept de stabilité on vous propose de mettre en œuvre le système bouclé et de choisir un gain inférieur puis supérieur au gain limite déterminé précédemment et observer la réponse indicielle pour un échelon en entrée dont l'amplitude n'excède pas 1Vpp. Vous effectuerez cette expérience pour les 2 cas proposés (n=3 & n=4). Qu'observe-t-on dans le cas où le système est instable ?

