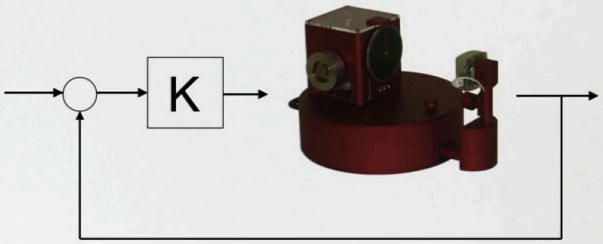
ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE



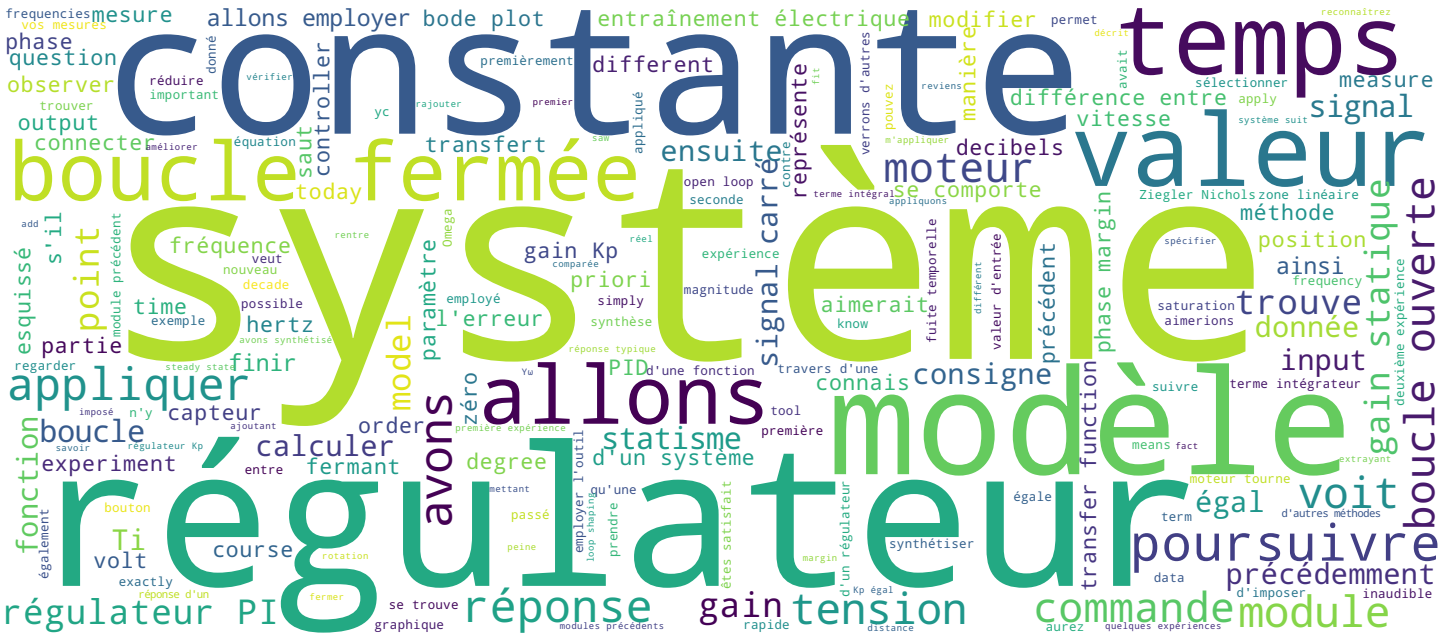
Synthèse du régulateur

Contrôle en vitesse avec imposition du modèle à poursuivre

Controls Systems' Hand on Sessions

Christophe Salzmann & Colin Jones

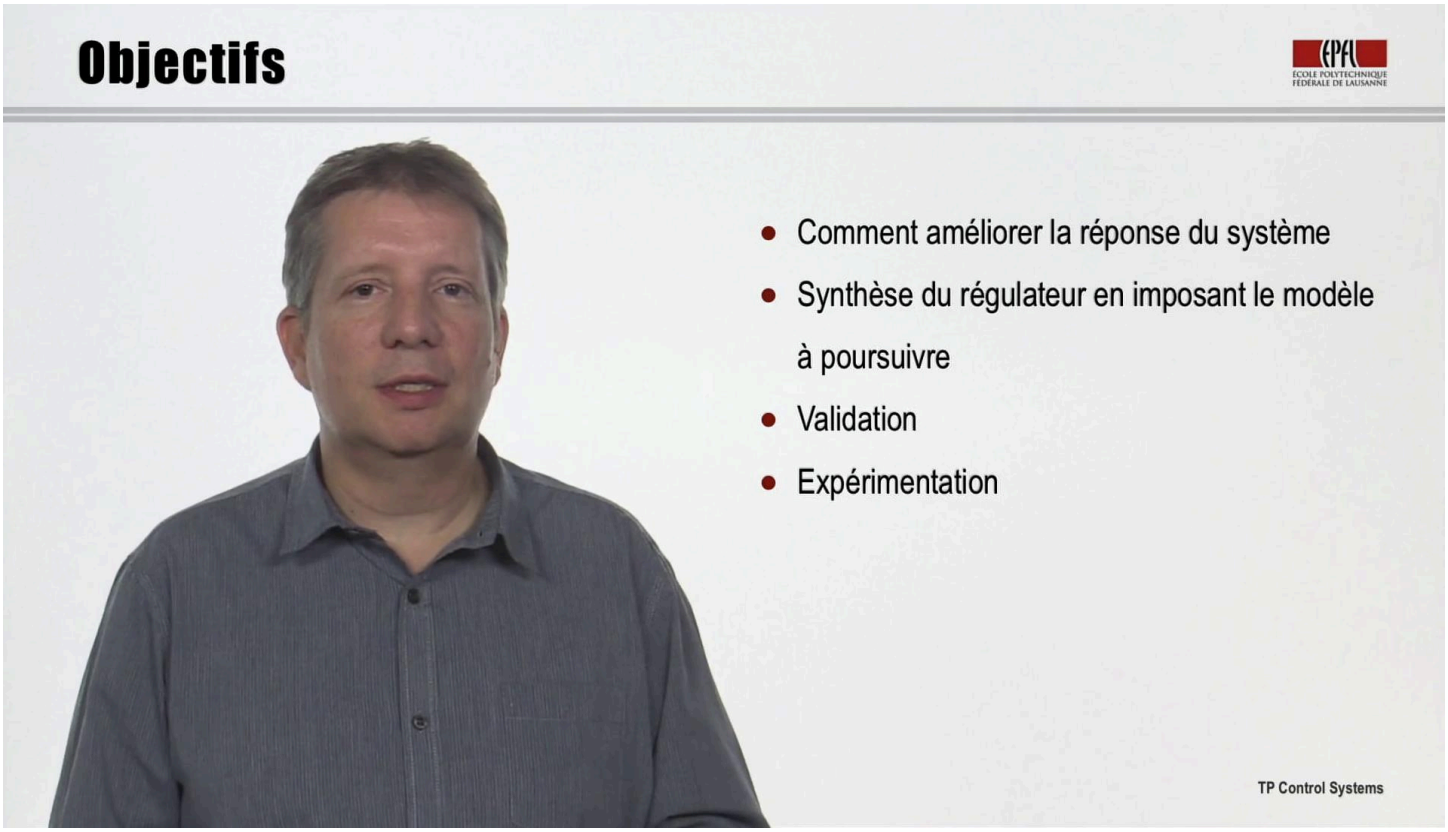
Automatic Control Lab



Search MOOC

Video

EPFL



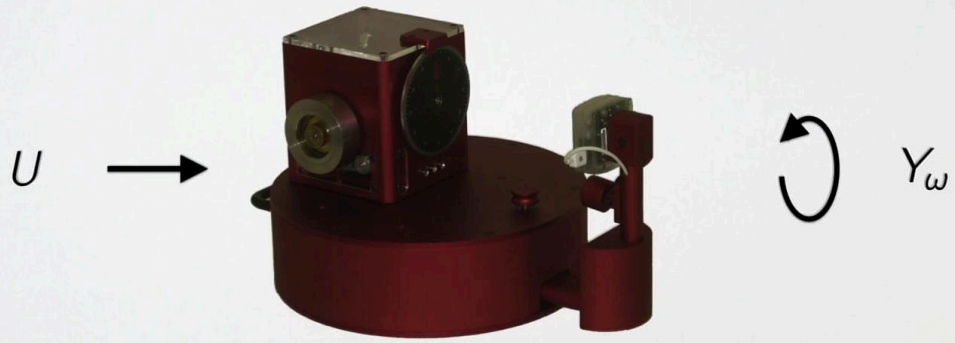
Bonjour, dans ce module, nous allons voir comment améliorer la réponse d'un système en boucle ouverte ceci à l'aide d'un régulateur en fermant la boucle. Nous allons voir comment on va synthétiser ce régulateur. Dans ce module, nous allons employer une méthode qui s'appelle l'imposition du modèle à poursuivre, puis nous allons faire quelques expériences avec le régulateur que nous avons synthétisé.

Notes

Summary

0m 04s

Entraînement électrique



TP Control Systems

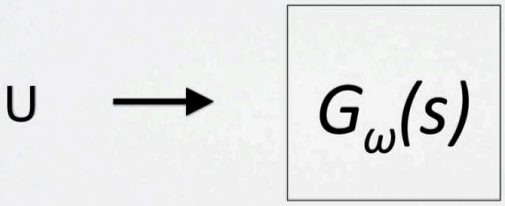
Nous allons employer le même entraînement électrique que dans les modules précédents où nous appliquons une tension au moteur, le moteur tourne à une vitesse Yω.

Notes

Summary

0m 22s

Fonction de transfert en boucle ouverte



$$G_\omega(s) = \frac{\gamma_\omega}{\tau s + 1}$$

gain statique

cst. de temps

TP Control Systems

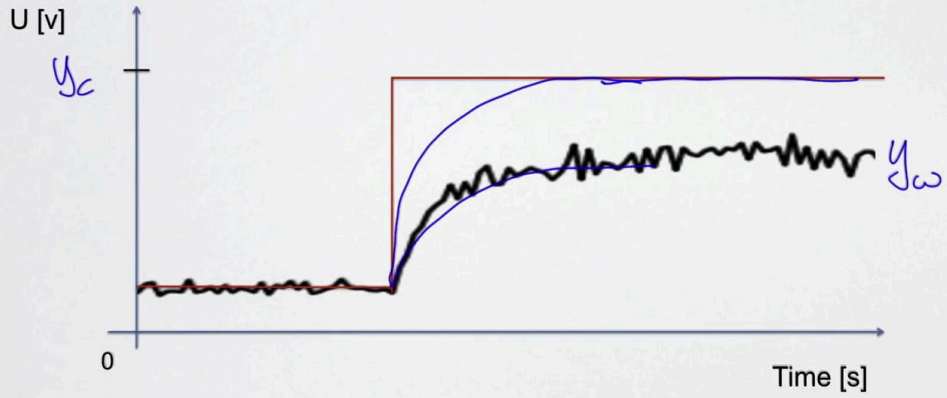
Nous avons vu que ce moteur pouvait être décrit au travers d'une fonction de transfert, cette fonction de transfert Gω de S est donnée par la relation γω qui représente le gain statique du système et la constante de temps τ de notre système. Ces deux valeurs ont été identifiées lors du module précédent et nous allons de nouveau les employés pour ce module.

Notes

Summary

0m 36s

Amélioration de la réponse



TP Control Systems

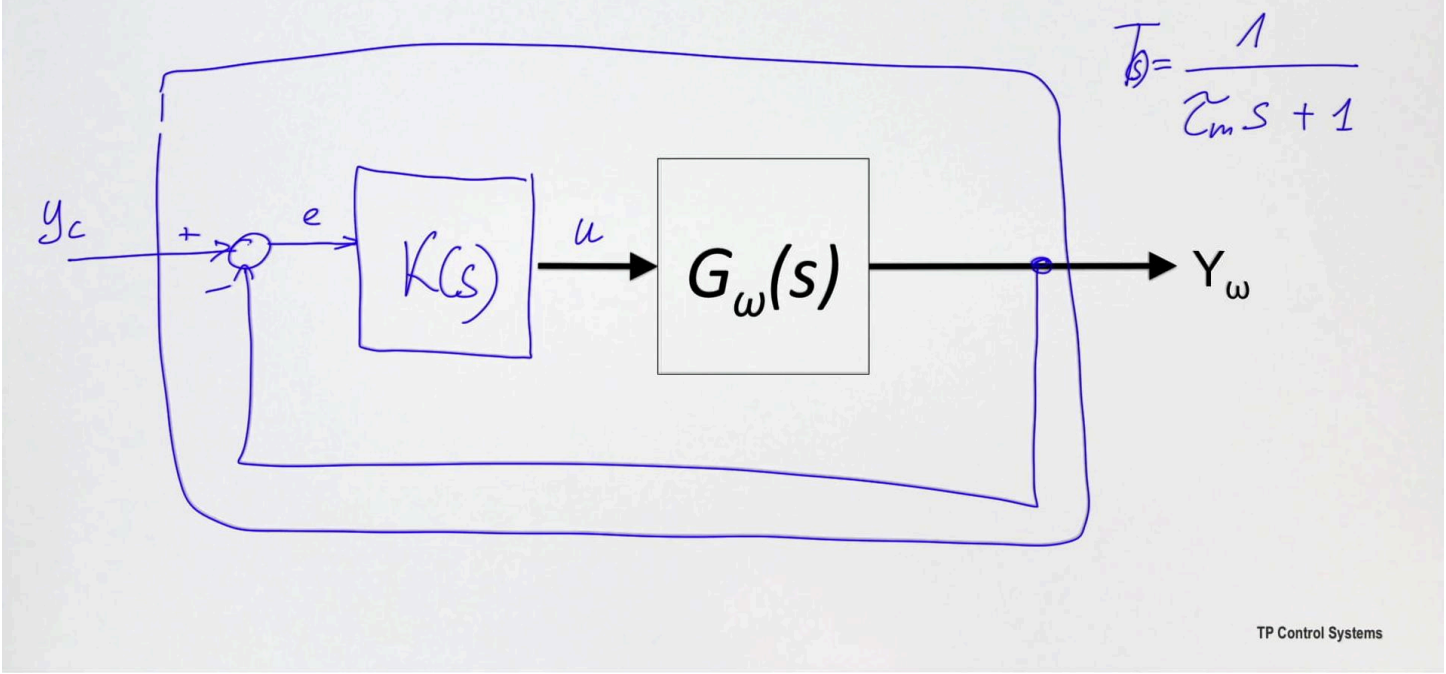
Sur ce graphique, j'ai représenté l'échelon que j'allais appliquer sur le système et ici, on voit la réponse typique du système en boucle ouverte. Ici, nous avons la mesure du système yω. Par contre, ce qu'on aimerait, c'est premièrement que notre valeur yω soit vraiment proche de la valeur de consigne que j'ai appliqué à mon système, et de même ici, on voit que la constante de temps de mon système est relativement lente. Moi, j'aimerais pouvoir par exemple l'accélérer pour qu'elle soit plus rapide. La question est de savoir comment faire pour modifier le système pour qu'il ne se comporte plus comme en boucle verte, mais comme la courbe bleue que j'ai esquissé sur ce graphique.

Notes

Summary

1m 08s

Modèle à poursuivre



TP Control Systems

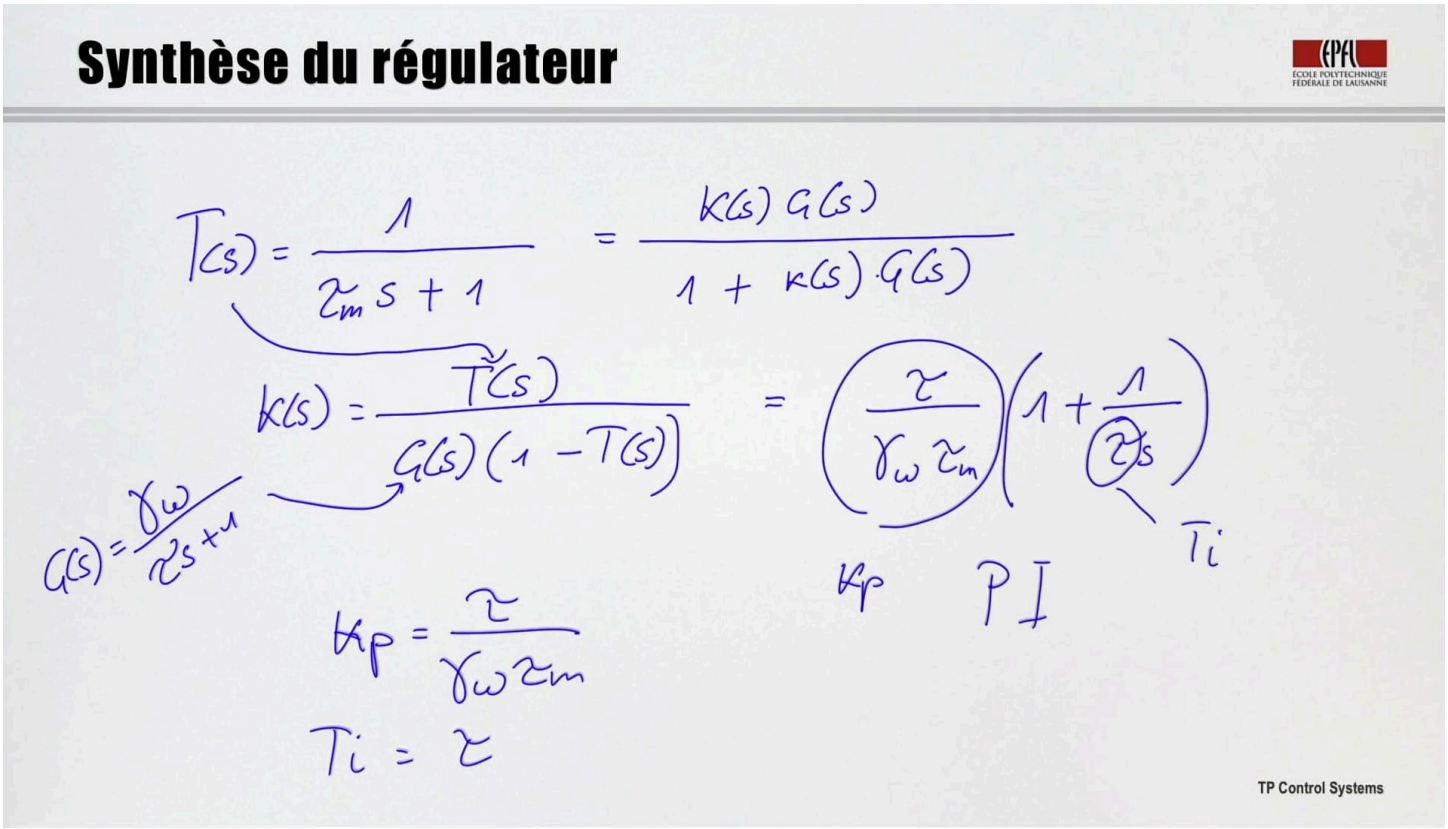
L'idée est de fermer la boucle autour de mon entraînement électrique qui se trouve ici en boucle ouverte. Donc, je vais rajouter un régulateur à mon système. Ce régulateur va m'appliquer une commande à mon système. Pour mon régulateur, je vais appliquer la valeur d'entrée ici, la valeur de consigne qui va être comparée à la mesure actuel de mon moteur. La différence entre les deux ça va être l'erreur, mon régulateur va prendre cette erreur, calculer une commande, l'appliquer au système et ainsi on va pouvoir fermer la boucle. Ce que nous aimerions avoir, c'est que le système en boucle fermée que nous avons ici se comporte comme le système que j'ai esquissé sur le précédent et ce système est donné par l'équation suivante : T de s est égale à ma nouvelle constante de temps plus 1, ici, on voit que j'ai un gain statique de 1, ça veut dire qu'une fois que les régimes transitoires sont passés, il n'y a plus de différence entre la sortie Yω et yc. T de s est un modèle à poursuivre, je connais G de s, maintenant comment trouver K de s ?

Notes

Summary

1m 48s

Synthèse du régulateur



Donc, je reviens avec mon modèle à poursuivre T de s 1 sur une constante de temps, j'aimerais que ceci soit égal à ma boucle fermée qu'on a vu précédemment donc la boucle fermée, c'est K de s plus G de s. En extrayant K de mon système, je trouve que si maintenant, je connais G de s du slide précédent où on avait G de s qui est égal à le gain statique sur la constante de temps plus 1, donc, je peux venir l'appliquer ici, mon T de s, je le trouve ici. En mettant T de s et G de s dans mon équation, je trouve pour finir que ma constante de temps... Je trouve pour finir ici la structure suivante τs et vous reconnaîtrez ici un régulateur PI où voit ici le terme Kp et ici ma constante de temps Ti. Donc, vous avez maintenant Kp égal temps sur [inaudible 00:04:53]. Et mon Ti qui est égal à la constante. Vous avez maintenant le gain Kp et le terme intégral de votre régulateur PI en fonction des valeurs que vous avez identifiées précédemment et de la valeur qu'on aimerait avoir pour le modèle à poursuivre.

Notes

Summary

3m 18s

Validation

- Calculez K_p et T_i pour le modèle à poursuivre
  $T(s) = \frac{1}{\tau_m s+1}$ avec $\tau_m = 0.1s$
- Connectez-vous à l'expérience à distance
- Sélectionnez le mode **vitesse** et **boucle fermée**
- Appliquez un saut de tension dans la zone linéaire
- Sauvez les mesures
- Utilisez l'outil de fit temporel pour vérifier que la réponse en boucle fermée suive le modèle à poursuivre

TP Control Systems

Donc maintenant, ça va être à vous de calculer votre régulateur PI. Vous allez calculer le gain Kp et le Ti pour un modèle à poursuivre avec une constante de temps de zéro une seconde. Vous allez ensuite vous connecter au système, vous allez sélectionner le mode vitesse et en boucle fermée, très importants, vous allez appliquer un saut de tension dans la zone linéaire, une fois que vous êtes satisfait avec la réponse du système, vous allez sauver vos mesures. Ensuite, vous allez employer l'outil de fuite temporelle pour vérifier que la réponse en boucle fermée de votre système suit bien le modèle à poursuivre que vous avez imposé.

Notes

Summary

5m 17s

Expérimentation 1 – Statisme

En boucle fermée, avec le régulateur PI calculé précédemment

- Appliquez un signal **carré** entre 2 [v] et 3 [v], avec une fréquence de 0.1 [Hz]
- Observez s'il y a du statisme/trainée

TP Control Systems

Le but de cette première expérience est de voir si vous avez du statisme en boucle fermée avec votre régulateur PI. Pour ce faire, vous allez appliquer un signal carré à votre système avec une fréquence de 0,1 hertz et vous allez regarder la réponse de votre système et voir s'il y a du statisme.

Notes

Summary

5m 54s

Expérimentation 2 – Statisme

Avec le régulateur PI calculé précédemment

- Appliquez une **rampe** entre 2 [v] et 3 [v], avec une fréquence de 0.1 [Hz]
- Observez s'il y a du statisme/trainée

- Réduire K_p à 0.5
- Observez s'il y a du statisme/trainée

TP Control Systems

Dans cette deuxième expérience, vous allez cette fois ne plus appliquer un signal carré, mais il rentre toujours dans les mêmes valeurs et vous allez observer s'il y a du statisme. Probablement que vous aurez de la peine à observer ce statisme même s'il est là. Donc pour pouvoir l'observer, vous allez réduire le gain de votre régulateur Kp à 0,5. Et cette fois, vous devriez observer le statisme.

Notes

Summary

6m 10s

Conclusions

Qu'ai-je appris aujourd'hui ?

- La réponse d'un système en boucle ouverte peut être modifiée en fermant la boucle et en ajoutant un régulateur
- Le régulateur peut être spécifié de sorte que le système en boucle fermée suive un modèle à poursuivre

TP Control Systems

Aujourd'hui, nous avons vu qu'il est possible de modifier la réponse en boucle ouverte d'un système ceci en fermant la boucle et en ajoutant un régulateur. Une des manières de spécifier ce régulateur, c'est d'imposer le modèle en boucle fermée qui doit suivre un modèle à poursuivre. Dans les modules suivants, nous verrons d'autres méthodes de synthèse de régulateur.

Notes

Summary

6m 33s