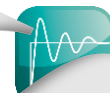


Régulation de débit-niveau d'eau



Manuel de comptes rendus de TP

➤ Sur le système ERD 52 (Système à 2 colonnes)

➤ Dans le domaine linéaire continu

Processus
Réf : ERD 552 000



	CITE 2011
Post secondaire	4
Supérieur cycle court	5

Logiciels sur PC
D_Reg551 (Réf: ERD 552 100)

Option :
D_Scil (Réf: ERD 552 050)
Scilab-Xcos & Compilateur

Documents d'accès

➤ Guide technique Réf: ERD 552 010

➤ Manuels de TP dans le domaine continu

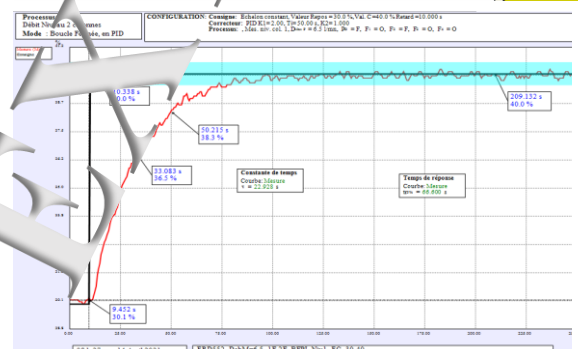
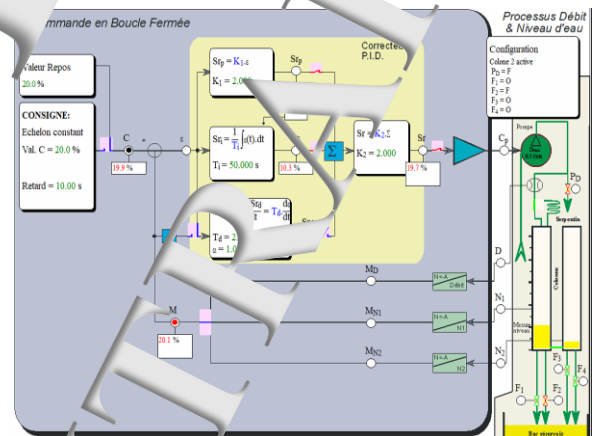
Manuel Suivi Réf: ERD 552 050

Manuel Comptes rendus Réf: ERD 552 040

➤ Manuels de TP dans le domaine échantillonné

Manuel Suivi Réf: ERD 552 070

Manuel Comptes rendus Réf: ERD 552 060



EXTRAITS
EXTRAITS
EXTRAITS

Ouvrage ressource

**Automatique : régulations et asservissements -
Cours - Applications - Expérimentations - Prototypages
(Coll. Automatique et productique)**

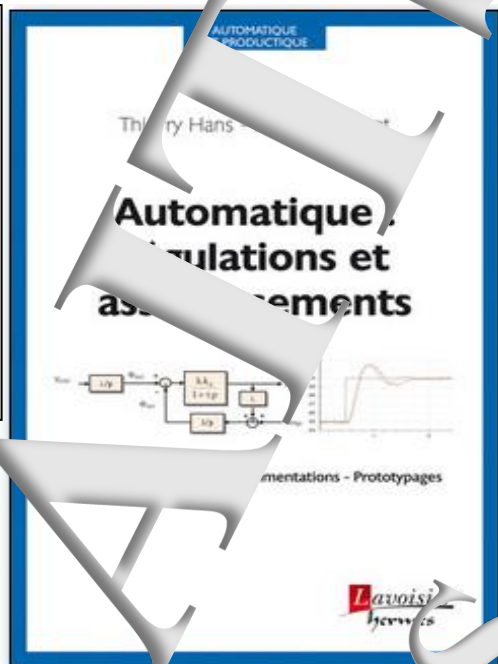
Auteurs : HANS Thierry, GUYÉNOT Pierre

Langue : Français

Date de parution : 06-2014

Ouvrage 305 p. - 16.4x24 cm - Broché -

ISBN : 9782746246317



Processus:
Débit et niveau d'eau
ERD 552

Configuration:
Régulation de niveau

SUJETS des TP N°3

*Régulation avec correcteur à action P+I.
 (Proportionnelle + Intégrale)*

Niveau :	CITE 2011
Post secondaire	4
Supérieur cycle court	5

Objectifs

Il s'agit de déterminer le réglage de la boucle de régulation (valeur des coefficients du correcteur), en fonction d'un comportement souhaité.
 On détermine le modèle (fonction de transfert en BF) en analysant les résultats obtenus lors des TP n°1.
 On étudie également l'influence d'une perturbation sur la réponse en BF (dans le cas de ce processus c'est la fermeture et l'ouverture de vannes de fuite à un instant défini).

Sommaire:

1 - TP n°3.1 système à 3 fuites; Bouclage niveau 1 ; Correcteur à action P+I	3
1.1 Prédéterminations	3
1.2 Etude en régime statique	4
1.3 Réponse à un échelon constant	5
1.4 Etude en régime harmonique	6
1.5 Réponse à un échelon de vitesse (Rampe limitée)	7
1.6 Validation du modèle par simulation et comparaison	7
1.7 Influence d'une perturbation	9
2 - TP n°3.2 Système à 3 fuites; Bouclage niveau 2; Correcteur à action P+I	10
2.1 Prédéterminations	10
2.2 Pour toutes les expérimentations et exploitations → Idem TP 3.1	10
3 - TP n°3.3 Système à 2 fuites; Bouclage niveau 2; Correcteur à action P+I	11
3.1 Prédéterminations	11
3.2 Pour toutes les expérimentations et exploitations → Idem TP 3.1	11
4 - TP n°3.4 Système à 1 colonne et 2 fuites; En BF; Correcteur à action P+I	12
4.1 Prédéterminations	12
4.2 Pour toutes les expérimentations et exploitations → Idem TP 3.1	12

EXTRAITS
EXTRAITS
EXTRAITS

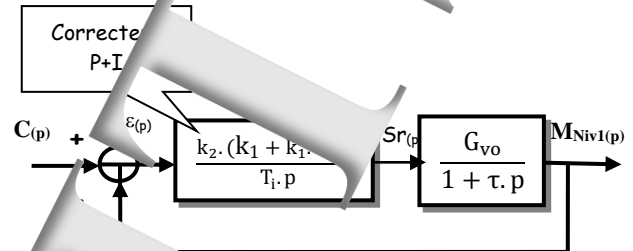
1 - TP N°3.1 SYSTEME A 3 FUITES; BOUCLAGE NIVEAU 1 ; CORRECTION A ACTION P+I

- 1 fuite sur colonne 1 et 2 fuites sur colonne 2 (Configuration notée 2F)
- Avec le débit Max de la pompe configurée à 6,5 l/min

1.1 Prédéterminations

1.1.1 Schéma-blocs

Si on admet que le système en BO est du premier ordre très dominant.
Donner le schéma-blocs en



1.1.2 Fonction de transfert de la chaîne ouverte:

Si on choisit $k_1 \cdot T_i = \tau$ et si on pose : $k_0 = k_2 \cdot G_{vo} / T_i$
Ce choix particulier est appelé « Correction par compensation du régime dominant »
En déduire une forme simplifiée de la FTBO.

1.1.3 Fonction de transfert en boucle fermée:

Montrer que le système en BF est du premier ordre dominant. Exprimer la constante de temps notée τ_F .

Application numérique :

On suppose le système en BF 4 fois plus rapide qu'en BO.

Application numérique : On donne $\tau_{D0} = \tau_{Niv1} = 5s$; $G_{vo} = 0.98$ et on choisit à priori $k_1 = 2$

En déduire τ_i puis k_0 et enfin τ_F

1.1.4 Caractéristiques de la réponse à un échelon constant

Donner les caractéristiques de la réponse

- Temps de réponse à 1%,
- Précision statique.

1.1.5 Caractéristiques en régime harmonique à la pulsation propre

Pour la pulsation $\omega = 1/\tau_F$ donner les amplitudes et le déphasage.

Expérimentation

Lancement du logiciel et configuration

- Pour la commande à rôle commande « D552 »

Cliquer sur l'icône:

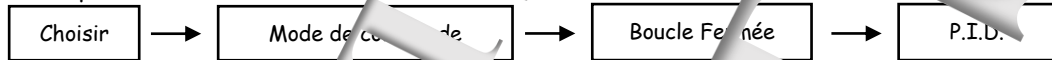


- Juste après chaque lancement du logiciel il est indispensable de lancer la calibration des capteurs de niveau (Par « Configurer » puis « Calibration capteur MPR... » puis « Démarrer... » et en fin de processus « Appliquer »)
- Puis de vérifier que le paramètre « Débit Max pompe » soit à 6,5 l/min (Par 'Configurer' puis « Paramètre partie opérative »)
- Puis vérifier la configuration des différentes vannes de fuite (Cliquer sur le bloc « Configuration »).

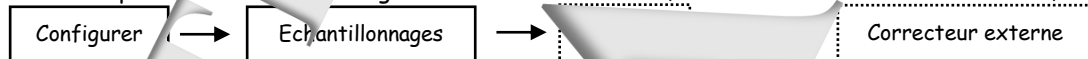
1.2 Etude en régime statique

1.2.1 Expérimentation

→ Choisir le mode de commande "Boucle fermée avec correcteur PID":
pour cela "cliquer" sur les menus successifs:



- Connecter la sortie régulateur, repérée 'Sr', à la commande débit pour cela "cliquer" dans la zone repérée au dessus du commutateur
- Connecter l'entrée mesure du régulateur (point noté « M »), à la mesure de niveau 1: (point noté « M_N »), pour cela "cliquer" dans la zone repérée au dessus du commutateur
- Définir les coefficients k_1 et T_i à valeur prédéterminée ou à défaut = 50s et k_2 valeur prédéterminée ou à défaut $k_2 = 2$
- Relier les sorties P. (S_{rp}) et I. (S_i) au sommateur
- Positionner une sonde de mesure sur la mesure repérée "M" (reliée à la mesure de niveau colonne 1) : pour cela "cliquer droit" dans la zone circulaire au dessous du point M
- Faire de même pour choisir de consigne repéré C
- Choisir une période d'échantillonnage de "Mesure" de $T_{em}=0,5$ S de "Correcteur externe" de 0,5S



Ces valeurs pourront éventuellement être modifiées si elles s'avèrent être inadaptées

- durée d'enregistrement trop grand → diminuer T_{em}
- durée d'enregistrement trop petit → augmenter T_{em}

Schéma synoptique pour cette série d'essais

Les sorties de l'action I. sont à relier au sommateur

La configuration du processus doit être : F1 ouverte ; F2 Fermée ; F3 et F4 ouverte ; Colonne 2 active

'Cliquer gauche' pour changer la valeur de repos

Les coefficients k_1 , T_i et k_2 devront être définis

'Cliquer droit' sur le point pour faire apparaître la sonde statique sur 'M'. Faire de même sur le point 'C'

L'entrée mesure du régulateur (point 'M') doit être reliée à la mesure du niveau 1 (point 'M_{N1}')

L'interface doit être fermée

→ Pour différentes valeurs de repos, comprise entre 0 et 100%, par pas de 10%, relever après stabilisation du signal de mesure, la valeur affichée de la mesure du niveau $M = M_{N1}$.

1.2.2 Exploitation

- Tracer la caractéristique statique $M = f_n(C)$ (par logiciel « Excel » par exemple)
- Montrer que cette caractéristique est sensiblement linéaire.
- Faire afficher l'équation de la courbe de tendance.
- Définir la valeur de commande de repos C_0 qui permettra d'obtenir une valeur de repos notée M_0 de valeur la plus proche possible de 40%.
- En déduire la valeur du coefficient de transfert statique en BF défini par : $k_{F0} = \frac{M_0}{C_0}$
- En déduire la valeur du coefficient de transfert en variation autour du point de repos: $k_{Fv} = \frac{\Delta M_{niv1}}{\Delta C}$

1.3 Réponse à un échelon constant

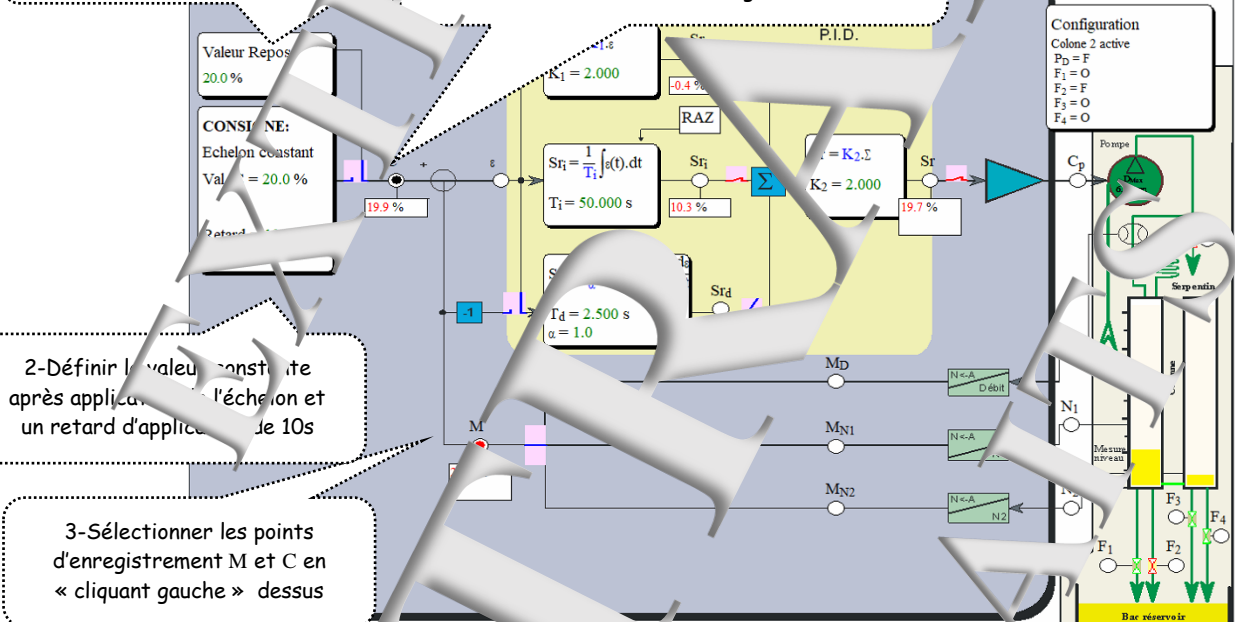
1.3.1 Expérimentation

On souhaite relever la réponse temporelle suite à une variation de la commande +10% à partir de 20%.

- Effectuer dans l'ordre indiqué :

1- Définir la valeur de repos avant l'application de l'échelon

4- Attendre la stabilisation de la mesure
5- Donner l'ordre d'application, ce qui aura pour effet de démarrer l'enregistrement



- Visualiser la réponse temporelle en "cliquant" sur le bouton
- Adapter les échelles en X, grâce au bouton et en Y, grâce au bouton afin que la partie intéressante de la courbe occupe l'ensemble de l'écran.
- Déterminer la constante de temps dominante en "cliquant" sur le bouton et en positionnant les sondes demandées : pour explications éventuelles
- Déterminer la réponse à 5% noté $tr_{5\%}$ en "cliquant" sur le bouton et en positionnant les sondes demandées : pour explications éventuelles
- Inscrivez en zone commentaire vos noms et groupe de TP
- Faire un "copier Ctr/C - coller CTR/V" dans un document "Word" en vue de la rédaction de votre compte rendu ou lancer une impression en mode "page" ("configuration" imprimante).
- Justifiez, à partir de la réponse expérimentale obtenue et de ses exploitations, que le processus est parfaitement d'ordre 1.
- Ajustez ultérieurement ce relevé expérimental et effectuez des enregistrements sous les différents formats proposés :
 - ↳ 'Fichier' puis 'Enregistre sous...' pour un enregistrement de type *.reg
 - ↳ 'Fichier' puis 'Exporter...' pour un enregistrement de type *.txt
 - ↳ 'Fichier' puis 'Exporter Xml...' pour un enregistrement de type *.xml

1.3.2 Exploitation :


- Vérifier du coefficient de transfert statique
- Vérifier du coefficient de transfert en variation
- Comparer le temps de réponse à 5% par rapport à la constante de temps τ
- Proposer un modèle de comportement (Forme de transfert en BF)

1.4 Etude en régime harmonique

1.4.1 Expérimentations

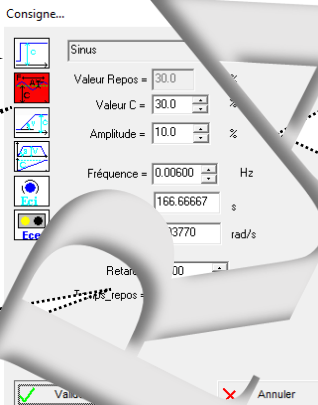
Essai n°1 → à la pulsation $\omega = 1/\tau_f$,

- Choisir une valeur de repos égale à C_0
- Choisir une commande de type "Sinusoïdal" et une "Valeur C" égale à C_0


pour cela "cliquer" sur le bloc "Commande" puis sur le bouton  introduire la valeur de l'amplitude "A" égale à 10%, puis la valeur de la pulsation $\omega = 1/\tau_f$, et enfin cliquer sur "Valider".

- Valider les points d'enregistrement, d'abord M puis C, en "cliquant" sur 

Dans un premier temps on va dans également le signal « Sr » (Sortie régulée) afin de vérifier que celui-ci n'entre jamais en saturation (n'atteint jamais les limites 0% et 100%)






Cette boîte de dialogue s'ouvre en "cliquant" sur le bloc "Commande"

Sélectionner une commande sinus en "cliquant" sur ce bouton 

Dans ce cas le retard d'application après le début de l'enregistrement peut être nul.

Définir les valeurs caractéristiques du signal qui sera appliqué après commutation du commutateur : Valeur moyenne, Amplitude, fréquence (ou Période ou Pulsation)

- Appliquer la commande définie en "cliquant" sur le commutateur , ce qui aura pour effet de démarrer l'enregistrement
- Visualiser la réponse temporelle en "cliquant" sur le bouton 
- Déterminer les caractéristiques essentielles de la réponse temporelle (Rapport des valeurs moyennes ; Rapport des amplitudes et déphasage en "Cliquant" sur la bouton 

Essai n°2 → à la pulsation telle que le déphasage soit de -90°

1.4.2 Exploitation

Pour les essais

- Vérification du rapport des valeurs moyennes
Le comparer au coefficient de transfert statique déterminé précédemment.
- Vérifier le rapport des amplitudes et le déphasage dans le cas d'un modèle d'ordre 1

Pour l'essai n°2 Recherche de la pulsation particulière ω_{90} telle que $\varphi = -90^\circ$

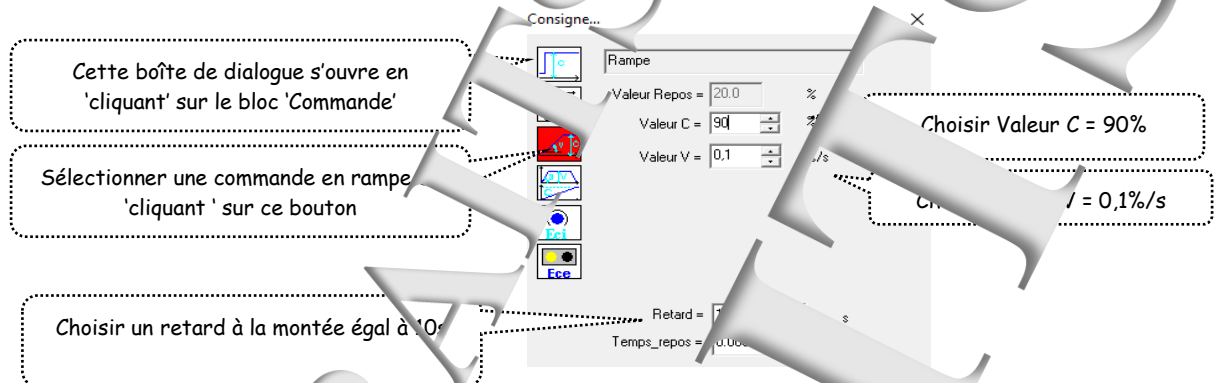
- Par approches successives, rechercher la pulsation particulière ω_{90}
- En déduire la valeur de la constante de temps nominale (notée τ_2) et proposer un modèle plus fidèle.
- Vérifier le rapport des amplitudes et le déphasage à partir du modèle d'ordre 2.

¹ Ouvrage « Automatique : régulations et asservissements » T. Hans aux Editions Lavoisier Chapitre 6


1.5 Réponse à un échelon de vitesse (Rampe limitée)

1.5.1 Expérimentation

→ Valider les points d'enregistrement, ω (abord), puis C , et ε en "cliquant" d



→ Attendre la stabilisation du point de départ

→ Appliquer la commande définie en "cliquant" sur le commutateur , ce qui aura pour effet de démarrer l'enregistrement.

→ Visualiser la réponse temporelle en "cliquant" sur

→ Placer des supports qui permettront l'exploitation de l'expérience (vérification de la pente de la rampe, relevé de l'erreur de traînage).

1.5.2 Exploitation

→ Vérifier la pente de la rampe

→ Vérification de l'erreur de traînage

Donner son expression théorique et la comparer avec la valeur relevée

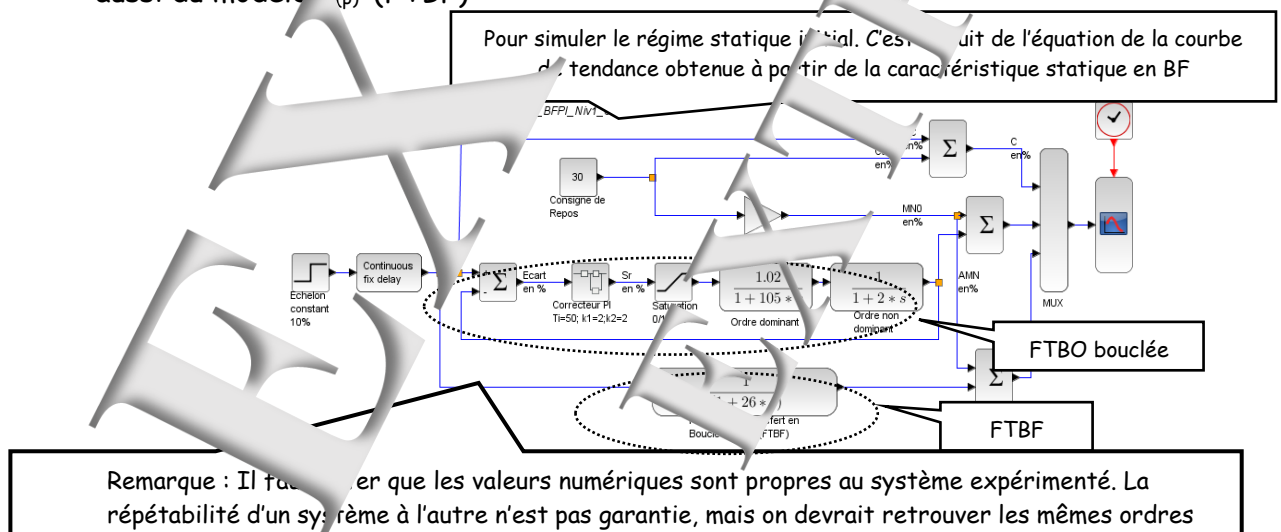
1.6 Validation du modèle par simulation et comparaison

1.6.1 Simulation sous « Scilab »

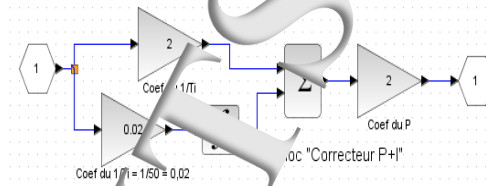
→ Lancer le logiciel « Scilab » par l'icône

→ Lancer l'application  par 'Applica' ou en cliquant sur le bouton 

→ Construire le schéma de simulation du modèle avec boucle (FTBO bouclée) mais aussi du modèle $G(p)$ (FTBF)



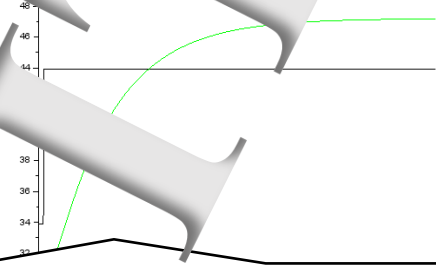
→ Définir le schéma du bloc correcteur de type PI



→ Lancer la simulation par '**Simulation**' puis '**Démarrer**' ou en cliquant sur le bouton



On obtient alors le résultat de simulation sous la forme des courbes temporelles données ci contre.



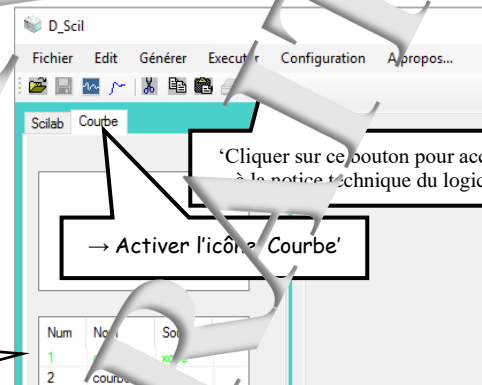
Pour changer les échelles 'Cliquer' sur le bloc et modifier les paramètres « Ymin vector » ; « Ymax vector » et « refresh, période »
Et la plage des temps en 'cliquant' sur « Simulation » puis « Configurer » puis « Temps d'intégration final »

1.6.2 Comparaison et validation grâce au logiciel « D_Scil »

Alors que le résultat de simulation (courbes de réponse) est affiché, 'Cliquer' sur « Outils » puis sur « **D_Scil** courbes ». Cela aura pour effet de lancer le logiciel « D_Scil » accompagné de du résultat de simulation.

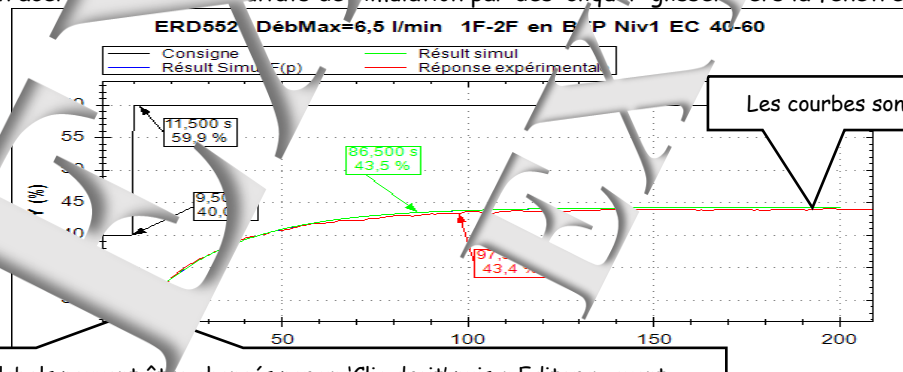
→ Sans fermer la fenêtre où sont tracées les courbes résultant de la simulation, lancer le processus de comparaison par '**Outils**' puis '**D_Scil courbes**'

Cette action donne la main au logiciel avec transfert des courbes de résultat de simulation



Le transfert a été exécuté
Les deux courbes de résultat de simulation sont présentes

→ Faire tracer les courbes de simulation par des 'cliquer-glisser' vers la fenêtre supérieure



Les courbes sont tracées

Les labels peuvent être changés par un 'Clic droit' puis « Editer », avant transfert dans la fenêtre supérieure

→ Pour tracer sur le même plan la réponse expérimentale, il faut charger le fichier au format Xml, sauvegardé en fin d'essai.

Les courbes transférées en 'Clic' sur une zone ou par « Fichier » puis « Importer courbes »
Changer éventuellement les labels (par 'Clic' soit puis « Editer ») avant de les transférer dans partie supérieure pour être comparées

Num	N
1	courbe 1
2	courbe 2
1	Sortie R...
Niv1	d_cca

→ Comparer les courbes. La comparaison est concluante si les 2 courbes se rejoignent de façon satisfaisante.

Si ce n'est pas le cas :

→ Fermer le logiciel « D_Scil » (**C'est impératif**)

→ Changer éventuellement les coefficients dans le schéma de simulation et procéder à une nouvelle comparaison.

1.6.3 Exploitation : Amélioration du modèle

→ Montrer qu'il n'est pas utile d'améliorer la fonction de transfert en boucle fermée (modèle d'ordre 2) sous forme décomposée mais également sous forme non décomposée

→ Faire une étude comparative de ce modèle avec celui obtenu en boucle ouverte et conclure sur l'effet du bouclage avec correcteur à action proportionnelle.

1.7 Influence d'une perturbation

1.7.1 Expérimentation

Le système étant dans un état stable au point de consigne, étudier l'influence sur la mesure du niveau de l'ouverture d'une vanne de fuite normale fermée (F2 par exemple)

→ Changer la configuration en cliquant le bloc « Configuration »,

Les vannes de fuite F3 et F4 seront constamment dans l'état « Ouverte »

La vanne de fuite F2 sera au départ « Fermée » puis s'ouvrira avec un retard de 20s

Puis valider la configuration choisie

Configuration de la régul ERD552...

Retard pur ☐ Activer

Perturbation débit... Colone 2 ☒ Activer

à t = 0 s

Fuite n° 1... à t = 0 s

Fuite n° 3... à t = 0 s

Fuite n° 2... à t = 20 s

Fuite n° 4... à t = 0 s

valider Annuler

→ Choisir une perturbation de type « échelon » et une « commande » en « échelon constant » de 40%.

→ Attendre la stabilisation du niveau.

→ Appliquer la commande et visualiser l'évolution de la mesure

→ Attendre la fin du régime transitoire

→ Enregistrer la courbe en vue d'une utilisation ultérieure en comparaison de courbes de réponse.

1.7.2 Simulation

→ Analyser les effets de la perturbation

- d'un point de vue statique : variation du niveau en régime établi

- d'un point de vue dynamique : constante de temps, temps de réponse à 5%.

→ Comparer les effets de la perturbation à ceux constatés en BO

2 - TP N°3.2 SYSTEME A 3 FUITES ; BOUCLAGE NIVEAU 2 ; CORRECTEUR A ACTION P+I

- 1 fuite sur colonne 1 et 2 fuites sur colonne 2 (configuration non repérée 1F-2F)
 → Avec un débit Max pompe égal à 6,5 l/min

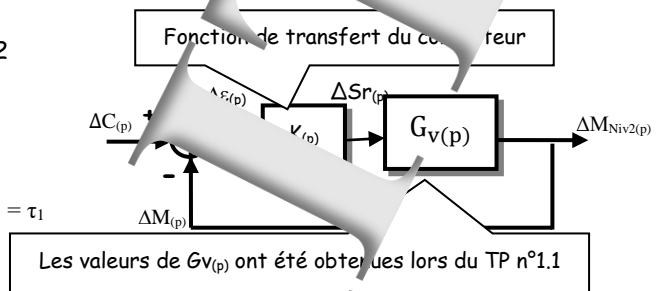
2.1 Prédéterminations

2.1.1 Schéma-blocs

Si on admet le schéma blocs donné ci-après
 On a obtenu lors du TP n°1-1 le modèle d'ordre 2

$$G_V(p) = \frac{G_{V0}}{(1+\tau_{1,p}) \cdot (1+\tau_{2,p})}$$

La FT du correcteur de type PI: $K_{(p)} = k_2 \cdot (k_1 + \frac{1}{T_i \cdot p})$



2.1.2 Fonction de transfert en BO

Exprimer la FTBO si on choisit $k_1 = 2$ et $k_1 \cdot T_i = \tau_1$
 (Compensation du régime dominant)
 On notera $k_0 = k_2 \cdot G_{V0} / T_i$

2.1.3 Fonction de transfert en BF

Exprimer la FTBF $T_F(p) = \frac{\Delta M_{Niv2}(p)}{\Delta C(p)}$

Que l'on identifie avec la forme canonique non décomposable

Contrainte imposée :

On souhaite un système qui réponde en échelon constant avec un dépassement de l'ordre de 15-16%

Donner la valeur du coefficient d'amortissement imposée par cette contrainte

En déduire la solution : $\rightarrow \omega_F \rightarrow k_0 \rightarrow T_i$ $k = k_2$

$$T_F(p) = \frac{\Delta M_{Niv2}(p)}{\Delta C(p)} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot \xi_F}{\omega_F} p + \frac{1}{\omega_F^2} p^2}$$

2.1.4 Comportement en régime statique

- Etudier la précision statique.
- Exprimer l'écart (erreur) statique
- Définir la bande proportionnelle (domaine de fonctionnement où la sortie régulateur n'est pas saturée, donc inférieure à 100%)

2.1.5 Réponse à un échelon constant

- Prédire les caractéristiques de la réponse à un échelon constant, à condition que le régulateur reste dans sa bande proportionnelle

2.1.6 Comportement en régime harmonique

- Prédire les caractéristiques de la réponse à une excitation sinusoïdale de pulsation ω_F , notamment le rapport des amplitudes et le déphasage.

2.1.7 Réponse à une excitation en rampe

- Prédire les caractéristiques de la réponse à une excitation en rampe de pente notée V. On exprimera notamment l'erreur de traçage.

Expérimentation

Lancement de la configuration

- Pour lancer le logiciel de contrôle commande « D_Reg552 »

Cliquer sur l'icône:



- Juste avant chaque lancement du logiciel il est indispensable de lancer la calibration des capteurs de niveau (Par « Configurer » puis « Calibration capteur MPR... » puis « Démarrer... » et en fin de processus « Appliquer... »)
- Puis vérifier que le paramètre « Débit Max pompe » soit à 6,5 l/min (Par 'Configurer' puis 'Paramètres opérative')
- Puis vérifier la configuration des différentes vannes de la vanne (Cliquer sur le bloc « Configuration »).

2.2 Pour toutes les expérimentations et exploitations → Idem TP 3.1

3 - TP N°3.3 SYSTEME A 2 FUITES; BOUCLAGE NIVEAU 2; CORRECTEUR A ACTION P-I

- 1 fuite sur colonne 1 et 1 fuite sur colonne 2 (configuration de fuite 1F-1F)
- Avec un débit Max pompe égal à 4,5 l/min

3.1 Prédéterminations

3.1.1 Schéma_blocs

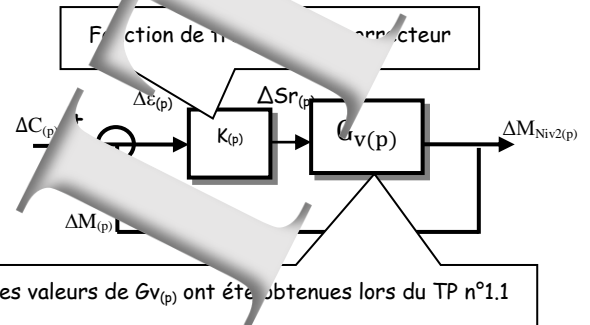
Si on admet le schéma blocs de l'après
On a obtenu lors du TP n°1-1 le modèle de la pompe 2

$$G_{v(p)} = \frac{G_{v0}}{(1 + \tau_{1,p} \cdot p)(1 + \tau_{2,p} \cdot p)}$$

La FT du correcteur de type P-I est : $K_c(p) = (k_1 + \frac{1}{T_i \cdot p})$

3.1.2 Fonction de transfert en BO

Exprimer la FTBO si on choisit $k_1 = 2$ et $k_1 \cdot T_i = \tau_{1,p}$
(Compensation du régime dominant)
On notera $k_0 = k_2 \cdot \tau_{2,p} / T_i$



3.1.3 Fonction de transfert en BF :

Exprimer la fonction de transfert en boucle fermée $G_{BF}(p) = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot \xi_F}{\omega_F} p + \frac{1}{\omega_F^2} p^2}$
l'on mettra sous la forme décomposable ci-contre :

Contrainte imposée :

On souhaite un système qui réponde en échelon constant avec un dépassement de l'ordre de 15%
Donner la valeur du coefficient d'amortissement imposée par cette contrainte
En déduire la solution : $\rightarrow \omega_F \rightarrow \xi_0 \rightarrow k_2$

3.1.4 Comportement en régime statique

- Étude en précision statique.
- Calculer l'écart (erreur) statique
- Définir la bande proportionnelle (domaine de fonctionnement où la sortie régulateur n'est pas saturée, donc inférieure à 100%)

3.1.5 Réponse à un échelon constant

→ Prédire les caractéristiques de la réponse à un échelon constant, à condition que le régulateur reste dans sa bande proportionnelle

3.1.6 Comportement en régime harmonique

→ Prédire les caractéristiques de la réponse à une excitation sinusoïdale de pulsation ω_F , notamment le rapport des amplitudes et le déphasage.

3.1.7 Réponse à une excitation en rampe

→ Prédire les caractéristiques de la réponse à une excitation en rampe de pente notée V. On exprimera notamment l'erreur de traînage.

Expérimentation

Lancement du logiciel et configuration

→ Pour lancer le logiciel de contrôle commande « Reg552 »

Cliquer sur l'icône:



→ Juste après chaque lancement du logiciel il est indispensable de lancer la calibration des capteurs de niveau (Par « Configurer » puis « Calibration capteur MPR... » puis « Démarrer » et en fin de processus « Arrêter... »)

→ Vérifier que le paramètre « Débit Max pompe » soit à 4,5 l/min (Par « Configurer » puis « Paramètres de régulation »)

→ Puis vérifier la configuration des différentes vannes de fuite (Cliquer sur le bloc « Configuration »).

3.2 Pour toutes les expérimentations et exploitations → Idem TP 3.1

4 - TP N°3.4 SYSTEME A 1 COLONNE ET 2 FUITES, EN BF; CORRECTEUR A ACTION P+I

→ La vanne vers colonne 2 reste fermée ; 2 fuites sur colonne 1 (situation notée 1C-2F)

→ Débit Maxi pompe = 6,5 l/min

4.1 Prédéterminations

4.1.1 Schéma-blocs

Si on admet le schéma blocs donné ci-après, on obtient un modèle d'ordre 1 (obtenu lors des TP n°1)

$$G_{V(p)} = \frac{G_{V0}}{(1 + \tau_0 p)}$$

Et la FT du correcteur de type PI :

$$K(p) = k_2 \cdot (k_1 + \frac{1}{T_i p})$$

4.1.2 Fonction de transfert en BO

Exprimer la FTBO si on choisit $k_1 = 2$ et $k_1 \cdot T_i = \tau_0$ (Compensation du régime permanent)

On notera $k_0 = k_2 \cdot G_{V0}/T_i$

4.1.3 Fonction de transfert en BF :

Si on note : $k_0 = k_2 \cdot G_{V0}/T_i$ Exprimer la FTBF sous la forme : $T_{F(p)} = \frac{1}{1 + \tau_F p}$

Détermination de k pour satisfaire la contrainte imposée :

On souhaite un système qui réponde en échelon constant 4 fois plus rapidement qu'en BO.

En déduire k_0 puis $k = k_2$

4.1.4 Comportement en régime statique

→ Etudier la précision statique. La mesure ne rejoint-elle pas la consigne en régime permanent.

→ Exprimer l'écart (erreur) statique.

→ Exprimer la bande proportionnelle (pour un fonctionnement où la sortie régulateur n'est pas saturée, admettons inférieure à 100%)

4.1.5 Réponse à un échelon constant

Partant d'un point de repos de consigne noté C_0 , on applique un échelon constant de consigne noté ΔC .

→ Quantifier le temps de réponse à 5%

→ Définir la contrainte sur G_{V0} pour que le régulateur reste dans sa bande proportionnelle

4.1.6 Réponse en régime harmonique

Si on choisit la pulsation de variations de consigne égale à $\omega = 1/\tau_F$, déterminer quel sera le rapport des amplitudes et le déphasage.

4.1.7 Réponse à une excitation en rampe

→ Prédire les caractéristiques de la réponse à une excitation en rampe de pente notée V . On exprimera notamment l'erreur de traçage.

Expérimentation

Lancement du logiciel de configuration

→ Pour lancer le logiciel de contrôle commande « D_Reg552 »

Cliquer sur l'icône :



→ Juste avant chaque lancement du logiciel il est indispensable de lancer la calibration des capteurs de niveau (Par « Configurer » puis « Calibration capteur MPR... » puis « Démarrer... » et en fin de processus « Appliquer... »)

→ Puis vérifier que le paramètre « Débit Max pompe » soit à 6,5 l/min (Par « Configurer » puis « Paramètres de base » puis « Paramètres opératifs »)

→ Puis vérifier la configuration des différentes vannes de la vanne (Cliquer sur le bloc « Configuration »).

4.2 Pour toutes les expérimentations et exploitations → Idem TP 3.1

RESSOURCES

Ouvrage

Automatique : régulations et asservissements :
Cours - Applications - Expérimentations - Prototypages
(Coll. Automatique et productique)

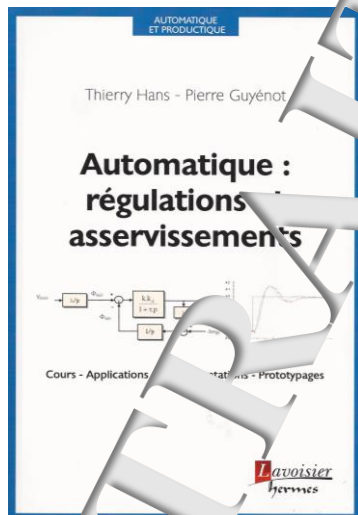
Auteurs : HANS Thierry, GUYÉNOT Pierre

Langue : Français

Date de parution : 06-2014

Ouvrage 305 p. - 16.4x24 cm - Broché

ISBN : 9782746246317



Sommaire

Eléments de cours
Exercices d'applications - énoncés - solutions

1. INTRODUCTION	
1.1. GÉNÉRALITÉS	19
1.2. CLASSIFICATIONS	19
1.3. CARACTÉRISATION DU COMPORTEMENT	20
1.4. MÉTHODOLOGIE ET OUTILS	21
2. LA TRANSFORMATION DE LAPLACE	19
2.1. DÉFINITION	19
2.2. PROPRIÉTÉS	19
2.3. THÉORÈMES FONDAMENTAUX	20
2.4. EXERCICES D'APPLICATION	21
3. FONCTIONS DE TRANSFERT ET SCHEMA-BLOCS	25
3.1. DÉFINITION	25
3.2. FONCTION DE TRANSFERT EN BOUCLE FERMÉE A RETOUR UNITAIRE	25
3.3. REPRÉSENTATIONS «A RETOUR UNITAIRE»	27
3.4. INFLUENCE DU BOUCLAGE	27
3.5. SYSTÈME FERMÉ	28
3.6. EXERCICE 3-1: COMMANDE EN COUPLE D'UN MÉCANISME J.F	
3.7. EXERCICE 3-2: COMMANDE EN VITESSE D'UN MÉCANISME J.F	
4. GÉNÉRALITÉS SUR LES RÉGIMES DYNAMIQUES	35
4.1. INTRODUCTION	35
4.2. PRISE EN COMPTE DES CONDITIONS INITIALES	35
4.3. ÉTUDES DE RÉGIMES TRANSITOIRES TYPIQUES	36
4.4. RÉGIME DYNAMIQUE ÉTABLI: RÉGIME HARMONIQUE	36
4.5. EXERCICE 4: RÉGIMES TRANSITOIRES SUR MÉCANISME J.F	39
5. SYSTÈMES DU PREMIER ORDRE	43
5.1. DÉFINITIONS	43
5.2. FONCTION DE TRANSFERT EN BOUCLE FERMÉE A RETOUR UNITAIRE	43
5.3. COMPORTEMENT EN RÉGIME STATIQUE	44
5.4. RÉPONSE A UNE ENTRÉE EN ECHELON CONSTANT	44
5.5. RÉPONSE A UNE ENTRÉE EN RAMPE	45
5.6. RÉPONSE A UNE ENTRÉE SINUSOÏDALE	45
5.7. EXERCICE 5-1: IDENTIFICATION EXPÉRIMENTALE D'UN SERVOMOTEUR	46
5.8. EXERCICE 5-2: RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE D'UN FOUR	55
6. SYSTÈMES DU DEUXIÈME ORDRE	59
6.1. DÉFINITIONS	59
6.2. FONCTION DE TRANSFERT EN BOUCLE FERMÉE A RETOUR UNITAIRE	59
6.3. COMPORTEMENT EN RÉGIME STATIQUE	60
6.4. RÉPONSE A UNE ENTRÉE EN ECHELON CONSTANT	60
6.5. RÉPONSE A UNE ENTRÉE EN RAMPE	67
6.6. RÉPONSE A UNE ENTRÉE SINUSOÏDALE	67
6.7. EXERCICE 6: RÉGULATION EN TEMPÉRATURE D'UN RÉACTEUR	72
7. SYSTÈMES DU PREMIER ORDRE AVEC INTÉGRATION	75
7.1. DÉFINITIONS	75
7.2. FONCTION DE TRANSFERT EN BOUCLE FERMÉE A RETOUR UNITAIRE	75
7.3. COMPORTEMENT EN RÉGIME STATIQUE	76
7.4. RÉPONSE A UNE ENTRÉE EN ECHELON CONSTANT	76
7.5. RÉPONSE A UNE ENTRÉE SINUSOÏDALE	77
7.6. EXERCICE 7: ASSERVISSEMENT EN POSITION 1	79

8. LIEUX D'EVANS ET RÉGIMES	81
8.1. DÉFINITIONS ET GÉNÉRALITÉS	81
8.2. LIEUX D'EVANS	81
8.3. RÉGIMES DOMINANTS	84
8.4. EXERCICE 8: ASSERVISSEMENT EN POSITION 2	87
9. PRÉCISION D'UN S.A.L.C.	91
INTRODUCTION	91
9.1. EXPRESSIONS GÉNÉRALES	91
9.2. PRÉCISION STATIQUE	91
9.3. PRÉCISION DYNAMIQUE	92
9.4. RÉGIMES DOMINANTS	93
9.5. PRÉCISION EN POSITION	94
9.6. EXERCICE 9: ASSERVISSEMENT EN POSITION 3	95
10. STABILITÉ D'UN S.A.L.C.	99
10.1. ÉTUDE A PARTIR DE LA F.T.B.O.	99
10.2. ÉTUDE A PARTIR DE LA F.T.B.P.	103
10.3. EXERCICE 10-1: STABILITÉ EN VITESSE DU 1 ^{er} ORDRE AVEC INTÉGRATION	105
10.4. EXERCICE 10-2: STABILITÉ D'UN SYSTÈME DU 2 nd ORDRE AVEC INTÉGRATION	107
11. CORRECTION PROPORTIONNELLE INTÉGRALE DÉRIVÉE (P.I.D.)	109
11.1. EXPRESSIONS GÉNÉRALES	109
11.2. INFLUENCE SUR LE COMPORTEMENT EN BF D'UN CORRECTEUR P	110
11.3. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR I (INTÉGRAL)	111
11.4. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR D (DÉRIVÉE)	112
11.5. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.D. (DÉRIVÉE)	116
11.6. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.D.I.	118
11.7. EXERCICE 11: CORRECTION P.I.D. D'UN SERVOMÉCANISME	121
11.8. EXERCICE 11: CORRECTION P.I.D. D'UN SERVOMÉCANISME	123
12. MÉTHODES DE CORRECTION DES S.A.L.C.	133
12.1. MÉTHODES DE CORRECTION DES S.A.L.C.	133
12.2. MÉTHODES DE CORRECTION DES S.A.L.C.	134
12.3. MÉTHODES DE CORRECTION DES S.A.L.C.	134
12.4. MÉTHODES DE CORRECTION DES S.A.L.C.	139
12.5. MÉTHODES DE CORRECTION DES S.A.L.C.	144
13. RÉALISATIONS PRATIQUES DE CORRECTEURS	147
13.1. STRUCTURE DE CORRECTEURS P.I.D. DANS LE DOMAINE «CONTINU»	147
13.2. SYNTHÈSE DE CORRECTEURS DANS LE DOMAINE «DIGITAL»	148
13.3. MÉTHODES D'INTERFACES AVEC LE PROCESSUS	154
13.4. MÉTHODES D'INTERFACES AVEC LE PROCESSUS	156
14. PHÉNOMÈNES DE PHASE	161
14.1. PHÉNOMÈNES DE PHASE	161
14.2. PHÉNOMÈNES DE PHASE	161
14.3. PHÉNOMÈNES DE PHASE	164
15. SYSTÈMES A RETARD PUR OU «TEMPS MORT»	169
15.1. COMPORTEMENT ET MODÉLISATION EN BO	169
15.2. COMPORTEMENT ET MODÉLISATION EN BF	171
15.3. CORRECTION AVEC COMPENSATION DU TEMPS MORT	174
15.4. EXERCICE 15-1: ASSERVISSEMENT DE COURANT DANS UN INDUCTEUR	175
15.5. EXERCICE 15-2: ÉTUDE D'UNE RÉGULATION DE NIVEAU D'EAU	180
16. SYNTHÈSE PAR PROTOTYPAGE RAPIDE	187
16.1. MÉTHODOLOGIE ET OUTILS	187
16.2. EXERCICE 16: PROTOTYPAGE D'UNE RÉGULATION DE DÉBIT D'AIR	189
17. ASSERVISSEMENTS SUR RÉGULATEUR	199
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTÈME	199
ÉNONCÉ	201
SOLUTION	202
18. RÉGULATION DE TEMPÉRATURE DE RECUIT	211
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTÈME	211
ÉNONCÉ	213
SOLUTION	214
19. ÉTUDE D'UN SYSTÈME	217
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTÈME	217
ÉNONCÉ	218
SOLUTION	220
20. ÉTUDE D'ASSERVISSEMENT «FOLDER»	225
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTÈME	225
20.1. ASSERVISSEMENT EN VITESSE DU MOTEUR TRACTEUR	227
20.2. ASSERVISSEMENT EN POSITION DE LA BALANÇONNE	229
20.3. ASSERVISSEMENT EN POSITION DE LA BALANÇONNE	231
20.4. ASSERVISSEMENT EN POSITION DE LA BALANÇONNE	235
20.5. ASSERVISSEMENT EN POSITION DE LA BALANÇONNE	236
20.6. ASSERVISSEMENT EN POSITION DE LA BALANÇONNE	237
ANNEXES	241
1- ABÉCÉDAIRE RELATIF AUX SYSTÈMES DU DEUXIÈME ORDRE	241
2- TABLES DE TRANSFORMÉES DE LAPLACE	245
INDEX	249
GLOSSAIRE	253



Didacticiel gratuit « D_CCA_Eval »

Objet

Le logiciel « D_CCA » permet le **Contrôle et la Commande** d'Applications développées par le **Didalab** dans le domaine des régulations et asservissements.

Le logiciel « D_CCA_Eval » a deux objectifs :

- ↳ Evaluer les possibilités du logiciel « D_CCA » à partir d'exploitations d'enregistrements d'essais expérimentaux, préalablement effectués sur les applications « Didalab » et ce, sans avoir besoin de :
- ↳ reproduire les exploitations d'essais expérimentaux et de protocoles expérimentaux développés dans l'ouvrage « **Automatique : régulations et asservissements** » écrit par T. Guyénot, ouvrage édités aux éditions « **Lavoisier** ».

Téléchargement :

A partir du site :

www.didalab.fr/

DIDALAB : Matériels Didactiques, Enseignement Technique

Dans le menu « LE CATALOGUE GENERAL » Cliquer' sur « GENIE ELECTRIQUE » puis sur « Automatique » et enfin sur l'icône de téléchargement :

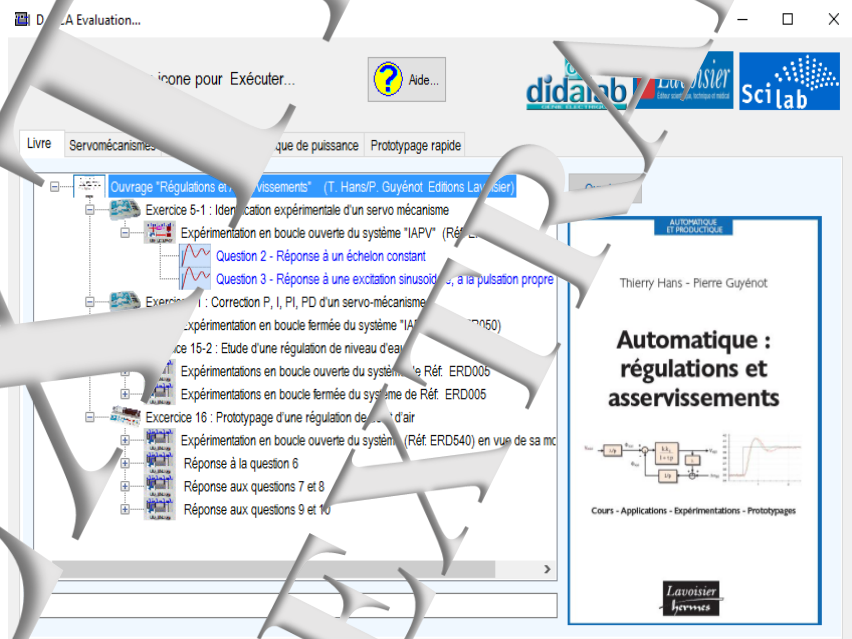


Une version d'évaluation gratuite du logiciel « D_CCA » pour le Contrôle Commande dans le domaine de l'Automatique est téléchargeable sur notre site. Elle permet de découvrir tout le potentiel pédagogique de D_CCA.

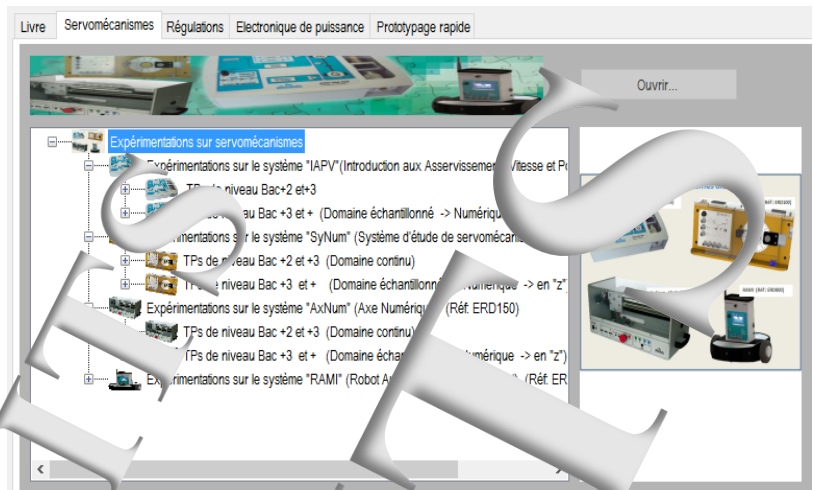
Présentation :



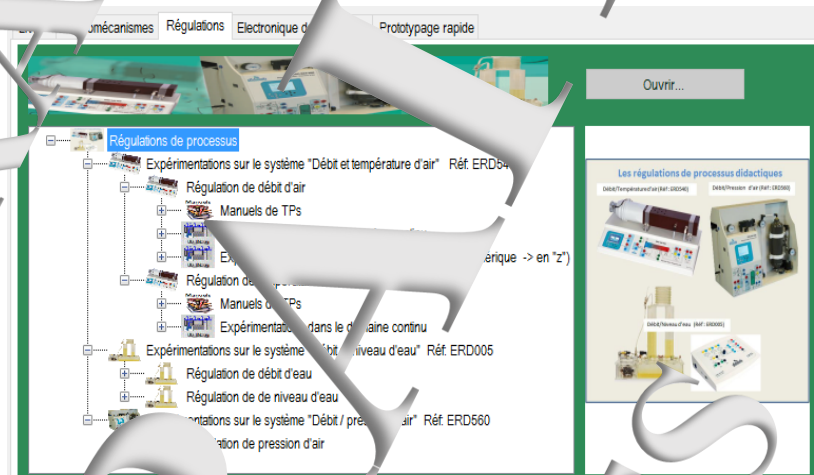
→ Le menu « Livre »



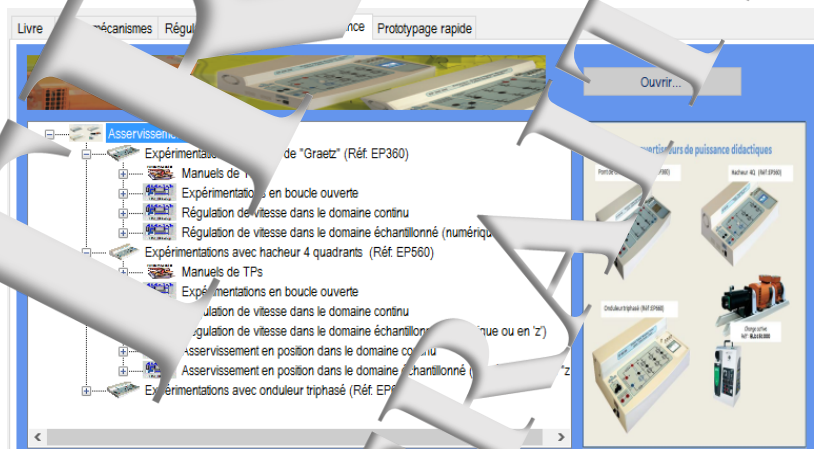
→ Le menu « Servomécanismes »



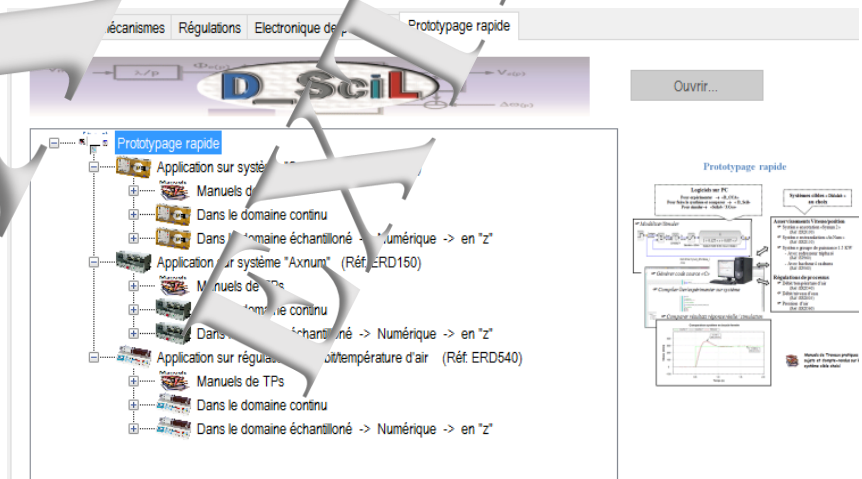
→ Le menu « Régulations »



→ Le menu « Elec de puissance »



→ Le menu « Prototypage rapide »





didalab
14, rue de la Clef Saint-Pierre
Site du Groupe Manoukian
78990 ELANCOURT
FRANCE



(33) 1 30 66 08 88
Du lundi au vendredi
de 9h à 12h30
et de 14h à 18h



Fax: (33)1 30 66 72 20



www.didalab.fr
E-mail: didalab@didalab.fr