

Régulation de pression d'air



Travaux pratiques sur système ERD 560

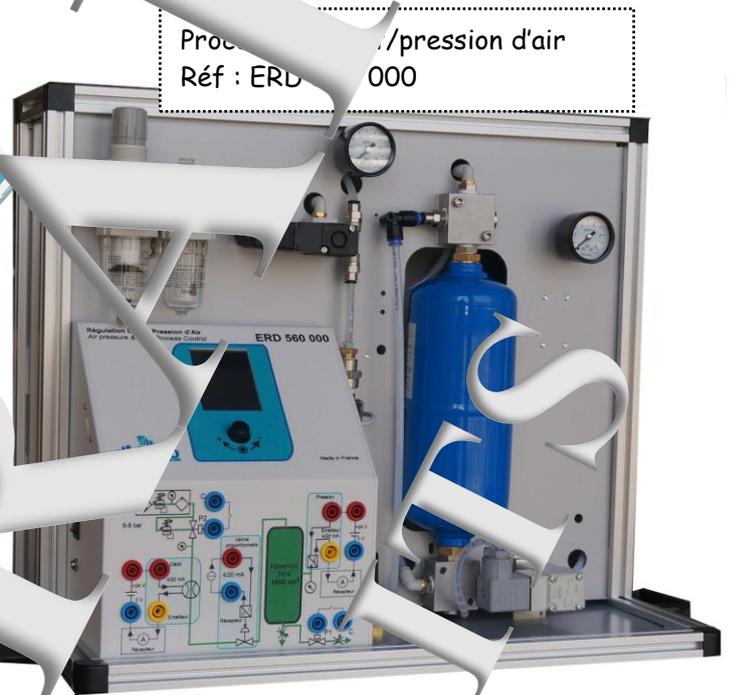
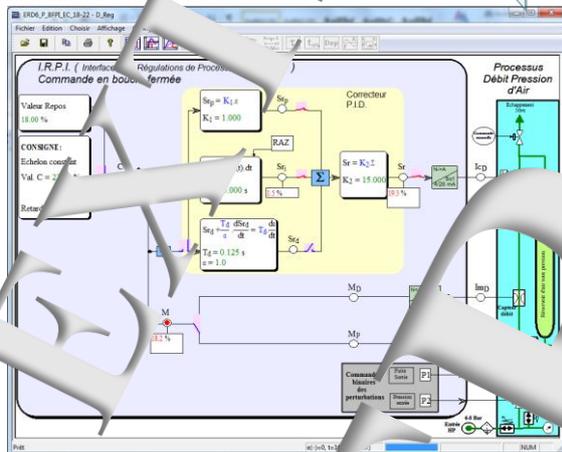
Niveau :	CITE 2011
Post secondaire	4
Supérieur	5 à 7

Logiciel sur P.C.

"D_Reg560"



Processus de régulation de la pression d'air
Réf : ERD 560 000



Manuels de Travaux pratiques
ERD560 050 Travaux pratiques
ERD560 040 Manuels de Travaux pratiques
Notice technique
Réf: ERD560 010

Comptes rendus

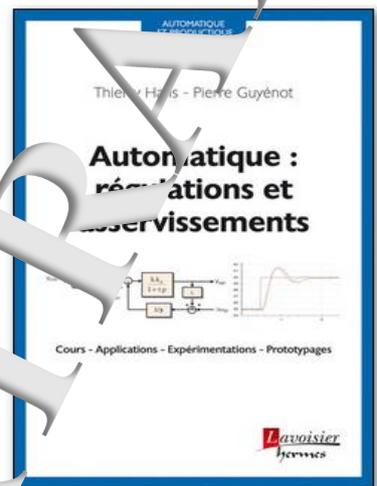
Ouvrage ressource

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

Lavoisier
hermes



SOMMAIRE:

Référence	Thème	Page
	Système DEBIT - PRESSION D' AIR	
	Série de sujets sur la régulation de la PRESSION d' AIR	
TP1-1	Identification en boucle ouverte de la Pression d' air	5
TP1-2	Régulation de pression d' air avec correcteur proportionnel (P.)	13
TP1-3	Régulation de pression d' air avec correcteur Proportionnel Intégral (P.I.)	23
TP1-4	Correcteur PID isolé	33
TP1-5	Régulation de pression d' air avec correcteur échantillonné (en "z")	47
TP1-6	Régulation de pression d' air avec correcteur échantillonné programmé en "C"	63
TP1-7	Régulation de pression d' air avec correcteur Tout Ou Rien (TOR)	75
TP1-8	Régulation de pression d' air avec correcteur flou	85

EXTRAITS
EXTRAITS
EXTRAITS

Processus:

Débit & Pression d'air

Réf: ERD 560

Configuration:

Régulation de pression d'air

**Compte rendu
du TP N°17**

Régulation TOR (Tout ou Rien)

SOMMAIRE

1	Pré-déterminations	3
1.1	Régime transitoire lorsque la commande passe à 100%	3
1.2	Régime transitoire lorsque la commande passe à 0%	4
1.3	Régime permanent en mode symétrique en BF	4
1.4	Régime permanent en mode dissymétrique en BF	5
2	Expérimentations en Boucle Ouverte	6
2.1	Caractérisation en régime statique	6
2.2	Caractérisation en régime d'échelon constant	7
2.2.1	Commande à 100% en BO avec valeur initiale M_1	7
2.2.2	Commande à 0% en BO avec valeur initiale M_0	7
2.3	Caractérisation en régime sinusoïdal	8
3	Expérimentation en Boucle Fermée	9
3.1	En mode symétrique $C=C_{Sym}$	9
3.2	En mode non symétrique $C > C_{Sym}$	10
3.3	En mode non symétrique $C < C_{Sym}$	10

EXTRAITS
EXTRAITS
EXTRAITS

Rappel des objectifs :

Le but est de régler une régulation de pression d'air dans un réservoir.
 Il s'agit d'expérimenter le système en boucle fermée, avec un correcteur de type "Tout Ou Rien"
 Le comportement du système pourra être déterminé à l'aide du modèle identifié en TP1-1.

1 PEDETERMINATIONS

1.1 Régime transitoire lorsque la commande S_r passe à 100%

↪ La commutation 0% à 100% de S_r se produit lorsque l'écart dépasse le seuil positif: $\varepsilon = RB_p$ Or: $\varepsilon = C - M$ Soit: $M = C - RB_p$

Cette valeur particulière est la valeur initiale du régime transitoire qui débute à l'instant où S_r passe à 100%

↪ Si le processus est du premier ordre la fonction de transfert:

$\frac{M(p)}{C(p)} = \frac{\alpha}{1 + \tau_1 p}$ l'équation différentielle qui lie la mesure pression à la commande a

pour l'expression $m(t) + \tau_1 \frac{dm}{dt} = \alpha \cdot S_r(t)$

pour passer du domaine temporel au domaine symbolique revient à dériver dans le domaine temporel.

La transformation de Laplace de cette équation différentielle permet de tenir

compte de la valeur initiale: $[p \cdot M(p) - M_1] = \alpha \cdot S_r(p) \rightarrow M(p) = \frac{\alpha \cdot S_r(p) + \tau_1 \cdot M_1}{1 + \tau_1 p}$

Si $S_r=100\% \rightarrow M(\infty) = M_{Sat} \quad \tau = \tau_1 \rightarrow S_r(p) = \frac{M_{Sat}}{p} \rightarrow M(p) = \frac{M_{Sat}}{p(1 + \tau_1 p)} + \frac{M_1}{(1/\tau_1 + p)}$

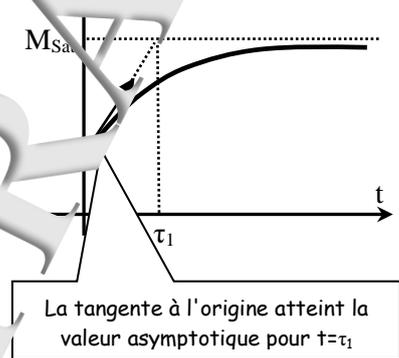
Soit la solution:

$m(t) = M_{Sat} + (M_1 - M_{Sat}) e^{-t/\tau_1}$

La dérivée de cette fonction a pour expression:

$m'(t) = (M_1 - M_{Sat}) \left(-\frac{1}{\tau_1} \right) e^{-t/\tau_1}$

Soit l'expression $\frac{M_{Sat} - M_1}{\tau_1}$



La tangente à l'origine atteint la valeur asymptotique pour $t = \tau_1$

↪ La commutation de 100% à 0% de S_r se produit lorsque l'écart passe en à $\varepsilon = RB_N$

Or: $\varepsilon = C - M$ Soit: $M = C - RB_N$

Si $RB_p = +h$ en % $RB_N = -h$ en % on aura la plage de variation de l'écart: $M_0 - M_1 = 2.h$

↪ Étant faible ($h=1\%$ dans les expérimentations) on peut assimiler la courbe à sa tangente à l'origine.

La durée de ce régime "1" a pour expression: $T_1 = \frac{2.h.\tau_1}{M_{Sat} - M_1}$

1.2 Régime transitoire lorsque la commande Sr passe à 0%

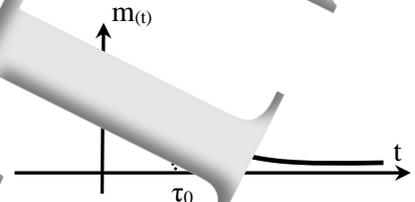
Si Sr passe à 0% à t=0 (nouvelle origine des temps) → $M(\infty) = 0$ et $\tau = \tau_0$
 Soit la solution de nouveau régime, en remplaçant M_{sat} par 0 dans les expressions obtenues en 1.2:

$$m(t) = M_0 \cdot e^{-t/\tau_0}$$

La dérivée de cette fonction a pour expression:

$$m'(t) = M_0 \cdot \left(-\frac{1}{\tau_0}\right) e^{-t/\tau_0}$$

Soit à l'origine: $m(0) = \frac{M_0}{\tau_0}$



La tangente à l'origine atteint la valeur asymptotique pour $t = \tau_0$

La commutation de Sr de 0% à 100% se produit pour $\varepsilon = 1$

Or: $M = C - RB_N$ Soit: $M_0 = C - RB_N$

Si $RB_p = +h$ en % et $RB_N = -h$ en % on a $M_0 = 2h$

h étant faible (h=1% dans les expérimentations) on peut assimiler la courbe à sa tangente à l'origine.

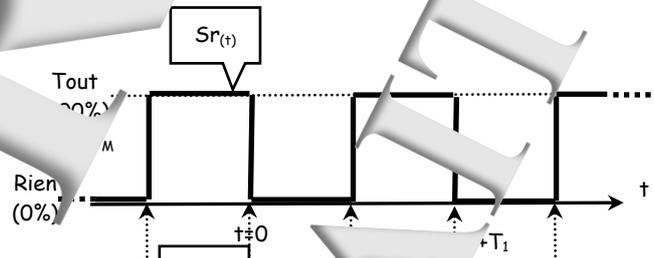
Dans ce cas la durée de ce régime "0" a donc pour expression:

$$T_0 = \frac{2 \cdot h \cdot \tau_0}{M_0}$$

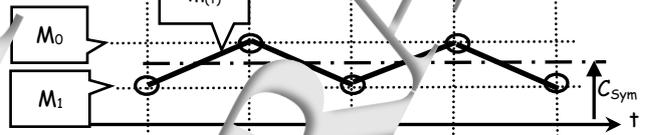
1.3 Régime permanent en mode symétrique en BF

On dit que l'on fonctionne en mode symétrique en BF lorsque $T_0 = T/2$

Ce fonctionnement particulier est obtenu pour une valeur particulière de la consigne appelé C_{Sym}



Allure des signaux données



On constate que le déphasage des signaux est égal à: $\Phi_{M/Sr} = -90^\circ$

$RB_p = +h$

La valeur moyenne de $Sr(t)$ vaut:

$RB_N = -h$

$$S_{Moyen} = \frac{S_M}{2}$$

son fondamental: $\hat{M} = \frac{2 \cdot S_M}{\pi}$

La valeur moyenne du signal de mesure $M(t)$ vaut: $M_{Moyen} = C_{Sym}$

et son amplitude vaut: $\hat{M} = \frac{8 \cdot h}{\pi^2}$

↪ Pour un fonctionnement sinusoïdal à la pulsation $\omega_{90}=2\pi f$ le déphasage des

sinusoïdes devra être de -90° et le rapport des amplitudes

$$\frac{\hat{M}}{\hat{S}_r} = \frac{4.h}{\pi.S_M}$$

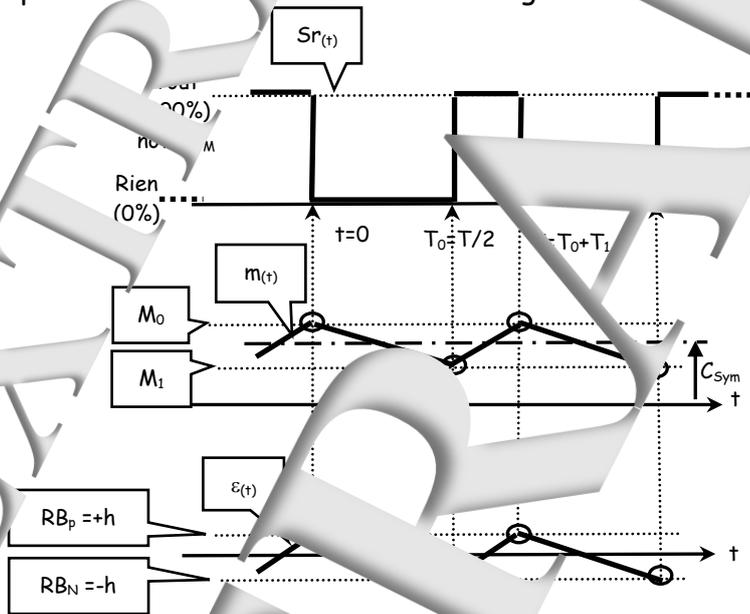
1.4 Régime permanent en mode disymétrique en BR

↪ Si $C < C_{Sym}$

La durée où S_r est à 100% est inférieure à la durée où S_r est à 0%

Le rapport cyclique T_1/T_2 est donc inférieur à 0,5 ou encore $T_1 < T_2$

Les expressions littérales des différentes grandeurs restent inchangées

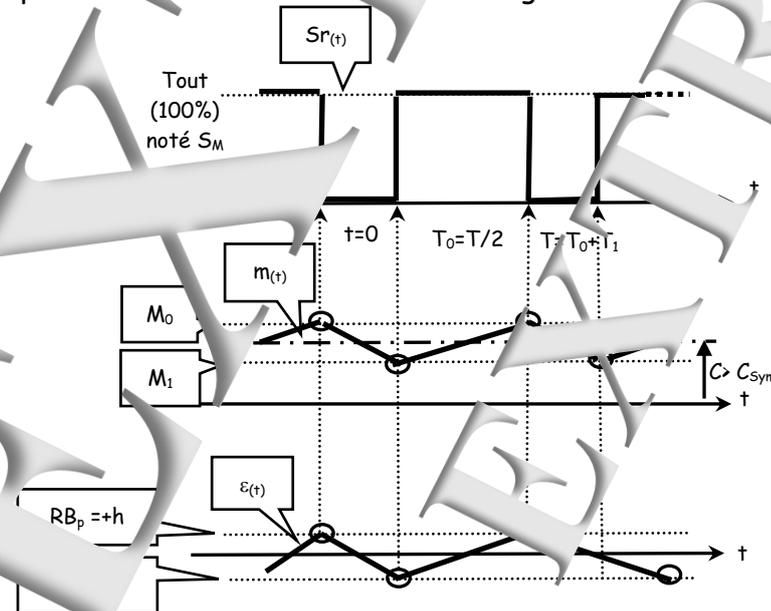


↪ Si $C > C_{Sym}$

La durée où S_r est à 100% est supérieure à la durée où S_r est à 0%

Le rapport cyclique T_1/T_2 est supérieur à 0,5 ou encore $T_1 > T_2$

Les expressions littérales des différentes grandeurs restent inchangées.



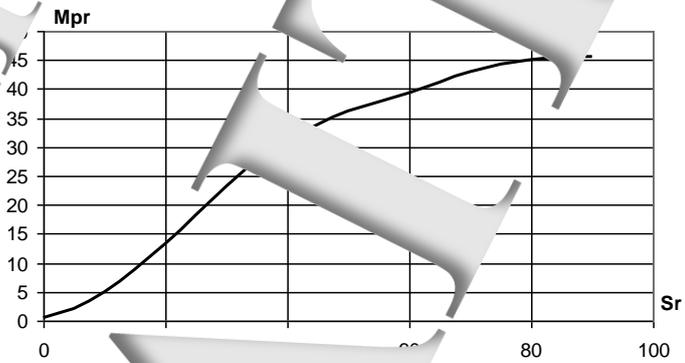
2 EXPERIMENTATIONS EN BOUCLE OUVERTE

2.1 Caractérisation en régime statique

Tableau des valeurs relevées

Sr en %	M _{Pr} en %
0	0,4
5	2,8
10	5
15	8,8
20	13,2
25	18,3
30	23,1
35	27,8
40	31,9
45	33,8
50	36,1
55	37,8
60	39,3
65	41,2
70	42,9
75	44,4
80	45,1
85	45,5
90	45,5

Caractéristique statique



On relève les valeurs de saturation:

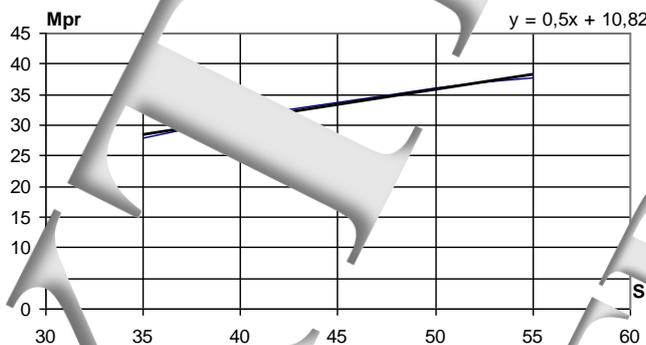
$M_{PrSat} = M_{Sat} = 45,5\%$ pour $S_{rSat} = S_M = 85\%$

Pour une commande en "Tout Ou Rien", le 100% de commande correspond en fait à 85%.

Pour une commande symétrique, c'est-à-dire pour une commande avec un rapport cyclique de 0,5, la valeur de la commande devra être égale à

$S_{rSym} = 85/2 = 42,5\%$

Linéarisation autour du point de repos en régime statique

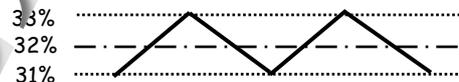


D'après la méthode des moindres carrés, la droite de tendance, pour une commande symétrique, la mesure de la pression sera

$x = 42,5\% \rightarrow M_{Pr} = y = 0,5 \cdot 42,5 + 10,82 = 32\% \rightarrow C_{Sym} = M_{PrMoyen} = 32\%$

Conséquence

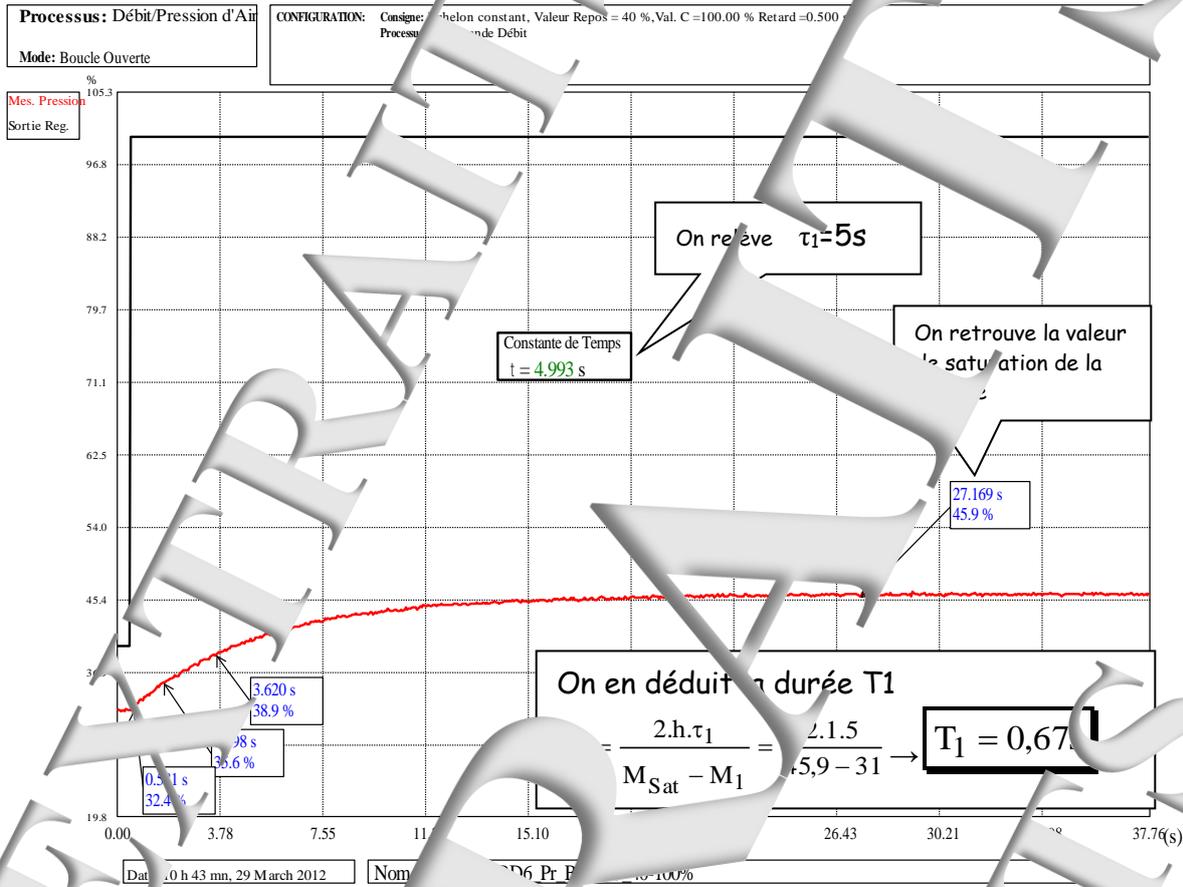
Si on admet qu'en mode symétrique, le signal de mesure est triangulaire et pour des seuils de commutation $\pm 1\%$ l'allure de M_{Pr} sera donc



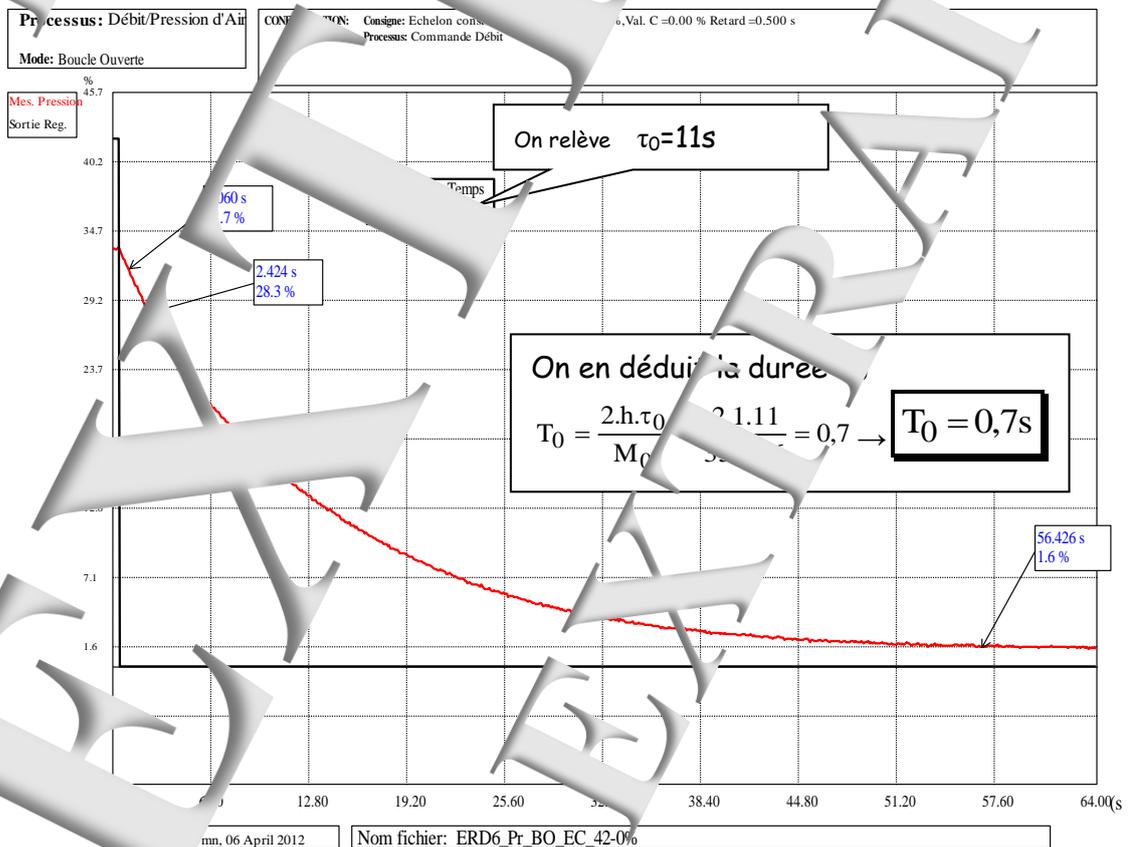
Son amplitude sera: $M_0 = 33\%$ et $M_1 = 31\%$

2.2 Caractérisation en régime d'échelon constant

2.2.1 Commande à 100% en BO avec valeur initiale M₁

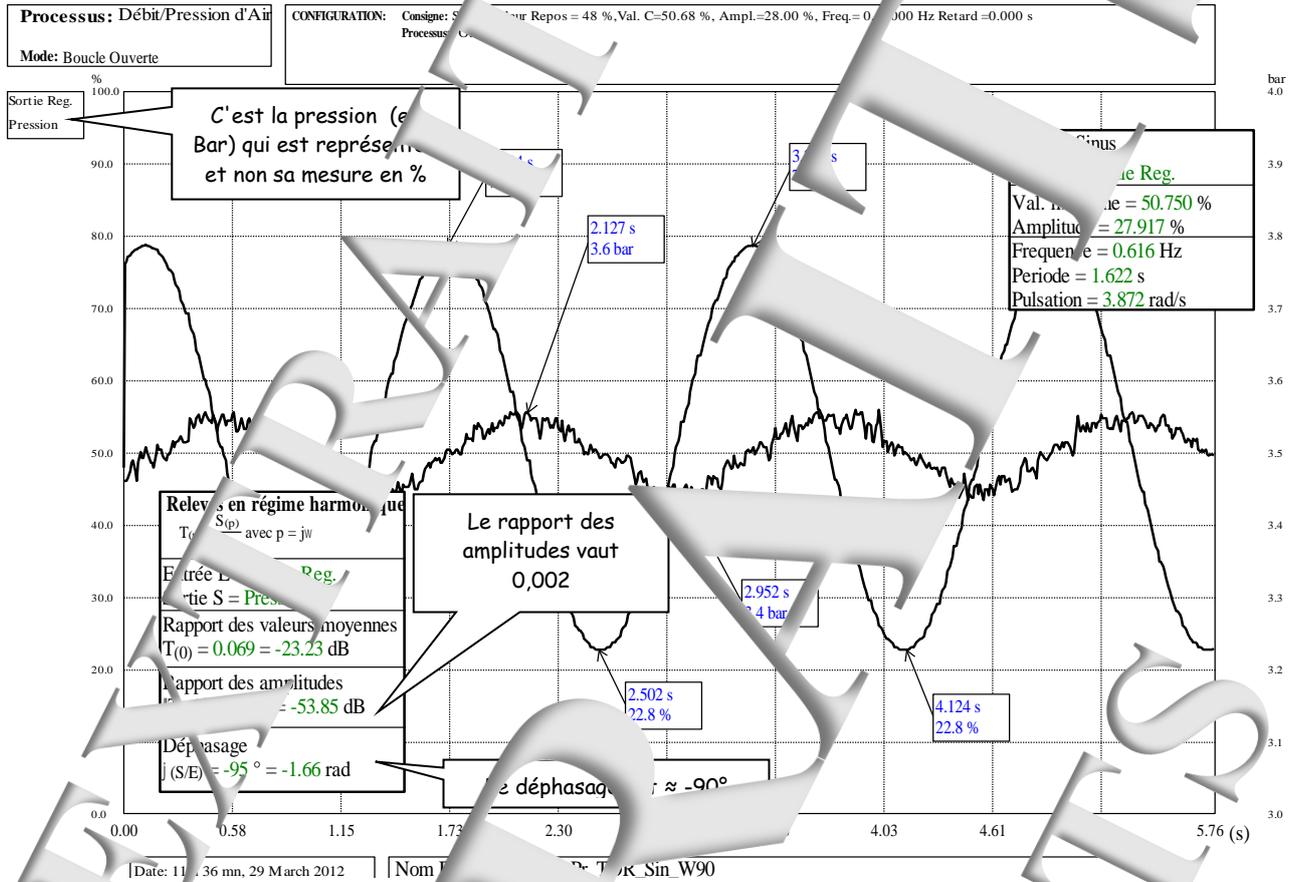


2.2.2 Commande à 0% en BO avec valeur initiale M₀



2.3 Caractérisation en régime sinusoïdal

Recherche de la pulsation pour laquelle le déphasage M/S_r vaut -90° (pulsation notée ω_{90°)



Comparaison par rapport aux prédéterminés

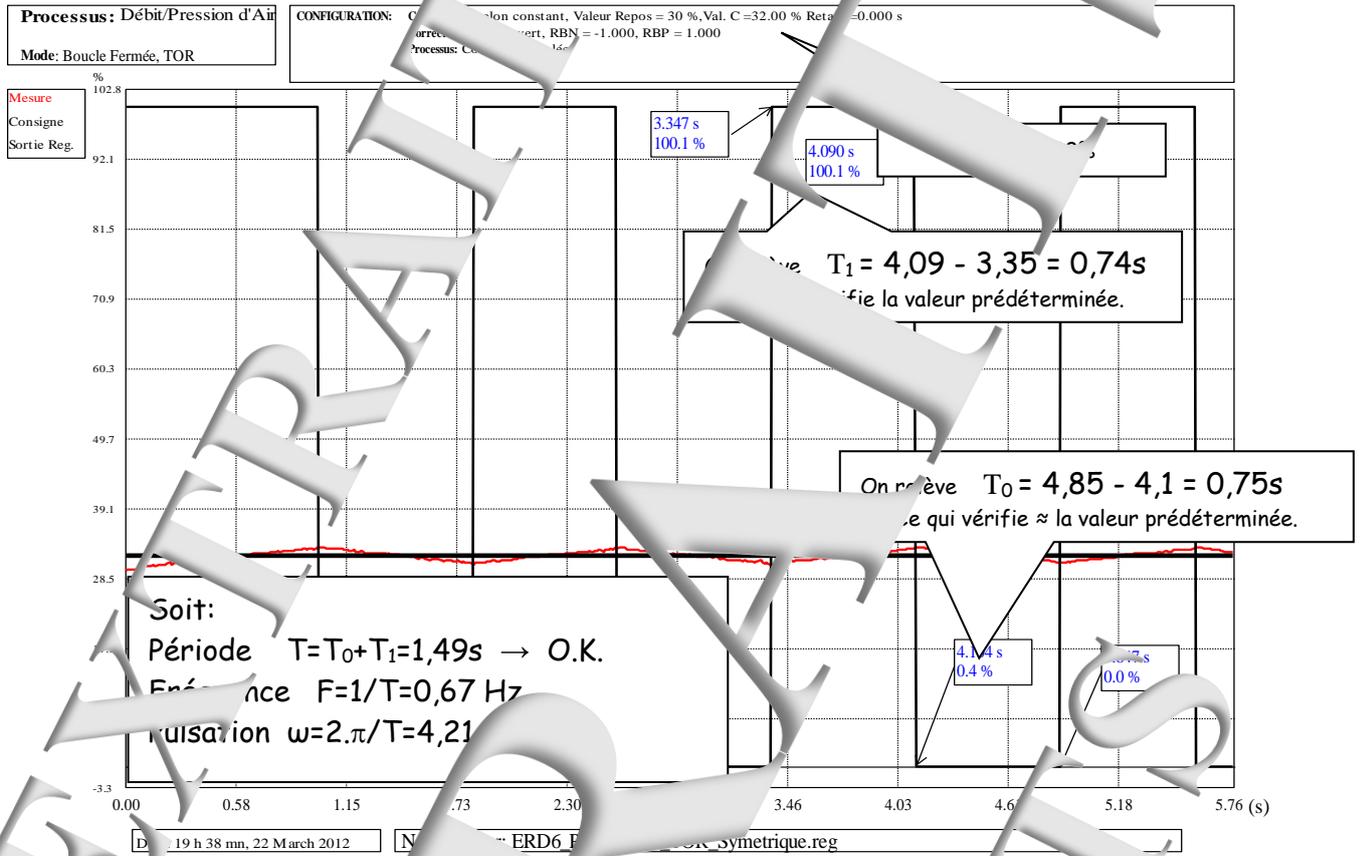
→ La période $T=1,62s$ est à comparer à $T_0 + T_1 = 1,37s$

→ Le rapport des amplitudes $\frac{\hat{P}_r}{\hat{S}_r} = 0,002$ est à comparer à $\frac{\hat{M}}{\hat{S}_r} = \frac{2 \cdot h}{\pi \cdot S_{11}} \cdot \frac{4.1}{35} = 0,015$

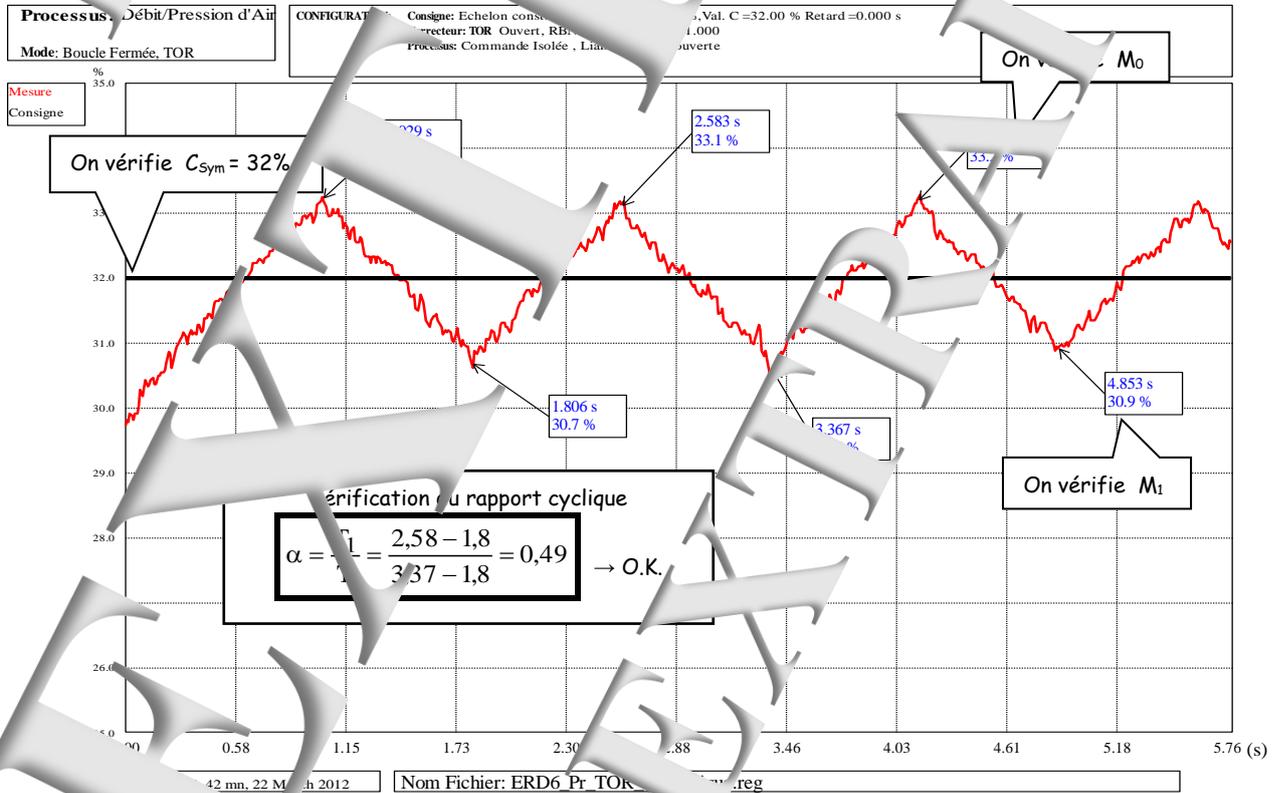
sachant que $M/P_r = 10$

3 EXPERIMENTATION EN BOUCLE FERMEE

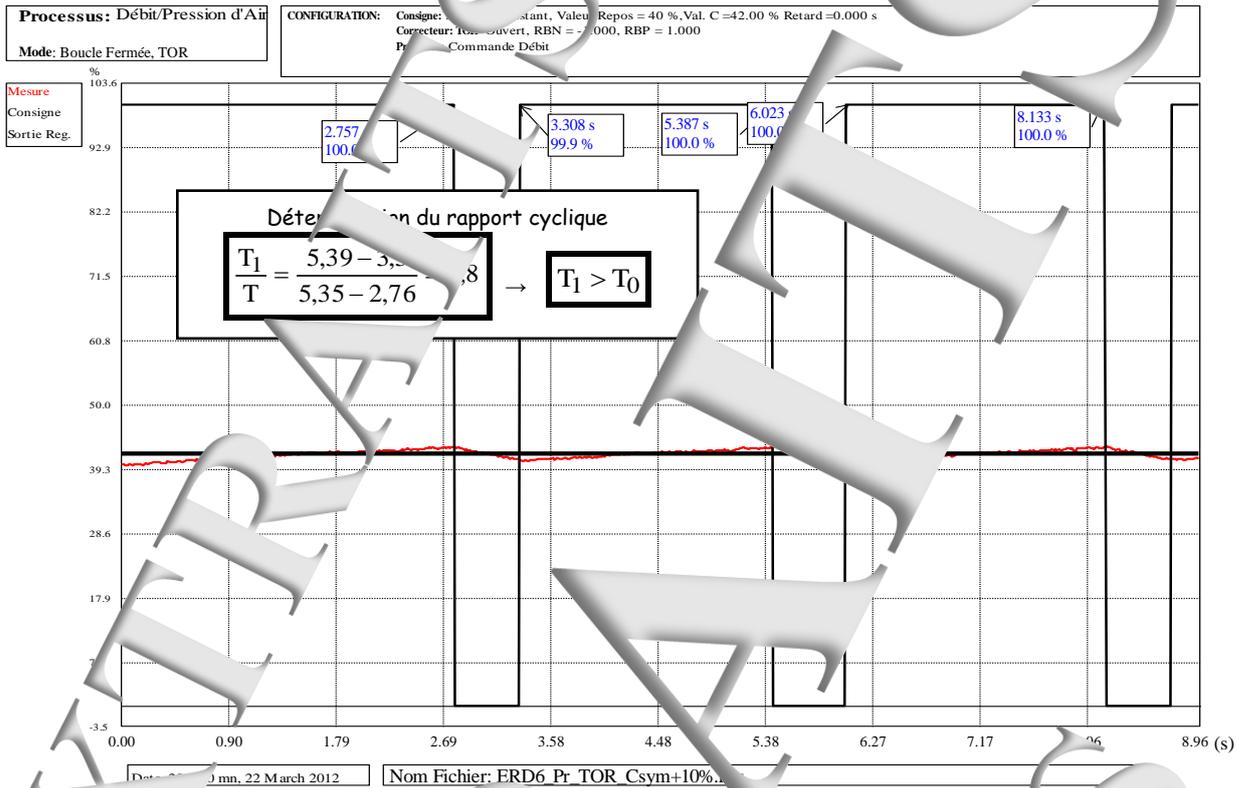
3.1 En mode symétrique C=C_{sym}



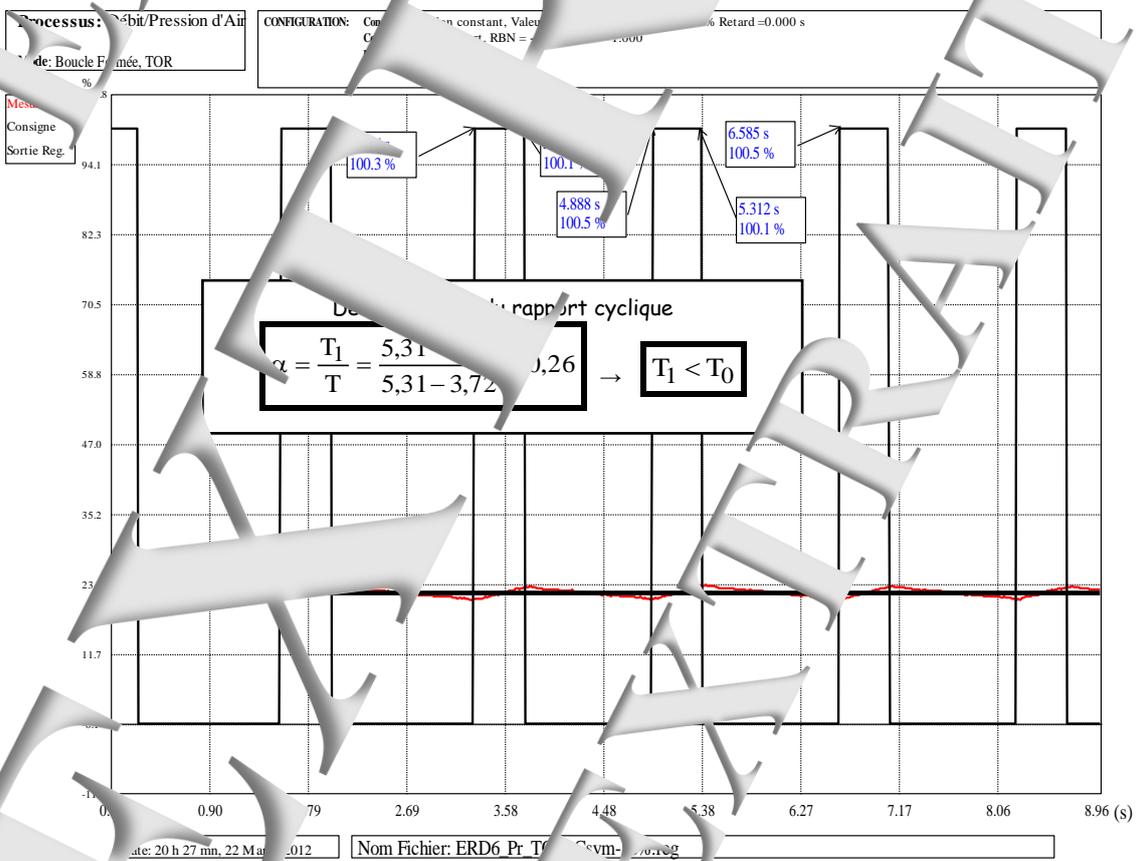
Pour le même essai



3.2 En mode non symétrique C > Tsym



3.3 En mode non symétrique C < Tsym



RESSOURCES

Ouvrage

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

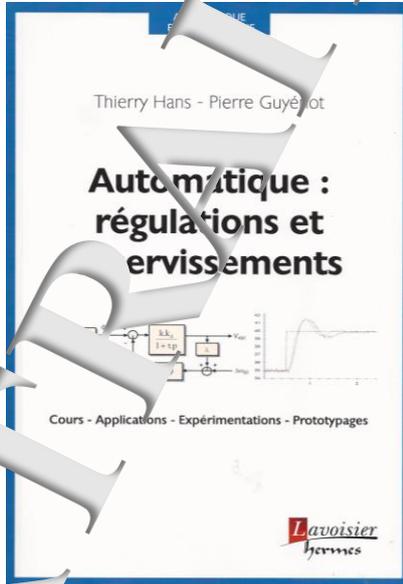
Auteurs : HANS Thierry, GUYÉNOT Pierre

Langue : Français

Date de parution : 06-2014

Ouvrage 305 p. - 16.4x24 cm - Broché

ISBN : 9782746246317



Sommaire

PREMIERE PARTIE	
Eléments de cours	
Exercices d'application avancés - solutions	
1. INTRODUCTION	11
1.1. GENERALITES	11
1.2. CLASSIFICATIONS	12
1.3. CARACTERISATION DU COMPORTEMENT	13
1.4. METHODOLOGIE ET OUTILS	18
2. LA TRANSFORMATION DE LAPLACE	19
2.1. DEFINITION	19
2.2. PROPRIETES	19
2.3. THEOREMES FONDAMENTAUX	20
2.4. EXERCICES D'APPLICATION	21
3. FONCTIONS DE TRANSFERT ET SCHEMA-BLOC	25
3.1. DEFINITIONS	25
3.2. FONCTION DE TRANSFERT EN SOUCLE FERMEE	27
3.3. REPRESENTATIONS A RETOUR UNITAIRE	28
3.4. INFLUENCE DU BOUCLAGE	28
3.5. SYSTEME PERTURBE	29
3.6. EXERCICE 3-1: COMMANDE EN COUPLE D'UN MECANISME J,F	29
3.7. EXERCICE 3-2: COMMANDE EN VITESSE D'UN MECANISME J,F	30
4. GENERALITES SUR LES REGIMES DYNAMIQUES	32
4.1. INTRODUCTION	35
4.2. PRISE EN COMPTE DES CONDITIONS INITIALES	35
4.3. ETUDES DE REGIMES TRANSITOIRES PERMANENTS	36
4.4. REGIME DYNAMIQUE ETABLE: REGIME PERMANENT	37
4.5. EXERCICE 4: REGIMES TRANSITOIRES POUR MECANISME J,F	39
5. SYSTEMES DYNAMIQUES DU PREMIER ORDRE	43
5.1. DEFINITIONS	43
5.2. FONCTION DE TRANSFERT EN SOUCLE FERMEE A RETOUR UNITAIRE	44
5.3. COMPORTEMENT EN REGIME STATIQUE	44
5.4. REPONSE A UNE ENTREE EN ECHELON CONSTANT	44
5.5. REPONSE A UNE ENTREE EN RAMPE	46
5.6. REPONSE A UNE ENTREE SINUSOIDALE	46
5.7. EXERCICE 5-1: IDENTIFICATION EXPERIMENTALE D'UN SERVO-MECANISME	50
5.8. EXERCICE 5-2: REGULATION DE LA TEMPERATURE EN LOCAL	50
6. SYSTEMES DYNAMIQUES DU DEUXIEME ORDRE	59
6.1. DEFINITIONS	59
6.2. FONCTION DE TRANSFERT EN SOUCLE FERMEE A RETOUR UNITAIRE	59
6.3. COMPORTEMENT EN REGIME STATIQUE	60
6.4. REPONSE A UNE ENTREE EN ECHELON CONSTANT	60
6.5. REPONSE A UNE ENTREE EN RAMPE	67
6.6. REPONSE A UNE ENTREE SINUSOIDALE	67
6.7. EXERCICE 6: REGULATION DE LA TEMPERATURE EN LOCAL	72
7. SYSTEMES DYNAMIQUES DU TROISIEME ORDRE	75
7.1. DEFINITIONS	75
7.2. FONCTION DE TRANSFERT EN SOUCLE FERMEE A RETOUR UNITAIRE	75
7.3. COMPORTEMENT EN REGIME STATIQUE	76
7.4. REPONSE A UNE ENTREE EN ECHELON CONSTANT	76
7.5. REPONSE A UNE ENTREE EN RAMPE	77
7.6. EXERCICE 7: ASSERVISSEMENT EN POSITION 1	79

8. LIEUX D'EVANS ET REGIMES DOMINANTS	81
8.1. DEFINITIONS ET GENERALITES	81
8.2. LIEUX D'EVANS	81
8.3. REGIMES DOMINANTS	84
8.4. EXERCICE 8 : ASSERVISSEMENT EN POSITION Z	87
9. PRECISION D'UN S.A.L.C.	91
INTRODUCTION	91
9.1. EXPRESSIONS GENERALES	91
9.2. PRECISION STATIQUE	91
9.3. PRECISION EN RAMPE (OU EN VITESSE)	92
9.4. RECAPITULATIF : TABLEAU DE PRECISION	92
9.5. PRECISION DES SYSTEMES PERTURBES	92
9.6. Ex. 9 : PRECISION DE POSITIONNEMENT D'UNE CHARGE PESANTE	93
10. STABILITE D'UN S.A.L.C.	103
10.1. ETUDE A PARTIR DE LA F.T.B.O.	103
10.2. ETUDE A PARTIR DE LA F. I. B.F.	103
10.3. EXERCICE 10-1: STABILITE SYSTEME DU 1 ^{er} ORDRE AVEC INTEGRATION	105
10.4. EXERCICE 10-2: STABILITE D'UN SYSTEME DU 2 ^{er} ORDRE AVEC INTEGRATION	107
11. CORRECTION PROPORTIONNELLE INTEGREE (P.I.D.)	109
11.1. EXPRESSIONS GENERALES	109
11.2. INFLUENCE SUR LE COMPORTEMENT EN BF D'UN CORRECTEUR P.I.	109
11.3. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.I. (INTEGRATION)	110
11.4. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.I.	110
11.5. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR D. (DERIVEE)	110
11.6. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.D.	110
11.7. COMPORTEMENT ET INFLUENCE D'UN CORRECTEUR P.I.D.	121
11.8. EXERCICE 11 : CORRECTION P. ; I. ; P. (SERVO-MECANISME)	123
12. AUTRES METHODES DE CORRECTION	133
12.1. CORRECTION PAR PLACEMENT DE ZEROS RELATIFS	133
12.2. CORRECTION CASCADE	134
12.3. CORRECTION PAR RETOUR D'EVAT	134
12.4. CORRECTION PAR CONTROLER FLOU	139
12.5. EXERCICE 12 : RETOUR TACTIQUE OU RETOUR EN POSITION	144
13. REALISATIONS PRACTIQUES DE CORRECTEURS	144
13.1. STRUCTURE DE CORRECTEUR P.I.D. DANS LE DOMAINE «CONTINU»	144
13.2. SYNTHESE DE CORRECTEURS DANS LE DOMAINE «DISCRETS»	144
13.3. TECHNIQUES D'INTERFACES ENTRE LES DEUX DOMAINES	144
13.4. EXERCICE 13 : REGULATEUR NUMERIQUE «CONTINU»	156
14. ASSERVISSEMENTS DE PHASE	161
14.1. GENERALITES	161
14.2. FONCTIONS DE TRANSFERT ET SCHEMA-BLOCS	161
14.3. EXERCICE 14 : DEMODULATEUR FM	164
15. SYSTEMES A RETARD (A TEMPS MORT)	164
15.1. COMPORTEMENT EN BF	164
15.2. COMPORTEMENT EN CORRECTION EN BF	164
15.3. CORRECTION AVEC COMPENSATION DU TEMPS MORT	164
15.4. EXERCICE 15-1 : ASSERVISSEMENT DE COURANT DANS UN INDUCTEUR	165
15.5. EXERCICE 15-2 : ETUDE D'UNE REGULATION DE NIVEAU D'EAU	180
16. SYNTHESE PAR PROTOYPAGE RAPIDE	187
16.1. METHODOLOGIE ET OUTILS	187
16.2. EXERCICE 16 : PROTOYPAGE D'UNE REGULATION DE DEBIT D'AIR	189

DEUXIEME PARTIE

Problèmes de synthèse
Énoncés – solutions

17. ASSERVISSEMENTS SUR POSTE DE DECOUPE	199
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	199
ENONCE	201
SOLUTION	202
18. REGULATION DE TEMPERATURE DE RECUIT	211
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	211
ENONCE	213
SOLUTION	213
19. ETUDE D'UN CAPTEUR DE VITESSE	217
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	217
ENONCE	217
SOLUTION	217
20. ETUDE D'ASSERVISSEMENT EN POSITION	225
BUT ET DESCRIPTION FONCTIONNELLE DU SYSTEME	225
20.1. ASSERVISSEMENT EN VITESSE DU MOTEUR TRACTEUR	227
ENONCE	229
SOLUTION	231
20.2. ASSERVISSEMENT EN POSITION DE LA BALANCELLE	235
ENONCE	235
SOLUTION	235
ANNEXES	241
1- ASSEMBLAGES RELATIFS AUX SYSTEMES DU DEUXIEME ORDRE	241
2- TABLES DE TRANSFORMEES 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** développés par la société **Didalab** dans le domaine des régulations et asservissements.

Le logiciel « D_CCA_Eval » a deux objectifs :

- ↳ Evaluer les possibilités du logiciel « D_CCA » par l'exploitations d'enregistrements d'essais expérimentaux, préalablement réalisés sur les applications « Didalab » et ce, sans y être relié ;
- ↳ reproduire les exploitations d'essais expérimentaux et de prototypages rapides développées dans l'ouvrage « **Automatique : régulations et asservissements** » écrit par T. Hans et P. Guyénot, ouvrage édités aux éditions « **Lavoisier** ».

Téléchargement :

A partir du site :

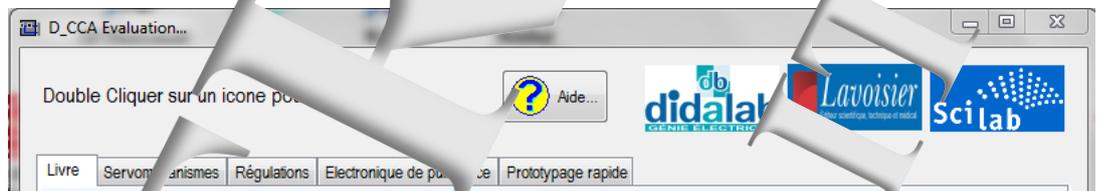
www.didalab.fr/
DIDALAB : Matériels Didacticiels pour l'Enseignement Supérieur.

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

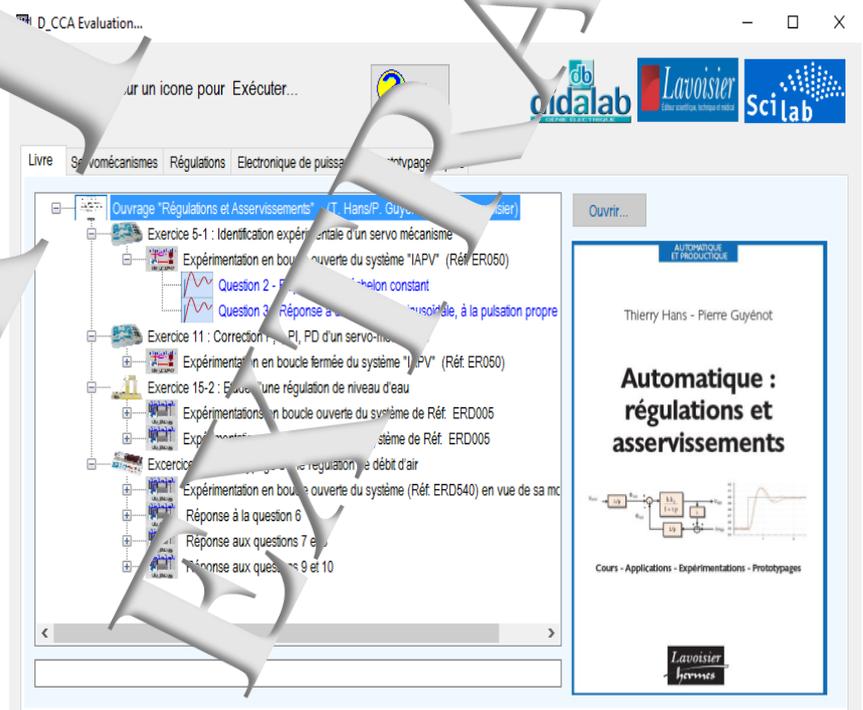


Une version d'évaluation gratuite de D_CCA_Eval de notre logiciel D_CCA (Contrôle Commande Applications) dans le domaine de l'Automatique) est téléchargeable sur notre site. Celle-ci permet au lecteur de découvrir tout le potentiel pédagogique de D_CCA.

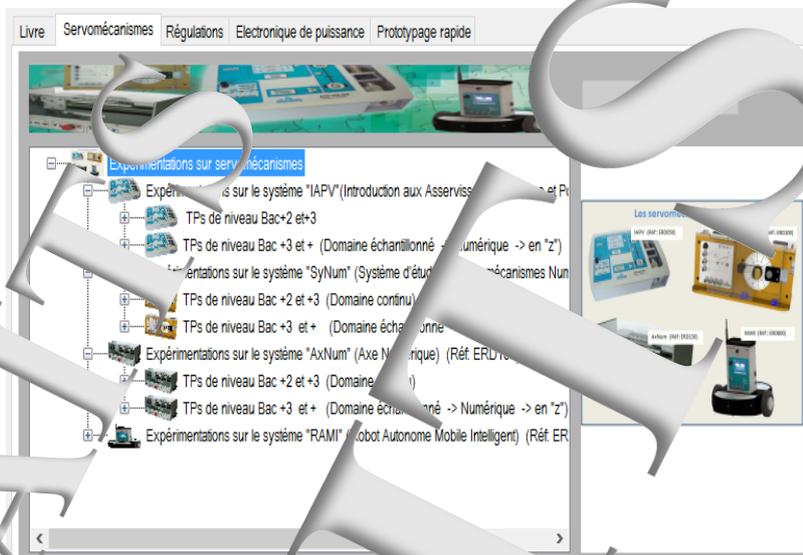
Présentation :



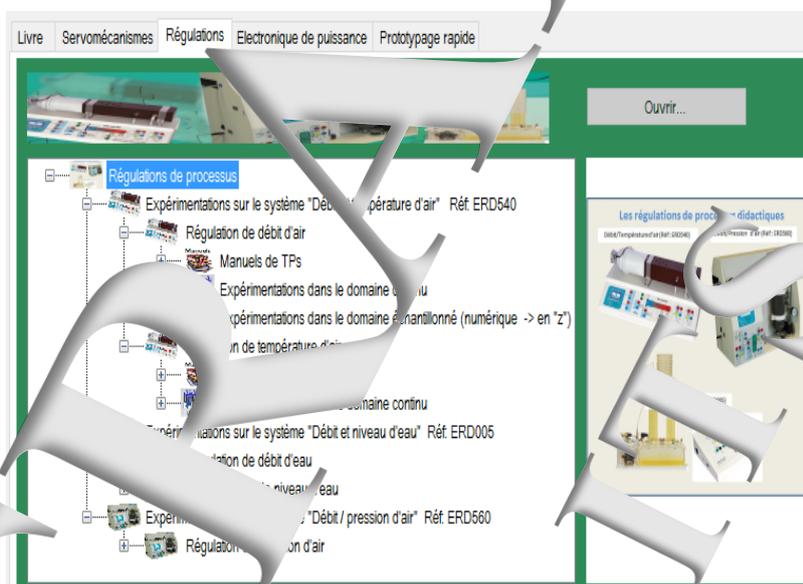
→ Le menu « **Livre** »



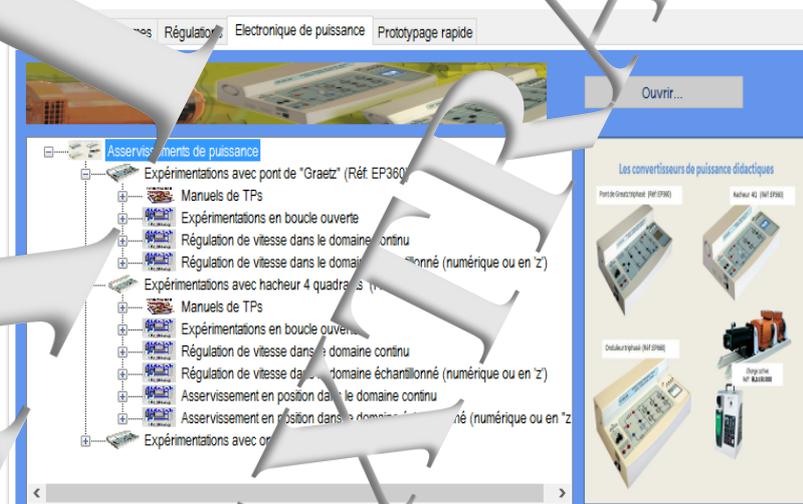
→ Le menu « Servomécanismes »



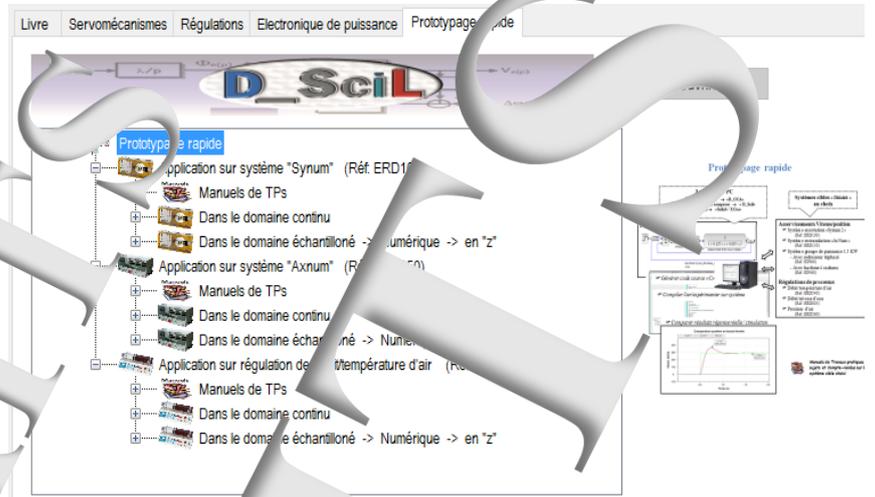
→ Le menu « Régulations de processus »



→ Le menu « Elec de puissance »



→ Le menu « Prototypage rapide»



EXTRAITS
EXTRAITS
EXTRAITS



Didalab
Z.A. de la Clef Saint-Pierre
1 rue du Groupe Manoukian
8990 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

