

Nom :

Prénom :

Date :

Livret d'exercices

Thème	Rubrique	Sous-rubrique	Section
Régulation - Réglage			

Technique de réglage - 1^{ère} partie

Auteurs: Etienne Hoonaker, Joseph Achour

<https://formation.xpair.com/cours/techniques-reglage-2.htm>

Principe d'utilisation du livret d'exercices

Ce livret vous permettra de rédiger vos réponses aux exercices du dossier d'Eformation Xpair.com. Vous alternerez ainsi lecture ou audition du dossier en ligne et rédaction dans le livret.

Pour chaque exercice, vous rédigerez votre réponse, puis vous en étudierez la correction en ligne avant de passer à l'exercice suivant.

Si vous ne savez pas traiter un exercice, vous pourrez directement en étudier la correction, mais aussi souvent que possible obligez-vous à une rédaction.

Notez qu'entre 2 exercices, il pourra être nécessaire d'étudier le cours. Pour vous en prévenir, vous trouverez parfois, dans le livret l'indication :

« Etudiez le cours en ligne avant de passer à l'exercice suivant » ou « Etudiez le cours en ligne avant de passer au chapitre suivant ».

N'étudiez que les paragraphes et les exercices relatifs au niveau de difficulté égal ou inférieur à celui prévu pour votre formation.

- Niveau 3 : difficulté CAP
- Niveau 4 : difficulté Bac
- Niveau 5 : difficulté Bac+2

Puis, lorsque vous aurez terminé un dossier, vous pourrez vous évaluer en ligne par un test QCM dans lequel vous ne traiterez que les questions relatives aux thèmes que vous aurez étudiés.

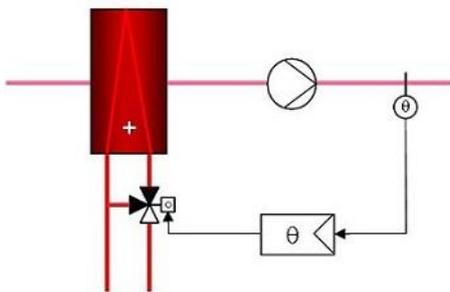
Bon travail.

Les auteurs.

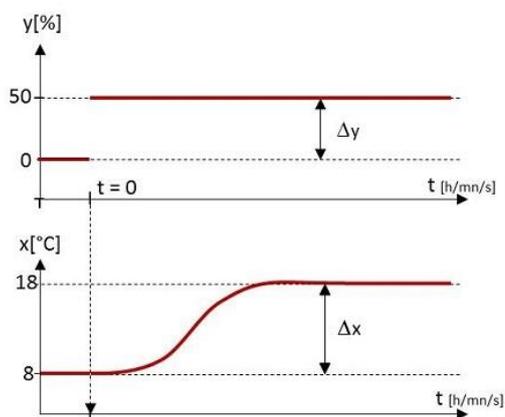
NB : Si vous détectez une coquille ou une erreur dans le présent livret ou dans le dossier en ligne, nous vous serons très reconnaissants de l'indiquer à Xpair sur la messagerie mq@xpair.com.

N°1 – Méthode de Broïda – Principe de l'essai – niv. 5

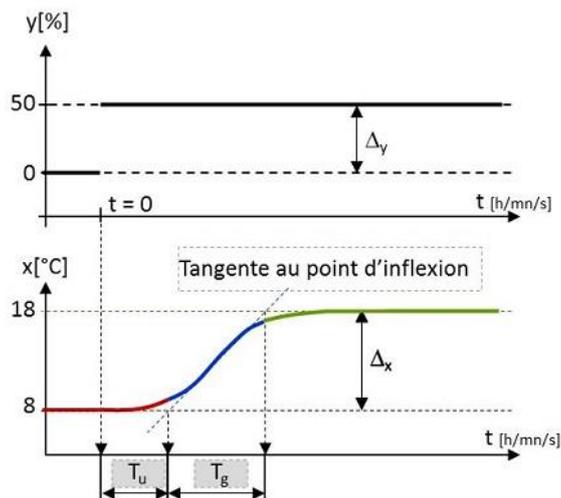
Etudiez le cours en ligne.



QUESTION Q1 : Justifier l'évolution générale de la température de soufflage «x» depuis l'instant $t = 0$.

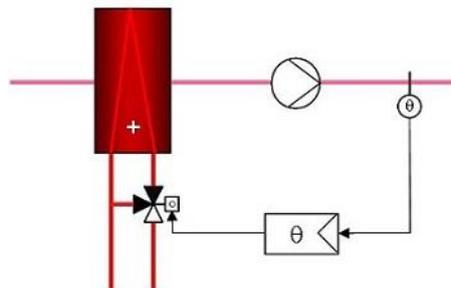


Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.



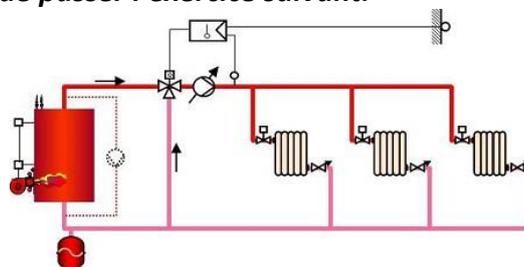
QUESTION Q2 : Si vous étiez à la place du régulateur, préférez-vous l'intervalle T_u ou l'intervalle T_g ?

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.



QUESTION Q3 : En vue de faciliter le travail du régulateur, vaut-il mieux que la sonde de soufflage se situe juste en sortie de la CTA, où plus loin sur la gaine de soufflage ?

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.



QUESTION Q4 : Pourquoi la sonde est-elle toutefois placée après la pompe, et non pas avant, étant donné qu'alors elle serait encore plus près de la vanne à trois voies ?

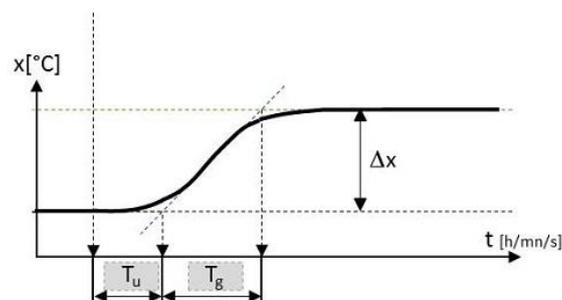
Etudiez le cours en ligne avant de passer au chapitre suivant.

N°2 – Méthode de Broïda – Degré de difficulté et gain statique – niv. 5

Etudiez le cours en ligne.

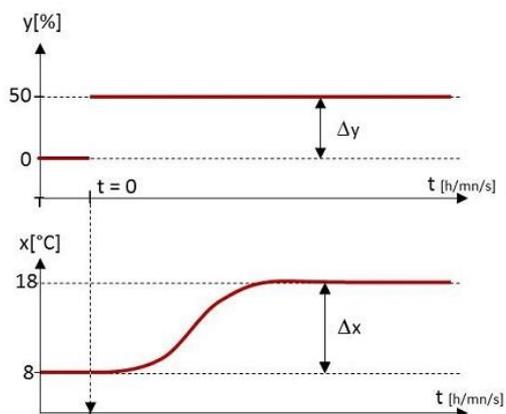
Ayant mis en évidence par voie empirique les deux intervalles de temps T_u et T_g , on va les synthétiser en formant le rapport lambda, noté λ , appelé « degré de difficulté de régulation »...

QUESTION Q1 : Le degré de difficulté est défini par
 $\lambda = T_u / T_g$
 Estimer le degré de difficulté de l'installation de notre exemple :



Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q2 : Calculer le gain de l'installation pour la régulation de la température de soufflage ci-dessous.



Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q3 : Lorsque le gain statique de l'installation est élevé, une modification de la position de l'organe de réglage entrainera-t-il une variation faible ou forte de la grandeur régulée ?

Etudiez le cours en ligne avant de passer au chapitre suivant.

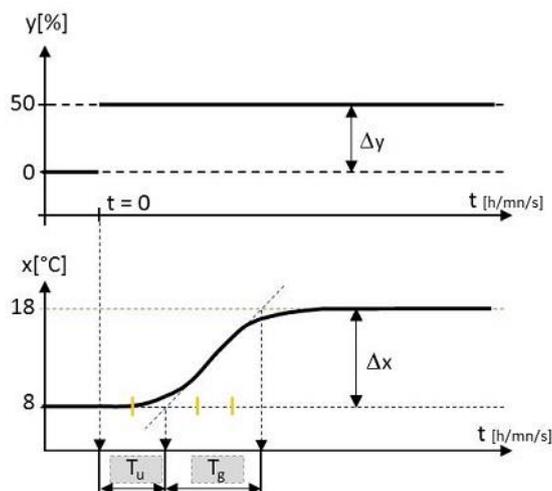
N°3 – Méthode de Broïda – Exploitation des résultats – niv. 5

Etudiez le cours en ligne.

MODE	x_p	T_i	T_d
P	$100 \lambda G_i$		
PI	$110 \lambda G_i$	$3,5 t_u$	
PID	$90 \lambda G_i$	$2,5 t_u$	$0,5 t_u$

QUESTION Q1 : Supposons que nous choisissons le mode P pour réguler la température de soufflage de notre centrale d'air neuf sur laquelle nous avons calculé au chapitre précédent un degré de difficulté $\lambda = 2/3$ et un gain statique $G_i = 0,2$ [K/%].

Calculer la bande proportionnelle X_p préconisée par Broïda.



Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q2 : Avec un tel réglage, quelle valeur de température de soufflage pourra-t-on observer tout au long de la saison de chauffe, et selon les jours ?

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q3 : On suppose que pour la boucle étudiée l'on a mesuré un temps de retard T_u valant 2 minutes. Calculer la bande proportionnelle X_p et la constante d'intégration T_i préconisées par Broïda, en mode PI.

MODE	X_p	T_i	T_d
P	$100 \lambda G_i$		
PI	$110 \lambda G_i$	$3,5 t_u$	
PID	$90 \lambda G_i$	$2,5 t_u$	$0,5 t_u$

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q4 : Calculer pour la boucle étudiée la bande proportionnelle X_p , la constante d'intégration T_i et la constante de dérivation T_d préconisées par Broïda, en mode PID.

MODE	X_p	T_i	T_d
P	$100 \lambda G_i$		
PI	$110 \lambda G_i$	$3,5 t_u$	
PID	$90 \lambda G_i$	$2,5 t_u$	$0,5 t_u$

QUESTION Q5 : En mode PI, pour la boucle étudiée:

- La bande proportionnelle X_p préconisée par Broïda vaut 14,6 kelvin
- La constante d'intégration T_i préconisée par Broïda vaut 7 minutes

En mode PID, pour la boucle étudiée:

- La bande proportionnelle X_p préconisée par Broïda vaut 12 kelvin
- La constante d'intégration T_i préconisée par Broïda vaut 5 minutes

Justifier la diminution de la bande proportionnelle X_p et de la constante d'intégration T_i , en mode PID.

Etudiez le cours en ligne avant de passer au chapitre suivant.

N°4 – Méthode de Ziegler – Nichols – Principe de l'essai - niv. 5

Etudiez le cours en ligne.

Deux Suisses, John G. ZIEGLER et Nathaniel B. Nichols ont développé une autre procédure de paramétrage des valeurs X_p , T_i et T_d , que nous allons maintenant présenter. On comparera ensuite les deux méthodes, sous l'angle de leur champ d'application respectif...

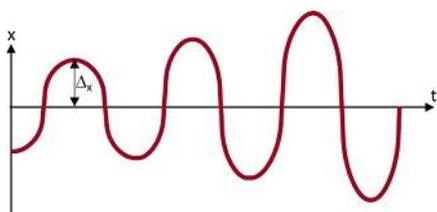
QUESTION Q1 : Comment fait-on pour configurer un régulateur PID en mode P pur ?

Fonction	1	2	3	4	5	6	Effet
Comportement de la régulation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	P
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PI, temps d'intég. = 240 s (lent)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PI, temps d'intég. = 60 s (rapide)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PI, temps d'intég. = 120 s (moyen)

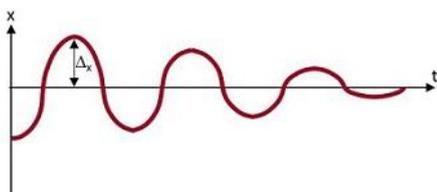
Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q2 : Dans quel sens faut-il modifier la bande proportionnelle X_p pour atteindre l'oscillation entretenue :

- A partir d'une oscillation divergente ?



- A partir d'une oscillation convergente ?



Etudiez le cours en ligne avant de passer au chapitre suivant.

N°5 – Méthode de Ziegler – Nichols – Exploitation des résultats – niv. 5

Etudiez le cours en ligne.

MODE	X_p	T_i	T_d
P	$2 X_p \text{ crit}$		
PI	$2,2 X_p \text{ crit}$	$0,9 T_o \text{ crit}$	
PID	$1,7 X_p \text{ crit}$	$0,75 T_o \text{ crit}$	$0,15 T_o \text{ crit}$

QUESTION Q1 : Un essai selon Ziegler-Nichols a donné :

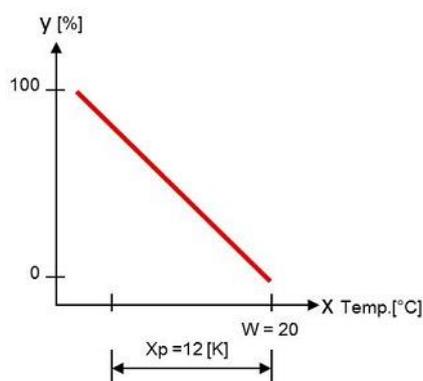
$X_p \text{ crit} = 6 \text{ [K]}$, $T_0 \text{ crit} = 180 \text{ secondes}$

Supposons que nous choisissons le mode P pour réguler la température de soufflage de notre centrale d'air neuf.

Calculer la bande proportionnelle X_p préconisée par Ziegler-Nichols.

MODE	X_p	T_i	T_d
P	$2 X_p \text{ crit}$		
PI	$2,2 X_p \text{ crit}$	$0,9 T_0 \text{ crit}$	
PID	$1,7 X_p \text{ crit}$	$0,75 T_0 \text{ crit}$	$0,15 T_0 \text{ crit}$

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.



QUESTION Q2 : Selon l'exercice précédent, en réglant la bande proportionnelle à 12 [K], on aura réglé un régulateur proportionnel qui stabilisera la température de soufflage.

Avec un tel réglage, quelle valeur de température de soufflage pourra-t-on observer tout au long de la saison de chauffe, et selon les jours ?

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q3 : Calculer la bande proportionnelle X_p et la constante d'intégration T_i préconisées par Ziegler-Nichols, en mode PI.

MODE	X_p	T_i	T_d
P	$2 X_p \text{ crit}$		
PI	$2,2 X_p \text{ crit}$	$0,9 T_0 \text{ crit}$	
PID	$1,7 X_p \text{ crit}$	$0,75 T_0 \text{ crit}$	$0,15 T_0 \text{ crit}$

Si en mode PI la fluctuation du signal Y est jugée inacceptable, il faut envisager le mode PID, avec un nouveau jeu de paramètres.

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q4 : Calculer la bande proportionnelle X_p , la constante d'intégration T_i et la constante de dérivation T_d préconisées par Ziegler-Nichols, en mode PID.

MODE	X_p	T_i	T_d
P	$2 X_p \text{ crit}$		
PI	$2,2 X_p \text{ crit}$	$0,9 T_o \text{ crit}$	
PID	$1,7 X_p \text{ crit}$	$0,75 T_o \text{ crit}$	$0,15 T_o \text{ crit}$

Etudiez le cours en ligne avant de passer au chapitre suivant.

N°6 – Comparaison entre les deux méthodes – niv. 5

Etudiez le cours en ligne.

Destinées à fournir le même service, les deux méthodes conduisent sensiblement au même résultat, mais ne s'appliquent pas indifféremment à toutes les installations, en raison de leur éventuelle difficulté de mise en œuvre...

QUESTION Q1 : Pourquoi ce « grand espace » présentera-t-il sans doute une forte inertie ?

QUESTION Q2 : Laquelle des 2 méthodes Broïda ou Ziegler-Nichols nécessite lors de sa mise en œuvre des essais successifs ?

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q3 : Parmi les boucles suivantes, relevez celles où la méthode de Ziegler-Nichols est bien adaptée :

- Régulation de température de soufflage
- Régulation de température de reprise
- Régulation de température de départ chauffage
- Régulation de l'eau d'une piscine
- Régulation d'un ballon d'eau chaude sanitaire
- Régulation d'une production ECS par échangeur à plaques

QUESTION Q4 : Parmi les 6 boucles supposées PID présentées dans l'exercice précédent, il y avait un intrus qui ne nécessitait pas une telle qualité de régulation. Lequel ?

On les rappelle :

- Régulation de température de soufflage
- Régulation de température de reprise
- Régulation de température de départ chauffage
- Régulation de l'eau d'une piscine
- Régulation d'un ballon d'eau chaude sanitaire
- Régulation d'une production ECS par échangeur à plaques

Etudiez le cours en ligne avant de passer au chapitre suivant.

N°7 – Synthèse – Justification du choix du mode de régulation – niv. 5

Etudiez le cours en ligne.

Boucle	Temps de retard T_u	Constante du temps T_g	Degré de difficulté λ	Mode de régulation préconisé			
				TO R	P	PI	PID
ambiance	5 – 15 mn	1 – 2,5 h	0,05 – 0,2	X	X	x	x
reprise	1 – 5 mn	10 – 60 mn	0,1 – 0,3		X	X	x
soufflage	10 – 40 s	30 – 120 s	0,15 – 0,4		X	X	x
départ chauffage	10 – 20 s	30 – 60 s	0,2 – 0,4		x	X	x
Ballon ECS	0,5 – 2 mn	10 – 30 mn	0,05 – 0,2	X	X	x	x
mitigeage ECS	1,2 s	1,7 – 2,4 s	0,5 – 0,7			x	X

QUESTION Q1 : Justifier brièvement, et sans calcul ! , les fourchettes proposées pour le temps de retard pour les trois premières boucles :

- Régulation de température d'ambiance
- Régulation de température de reprise
- Régulation de température de soufflage

Les mêmes observations peuvent être faites pour la colonne « constante de temps T_g ».

QUESTION Q2 : Expliquer pourquoi les durées T_g sont systématiquement plus longues que les durées T_u .

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q3 : Calculer le degré de difficulté de la boucle « Mitigeage ECS » pour les 2 valeurs extrêmes de T_g .

Dans d'autres cas, la plage proposée pour λ est plus resserrée que ne le donne le calcul mené avec les valeurs extrêmes.

QUESTION Q4 : Calculer le degré de difficulté pour les 2 valeurs extrêmes de T_u et T_g , pour la boucle de départ chauffage.

Observons la progression des valeurs du degré de difficulté. Les valeurs croissent, à l'exception de celles relatives au ballon d'ECS.

QUESTION Q5 : Quelle corrélation peut-on faire entre le degré de difficulté et le mode de régulation préconisé ?

Etudiez le cours en ligne avant de passer l'exercice suivant.

QUESTION Q6 : Bien que très différentes, de par leurs inerties, deux boucles de régulation pourront être gérées par le même mode de régulation.

Vérifier cette corrélation pour les boucles de régulation d'une ambiance et d'un ballon d'ECS.

Après avoir étudié en ligne ce dossier, évaluez-vous par un test

<https://formation.xpair.com/qcm/techniques-reglage-2.htm>

Résultat Test 1	/10
Résultat éventuel Test 2	/10
Résultat éventuel Test 3	/10