

Chapitre 4 : Dimensionnement des régulateurs

PID

1. Introduction:

On rappelle que le rôle d'un régulateur dans une boucle de régulation est de maintenir la grandeur régulée à une valeur de la consigne malgré la présence des perturbations.

Au moyen du choix des actions et de leurs paramètres, il est possible d'obtenir un comportement désiré en boucle fermée, caractérisant les performances du système.

- De manière qualitative, les critères à satisfaire sont les suivants :
 - Les effets de perturbations doivent être minimisés le plus rapidement possible.
 - Les changements de consigne doivent être suivis rapidement et avec une bonne précision.
- De manière quantitative, il s'agit de proposer les actions (P,I,D) du régulateur et de leurs paramètres (K_p , T_i , T_d) répondant le mieux possible aux spécifications d'un cahier de charges.

Ce problème est connu par la synthèse des régulateurs. Les méthodes de synthèse sont très nombreuses. On peut distinguer les deux types de méthodes :

- Des méthodes dites **empiriques** ne nécessitant pas une connaissance parfaite du modèle du procédé à commander. Parmi ces méthodes on trouve **Critère Méplat**, **Critère Symétrique** et **Ziegler-Nichols**.
 - Dans les quelles les paramètres sont calculés à partir des essais expérimentaux (Relevé de la réponse indicielle par exemple).
 - Sont les méthodes les plus simples.
 - Sont largement utilisées dans le domaine industriel.
- Des méthodes **basées sur la connaissance d'un modèle** du système sous forme d'une fonction de transfert. Parmi ces méthodes on trouve **Imposition d'un modèle de poursuite** et **la méthode fréquentielle**.
 - Les actions du régulateur seront calculées de façon à obtenir la fonction de transfert souhaitée en boucle fermée.

2. Méthodes empiriques (Méthodes de Ziegler et Nichols):

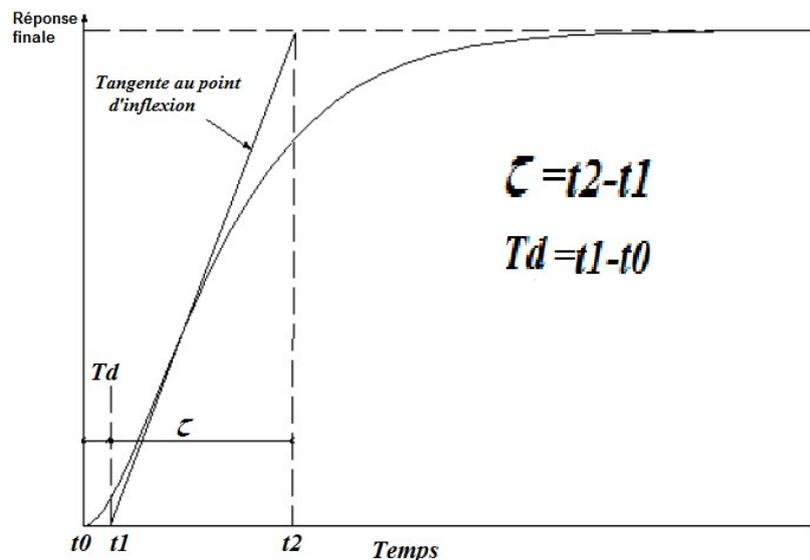
Ziegler et Nichols ont proposé deux approches expérimentales destinées à ajuster rapidement les paramètres des régulateurs P, PI et PID.

- La première nécessite l'enregistrement de la réponse indicielle du système.
- La deuxième demande d'amener le système en boucle fermée à sa limite de stabilité.

Il est important de souligner que ces méthodes ne s'appliquent en général que pour des systèmes procédant des caractéristiques spécifiques. On les rencontre surtout dans les processus physicochimiques tels que la régulation de température, de niveau, de pression, etc.

2.1. Méthode en boucle ouverte (PID mixte / standard):

Sur l'enregistrement de la réponse indicielle du système à régler (c'est-à-dire sans le régulateur), on trace la tangente au point d'inflexion Q de la courbe. On mesure ensuite le temps de délai qui correspond à l'intersection entre l'abscisse et la tangente ainsi que la constante du temps τ (temps de montée \Rightarrow 63% de la réponse finale) comme illustrer dans la figure ci-dessous.



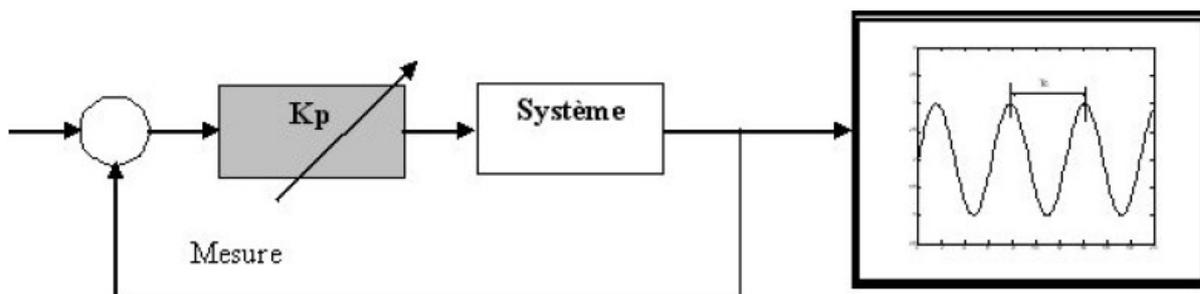
Puis on utilise le tableau suivant pour paramétrer le régulateur.

Action	Kp	Ti	T _D
P	τ / T_d	-	-
PI	$0.9 * (\tau / T_d)$	$3.3 * T_d$	-
PID	$1.2 * (\tau / T_d)$	$2 * T_d$	$0.5 * T_d$

2.2. Méthode en boucle fermée (PID mixte / standard):

La méthode consiste à augmenter progressivement le gain d'un correcteur proportionnel pur jusqu'à la juste oscillation (les actions intégrale et dérivée sont éliminées). On relève alors le gain ultime **K_u** correspondant et la période ultime des oscillations **T_u**.

Voir la figure ci-dessous :



Puis on utilise le tableau suivant pour paramétrer le régulateur.

Action	Kp	Ti	T _D
P	$0.5 * K_u$	-	-
PI	$0.45 * K_u$	$0.83 * T_u$	-
PID	$0.6 * K_u$	$0.5 * T_u$	$0.125 * T_u$