

SYSTEMES LINEAIRES CONTINUS ET INVARIANTS

SYSTEMES ASSERVIS

Méthode de Ziegler Nichols (ZN).

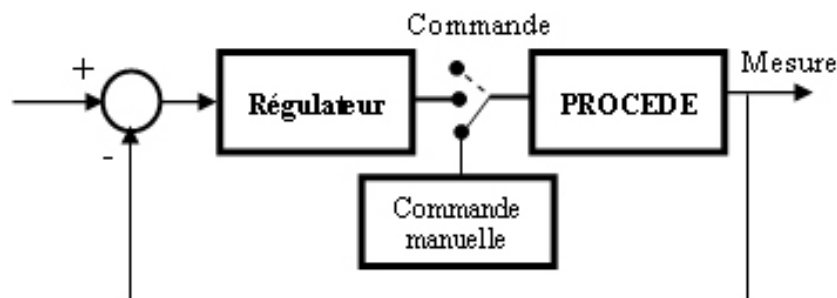
1- INTRODUCTION.

En 1942, Ziegler et Nichols [1] ont proposé deux approches heuristiques basées sur leur expérience et quelques simulations pour ajuster rapidement les paramètres des régulateurs P, PI et PID. La première méthode nécessite l'enregistrement de la réponse indicielle en boucle ouverte, alors que la deuxième demande d'amener le système bouclé à sa limite de stabilité.

2- Première méthode : Ziegler Nichols en boucle ouverte.

Mode opératoire.

Soit un système régulé à l'aide d'un correcteur



- Le régulateur est en mode automatique et la boucle est dans état stabilisé. La sortie du régulateur indique une commande u_0 et la sortie du procédé indique une valeur y_0 .

- On affiche la valeur u_0 sur le module de la commande manuelle.

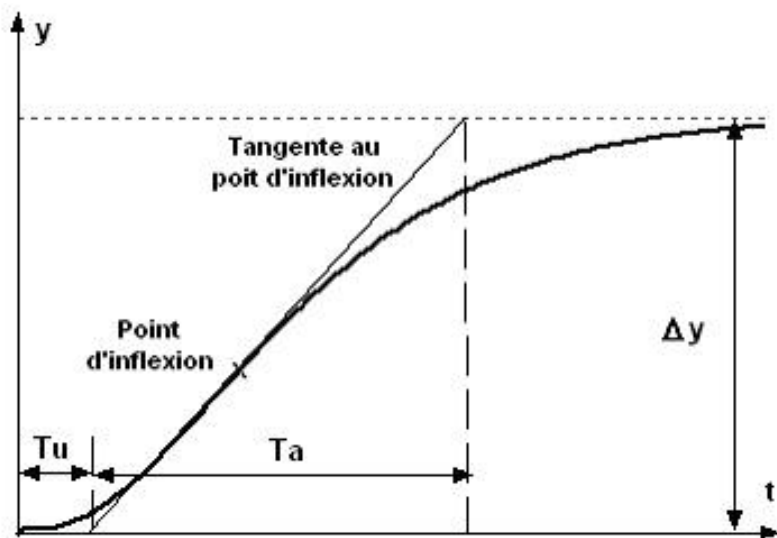
- On met le régulateur en mode manuel c'est-à-dire qu'il est déconnecté de la boucle.
- On envoie une variation constante du signal de commande sur l'entrée procédé et on enregistre sur une table traçante la variation du signal de mesure à la sortie du procédé.

Il s'agit donc de l'enregistrement de la réponse indicielle du procédé seul.

Protocole : on applique au système un créneau et on enregistre sa réponse.

Sur l'enregistrement de la réponse indicielle, on trace le mieux possible la tangente au point d'inflexion Q de la courbe.

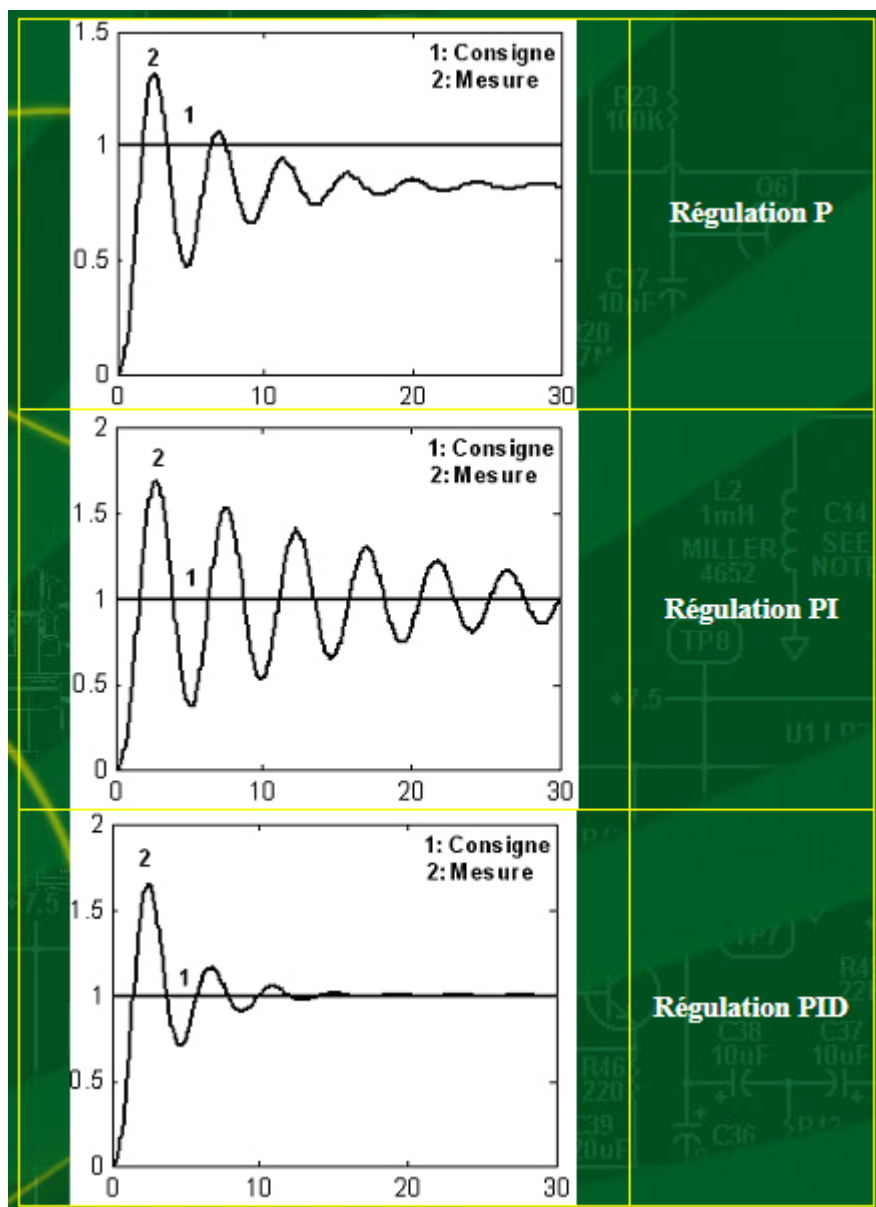
On mesure ensuite le temps T_u correspondant au point d'intersection entre l'axe des abscisses et la tangente ainsi que le temps T_a « temps de montée de la tangente ».



Ziegler&Nichols proposent de calculer les paramètres du régulateur P, PI ou PID à l'aide des recommandations suivantes

Réglage des paramètres			
Régulateur	K_p	T_i	T_d
P : $R(p) = K_p$		*	*
PI : $R(p) = K_p(1 + \frac{1}{T_i p})$	$\frac{T_a 0.9}{T_u K}$	3.33 T_u	*
PID : $R(p) = K_p(1 + T_d p + \frac{1}{T_i p})$	$\frac{T_a 1.2}{T_u K}$	2.0 T_u	0.5 T_u

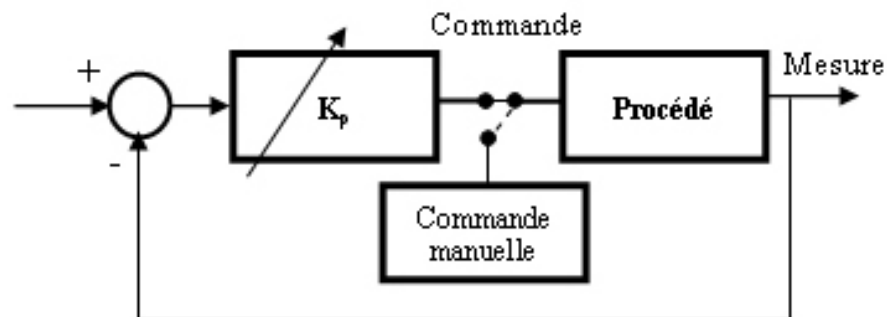
A titre d'exemple voici les réponses indicielles en boucle fermée données par les figures suivantes avec une consigne égale à 1.



3 - Deuxième méthode : Ziegler Nichols en boucle fermée.

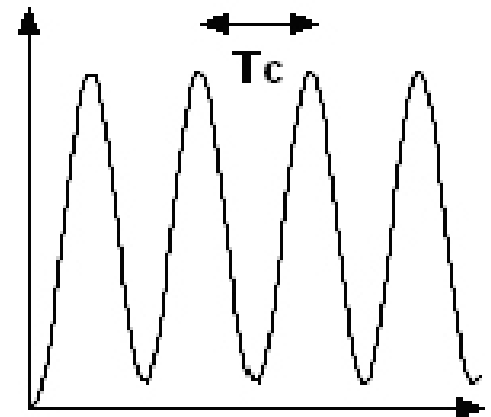
Mode opératoire :

Le régulateur est en mode automatique avec une faible valeur de K_p . Les actions I et D sont inhibées en mettant $T_i = T_{imax}$ et $T_d = 0$.



On augmente progressivement le gain K_p du correcteur proportionnel agissant seul jusqu'à l'obtention de la juste oscillation de la boucle (pompage).

On relève le gain limite (K_{pc}) conduisant au pompage de la boucle et la période des oscillations T_c correspondant à ce fonctionnement à partir de n'importe quel point d'observation (sortie du régulateur, sortie du procédé..).

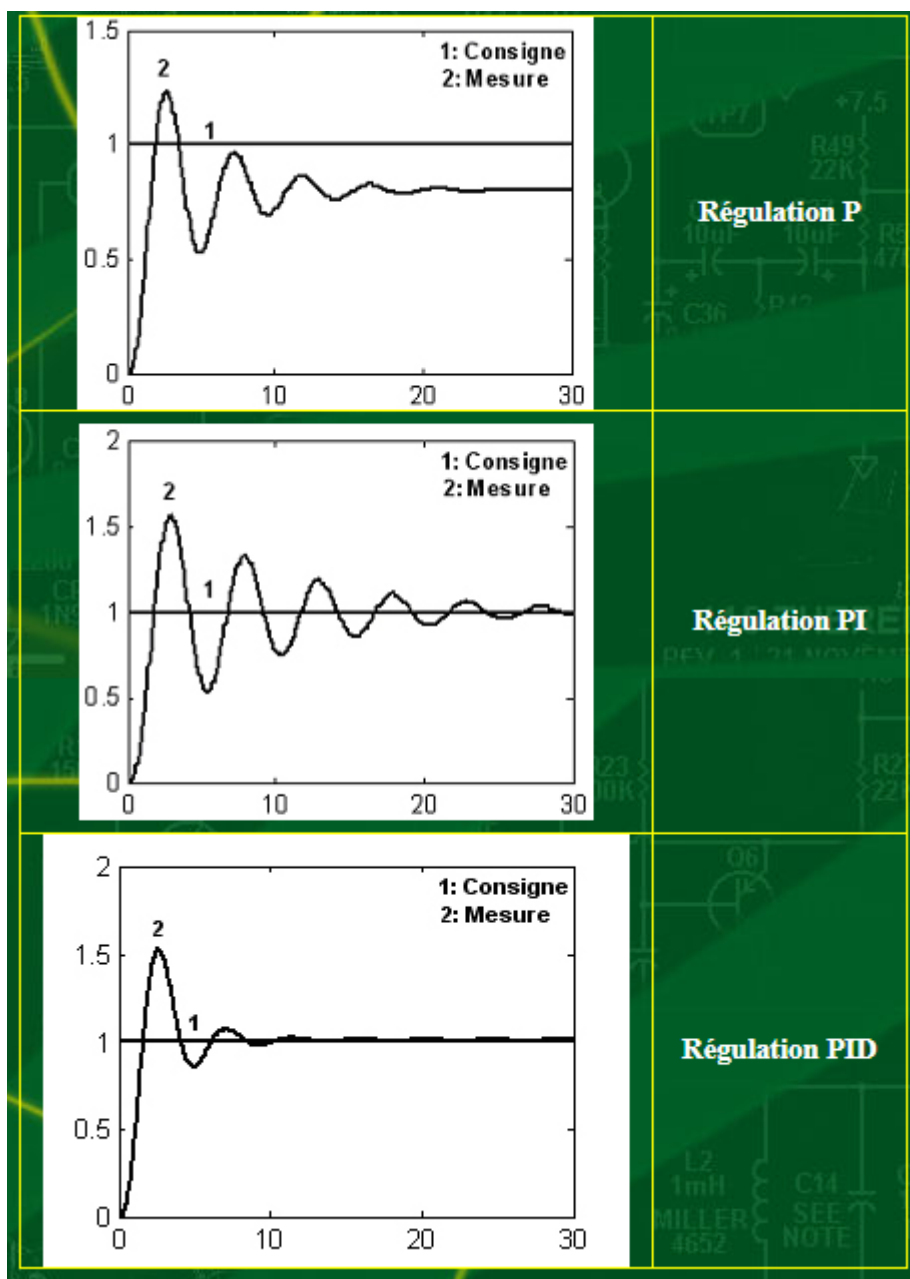


Ziegler & Nichols proposent de calculer les paramètres du régulateur choisi à l'aide des recommandations suivantes :

Réglage des paramètres			
Régulateur	K_p	T_i	T_d
P : $R(p) = K_p$	0.5 K_{pc}	*	*
PI : $R(p) = K_p(1 + \frac{1}{T_i p})$	0.45 K_{pc}	0.83 T_c	*
PID : $R(p) = K_p(1 + T_d p + \frac{1}{T_i p})$	0.6 K_{pc}	0.5 T_c	0.125 T_c

On note au passage que les deux méthodes de Ziegler&Nichols conduisent à des valeurs très proches pour les paramètres du régulateur et par conséquent les performances seront similaires.

En effet, les réponses indicielles en boucle fermée sont données par les figures suivantes avec une consigne égale à 1.



Les valeurs proposées par Ziegler&Nichols ont été testées dans de très nombreuses situations. Elles conduisent également à un temps de montée relativement court assorti d'un dépassement élevé.