

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

جامعة الشاهيد محمد كنعان



Faculté de la Technologie
Département de Génie **Mecanique**

Support de cours de:

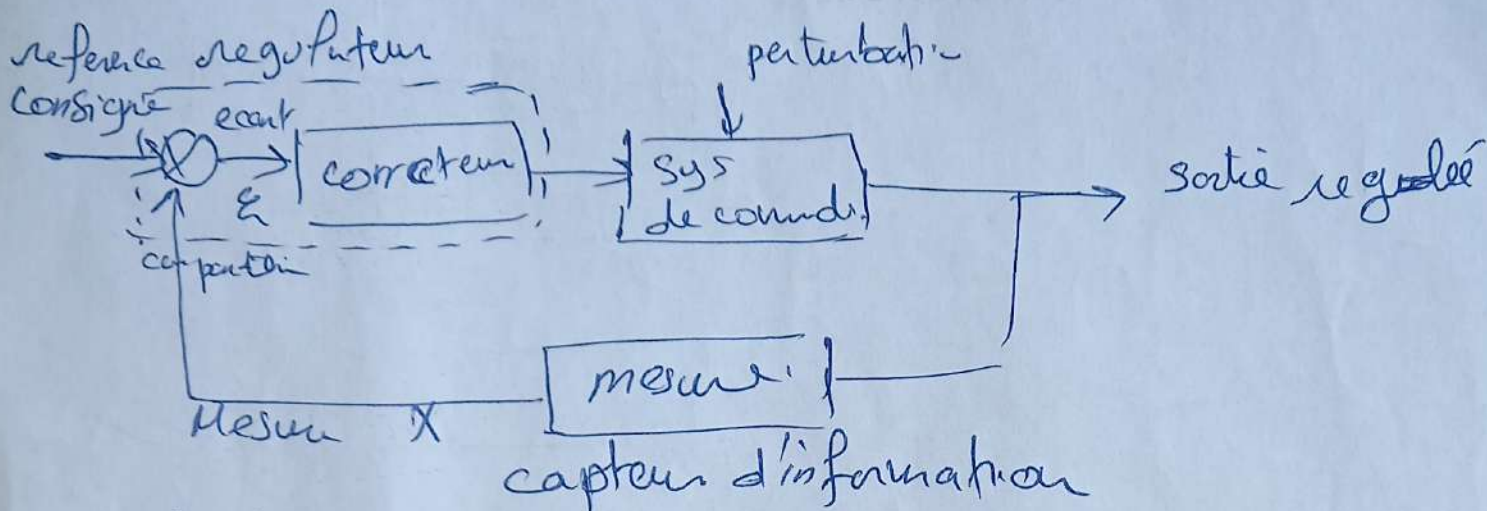
Regulation Industrie

3eme Année EM

Préparé par: **Largot Soulef**

Introduction

nous avons dit le but de ce chapitre

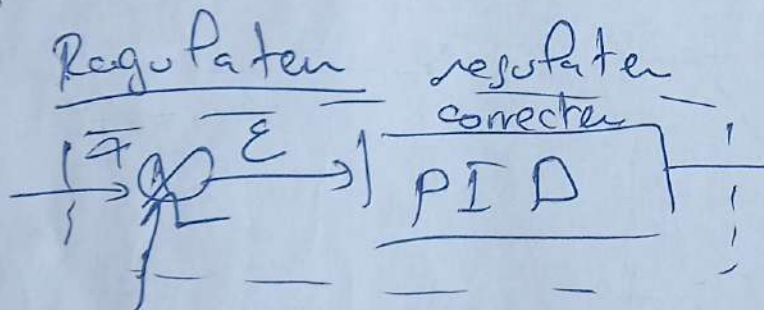


$$e = \text{consigne} - \text{mesure}$$

X = grandeur réglée (mesure)

e = ecart. (consigne - mesure) $U - X$

Y = grandeur réglée (niveau de sortie du régulateur)



la plus part des régulateurs de manœuvre différents
comportement

P: action pro

I: .. intégral

D: action dérivée

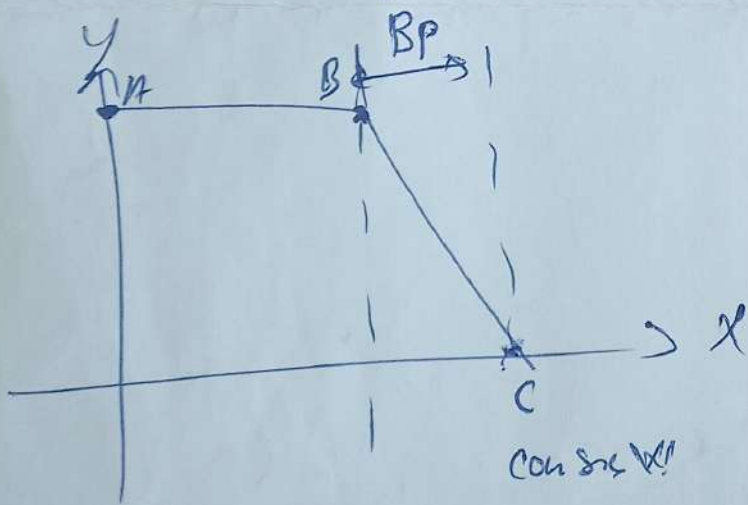
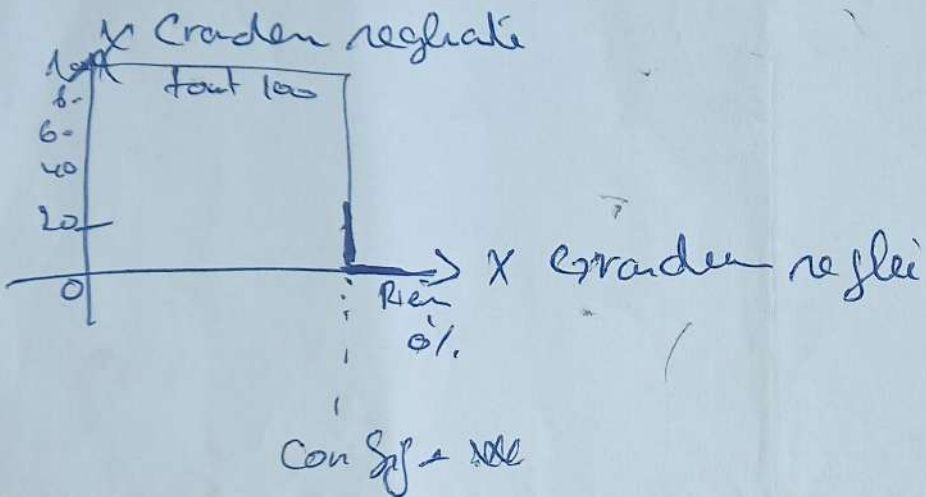
PID: sont des modalités d'action.

regulation tout ou rien

Dans ce cas le regulateur commande le sys en instantané (tout ou rien). C à d.

$$Y = 100\% \quad \text{si } X < W$$

$$Y = 0\% \quad \text{si } X > W$$



$$e_{cont} \approx W - X$$

correcteur proportionnel (P)

déf.

une commande proportionnelle produit un signal de correction proportionnel au signal d'erreur. Alors il existe une relation linéaire entre

la variable réglée et la grandeur réglable.
la fonction de transfert.

le régulateur P. construit une commande $u(t)$ proportionnelle à l'erreur $e(t)$

la loi de commande de régulateur P

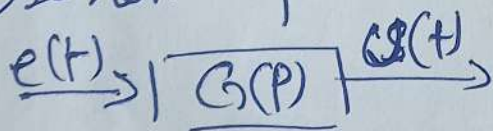
$$u(t) = K_p \cdot e(t)$$

la fonction de transfert du régulateur

$$G(P) = \frac{U(P)}{E(P)} = K_p$$

K_p = le gain proportionnel

le schéma fonctionnel du régulateur.



l'action ^{remarque} = l'action proportionnelle K est souvent exprimé par la bande proportionnelle PB% :

$$PB\% = \frac{100}{K}$$

conclusion

le correcteur à action proportionnelle ne permet pas de réaliser de bonnes performances en termes de précision statique et dynamique, ^{un faible gain K donne généralement un sys stable, et en rejeter de perturbation} mais une erreur de position importante, par contre, une grande valeur de K , donne une meilleure erreur de position mais des mauvaises performances en transitoire, plus K augmente, plus on tend vers l'instabilité.

Correcteur à action proportionnelle et intégrale PI

le correcteur à actions proportionnelle et intégrale (PI) est défini par l'équation différentielle suivante :

$$U(t) = K_p E(t) + K_i \int_0^t E(t) dt$$

$U(t)$: signal de sortie

$E(t)$: d'entrée du correcteur.

la transformation de Laplace donne

$$U(P) = K_p E(P) + \frac{K_i}{P} E(P)$$

(La transformation de Laplace)
 La fonction de la place du regulateur.

$$C_T(P) = \frac{U(P)}{E(P)} = k_p + \frac{k_i}{P}$$

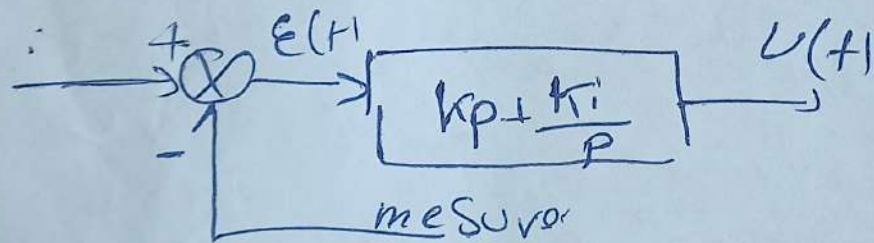
$$G(P) = k_p \left[1 + \frac{k_i}{k_p \cdot P} \right]$$

$$G(P) = k_p \left[1 + \frac{1}{T_i P} \right]$$

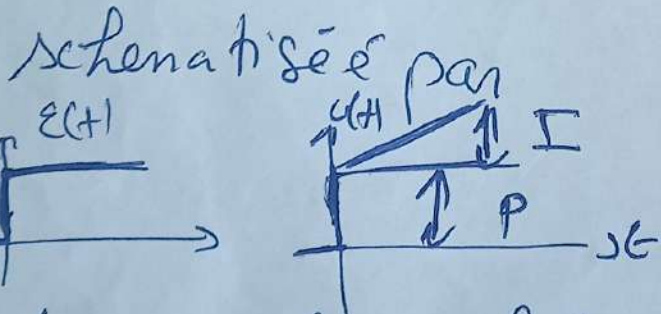
ou $T_i = \frac{k_p}{k_i}$

k_p = gain k_i = gain d'intégral. T_i = Constant de temps d'intégration

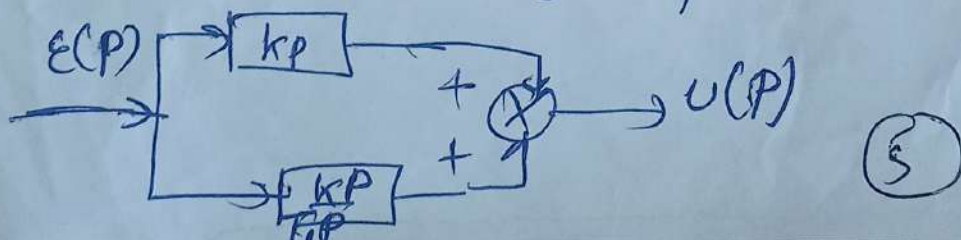
le schéma fonctionnel est donné par.



la réponse indicielle du correcteur PI est



tant que le regulateur PI est une association de deux actions (P, I) il peut être représenté par



(5)

Conclusion

Le correcteur PI permet d'améliorer la précision, par contre ce type de correcteur possède certaines limitations sur l'amélioration de la rapidité et peut même introduire une instabilité du Sys en boucle fermée.

Correcteur à action proportionnelle et dérivée (PD)
un correcteur PD peut être écrit par une équation différentielle de type.

$$U(t) = K_p \varepsilon(t) + K_p \frac{d\varepsilon(t)}{dt}$$

ou bien la relation entre la sortie $U(t)$ et le signal d'erreur $\varepsilon(t)$

La transformation de Laplace donne.

$$U(P) = K_p \varepsilon(P) + K_d P \varepsilon(P)$$

$$\Rightarrow \frac{U(P)}{\varepsilon(P)} = K_p + K_d P$$

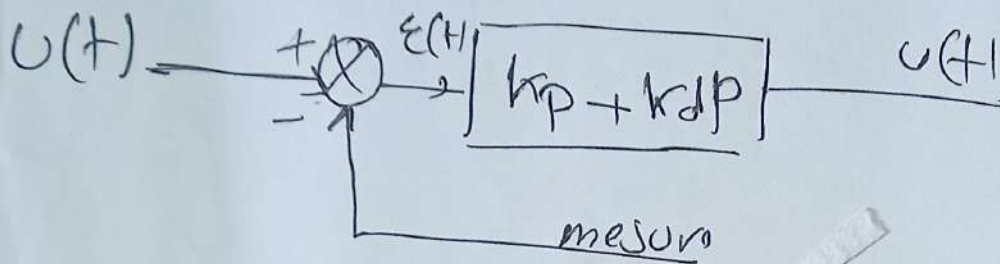
$$\text{ou bien : } \frac{U(P)}{\varepsilon(P)} = K_p \left(1 + \frac{K_d}{K_p} P \right)$$

$$C(P) = K_p (1 + T_d P)$$

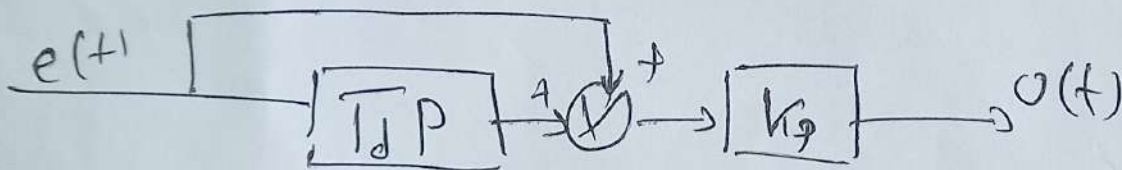
K_d : gain dérivé

$T_d = \frac{K_d}{K_p}$: constante de temps de dérivation

son schéma fonctionnel est donné par la fig suivante



ou bien



Le rôle de l'action dérivée

- Elle accélère la réponse du sys et améliore la stabilité de la boucle
- Elle assure un amortissement rapide de oscillations
- Dans l'industrie l'action dérivée est utilisée pour le réglage des variables lentes (par exemple température...)

Correcteur proportionnel Intégrateur et Dérivé PID

C'est le correcteur le plus connu et aussi le plus complet car il associe les trois type de corrections principe:

le correcteur PID associe les trois action P, I et D
la relation entre la sortie du régulateur $U(t)$ et le signal d'erreur $E(t)$ est:

$$U(t) = K_p E(t) + K_i \int_0^t E(t) dt + K_d \frac{dE(t)}{dt}$$

La transformation de Laplace.

$$U(P) = K_p E(P) + \frac{K_i}{P} E(P) + K_d P E(P)$$

La Fonction de transfert du correcteur est:

$$C(P) = \frac{U(P)}{E(P)} = K_p + \frac{K_i}{P} + K_d P$$
$$= K_p \left(1 + \frac{K_i}{K_p} \cdot \frac{1}{P} + \frac{K_d}{K_p} \cdot P \right)$$

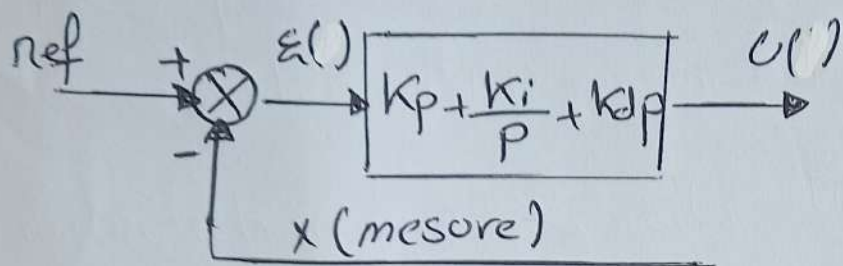
$$C(P) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i P} + T_d P \right)$$

$$C(P) = K_p \cdot \frac{T_d \cdot T_i P^2 + T_i P + 1}{T_i P}$$

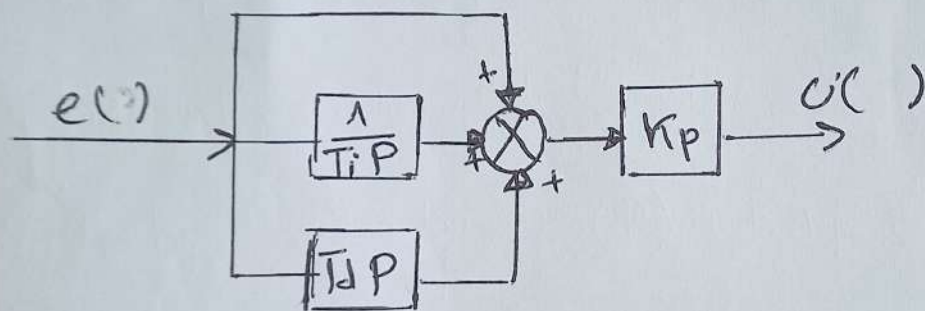
$T_d = \frac{K_d}{K_p}$: constante de temps de dérivation

$T_i = \frac{K_p}{K_i}$: constante de temps de l'intégration

le schéma fonctionnel :



ou bien

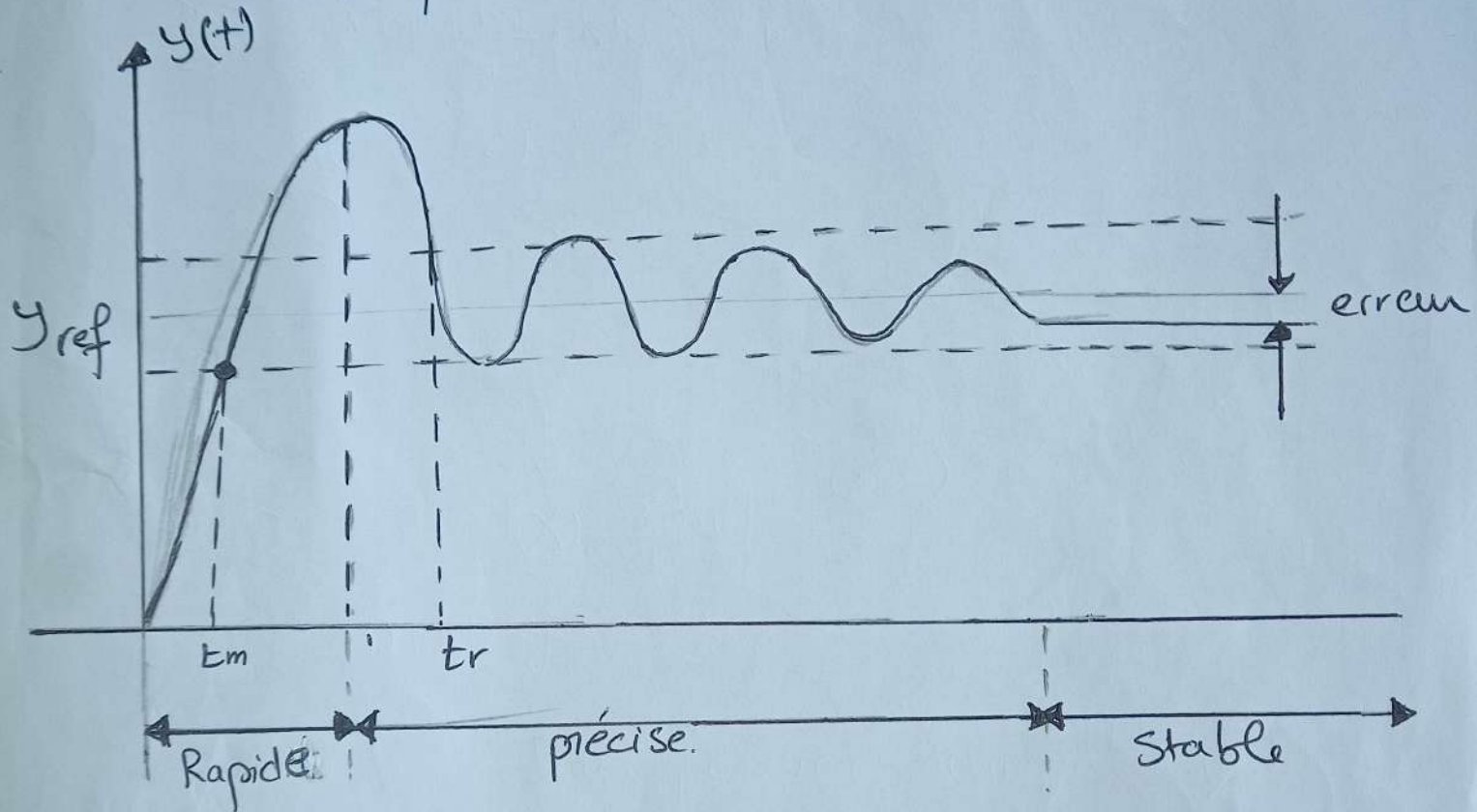


Ce type de correcteur permet de réaliser des performances telles que la stabilité, la rapidité et la précision grâce à la combinaison des trois actions. P, I et D (la structure peut être série, parallèle ou mixte). Ceci peut se faire en ajustant les paramètres associés à ces actions.

Conclusion

Le correcteur PID permet de reunir les différents avantages de chaque action, toutefois,

son réglage, donc le poids à donner à chaque action, est plutôt délicat.



t_m : temps de montée

t_r : temps de réponse.