

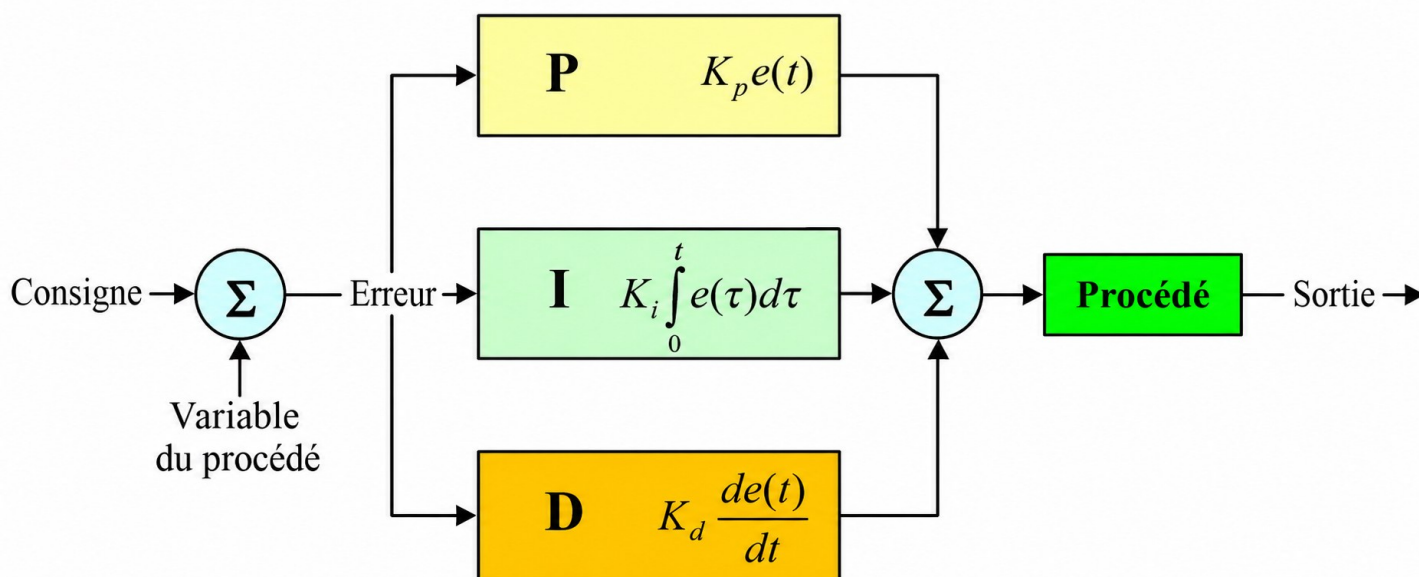
Introduction

Un régulateur proportionnel-intégral-dérivé (régulateur PID) est un mécanisme générique de boucle de régulation (régulateur) largement utilisé dans les systèmes de contrôle industriels. Un régulateur PID calcule une valeur d'« erreur » correspondant à la différence entre une variable de processus mesurée et une consigne souhaitée. Le régulateur tente de minimiser l'erreur (c'est-à-dire d'atteindre la consigne) en ajustant les entrées de contrôle du processus. Dans un régulateur PID, il est possible de définir différentes valeurs pour les composantes P, I et D. Mais que signifient ces termes ?

Les régulateurs PID

Les régulateurs PID permettent de contrôler des processus tels que le dosage de produits chimiques à l'aide d'une pompe. Pour ce faire, ils activent ou désactivent la pompe, ou en modulent le débit, afin de maintenir une consigne. Cela s'effectue à l'aide d'une boucle de régulation PID. PID signifie « proportionnel, intégral et dérivé ». Il s'agit d'une manipulation mathématique d'un signal de mesure (par exemple, le taux de chlore réel) et de l'écart de ce signal par rapport à la consigne (la consigne étant le résultat souhaité de la régulation de la pompe de dosage).

La sortie du régulateur PID correspond simplement à la somme des termes proportionnel, intégral et dérivé.



Terme proportionnel : $P_{out} = K_p e(t)$

Terme dérivé : $D_{out} = K_d \frac{de(t)}{dt}$

Terme intégral : $I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$

Sortie : $Sortie = P_{out} + I_{out} + D_{out}$

où :

K_p = gain proportionnel

K_i = gain intégral

K_d = gain dérivé

e = erreur actuelle (différence entre la consigne et la valeur mesurée actuelle)

t = temps

τ = variable d'intégration

Comprendre le PID

Le gain proportionnel est le plus simple à comprendre : il signifie simplement que plus la valeur mesurée actuelle s'éloigne de la consigne, plus le signal de sortie est important. Par exemple, si la valeur mesurée pour le chlore est bien inférieure à la consigne, la pompe est alors réglée à plein régime. À mesure que la valeur mesurée se rapproche de la consigne, la pompe est réglée à la baisse. Pour la quasi-totalité des procédés en recirculation, la régulation proportionnelle EST SUFFISANTE et les régulations intégrale et dérivée ne sont absolument pas nécessaires. Si le gain proportionnel est réglé trop haut, le procédé peut devenir instable et le dosage peut dépasser la consigne. Si le gain proportionnel est réglé trop bas, le procédé ne réagit pas et la consigne peut ne jamais être atteinte.

Dans certains procédés en recirculation où le paramètre mesuré est perdu au profit du procédé (par exemple, le chlore d'une piscine, la chaleur d'une chaudière, etc.), la régulation proportionnelle ne parvient jamais tout à fait à rattraper la consigne et les utilisateurs peuvent constater que, bien que le procédé s'approche de la consigne, il l'atteint rarement, voire jamais. Ce phénomène est appelé « droop ». Si ce « droop » ne pose pas de problème pour le processus, il est alors recommandé de n'utiliser que la composante proportionnelle du PID. Si l'utilisateur souhaite éliminer le « droop », la composante intégrale peut être appliquée au signal pour le corriger.

Le gain intégral est la composante qui cumule la durée pendant laquelle le paramètre de mesure s'est situé en dessous ou au-dessus de la consigne. Autrement dit, il enregistre la durée et l'amplitude pendant lesquelles le paramètre de mesure a dépassé la consigne ou est resté en dessous. Il soustrait l'une de l'autre, puis ajoute ou soustrait une composante supplémentaire au signal. Il s'agit de la composante principale du PID utilisée pour contrôler un processus dans lequel, afin de maintenir un point de consigne stable, le dosage n'est jamais « désactivé », par exemple le chlore dans une station de traitement des eaux (ces processus sont souvent sans recirculation).

Le gain dérivé est rarement utilisé et n'est configuré que par des ingénieurs experts.

Régulation PID sur les analyseurs Pi

Le calcul mathématique de la régulation PID peut être affecté à une sortie analogique ou à un relais, la durée d'activation du relais étant contrôlée par la boucle PID. Cela permet de commander n'importe quelle pompe ou mécanisme de régulation à l'aide de la boucle PID.

La commande par relais utilisant la boucle PID dans les appareils CRONOS® et CRIUS®4.0 peut s'effectuer par « modulation de largeur d'impulsion », (par exemple, le relais peut être réglé sur « activé » pendant 30 secondes, puis sur « désactivé » pendant 30 secondes (sortie à 50 %)), ou par la fréquence des impulsions (le relais peut émettre, par exemple, 30 impulsions sur un total de 60 possibles au cours d'une période donnée (sortie à 50 %)).

Mesures de sécurité supplémentaires

Bien que le maintien d'un point de consigne à l'aide d'une boucle PID constitue une avancée considérable par rapport à l'utilisation de relais pour maintenir des limites supérieure et inférieure, il est judicieux de contrôler la boucle à l'aide de mesures de sécurité supplémentaires, telles que des limites de débit maximal et minimal de la pompe, une vitesse de rampe (qui empêche le dépassement lors d'un démarrage à partir d'une valeur « e » très élevée (par exemple au démarrage)), une protection contre l'accumulation intégrale (qui définit des valeurs intégrales maximale et minimale), et une protection contre la suralimentation qui désactive la commande si celle-ci n'a aucun effet après un certain temps, ce qui pourrait indiquer, par exemple, un injecteur bouché ou une pompe défectueuse. Il s'agit là de fonctionnalités standard présentes dans tous les régulateurs PID Pi.

Boost

Certains processus doivent être périodiquement boostés vers un point de consigne plus élevé, et le PID de Pi permet de déclencher manuellement ou à distance un point de consigne de boost.

