

« PCR. Bibliothèque de Régulateurs Prédicatifs. Description et applications »

FONCTIONALITES CLEF

- PCR convient parfaitement pour tout procédé dont le comportement doit être amélioré : meilleure stabilité, réduction de variance (régulation de qualité, de température, d'humidité, de concentration, ...)
- PCR est un facilitateur puissant pour maîtriser les sollicitations des organes d'action
- Les systèmes qui ont avantage à être régulés par PCR sont ceux qui sont généralement mal régulés par des régulateurs de type PID (PID veut dire quoi ?):
 - Systèmes à retard pur important
 - Intégrateurs (niveaux par exemple)
 - Comportant des perturbations mesurées
- Les réacteurs chimiques sont les cibles privilégiées de PCR puisqu'il a été conçu pour assurer la régulation de leur température de masse. Les blocs alors utilisés sont adaptés aux configurations d'échangeurs les plus répandues sur ces installations.

AVANTAGES POUR LES UTILISATEURS-INSTRUMENTALISTE :

PCR contient des blocs permettant de palier les insuffisances du PID :

- retard important : dans la plupart des cas, l'efficacité du PID est limitée à des temps de retard pur relativement faibles vis à vis du temps de réponse du procédé. L'utilisation d'un modèle dans PCR (comprenant le retard) évite cette limitation.
- Les paramètres de réglage sont des spécifications ayant un sens physique clair : temps de réponse souhaité en boucle fermée (TRBF) et contraintes sur l'organe d'action.
- système intégrateur : la régulation de niveau par PID est excessivement active (sollicitations inutilement fréquentes et importantes) , alors qu'il suffit que le niveau soit maintenu dans une fourchette par des actions les plus douces possibles. PCR, par la maîtrise du temps de réponse en boucle fermée permet d'adoucir les actions lorsque le niveau est dans une plage acceptable.
- Split-range : le split-range utilisant un PID s'appuie sur l'hypothèse de dynamiques identiques pour les 2 organes (chauffe et refroidissement). Or elles sont généralement très différentes, d'où un comportement peu satisfaisant. PCR utilise un modèle spécifique pour chaque dynamique et peut donc piloter au mieux chacun des 2 organes.
- feedforward : prise en tendance de perturbations mesurables
- outil de régulation adapté aux réacteurs chimiques et aux autres procédés thermiques
- disponibilité d'une CAO : commodité de réglage et de test en simulation
- intégration simplifiée : bibliothèque de blocs modulaires
- assurance de recours à une assistance de la part de SHERPA en cas de besoin

- Technologie de commande *vraiment* avancée (commande prédictive par modèle)

AVANTAGES POUR LES UTILISATEURS-PRODUCTEUR :

- stabilité de l'unité tant sur les sorties procédé que sur les actions
- réduction des fluctuations de qualité, de température, de concentration, ...
- moins de perturbation sur la production pendant l'installation de la régulation : les réglages et tests off-line minimisent le temps de mise au point sur le procédé lui-même
- La recherche de l'amélioration de la qualité d'un produit ou de l'optimisation du procédé de fabrication passe par la satisfaction des moyens d'action que sont les consignes spécifiées à PCR.

Dans le cas d'un industriel dans l'industrie chimie et pharmacie :

- exploitation d'un produit dédié à son métier (réacteurs chimiques)
- tenue de température de masse : anticipation de l'exothermicité par la prise en tendance du débit de réactif, prédiction des effets de chacune des actions en chaud et en froid.

EXEMPLES D'APPLICATIONS

Régulation de l'humidité en sortie d'un four

La grandeur à réguler est le degré d'humidité du produit en sortie du four. La grandeur d'action est la température au voisinage des brûleurs.

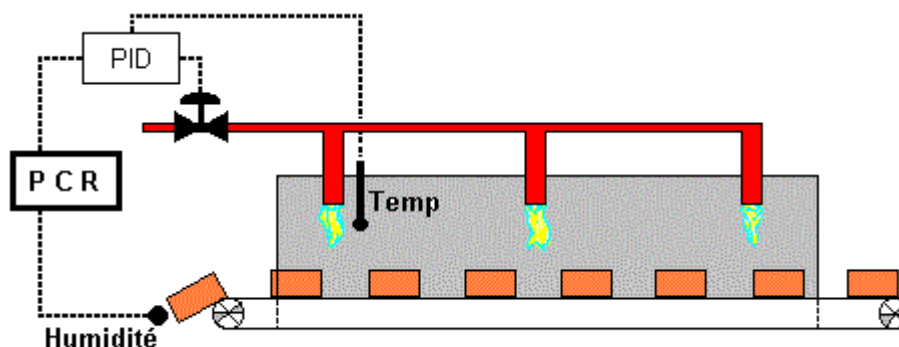
La température des brûleurs est elle-même réglée par les PID déjà en place.

Les essais : application de changements de consigne de température brûleurs.

Mesures : consigne de température, température et humidité.

Le modèle exprime la relation entre consigne de température et humidité.

Le bloc de régulation PCR reçoit la température et l'humidité mesurées et calcule la consigne de température à appliquer au PID.



Régulation de température d'un réacteur à double enveloppe

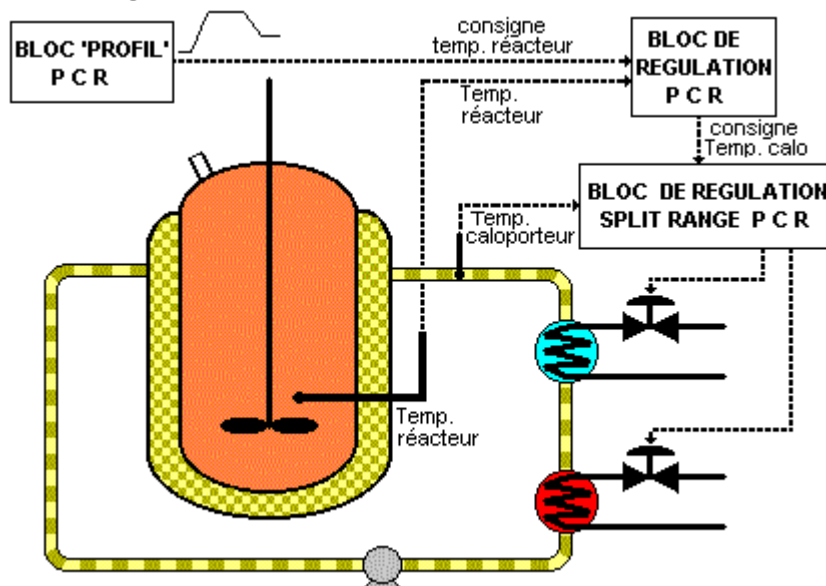
La sortie process PV à réguler est la température de masse du réacteur.

Les grandeurs d'action sont :

- La vanne de vapeur pour chauffer le fluide caloporteur de l'enveloppe
- La vanne d'eau froide pour refroidir

La variable intermédiaire est la température du fluide caloporteur à l'entrée de l'enveloppe.

La bibliothèque PCR dispose d'un bloc permettant de définir un profil et de le faire respecter aux blocs de régulation.



CAO pour l'identification du modèle et la conception de la régulation

La simplicité du modèle et l'absence de paramètres de réglages permettent l'application des blocs simples de PCR sans avoir recours à des outils complémentaires.

Une CAO associée à la bibliothèque PCR facilite la réalisation d'architectures de commande plus complexes (split range, cascade, suivi de profil).

IDENTIFICATION DU MODELE

Les blocs de régulation s'appuient sur un modèle dynamique des relations entrée/sortie du procédé. Ce modèle doit être construit avant la conception de la régulation.

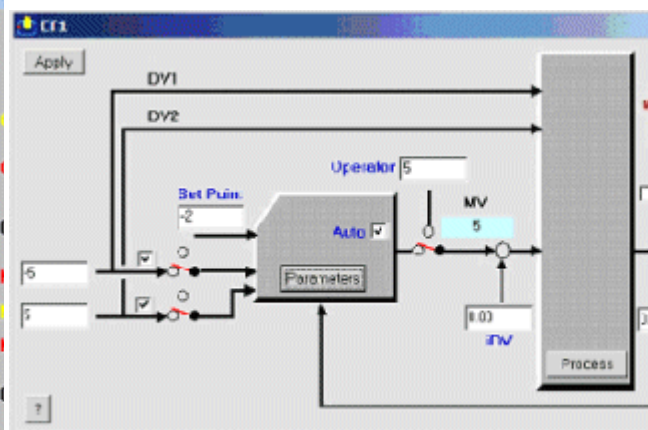
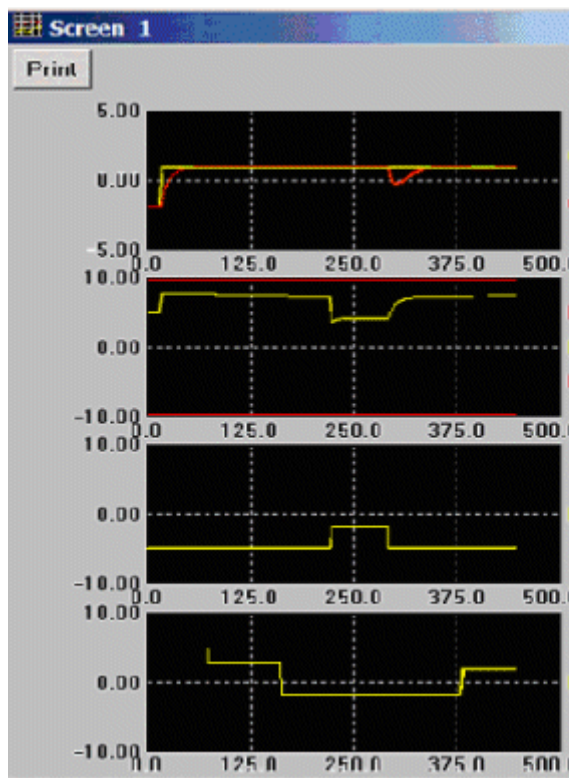
Les paramètres du modèle sont estimés par identification à partir d'enregistrements d'essais.

La partie IDENTIFICATION de la CAO est intégrée directement dans le fichier EXCEL contenant les enregistrements, ce qui supprime les opérations de transfert entre applications.

Les résultats du module d'identification (paramètres du modèle) sont stockés dans un fichier pour les besoins de la conception et des tests de la commande sur simulateur.

CONCEPTION ET TESTS DE LA COMMANDE

Cette section de la CAO permet de préparer chacun des blocs nécessaire à la structure de commande complète.



Le schéma bloc de la boucle fermée fournit tous les accès aux conditions de test : changements de consigne, mode AUTO/MANU, ajout de bruit et de perturbations.

Les signaux sont tracés en temps réel pour évaluer les performances du régulateur.

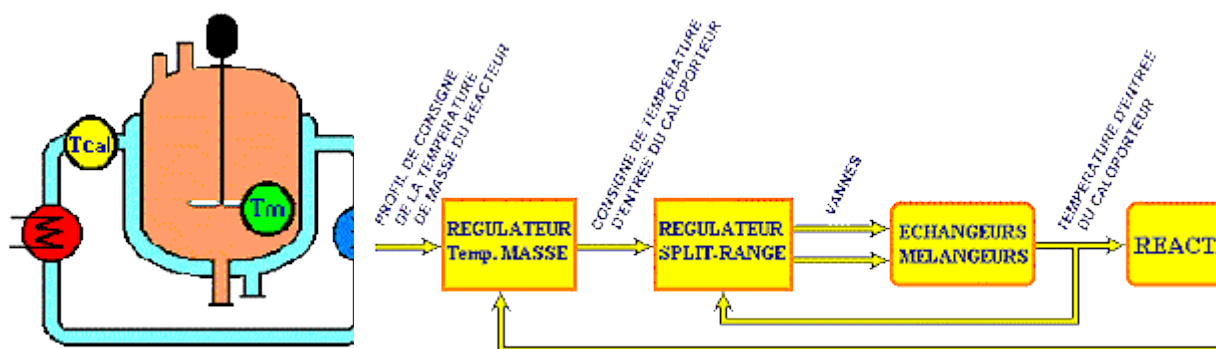
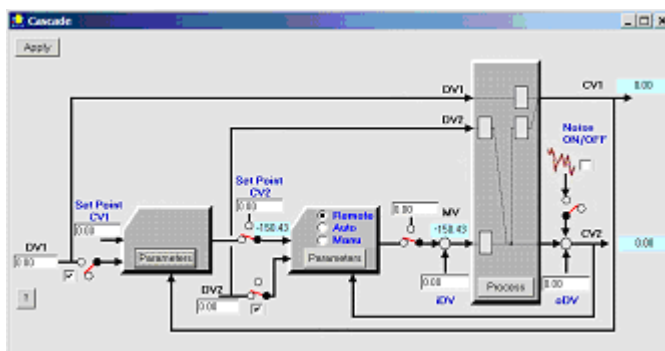
Dans le cas d'une structure de commande comprenant plusieurs blocs, la CAO propose plusieurs architectures typiques de façon à construire et à tester la structure complète.

L'exemple ci-contre est un ensemble de deux régulateurs en cascade dont la conception et

les tests peuvent être réalisés globalement.

Un rapport imprimable montre en détail comment connecter entre elles les entrées/sorties de chacun des blocs mis en jeu, ce qui facilite la phase d'intégration dans le système de conduite (automate, DCS ou supervision).

Cette structure de commande comprend 4 blocs : deux régulateurs et deux blocs de perturbation (feed forward). Le procédé est simulé suivant la même hiérarchie que la structure de commande.



Exemple d'une structure de régulation en cascade appliquée au pilotage de la température d'un réacteur chimique (régulateur maître) par la régulation intermédiaire de la régulation de température du fluide circulant (régulateur esclave).

Dans la structure cascade, l'apport de la commande prédictive PCR est la prise en compte rigoureuse du transfert des contraintes de l'esclave vers le maître.