



INTRODUCTION

Ce laboratoire a été conçu pour introduire les bases de la technologie de contrôle automatique. Les fonctions principales des processus, des contrôleurs et des systèmes contrôlés sont présentées sur un système contrôlé simulé, ainsi que les interactions entre les éléments de transfert d'une boucle de régulation.

Avant de traiter de la partie expérimentale, le manuel offre aux étudiants la synthèse des concepts de base relatifs à la commande automatique afin de développer les meilleures expérimentations de ce laboratoire.

Les sujets théoriques décrits dans le manuel sont les suivants :

- Définitions générales
- Représentation graphique des systèmes de contrôle
- Subdivision des systèmes de contrôle
- Forme canonique des systèmes refoulés
- Fonctions canoniques et caractéristiques des systèmes de contrôle
- Analyse et conception de systèmes de contrôle
- Action proportionnelle (P)
- Action intégrale (I)
- Action dérivée (D)
- Action combinée PID
- Préparation du contrôleur

Les composants individuels sont représentés sur les panneaux avec les schémas de principe standard.

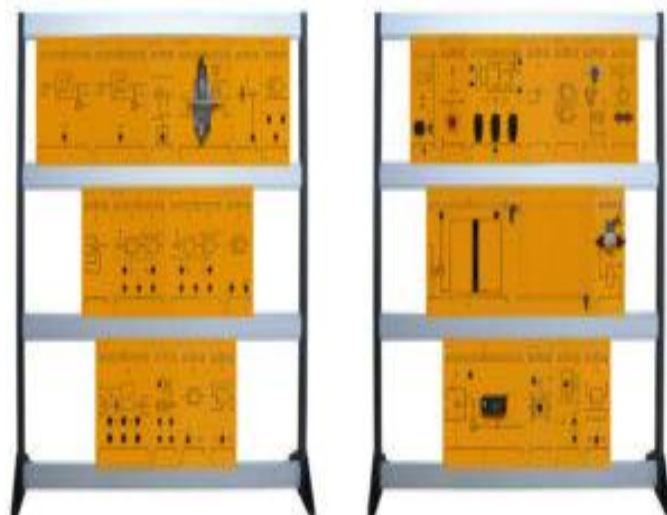
Le laboratoire a été fonctionnellement divisé en plusieurs sections, de sorte que l'étudiant puisse suivre un parcours pédagogique approprié, avec des difficultés croissantes de la théorie à la pratique. Les sections ont été configurées comme suit :

Principes fondamentaux de la technologie de contrôle automatique

| | |
|--|------------|
| <i>Processus</i> | <i>PRO</i> |
| <i>Contrôleurs</i> | <i>PID</i> |
| <i>Contrôle automatique continu</i> | <i>CAC</i> |
| <i>Contrôle automatique discontinu</i> | <i>DAC</i> |

Applications

| | |
|-----------------------------------|------------|
| <i>Contrôle d'un moteur à CC</i> | <i>MOT</i> |
| <i>Contrôle de la Température</i> | <i>TEM</i> |
| <i>Contrôle de la lumière</i> | <i>LUM</i> |
| <i>Contrôle du niveau</i> | <i>LEV</i> |
| <i>Contrôle du flux</i> | <i>FLO</i> |





PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LA TECHNOLOGIE DE CONTRÔLE AUTOMATIQUE

Processus - PRO

Dans ce chapitre expérimental, l'étudiant peut analyser les comportements typiques des processus : caractéristiques de transfert, comportement dans des conditions transitoires, constantes de temps, processus du premier et du deuxième ordre, processus d'ordre supérieur, temps mort, etc.

La connaissance des caractéristiques typiques du processus est extrêmement importante pour une approche correcte de la conception d'un système de contrôle.

Pour cette raison, avant d'étudier les comportements typiques des contrôleurs, il est nécessaire d'analyser toutes les caractéristiques possibles que le processus à contrôler peut pratiquement avoir.

Les processus analysés dans ce chapitre sont les suivants :

- Processus de type P
- Processus de type I
- Processus de type I²
- Processus du 1er ordre
- Processus d'ordre supérieur au 1^{er}

Contrôleurs - PID

Dans ce chapitre expérimental, l'étudiant peut analyser les caractéristiques et les comportements typiques des contrôleurs : linéarité, proportionnalité, comportement dynamique, gain, valeurs conventionnelles, fréquence critique, phase, etc.

Après avoir analysé les éléments individuels P, I et D, l'étudiant peut étudier leurs combinaisons PI, PD et PID et il peut mettre en place des configurations en série et en parallèle.

La connaissance des caractéristiques typiques des contrôleurs est extrêmement importante pour une approche correcte de la conception des systèmes de contrôle.

Les contrôleurs analysés dans ce chapitre sont les suivants :

- Contrôleur P
- Contrôleur I
- Contrôleur D
- Contrôleur PI
- Contrôleur PD
- Contrôleur PID

Contrôle Automatique Continu - CAC

Après les chapitres expérimentaux où les caractéristiques et les comportements typiques des processus et des contrôleurs ont été analysés en profondeur, nous ouvrons ici un nouveau chapitre dans lequel les processus et les contrôleurs sont correctement combinés pour simuler et étudier les problèmes les plus courants liés au contrôle automatique continu.

L'analyse des interactions entre les contrôleurs et les processus est compliquée par la présence possible de bruit ; parfois, ces derniers peuvent déclencher une série d'oscillations aux conséquences potentiellement sérieuses pour le processus.

Dans ce chapitre, en plus de l'analyse des interactions entre les contrôleurs et les processus, l'étudiant peut étudier les causes des instabilités mentionnées ci-dessus afin de trouver des solutions possibles.

Les sujets abordés dans ce chapitre sont les suivants :

- Contrôle P d'un processus de type P
- Contrôle P des processus des 1er, 2ème, 3ème et 4ème ordre
- Contrôle le 2e ordre et je tape les processus
- Contrôles P, PD, PI et PID d'un processus d'ordre élevé : stabilité et optimisation
- Contrôles P, PD, PI et PID d'un processus d'ordre élevé : préréglage des paramètres selon Ziegler-Nichols (méthode dynamique)



- Contrôles P, PD, PI et PID d'un processus d'ordre élevé : préréglage des paramètres selon Chien-Hrones-Reswick (méthode statique)
 - Contrôles P, PD, PI et PID d'un processus élevé : configuration en parallèle et en série
- Contrôle Automatique Discontinu - DAC

Après les chapitres expérimentaux où les caractéristiques et les comportements typiques des processus, des contrôleurs et des systèmes de contrôle automatique continus ont été analysés en profondeur, nous ouvrons ici un nouveau chapitre où les systèmes de contrôle automatique discontinus sont simulés et analysés ; dans ces systèmes, le contrôleur est composé d'un élément à intervention discontinue.

Un contrôleur discontinu est caractérisé par une sortie ayant deux ou plusieurs états fixes et sa valeur est commutée entre ces états en fonction de la valeur d'entrée.

Les sujets abordés dans ce chapitre sont les suivants :

- Contrôleur à deux positions, contrôleur à trois plages
- Techniques d'acquisition d'échantillons
- Contrôleur à deux positions dans un processus de 1ère commande
- Trois contrôleurs de gamme dans un processus de 2e ordre
- Contrôleur à deux positions avec retour différé dans un processus de 2e ordre
- Contrôleur à deux positions avec retour élastique dans un processus de 2e ordre
- Contrôle d'échantillonnage dans un processus de 4ème ordre

APPLICATIONS

À la fin des chapitres expérimentaux consacrés à l'analyse et à la mise à l'essai de : Processus, Contrôleurs, Contrôle automatique en continu, Contrôle automatique en discontinu, on peut considérer comme terminée l'acquisition des connaissances théoriques et expérimentales nécessaires à l'application pratique à réaliser sur des processus réels.

Les expériences de laboratoire proposées dans cette section forment un parcours de travail structuré à dessein afin de stimuler les étudiants à l'application de ce qui a été appris dans les chapitres précédents.

De cette manière, nous souhaitons impliquer les étudiants dans la recherche de la solution la mieux adaptée à ce type de contrôle du processus réel en cours d'évaluation.

Contrôle d'un moteur à courant continu - MOT

- Contrôles P, PI et PID de la vitesse d'un moteur à courant continu à l'aide de la méthode CHR

Contrôle de la température - TEM

- Contrôleur à deux positions dans le processus de température
- Contrôleur à deux positions avec retour différé dans le processus de température
- Contrôleur à deux positions avec retour élastique dans le processus de température
- Contrôleur à trois de plage dans le processus de température
- Contrôles P, PI et PID du processus de température en utilisant la méthode CHR

Contrôle de la lumière - LUM

- Contrôle P, PI et PID de la lumière en utilisant la méthode CHR

Contrôle de niveau - LEV

- Contrôles de niveau P, PI et PID

Contrôle de flux - FLO

- Contrôles de flux P, PI et PID



AUTOMATISATION ET CONTRÔLE



Liste des modules pour les expériences:

| MODULES | EXPERIENCES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------|----------|---------|------------|------------|---|
| | DL 2613 | DL 2614 | DL 2622 | DL 2670 | DL 2671 | DL 2672 | DL 2673 | DL 2674 | DL 2675 | DL 2676 | DL 2677 | DL 2678 | DL 2679 | DL 2680 | DL 2681 | DL 2682 | DL 2625 | DL 2684 | DL 2685 | DL 2686 | DL 2687 | DL 2688 | DL 2689 | DL 2690 | DL 2691 | DL 2692 | DL PS-MOD | DL PP-MOD | DL 2109D33 | DL ACTSW | DL 1893 | DL 1155ACT | DL 2100-3M | |
| PROCESSUS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Type P | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Type I | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Type I ² | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1er ordre | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Supérieur au 1er ordre | 1 | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2nd ordre | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| CONTRÔLEURS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrôleur P | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Contrôleur I | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Contrôleur D | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Contrôleur PI | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Contrôleur PD | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Contrôleur PID | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Contrôleur PID avec régulation d'offset | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| CONTRÔLE AUTOMATIQUE CONTINU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Régulation P, type de processus P | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Règlement P, process du 1er ordre et supérieur | 1 | 1 | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Régulation I, traitement 2ème ordre | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Régulation P, PD, PI et PID, processus de grand ordre | 1 | 1 | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Méthode de Ziegler-Nichols | 1 | 1 | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Méthode statique de Chien-Hrones-Reswick | 1 | 1 | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Configuration parallèle et en série | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| CONTRÔLE AUTOMATIQUE DISCONTINUE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrôleurs à 2 positions, contrôleurs à 3 plages | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Techniques d'acquisition et d'échantillonnage | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Contrôleur à 2 positions, processus de 1er ordre | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Contrôleur à 3 plages, processus de 2ème ordre | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Contrôleur à 2 positions, processus de 2ème ordre, retour différé | 1 | 1 | | | | | 1 | 2 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Contrôleur à 2 positions, processus du 2ème ordre, retour élastique | 1 | 1 | | | | | 1 | 2 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Contrôleur avec échantillonnage, processus du 4ème ordre | 1 | 1 | 1 | | | | | 2 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| CONTRÔLE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Régulation P, PI et PID de la vitesse dans un moteur à courant continu, méthode CHR | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Contrôle d'un générateur | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| CONTRÔLE DE LA TEMPÉRATURE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrôleur à 2 positions | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Contrôleur à 2 positions, retour retardé | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Contrôleur à 2 positions, retour élastique | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Contrôleur avec 3 plages | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | 1 | 2 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Régulation P, PI et PID de température, méthode CHR | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| CONTRÔLE DE LA LUMIÈRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Régulation P, PI et PID de lumière, méthode CHR | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| CONTRÔLE DE NIVEAU | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caractéristiques de la pompe | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Caractéristiques du système de mesure | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Caractéristiques du processus de niveau | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Contrôle de niveau avec ajusteur P | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Contrôle de niveau avec ajusteur PI | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Contrôle de niveau avec PID de réglage | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Contrôle de niveau avec un contrôleur à 2 positions | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| CONTRÔLE DE FLUX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caractéristiques du système de mesure | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Analyse des caractéristiques du contrôle de flux | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| TOTAL | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |