

Sommaire

| | |
|--|----|
| Introduction | 3 |
| CHAPITRE 1 - PRINCIPES DE LA RÉGULATION | 9 |
| 1. Les boucles de régulation..... | 9 |
| 1.1 Boucle fermée | |
| 1.2 Boucle ouverte | |
| 1.3 Boucle fermée alliée à une boucle ouverte | |
| 1.4 Les temps morts | |
| 1.5 Les inerties et constantes de temps | |
| 1.6 Le degré de difficulté d'une boucle | |
| 1.7 Boucle longue ou lente | |
| 1.8 Boucle courte ou rapide | |
| 1.9 Boucle courte alliée à une boucle longue | |
| 2. Les régulateurs..... | 18 |
| 2.1 Le tout ou rien | |
| 2.2 Le proportionnel P | |
| 2.3 L'intégral I | |
| 2.4 Le proportionnel et intégral PI | |
| 2.5 Régulation en cascade P + PI ou PI + PI | |
| 2.6 L'action dérivée D | |
| 2.7 Le proportionnel dérivé PD | |
| 2.8 Le proportionnel intégral dérivé PID | |
| 2.9 Le flottant | |
| 2.10 Le paramétrage des régulateurs | |
| 3. Les organes de réglage..... | 39 |
| 3.1 Les vannes | |
| 3.1.1 Pression différentielle dans une vanne | |
| 3.1.2 Différents types de vannes et caractéristiques | |
| 3.1.3 Autorité | |
| 3.1.4 Montage des vannes 3 voies | |
| 3.1.5 Détermination du diamètre des vannes de régulation | |
| 3.1.6 Tableau de vannes de régulation | |
| 3.1.7 Coefficient de débit Kvs | |
| 3.1.8 Notes sur les vannes 4 voies | |
| 3.2 Les servomoteurs | |
| 3.2.1 Pour vanne | |
| 3.2.2 Pour volet | |
| 3.3 Les programmeurs à étages | |
| 3.4 Les triacs | |
| 4. Les détecteurs-sondes ou capteurs..... | 51 |
| 4.1 Les sondes de température | |
| 4.2 Emplacement des sondes d'ambiance, extérieure, de départ (à plongeur - d'applique), de gaine, de fenêtre | |
| 4.3 Sonde d'ambiance ou sonde de reprise | |
| 4.4 Sonde d'ensoleillement et son emplacement | |
| 4.5 Sonde de vent et son emplacement | |
| 4.6 Sonde d'humidité relative | |
| 4.7 Sonde d'humidité absolue et d'enthalpie | |
| 4.8 Sonde de pression | |
| 4.9 Sonde de pression différentielle | |
| 4.10 Sonde de vitesse | |
| 4.11 Sonde de qualité d'air | |
| 4.12 Sonde de présence | |
| 4.13 Les thermostats, hygromètres, pressostats | |
| 4.14 Les robinets thermostatiques | |
| CHAPITRE 2 - RÉGULATION PROGRAMMATION DU CHAUFFAGE | 69 |
| 1. Chauffage individuel..... | 69 |
| 1.1 Chauffage à eau chaude | |
| 1.1.1 Thermostat d'ambiance à action sur brûleur ou chaudière murale | |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.1.2 | Thermostat d'ambiance à horloge à action sur brûleur ou chaudière murale | |
| 1.1.3 | Sonde d'ambiance avec régulateur et horloge incorporés à action sur une vanne mélangeuse 3 voies | |
| 1.1.4 | Régulation tout ou rien ou régulation progressive ? | |
| 1.1.5 | Régulateur de température ambiante avec sondes d'ambiance et de départ à action sur vanne mélangeuse 3 voies | |
| 1.1.6 | Régulateur de température ambiante avec compensation en fonction de la température extérieure à action sur vanne mélangeuse | |
| 1.1.7 | Choix entre une régulation d'ambiance et une régulation en fonction de la température extérieure | |
| 1.1.8 | Régulateur de température de départ en fonction de l'extérieur à action sur une vanne mélangeuse 3 voies | |
| 1.1.9 | Régulateur de température de départ en fonction de la température extérieure à action sur une vanne mélangeuse 3 voies et sur le brûleur de la chaudière | |
| 1.1.10 | Régulateur prenant en compte la régulation d'un circuit de chauffage, de la chaudière et de la production d'E.C.S. | |
| 1.1.11 | Régulation d'une installation avec plancher chauffant | |
| 1.1.12 | Régulation d'une installation mixte chaudière fuel, chaudière bois | |
| 1.2 | Chauffage à l'électricité | |
| 1.2.1 | Chauffage électrique direct | |
| 1.2.1.1 | Régulation programmation centralisées | |
| 1.2.1.2 | Régulation programmation de zone (zone jour, zone nuit) | |
| 1.2.1.3 | Programmation par fil pilote | |
| 1.2.2 | Chauffage base + appoint | |
| 2. | Chauffage collectif..... | 76 |
| 2.1 | Chauffage collectif à eau chaude | |
| 2.1.1 | Régulation de température de départ en fonction de la température extérieure à action sur brûleur | |
| 2.1.2 | Régulation de température de départ en fonction de la température extérieure à action sur vanne pour radiateur ou convecteur | |
| 2.1.3 | Régulation de température de départ en fonction de la température extérieure à action sur vanne pour panneaux de sol ou planchers chauffants | |
| 2.1.4 | Régulation de température de départ en fonction de la température extérieure pour la distribution plus régulation sur les émetteurs | |
| 2.1.5 | Loi de correspondance entre la température de départ et la température extérieure | |
| 2.1.6 | Loi auto-adaptative et coefficient de courbure | |
| 2.1.7 | Intérêt de la sonde de limite basse de la température de retour à la chaudière | |
| 2.1.8 | Fonction de température de non-chauffage. Arrêt des installations de chauffage | |
| 2.1.9 | Fonction de temporisation et de marche périodique des pompes et commutation automatique des pompes jumelées | |
| 2.1.10 | Fonction de détection de pannes 2.1.11 Fonction de communication | |
| 2.1.12 | Fonction de programmation par horloge analogique ou numérique | |
| 2.1.13 | Fonction programmation d'intermittence par optimisation | |
| 2.1.14 | Mise en séquence des générateurs | |
| 2.1.15 | Systèmes biénergie | |
| 2.1.16 | Le système de chauffage individuel centralisé " CIC " | |
| 2.1.17 | Les sous-stations de réseaux de chaleur | |
| 2.1.17.1 | Installations de chauffage à distance dont la température au primaire est inférieure à 110 °C | |
| 2.1.17.2 | Installation de chauffage à distance dont la température au primaire est égale ou supérieure à 110 °C (eau surpressée ou vapeur) | |
| 2.2 | Chauffage collectif à l'électricité | |
| 2.2.1 | Chauffage mixte base + appoint | |
| 2.2.2 | Chauffage direct | |

CHAPITRE 3 - RÉGULATION DE LA PRODUCTION COLLECTIVE D'EAU CHAUDE SANITAIRE.....103

| | | |
|-----|---|-----|
| 1. | Production par accumulation..... | 103 |
| 2. | Production instantanée..... | 103 |
| 3. | Production semi-instantanée..... | 104 |
| 4. | Pourquoi des régulateurs électroniques pour les productions d'E.C.S. instantanées ou semi-instantanées ?..... | 104 |
| 5. | Solaire..... | 106 |
| 5.1 | Charge du stockage solaire | |
| 5.2 | Passage par le stockage d'appoint | |
| 6. | Mitigeage..... | 106 |

CHAPITRE 4 - RÉGULATION DE LA VENTILATION.....107

| | | |
|----|---|-----|
| 1. | Ventilation tout air neuf et contrôle de la température de soufflage - rôle du thermostat antigel..... | 108 |
| 2. | Ventilation tout air neuf et contrôle de la température de soufflage en fonction de la température extérieure..... | 109 |
| 3. | Ventilation tout air neuf et contrôle de la température ambiante (ou de reprise) avec limite basse de température de soufflage..... | 109 |

| | |
|--|------------|
| 4. Ventilation avec volets de mélange et contrôle de la température ambiante ou de reprise avec limite basse de la température de soufflage..... | 111 |
| 5. Ventilation du hall d'une piscine..... | 111 |
| 6. Ventilation avec batterie électrique..... | 112 |
| CHAPITRE 5 - RÉGULATION DES SYSTÈMES DE CONDITIONNEMENT D'AIR..... | 113 |
| 1. Les climatiseurs individuels..... | 113 |
| 2. Les armoires autonomes..... | 113 |
| 3. Caisson avec batterie chaude, batterie froide pour l'amenée d'air neuf..... | 114 |
| 4. Caisson avec batterie chaude, batterie froide à détente directe..... | 115 |
| 5. Caisson avec batterie chaude électrique, batterie froide à détente directe..... | 116 |
| 6. Caisson avec batterie chaude, batterie froide et volets de mélange..... | 117 |
| 7. Caisson avec batterie chaude, batterie froide et récupérateur..... | 118 |
| 8. Caisson avec batterie chaude à eau, batterie à détente directe et volets de mélange..... | 120 |
| 9. Climatisation complète par contrôle de la température, de l'humidité relative et de la qualité d'air avec volets de mélange, batterie froide, batterie chaude et humidificateur à vapeur..... | 121 |
| 10. Climatisation complète en tout air neuf par contrôle de la température et de l'humidité relative..... | 123 |
| 11. Régulation des salles blanches..... | 125 |
| 12. Régulation de zones avec caisson central et plusieurs batteries terminales..... | 127 |
| 13. Régulation des systèmes VAV (à Volume d'Air Variable) avec boîtes de détente..... | 129 |
| 13.1 Comment se présente un système V.A.V. ? | |
| 13.2 Régulation de la préparation de l'air primaire soufflé | |
| 13.3 Mélange air neuf-air repris | |
| 13.4 Rôle du thermostat antigel | |
| 13.5 Rôle de la sonde d'humidité | |
| 13.6 Réglage de la pression dans la gaine principale | |
| 13.7 Commande du ventilateur d'extraction | |
| 13.8 Régulation de la température ambiante sur les unités terminales | |
| 13.9 Autres possibilités d'économies réalisables avec une installation V.A.V. | |
| 14. Régulation des pompes à chaleur réversibles sur boucle d'eau..... | 139 |
| 15. Régulation d'une tour de refroidissement..... | 140 |
| 16. Régulation de la production de chaud et de froid pour ventilo-convecteurs à deux tuyaux (système change over)..... | 141 |
| 17. Régulation des unités terminales (ventilo-convecteurs)..... | 142 |
| 17.1 Système deux tubes avec changement de régime été-hiver | |
| 17.2 Système à 4 tubes | |
| 17.3 Système 2 tubes 2 fils | |
| 17.4 Système 2 tubes avec change over et deux fils | |
| 17.5 Système 4 tubes 2 fils | |
| 18. Régulation des systèmes à débit constant à double gaine avec boîte de mélange..... | 147 |
| 19. Système communicant pour la gestion et la régulation des unités terminales (ventilo-convecteurs, boîtes de détente, boîtes de mélange)..... | 148 |
| 20. Refroidissement nocturne..... | 148 |
| 21. Caisson d'amenée d'air hygiénique équipée d'une pompe à chaleur réversible et d'une batterie électrique..... | 149 |
| 22. Module de traitement d'air (MTA)..... | 151 |
| 23. Système à débit variable de fluide frigorigène..... | 152 |
| 24. Mise en séquence des machines frigorifiques..... | 153 |
| 25. Régulation d'installation de climatisation avec machine à absorption..... | 154 |
| 26. Rafraîchissement par pulvérisation d'eau..... | 155 |
| 27. Montage des batteries de chaud primaire pour leur protection antigel et des batteries de froid pour la déshumidification..... | 156 |
| 27.1 Montage des batteries de préchauffage | |
| 27.2 Montage des batteries froides pour la déshumidification | |
| 28. Planchers chauffants-rafraîchissants..... | 157 |
| 29. Sous-station de réseau d'eau glacée..... | 158 |
| 30. Conclusion..... | 159 |

Introduction

Le but de la régulation est de maintenir à une valeur désirée fixe ou variable (point de consigne), une grandeur physique ou grandeur réglée comme la température, l'humidité relative, la pression, la pression différentielle, etc., soumise à des perturbations en mesurant sa valeur et par comparaison avec le point de consigne en agissant sur un organe de réglage (actionneur) pour éliminer l'écart constaté et ceci quand on veut et où l'on veut, ce qui permet d'assurer le "bien-être" thermique au moindre coût.

Il faut absolument s'imprégner de la constatation suivante: la régulation ne pourra donner satisfaction que si un bon équilibrage hydraulique et aéraulique de l'installation a été préalablement réalisé.

D'autre part la régulation ne pourra pas corriger un manque de puissance du fait du mauvais calcul de l'installation.

Si ces considérations sont prises en compte, on peut prédire qu'une grande partie des problèmes qui pourraient se présenter sur l'installation seront résolus.