

Principes de base des systèmes de contrôle des procédés et de l'automatisation

- Mesure des variables essentielles au contrôle des procédés - Température

Vos objectifs :

À la fin de cette leçon, vous devriez être en mesure de comprendre les facteurs importants liés aux variables de température.

L'une des variables essentielles au **contrôle des processus** est la **température**, c'est pourquoi elle doit être rigoureusement surveillée pour garantir à la fois la stabilité de la température et la cohérence des données. Cela s'explique par le fait qu'un seul lot peut nécessiter un contrôle rigoureux de la température, qui peut inclure une montée en **puissance rapide** sur une large plage de températures. Les lots à température unique, peuvent nécessiter un chauffage et un refroidissement tout au long du processus afin de maintenir une température stable et précise, en fonction de la réaction souhaitée.

Les températures de culture sont généralement contrôlées dans une plage de précision de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Les mesures de température sont effectuées à l'aide de capteurs Pt100 en acier inoxydable. La température dans les bioréacteurs de laboratoire est contrôlée de deux manières :

1. Un élément chauffant se trouve à l'intérieur de la cuve du bioréacteur. Le refroidissement est assuré par des tuyaux à paroi mince, contenant de l'eau de refroidissement, situés à l'intérieur du couvercle supérieur de la cuve. Une vanne électromagnétique est reliée à ces tuyaux.
2. Le chauffage et le refroidissement sont gérés par thermostat. L'eau circule à travers le thermostat à l'aide d'une pompe dans l'enveloppe du bioréacteur.

La variante 1 est moins complexe et assure une solution plus économique, mais constructive. Cette variante fonctionne efficacement pour les petits bioréacteurs d'un volume allant jusqu'à environ 5 litres.

La variante 2 assure une répartition plus homogène de la chaleur à l'intérieur du bioréacteur, ce qui est essentiel pour la culture des micro-organismes.

La cause principale d'un éventuel manque d'uniformité de la température pendant la régulation de la température est l'entrée incorrecte des paramètres PID (régulateur proportionnel-intégral-dérivé). Cela se traduit sur un graphique par des oscillations de température. La principale difficulté rencontrée lors d'une tentative de régulation précise de

la température est que la partie minimale de l'eau de refroidissement peut être réglée trop haut, ce qui oblige à réajuster les vannes de la ligne d'alimentation en eau de refroidissement. Un autre facteur pour la précision de la régulation est la surface et la densité de la surface de transfert de chaleur. En effet, si la température de l'inertie est élevée, il est plus difficile d'atteindre une plus grande précision.

Principe de fonctionnement du capteur Pt100

Une Pt100 est un capteur utilisé pour mesurer les températures. Il s'agit d'un des nombreux types de capteurs qui font partie d'un groupe appelé détecteurs de température à résistance, ou RTD.

Avant d'expliquer le fonctionnement du capteur, il convient d'examiner la terminologie utilisée, car elle est essentielle pour identifier et distinguer les (divers) capteurs.

Le type de capteur Pt100 identifie deux éléments d'information importants sur le capteur. "Pt" est le symbole chimique du platine, ce qui indique que le capteur est à base de platine. La deuxième partie, "100", se rapporte à la résistance du dispositif à 0°C. Dans ce cas, il s'agit de 100Ω. Les variations dans les noms de capteurs impliquent d'autres matériaux utilisés, comme le nickel (Ni) et le cuivre (Cu), ainsi que différentes valeurs de résistance, (par exemple, 50Ω, 500Ω et 1000Ω). En d'autres termes, d'autres capteurs peuvent être identifiés comme Cu100, Ni120 ou Pt1000.

La raison pour laquelle un capteur entre dans une catégorie appelée détecteurs de température à résistance, y compris le Pt100, est que la "résistance" désigne la valeur de température lorsqu'on applique un changement de résistance. Pour une Pt100, la résistance à 0°C est de 100Ω. Et à 100°C, elle est de 138,5Ω. Ainsi, la variation de la résistance, à chaque changement de degré Celsius, s'élève à 0,385Ω.

Contrôle continu du système de température

Le but du système de température est de contrôler la température de la cuve à un (1) degré près du point de consigne afin d'optimiser l'environnement pour la réplique cellulaire.

Le système de contrôle de la température se compose de deux éléments :

- Des **sondes** de température, qui fournissent un retour d'information depuis l'intérieur du bioréacteur,
- Un ou plusieurs **échangeurs** de chaleur qui réchauffent ou refroidissent l'extérieur du bioréacteur qui, à son tour, réchauffe ou refroidit le contenu de la cuve.

Sondes de température

Le **contrôleur de processus** informatisé reçoit les données de température des sondes de température situées à l'intérieur du bioréacteur (cuve). Si la température est trop chaude ou trop froide, le contrôleur signale à l'échangeur de chaleur ou refroidisseur d'eau de réchauffer ou de refroidir la cuve en conséquence.

