

Chapitre 1: Généralités sur les appareils de mesure

1- Définition de mesure:

Evaluation d'une grandeur par comparaison avec une grandeur de référence de même espèce. Grandeur ainsi évaluée.

2- But:

Les appareils de mesure permettent de connaître certains points d'une fabrication. Ils donnent la possibilité d'agir sur le procédé de fabrication de manière à obtenir la qualité et la quantité de produits finis conformément à certaines spécifications dans les meilleures conditions de sécurité et de rendement avec un prix de revient minimum. Pour cela les appareils donnent une information permettant d'effectuer des contrôles.

Dans certains cas on utilise les appareils de mesure pour agir sur des servomécanismes, corrigeant automatiquement la marche du procédé de fabrication en fonction de certains critères établis à l'avance. Ces dispositifs automatiques portent le nom général de régulation automatique.

- On entend par mesure l'expression d'une grandeur quelconque, elle s'exprime généralement par un nombre suivi d'un symbole, le nombre donne la valeur de la grandeur mesurée, le symbole sa nature.

- **Exemple:** 10 kg/cm^2 , 10 exprime la valeur d'une pression mesurée en kg/cm^2 , ici c'est le symbole kg/cm^2 qui indique qu'il s'agit d'une pression. ($\text{Bar} = 1.0197 \text{ kg/cm}^2$).

3- Principes d'une mesure :

Un appareil de mesure, on dit aussi appareil de contrôle, peut être basé sur plusieurs méthodes sont :

- directe
- indirecte
- d'opposition

Méthode directe:

Une mesure est à méthode directe lorsque la quantité à mesurer, on dit aussi la variable, est évaluée par comparaison avec une grandeur connue de même valeur.

Exemple : mesure d'une longueur avec un mètre étalon, un pied à coulisse, etc...

Méthode indirecte:

Une mesure est à méthode indirecte lorsque la variable est évaluée par comparaison avec une grandeur connue de nature différente, et que par l'intermédiaire d'une loi connue on revient à la valeur de la variable.

Exemple: distance E entre deux villes A et B, pour cela on mesure le temps t mis pour parcourir E avec une vitesse v constante, est par la loi $E = v.t$ on revient à E.

Méthode d'opposition:

Dans ce cas on oppose à la variable une grandeur connue telle que leur différence soit nulle.

Exemple: balance à double plateau, on place dans un plateau la grandeur à mesurer, dans l'autre des poids p . Jusqu'à obtention de l'équilibre, à ce moment la différence étant nulle connaissant p on peut déterminer la grandeur à mesurer.

Nota: une mesure par opposition peut être en même temps directe ou indirecte.

Exemple: dans le cas de la balance la méthode est directe par opposition la valeur de p donne la grandeur à mesurer.

4- Fonction d'un appareil de mesure ou de contrôle:

L'appareil peut remplir une ou plusieurs fonctions qui sont :

- Indication
- Enregistrement
- Intégration
- Signalisation
- Régulation

Indicateur :

L'appareil est indicateur lorsqu'il donne la mesure par l'intermédiaire d'une aiguille se déplaçant sur un cadran gradué.

Enregistreur:

Cet appareil donne la mesure par inscription sur un papier (diagramme) portant les graduations et se déroulant en fonction d'une deuxième variable généralement le temps. L'aiguille est souvent constituée par un stylet jouant le rôle de plume. Dans d'autres systèmes l'enregistrement se fait par points, chiffres, etc...

Intégrateur:

Cet appareil donne la somme des mesures instantanées.

Exemple: les compteurs à gaz, à eau, électriques.

Signalisation:

Ce type d'appareil donne un signal sonore, lumineux, ou autres... lorsque la variable atteint une valeur critique à l'avance.

Régulateur:

La mesure est utilisée pour commander un servomécanisme effectuant les corrections nécessaires pour maintenir la variable à une valeur stable choisie à l'avance.

5- Constitution globale d'un appareil de mesure:

En général il se compose de 3 élément principaux :

- Elément primaire
- Elément secondaire
- Elément final

Elément primaire :

C'est l'élément sensible capable de recueillir une énergie au sein de la variable.

Exemple : le diaphragme dans une mesure de débit permet d'obtenir une pression différentielle fonction du débit.

Elément secondaire :

Transforme en général l'énergie prise par l'élément primaire en un travail mécanique, ou un déplacement.

Elément final :

Transforme en général la mesure en une indication exploitable.

6- Qualités d'un appareil de mesure :

Les qualités que doit présenter un appareil de mesure sont principalement au nombre de trois, ce sont :

La précision :

un appareil de contrôle est précis quand il indique avec le minimum d'erreur commise à l'étalonnage et l'étendue de l'appareil .

Exemple : pour un manomètre de 0 à 50 kg/cm² d'étendue dont la précision est de 0.2 % , l'erreur commise à l'étalonnage sera de $(50-0) \times 0.002 = 0.1 \text{ kg/cm}^2$.

La fidélité :

un appareil est fidèle lorsque pour deux mesures consécutives de la même valeur de la variable on obtient la même mesure. il ya une notion de temps qui intervient. Si les deux mesures se font à des intervalles de temps importants, la valeur de mesure devra être identique, si non l'appareil présentera le défaut de dérive, il peut provenir d'un dérèglement, ou de vieillissement.

Exemple : un manomètre mesure 3 kg/cm^2 sans erreur, 3 mois plus tard pour la même valeur de la variable il indique seulement 2.9 kg/cm^2 , la dérive est de 0.1 kg/cm^2 .

La sensibilité :

un appareil est sensible lorsqu'une toute petite variation de la variable donne un changement appréciable de l'indication.

7- Caractéristiques d'étalonnage :

L'étalonnage statique d'un appareil est déterminé par trois critères principaux :

- Le zéro
- L'échelle
- La linéarité

Le zéro :

On appelle zéro d'un appareil la valeur de l'indication qui correspond à une valeur nulle ou minimale de la variable.

Exemple : appareil de 0 à 50 kg/cm^2 , lorsque la variable est zéro l'indication doit être zéro.

Exemple : appareil de 10 à 60 kg/cm^2 , si la variable est 10 kg/cm^2 l'indication être à 10 kg/cm^2 .

Si ces conditions, l'une ou l'autre selon les cas, ne sont pas remplies l'appareil présente une erreur de zéro. On dit que le zéro est décalé. On dit aussi zéro fort ou faible selon que l'indication est en dessus ou en dessous.

Le zéro se rattrape en général dans les appareils mécaniques par décalage de l'aiguille ou de l'élément primaire.

Echelle :

Si un appareil est gradué d'un minimum (m) à un maximum (M) l'échelle va de m à M (m et M sont les graduations portées sur le cadran ou le diagramme).

L'étendue d'échelle est la différence entre M et m.

Exemple : manomètre de 10 à 60 kg/cm^2 . Echelle de 10 à 60 kg/cm^2 , étendue d'échelle $60 - 10 = 50 \text{ kg/cm}^2$.

Un appareil, juste à zéro, est correct (on dit aussi en étendue) lorsque la variable étant au maximum mesurable par l'appareil, l'indication est, elle aussi, au maximum.

Le défaut correspondant est un excès ou un manque d'étendue – on dit aussi excès ou manque d'échelle ou encore erreur de multiplication.

La correction se fait en général dans les appareils mécaniques en allongeant ou en raccourcissant un levier.

Linéarité :

Un appareil est linéaire lorsque, étant juste à zéro et en étendue, la variable prend les valeurs de 25%, 50%, 75% de l'étendue, l'indication prend les mêmes valeurs de 25%, 50%, 75% de l'étendue.

8- Unités de mesure :

Unités de base du SI

Grandeur de base		Unité SI de base	
Nom de la grandeur de base	Symbole	Nom de la unité SI de base	Symbole
longueur	$l, x, r, \text{etc.}$	<u>mètre</u>	m
masse	m	<u>kilogramme</u>	kg
temps, durée	t	<u>seconde</u>	s
courant électrique	I, i	<u>ampère</u>	A
température thermodynamique	T	<u>kelvin</u>	K
quantité de matière	n	<u>mole</u>	mol
intensité lumineuse	I_v	<u>candela</u>	cd

Grandeurs physiques dérivées du SI avec leurs dimensions, unités et symboles

Grandeur physique	Nom de l'unité	Symbole de l'unité	Expression	Relation
Fréquence	hertz	Hz	s^{-1}	Fréquence = 1 / période
Force	newton	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$	Force = masse $\times$ accélération
Pression	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$	Pression = force / surface
Travail, énergie et quantité de chaleur	joule	J	$N \cdot m$	Travail = force $\times$ distance Energie cinétique = masse $\times$ vitesse ² / 2
Puissance et flux thermique	watt	W	$J \cdot s^{-1}$	Puissance = travail / temps