

Chapitre 1 : Généralités et notions de base sur la mesure

1. Introduction

En métrologie, souvent mesurer c'est comparer.

Les résultats des mesures servent à prendre des décisions :

- Acceptation d'un produit (mesure des caractéristiques, des performances),
- Réglage d'un instrument de mesure, validation d'un procédé,
- Réglage d'un paramètre dans le cadre d'un contrôle d'un procédé de fabrication,
- Validation d'une hypothèse,
- Définition des conditions de sécurité d'un produit ou d'un système.

Un résultat de mesure s'écrit sous la forme : $X = |X| [X]$

Où X est le nom de la grandeur physique, [X] représente l'unité et |X| est la valeur numérique de la grandeur exprimée dans l'unité choisie.

2. Définitions

- **Grandeur (mesurable)** : attribut d'un phénomène, d'un corps ou d'une substance susceptible d'être distinguée qualitativement et déterminée quantitativement
- **Unité de mesure** : c'est une grandeur particulière, définie par convention, à laquelle on compare les autres grandeurs de même nature pour les exprimer quantitativement.
- **Mesurage** : ensemble des opérations ayant pour but de déterminer une valeur d'une grandeur.
- **Mesurande** : grandeur particulière soumise à mesurage.
- **Incertitude de mesure** : paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient être attribuées au mesurande.
- **Etalon de mesure** : dispositif auquel on doit se fier pour contrôler l'exactitude des résultats fournis par un appareil de mesure.

3. Grandeurs électriques et unités de mesure

a. Grandeurs électriques

Les principales grandeurs électriques qu'un technicien est amené à mesurer sont les suivants :

- La tension ou ddp entre 2 points,
- L'intensité d'un courant dans une branche d'un circuit,

- La résistance d'un dipôle,
- La capacité d'un condensateur,
- L'inductance d'une bobine,
- La puissance dissipée dans un circuit,
- La fréquence et la période d'un signal.

b. Grandeurs et unités de base dans le système SI :

Les grandeurs électriques et leurs unités de base dans le système international (SI) sont données par le tableau suivant :

Grandeur	Symbole	Unité	Symbole	Appareil de mesure
Tension (d.d.p)	U	Volt	V	Voltmètre
f.é.m. ou f.c.m.	E	Volt	V	Voltmètre
Courant	I	Ampère	A	Ampèremètre
Puissance active	P	Watt	W	Wattmètre
Puissance réactive	Q	Volt ampère réactive	VAR	Var mètre
Puissance apparente	S	Volt ampère	VA	
Énergie ou travail	E ou W	kilo Watt heure ou Joule	KWh ou J	Compteur d'énergie
Résistivité	ρ	Ohm-mètre	Ωm	
Résistance	R	Ohm	Ω	Ohmmètre
Réactance	X	Ohm	Ω	Pont d'impédances
Impédance	Z	Ohm	Ω	Pont d'impédances
Capacité	C	Farad	F	Capacimètre
Inductance	L	Henry	H	Henry mètre
Période	T	Seconde	S	Période mètre
Fréquence	F	Hertz	Hz	Fréquencemètre
Température	T	Degrés Celsius	$^{\circ}\text{C}$	Thermomètre
Pression	P	Pascal	Pa (ou bar)	Baromètre
Chaleur	Q	Calorie	Cal	Calorimètre
Éclairement	E	Luxe	Lux	Luxmètre
Intensité lumineuse	I	Candela	Cd	Candela mètre
Vitesse de rotation	Ω ou N	Tour par minute	tr/mn	Tachymètre
Induction magnétique	B	Tesla	T	Tesla mètre
Flux d'induction	Φ	Weber	Wb	Flux mètre
Pulsation	ω	Rad par seconde	Rad/s	

Déphasage	φ	degré ou radian	($^{\circ}$) ou (rad)	phasemètre
Tableau 1 : Grandeurs et unités de mesure				

c. Equivalences des unités traditionnelles et les unités légales :

Grandeurs	Unités traditionnelles	Unités légales
Force	1 Kgf	9,8 N
	0.102 Kgf	1 N
Pression	1 Kgf/m ²	9.8 Pa
	0.102 Kgf/m ²	1 Pa=10 ⁻⁵ bar
Energie	1 cal	4.1855 J
	0.2389 cal	1 J
	1 Kcal	1.163 Wh
	0.860 Kcal	1 Wh= 3600J
Puissance	1 Kcal/h	1.163 W
	0.860 Kcal/h	1 w

4. Multiples et sous multiples des unités

a. Multiples des unités

Préfixe du nom de l'unité	Symbole à placer devant celui de l'unité	Multiplicateur de l'unité
Yotta	Y	10 ²⁴
Zetta	Z	10 ²¹
Exa	E	10 ¹⁸
Péta	P	10 ¹⁵
Téra	T	10 ¹²
Giga	G	10 ⁹
Méga	M	10 ⁶
Kilo	K	10 ³
Hecto	h	10 ²
déca	da	10 ¹

Tableau 1 : Multiples des unités

b. Sous multiples des unités

Préfixe du nom de l'unité	Symbole à placer devant celui de l'unité	Multiplicateur de l'unité
déci	d	10 ⁻¹
centi	c	10 ⁻²

milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}
zepto	z	10^{-21}
yocto	y	10^{-24}

Tableau3 : Sous multiples des unités

Remarque :

Quelques unités d'origine anglo-saxonne sont également très utilisées :

- ✓ Le pouce (inch) : 1 in = 2,54cm = 25.4mm ;
- ✓ Le pied (foot) : 1ft = 12pouce = 30,5cm = 0.305m ;
- ✓ La livre (pound) : 1lb = 453.6g ;
- ✓ Le mile : 1mi = 5280ft = 1609m = 1,609km ;
- ✓ Le mil : 1mil = 10^{-3} in = 25.4 μ m ;
- ✓ 1cheval : 1CV = 735,499W.

5. Les appareils de mesure

Dans le domaine électrique et électronique, les appareils de mesure utilisés sont :

- le voltmètre pour mesurer des tensions,
- l'ampèremètre pour mesurer des intensités,
- le wattmètre pour mesurer des puissances,
- l'ohmmètre pour mesurer des résistances,
- le fréquencemètre pour la mesure de fréquence, de période et des temps
- l'oscilloscope pour visualiser la forme d'une onde et d'obtenir de nombreux renseignements (amplitude, période...).

Le voltmètre, ampèremètre, et ohmmètre sont souvent regroupés en un seul appareil appelé *multimètre*.

Ces appareils se trouvent sous la forme analogique et sous la forme numérique.

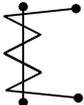
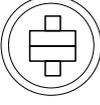
a. Les appareils de mesure analogiques

Ce sont des appareils à déviation ou à aiguille. On distingue plusieurs types.

- *Appareil magnéto-électrique*
- *Appareil ferromagnétique*
- *Appareil électrodynamique*
- *Appareil électrostatique*
- *Appareil thermique*

b. Symboles portés sur les cadrants des appareils de mesure analogique

Sur le cadran d'un appareil de mesure analogique, le constructeur indique souvent, le type de l'appareil, la nature du courant, la tension d'isolement, la position de lecture, la classe de précision, la sensibilité, etc....

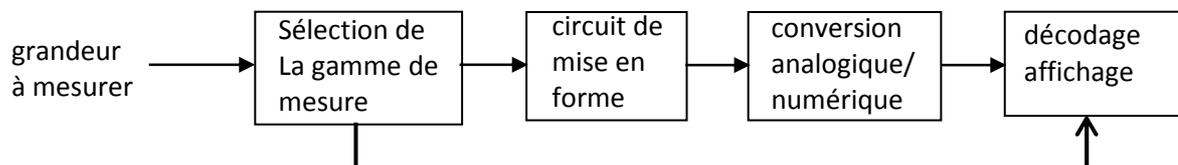
Symbole	Signification	Symbole	Signification
	<i>Courant continu</i>		<i>Appareil magnéto-électrique</i>
	<i>Courant alternatif</i>		<i>Magnétoélectrique avec redresseur</i>
	<i>Courant continu et alternatif</i>		<i>Appareil ferromagnétique</i>
	<i>Position de lecture verticale</i>		<i>Appareil électrodynamique</i>
	<i>Position de lecture horizontale</i>		<i>Appareil ferrodynamique</i>
	<i>Position de lecture inclinée</i>		<i>Appareil à induction</i>
ex : 50Hz...100KHz	<i>Bande passante</i>		<i>Appareil électrostatique</i>
	<i>Tension d'isolement : 500V</i>		<i>Appareil thermique</i>
	<i>Tension d'isolement : 1KV</i>	0,5 ou 1 ou 2	<i>Classe de précision de l'appareil : 0,5% ou 1% ou 2%</i>

★ I				<i>du calibre</i>
--------	--	--	--	-------------------

c. Les appareils de mesure numériques

Les appareils de mesure numériques sont de plus en plus utilisés du fait de leur fiabilité, leur précision, leur robustesse et leur facilité de lecture. Ils sont aussi de moins en moins chers et deviennent même compétitifs avec les appareils analogiques de bas de gamme.

Le schéma fonctionnel d'un appareil de mesure numérique est :



6. Étalonnage des appareils de mesure:

Après un temps d'exploitation, les indications d'un appareil de mesure sont erronées, il faut apporter aux mesures des corrections. L'étalonnage d'un appareil de mesure est l'opération qui consiste à contrôler ses indications par comparaison avec un autre appareil dit « étalon ».

D'où le besoin d'un certain nombre d'étalons pour réaliser les mesures et vérifier les instruments qui doivent être précis et stable. Il existe des unités au niveau mondial pour fabriquer les étalons (par exemple BNM : Bureau National de Métrologie).

La précision de l'appareil à étalonner résulte de la méthode d'étalonnage utilisée et de la précision des appareils étalons employés.

Parmi les étalons qui nous intéressent particulièrement on peut citer :

a. Étalonnage d'un ampèremètre

L'appareil à étalonner A_x et l'appareil étalon A_E sont tous deux insérés en série dans un circuit parcouru par une intensité, réglable I dont la valeur maximale sera celle du calibre des deux appareils. Pour chaque valeur choisie sur l'appareil A_x on relèvera la valeur exacte correspondante sur l'appareil A_E . On déduira la correction en dressant un tableau

b. Étalonnage d'un voltmètre

L'appareil à étalonner V_x est monté en parallèle avec l'étalon V_E aux bornes d'une source de tension réglable.