
CHAPITRE 1

SIGNAUX ET SYSTEMES – APPAREILS DE MESURE

1.	NOTION DE SIGNAL DÉTERMINISTE.....	2
2.	CARACTÉRISTIQUES USUELLES DES SIGNAUX.....	3
2.1	VALEUR INSTANTANÉE.....	3
2.1.1	<i>Signal continu ou constant</i>	3
2.1.2	<i>Signal périodique</i>	3
2.1.3	<i>Signal sinusoïdal</i>	3
2.2	VALEUR MOYENNE.....	3
2.3	VALEUR EFFICACE.....	4
3.	LES SIGNAUX ÉLECTRIQUES.....	4
3.1	LA TENSION.....	4
3.2	LE COURANT	4
3.3	PUISSANCE ET ÉNERGIE	5
3.3.1	<i>Puissance instantanée</i>	5
3.3.2	<i>Puissance moyenne</i>	5
3.3.3	<i>Energie</i>	5
3.4	GAMME DES COURANTS ET TENSIONS MIS EN JEU EN ÉLECTRONIQUE.....	5
3.4.1	<i>Courant</i>	5
3.4.2	<i>Tension</i>	5
3.4.3	<i>Puissance</i>	6
4.	APPAREILS DE MESURE.....	6
4.1	MESURE DE COURANTS : AMPÈREMÈTRE NUMÉRIQUE.....	6
4.2	MESURE DE TENSIONS : VOLTMÈTRE NUMÉRIQUE	6
4.3	OSCILLOSCOPE.....	6

1. Notion de signal déterministe

Le signal est le moyen qui rend possible la communication entre un système source et un système récepteur (figure 1.1).



Figure 1.1.

Cette communication permet au système récepteur d'apprendre quelque chose (au sens large) qu'il ne savait pas. Il reçoit donc une information de la part du système source qui va modifier éventuellement son comportement.

Le signal est le support physique de cette information. Il transporte, par exemple, l'état des paramètres d'un processus industriel, les ordres dans un système de télécommande, la parole et l'image dans les systèmes de télécommunication, ... C'est une grandeur de nature physique quelconque (acoustique, optique, électrique, ...) généralement variable au cours du temps.

Il est cependant, le plus souvent, traduit en un signal équivalent de nature électrique de manière à pouvoir utiliser l'extraordinaire souplesse et rapidité qu'offre l'électronique pour le traitement. Notons néanmoins que l'avènement de la fibre optique et des systèmes optiques dans les télécommunications permet également le développement, de plus en plus, de la transmission d'informations par le biais d'un signal optique.

Un signal réel est en général non déterministe en ce sens qu'il contient toujours au moins une composante de bruit aléatoire. Cependant, bien que ne constituant pas une représentation parfaite des signaux réels, le signal déterministe s'avère indispensable pour l'analyse et le test des systèmes. Dans ce cours, ces types de signaux seront étudiés. Les signaux aléatoires seront étudiés en deuxième année du DEUG ou en deuxième cycle universitaire.

Par la suite, certains signaux déterministes particuliers ou signaux tests seront utilisés de façon privilégiée pour tester les systèmes à étudier. De façon imagée, cette situation peut être comparée à un entretien entre deux personnes ne se connaissant pas et dont l'une des deux doit tenter d'évaluer les capacités de l'autre (entretien d'embauche par exemple). L'employeur posera une série de questions tests qui lui permettront d'effectuer son évaluation. Evidemment cette image est quelque peu forcée dans le sens où par bonheur l'étude d'un système ou d'une machine aussi sophistiquée soit elle est simple comparée à celle de la personnalité d'un être humain.

Dans le cas des systèmes, on dira qu'on étudie leur réponse à des signaux tests ou encore excitation. En bref, on questionne (excitation), on enregistre la réponse et on l'analyse afin de déterminer les caractéristiques du système inconnu. La figure 1.2 résume ce fonctionnement.

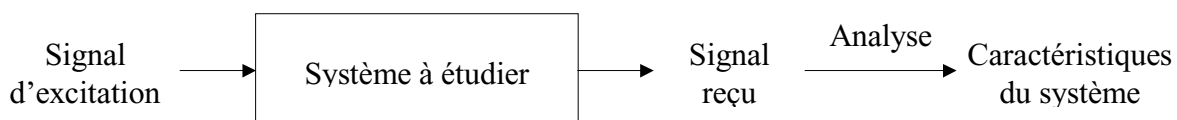


Figure 1.2. Principe général de l'étude des systèmes par l'utilisation de signaux tests particuliers.

Les signaux tests les plus usuels dans l'étude des systèmes linéaires sont les suivants :

- Signal impulsionnel ou impulsion (figure 1.3(a)),
- Signal indiciel ou échelon (figure 1.3(b)),
- Signal périodique sinusoïdal (figure 1.3(c)).

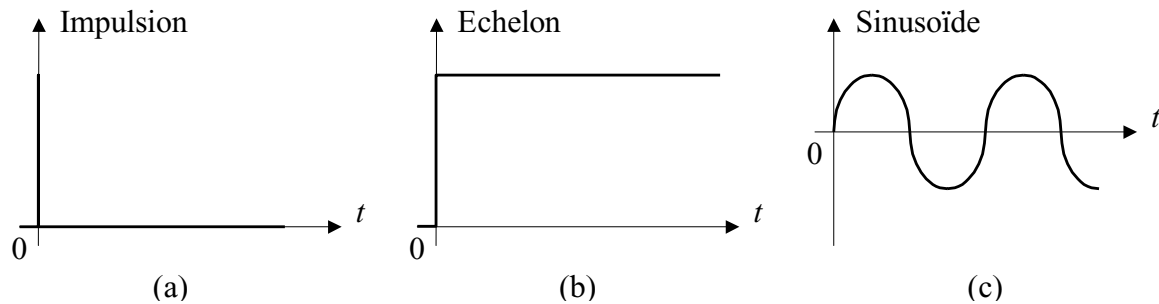


Figure 1.3. Signaux tests les plus utilisés pour l'analyse des systèmes linéaires.

2. Caractéristiques usuelles des signaux

2.1 Valeur instantanée

C'est la valeur que prend un signal s quelconque à un instant t .

L'évolution temporelle de cette valeur est décrite par une fonction $s(t)$. Par la suite on confondra signal et fonction représentative et on utilisera uniquement le terme signal.

2.1.1 Signal continu ou constant

On a : $s(t) = S = C^{te}$ (figure 1.4).

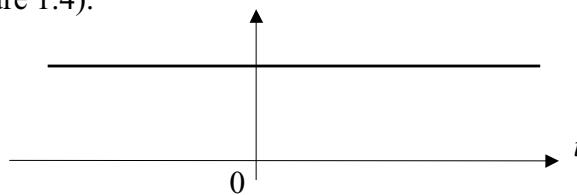


Figure 1.4. Signal continu.

2.1.2 Signal périodique

Si T est la période du signal $s(t)$, on a : $s(t) = s(t + T)$ quelque soit t . La fréquence f du signal est par définition l'inverse de sa période : $f = \frac{1}{T}$.

2.1.3 Signal sinusoïdal

C'est un signal périodique particulier. On a : $s(t) = S \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

S représente l'amplitude du signal sinusoïdal,

$\theta = \omega t + \varphi$ représente la phase instantanée (phase à l'instant t). φ représente la phase à l'instant $t = 0$ ou phase à l'origine.

ω représente la pulsation du signal sinusoïdal : $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

2.2 Valeur moyenne

Soient deux instant t_1 et t_2 , la moyenne temporelle de $s(t)$ s'écrit : $S_{moy} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} s(t) dt$

Pour les signaux périodiques, la valeur moyenne se calcule sur un intervalle de temps d'une période T

$$: S_{moy} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0 + T} s(t) dt .$$

Remarques :

- On définit un **signal alternatif** comme un cas particulier d'un signal périodique possédant une valeur moyenne nulle.
- La valeur efficace d'un signal fournit une information supplémentaire par rapport à la valeur moyenne pour les signaux de valeur moyenne nulle.

2.3 Valeur efficace

La valeur efficace I_{eff} d'un courant $i(t)$ est égale à la valeur de l'intensité d'un courant continu qui dissiperait dans la même résistance R et pendant la même durée la même quantité d'énergie que le courant $i(t)$. Ceci sera montré en TD.

La valeur efficace d'un signal $s(t)$ s'écrit : $S_{eff} = \sqrt{\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} s^2(t) dt}$.

Pour les signaux périodiques, la valeur efficace se calcule sur un intervalle de temps d'une période

$$T : S_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s^2(t) dt}.$$

Remarque : La notation Anglaise est intéressante pour mémoriser la méthode pour le calcul de la valeur efficace : RMS = Root Mean Square (Racine de la moyenne du carré).

3. Les signaux électriques

Par leur facilité de traitement et de visualisation à un moindre coût, les signaux de nature électrique sont privilégiés. Ce sont la tension u et le courant i .

3.1 La tension

Elle représente la différence de potentiel entre deux points d'un circuit électrique et s'exprime en volts (V) :

$$u_{AB}(t) = v_A(t) - v_B(t)$$

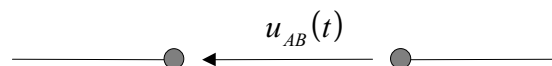


Figure 1.5.

L'évolution de la tension électrique dans le temps est facilement visualisable avec un oscilloscope ou un enregistreur. Pour visualiser un signal de nature quelconque, il faut le transformer en une tension équivalente à l'aide d'un capteur (figure 1.6).

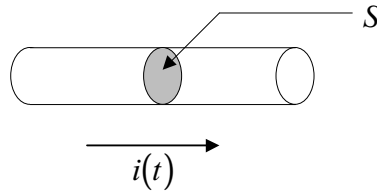


Figure 1.6.

3.2 Le courant

L'application d'une différence de potentiel entre deux points d'un conducteur provoque l'apparition d'un champ électrique qui entraîne le déplacement des porteurs de charges entre ces deux points. Ce déplacement est un courant électrique.

L'intensité de ce courant est le débit des charges électriques à travers une section S du conducteur électrique (figure 1.7).

Figure 1.7.

L'intensité s'écrit : $i(t) = \frac{dq}{dt}$ où $q(t)$ est l'évolution temporelle de la quantité d'électricité qui passe à travers la section S du conducteur. cette intensité s'exprime en Ampères (A).
Lorsque le débit de charges est constant, on dit que le courant est continu.

On peut alors écrire : $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$.

3.3 Puissance et énergie

3.3.1 Puissance instantanée

La puissance électrique instantanée $p(t)$ dissipée ou reçue s'écrit :

$$p(t) = u(t)i(t).$$

Elle s'exprime en Watts (W).

3.3.2 Puissance moyenne

La puissance moyenne P dissipée ou reçue entre deux instants t_1 et t_2 se définit à l'aide de l'expression suivante :

$$P = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt.$$

Si $p(t)$ est périodique, alors : $P = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} p(t) dt.$

3.3.3 Energie

L'énergie dissipée ou reçue s'exprime par :

$$dE = p(t) dt.$$

L'énergie dissipée ou reçue pendant une durée $\Delta t = t_2 - t_1$ s'écrit :

$$E = \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt = P \Delta t.$$

3.4 Gamme des courants et tensions mis en jeu en électronique

3.4.1 Courant

- Du pA à quelques centaines de mA : **qq pA à 1A.**
- Pour des courants supérieurs à 1A environ, on parle d'électronique de puissance (commande des machines, transformateurs, ...).

3.4.2 Tension

- De quelques μV à quelques dizaines de volts.
- La frontière avec l'électronique de puissance se situe entre 30 et 50 Volts.

3.4.3 Puissance

- De quelques μW à quelques Watts.

4. Appareils de mesure

4.1 Mesure de courants : Ampèremètre numérique

- Précision meilleure que 1%.
- Mesure en alternatif et en continu.
- Calibres : μA $\rightarrow$ 200-400 mA
10 A.

4.2 Mesure de tensions : Voltmètre numérique

- Précision meilleure que 1%.
- Mesure en alternatif et en continu.
- Calibres : mV $\rightarrow$ 750 V.

4.3 Oscilloscope

- Mesure d'une tension.
- Visualisation de l'allure du signal.
- Précision faible: de 2 à 10%.
- Mesure de 1 mV à 20 V.