

C3-13

Comportement informationnel des systèmes, comportement temporel

OBJECTIF Opérer une classification des systèmes selon les types de signaux qu'ils produisent.

L'étude des systèmes techniques utilise diverses approches. L'approche « comportementale » étudie les systèmes du point de vue des signaux qu'ils émettent, soit de façon autonome, soit en réponse à des signaux externes.

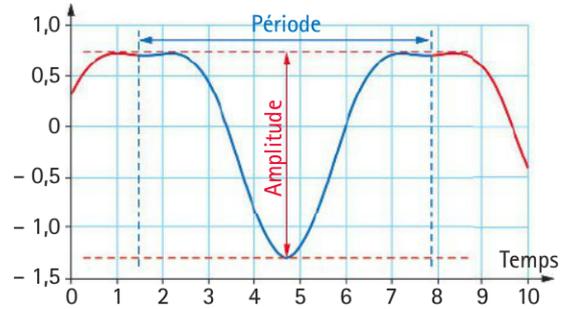
Voir fiche C 2.5

1 Systèmes autonomes : générateurs

Certains systèmes produisent des signaux sans recevoir de stimulus externe. On les appelle **générateurs de signaux**.

On les classe en plusieurs familles selon les signaux qu'ils produisent. Les signaux les plus employés sont les signaux **périodiques**. Un même motif se répète indéfiniment, à intervalles réguliers, appelés **périodes**, comptées en secondes.

L'amplitude mesure la « taille » du signal. On utilise le volt pour la tension électrique, le newton pour les forces, le m/s pour la vitesse...

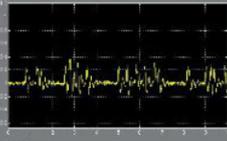
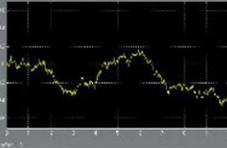


Document 1 Définitions des paramètres d'un signal périodique

Classe de signal	Forme	Exemple	
Périodique L'inverse de la période T est la fréquence f, elle se mesure en hertz. $f = 1/T$	Carré	Signal d'horloge (permettant de compter le temps) fourni par un oscillateur à quartz pour cadencer les opérations d'un microprocesseur.	
	Sinus	Signal produit par une corde vibrante.	
	Triangle	Signal d'allumage et d'extinction progressive d'un système d'éclairage.	
	Dent de scie	Signal de balayage avec retour rapide au point de départ.	
	Forme complexe	Son d'un instrument de musique.	

Document 2 Types de signaux périodiques

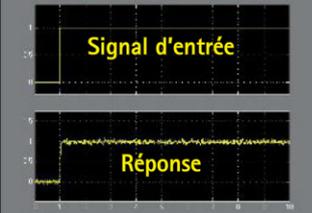
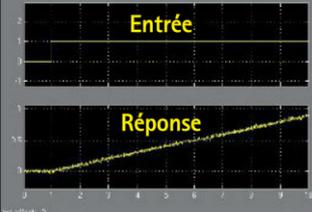
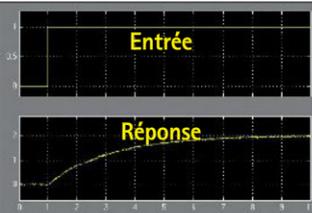
Lorsque le motif du signal ne se répète pas, le signal est dit « non périodique ».

Classe de signal	Forme	Exemple	
Non périodique	Impulsions	Chocs, ondes sismiques.	
	Aléatoire continu	Évolution d'une force, de la pression, de la température.	

Document 3 Exemples de signaux non périodiques

2 Systèmes répondant à un signal d'entrée : transferts

De nombreux systèmes produisent des signaux en **réponse** à un **stimulus** d'entrée. On peut classer ces systèmes selon qu'ils répondent à la sollicitation de manière plus ou moins progressive. Le comportement est observé, quand c'est possible, en réponse à un signal simple : l'échelon.

Type de réponse	Exemples	
<p>Rigide</p> <p>La réponse est immédiate et recopie l'entrée à un facteur près.</p>	<p>Transmission à engrenages.</p> <p>Amplificateur de musique.</p>	
<p>Accumulation</p> <p>La réponse est progressive même lorsque l'entrée varie brusquement.</p>	<p>Remplissage d'une cuve : le niveau monte progressivement « en rampe » lorsque le débit d'entrée est fixé à une valeur constante.</p>	
<p>Accumulation avec déperdition</p> <p>La sortie évolue progressivement mais de plus en plus difficilement, car les pertes d'énergie augmentent.</p>	<p>Chauffage d'un four. Montée en vitesse d'un véhicule.</p> <p>Plus la sortie est grande, plus il est difficile de l'augmenter encore.</p>	
<p>Accumulation et échanges internes d'énergie, avec déperdition</p> <p>Des phénomènes internes de transfert d'énergie font évoluer la sortie en plusieurs fois.</p>	<p>Suspension de véhicule.</p> <p>Au moment du franchissement de l'accident de terrain, de l'énergie est échangée entre le mouvement de la caisse et la compression des ressorts.</p>	

Document 4 Types de réponse de transferts

3 Pour aller plus loin : caractérisation des paramètres significatifs

Les deux derniers cas du document 4 sont caractérisés par des paramètres très utiles en pratique et simples à estimer : il suffit de solliciter le système à l'aide d'un échelon en entrée et d'observer la réponse.

3.1 Accumulation avec déperdition : montée en vitesse d'un véhicule

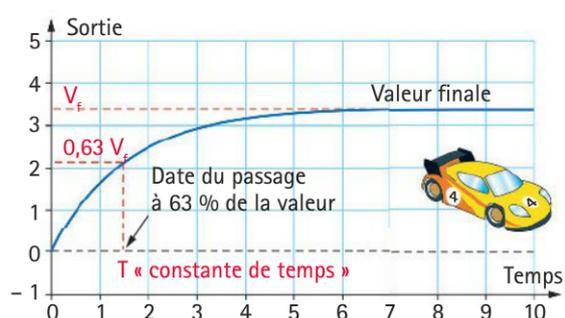
On teste le véhicule avec une force motrice constante (échelon). L'énergie apportée par le moteur est accumulée sous forme d'énergie cinétique : la vitesse du véhicule augmente.

Les pertes d'énergie au contact roue-sol et celles dues à la pénétration dans l'air diminuent l'efficacité du transfert moteur-véhicule : l'accélération est de plus en plus faible.

La vitesse finit par devenir constante quand toute l'énergie développée par le moteur est consommée dans les frottements dus à la vitesse.

Les paramètres utiles dans ce cas sont :

- la valeur finale V_f atteinte au bout d'un temps long, qui caractérise la réponse définitive pour l'échelon choisi ;
- le temps mis par le véhicule pour atteindre une certaine fraction de la vitesse finale (on prend en général 50 % ou 63 %). Ce temps de réponse caractérise la rapidité de la réponse. Pour un véhicule de sport, on considère souvent le temps mis pour passer de 0 à 100 km/h.



Document 5 Réponse en vitesse d'un véhicule soumis à une force motrice constante et des frottements

3.2 Échanges internes d'énergie : suspension d'un véhicule

On teste le véhicule en lui faisant franchir une dénivellation brutale d'amplitude modérée (quelques centimètres). On enregistre la hauteur du châssis par rapport à la voie.

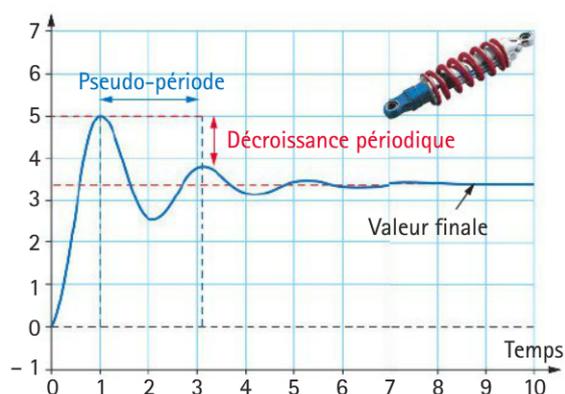
L'énergie de gravitation mise en jeu a deux conséquences qui s'opposent :

- la masse du véhicule est animée d'une certaine vitesse verticale, de l'énergie cinétique est accumulée ;
- les ressorts de suspension accumulent de l'énergie « potentielle » de compression.

Il en résulte une oscillation que l'on freine à l'aide des amortisseurs.

Les trois paramètres significatifs sont :

- la valeur finale atteinte ;
- la pseudo-période ;
- le taux de décroissance du phénomène.



Document 6 Oscillation amortie d'un véhicule avec suspension

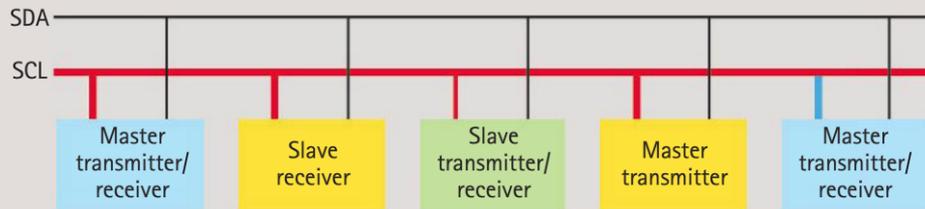
4 Réponses des systèmes numériques d'information

→ Voir fiche C 2.5

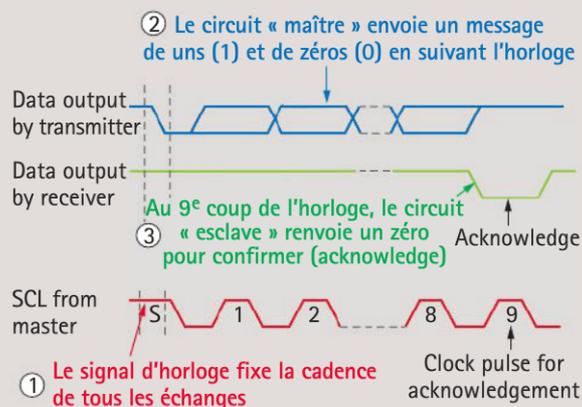
La réponse d'un système d'information numérique représente un fonctionnement recouvrant souvent de multiples cas d'utilisation. On s'intéresse alors essentiellement à des réponses standard déclenchées par un événement. Les signaux concernés sont, par exemple, des signaux de contrôle d'échanges.

EXEMPLE

Bus de communication



Principe de connexion de cinq circuits communiquant par un bus de type « I²C »



Réponse du circuit « esclave » à la transmission d'un message par le circuit « maître »

À moi de le faire !

- 1) Nommer et décrire succinctement un système pour chaque type de réponse du document 4.
- 2) De quels paramètres constructifs dépend le temps de réponse d'un système thermique ?
- 3) Comment varie le taux de décroissance d'une suspension de véhicule lorsqu'on augmente la charge ?