Représentation temporelle des signaux

Plan du cours

Exercices

Voir fiche TD

Voir Activité et Application

Tous les cours en ligne !

PhysicSensei.fr

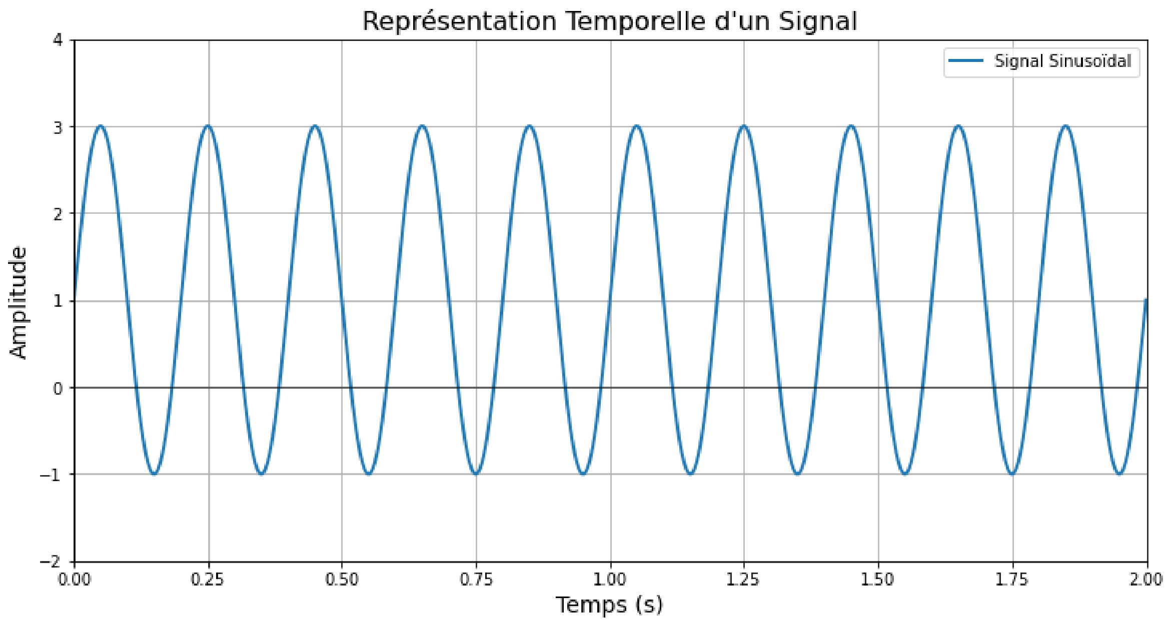
En physique et en électronique, un signal est une fonction mathématique qui représente la variation d'une grandeur physique au cours du temps. L'analyse temporelle des signaux permet d'étudier ces variations, de déterminer la nature du signal et de mesurer ses caractéristiques principales.

I Représentation temporelle d'un signal

Définition

La représentation temporelle d'un signal est une façon de visualiser comment le signal évolue au fil du temps. Elle consiste à tracer la valeur du signal en fonction du temps.

Exemple



II Types de signaux

Les signaux peuvent être classifiés en plusieurs catégories en fonction de leur comportement au cours du temps. Voici les types principaux :

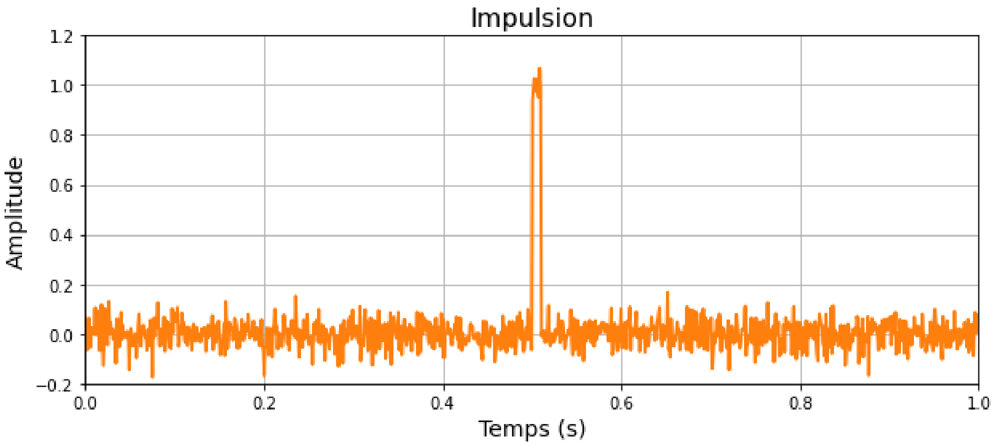
A Signaux non périodiques

Définition

Un signal est non périodique s'il ne se répète pas à intervalles réguliers.

Exemple

Les impulsions sont des signaux apériodiques.



B Signaux aléatoires

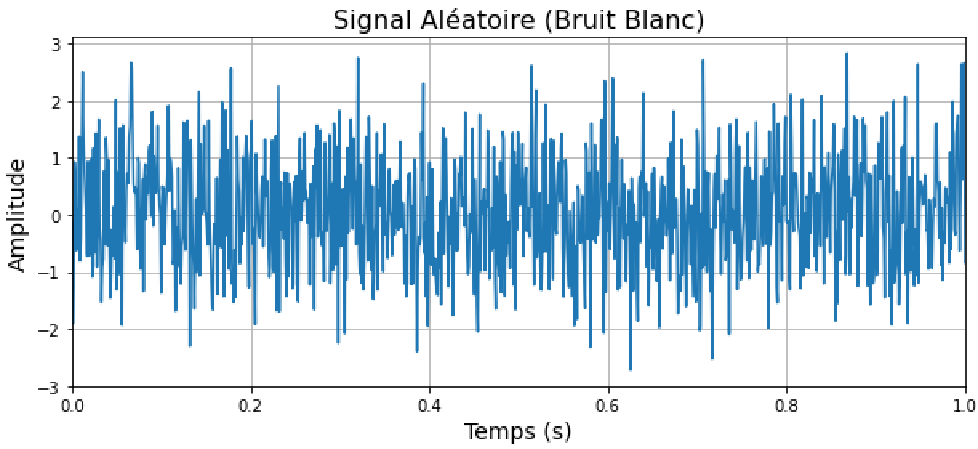
Définition

Les signaux aléatoires (ou stochastiques) varient de manière imprévisible au cours du temps.

Leur analyse est souvent basée sur des méthodes statistiques.

Exemple

Un exemple classique de signal aléatoire est le bruit blanc (qui sera plus largement traité dans un chapitre suivant).



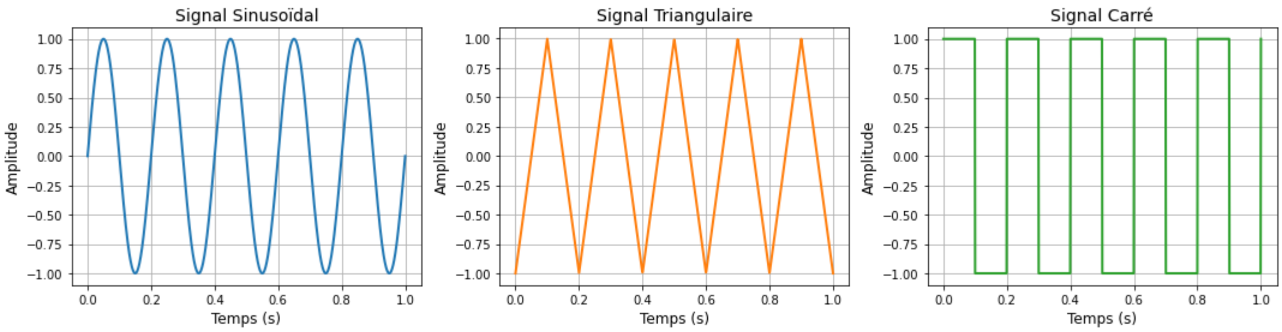
C Signaux périodiques

Définition

Un signal est dit périodique si sa forme se répète identiquement à intervalles réguliers.

Exemple

Ci-dessous sont représentés les trois signaux périodiques les plus courants :



Remarque

Lorsqu'un signal est identifié comme périodique, plusieurs caractéristiques peuvent être mesurées pour décrire quantitativement le signal.

III Caractéristiques d'un signal périodique

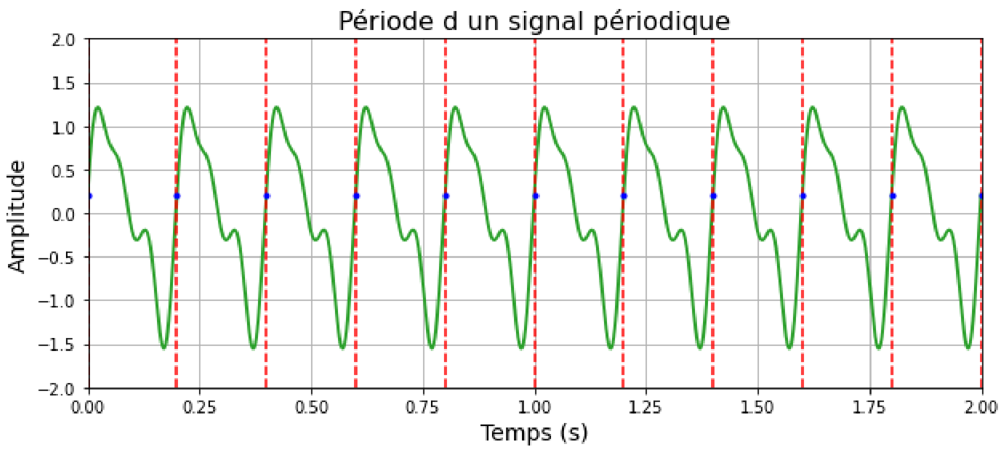
A Généralités

A.1 Période

Définition

La durée minimale après laquelle le signal se répète est appelée la période T.

Exemple



Que vaut la période du signal ci-dessus ?

A.2 Fréquence

Définition

La fréquence d'un signal périodique est le nombre de cycles complets que le signal effectue en une unité de temps. Elle est notée par la lettre f et se mesure en hertz (Hz). La fréquence est définie par la relation suivante :

$$f = \frac{1}{T} \tag{1}$$

où T est la période du signal, c'est-à-dire la durée d'un cycle complet du signal.

Remarque

La relation entre la fréquence f et la période T est réciproque :

$$T = \frac{1}{f} \tag{2}$$

Ainsi, si la fréquence d'un signal augmente, la période diminue proportionnellement, et vice versa.

A.3 Pulsation

Définition

La pulsation d'un signal se note w et s'exprime en $rad.s^{-1}$.

Propriété

Il est primordial de connaître les relations entre pulsation, fréquence et période :

$$w = 2\pi \times f = \frac{2\pi}{T}$$

Calculer la fréquence et la pulsation du signal du III/A.1 .

A.4 Valeur maximale, minimal et crête à crête

Définition

La valeur maximale est la valeur la plus élevée atteinte par le signal dans une période. On la note : $x_{\max}$

Définition

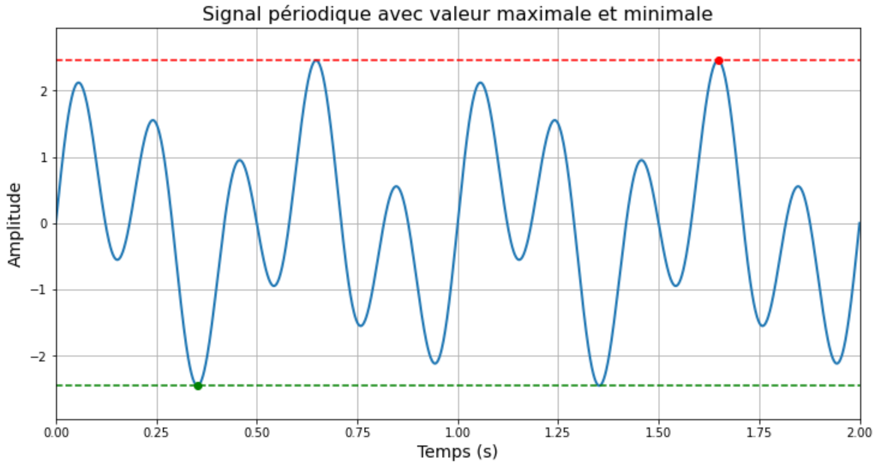
La valeur minimale est la plus basse valeur atteinte par le signal au cours d'une période. On la note : $x_{\min}$

Définition

La valeur crête-à-crête V_{pp} est la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale du signal :

$$V_{pp} = x_{\max} - x_{\min}$$

Exemple



Donner la période du signal ci-dessus.

Que vaut la valeur crête-à-crête de ce signal ?

Remarque

Pour trouver la période d'un signal périodique un peu plus complèxe, il est parfois utile de repérer les extremums.

A.5 Amplitude

Définition

L'amplitude d'un signal est définie comme la moitié de la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale du signal.

$$A = \frac{1}{2} \times (x_{\text{max}} - x_{\text{min}})$$

A.6 Valeur moyenne

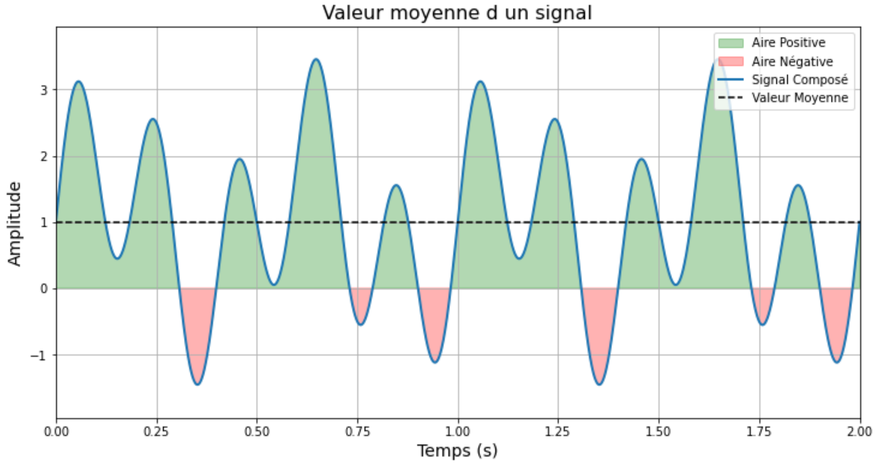
Définition

La valeur moyenne d'un signal périodique correspond au rapport de l'aire algébrique sous la courbe par la période.

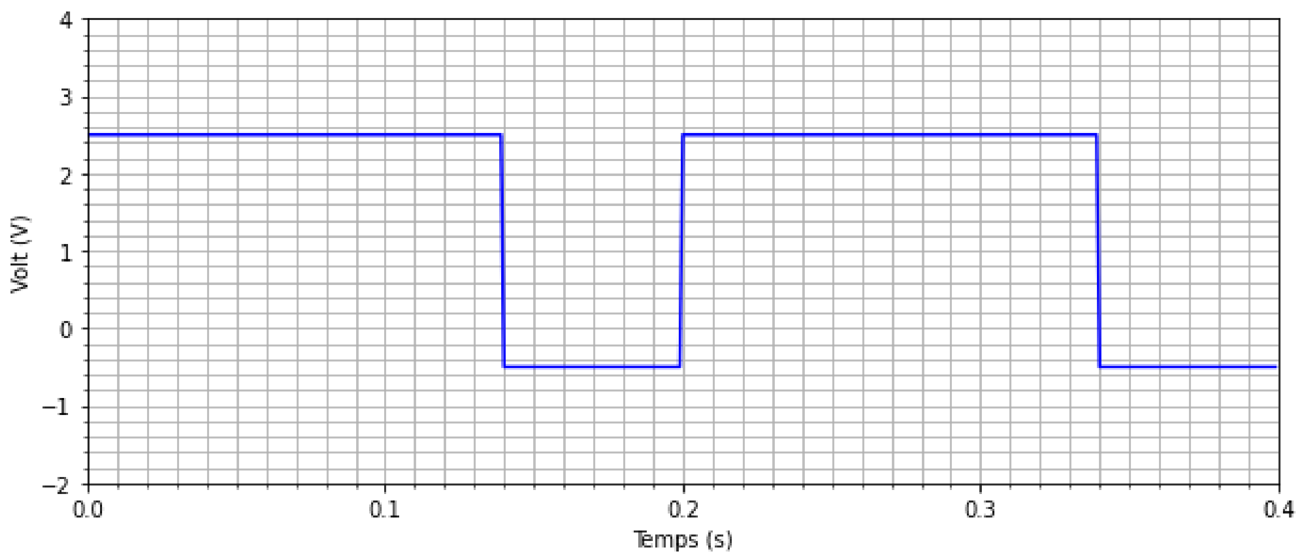
$$\langle x \rangle = \frac{Aire_{alg}}{Période} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t)\, dt$$

Remarque

Le terme algébrique indique que l'aire positionnée au dessus de l'axe des abscisses sera compté positivement, tandis que l'aire située en dessous sera compté négativement.



Application



Calculer la valeur moyenne du signal ci-dessous.

A.7 Valeur efficace x_{eff}

Définition

La valeur efficace d'un signal est une mesure de son énergie. Elle est définie comme la racine carrée de la moyenne au carré du signal sur une période :

$$x_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{Aire_{alg}}{Période}} = \sqrt{\langle x \rangle^2}$$

- On parle en anglais de valeur RMS : Root (racine) Mean (moyenne) Squared (au carré).

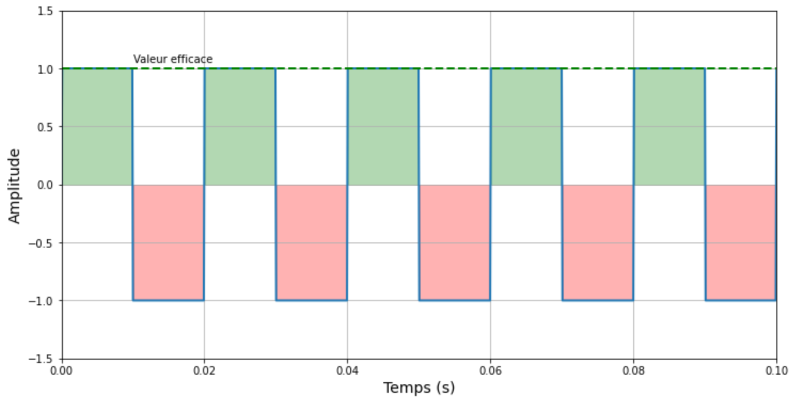
B Cas des signaux périodiques carrés, triangulaires et sinusoïdaux

B.1 Signal Carré

Propriété

Pour un signal carré alternatif, on peut déterminer la valeur efficace, notée x_{eff}, de ce signal à partir de son amplitude A grâce à la formule suivante :

$$x_{eff} = \sqrt{\langle x^2 \rangle + A^2}$$

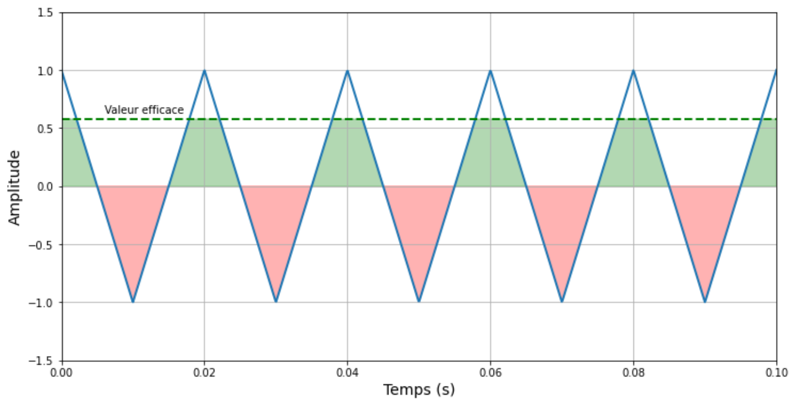


B.2 Signal Triangulaire

Propriété

Pour un signal triangulaire, on peut déterminer la valeur efficace, notée x_{eff}, de ce signal à partir de son amplitude A grâce à la formule suivante :

$$x_{eff} = \sqrt{\langle x^2 \rangle + (\frac{A}{\sqrt{3}})^2}$$

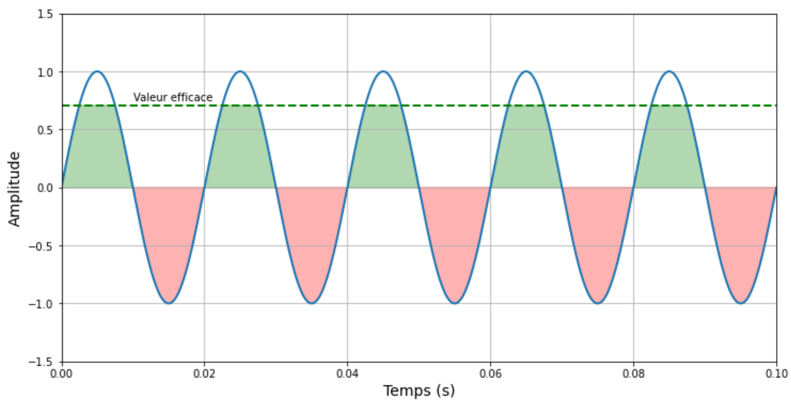


B.3 Signal Sinusoïdal

Propriété

Pour un signal sinusoïdal, on peut déterminer la valeur efficace, notée x_{eff}, de ce signal à partir de son amplitude A grâce à la formule suivante :

$$x_{eff} = \sqrt{\langle x^2 \rangle + (\frac{A}{\sqrt{2}})^2}$$



Nous verrons dans les prochains chapitres que le signal sinusoïdal propose des propriétés particulièrement intéressantes, grâce au travaux titanesques d'un brillant scientifique français : Mr Joseph Fourier.