

Devoir Surveillé, MAP2

Documents non autorisés, calculatrices non autorisées

L'usage de téléphones portables et ordinateurs est formellement interdit

Ce sujet comprend 2 pages

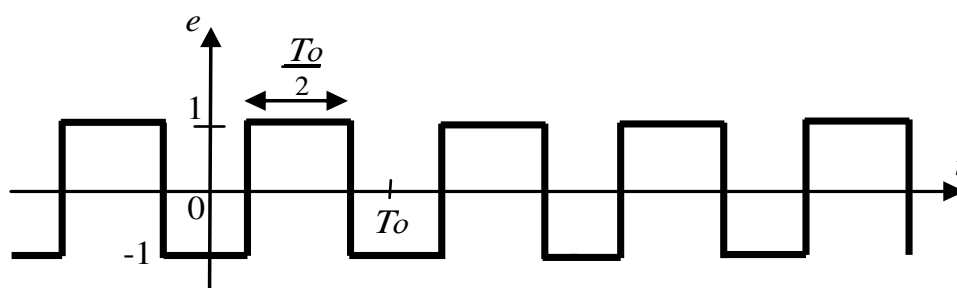
B. François

Un son est très rarement constitué d'une seule fréquence. Il est en général un mélange de plusieurs fréquences. Quand on entend le « la » à 440 hertz par exemple d'un violon, on y trouve une onde sonore de fréquence 440 Hz, qu'on appelle la fréquence fondamentale, mais, on y entend aussi des ondes de fréquences multiples de cette fréquence fondamentale, appelées harmoniques. Selon les instruments qui jouent la même note, les harmoniques ont des importances différentes, c'est-à-dire sont plus ou moins présents, donnant ainsi un timbre à la note. Le timbre va nous permettre de reconnaître cet instrument, même si tous jouent la même note. C'est la fréquence fondamentale qui fixe la fréquence perçue par l'oreille. Ce sont les harmoniques qui, par les rapports entre leurs amplitudes, en donnent le timbre.

On souhaite synthétiser la note « la » à partir d'un signal non sinusoïdal afin d'obtenir de manière automatique des harmoniques. On va chercher à caractériser l'ensemble des harmoniques.

Exercice 1 :

1) On reproduit un « la » à l'aide d'un signal carré symétrique de fréquence 440Hz.



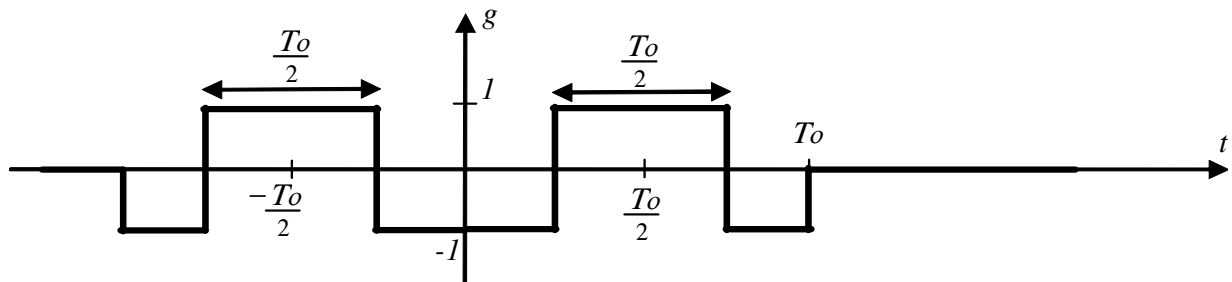
a) Calculer son développement en série de Fourier sous la forme :

$$e(t) = C_0 + \sum_{n=-\infty, n \neq 0}^{\infty} C_n \cdot e^{j \cdot n \cdot \omega \cdot t}$$

- b) Quelle est l'amplitude de l'harmonique à la fréquence fondamentale ?
Quelle est l'amplitude de l'harmonique au double de la fréquence fondamentale ?
- c) Représentez l'ensemble des coefficients C_n en fonction de n
- d) Calculez l'énergie de e

2)

a) Calculez la transformée de Fourier du signal unique $g(t)$.



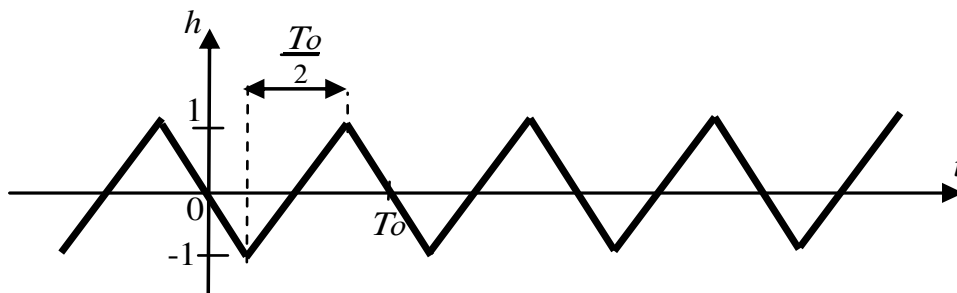
b) Représentez son spectre fréquentiel.

c) En déduire le développement en série de Fourier de $e(t)$.

d) Calculez l'énergie de g

Exercice 2 :

1) On reproduit un « la » à l'aide d'un signal triangulaire symétrique de fréquence 440Hz.



a) Calculer son développement en série de Fourier sous la forme :

$$h(t) = C_0 + \sum_{n=-\infty, n \neq 0}^{\infty} C_n \cdot e^{j \cdot n \cdot \omega \cdot t}$$

b) Quelle est l'amplitude de l'harmonique à la fréquence fondamentale ?

Quelle est l'amplitude de l'harmonique au double de la fréquence fondamentale ?

c) Représentez l'ensemble des coefficients C_n en fonction de n

d) Calculez l'énergie de h

Exercice 3 : Comparaison

Les signaux e et h génèrent la même note, comparez leur énergie.