

- Refaire des acquisitions en modifiant les réglages dans « Paramètres → Acquis ».

- dans « options », cocher le mode « Permanent », puis taper F10 ; cela fonctionne comme un oscilloscope ! Changer le niveau du signal fourni par le GBF et voir le changement correspondant sur l'écran ; taper sur « Echap » pour arrêter ;
- décocher le mode « Permanent », puis taper F10.

## II – ANALYSE SPECTRALE

### 1) Analyse spectrale d'un signal sinusoïdal décalé

- Choisir un signal de sortie du GBF qui soit **sinusoïdal**, d'amplitude égale à **3 V**, décalé vers le haut de **1 V** avec le bouton Offset (le vérifier à l'oscilloscope), et de fréquence égale à 100 Hz.
- Acquérir par exemple 3,5 périodes du signal sinusoïdal précédent.
- Choisir « Traitements » dans la barre de menu en haut, puis « Analyse de Fourier ».
- Choisir dans « Signal à analyser » le signal à étudier (ici V<sub>gén</sub>).
- Dans « Partie à traiter », cliquer sur « Périodes », puis sur « Définir », puis sur « Calculer ».

La partie du signal sélectionnée s'affiche en gras.

La fenêtre d'analyse de Fourier s'ouvre en dessous.

- Cliquer sur l'icône du réticule dans la barre des icônes en haut de l'écran et lire, grâce au réticule, sur la fenêtre d'analyse n°1, les valeurs des coefficients  $C_n$  de la série de Fourier (voir annexe p. 8) et les fréquences correspondantes.
- Cliquer sur « Tableur » en bas à gauche, pour voir les valeurs des coefficients  $C_n$  et les fréquences correspondantes. Il faut éventuellement ajouter dans le tableur les variables F (fréquence) et S\_Module (coefficients  $C_n$ ).
- Vérifier la cohérence des résultats avec la fréquence affichée par le GBF et l'amplitude du signal mesurée sur la fenêtre 1 ou mesurée au voltmètre.

*Remarque :* on peut aussi faire une sélection manuelle de la partie du signal à analyser. Pour cela, dans « Analyse de Fourier », cliquer sur « Sélection » puis sur « Choisir » et sélectionner à l'aide des curseurs la partie du signal à analyser, puis cliquer sur « Valider » et « Calculer ».

Que se passe-t-il si on sélectionne une durée différente d'un nombre entier de périodes ? Vérifier que les résultats de l'analyse de Fourier ne sont pas corrects.

### 2) Analyse spectrale d'un signal en créneau décalé

- Choisir un signal de sortie du GBF en **créneau**, d'amplitude égale à **3 V**, décalé vers le haut de **1 V** avec le bouton Offset (le vérifier à l'oscilloscope), et de fréquence égale à 100 Hz.
- Faire les mêmes manipulations que précédemment.
- Relever avec le tableur les fréquences et les coefficients  $C_n$  correspondant au terme constant, au fondamental et aux deux premiers harmoniques non nuls du spectre de ce signal.
- Comparer avec les résultats donnés par la théorie (voir l'annexe).

| Signal triangulaire  | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|----------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Valeur théorique     | 1                      | 3,82                | 1,27                                | 0,764                               |
| Valeur expérimentale |                        |                     |                                     |                                     |

### 3) Analyse spectrale d'un signal triangulaire

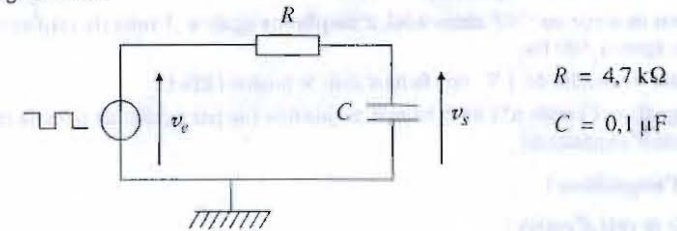
- Choisir un signal de sortie du GBF qui soit **triangulaire**, d'amplitude égale à **3 V**, décalé vers le haut de **1 V** (le vérifier à l'oscilloscope) et de fréquence égale à 100 Hz.
- Faire les mêmes manipulations que précédemment.

| Signal triangulaire  | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|----------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Valeur théorique     | 1                      | 2,43                | 0,270                               | 0,0973                              |
| Valeur expérimentale |                        |                     |                                     |                                     |

## III – ÉTUDE D'UN FILTRE RC

### 1) Cas d'un signal d'entrée en créneau :

Faire le montage suivant :



Le GBF délivre un signal en créneau, d'amplitude égale à **3 V**, décalé vers le haut de **1 V** (le vérifier à l'oscilloscope) et de fréquence égale à 100 Hz.

#### a) Étude du filtrage aux bornes de C :

*Rappel théorique :*

- Montrer que la fonction complexe de transfert est égale à :  $\frac{v_s}{v_e} = \frac{1}{1 + jRC\omega}$

L'amplification  $H$  de ce filtre est donc égale à :  $H = \frac{1}{\sqrt{1 + x^2}}$  avec :  $x = RC\omega$

| Fréquence (Hz)       | 0 | 100   | 300   | 500   |
|----------------------|---|-------|-------|-------|
| $H$ (val. théorique) | 1 | 0,959 | 0,748 | 0,561 |

- Vérifier que la tension  $v_s(t)$  aux bornes du condensateur est bien comprise dans l'intervalle  $[-6 \text{ V}, 6 \text{ V}]$ .
- Envoyer cette tension  $v_s(t)$  sur l'entrée n°1 de la carte d'acquisition et en faire l'analyse spectrale.
- Relever avec le tableur les fréquences et les coefficients  $C_n$  correspondant au terme constant, au fondamental et aux deux premiers harmoniques non nuls du spectre de  $v_s(t)$ .
- Comparer avec les valeurs théoriques.



|                        | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $v_e(t)$ : val. théo.  | 1                      | 3,82                | 1,27                                | 0,764                               |
| $v_s(t)$ : val. théo.  | 1                      | 3,66                | 0,953                               | 0,428                               |
| $v_s(t)$ : val. expér. |                        |                     |                                     |                                     |

- Remplacer la capacité de 0,1  $\mu\text{F}$  par une capacité de 1  $\mu\text{F}$  et refaire les mêmes mesures :

| Fréquence (Hz)       | 0 | 100   | 300   | 500    |
|----------------------|---|-------|-------|--------|
| $H$ (val. théorique) | 1 | 0,321 | 0,112 | 0,0676 |

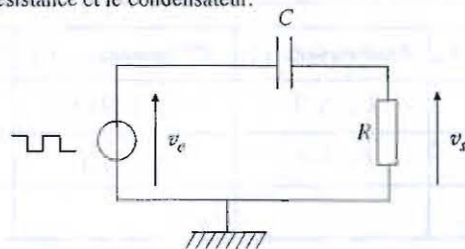
- Vérifier que la tension  $v_s(t)$  aux bornes du condensateur est bien comprise dans l'intervalle  $[-6\text{V}, 6\text{V}]$ .
- Relever avec le tableur les fréquences et les coefficients  $C_n$  correspondant au terme constant, au fondamental et aux deux premiers harmoniques non nuls du spectre de  $v_s(t)$ .
- Comparer avec les valeurs théoriques.

|                        | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $v_e(t)$ : val. théo.  | 1                      | 3,82                | 1,27                                | 0,764                               |
| $v_s(t)$ : val. théo.  | 1                      | 1,23                | 0,143                               | 0,052                               |
| $v_s(t)$ : val. expér. |                        |                     |                                     |                                     |

Quelle est la nature de ce filtre ?

b) Étude du filtrage aux bornes de  $R$  :

- Permuter la résistance et le condensateur.



$$R = 4,7 \text{ k}\Omega$$

$$C = 0,1 \mu\text{F}$$

Rappel théorique :

- Montrer que la fonction complexe de transfert est égale à :

$$\frac{v_s}{v_e} = \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega}$$

L'amplification  $H$  de ce filtre est donc égale à :

$$H = \frac{x}{\sqrt{1+x^2}} \quad \text{avec : } x = RC\omega$$

| Fréquence (Hz)       | 0 | 100   | 300   | 500   |
|----------------------|---|-------|-------|-------|
| $H$ (val. théorique) | 0 | 0,283 | 0,663 | 0,828 |

- Vérifier que la tension  $v_s(t)$  aux bornes du condensateur est bien comprise dans l'intervalle  $[-6\text{V}, 6\text{V}]$ .
- Envoyer cette tension  $v_s(t)$  sur l'entrée n°1 de la carte d'acquisition et en faire l'analyse spectrale.
- Relever avec le tableur les fréquences et les coefficients  $C_n$  correspondant au terme constant, au fondamental et aux deux premiers harmoniques non nuls du spectre de  $v_s(t)$ .
- Comparer avec les valeurs théoriques.

|                        | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $v_e(t)$ : val. théo.  | 1                      | 3,82                | 1,27                                | 0,764                               |
| $v_s(t)$ : val. théo.  | 0                      | 1,08                | 0,844                               | 0,633                               |
| $v_s(t)$ : val. expér. |                        |                     |                                     |                                     |

- Remplacer la capacité de 0,1  $\mu\text{F}$  par une capacité de 1  $\mu\text{F}$  et refaire les mêmes mesures :

| Fréquence (Hz)       | 0 | 100   | 300   | 500   |
|----------------------|---|-------|-------|-------|
| $H$ (val. théorique) | 0 | 0,947 | 0,994 | 0,998 |

- Vérifier que la tension  $v_s(t)$  aux bornes du condensateur est bien comprise dans l'intervalle  $[-6\text{V}, 6\text{V}]$ .
- Relever avec le tableur les fréquences et les coefficients  $C_n$  correspondant au terme constant, au fondamental et aux deux premiers harmoniques non nuls du spectre de  $v_s(t)$ .
- Comparer avec les valeurs théoriques.

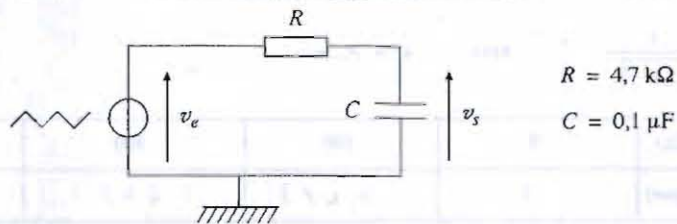
|                        | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $v_e(t)$ : val. théo.  | 1                      | 3,82                | 1,27                                | 0,764                               |
| $v_s(t)$ : val. théo.  | 0                      | 3,62                | 1,26                                | 0,762                               |
| $v_s(t)$ : val. expér. |                        |                     |                                     |                                     |

Quelle est la nature de ce filtre ?

2) Cas d'un signal d'entrée triangulaire :

Faire le montage suivant :





Le GBF délivre un signal **triangulaire**, d'amplitude égale à 3 V, décalé vers le haut de 1 V (le vérifier à l'oscilloscope) et de fréquence égale à 100 Hz.

**a) Étude du filtrage aux bornes de C :**

| Fréquence ( Hz )     | 0 | 100   | 300   | 500   |
|----------------------|---|-------|-------|-------|
| H ( val. théorique ) | 1 | 0,959 | 0,748 | 0,561 |

- Vérifier que la tension  $v_s(t)$  aux bornes du condensateur est bien comprise dans l'intervalle  $[-6 \text{ V}, 6 \text{ V}]$ .
- Envoyer cette tension  $v_s(t)$  sur l'entrée n°1 de la carte d'acquisition et en faire l'analyse spectrale.
- Relever avec le tableur les fréquences et les coefficients  $C_n$  correspondant au terme constant, au fondamental et aux deux premiers harmoniques non nuls du spectre de  $v_s(t)$ .
- Comparer avec les valeurs théoriques.

|                        | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $v_e(t)$ : val. théo.  | 1                      | 2,43                | 0,270                               | 0,097                               |
| $v_s(t)$ : val. théo.  | 1                      | 2,33                | 0,202                               | 0,0546                              |
| $v_s(t)$ : val. expér. |                        |                     |                                     |                                     |

- Remplacer la capacité de 0,1  $\mu\text{F}$  par une capacité de 1  $\mu\text{F}$  et refaire les mêmes mesures.

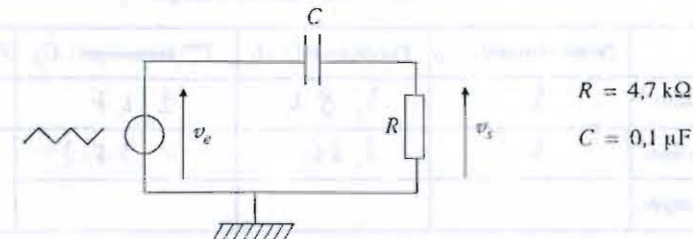
| Fréquence ( Hz )     | 0 | 100   | 300   | 500    |
|----------------------|---|-------|-------|--------|
| H ( val. théorique ) | 1 | 0,321 | 0,112 | 0,0676 |

|                        | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $v_e(t)$ : val. théo.  | 1                      | 2,43                | 0,270                               | 0,097                               |
| $v_s(t)$ : val. théo.  | 1                      | 0,780               | 0,0303                              | 0,0066                              |
| $v_s(t)$ : val. expér. |                        |                     |                                     |                                     |

Quelle est la nature de ce filtre ?

**b) Étude du filtrage aux bornes de R :**

- Permuter la résistance et le condensateur.



- Vérifier que la tension  $v_s(t)$  aux bornes de la résistance est bien comprise dans l'intervalle  $[-6 \text{ V}, 6 \text{ V}]$ .
- Envoyer cette tension  $v_s(t)$  sur l'entrée n°1 de la carte d'acquisition et en faire l'analyse spectrale.
- Relever avec le tableur les fréquences et les coefficients  $C_n$  correspondant au terme constant, au fondamental et aux deux premiers harmoniques non nuls du spectre de  $v_s(t)$ .
- Comparer avec les valeurs théoriques.

| Fréquence ( Hz )     | 0 | 100   | 300   | 500   |
|----------------------|---|-------|-------|-------|
| H ( val. théorique ) | 0 | 0,283 | 0,663 | 0,828 |

|                        | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $v_e(t)$ : val. théo.  | 1                      | 2,43                | 0,270                               | 0,097                               |
| $v_s(t)$ : val. théo.  | 0                      | 0,688               | 0,179                               | 0,0805                              |
| $v_s(t)$ : val. expér. |                        |                     |                                     |                                     |

- Remplacer la capacité de 0,1  $\mu\text{F}$  par une capacité de 1  $\mu\text{F}$  et refaire les mêmes mesures.

| Fréquence ( Hz )     | 0 | 100   | 300   | 500   |
|----------------------|---|-------|-------|-------|
| H ( val. théorique ) | 0 | 0,947 | 0,594 | 0,558 |

|                        | Terme constant : $C_0$ | Fondamental : $C_1$ | 3 <sup>ème</sup> harmonique : $C_3$ | 5 <sup>ème</sup> harmonique : $C_5$ |
|------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| $v_e(t)$ : val. théo.  | 1                      | 2,43                | 0,270                               | 0,097                               |
| $v_s(t)$ : val. théo.  | 0                      | 2,30                | 0,268                               | 0,097                               |
| $v_s(t)$ : val. expér. |                        |                     |                                     |                                     |

Quelle est la nature de ce filtre ?

## IV – TRANSFORMÉE DE FOURIER

### 1) Transformée de Fourier d'un « train d'onde »

Il est probable que la mémoire de l'ordinateur commence à saturer ! Faire une remise à zéro en cliquant sur « Fichiers » « Nouveau ».

Le GBF délivre un signal **sinusoidal**, d'amplitude égale à 3 V et de fréquence égale à 100 Hz.