

OPERATIONS ARITHMETIQUES SUR LES SIGNAUX ELECTRIQUES

L'objectif de cette manipulation est de découvrir les opérations arithmétiques simples réalisées sur des tensions électriques (continues ou alternatives) à l'aide de bloc fonctionnels tels que des multiplieurs, diviseurs, additionneurs, soustracteur et multiplieurs. Ces opérations sont fréquemment utilisées dans le domaine du traitement des signaux en électronique afin, notamment, de filtrer, moduler ou amplifier.

1. Conditions expérimentales

Dans cette séance, six montages sont à l'étude (voir Figure 1 ci-dessous). Il s'agit de montages dit « actifs » et leur bon fonctionnement nécessite une alimentation symétrique de $\pm 10V$.

Nous abordons ici la notion de **fonction de transfert** ou de **Gain** d'un système qui exprime la relation mathématique entre l'entrée et la sortie : $G = \frac{V_s}{V_e}$. Les tensions manipulées sont continues ou alternatives, dans ce dernier cas, nous nous intéressons également à la notion de **déphasage** qui traduit le décalage temporel entre deux signaux alternatifs de même fréquence, ce décalage est classiquement exprimé en radians/seconde ou en degrés/seconde et se calcule par rapport à la mesure du décalage temporel (cf annexe).

L'amplitude de la tension de sortie V_s des différents montages est toujours comprise entre les tensions d'alimentation : $V_{CC^+} = +10V$ et $V_{CC^-} = -10V$. La méthode de branchement d'une alimentation symétrique à partir de deux sorties HAMEG est décrite en Figure 2.

Liste du matériel utilisé :

- Plaque support de composants (Figure 1),
- Alimentation symétrique +10V/-10V (Figure 2),
- Générateur de tension (sinusoïdal, triangulaire, carré).
- Oscilloscope TEKTRONIX TBS1052B
- Boîte à décades de résistance

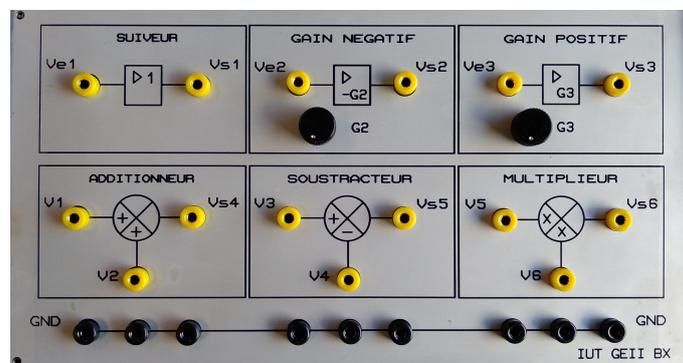


Figure 1 : Façade de la maquette à l'étude

Ce document est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 3.0 France.

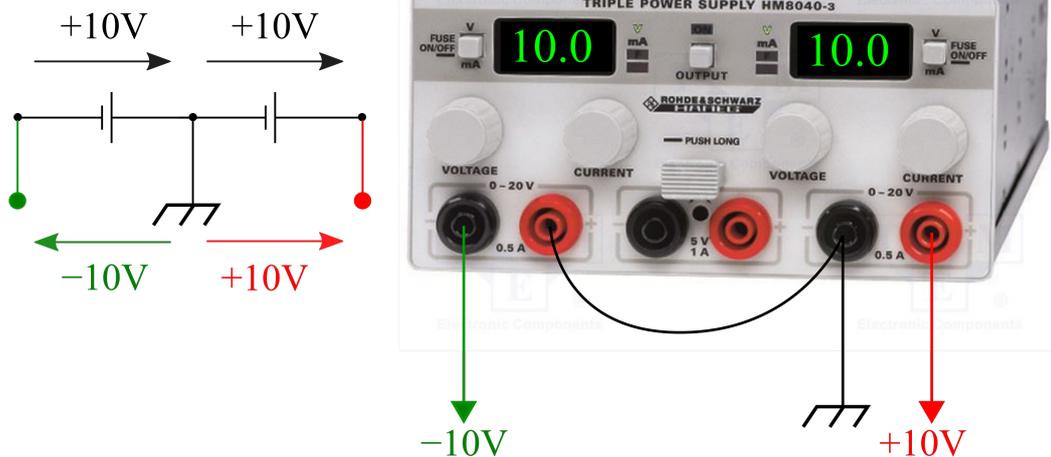


Figure 2 : Schéma d'alimentation + 10 V, - 10 V.

2. Manipulations

2.1. Montage Suiveur

Régler au préalable la sortie du GBF afin de générer un signal sinusoïdal d'amplitude crête à crête (càc) de 1V avec $f = 1 \text{ kHz}$, valeur moyenne nulle (OFFSET nul).

- 2.1.1. Connecter le GBF sur l'entrée du suiveur et à l'aide des deux voies de l'oscilloscope, visualiser simultanément l'entrée et la sortie du montage. Donner le gain $G = \left| \frac{V_s}{V_e} \right|$ et le déphasage de ce bloc fonctionnel. Que pouvons-nous constater ?
- 2.1.2. **Sur le GBF**, augmenter l'amplitude du signal d'entrée à son maximum, soit 20Vcàc, activer l'offset et le régler à son maximum puis à son minimum. Que se passe-t-il ? Expliquer l'origine de la forme du signal de sortie.
- 2.1.3. Revenir à 1Vcàc, régler la valeur de 20Ω sur la boîte à décades de résistance et la connecter à la sortie du montage suiveur. (**ATTENTION ne jamais descendre sous la valeur de 20Ω au risque d'endommager le suiveur**). Faire varier la valeur de la résistance entre la $1k\Omega$ et 20Ω tout en analysant le signal de sortie (aux bornes de la résistance variable). Que se passe-t-il ?
- 2.1.4. Répéter l'opération précédente mais sans le suiveur, la boîte à décade est donc directement connectée au GBF. Que se passe-t-il ?

Les deux questions suivantes sont pour les plus rapides (moins de 30 minutes)

- 2.1.5. Re-connecter le suiveur et augmenter progressivement la fréquence. Que pouvons-nous constater à partir de $f = 1 \text{ MHz}$?
- 2.1.6. Synthétiser les précautions d'utilisation d'un tel montage et conclure sur l'utilisation potentielle d'un montage suiveur.

2.2. Montage Gain négatif

Régler au préalable la sortie du GBF afin de générer un signal sinusoïdal d'amplitude crête à crête de 1V avec $f = 1 \text{ kHz}$, valeur moyenne nulle (OFFSET nul).

- 2.2.1. Mesurer la valeur du Gain de ce bloc et le déphasage aux deux extrémités du bouton rotatif.
- 2.2.2. Quelles sont les différentes fonctions arithmétiques réalisées par ce bloc (3 zones).

2.2.3. Régler le bouton rotatif pour obtenir un Gain unitaire. Quelle est la différence avec le montage suiveur ?

2.2.4. Mesurer la fréquence maximale d'utilisation du bloc aux gains extrêmes (la fréquence maximale est relevée lorsque la valeur du gain change d'un rapport $\sqrt{2}$)

2.2.5. Conclure sur le domaine de validité du montage Gain négatif

2.3. **Montage Gain positif** (pour les plus rapides : moins d'1 heure)

Répéter les mêmes opérations que le montage précédent.

2.4. **Montage Additionneur**

Lors de cette manipulation, il est nécessaire d'utiliser deux signaux d'entrée :

- v_1 : Régler la sortie OUPP du GBF afin de générer un signal sinusoïdal, de valeur moyenne nulle, 5V d'amplitude càc, avec $f = 1 \text{ kHz}$.
- v_2 : Utiliser la sortie TRIG du GBF afin de générer un signal carré, 2,5V de valeur moyenne, 5V d'amplitude càc, avec $f = 1 \text{ kHz}$.

2.4.1. Visualiser les deux entrées v_1 et v_2 à l'oscilloscope.

Puisque l'opération est sensée être une addition, utiliser la fonction « MATH », choisir l'opération « + » et relever les trois oscillogrammes obtenus.

2.4.2. Visualiser à présent la sortie v_{s4} et l'entrée v_1 , comparer le résultat du bloc additionneur avec le tracé précédent

Remplacer maintenant le signal TRIG (v_2) par une tension 5V continue issue du générateur DC.

2.4.3. Analyser le signal de sortie v_{s4} et vérifier la conformité de l'opération somme entre un signal alternatif et un signal continu.

2.4.4. Augmenter alternativement la fréquence du GBF et l'amplitude du signal v_1 et noter l'évolution du signal de sortie. Conclure sur le domaine de validité du montage Additionneur.

2.5. **Montage Soustracteur** (pour les plus rapides : moins d'1h30min)

Répéter les mêmes opérations que le montage précédent.

2.6. **Montage Multiplieur**

Ce circuit a une tension de sortie proportionnelle au produit des tensions d'entrée pondéré par une coefficient constant $K = 0,1$.

$$v_{s6} = K \times v_{e5} \times v_{e6}$$

Lors de cette manipulation, il est nécessaire d'utiliser deux signaux d'entrée :

Manipulation 1 :

- v_5 : Régler la sortie OUPP du GBF afin de générer un signal sinusoïdal, de valeur moyenne nulle, 5V d'amplitude càc, avec $f = 1 \text{ kHz}$.
- v_6 : Utiliser la sortie TRIG. OUPP. du GBF afin de générer un signal carré, 2,5V de valeur moyenne, 5V d'amplitude càc, avec $f = 1 \text{ kHz}$.

2.6.1. Relever le signal de sortie et expliquer, calcul à l'appui, l'amplitude, la valeur moyenne et la fréquence du signal obtenu.

Manipulation 2 :

- v_5 **ET** v_6 : Régler la sortie OUPP du GBF afin de générer un signal sinusoïdal, de valeur moyenne nulle, 5V d'amplitude càc, avec $f = 1 \text{ kHz}$.

2.6.2. Relever le signal de sortie et expliquer, calcul à l'appui, l'amplitude, la valeur moyenne et la fréquence du signal obtenu.

Annexe C. METHODE DE MESURE DE LA PHASE A L'OSCILLOSCOPE

Mesure de la phase d'une tension V_2 par rapport à une tension V_1 :

La tension V_1 sert de référence, dans ces conditions, son amplitude doit rester constante durant la manipulation.

Dans ces conditions :

- 1- Placer la tension de référence V_1 sur la voie 1 (Ch1) de l'oscilloscope.
- 2- Placer aussi la tension V_2 sur la voie 2 (Ch2) de l'oscilloscope.
- 3- En agissant sur le réglage de l'oscilloscope : appuyer sur le bouton : **Mesure**, puis **Temps**. Sur ce dernier, choisir l'une de ces deux fonctions :

Retard 1 → 2 

Retard 1 → 2 

Sur l'écran de l'oscilloscope, vous aurez l'affichage du décalage ΔT en μs .

- 4- Nous déduisons alors la phase φ :

$$T(s) = 1/f(\text{Hz}) \rightarrow 2\pi$$

$$\Delta T (\text{mesuré}) \rightarrow \varphi$$

$$\text{D'où la phase } \varphi = \Delta T \cdot 2\pi f$$