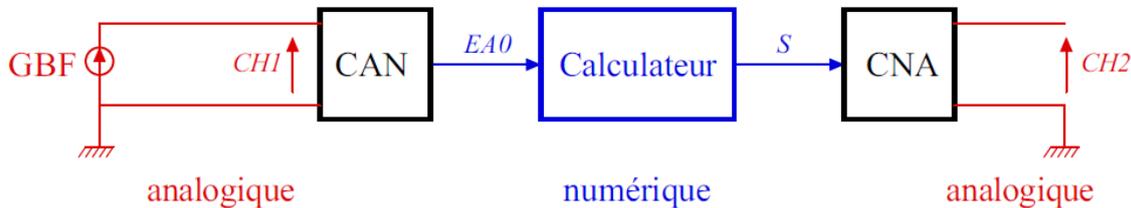


TP FILTRAGE NUMERIQUE

L'objectif de ce TP est de réaliser l'acquisition d'un signal analogique, puis le traitement numérique de celui-ci et enfin sa restitution analogique suivant le schéma synoptique ci-dessous :



Le traitement numérique consistera en un filtrage (passe-bas en I. puis passe-haut en II.) réalisé dans la feuille de calcul du logiciel latispro.

I. Principe du filtrage numérique

L'équation différentielle correspondant à un filtre passe bas du premier ordre est :

$$\tau \frac{ds}{dt} + s(t) = e(t)$$

Pour traiter le tableau de nombres que le CAN a créé, il faut discrétiser cette équation différentielle. L'acquisition ayant été réalisée avec un temps d'échantillonnage T_e , réfléchir à la discrétisation proposée ci-dessous, sachant que l'indice n correspond aux valeurs associées au temps nT_e :

$$\tau \frac{s_{n+1} - s_n}{T_e} + s_n = e_n$$

On pensera à une condition entre τ et T_e notamment.

Justifier alors que les équations permettant le calcul de s_n , quelsoit n sont :

$$\begin{cases} s_{\text{initial}} = 0 \\ s_n = s_{n-1} + \frac{T_e}{\tau} (e_{n-1} - s_{n-1}) \end{cases}$$

II. Réalisation expérimentale

A. Montage expérimental

Réaliser le montage permettant l'acquisition d'un signal issu du GBF et sa restitution après traitement. On utilisera l'entrée EA0 et la sortie SA1.

On visualisera en parallèle sur l'oscilloscope l'entrée EA0 et la sortie SA1.

Les paramètres d'acquisition seront fixés à :

- $T_e = 200 \mu\text{s}$
- $N = 10000$ points.

On réfléchira à ces valeurs en lien avec le théorème de SHANNON et la qualité d'une transformée de FOURIER.

La sortie SA1 ne sera active que lorsque vous aurez programmé la fonction S dans la feuille de calcul (voir ci-dessous, B.)

Pour le paramétrage de la sortie, utiliser la fenêtre ci-dessous :



B. Programmation

Ouvrir la feuille de calcul et entrer les commandes suivantes :

```
Te=2e-4  
fe=1/Te  
fc=100  
tau=1/(2*3.14*fc)  
S=Table(0)  
S=S[n-1]+Te/tau*(EA0[n-1]-S[n-1])
```

Quelle est la signification de chacune d'entre elles ?

Ne pas oublier de les exécuter (en utilisant la commande F2).

C. Observations

1. Signal sinusoïdal

Le signal d'entrée est ici sinusoïdal de fréquence f et d'amplitude crête à crête 16V comportant éventuellement une composante continue.

Fixer la fréquence successivement à 10 ; 100 ; 500 ; 5100 Hz.

A chaque fois afficher dans la fenêtre graphique EA0 et S et dans la fenêtre Transformée de Fourier le spectre de S.

Observer également les allures des courbes à l'oscilloscope.

Relever les courbes (vous pouvez pour cela, par exemple, faire une impression d'écran et stocker les courbes ainsi que vos commentaires dans un fichier word ; voir l'exemple traité en annexe I).

Quelle est la particularité des résultats pour $f = 5100$ Hz ? A quel phénomène est-ce dû ?

2. Signal créneau

Le signal d'entrée est maintenant un signal créneau d'amplitude crête à crête 16 V.

- ✚ Fixer f à 500 Hz ; relever les courbes et la TF et commenter.
- ✚ Fixer f à 1010 Hz ; que remarque-t-on ? A quoi est dû ce phénomène ?
- ✚ Fixer alors f_e (dans la feuille de calcul et dans les paramètres de Latispro) à 50 kHz tout en conservant f à 1010 Hz ; refaire l'acquisition et commenter.

3. Influence de la période d'échantillonnage

Revenir à un signal sinusoïdal de fréquence 100Hz (toujours de même amplitude que précédemment).

Fixer T_e à $2 \cdot 10^{-4}$ s, puis $2 \cdot 10^{-3}$ s, $3 \cdot 10^{-3}$ s, $3,1 \cdot 10^{-3}$ s et $3,2 \cdot 10^{-3}$ s

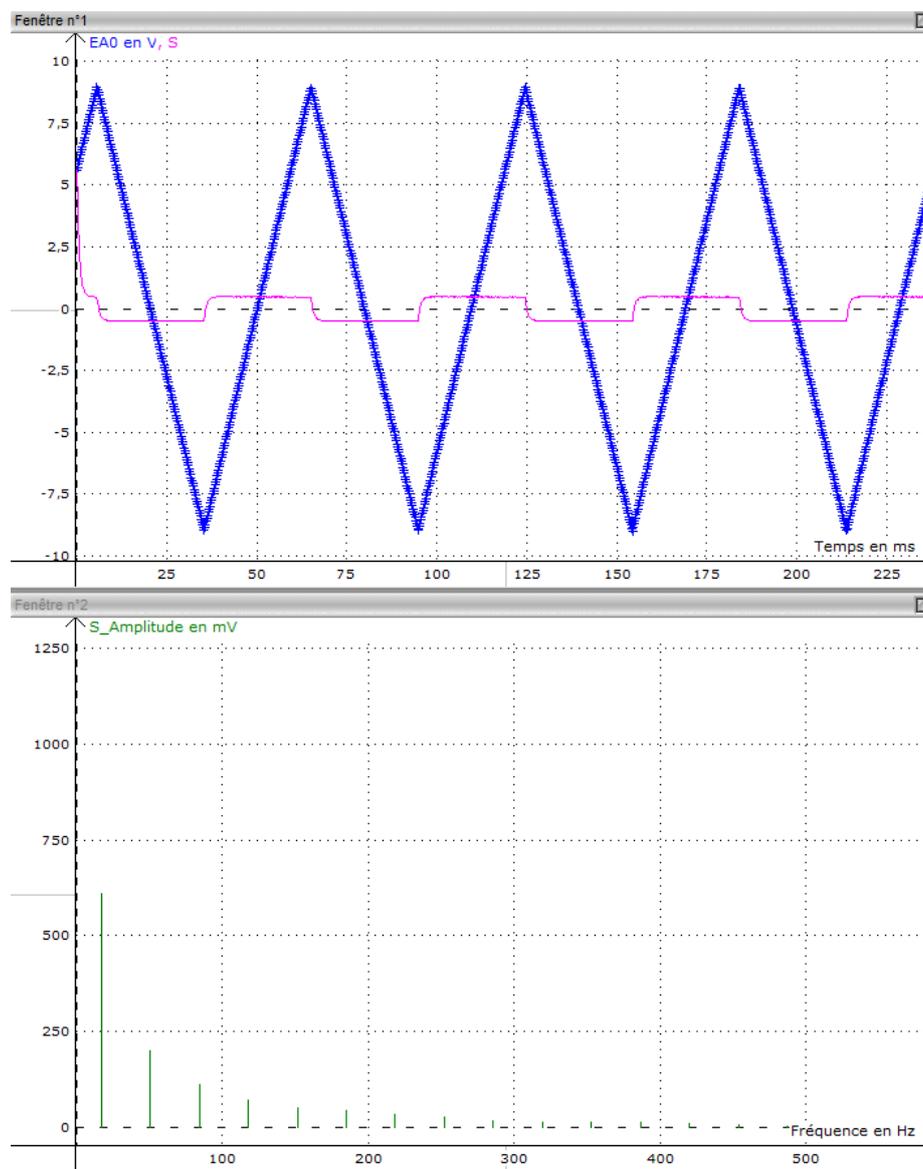
Quel phénomène observe-t-on ? En donner une explication qualitative.

III. Filtre passe-haut

En s'aidant de l'étude précédente, étudier un filtrage numérique passe-haut du premier ordre ; dans le paramétrage initial, seule sera modifiée la fréquence de coupure ; on prendra $f_c = 200$ Hz.

On pourra s'aider de l'annexe II ci-dessous, mais il serait bon de ne pas la consulter dans un premier temps...

ANNEXE I UN EXEMPLE DE COURBES ET DE COMMENTAIRES



Passe-haut d'ordre 1
Signal d'entrée triangulaire

Le filtre est passe-haut d'ordre 1, de fréquence de coupure 200 Hz.
 L'entrée est triangulaire de valeur d'amplitude 17.8 V crête à crête et de fréquence 17,7 Hz.
 S est un signal proche d'un créneau d'amplitude 0.48 V et dont les rapports d'amplitudes des harmoniques sont assez proches de la série $1/3 ; 1/5 ; 1/7 ; \text{etc.}$: le filtre joue le rôle d'un dérivateur.
 On vérifie que sur une $\frac{1}{2}$ période, $\tau \frac{\Delta v_e}{\Delta t} = v_s : 7,96 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{17.8}{30 \cdot 10^{-3}} = 0.47 \text{ V}$ ce qui correspond bien à la valeur lue de 0.48 V pour S.

ANNEXE II

