Université Paul Sabatier **Contrôle terminal**
M1 PF - ATS - AOC - SIGELEC - ISII 5 janvier 2009

Introduction à l'instrumentation : Labview

Durée : 2h00

Aucun document n'est autorisé

Exercice 1

On considère le VI dont le diagramme est représenté sur la figure 1. On cherche à analyser son fonctionnement.

1) Comment s'appellent la structure principale utilisée dans ce VI et les éléments notés ① ? Quand ce programme s'arrête-t-il ?

2) À la sortie de cette structure, on récupère des tableaux de taille N. Calculer la valeur de N.

3) Un caractère a été sciemment omis dans la boîte de calcul, sans lequel le programme ne fonctionne pas. Quel est-il ?

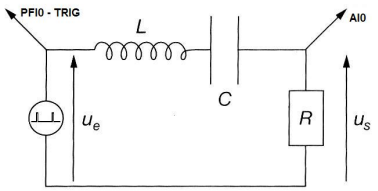
4) Expliquer en quelques phrases ce que fait ce VI.

5) Deux graphes ont été créés sur la face avant (non représentée ici). Préciser l'abscisse qui figure sur chaque graphe. Quel est le plus "physique" ?

6) On aurait pu rédiger le même programme en choisissant une structure « for » et sans utiliser de registre à décalage. Dessiner le diagramme de ce nouveau VI.

Exercice 2

On cherche à étudier la résonance en intensité d'un circuit RLC série. Pour cela on alimente le circuit de la figure ci-dessous par un générateur d'impulsions très brèves (analogues à des Dirac) de fréquence 10 Hz. On fait ensuite l'acquisition de la tension aux bornes de la résistance sur la voie n° 0 d'une carte PCI-6024 couplée à un ordinateur. L'acquisition est déclenchée sur les impulsions : un câble relie la sortie du GBF à l'entrée PFI0/TRIG de la carte. Le diagramme et la face avant du VI réalisant l'acquisition de la tension aux bornes de R sont représentés respectivement sur les figures 2 et 3. Le VI a été exécuté avec les paramètres visibles sur la face avant.



Rappels théoriques : Si H désigne la fonction de transfert complexe du circuit, H est la transformée de Fourier de la réponse impulsionnelle du circuit et on peut montrer que

$$H(j\omega) = \frac{R}{R + j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}$$

En posant $\omega_0^2 = 1/(LC)$ et $Q = L\omega_0/R$, il est facile de montrer **(mais il n'est en aucun cas demandé de refaire ces calculs !)** que le module de H est maximal pour $\omega = \omega_0$ et que la bande passante à -3 dB du filtre est donnée par $\Delta\omega = \omega_0/Q$.

1) On s'intéresse tout d'abord au « Waveform Graph 1 ».

a) Quelle est la durée d'acquisition en secondes ?

b) Décrire le graphe (grandeurs en abscisse et en ordonnée). Que représente-t-il physiquement ?

c) Évaluer la période des oscillations en secondes.

d) Lorsqu'on ouvre le VI, la fréquence d'échantillonnage vaut par défaut 1000 Hz. Expliquer pourquoi il est indispensable de la modifier.

2) On s'intéresse maintenant au « Waveform Graph 2 ». Le « Waveform Graph 3 » représenté figure 4 n'est qu'un zoom du Waveform Graph 2 autour du pic de gauche.

a) Que représente ce graphe ? Quelle grandeur lit-on en abscisse ? Quelle partie du graphe est réellement significative ?

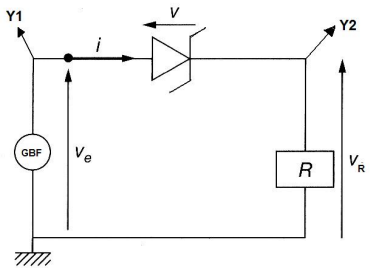
b) Dans le diagramme du VI, une donnée importante pour la construction du graphe a été volontairement noircie. A quoi correspond-elle ? et donner sa valeur numérique.

c) Retrouver la période des oscillations. Estimer la largeur du pic, en déduire le facteur de qualité Q du filtre. Énumérer les sources possibles d'incertitude.

d) Sachant que $L = 20$ mH, calculer C et R.

Exercice 3

On réalise le VI représenté sur la figure 5. L'ordinateur communique à distance via le port GPIB avec un GBF et un oscilloscope. Le GBF et l'oscilloscope sont par ailleurs reliés à une diode Zener selon le schéma de la figure suivante avec $R = 10$ kΩ :



On demande de décrire les différentes étapes réalisées par ce VI.
Quelle est la finalité du programme ? Préciser en particulier le nom des grandeurs figurant sur les axes du graphe XY apparaissant sur la face avant.

Petit coup de pouce : dans les commandes envoyées aux instruments, « DC » signifie tension continue, « OFFS » désigne l'offset de cette tension et « VAV » représente la moyenne de la tension mesurée.

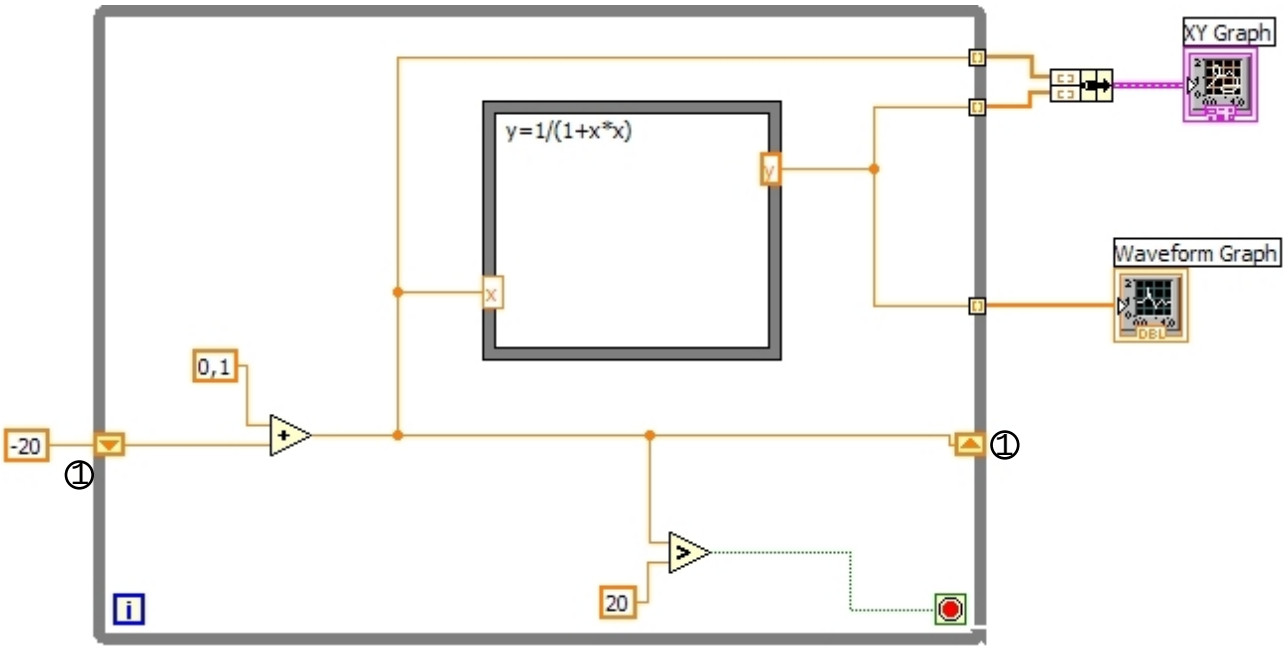


FIG. 1 – Diagramme du VI étudié à l'exercice 1

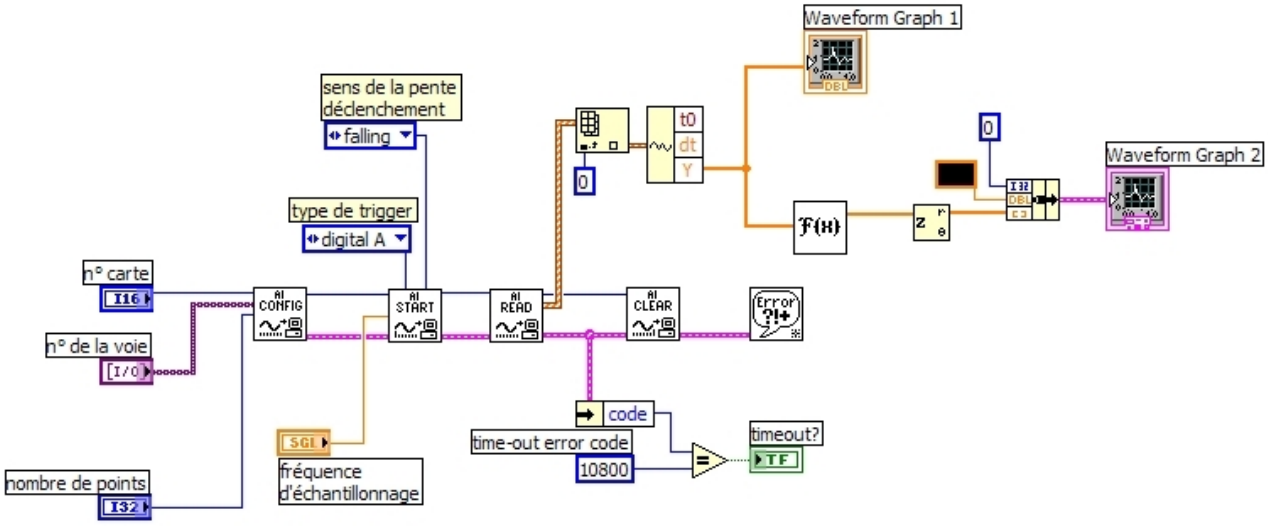


FIG. 2 – Diagramme du VI étudié à l'exercice 2

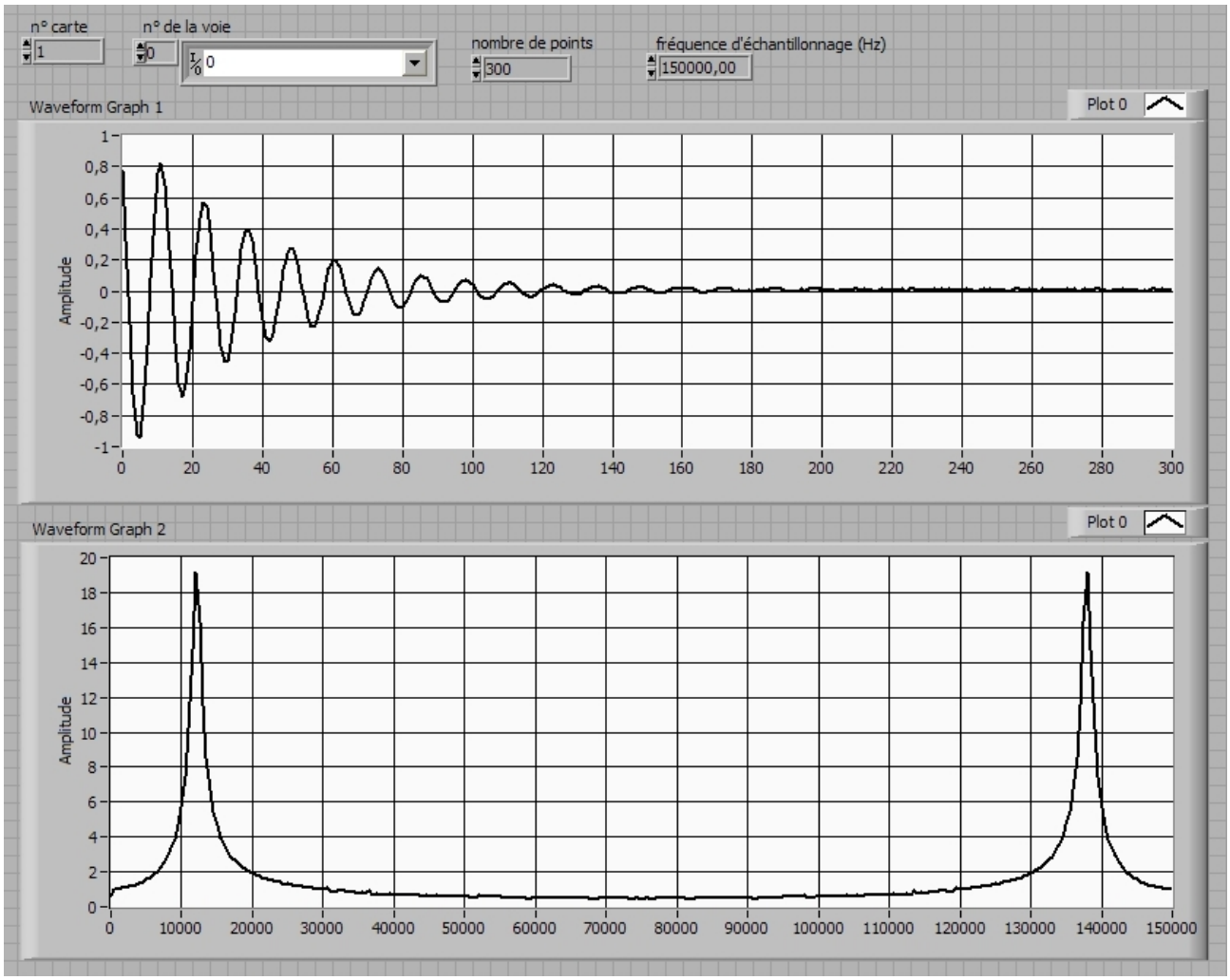


FIG. 3 – Face avant du VI étudié à l'exercice 2

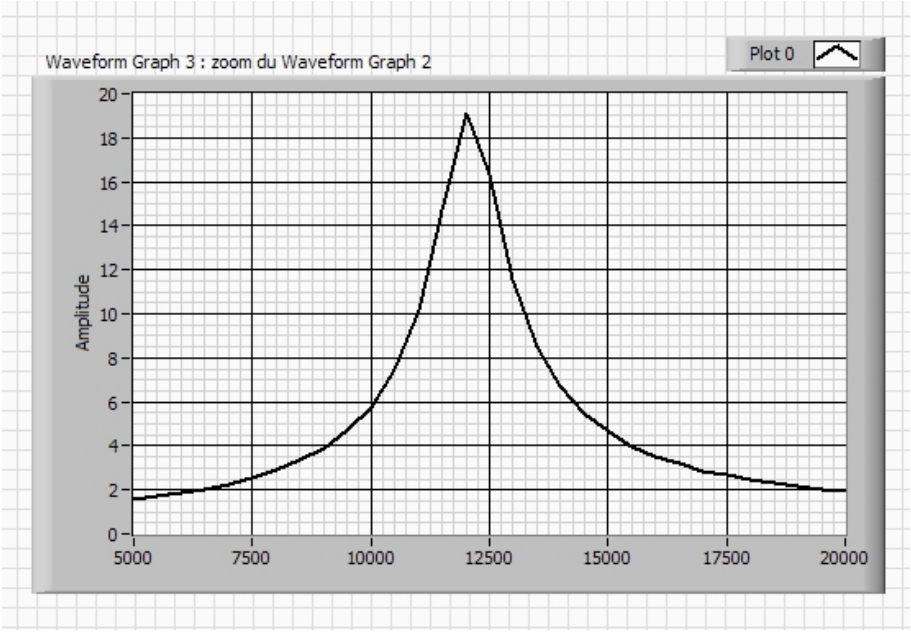


FIG. 4 – Zoom du graphe 2 de la figure 3

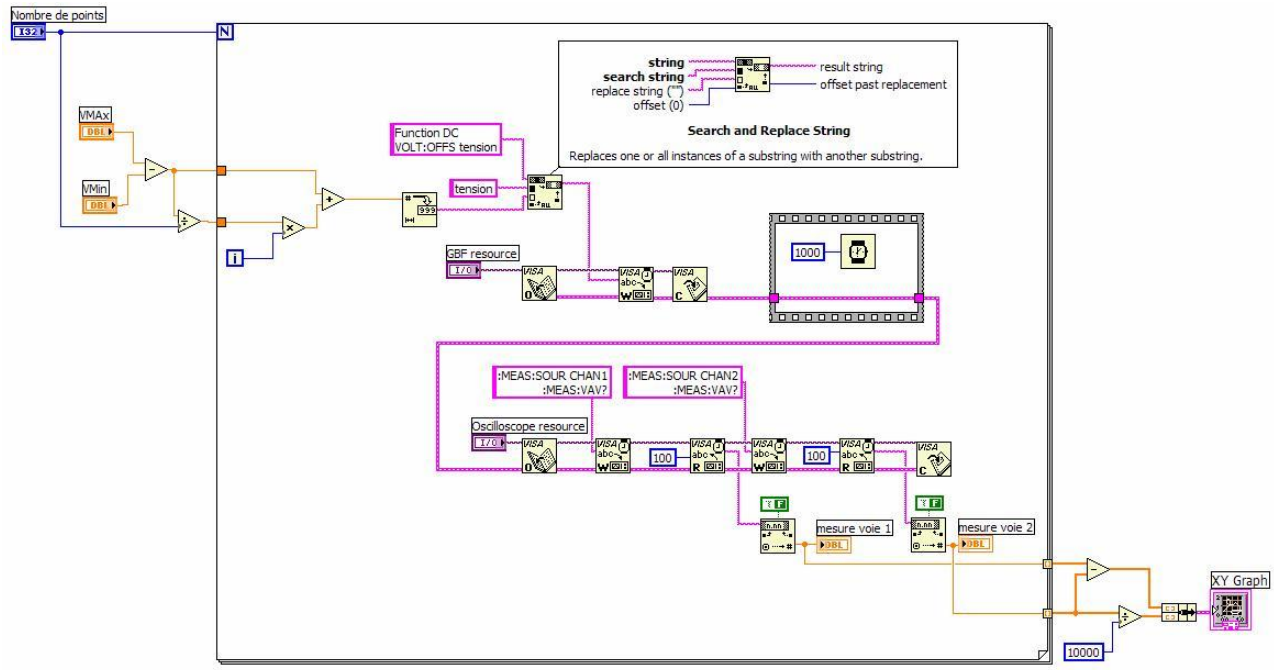


FIG. 5 – Diagramme du VI étudié à l'exercice 3

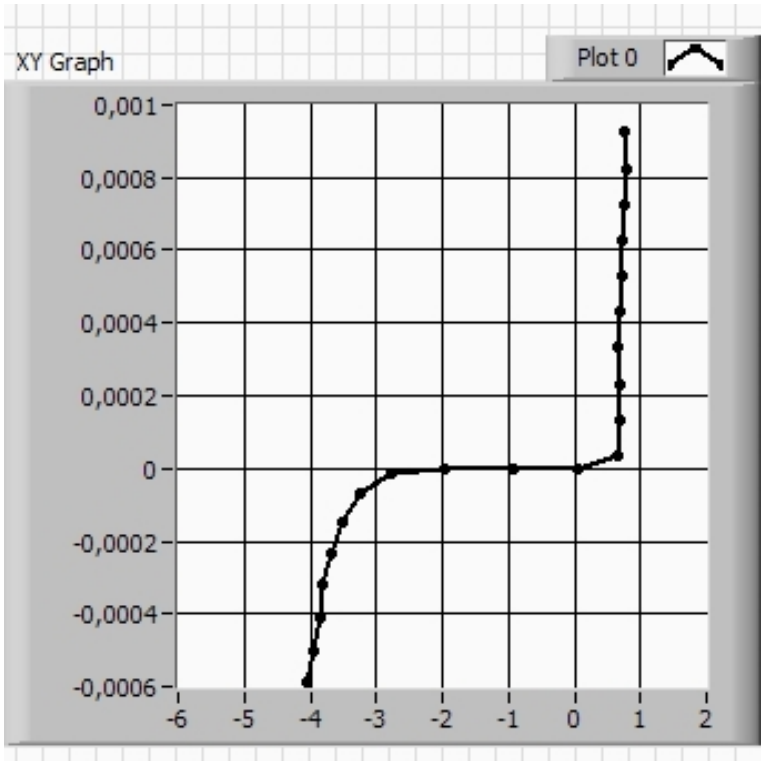
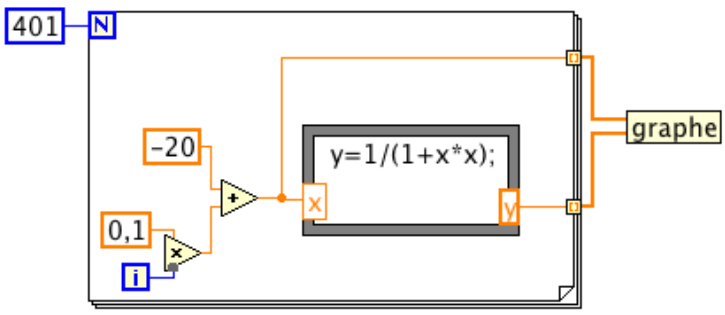


FIG. 6 – XY Graph apparaissant sur la face avant

Exercice 1 (6 pts)

1. Ce programme utilise une boucle WHILE 0,5
   et un registre à décalage. 0,5
   Le programme s'arrête lorsque la condition booléenne ($x > 20$) est vraie. 0,5
2. La boucle calcule les éléments en ajoutant 0,1 à chaque tour et en partant de -20, donc $x_i = -20 + 0,1 \times i$.
   L'indice qui correspond à $x_i = +20$ vaut n=400.
   Donc N=401 car i commence à 0 ! 1
3. point-virgule. 0,5
4. Le VI calcule point par point les éléments de la fonction $y = \frac{1}{1+x^2}$ pour x allant de -20 à 20 par pas de 0,1.
   Il trace ensuite le graphe $y = f(x)$. 1
5. Waveform graph : y est représenté en fonction de l'indice i. 0,5
   XY-graph : y est représenté en fonction de x, plus physique si x a une réalité physique (temps par exemple). 0,5
6. Diagramme : 1



Exercice 2 (9 pts)

1. (a) $T_{\text{acq}} = N_{\text{points}} \times \frac{1}{F_{\text{ech}}} = \frac{300}{150 \times 10^3} = 2 \times 10^{-3}$s. 0,5

   (b) Abscisse maximale = 300 = N_{points}
   Graphe de u_s en fonction de l'indice.
   En réalité, u_s est fonction du temps et représente la réponse impulsionnelle du filtre. 1

   (c) On compte 5 périodes sur 60 points, donc 1 période correspond à 12 points 0,5
   et $T = \frac{12}{F_{\text{ech}}} = 8 \times 10^{-5}$s. 0,5

   (d) Il faut respecter le critère de Shannon $F_{\text{ech}} \gg 2F_{\text{signal}}$
   Ici, $F_{\text{signal}} = \frac{1}{T} = 12,5$kHz, donc 1000 Hz est insuffisant et la courbe sera sous-échantillonnée. 1

2. (a) WG2 représente le spectre en amplitude de u_s en fonction de la fréquence f. 0,5
Par construction, la moitié droite du graphe est la réplique de la partie gauche, 0,5
donc la partie significative va de $f = 0$ à $f = \frac{F_{\text{ech}}}{2} =$ fréquence de Nyquist. 0,5
Remarque : $F_{\max} = F_{\text{ech}} = 150\,000$ Hz.

(b) Pas en fréquence : $\boxed{\Delta f = \frac{1}{T_{\text{acq}}} = \frac{F_{\text{ech}}}{N} = 500 \text{ Hz.}}$ 1

(c) Pic de résonance à $f_r \simeq 12\,500$ Hz $\Rightarrow$ $T = 8 \times 10^{-5}$ s. 0,5
Largeur du pic : $\Delta f = 13\,250 - 11\,000 = 2\,250$ Hz. 0,5
$\Rightarrow Q = \frac{f_r}{\Delta f} = 5,4$. 0,5
Incertitudes. 0,5

(d) $\left\{ \begin{array}{rcl} f_r & = & \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \\ Q & = & 2\pi L \frac{f_r}{R} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{rcl} C & = & 8 \text{ nF} \\ R & = & 291\ \Omega \end{array} \right.$ 0,5
0,5

Exercice 3 (5 pts)

Ce VI a pour objectif de tracer la caractéristique tension-courant d'une diode Zener pilotant à distance les instruments de mesure via le port GPIB. 1

L'ordinateur demande d'abord au GBF de générer une tension continue dont la valeur varie entre $V_{\max}$ et $V_{\min}$. La valeur numérique $V_i = V_{\min} + \frac{V_{\max} - V_{\min}}{N} \times i$ est convertie en chaîne de caractères avant d'être insérée dans la commande du GBF sous le mot-clef "tension". 1

Une fois l'ordre envoyé au GBF, une structure séquence permet d'attendre pendant 1s que la tension continue soit générée avant de demander à l'oscilloscope de mesurer. 1

L'ordinateur demande à l'oscillo de mesurer V_e (voie 1) et V_R (voie 2), les informations codées en caractères sont converties en numérique. 1

Enfin, on calcule :
- la tension $V_e - V_R = V$ aux bornes de la diode Zener
- l'intensité du courant $i = \frac{V_R}{10\,000}$

et on trace la caractéristique $i = f(V)$ (i en ordonnée, V en abscisse). 1

Acquisition d'un signal et transformée de Fourier (8 pts)

1. On souhaite réaliser l'acquisition d'un signal sinusoïdal de fréquence f_{GBF}. Quelle précaution doit-on prendre pour le choix de la fréquence d'échantillonnage ? Pourquoi ?
2. On choisit un nombre de points N dont on souhaite faire l'acquisition, avec une fréquence d'échantillonnage f_{ech}. Quelle sera, en fonction de N et f_{ech}, la durée de l'acquisition ?
3. On réalise le spectre de Fourier du signal. Quelles seront ses caractéristiques (étendue de fréquence, pas en fréquence) ?
4. Proposer un organigramme de VI réalisant l'acquisition et le calcul de la transformée de Fourier du signal. On explicitera les différents paramètres nécessaires (nombre de points, pas, etc...) et on précisera les critères qui permettent de déterminer leurs valeurs.

Corrigé

1. $f_{ech} \geq 2f_{GBF}$ (Critère de Nyquist/Shannon) afin de ne pas perdre l'information du signal analogique d'origine. 1
2. $N = \dfrac{T_{acq}}{dt} = f_{ech} \times T_{acq} \Rightarrow T_{acq} = \frac{N}{f_{ech}}$ 1
3. Etendue en fréquence : $[0, f_{ech}]$ 0,5
   Pas en fréquence (résolution) : $\Delta f = f_{ech}/N$ 0,5
4. Organigramme (voir Fig. 1) :
   → Partie acquisition 2
   → Partie traitement 2
   Paramètres : 1
   - f_{ech} : en théorie, $f_{ech} \geq 2f_{GBF}$; en pratique, on prend $f_{ech} \gg 2f_{GBF}$, par exemple, $f_{ech} = 20\, f_{GBF}$
   - nombre de points : pour faire l'acquisition de, par exemple, 5 périodes, on prend : $N = f_{ech} \times T_{acq} = f_{ech} \times 5\, T_{GBF} = 20\, f_{GBF} \times \dfrac{5}{f_{GBF}} = 100$
   - pas en fréquence $= 1/T_{acq}$

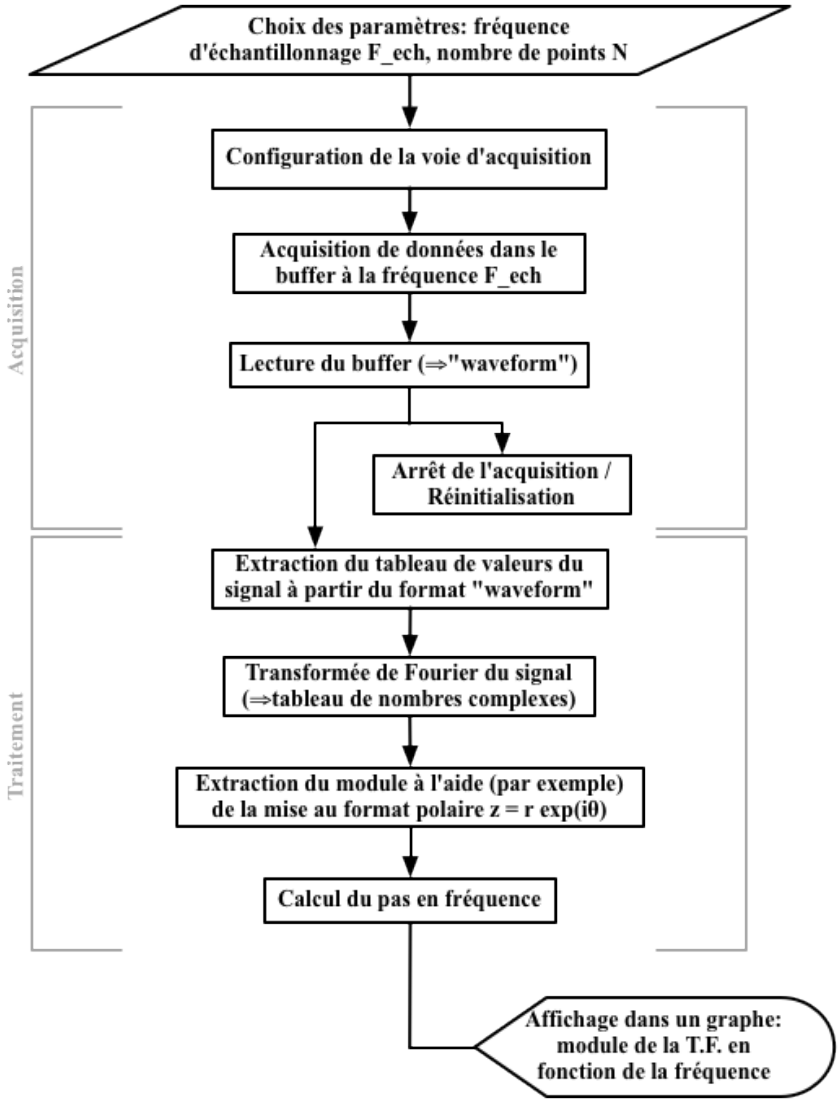


FIG. 1 – Exemple d'organigramme en réponse à la question 4.