

## Etude d'un filtre ADSL

Note sur les critères d'évaluation : la qualité de l'expérimentation et de la réflexion seront fortement valorisées ; terminer le sujet n'est pas déterminant dans la notation. Aucune connaissance préalable n'est attendue sur le fonctionnement spécifique des appareils utilisés. Des notices explicatives sont disponibles. Ne pas hésiter à faire appel à l'examineur en cas de doute. Le matériel d'usage courant non mentionné dans la liste peut être demandé à l'examineur.

Un compte-rendu succinct qui fera figurer schémas, résultats et commentaires sur les mesures réalisées sera rédigé par le candidat. Aucun développement excessif n'est attendu puisqu'on rappelle qu'il s'agit d'une épreuve orale.

### Objectif

Vous disposez sur votre paillasse d'un boîtier renfermant un filtre dont on cherche à étudier la réponse fréquentielle.

### Matériel

- 1 boîte noire entrée/sortie contenant le filtre à caractériser
- 1 générateur basses fréquences (GBF)
- 1 boîte AOIP  $\times 100 \Omega$
- 1 boîtier à décades de résistance variable
- 1 boîtier à décades de capacité variable
- 1 boîtier à décades d'inductance variable
- 2 multimètres
- 1 connecteur banane-BNC
- 4 jeux de fils à fiche banane noir et rouge
- 1 carte d'acquisition SYSAM
- un ordinateur muni de tableurs (*Regressi*, *Excel*), de logiciels d'acquisition et de pointage de vidéo (*QuickMediaConverter* et *LatisPro*) et d'un logiciel de calcul d'incertitude (GUM).

## Questions

1. Suivre le "Protocole expérimental" fourni de manière à observer la réponse fréquentielle du circuit proposé soumis à une excitation sinusoïdale d'amplitude crête-à-crête  $E_0 = 4$  V et de valeur moyenne nulle. Pour l'utilisation du GBF, on fera appel à l'examineur.
2. Balayer rapidement la fréquence d'excitation entre 100 Hz et 30 kHz et observer la réponse fréquentielle du filtre. En déduire la nature du filtre étudié. Parmi les fonctions de transfert fournies ci-dessous, identifier celles qui peuvent correspondre à la nature du filtre étudié.

①	②	③	④
$\underline{H}(f) = \frac{H_0}{1 + j \frac{f}{f_0}}$	$\underline{H}(f) = \frac{H_0}{1 - j \frac{f_0}{f}}$	$\underline{H}(f) = \frac{H_0}{\left[1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2\right] + \frac{j f}{Q f_0}}$	$\underline{H}(f) = \frac{H_0}{1 + jQ \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)}$

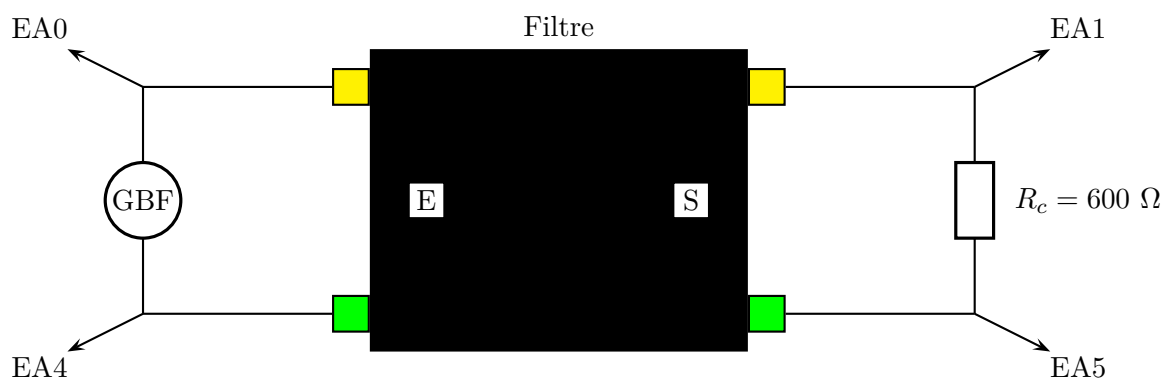
où  $j$  est le nombre imaginaire tel que  $j^2 = -1$ ,  $f$  est la fréquence d'excitation du circuit et  $H_0$ ,  $f_0$  et  $Q$  trois paramètres définis à partir des valeurs des composants du circuit.

3. Proposer une méthode expérimentale simple permettant de discriminer, parmi les fonctions de transfert qui restent plausibles, celle qui s'applique au filtre étudié. On présentera cette méthode à l'examineur avant de la réaliser. En déduire la fonction de transfert type correspondant au filtre étudié.
4. Sans tracer de courbe et en vous plaçant à quelques fréquences bien particulières, déterminer expérimentalement les valeurs des paramètres du filtre et leur associer une incertitude.
5. Remplacer le boîtier de filtrage par un filtre RC. Ce filtre doit être de même nature, de même gain à basses fréquences et de même fréquence caractéristique  $f_0$ . On précisera les valeurs des composants choisis.
6. En vous aidant de la fiche "Diagramme de Bode en amplitude" fournie, tracer pour les deux filtres (boîtier ADSL et "RC ou RL") le gain en décibels  $G_{dB}$  en fonction de  $\log f$  (où  $f$  est la fréquence d'excitation) sur la gamme de fréquence comprise entre 100 Hz et 30 kHz.
7. Comparer les résultats obtenus. Conclure sachant qu'un filtre ADSL doit séparer un signal "voix" de fréquence inférieure à 4 kHz d'un signal "internet" de fréquence supérieure à 25 kHz.

# PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL


## Branchements

Effectuer les branchements permettant de réaliser le montage ci-dessous :





EA0, EA1, EA4, EA5 correspondent aux entrées analogiques de la carte d'acquisition SYSAM.  
On notera  $R_c$  la résistance dite "de charge" placée à la sortie du filtre et qui vaudra ici :  $R_c = 600 \Omega$ .

## Paramètres de l'acquisition avec LatisPro



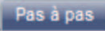
- ★ Cliquez sur l'icône  puis sélectionner dans le menu "Entrées Analogiques" les voies EA0, EA4, EA1 et EA5 en cliquant dessus.
- ★ On réalise des mesures de tension différentielle pour éviter tout problème de masse. Pour cela, cliquer sur les cases séparant les voies EA0 et EA4 d'une part et EA1 et EA5 d'autre part. Ces voies changent alors de nom. Elles apparaissent dès lors sous les noms : "EA04\_D (+)", "EA04\_D (-)", "EA15\_D (+)" et "EA15\_D (-)".
- ★ Dans le menu "Acquisition", sélectionner les modes "périodique" et "permanent".
- ★ Dans le menu "Déclenchement", choisir la source "EA04\_D" et définir un seuil de 0 V ainsi qu'un pré-trig de 25%.
- ★ Pour acquérir le signal en continu, taper sur la touche "F10". Pour cesser d'acquérir le signal, taper sur "Esc" ou "Echap".

## Visualisation des courbes



- ★ Après une acquisition, toutes les courbes acquises ou calculées sont répertoriées dans le menu accessible en cliquant sur l'icône .
- ★ Pour visualiser une courbe dans une fenêtre graphique, cliquer sur l'icône  dans la barre des outils puis glisser-déposer la courbe à représenter depuis la colonne de gauche.
- ★ Pour visualiser une courbe (n°1) en fonction d'une autre courbe (n°2), il suffit de glisser d'abord la courbe n°1 sur la fenêtre graphique, puis de glisser la courbe n°2 sous l'axe des abscisses en bas de la fenêtre graphique.



# DIAGRAMME DE BODE EN AMPLITUDE

## Acquisition des données en mode "Pas à pas"

- ★ Depuis la barre des menus, cliquer sur l'icône "Exécuter"  et sélectionner l'option "Acquisition TRMS".
- ★ Après avoir cliqué sur l'icône , cliquer sur l'icône  du mode "Pas à pas" dans le sous-menu "Acquisition".
- ★ Vérifier que l'option "Abscisse Clavier" est sélectionnée et entrer le nom "Frequence" ainsi que l'unité "Hz".
- ★ Taper sur "F10" pour lancer une acquisition. Une fenêtre de dialogue apparaît alors à l'écran.
- ★ Pour chaque valeur de fréquence fixée à partir du GBF, attendre la stabilisation des mesures affichées dans la fenêtre de dialogue. Entrer alors la valeur de la fréquence du signal délivrée par le GBF puis taper sur "Entrée".  
*Répéter cette étape pour l'ensemble des valeurs de fréquence souhaitées dans la gamme de fréquence demandée.*

## Exploitation des mesures

- ★ Pour visualiser les données dans un tableur, cliquer sur l'icône  depuis la barre des outils : une fenêtre tableur apparaît.  
Cliquez sur l'icône  puis glisser-déposer les courbes souhaitées dans les colonnes souhaitées.
- ★ Pour calculer le gain en décibels, taper sur "F3" : une feuille de calculs apparaît.  
Taper les lignes de commande suivantes :
 
$$\text{GdB}=20*\log(\text{EA15\_D}/\text{EA04\_D})$$

$$\log f=\log(\text{Frequence})$$
- ★ Taper enfin sur "F2". Les courbes "GdB" et "logf" ont été créées et peuvent être représentées l'une en fonction de l'autre dans une fenêtre graphique.
- ★ La courbe "GdB=f(logf)" représentée, aller sur la fenêtre graphique correspondante et effectuer un clic-droit : une fenêtre de dialogue apparaît.  
Cliquez sur l'item  et tracer les droites asymptotiques à basses fréquences et à hautes fréquences. Effectuer à nouveau un clic-droit et sélectionner "Terminer" pour quitter le menu "Tangente".
- ★ Pour faire apparaître un réticule sur la fenêtre graphique, effectuer un clic-droit sur la fenêtre graphique et cliquer sur l'item . Effectuer à nouveau un clic-droit et sélectionner "Terminer" pour quitter le menu "Réticule".

## Remarques générales

Il est vivement conseillé au candidat de sauvegarder régulièrement sur le bureau de l'ordinateur son fichier sous le nom "n°candidat.ltp" afin de ne pas perdre de données. Si plusieurs fichiers sont enregistrés, le candidat pourra les indexer de la façon suivante "n°candidat\_1.ltp", "n°candidat\_2.ltp", ...