

TP n°13 : utilisation du logiciel LABVIEW pour le tracé du diagramme de gain d'un filtre analogique.

→ But du TP : ce treizième TP de BTS SE a pour but l'utilisation du logiciel de programmation graphique LabVIEW pour tracer le diagramme de Bode de gain simulé d'un filtre analogique. Après un rappel du TP précédent, où on a créé le VI qui permettait de tracer l'amplification en fonction de la fréquence, on va trouver les formules permettant de passer de l'échelle linéaire à l'échelle log. Puis, on va voir comment insérer dans le logiciel une condition permettant le choix du tracé de l'amplification (notée T) en fonction de f, ou du gain (noté G) en fonction de log(f). Enfin, on va compléter le fichier créé lors du TP précédent qui permet de relever la réponse en fréquence de plusieurs filtres connus.



Rappel de l'objectif : construire un « V.I. » permettant par simulation de tracer la réponse en fréquence d'un filtre en représentant :

- Soit l'évolution du module (noté T) de sa fonction de transfert en fonction de la fréquence en échelle linéaire
- Soit l'évolution du gain (noté G) en fonction de la fréquence en échelle log.

Le choix devra être fait par l'utilisateur sur la face avant.

1) Rappel des propriétés du VI du TP12 : « réponse_fréquence_linéaire ».

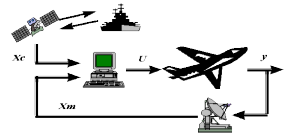
On dispose du V.I. étudié dans le TP précédent : « Réponse_fréquence_Linéaire.vi » placé dans le répertoire de la classe. Copier ce VI dans votre répertoire personnel. Tous les VI à créer seront placés dans votre répertoire de travail.

Une copie du diagramme de ce VI est donnée en annexe de ce TP. Sur cette annexe, rappeler à l'aide de flèches :

- les blocs qui permettent d'entrer ou de calculer les conditions initiales.
- le bloc qui permet de générer le signal.
- le bloc filtre.
- le bloc qui permet de récupérer l'amplitude et la fréquence du signal filtré.
- le bloc qui permet de tracer la courbe T en fonction de f.

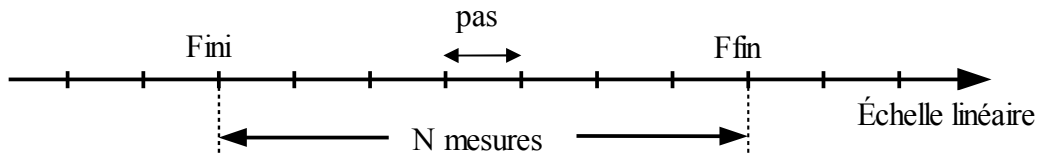
Quelles sont les modifications à apporter à ce VI pour tracer le gain en fonction de f?

- l'ajout du choix entre l'amplification et le gain.
- l'équation dans la boîte de calcul pour passer de T à G.
- le calcul du pas et l'expression de la fréquence instantanée à chaque itération de la boucle.



2) Recherche de l'expression du pas et de la fréquence instantanée à chaque itération.

Question préliminaire : on désire faire varier la fréquence d'une valeur initiale à une valeur finale de façon régulière comme indiqué graphiquement ci-dessous . (On pourra prendre à titre d'exemple 5 mesures entre $F_{ini} = 2$ et $F_{fin} = 12$)



Compléter l'algorithme suivant en donnant l'expression de « pas » et F.

Lire F_{ini} , F_{fin} , N

Calculer pas =

Pour $i = 0$ à $N-1$

Calculer F =

$i = i+1$

Fin pour

On désire maintenant répartir régulièrement N valeurs de fréquence sur une échelle log.

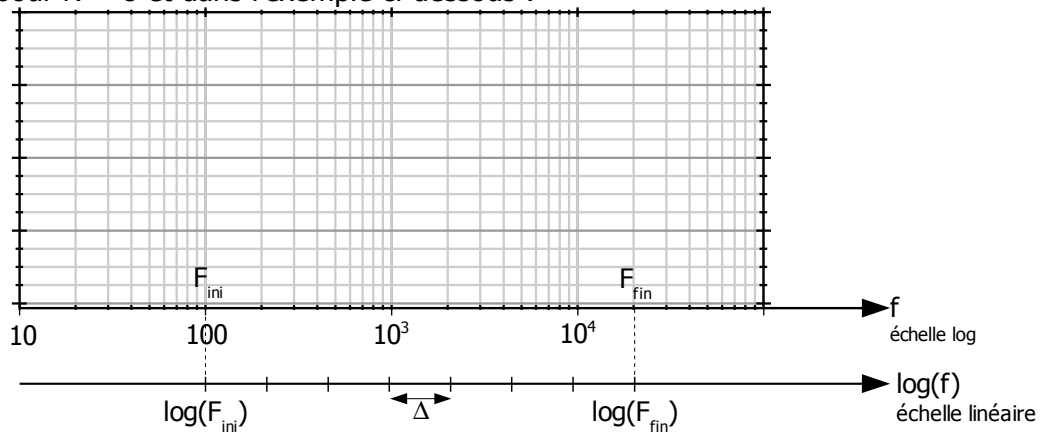
Sur la figure donnée ci-dessous apparaît l'échelle log et l'échelle linéaire correspondante.

On rappelle le résultat que vous avez obtenu avec l'échelle linéaire : $f = f_{ini} + i * \text{pas}$

$$\text{avec pas} = \frac{(f_{fin} - f_{ini})}{(N - 1)}$$

Par analogie, trouver alors la formule donnant la fréquence $\log(f)$ en fonction de $\log(f_{ini})$, i et Δ . Par analogie, quelle est l'expression de Δ (pas en échelle log) en fonction de $\log(f_{ini})$, $\log(f_{fin})$ et N ?

On pose $\Delta = \log(\text{pas})$. Quelle est l'expression du pas ? Préciser les valeurs de Δ , du pas et des fréquences pour $N = 8$ et dans l'exemple ci-dessous :



- Cas général : compléter l'algorithme suivant :

Lire F_{ini} , F_{fin} , N

Calculer pas =

Pour $i = 0$ à $N-1$

Calculer F =

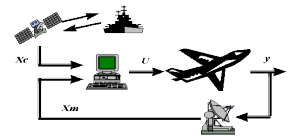
$i = i+1$

Fin pour

Rappels
mathématiques :

$$\log a - \log b = \log \frac{a}{b}$$

$$x \log y = \log(y^x)$$



3) Application : construction d'un « V.I. » permettant de tracer l'évolution du gain en fonction de la fréquence en échelle log.

Ouvrir le V.I. « Réponse_fréquence_Linéaire.vi » et modifier les deux boîtes de calcul qui permettent de calculer $f_{\text{instantanée}}$ et G.

Ajouter une boîte de calcul permettant de calculer le pas Δ .

(On précise que y^x s'écrit : $\text{pow}(y,x)$.)

Sauvegarder le nouveau « V.I. » sous un autre nom ex : « Réponse_fréquence_log ».

Valider le « V.I. » créé avec un filtre passe-bas d'ordre 2 de type Butterworth et de fréquence de coupure $f_c = 150$ Hz.

On demande au moins une décade avant f_c et une après f_c .

On prendra comme valeurs de paramètres d'échantillonnage pour générer le signal : $F_e = 50$ kHz et $N = 10.000$.

Valider la valeur de la fréquence de coupure et donner la pente de la droite asymptotique en H.F. en indiquant la façon de procéder.

4) Construction d'un « V.I. » permettant de réaliser l'objectif donné en début de TP.

Algorithme à mettre en œuvre et traduction graphique.

Il faut créer une structure condition conforme à :

Si « demande de tracé de l'évolution du gain » est vraie, alors

 Répartir les différentes valeurs de fréquence sur une échelle log

 Calculer le gain G pour chaque fréquence

 Afficher G en fonction de la fréquence en échelle log

Sinon

 Répartir les différentes valeurs de fréquence sur une échelle linéaire

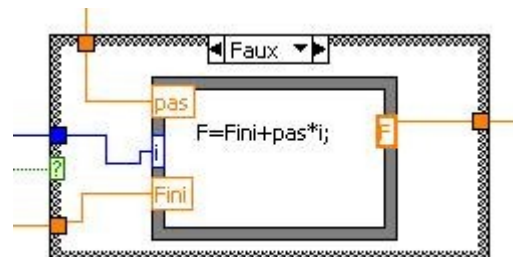
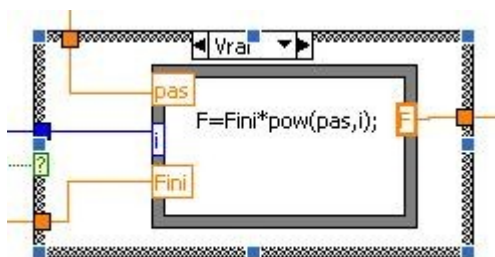
 Calculer le module de la fonction de transfert T pour chaque fréquence

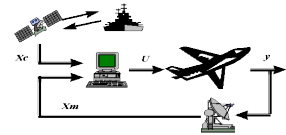
 Afficher T en fonction de la fréquence en échelle linéaire.

Fin Si

Dans le langage de programmation graphique, il suffit d'associer une structure condition à chaque boîte de calcul.

Illustration avec l'expression de la fréquence :





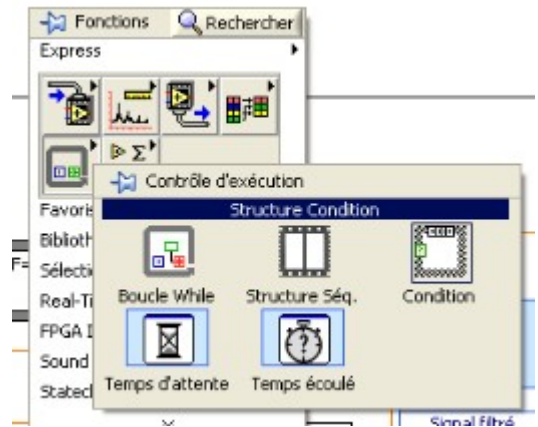
Méthode :

Entourer la boîte de calcul par une structure condition trouvée dans le menu :

Fonctions → Contrôle d'exécution → Structure condition

Remplir les expressions dans les 3 boîtes de calcul pour Condition vraie et condition fausse

Ajouter une commande sur l'entrée « ? »



La commande devra être commune aux 3 structures condition entourant les 3 boîtes de calcul.

Sauvegarder le nouveau « V.I. » sous un autre nom.

Tester le « V.I. » créé avec par exemple le même filtre que précédemment..

Vérifier son bon fonctionnement dans les 2 cas :

- Condition « demande de tracé de l'évolution du gain » vraie
- Condition « demande de tracé de l'évolution du gain » fausse

Si tout est conforme, vous devez constater un défaut : l'échelle horizontale du graphe ne se met pas automatiquement en linéaire ou en log.

Il faut passer par le sous-menu « Propriétés » du graphe. (graphe sélectionné puis BD de la souris)

Pour s'affranchir de ce défaut, il faut créer un noeud de propriété pour le graphe et ajouter une condition pour le choix de l'échelle horizontale.

C'est ce qui est fait dans le « V.I. » « Amplification-Gain-automatique »

Exploitation du « V.I. » final. « Amplification-Gain-automatique.vi »

Valider le « V.I. » final avec un filtre passe-bande d'ordre 1 de type Butterworth et de fréquences de coupure 120 Hz et 140 Hz.

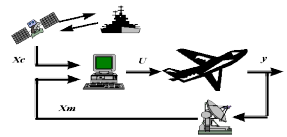
On prendra comme valeurs de paramètres d'échantillonnage pour générer le signal : Fe = 50 kHz et N = 10.000.

- Représenter l'évolution du module de la fonction de transfert sur un domaine réduit de fréquences exemple (50-200Hz)
Valider la valeur des 2 fréquences de coupure
- Représenter l'évolution du gain sur une plage de fréquences allant de 10 Hz à 2000 Hz.
Noter la valeur de la pente des deux droites asymptotiques en HF et en BF.
Faire apparaître ces 2 droites sur le tracé et noter les coordonnées de leur point d'intersection avec l'axe 0dB.

Le filtre numérique étudié se comporte comme un filtre analogique d'ordre 2 d'expression :

$$T = \frac{T_0}{1 + jQ_0 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

Donner les valeurs de T₀, f₀ et Q₀ à partir du tracé du module de la fonction de transfert.



On propose maintenant de vérifier que ces valeurs sont compatibles avec le tracé de l'évolution du gain notamment le comportement asymptotique du montage.
Donner, à partir de l'expression de T , l'équation des droites asymptotiques G_{BF} et G_{HF} définissant le comportement respectivement du filtre en très basse fréquence et en haute fréquence.
Valider, en justifiant la réponse, la cohérence avec le tracé graphique.

Annexe : fichier « reponse_frequence_lineaire.vi » du TP 12.

