

BUT du TP :

- Concevoir le gabarit d'un filtre ADSL et proposer une solution technique.
- Comparer au cahier des charges les propriétés de la solution technique développée industriellement.

I. Présentation du dispositif

Le terme ADSL signifie Asymmetric Digital Subscriber Line, qu'on peut traduire ligne numérique à débit asymétrique. La technologie ADSL consiste à faire transiter sur la même ligne téléphonique, des données numériques et les conversations téléphoniques. Les utilisateurs de ligne ADSL sont en général davantage amenés à télécharger des informations plutôt qu'à envoyer des informations vers un site distant. Il a donc été décidé de favoriser le sens descendant de la communication au détriment du sens montant. C'est pour cela que l'ADSL est qualifié d'*asymétrique*.

La téléphonie classique utilise la bande de fréquence $[0 ; 4 \text{ kHz}]$, alors que celle sur laquelle transitent les données numériques s'étend de 25 kHz à 1,1 MHz.

(1)

Le signal ADSL transite sur le fil téléphonique au même titre que le signal téléphonique, et la cohabitation de ces deux types de signaux requiert l'installation de filtres destinés à séparer les fréquences respectives des deux flux.

- Le signal à destination de l'ordinateur arrive au modem, lequel extrait les données numériques du signal ADSL. Ces données sont ensuite transmises à l'ordinateur, par l'intermédiaire d'un câble Ethernet, d'un câble USB ou encore grâce à une liaison wifi.
- Le filtre ADSL placé entre la prise téléphonique et la fiche de connexion du téléphone, isole le signal téléphonique.

(2)

**II. Conception d'une solution de filtrage****QP1**

Le filtre ADSL doit aussi transmettre au poste téléphonique des impulsions de tarification transitant à la fréquence de 12 kHz.

(3)

Le filtre ADSL est d'ordre 2.

(4)

Les réponses aux questions ci-dessous seront indiquées sur le graphe semi-logarithmique donné en dernière page.

Proposer un gabarit pour le filtre ADSL décrit par les caractéristiques (1), (2), (3) et (4) ci-dessus.

Représenter en coordonnées semi-logarithmiques l'allure de la courbe de gain du filtre.

En déduire la nature du filtre nécessaire, ainsi que sa fréquence propre. Proposer une valeur pour son facteur de qualité.

QP2

La solution la plus immédiate pour réaliser un tel filtre est d'utiliser un dipôle RLC série.

Etablir la fonction de transfert du filtre en fonction de R, L, C, ω . En déduire les expressions de f_0 et de Q en fonction de R, L, C .

QP3

Vient l'étape du choix des composants. Au laboratoire, on ne dispose que d'un type de bobine : $L = 40 \text{ mH}$; $r_L = 20 \Omega$.

Quelques condensateurs disponibles (en nF) : 2,2 ; 4,7 ; 6,8 ; 22 ; 47 ; 68 ; 220 ; 470 ; 680.

Quelques résistances disponibles (en k Ω) : 2,2 ; 3,3 ; 4,7 ; 22 ; 33 ; 47 ; 220 ; 330 ; 470.

Choisir des composants qui conviennent. Calculer la fréquence propre et le facteur de qualité du filtre ainsi conçu.

QP4

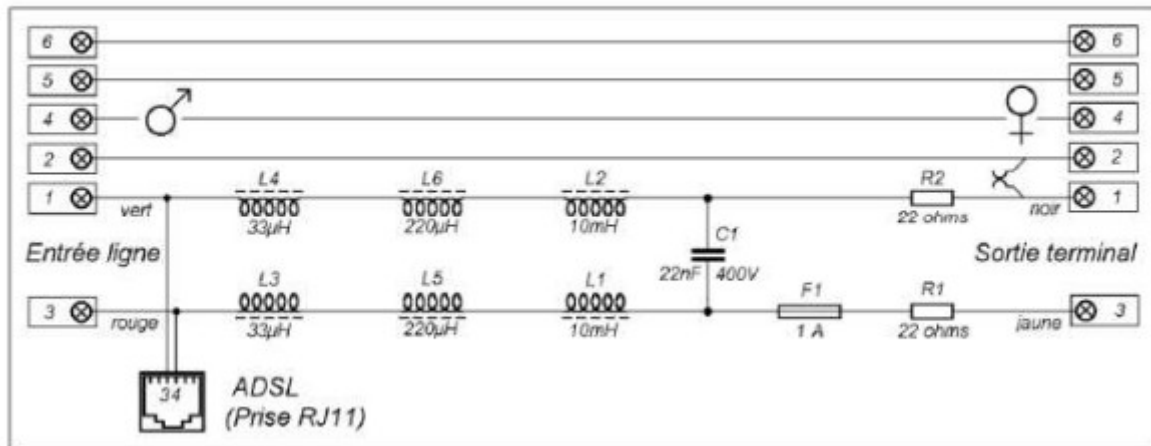
A l'aide d'un tableur, tracer le diagramme de Bode en gain du filtre.

Vérifier qu'il respecte bien le cahier des charges. Présente-t-il des défauts ?

III. Diagramme de Bode du filtre ADSL

La solution technique retenue dans la pratique est la suivante :

Schéma du filtre ADSL



Les contacts mâles 1 et 3 sont reliés à la prise murale. Le signal reçu est envoyé directement au modem via la prise RJ11. Le modem extraira les données numériques.

Le réseau RLC extrait le signal téléphonique. Le poste téléphonique, équivalent à une résistance de $600\ \Omega$, est connecté aux contacts femelles 1 et 3.

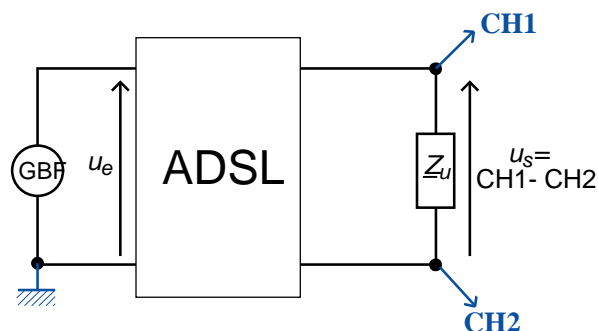
QM1

Connecter le GBF au cordon relié à l'entrée de ligne et connecter la boîte à décades réglée sur $600\ \Omega$ au cordon de sortie terminal.

L'observation à l'oscilloscope de la tension aux bornes du GBF ne pose pas de problème : entre voie 1 et masse.

Par contre, l'observation simultanée de la tension aux bornes de la charge de $600\ \Omega$ est impossible avec le matériel du laboratoire. On procédera donc de la manière suivante :

- Connecter l'oscilloscope comme indiqué ci-dessous. La tension de sortie u_s est affichée *en mode différentiel*, grâce à la fonction CH1-CH2 du menu MATHS.



Relever sur un nombre de décades suffisant les amplitudes crête à crête de la tension en sortie du filtre.

- Dans un deuxième temps, relever les amplitudes crête à crête de la tension en entrée du filtre, pour les mêmes valeurs de fréquence que ci-dessus.

QM2

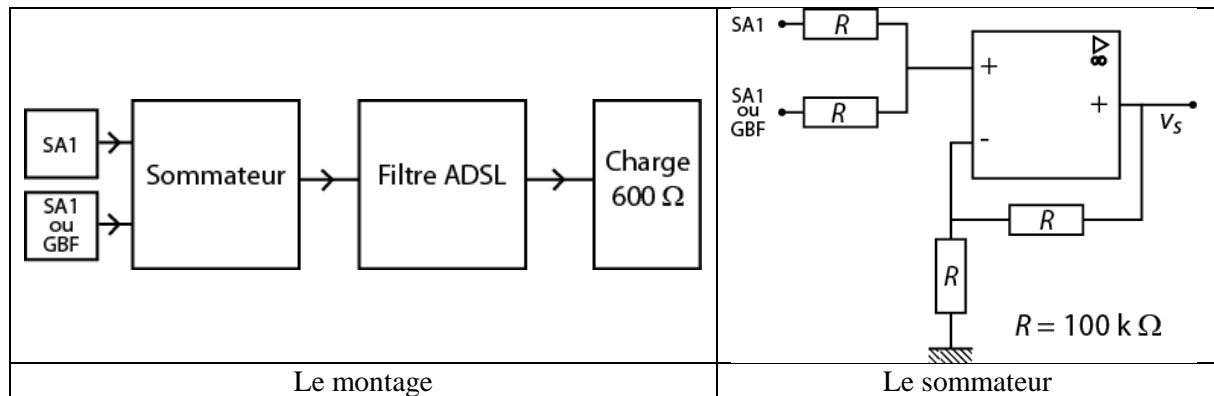
Tracer au tableur le diagramme de Bode en gain du filtre (onglet « ADSL Mesures »).

Le filtre est-il bien conforme au cahier des charges : nature, ordre, fréquence propre, fréquence de coupure, facteur de qualité (sa détermination se fera par simulation à l'aide du fichier ods ADSL – onglet « ADSL Modélisation ») ?

IV. Mise en œuvre du filtre ADSL

Principe de la manipulation

Dans cette partie, on cherche à vérifier que le filtre réalise bien la séparation souhaitée entre les fréquences téléphoniques et celles du flux de données. Le montage envisagé (schéma ci-dessous) nécessite l'utilisation d'un sommateur à amplificateur opérationnel.



Le sommateur en amont du filtre est destiné à superposer un signal sinusoïdal de fréquence téléphonique fourni par la sortie analogique SA1 de la rosace d'acquisition Eurosmart à un autre signal sinusoïdal de fréquence ADSL délivré par un GBF.

La gestion des masses est identique à celle mise en œuvre précédemment : connexion directe des masses en amont du filtre ; visualisation des tensions en mode différentiel en aval du filtre.

Dans un premier temps, on testera le bon fonctionnement du sommateur (voir QM3 ci-dessous), puis on réalisera le montage complet (QM4).

Manipulation

Les formes des tensions seront visualisées puis imprimées à l'aide de Latis-Pro.

QM3 Vérification du fonctionnement du sommateur

Réaliser le montage du sommateur. Alimenter les deux entrées du sommateur par la même sortie SA1 de la rosace d'acquisition Eurosmart (signal d'amplitude 2 V, fréquence 1 kHz). Vérifier que la tension de sortie est bien la somme des deux tensions d'entrée.

QM4

Réaliser le montage complet. Le signal appliqué en entrée du filtre est à présent la superposition de deux signaux de même amplitude 2 V, l'un de fréquence 1 kHz (sortie SA1), l'autre de fréquence 40 kHz (GBF).

Observer et commenter l'aspect de ce signal d'entrée.

De même, observer (en mode différentiel !) et commenter le signal en sortie du filtre. Celui-ci remplit-il bien son rôle ?

GRAPHES SEMI-LOGARITHMIQUES
(à rendre avec la préparation)

