

TP 15 : Étude d'un filtre ADSL

Principe de fonctionnement d'un filtre ADSL

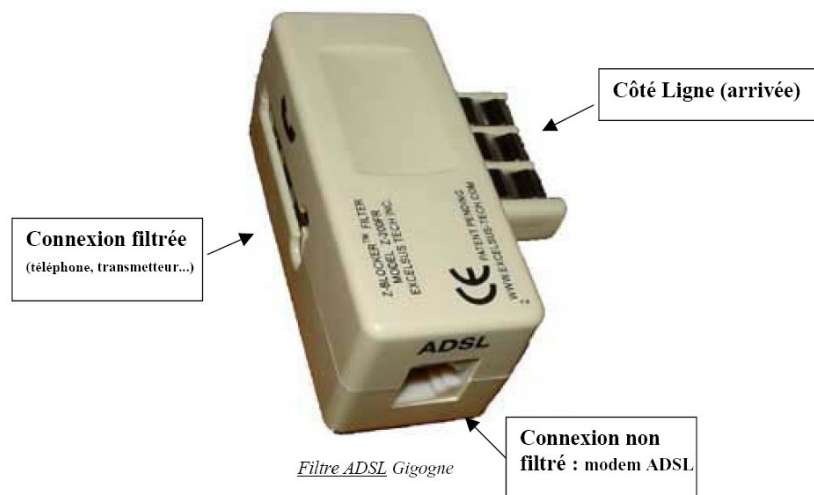
Le réseau téléphonique est une infrastructure complexe permettant d'interconnecter différents équipements de télécommunications (téléphones fixes, téléphones mobiles, modem, fax...).

Lorsqu'un abonné souscrit un accès internet par ADSL tout en gardant un abonnement au téléphone classique, son fournisseur d'accès internet lui fournit un **filtre ADSL** (acronyme d'*Assymetric Digital Suscriber Line*), qu'il doit placer entre l'arrivée de sa ligne et son téléphone.

Ce filtre permet de séparer la voix (téléphone) des données numériques (internet), donc de pouvoir téléphoner pendant que l'on est connecté à Internet.

Le filtre ADSL est muni de trois interfaces :

- une **interface réseau**, destinée à être connectée au réseau (côté ligne)
- une **interface téléphonique**, destinée à être connectée au téléphone (connexion filtrée)
- une **interface ADSL**, destinée à être connectée à l'équipement ADSL (connexion non filtrée)



Avec la technologie ADSL, la ligne classique analogique est divisée en trois bandes de fréquences :

- **0 - 4kHz** : bande de fréquences des **signaux téléphoniques** (sonnerie, numérotation, voix)
- **20 kHz - 200 kHz** : bande de fréquences du trafic montant des signaux ADSL (**données internet**)
- **200 kHz - 2,2 MHz** : bande de fréquences du trafic descendant des signaux ADSL (**données internet**)

Grâce à cette séparation dans le domaine fréquentiel, les signaux ADSL qui transportent les données et les signaux téléphoniques qui transportent la voix circulent donc simultanément sans "interférer" les uns avec les autres.

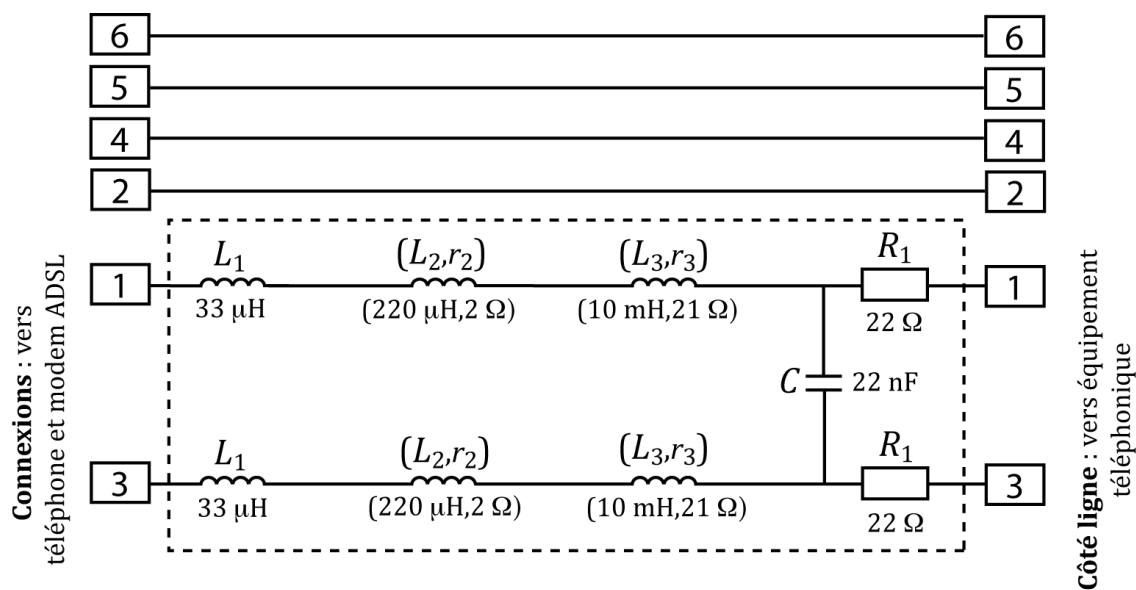
Pour réaliser le filtrage fréquentiel entre les signaux téléphoniques et les signaux internet ADSL, un filtre électrique est installé entre l'interface réseau et l'interface téléphonique.

Ce filtre agit de deux manières :

- il atténue très fortement les signaux internet ADSL qui sont transmis vers l'équipement téléphonique quel que soit l'état du téléphone : **en ligne ou hors-ligne (c'est-à-dire décroché ou raccroché)**
- il présente une impédance très élevée aux fréquences utilisées par les signaux internet ADSL

Le filtre permet ainsi de masquer la présence de l'équipement téléphonique vis-à-vis de l'équipement ADSL et inversement.

Le schéma électrique d'un filtre ADSL est donné sur la figure ci-dessous :



On modélise le téléphone par un conducteur ohmique de résistance R_T .

Lorsque le téléphone est décroché (en ligne), $R_T = 600 \, \Omega$

Lorsque le téléphone est raccroché (hors-ligne), $R_T \rightarrow \infty$ (étude en sortie ouverte)

Étude expérimentale du filtre ADSL hors-ligne et en ligne

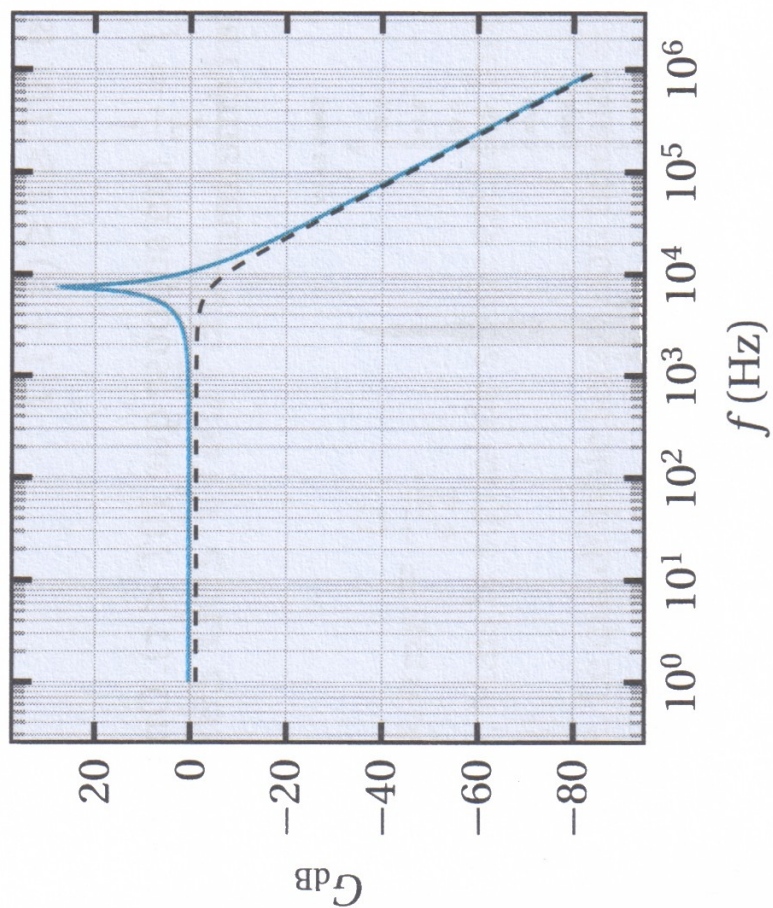
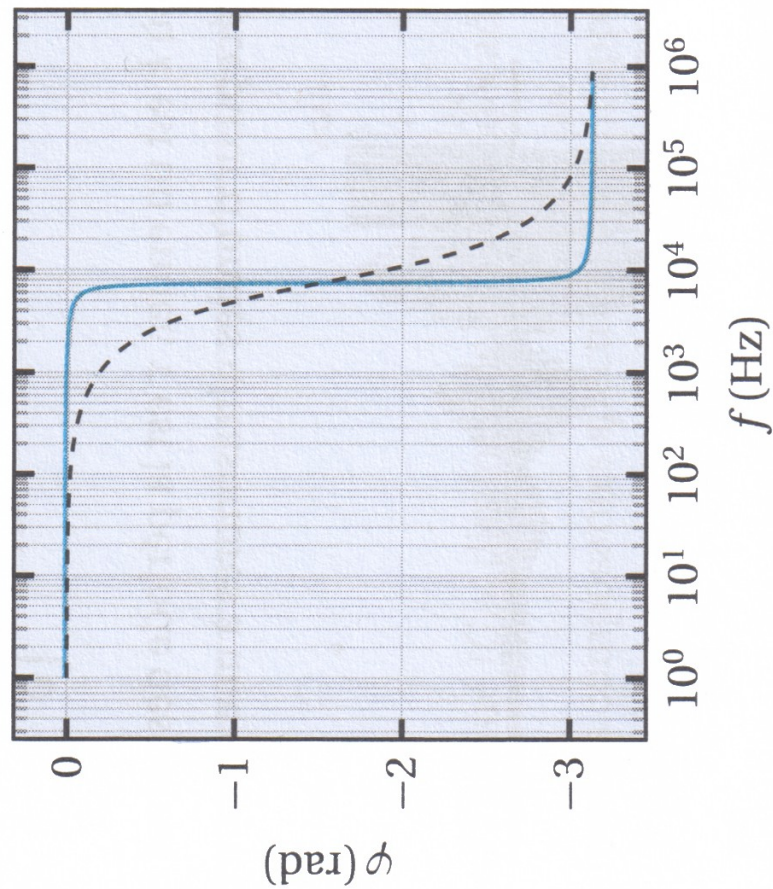
Proposer un protocole expérimental permettant de faire une étude complète (dans les deux états possibles) du filtre ADSL :

- tracé de la courbe de gain du diagramme de Bode pour des fréquences entre 100 Hz et 100 kHz
- détermination de la nature, de la fréquence de coupure, de l'ordre et du facteur de qualité du filtre

Mettre en œuvre ce protocole et vérifier que les résultats obtenus sont conformes au datasheet du fournisseur : le filtre obéit-il aux cahiers des charges ?

DATASHEET du filtre ADSL utilisé en TP

Le constructeur donne les diagrammes de Bode du filtre ADSL : en traits pleins lorsque le téléphone est raccroché et en pointillés lorsque le téléphone est décroché.



4.2 : Electrical Specification :

The low pass filter shall satisfy the following parametric limits with a complex impedance Z_L shown in this table across the Line side of this device .The following requirement is specified for a single splitter and with three added parallel filters

Splitter parameter	Electrical requirements	
	Range	values
Frequency range		
Splitter bandwidth		DC to 3.4KHz
Nominal voice band		0.3KHz to 3.4KHz
Billing tone		12KHz±80Hz
Ringing frequency		15.3Hz to 68Hz
ADSL band		30KHz to 1104KHz
Line Impedance Z_L		270ohm + (750ohm 150nF)
CO impedance Z_{Tc}		270ohm + (750ohm 150nF)
RT impedance Z_{Tr}		270ohm + (750ohm 150nF)
Modem impedance	30KHz < f < 1104KHz	100 ohm
Operation voltage voice band		
Nominal signal		21mVpp to 5.4 Vpp
Billing tone		10Vpp to 30.2Vpp
Ringing signal		40Vrms to 150Vrms(113Vpp to 424 Vpp)
DC voltage		0V to -60V ANSI 6.98
Max. AC voltage		150Vrms with -105VDC offset
Max. differential		320V
Current voice band		
Loop current		<100mA
Transient current(on/off hook)		<150mA
DC Resistance		
DC Resistance		<=15.0 ohm
Isolation resistance tip/ring		>5 Mohm
Voice –band characteristic		
Insertion loss single filter	1004Hz	<1.0dB
Attenuation relative to 1004Hz	200Hz<f<4KHz	<±1.0 dB

Splitter parameter	Electrical requirements	
	Range	values
Insertion loss with three added parallel filters	1004Hz	<2.0dB
Attenuation relative to 1004Hz	200Hz<f<4KHz	<±1.0 dB
Insertion loss with two added parallel filters	200Hz<f<4KHz	<2.0dB
Delay distortion	200Hz<f<4KHz	<150 usec
Return loss single filter	200 Hz <f<500Hz	>=14.0dB
	500Hz<f<2KHz	>=18.0dB
	2KHz<f<3.4KHz	>=14.0dB
Return loss with three added parallel filters	200Hz<f<500Hz	>=18.0dB
	500Hz<f<2KHz	>=11.0dB
	2KHz<f<3.4KHz	>=8.0dB
Return loss with two added parallel filters	200Hz<f<500Hz	>=18.0dB
	500Hz<f<2KHz	>=14.0dB
	2KHz<f<3.4KHz	>=11.0dB
Isolation voltage		>2000Vrms for 1 minute
ADSL band characteristic		
Stop band attenuation	25KHz<f<50KHz	>15 dB
	50KHz<f<1MHz	>25 dB