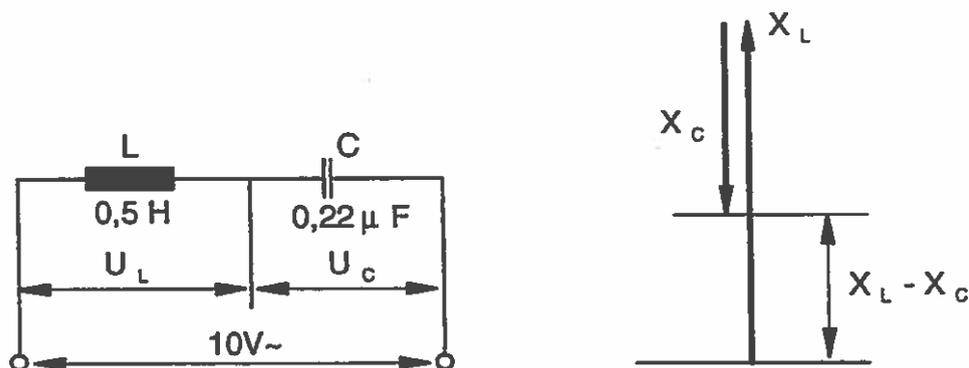


1.5 Circuits oscillants et filtres

1.5.1 Circuit oscillant série

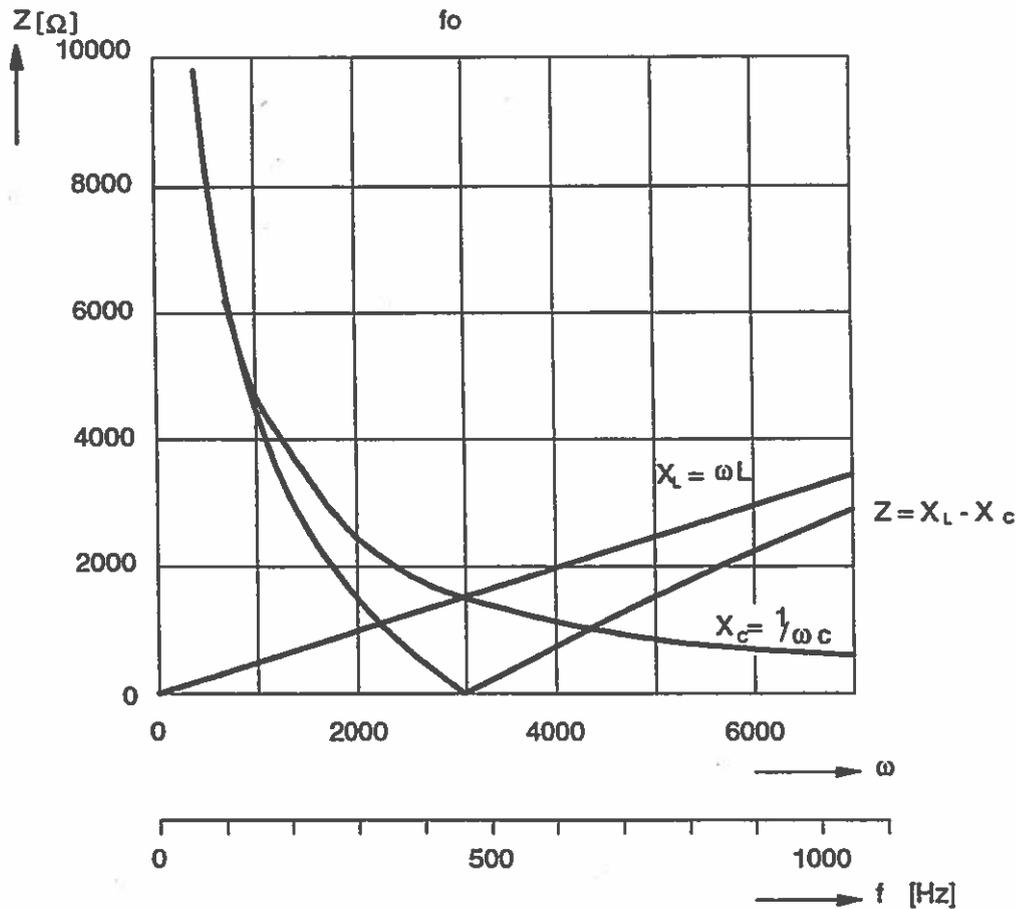
1.5.1.1 Circuit oscillant série sans pertes

Le circuit oscillant série est constitué d'un branchement en série d'une inductivité L et d'un condensateur C . Le circuit suivant nous permet de déterminer quelques grandeurs caractéristiques pour différentes vitesses angulaires ω .



Vitesse angulaire	Réactance inductive L	Réactance capacitive C	Impédance
ω	$X_L = \omega L$ [Ω]	$X_C = 1/\omega C$ [Ω]	$ Z = X_L - X_C$
0	0	∞	∞
1000	500	4545	4045
2000	1000	2273	1273
3000	1500	1500	0
4000	2000	1136	864
5000	2500	900	1600
6000	3000	758	2242
7000	3500	650	2850
∞	∞	0	∞

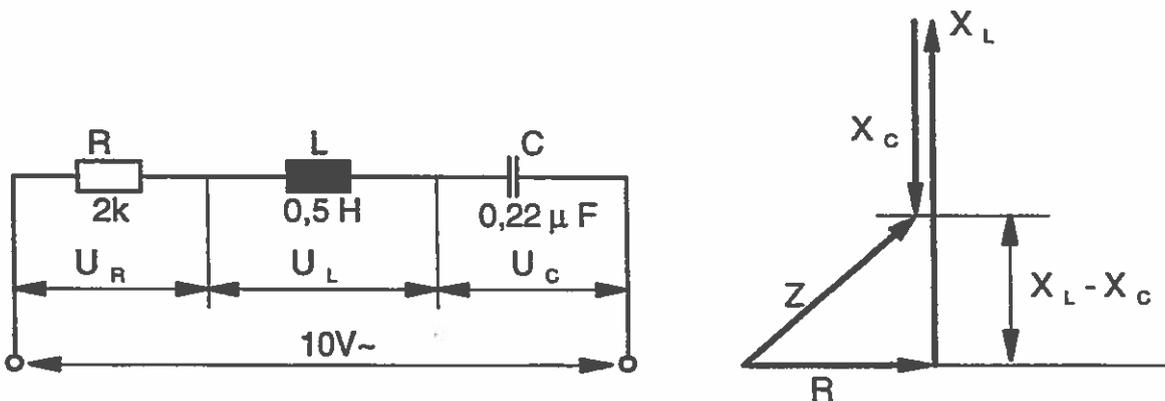
Les valeurs calculées nous livrent les courbes suivantes:



A basse fréquence, l'impédance Z du circuit présente une valeur très élevée. Avec l'augmentation de la fréquence, elle diminue jusqu'à la fréquence limite (résonance) puis croît à nouveau, mais de manière moins rapide.

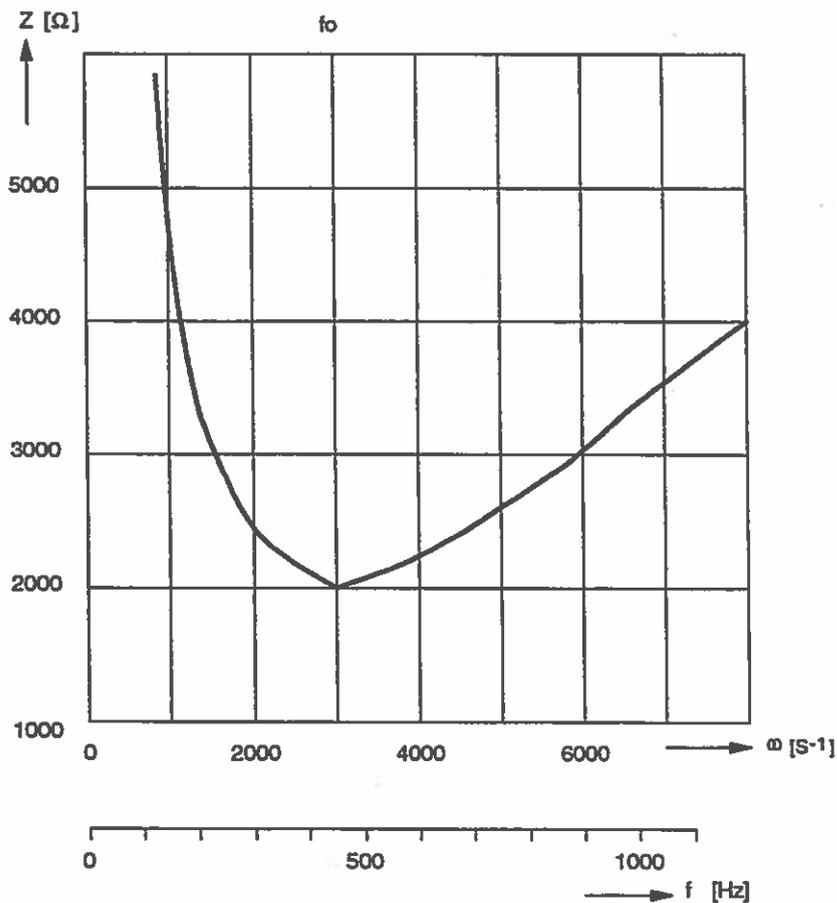
1.5.1.2 Circuit oscillant avec pertes

En réalité, les composants produisent des pertes qui sont représentées par une résistance R . Reprenons notre circuit en lui insérant une résistance série de $2\text{ k}\Omega$ pour calculer une fois encore l'impédance Z .



Vitesse angulaire	Impédance	Impédance avec R = 2k
$\omega [S^{-1}]$	$ Z = X_L - X_C$ [Ω]	$Z_R = \sqrt{R^2 + Z^2}$ [Ω]
0	∞	∞
1000	4045	4512
2000	1273	2370
3000	0	2000
4000	864	2178
5000	1600	2561
6000	2242	3004
7000	2850	3482
∞	∞	∞

Les valeurs calculées nous livrent la courbe suivante:



A la fréquence limite fo, l'impédance disparaît, le circuit oscillant série présente alors sa plus petite résistance. La fréquence limite fo correspond à la fréquence de résonance du circuit.

1.5.1.3 Fréquence de résonance

A la fréquence de résonance, les réactances X_L et X_C étant de même grandeur s'annulent.

Condition de résonance: $X_L = X_C$
 $\omega_L = 1/\omega_C$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

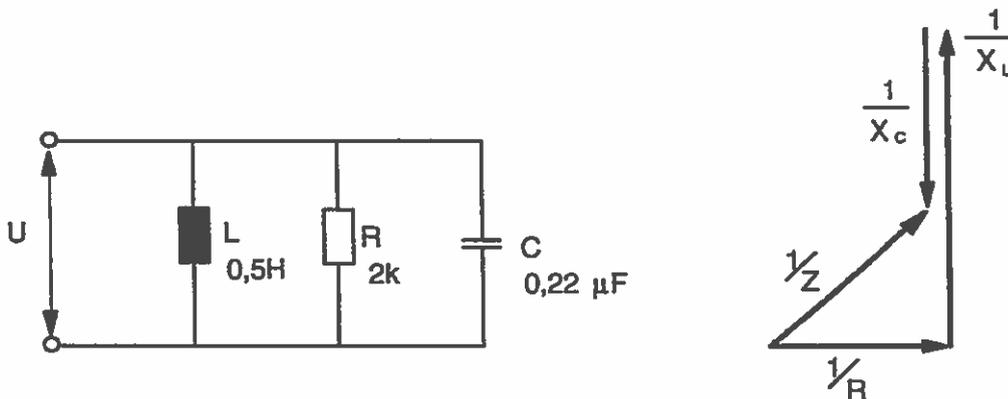
Ainsi, notre circuit nous donne:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{0,5 \cdot 0,22 \cdot 10^{-6}}} = 3000 [S^{-1}]$$

1.5.2 Circuit oscillant parallèle

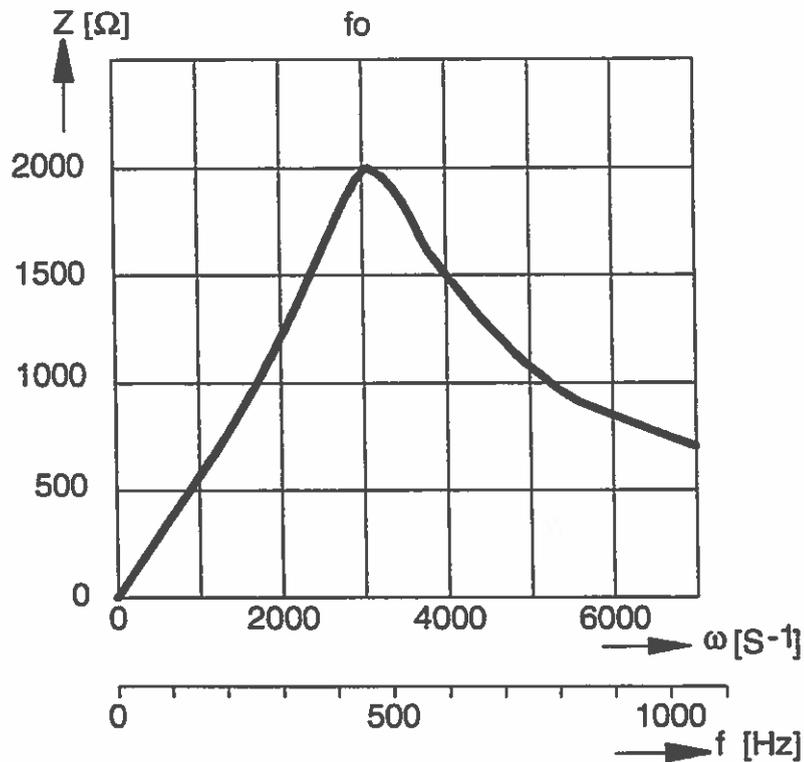
Le circuit oscillant parallèle est constitué d'un branchement en parallèle d'une inductivité L et d'un condensateur C. Les pertes des deux éléments sont symbolisés par une résistance R.

Considérons le montage suivant et calculons-en l'impédance Z pour différentes vitesses angulaires.



ω	$\frac{1}{X_L}$	$\frac{1}{X_C}$	$\left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2$	$Z = \frac{1}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}}$
0	∞	0	∞	0
1000	0,00022	0,00200	$3,16 \cdot 10^{-6}$	540
2000	0,00044	0,00100	$0,31 \cdot 10^{-6}$	1336
3000	0,00066	0,00066	0	2000
4000	0,00088	0,00050	$0,14 \cdot 10^{-6}$	1601
5000	0,00111	0,00040	$0,50 \cdot 10^{-6}$	1154
6000	0,00131	0,00033	$0,96 \cdot 10^{-6}$	909
7000	0,00154	0,00028	$1,59 \cdot 10^{-6}$	737
∞	0	∞	∞	0

Les valeurs calculées nous livrent la courbe suivante



Le circuit résonnant parallèle présente sa plus grande résistance à la fréquence de résonance, alors que les réacteurs disparaissent.

1.5.2.1 Fréquence de résonance

A la fréquence de résonance, les réactances X_L et X_C étant de même grandeur s'annulent.

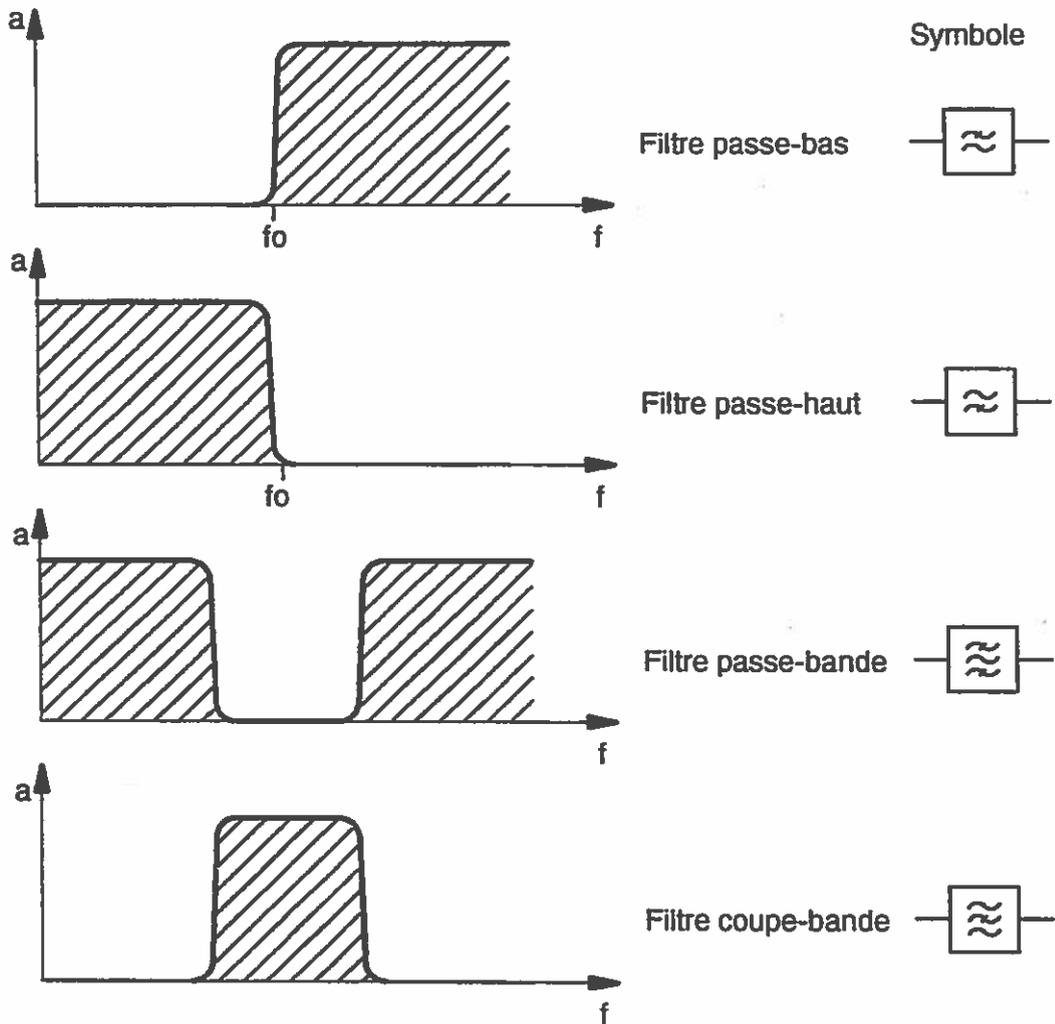
Condition de résonance: $X_L = X_C$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Notre circuit nous donne: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{0,5 \cdot 0,22 \cdot 10^{-6}}} = 3000 [S^{-1}]$

1.5.3 Filtres passifs

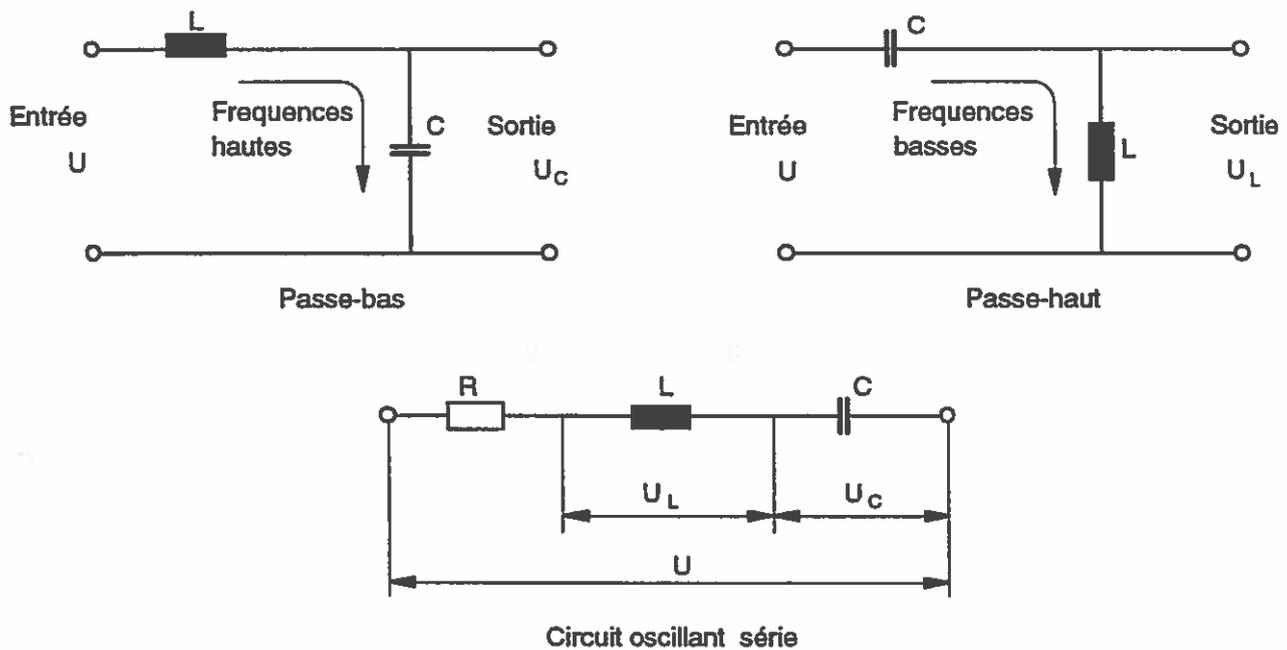
1.5.3.1 Classification des filtres



- a) **Filtre passe-bas:**
Le filtre passe-bas laisse passer, sans encombre, les basses fréquences, cependant que les hautes sont bloquées.
- b) **Filtre passe-haut:**
Le filtre passe-haut laisse passer les hautes fréquences, alors que les basses sont bloquées.
- c) **Filtre passe-bande:**
Le filtre passe-bande laisse passer une plage de fréquence déterminée, les autres fréquences sont bloquées.
- d) **Filtre coupe-bande:**
Le filtre coupe-bande bloque une plage de fréquence déterminée, les autres fréquences passent sans encombre.

Avec leurs flancs très raides, ces courbes représentent un processus idéal d'atténuation qui ne peut être qu'approché en pratique.

1.5.3.2 Circuit élémentaire de filtre



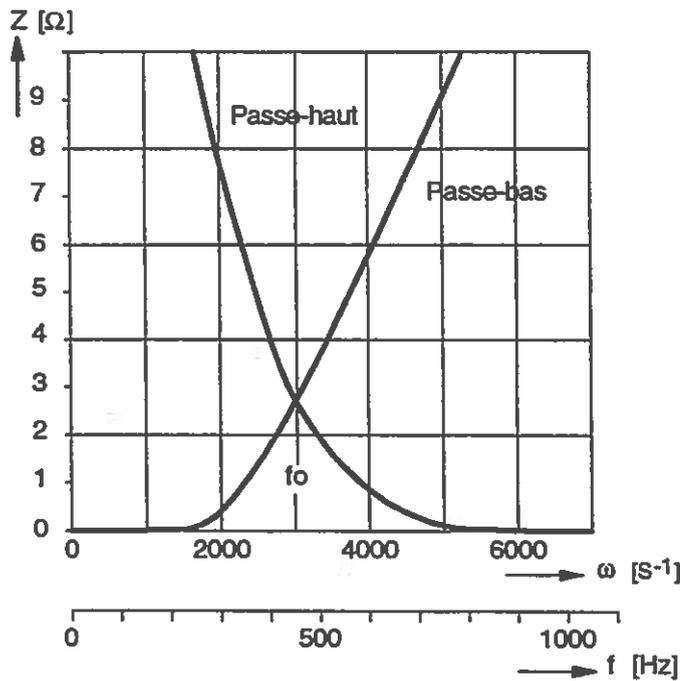
Le circuit élémentaire du filtre passif est constitué d'un circuit oscillant série. La tension d'entrée U est appliquée aux bornes du circuit. Le filtre élémentaire passe-bas permet le passage des basses fréquences à travers l'inductivité. Les hautes fréquences sont bloquées par cette même inductivité et, de plus, court-circuitées par la capacité. La tension de sortie est prélevée aux bornes du condensateur C .

Le filtre passe-haut permet le passage des hautes fréquences par le condensateur. Les basses fréquences sont bloquées par le condensateur et, de plus, court-circuitées par l'inductivité. La tension de sortie est prélevée au condensateur C .

A l'aide des valeurs indiquées dans le chapitre 1.2, déterminons encore l'affaiblissement du passe-haut, ainsi que du passe-bas.

Vitesse angulaire	Impédance	Tension C	Tension L	Affaiblissement passe-bas	Affaiblissement passe-haut
$\omega [s^{-1}]$	Z_R [Ω]	$U_C = \frac{U}{Z_R} \cdot X_C$ [V]	$U_L = \frac{U}{Z_R} \cdot X_L$ [V]	$a_c = 20 \log \frac{U}{U_C}$ [dB]	$a_L = 20 \log \frac{U}{U_L}$ [dB]
0	∞	-	0	0	-
1000	4512	10	1,11	0	19,10
2000	2370	9,59	4,22	0,35	7,47
3000	2000	7,50	7,50	2,43	2,43
4000	2178	5,21	9,18	5,65	0,69
5000	2561	3,51	9,75	9,03	0,17
6000	3004	2,52	10	12	0
7000	3482	1,86	10	14,59	0
∞	∞	0	-	-	0

Les valeurs déterminées nous donnent les courbes suivantes:



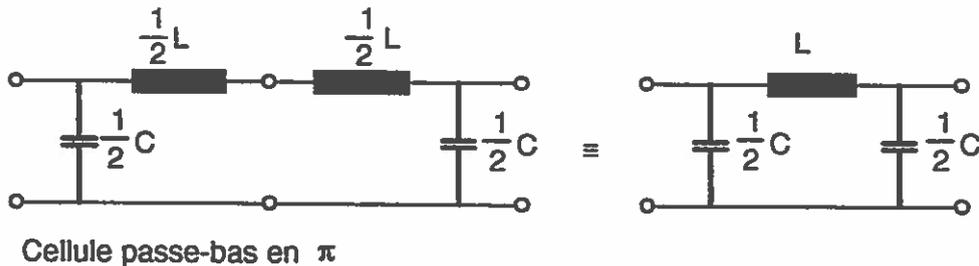
Un paramètre important des filtres passe-haut et passe-bas réside dans la fréquence limite f_0 . Il correspond à la fréquence de résonance du circuit. La courbe d'atténuation du filtre idéal est ici très raide.

1.5.3.3 Cellules de filtre

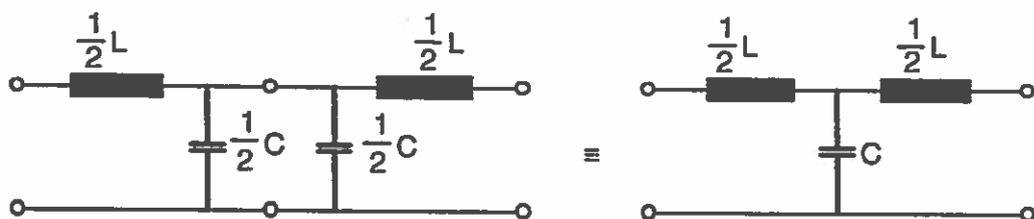
Afin d'accentuer encore la raideur des flancs, on forme des cellules en π ou en T en connectant deux ou même plusieurs circuits élémentaires en cascade.

Caractérisé par une fonction logarithmique, l'affaiblissement total s'obtient en additionnant les affaiblissements des éléments particuliers.

Le passe-bas:

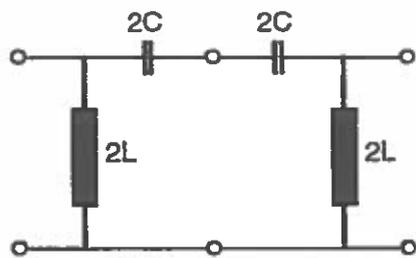


Cellule passe-bas en π

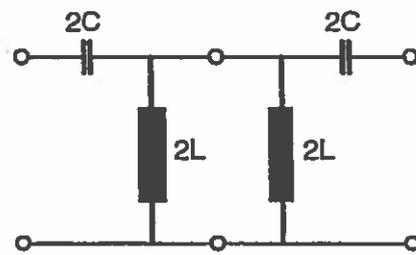
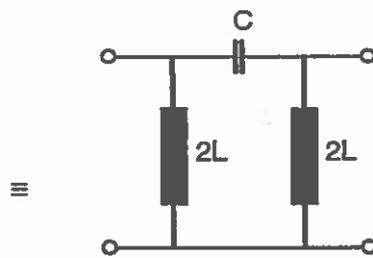


Cellule passe-bas en T

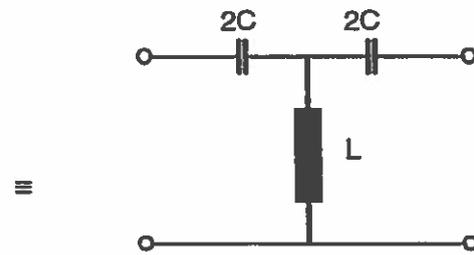
Le passe-haut



Cellule passe-haut en π

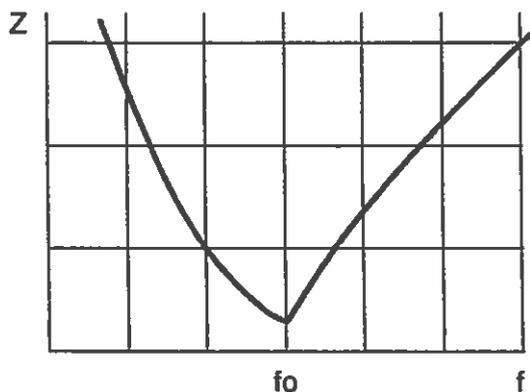


Cellule passe-haut en T

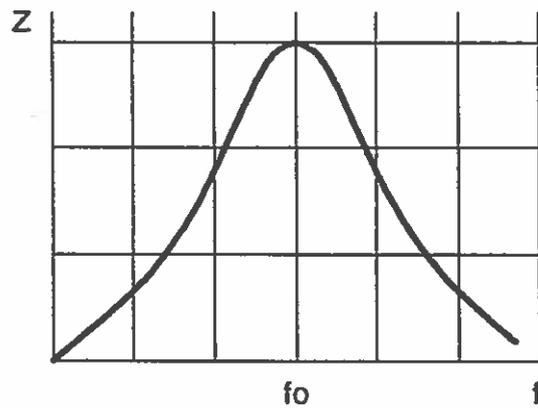
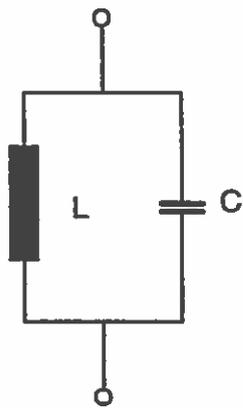


1.5.3.4 Filtres de bande

Les filtres passe-bande et coupe-bande sont également constitués de différentes cellules. Les impédances longitudinales et de dérivation sont fournies ici par des circuits oscillants série ou parallèles qui remplacent les simples inductances et capacités.

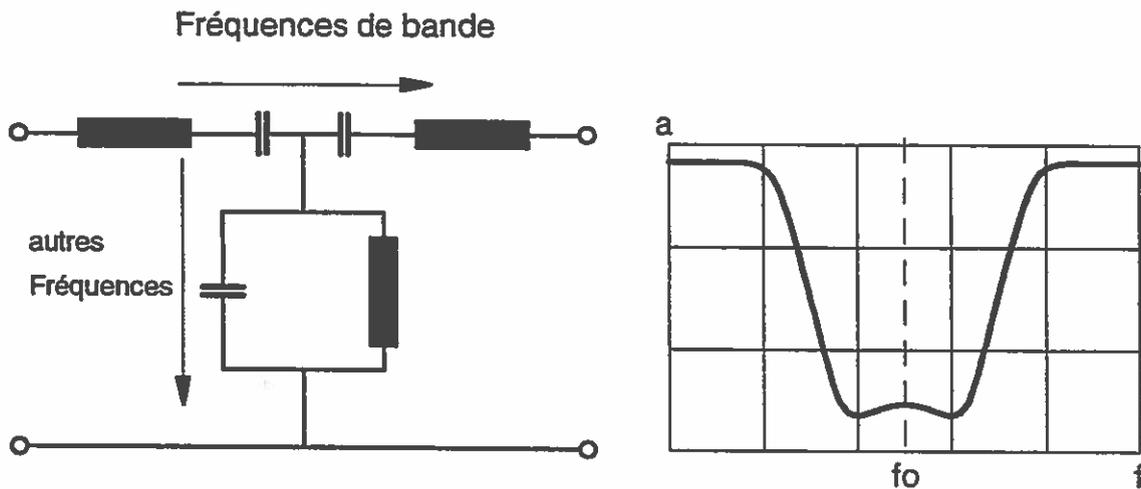


On sait que le circuit oscillant série présente sa plus petite résistance à la fréquence de résonance f_0 . Seule la plage de fréquence comprise de part et d'autre de la fréquence de résonance traverse le circuit. Les autres fréquences sont bloquées. C'est un filtre passe-bande élémentaire.



On sait aussi que le circuit oscillant parallèle présente sa plus grande résistance à la fréquence de résonance f_0 . Seule la plage de fréquence comprise de part et d'autre de la fréquence de résonance est bloquée par le circuit. Les autres fréquences le traversent. C'est un filtre coupe-bande élémentaire.

1.5.3.5 Filtre passe-bande



Le filtre passe-bande est constitué de circuits oscillants série (filtres passe-bande élémentaires), formant les impédances longitudinales, et de circuits oscillants parallèles (filtres coupe-bande élémentaires), formant les impédances transversales. La bande de fréquence traverse, sans atténuation, les cellules longitudinales, tandis que les autres fréquences sont bloquées par celles-ci et court-circuitées par la cellule transversale.