



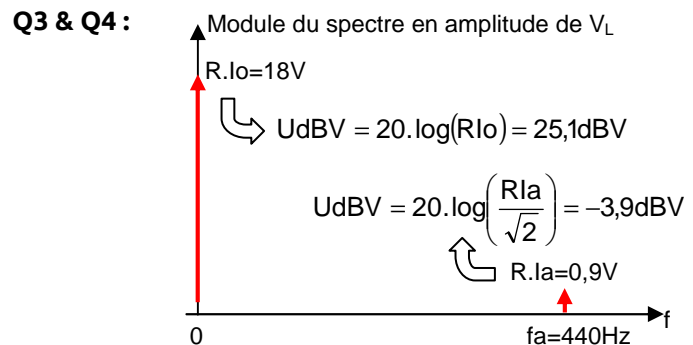
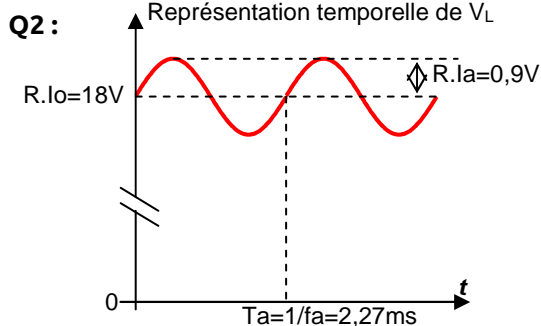
## DV4 : Analyse des signaux &amp; filtres du 1er ordre

## Eléments de correction



## Exercice n°1 : Tonalité sur un poste téléphonique

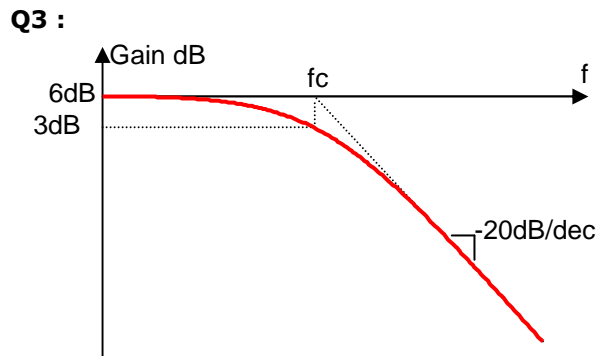
Q1 :  $i_L = i_{DC} + i_{AC}(t)$  donc  $i_L(t) = I_0 + I_a \sin(2\pi f_a t)$  comme  $V_L = R \cdot i_L$  alors  $V_L(t) = R I_0 + R I_a \sin(2\pi f_a t)$



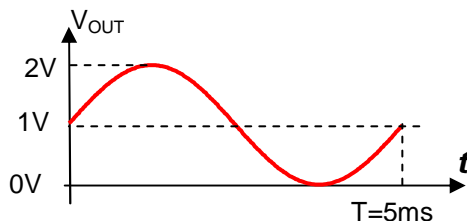
## Exercice n°2 : Un filtre passe bas du 1er ordre

Q1 :  $T(j\omega) = \frac{2}{1 + \frac{j\omega}{\omega_c}}$  avec  $\omega_c = \frac{1}{R_1 C_1}$

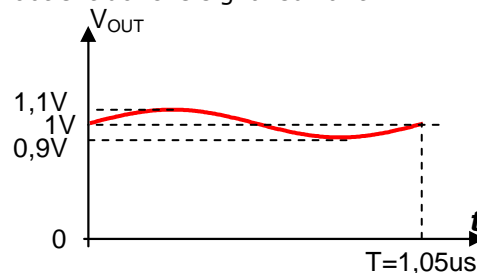
Q2 :  $f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$   $f_c \approx 2\text{kHz}$



Q4 : Comme la fréquence du signal d'entrée est très inférieure à la fréquence de coupure, le filtre laisse passer intégralement le signal et le montage amplifie donc le signal par 2.



Q5 : Dans le cas où  $f=20\text{kHz}$  la composante sinusoïdale est atténuée d'un rapport 10 car cette fréquence se situe à une décade de la fréquence de coupure. Comme le filtre possède une pente de  $-20\text{dB/dec}$  on obtient une atténuation de 20dB soit un rapport 1/10 en linéaire. On retrouve une amplification de 2 puisque l'amplificateur amplifie toutes les composantes fréquentielle. Le filtre passe bas laisse passer bien évidemment la composante continue et l'obtient donc le signal suivant :

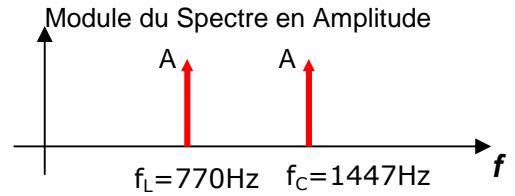




### Exercice n°3 : Télécommande DTMF filaire

**Q1 :**  $V_c(t) = A \cdot \cos(2\pi f_L \cdot t) + A \cdot \cos(2\pi f_C \cdot t)$  avec  $A = 1V$ .

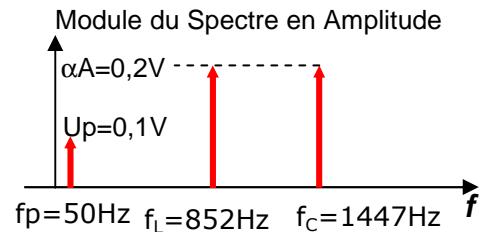
Lorsque un opérateur appuie sur le bouton 6 on en déduit d'après le tableau 1 que  $f_L = 770Hz$  et  $f_C = 1447Hz$



**Q2 :** La perturbation correspond à la fréquence du réseau secteur EDF (50Hz) et il n'est donc pas étonnant de retrouver ce signal parasite dans les équipements électroniques pour cette installation industrielle.

**Q3 :**  $V_L(t) = \alpha \cdot V_c(t) + U_p \cdot \cos(2\pi f_p \cdot t)$   
donc  $V_L(t) = \alpha A \cdot \cos(2\pi f_L \cdot t) + \alpha A \cdot \cos(2\pi f_C \cdot t) + U_p \cdot \cos(2\pi f_p \cdot t)$

avec  $\alpha A = 200mV$   $U_p = 100mV$   $f_p = 50Hz$ ,  
 $f_L = 852Hz$  et  $f_C = 1447Hz$  (bouton 9)

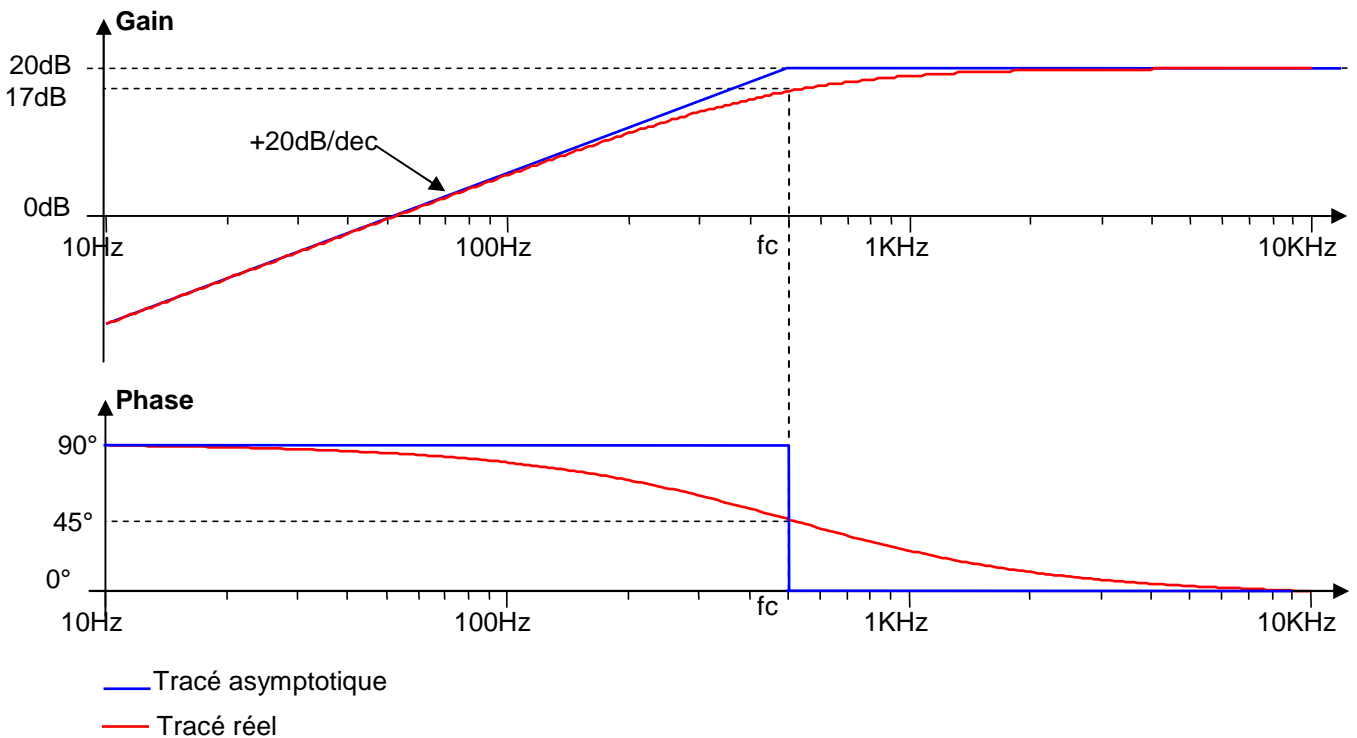


**Q4 :** On reconnaît facilement sur le schéma un filtre passe haut CR suivi d'un amplificateur non inverseur. Il est donc possible d'écrire directement :

$$\frac{V_o(j\omega)}{V_L(j\omega)} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega} \text{ de la forme } T(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_L(j\omega)} = K \cdot \frac{j\omega}{\omega_c} \cdot \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_c}}$$

avec  $K = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 10$  et  $\omega_c = \frac{1}{RC}$

**Q5 :** Il s'agit d'un montage de type filtre passe haut avec une amplification de 20dB dans la bande passante.

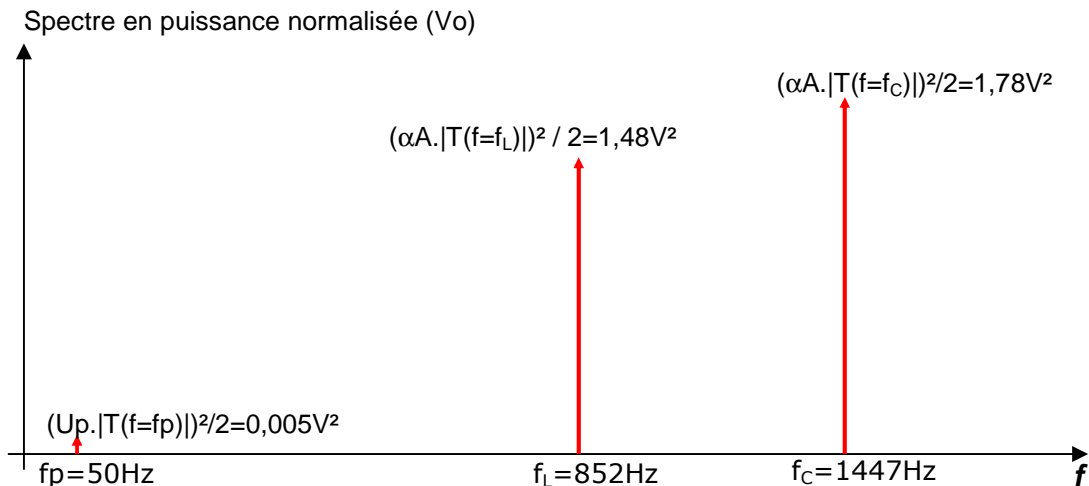
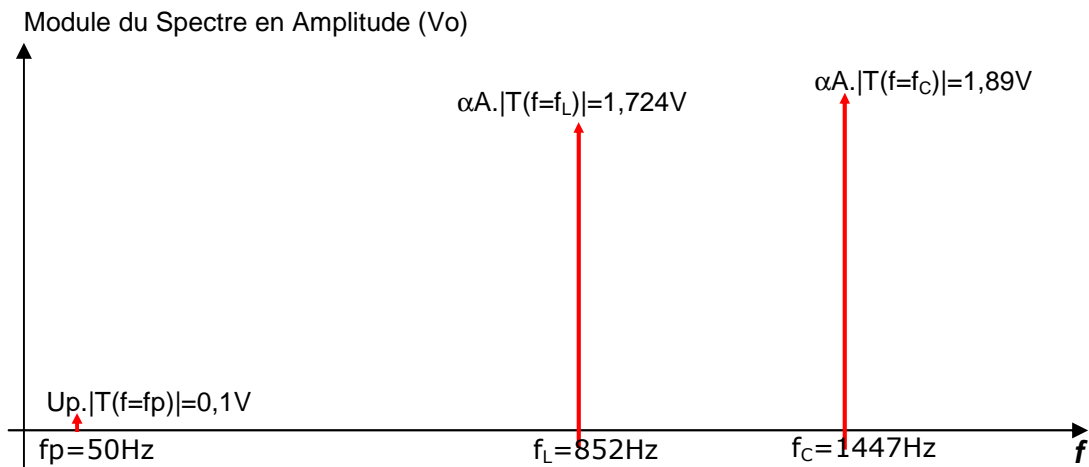


**Q6 :**  $C = \frac{1}{2\pi f_c R} = 17,68nF$  soit une valeur normalisée de 18nF

$$Q7: |T| = K \cdot \frac{\frac{f}{f_c}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}}$$

Fréquence	$f_p = 50\text{Hz}$	$f_L = 852\text{Hz}$	$f_C = 1447\text{Hz}$
Module	$\approx 1$	8.62	9.45

Q8 :



Q9 : L'intérêt de ce montage consiste à filtrer la composante gênante à la fréquence de 50Hz et amplifier les composantes fréquentielles utilisées dans le codage DTMF afin de fournir un signal compréhensible pour le décodeur DTMF.



### Exercice n°4 : Un amplificateur bass boost

Q1 : Lorsque la fréquence tend vers 0, l'impédance du condensateur tend vers l'infini et l'on se retrouve en présence d'un montage amplificateur non inverseur ce qui se traduit par  $V_s = V_e \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 10 \cdot V_e$ .

Q2 : Lorsque la fréquence est très grande, l'impédance du condensateur tend vers 0. Dans ces conditions on peut écrire que  $V_s = V_e$ .

Q3 : Comme il s'agit d'une structure connue sous le nom d'amplificateur non inverseur, il est possible d'écrire

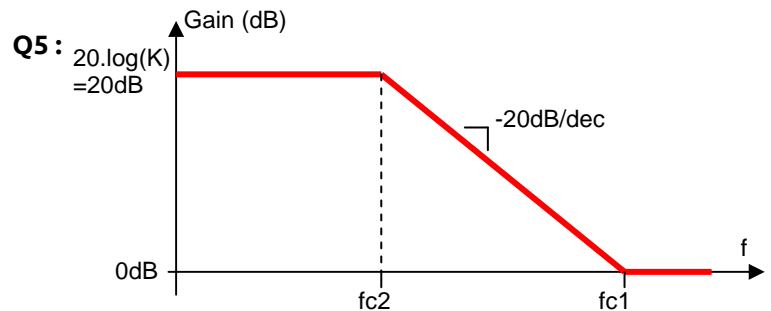
directement  $\frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = 1 + \frac{Z_{eq}}{R_1}$  avec  $Z_{eq} = \frac{R_2 \cdot \frac{1}{jC\omega}}{R_2 + \frac{1}{jC\omega}} = \frac{R_2}{1 + jR_2C\omega}$

En remplaçant donc par l'expression de Zeq on peut établir :  $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = 1 + \frac{R2}{R1 \cdot (1 + jR2C\omega)}$

Soit  $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{R1 \cdot (1 + jR2C\omega) + R2}{R1 \cdot (1 + jR2C\omega)}$  et donc  $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = \frac{R1 + R2}{R1} \cdot \frac{1 + j \left( \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} \right) C\omega}{1 + jR2C\omega}$

de la forme  $\frac{Vs(j\omega)}{Ve(j\omega)} = K \cdot \frac{1 + \frac{j\omega}{\omega c_1}}{1 + \frac{j\omega}{\omega c_2}}$  avec  $\omega c_2 = \frac{1}{R2C}$  et  $\omega c_1 = \frac{R1 + R2}{R1 \cdot R2 \cdot C}$

Q4 :  $C = \frac{1}{2\pi f c_2 R2}$  donc  $C = 29,5nF$  et  $f c_1 = 2kHz$



### Exercice n°5 : Un voyant lumineux

Q1 :  $RL = 3,5V / 10mA = 350\Omega$

Q2 : Il suffit d'appliquer le pont diviseur de tension pour déterminer UL. En effet  $UL = \frac{RL}{R + RL} \cdot U$

cela revient à écrire  $R \cdot UL + RL \cdot UL = RL \cdot U$  soit  $R = \frac{RL \cdot (U - UL)}{UL}$  soit  $R = 5250\Omega$  pour obtenir  $UL = 3V$

Q3 :  $I_{eff} = UL / RL = 8,5mA$  donc la puissance dissipée par la résistance R est  $P = R \cdot I_{eff}^2 = 0,38W$  ce qui est une valeur globalement importante puisqu'elle nécessite l'emploi de résistance 1/2W

Q4 : Il s'agit d'un circuit passe haut classique avec  $\omega c = \frac{1}{RLC}$

Q5 :  $|T| = \frac{f}{fc} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{fc}\right)^2}}$  et  $Arg(T) = \frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{f}{fc}\right)$

Q6 :  $UL = |T(f = 50Hz)| \cdot U$  Cela revient donc à rechercher la valeur de  $fc$  pour obtenir  $|T(f = 50Hz)| = \frac{UL}{U} = 0,0625$

Comme  $|T(f = 50Hz)| \ll 1$  cela signifie que  $fc \gg 50Hz$  donc  $f / fc \ll 1$ . Dans ces conditions on peut simplifier

l'expression du module et admettre que  $|T| \approx \frac{f}{fc}$  On en déduit donc  $fc = 50 / 0,0625 = 800Hz$ .

donc  $C = \frac{1}{2\pi f c \cdot RL} = 568nF$  soit  $560nF$  en série E12.

Une vérification LTSpice permet de constater le bon fonctionnement de ce montage :

