

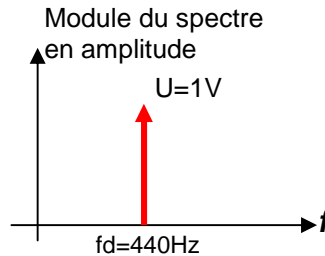
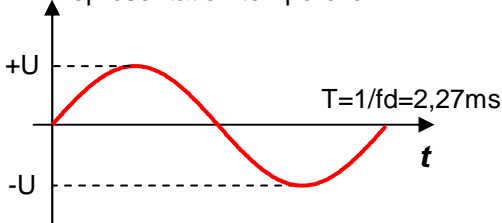


## Éléments de correction

### Exercice 1 : Une histoire de tonalité

Q1 : pulsation  $\omega = 2\pi \cdot f = 2764,6 \text{ rad/s}$

Q2 : Représentation temporelle

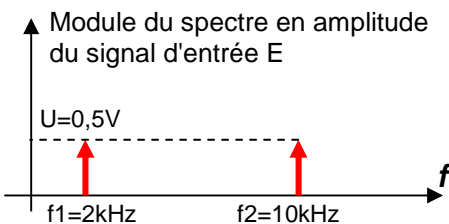


Q3 :  $S_{eff} = \frac{U}{\sqrt{2}}$  soit  $S_{eff} = 0,707V$

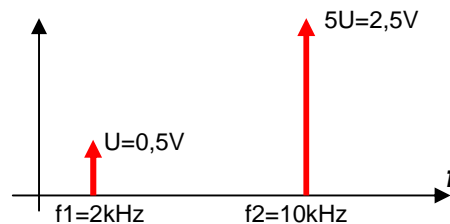
Q4 :  $P = \frac{S_{eff}^2}{R} = \frac{U^2}{2 \cdot R}$  soit  $P = 15,625mW$

### Exercice n°2 : Un filtre pour préaccentuation audio

Q1 & Q2 :

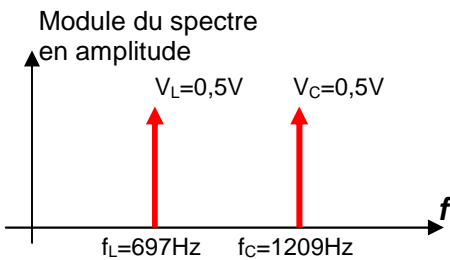


Module du spectre en amplitude du signal de sortie S

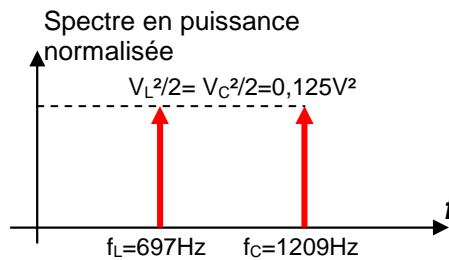


### Exercice 3 : Un signal DTMF

Q1 :



Q2 :



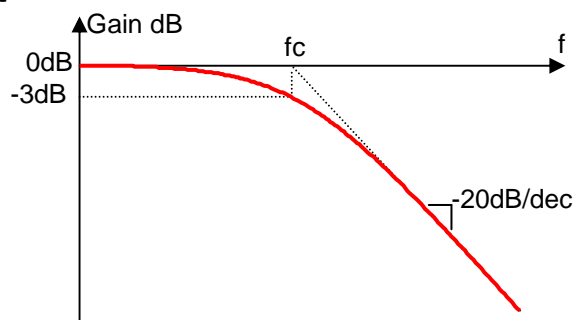
$DTMF_{eff}^2 = (V_L^2/2 + V_C^2/2)$   
donc  $DTMF_{eff} = 0,5V$

### Exercice 4 : Un filtre RC passe bas

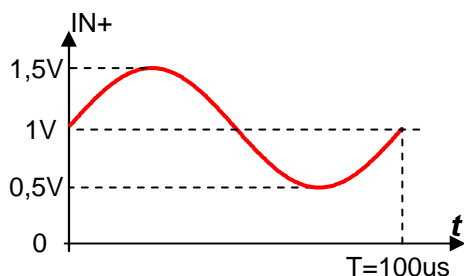
Q1 :  $T(j\omega) = \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_c}}$  avec  $\omega_c = \frac{1}{RC}$

Q2 :  $f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi RC}$   $f_c = 95kHz$

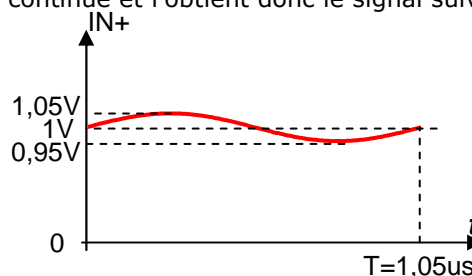
Q3 :



**Q4 :** Comme la fréquence du signal d'entrée est très inférieure à la fréquence de coupure, le filtre laisse passer intégralement le signal



**Q5 :** Dans le cas où  $f=950\text{kHz}$  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. Le filtre passe bas laisse passer bien évidemment la composante continue et l'obtient donc le signal suivant :



### Exercice 5 : Etude d'un filtre en sortie d'un récepteur

**Q1 :** Il s'agit d'un filtre passe bas.  $f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} = 20\text{kHz}$

**Q2 :** Lorsque l'on connecte 2 condensateurs  $C_1$  &  $C_2$  en // la capacité équivalente est égale à  $C_1 + C_2$

donc  $f_{c2} = \frac{1}{2\pi R_1 (C_1 + C_2)} = 4\text{kHz}$  soit  $C_2 + C_1 = \frac{1}{2\pi R_1 \cdot 4\text{kHz}}$  donc  $C_2 = \frac{1}{2\pi R_1 \cdot 4\text{kHz}} - C_1$

donc  $C_2 = 8,85\text{nF}$

**Q3 :** Il s'agit d'un amplificateur non inverseur donc  $20 \cdot \log\left(1 + \frac{R_b}{R_a}\right) = 20\text{dB}$  soit  $1 + \frac{R_b}{R_a} = 10$  donc

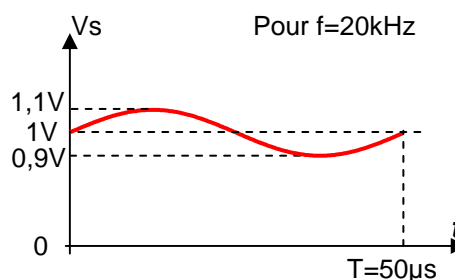
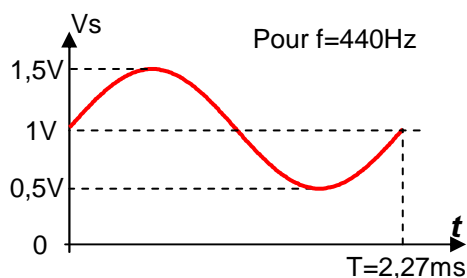
$R_b = 9 \cdot R_a = 27\text{k}\Omega$

**Q4 :** Allure du signal de sortie

Pour  $f_1 = 440\text{Hz} \ll f_c = 4\text{kHz}$  le filtre laisse passer la composante sinusoïdale

Pour  $f_1 = 20\text{kHz}$  le filtre atténue la composante sinusoïdale d'un facteur  $\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{20\text{kHz}}{4\text{kHz}}\right)^2}} \approx 0,2$

Dans les 2 cas la composante continue reste inchangé. L'amplificateur en sortie amplifie d'un facteur 10.



### Exercice 7 : Un filtre en sortie d'un amplificateur audio

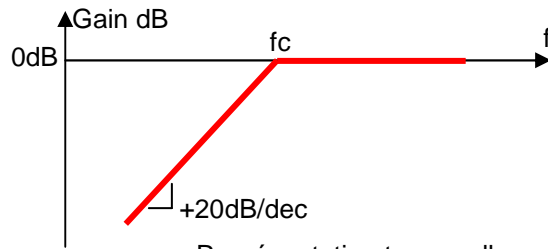
**Q1 :** Lorsque la fréquence tend vers 0 le condensateur se comporte comme un circuit ouvert, lorsque la fréquence est très grande le condensateur se comporte comme un circuit fermé. Le filtre formé par le couple CR est donc un filtre de nature passe haut.

**Q2 :** On reconnaît une structure de type pont diviseur donc la fonction de transfert peut s'écrire :

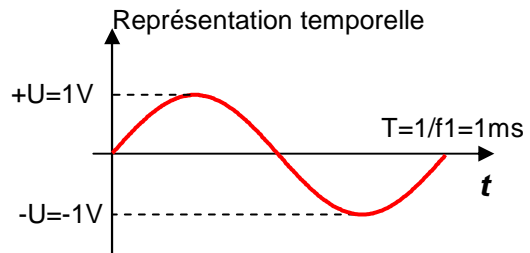
$$T(j\omega) = \frac{R}{R + Z_C} = \frac{R}{R + \frac{1}{jC\omega}} \text{ que l'on peut écrire } T(j\omega) = \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega} \text{ de la forme } T(j\omega) = \frac{j\omega}{1 + \frac{j\omega}{\omega_c}} \text{ avec } \omega_c = \frac{1}{RC}$$

Q3 :  $f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi RC}$  donc  $f_c = 42,3 \text{ Hz}$

Ce filtre supprime toute composante continue

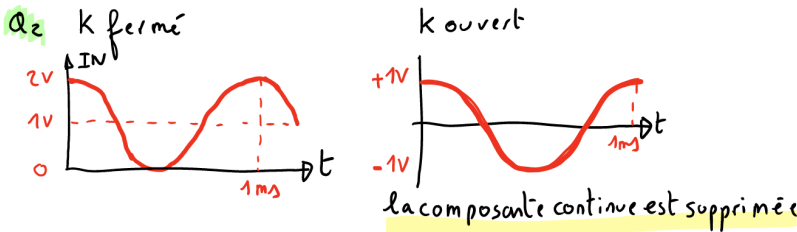


Q4 : Comme  $f_1 \gg f_c$  on retrouve la composante sinusoïdale sans la composante continue qui est supprimée par le filtre passe haut.



**Exercice 8 : Etage d'entrée d'une carte d'acquisition**

Q1 : Il s'agit d'un F. ltre passe haut  $f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} = 7,2 \text{ Hz}$



Q3 : Le mode de couplage AC/DC se retrouve sur les oscilloscopes

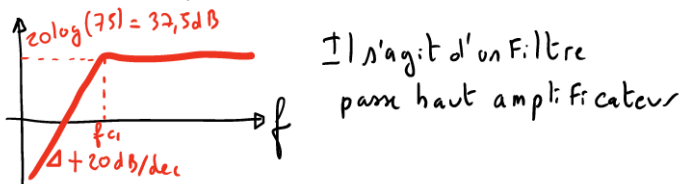
**Exercice 9 : Amplificateur de réception pour phototransistor IR**

Q1 : on reconnaît une structure de type ampli. inverseur donc  $\frac{V_s}{V_e} = -\frac{R}{Z}$  avec  $Z = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} = \frac{1 + R_1 j\omega C_1}{j\omega C_1}$

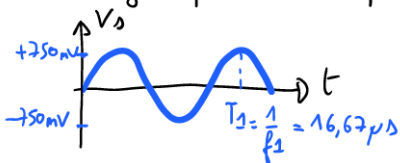
soit  $\frac{V_s}{V_e} = -\frac{R j\omega C_1}{1 + R_1 j\omega C_1} = \left(\frac{-R}{R_1}\right) \cdot \frac{R_1 j\omega C_1}{1 + R_1 j\omega C_1}$  de la forme  $k \frac{j\omega/\omega_c}{1 + j\omega/\omega_c}$

Par identification  $k = \frac{-R}{R_1}$  et  $\omega_{c1} = \frac{1}{R_1 C_1}$

Q2  $k = -75$  et  $f_{c1} = 6 \text{ kHz}$



Q3 : Le Filtre supprime la composante continue et comme  $6 \text{ kHz} \gg f_{c1}$  le montage ampli. Fie la composante sinusoïdale



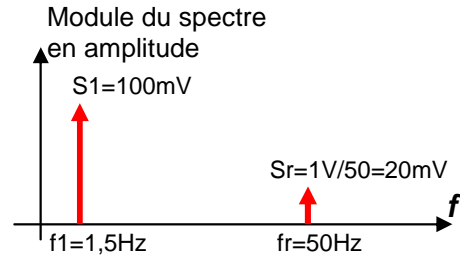
### Exercice 10 : Un filtre réjecteur 50Hz

**Q1** : Il s'agit de la fréquence du réseau secteur (EDF) présente dans tous les équipements électriques.

**Q2** : 90 battements par minute correspond à  $90/60=1,5$  battements par seconde ce qui correspond à la fréquence  $f_1=1,5\text{Hz}$ .

**Q3** : La composante à la fréquence  $f_1$  passe intégralement à travers le filtre, la composante à

50Hz est atténué d'un facteur  $10^{\frac{-34}{20}} \approx \frac{1}{50}$



### Exercice 11 : Mise en œuvre du circuit HT9200

**Q1** : Analyse FFT : Fast Fourier Transform **Q2** : touche 1

**Q3** : A partir de la relation  $V_{\text{dbV}} = 20 \cdot \log\left(\frac{V_{\text{eff}}}{1}\right)$  on peut écrire  $V_{\text{eff}} = 10^{\frac{V_{\text{dbV}}}{20}}$

Pour un niveau de -14,7dBV on obtient une valeur efficace de 0,18V

Pour un niveau de -15,4dBV on obtient une valeur efficace de 0,17V

Ces résultats sont conformes aux indications fournies dans le tableau n°2 puisque les valeurs efficaces des composantes DTMF sont comprises entre 0,12Vrms & 0,18Vrms

### Exercice n°12 - Un filtre 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  $\frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = 1 + \frac{Z_{\text{eq}}}{R_1}$  avec  $Z_{\text{eq}} = \frac{R_2 \cdot \frac{1}{jC\omega}}{R_2 + \frac{1}{jC\omega}} = \frac{R_2}{1 + jR_2C\omega}$

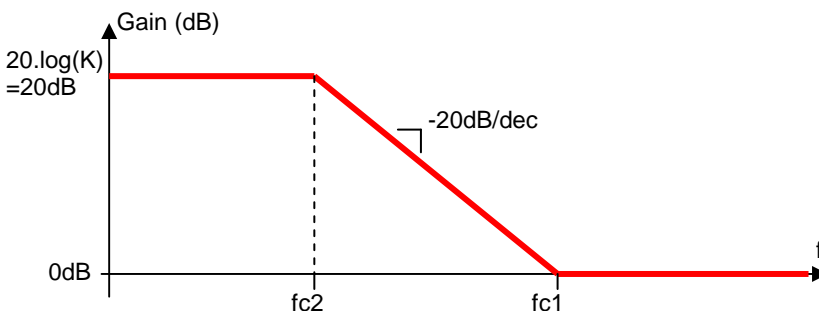
En remplaçant donc par l'expression de  $Z_{\text{eq}}$  on peut établir :  $\frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = 1 + \frac{R_2}{R_1 \cdot (1 + jR_2C\omega)}$

Soit  $\frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = \frac{R_1 \cdot (1 + jR_2C\omega) + R_2}{R_1 \cdot (1 + jR_2C\omega)}$  et donc  $\frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{1 + j\left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}\right)C\omega}{1 + jR_2C\omega}$

de la forme  $\frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = K \cdot \frac{1 + \frac{j\omega}{\omega_{C_1}}}{1 + \frac{j\omega}{\omega_{C_2}}}$  avec  $\omega_{C_2} = \frac{1}{R_2C}$  et  $\omega_{C_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2 \cdot C}$

**Q4** :  $C = \frac{1}{2\pi f_{c_2} R_2}$  donc  $C = 29,5\text{nF}$  et  $f_{c_1} = 2\text{kHz}$

**Q5** :



### Exercice n°14 : Un filtre passe bas contrôlé

**Q1 :**  $W = K \cdot V_c \cdot (E - S) + S$

**Q2 :** On reconnaît un simple filtre passe bas donc  $S = W \cdot \frac{1}{1 + jRC\omega}$  car les courants sur les entrées Y2 et Z sont nuls.

**Q3/Q4 :** De la 2nd équation il vient  $W = S \cdot (1 + jRC\omega)$  que l'on peut remplacer dans la première soit :

$$S \cdot (1 + jRC\omega) = K \cdot V_c \cdot (E - S) + S \text{ qui peut se simplifier par } S \cdot (jRC\omega) = K \cdot V_c \cdot (E - S) \text{ donc}$$

$$S \cdot (KV_c + jRC\omega) = K \cdot V_c \cdot E \text{ que l'on peut aussi écrire } S \cdot \left(1 + \frac{jRC\omega}{K \cdot V_c}\right) = E \text{ pour aboutir à une fonction de transfert}$$

$$T = \frac{S}{E} = \frac{1}{1 + \frac{jRC\omega}{K \cdot V_c}} \text{ de la forme indiquée avec } \omega_c = \frac{K \cdot V_c}{RC}$$

Cela justifie bien le nom de filtre passe bas contrôlé puisque la tension de commande  $V_c$  contrôle directement la pulsation de coupure de ce montage.