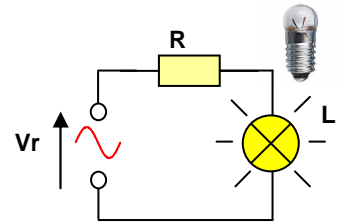


**Exercice 1: Une alimentation pour voyant lumineux**

Dans un dispositif électrique basse tension alternative, un technicien doit effectuer le remplacement d'un voyant lumineux.

Malheureusement il ne dispose que d'une petite lampe à incandescence dont les caractéristiques sont 3,5V/10mA. On considère pour simplifier l'exercice que cette lampe est équivalente à une résistance dont la valeur ne dépend pas du courant qui la traverse. On donne  $V_r = \sqrt{2}.U.\sin(2\pi.f.t)$  avec  $U=48V$  (valeur efficace) et  $f=50Hz$

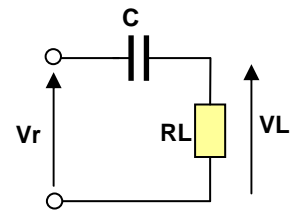


**Q1 :** En fonction des indications quelle est la résistance équivalente  $R_L$  de cette lampe ?

**Q2 :** Montrer que la tension aux bornes de la lampe peut s'écrire  $V_L = \sqrt{2}.U_L.\sin(2\pi.f.t)$  avec  $U_L$  fonction de  $R$ ,  $R_L$  et  $U$ . En déduire la valeur de la résistance  $R$  si on fixe  $U_L=3V$ .

**Q3 :** Quelle est la valeur du courant efficace qui circule dans le circuit. En déduire la puissance dissipée par la résistance et conclure sur l'intérêt de ce montage.

Comme la puissance  $P$  active dissipée dans un condensateur est nulle on décide de remplacer la résistance  $R$  par un condensateur  $C$  et l'on aboutit au schéma représenté ci-contre dans lequel  $R_L$  désigne la résistance de la lampe.



**Q4 :** Exprimer la fonction de transfert de ce montage et montrer qu'elle peut se mettre

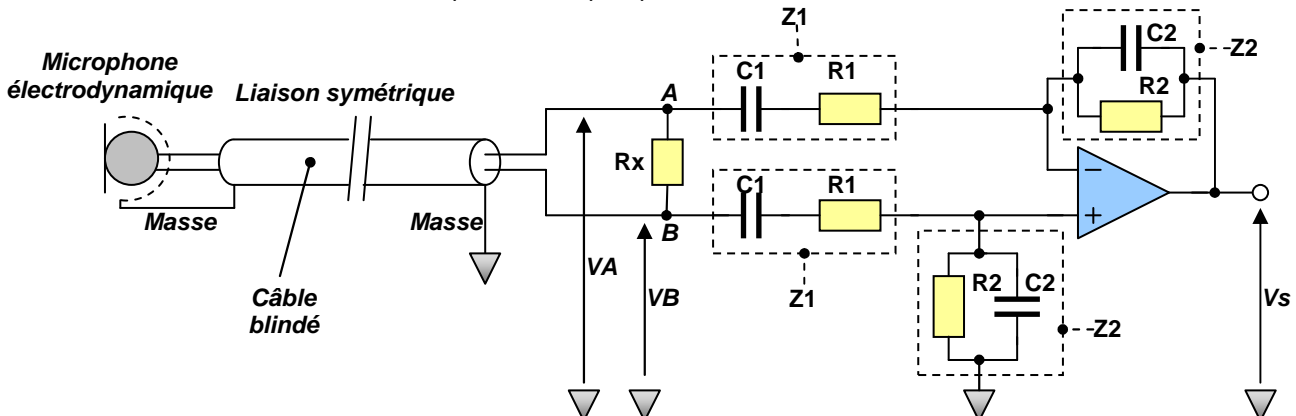
sous la forme :  $\frac{V_L(j\omega)}{V_r(j\omega)} = \frac{j\omega}{\omega C} \cdot \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega C}}$ . Quelle est la nature de cette fonction de transfert ?

**Q5 :** Exprimer le module et l'argument de cette fonction de transfert en fonction de la fréquence  $f$  et de la fréquence de coupure  $f_c$ .

**Q6 :** Cette fois ci la tension aux bornes de la lampe peut s'écrire  $V_L = \sqrt{2}.U_L.\sin(2\pi.f.t + \text{Arg}(T(jf)))$  avec  $U_L$  fonction de  $U$  et  $|T(jf)|$ . En déduire la valeur du condensateur  $C$  si on fixe  $U_L=3V$ .

**Exercice 2: Un préamplificateur pour microphone électrodynamique**

Afin de pouvoir utiliser un microphone électrodynamique comme source d'entrée sur un équipement audio nous vous proposons le montage représenté sur la figure 1 ci-dessous dans lequel on considère que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire. La liaison symétrique par un câble blindé permet d'effectuer une liaison de très bonne qualité sur quelques dizaines de mètres.



**Figure 1 :** Préamplificateur pour microphone électrodynamique

**Q1 :** Exprimer les impédances Z1 en fonction de R1, C1 et jω et Z2 en fonction de R2, C2 et jω.

**Q2 :** Montrer que ce montage réalise l'opération :  $T(j\omega) = \frac{V_s(j\omega)}{V_B(j\omega) - V_A(j\omega)} = \frac{Z_2}{Z_1}$

**Q3 :** Exprimer alors la fonction de transfert du montage sous la forme :  $T(j\omega) = K \cdot \frac{j\omega}{1 + \frac{j\omega}{\omega c1}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega c2}}$

**Q4 :** On fixe fc1=20Hz, fc2=18kHz et un coefficient K=50. Tracer le diagramme de Bode asymptotique de cette fonction de transfert uniquement en gain. En déduire l'allure du tracé réel.

**Q5 :** On fixe R1=3,6kΩ. En déduire les valeurs des composants C1, R2 et C2 en proposant des valeurs normalisées (E24 pour les résistances et E12 pour les condensateurs).

**Q6 :** On souhaite que dans la bande passante de ce montage l'impédance d'entrée vue entre les 2 points A et B du montage soit de 600Ω. En déduire une valeur pour la résistance Rx.

**Exercice 3: Mise en œuvre du circuit HT9200**

On s'intéresse dans le cadre de ce problème au circuit HT9200 pour lequel on a effectué quelques mesures et dont on souhaite vérifier la cohérence avec les données constructeurs fournies. Ce circuit est un générateur DTMF (Dual Tone Multi Frequency) largement utilisé en téléphonie sur les réseaux commutés.

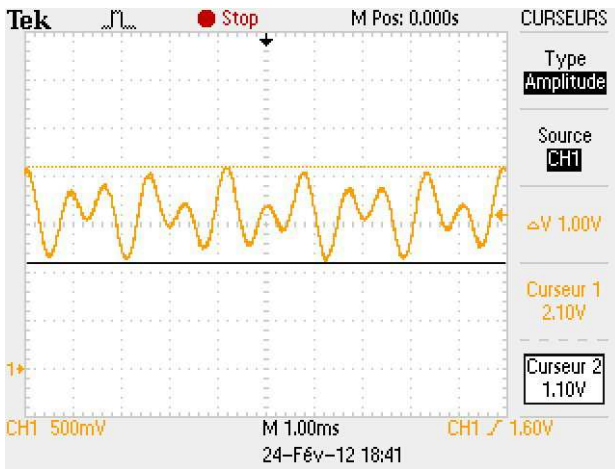
Le principe consiste à transmettre un signal composé de la somme de 2 signaux sinusoïdaux dont les fréquences correspondent à la ligne et à la colonne du bouton appuyé. Les valeurs de fréquences retenues sont fournies dans le tableau 1 ci-contre.

Sur la sortie DTMF de ce circuit on obtient donc un signal de la forme :  $DTMF(t) = V_0 + V_L \cdot \cos(2\pi f_L \cdot t) + V_C \cdot \cos(2\pi f_C \cdot t)$ .

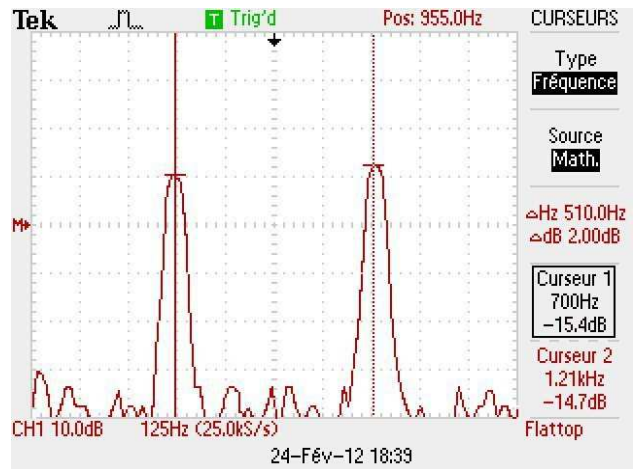
Les quantités  $f_L$  et  $f_C$  correspondent respectivement aux fréquences ligne et colonne du bouton appuyé.

Fréquences ligne & colonne			
	1209Hz	1336Hz	1447Hz
697Hz	1	2	3
770Hz	4	5	6
852Hz	7	8	9
941Hz	*	0	#

**Tableau 1 :** fréquences DTMF



**Figure 1 :** Analyse temporelle de la sortie DTMF



**Figure 2 :** Analyse fréquentielle de la sortie DTMF

**Q1 :** Quel est le nom couramment utilisé pour désigner l'analyse fréquentielle que l'on obtient sur un oscilloscope numérique ?

**Q2 :** A partir des indications fournies sur la figure 2 et données dans le tableau n°1, en déduire le numéro de touche appuyée. On rappelle que Le résultat affiché par l'analyse fréquentielle de l'oscilloscope nous donne une mesure d'amplitude en dBV dont on rappelle la définition  $V_{dBV} = 20 \cdot \log\left(\frac{V_{eff}}{1}\right)$ .

Lors du test effectué avec le circuit HT9200, la tension d'alimentation est Vdd=2,5V et l'on donne ci-dessous les caractéristiques électriques de ce circuit.

Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V <sub>DD</sub>	Conditions				
V <sub>TDC</sub>	DTMF Output DC Level	2.5V~5.5V	DTMF Output	0.45V <sub>DD</sub>	—	0.75V <sub>DD</sub>	V
V <sub>TAC</sub>	DTMF Output AC Level	2.5V	R <sub>L</sub> =5kΩ	0.12	0.15	0.18	V <sub>rms</sub>

**Tableau 2 :** Extrait des caractéristiques électriques du circuit HT9200

**Q3 :** A partir des mesures fournies par la figure 2, calculer les valeurs efficaces des 2 composantes fréquentielles. Ce résultat est-il conforme aux indications fournies dans le tableau n°2 ? Justifier votre réponse.

**Q4 :** A partir des résultats précédents en déduire alors les valeurs de  $V_L$  et  $V_C$ .

**Q5 :** A partir du chronogramme de la figure 1, donner la valeur de la composante continue  $V_0$  du signal DTMF et justifier sa valeur à partir des données constructeur.

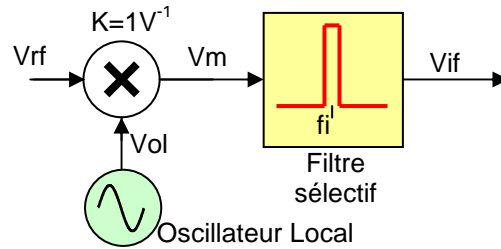
**Q6 :** Justifier simplement la tension crête à crête obtenue sur la sortie DTMF

**Q7 :** A quoi correspondent les quantités 125Hz et 25.0KS/s représentées sur la figure 2 ? Quelle est la valeur du zoom pour obtenir cette représentation ?

**Exercice 4: Les bases du changement de fréquence**

Le changement de fréquence dont une structure est représentée ci-contre est une opération indispensable dans les systèmes de télécommunications. Le principe consiste à abaisser la fréquence d'un signal radio autour d'une fréquence plus basse pour y être traité. On utilise pour cela un mélangeur qui joue la fonction de multiplieur de tension et qui réalise l'opération  $V_m = K \cdot V_{ol} \cdot V_{rf}$ . A la sortie de ce mélangeur on connecte un filtre sélectif qui ne laisse passer que les composantes fréquentielles proches de la fréquence intermédiaire  $f_i = 71\text{MHz}$ . On donne les éléments suivants :

$V_{rf} = E_r \cdot \cos(2\pi \cdot f_r \cdot t)$  avec  $E_r = 100\text{mV}$  et  $f_r = 900\text{MHz}$      $V_{ol} = V_0 \cdot \cos(2\pi \cdot f_o \cdot t)$  avec  $V_0 = 500\text{mV}$  et  $f_o = 971\text{MHz}$



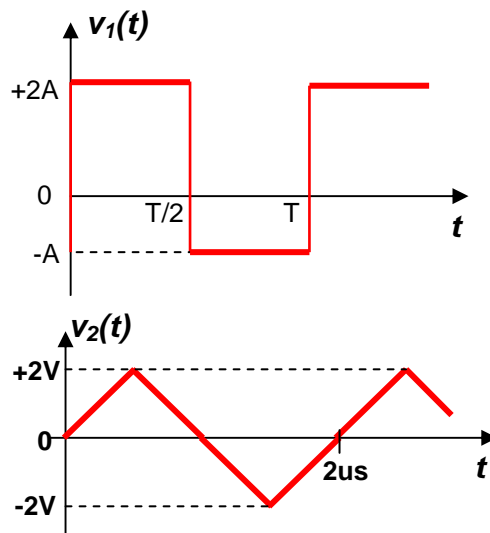
**Q1 :** Montrer que la tension  $V_m$  peut s'écrire sous la forme d'une somme de 2 signaux sinusoïdaux dont vous préciserez les valeurs de fréquences.

**Q2 :** Tracer le module du spectre en amplitude du signal  $V_m$ .

**Q3 :** Si l'on considère que le filtre intermédiaire possède un gain maximum de 0dB dans sa bande passante, représenter le module du spectre en amplitude du signal  $V_{if}$ .

**Exercice 5: Applications des décompositions en série de Fourier**

- Q1 :** On considère le signal  $V_1(t)$  représenté ci-contre.
- Exprimer la valeur moyenne du signal  $V_1(t)$  en fonction de A.
  - Montrer graphiquement, que le signal  $V_1(t)$  est la somme d'une composante continue avec un signal carré symétrique.
  - Tracer alors le module du spectre en amplitude du signal  $V_1(t)$ .
  - On donne  $A = 1\text{V}$  et  $T = 10\mu\text{s}$ . Calculer les niveaux en dBV des composantes fréquentielles (y compris la composante continue) inférieures ou égales à 500kHz.



- Q2 :** On considère le signal  $V_2(t)$  représenté ci-contre.
- Tracer le module du spectre en amplitude.