

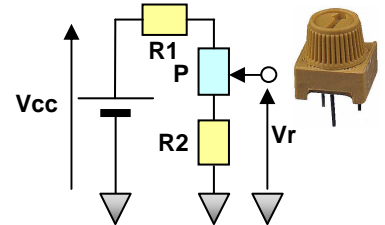


## Exercice 1 : Un montage potentiométrique

On considère le montage représenté ci-contre dans lequel on utilise un potentiomètre  $P=10k\Omega$  et pour lequel on donne  $V_{cc}=+5V$

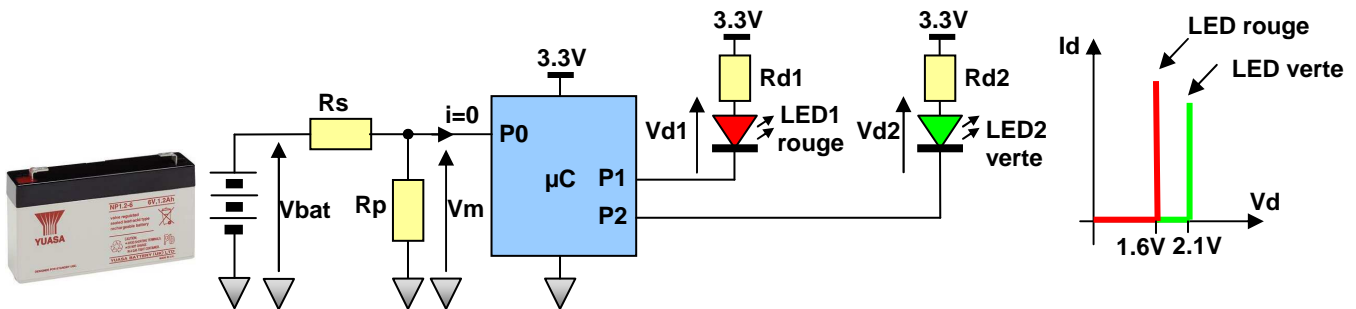
**Q1 :** On souhaite obtenir une variation de tension sur  $V_r$  comprise entre 1V & 3V. En déduire les valeurs des résistances talons  $R_1$  &  $R_2$

**Q2 :** Vérifier votre dimensionnement à partir de LTSpice.



## Exercice 2 : Mesure de tension pour batterie

On désire effectuer la mesure de tension d'une batterie au plomb 6V utilisée dans un système d'alarme et indiquer son état par 2 diodes électroluminescentes (LED) rouge et verte. On utilise l'entrée P0 du microcontrôleur ( $\mu C$ ) comme entrée de conversion et l'on ne souhaite pas dépasser la tension d'alimentation du  $\mu C$  lorsque la tension pleine charge de la batterie est d'environ 7,2V. Pour cela on utilise un pont diviseur de tension constitué par les résistances  $R_s$  &  $R_p$  et l'on fixe  $R_s=39k\Omega$  comme l'indique le schéma ci-dessous.



**Q1 :** Exprimer  $V_m$  en fonction de  $V_{bat}$ ,  $R_s$  et  $R_p$ . Calculer la valeur de  $R_p$  répondant aux contraintes fixées dans la présentation de cet exercice.

**Q2 :** En fonction des états (niveau haut ou bas), les sorties P1 & P2 du  $\mu C$  peuvent prendre les niveaux 3,3V ou 0V. Compte tenu de la configuration, quel état logique sur les sortie P1 & P2 provoque l'illumination des LED ?

**Q3 :** Lorsque l'on souhaite illuminer la LED verte on impose un courant  $I_{d2}$  dans la LED verte de 10mA. Dans ces conditions exprimer la relation reliant  $V_{dd}=3,3V$ ,  $R_{d2}$ ,  $I_{d2}$  et  $V_{d2}$ . En utilisant les données concernant les caractéristiques des LED en déduire la valeur de la résistance  $R_{d2}$ .

**Q4 :** Afin de limiter le nombre de valeurs de résistances, on choisit  $R_{d1}=R_{d2}$ . Quel est alors le courant qui traverse la diode LED rouge ? Que pensez vous de l'éclairage de cette diode ?

## Exercice 3 : Une histoire de condensateur

Le montage représenté ci-contre est un oscillateur HF pour un dispositif de transmission numérique travaillant dans la bande de fréquence 433MHz.

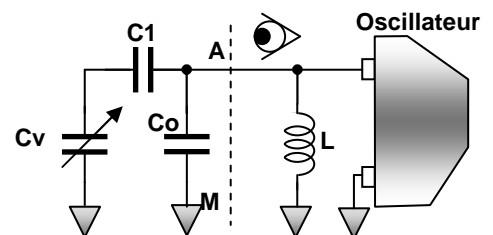
**Q1 :** Rappeller les relations pour l'association série et // des condensateurs.

**Q2 :** Exprimer la capacité équivalente  $C_{eq}$  vue des points A et M en fonction de  $C_o, C_1$  et  $C_v$ .

**Q3 :** Calculer la fréquence d'oscillation  $f_{osc}$  sachant que :

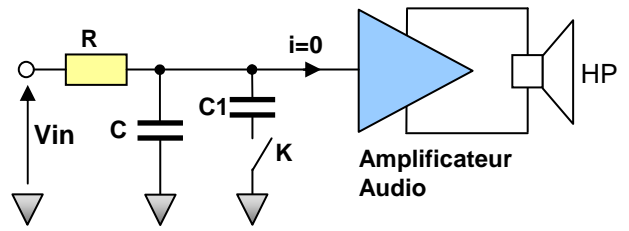
$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{eq}}}$$

On donne :  $L=8,2nH$   $C_1=47pF$   $C_v=7,5pF$   $C_o=10pF$



### Exercice 4 : Filtrage audio pour amplificateur

On considère le circuit RC ci-contre utilisé en entrée d'un amplificateur audio pour une application de filtrage et pour lequel on donne  $R=12k\Omega$  et  $C=680pF$ . On considère dans un premier temps l'interrupteur K ouvert.



**Q1 :** Quel est le type de filtre réalisé par le circuit RC ?

**Q2 :** Rappeler l'expression de la fréquence de coupure de ce filtre et effectuer l'application numérique.

**Q3 :** Donner la nouvelle expression de la fréquence de coupure du filtre lorsque l'interrupteur K est fermé.

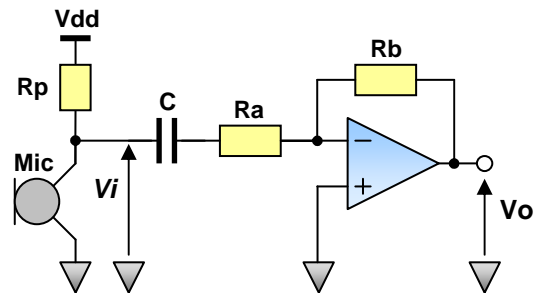
**Q4 :** Calculer la valeur du condensateur C1 afin d'obtenir une fréquence de coupure de 3400Hz correspondant à une bande passante en qualité téléphonique.

### Exercice 5 : Préamplificateur passe haut pour microphone Electret

On propose le montage suivant pour réaliser un préamplificateur pour microphone électret. On fixe  $R_a=4,7k\Omega$ .

**Q1 :** Exprimer la fonction de transfert de ce montage et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme d'un passe haut du 1<sup>er</sup> ordre

$$\text{tel que } T(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)} = K \cdot \frac{j\omega}{1 + \frac{j\omega}{\omega_c}} \text{ avec } K = -\frac{R_b}{R_a}$$



**Q2 :** On souhaite obtenir une amplification maximale de 40dB et une fréquence de coupure basse de 50Hz. En déduire les valeurs de  $R_b$  et  $C$ . Tracer le diagramme de Bode asymptotique (uniquement en gain) de ce montage. Vérifier votre dimensionnement à partir d'une simulation LTSpice.

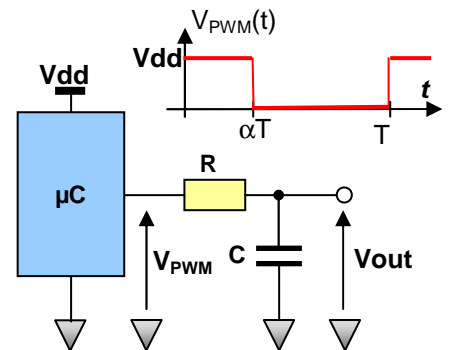
### Exercice 6: Un générateur de tension avec une sortie de $\mu C$

Dans une application pour un système embarqué on souhaite générer une tension continue réglable numériquement par l'intermédiaire d'un microcontrôleur ( $\mu C$ ). Comme on dispose d'un nombre limité de port d'entrée/sortie sur le  $\mu C$  et que l'on ne souhaite pas mettre en œuvre un convertisseur numérique analogique, on opte pour une sortie PWM.

**Q1 :** Exprimer la valeur moyenne du signal  $V_{P_{PWM}}$  en fonction de  $V_{dd}$  et  $\alpha$ .

**Q2 :** En sachant que l'on souhaite disposer d'une tension continue sur la sortie  $V_{out}$ , quel est le rôle du circuit RC ?

**Q3 :** En sachant que  $T=100\mu s$ , comment doit-on choisir la constante de temps RC de ce circuit ?



### Exercice 7: Tonalité sur un poste téléphonique

Lorsqu'un abonné décroche son combiné téléphonique afin d'entamer une communication il entend la tonalité à 440Hz lui indiquant qu'il peut débiter sa numérotation. A ce moment il est possible de représenter le schéma équivalent de la ligne téléphonique par le schéma très simplifié de la figure 1 ci-contre. On donne les éléments suivants :

$i_{DC}=I_o=30mA$  (courant continu)

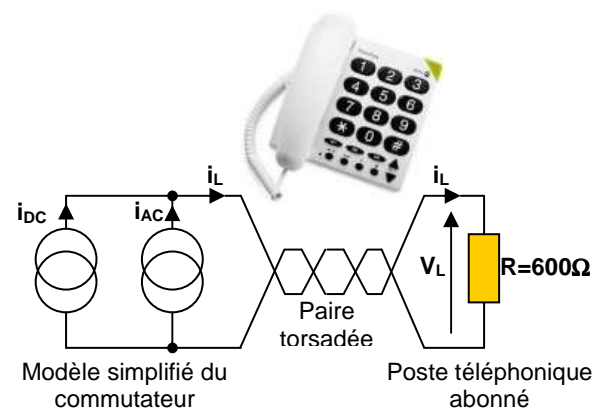
$i_{AC}(t) = I_a \cdot \sin(2\pi f_a t)$  avec  $I_a=1,5mA$  et  $f_a=440Hz$

**Q1 :** En utilisant une simple loi des nœuds, donner l'expression analytique de  $i_L$  et en déduire celle de  $V_L$  que vous exprimerez en fonction de  $I_o$ ,  $I_a$ ,  $f_a$  et  $R$ .

**Q2 :** Représenter l'allure du signal  $V_L$  au cours du temps.

**Q3 :** Représenter le spectre en amplitude du signal  $V_L$

**Q4 :** Calculer le niveau des composantes fréquentielles en dBV du signal  $V_L$



**Figure 1 :** Ligne téléphonique lors d'un appel

## Exercice 8: Distorsion d'un ampli audio

Le circuit TDA7052 est un amplificateur audio destiné à des équipements portables de faible puissance. La mise en œuvre de ce circuit est très simple comme le montre la figure représentée ci-contre.

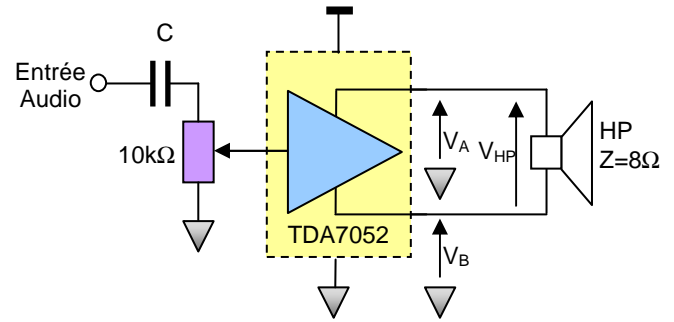
On donne les éléments suivants :

$$V_A = \frac{V_{dd}}{2} + V_1 \cdot \sin(2\pi \cdot f_0 \cdot t) + V_2 \cdot \sin(2\pi \cdot 2f_0 \cdot t) + V_3 \cdot \sin(2\pi \cdot 3f_0 \cdot t)$$

$$V_B = \frac{V_{dd}}{2} - V_1 \cdot \sin(2\pi \cdot f_0 \cdot t) - V_2 \cdot \sin(2\pi \cdot 2f_0 \cdot t) - V_3 \cdot \sin(2\pi \cdot 3f_0 \cdot t)$$

avec  $V_{dd} = 5V$   $V_1 = 2V$   $V_2 = 0,1V$   $V_3 = 0,15V$   $f_0 = 1kHz$

La présence d'une composante continue ( $V_{dd}/2$ ) sur les sorties A & B s'explique simplement par l'alimentation simple du circuit TDA7052. Les composantes en  $2f_0$  et  $3f_0$  traduisent une distorsion harmonique en sortie du circuit.

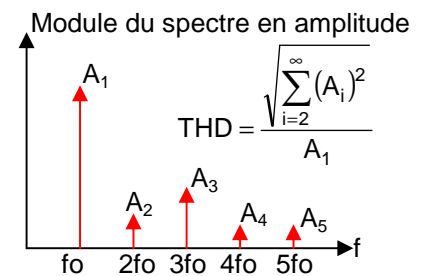


**Q1 :** Exprimer  $V_{HP}$  en fonction de  $V_A$  et  $V_B$  et montrer ainsi qu'il n'existe plus de composante continue aux bornes du haut parleur.

**Q2 :** Tracer le module du spectre en amplitude du signal  $V_{HP}$  en précisant analytiquement et numériquement les amplitudes et les fréquences de chaque composante fréquentielle.

On rappelle la définition du taux de distorsion harmonique (THD) sur le tracé représenté ci-contre.

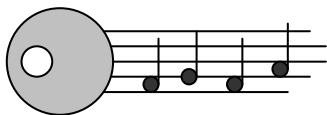
**Q3 :** Exprimer, et calculer le taux de distorsion harmonique à la sortie de l'amplificateur.



## Exercice 9: Une serrure musicale

Pour une commande d'ouverture électronique, on utilise un signal dont la composition fréquentielle sert de code pour le déclenchement d'un verrou. Ce signal est composé de 3 harmoniques aux fréquences  $f_0$ ,  $2f_0$  et  $3f_0$  dont la fréquence de la fondamentale correspond à la fréquence d'une des 3 notes de musique SOL, LA et SI. Les amplitudes des 3 composantes fréquentielles peuvent prendre 3 valeurs d'amplitudes  $U$ ,  $2U$  ou  $3U$ . Ce signal audio peut donc s'écrire sous la forme :  $V_m = V_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f_0 \cdot t) + V_2 \cdot \cos(2\pi \cdot 2f_0 \cdot t) + V_3 \cdot \cos(2\pi \cdot 3f_0 \cdot t)$

Le code **SI132** indique alors que la fréquence  $f_0$  est à 494Hz (SI) et que les amplitudes des composantes fréquentielles sont :  $V_1 = U$  (chiffre 1)  $V_2 = 3U$  (chiffre 3) et  $V_3 = 2U$  (chiffre 2)



une clef musicale

Numéro	Niveau
1	U
2	2U
3	3U

Table des niveaux ( $U=0,5V$ )

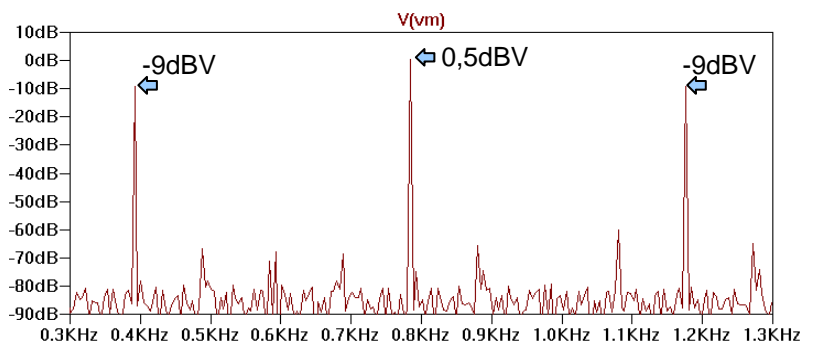
Note	Fo
SOL	392Hz
LA	440Hz
SI	494Hz

Table des fréquences

**Q1 :** Tracer le spectre en amplitude du signal  $V_m$  pour le code **LA312**. Vous indiquerez clairement les niveaux et les fréquences de chaque composante fréquentielle.

**Q2 :** Tracer le spectre en puissance normalisée correspondant au code **LA312** précédent et en déduire la valeur efficace du signal  $V_m$ .

**Q3 :** On effectue une analyse FFT du signal  $V_m$  et obtient le résultat de la figure suivante. Quel est le code utilisé ? Justifier votre résultat.

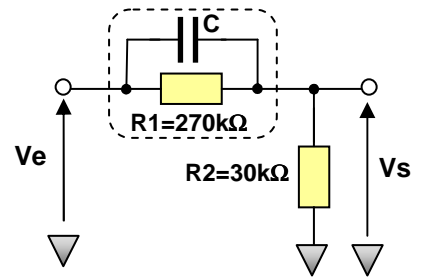


## Exercice 10: Cellule "bass limiter"

On étudie dans cet exercice le montage représenté ci contre.

**Q1 :** Lorsque la fréquence du signal d'entrée tend vers 0, comment se comporte le condensateur C ? Dans ces conditions exprimer  $V_s$  en fonction de  $V_e$  et effectuer l'application numérique.

**Q2 :** Lorsque la fréquence est cette fois ci très grande, comment se comporte le condensateur C ? Dans ces conditions exprimer  $V_s$  en fonction de  $V_e$ .



**Q3 :** Afin de caractériser de façon plus précise le montage, exprimer la fonction de transfert de ce montage et

montrer qu'elle peut se mettre sous 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  $K = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

Exprimer  $\omega c_1$  et  $\omega c_2$  en fonction de  $R_1, R_2$  et  $C$

**Q4 :** On fixe  $f_{c1} = 100\text{Hz}$  et par conséquent  $f_{c2} = 1\text{kHz}$ . Calculer la valeur du condensateur  $C$ .

**Q5 :** Exprimer le module de la fonction de transfert en fonction de  $f$ . Calculer ces quantités pour les valeurs de fréquences suivantes :  $\frac{f_{c1}}{10}$ ,  $f_{c1}$ ,  $\sqrt{f_{c1} \cdot f_{c2}}$ ,  $f_{c2}$ ,  $10 \cdot f_{c2}$

**Q6 :** Tracer le diagramme de Bode asymptotique et réel uniquement en gain sur le papier semilog fourni.

**Q7 :** Vérifier votre étude en effectuant une simulation LTSpice de ce montage

**Q8 :** Justifier le nom donné à ce montage.

