



## Objectifs

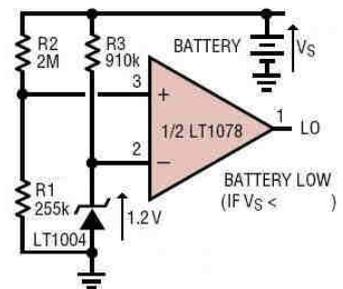
Pour ce dixième et dernier devoir des vacances d'été 2017, je vous propose une compilation de 333 petits exercices classés par thèmes et couvrant l'ensemble des notions abordées au cours des semestres 1 & 2 du module SEI pour l'étude des systèmes électroniques. Bien évidemment ce devoir ne remplace pas la totalité des devoirs publiés sur le site poujouly.net mais il offre une solution de rattrapage pour se "remettre rapidement dans le bain".



## Thème n°1 : Montage à ampli-op & comparateur

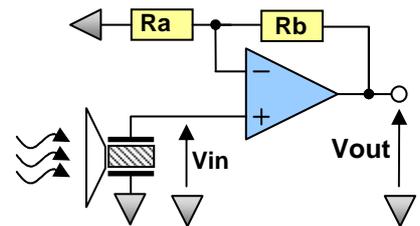
**Q1 :** Le montage proposé ci-contre permet d'indiquer l'état d'une batterie dont la tension nominale est de 12V. Le circuit LT1004-1.2 est une référence de tension de 1,2V.

- Exprimer la tension  $V_+$  du circuit LT1078 en fonction de  $V_s$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
- Pour quelle valeur de  $V_+$  le comparateur change d'état ? En déduire la valeur de  $V_s$  qui provoque le changement d'état du comparateur.
- On souhaite adapter ce montage pour une batterie de 6V et l'on fixe un seuil de basculement à 5,4V. En déduire la nouvelle valeur de  $R_1$ .



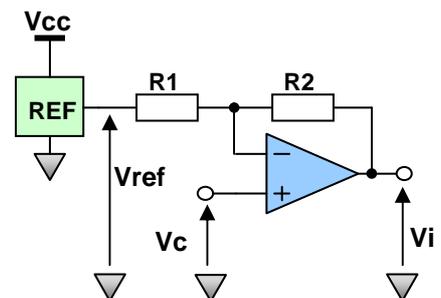
**Q2 :** On désire mettre en œuvre un amplificateur pour un capteur ultrason fonctionnant à 40kHz dont le schéma est représenté sur la figure ci-contre.

- Exprimer  $V_{out}$  en fonction de  $V_{in}$ ,  $R_a$  &  $R_b$ .
- On désire obtenir un gain de 34dB et on fixe  $R_a=3k\Omega$ . En déduire la valeur de  $R_b$ .
- Quelle doit-être la valeur du produit gain bande nécessaire pour l'amplificateur opérationnel ?

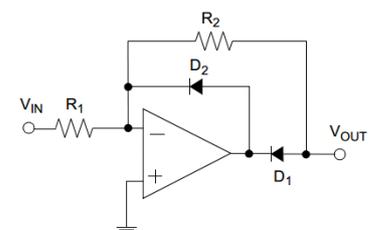


**Q3 :** On désire mettre au point une interface entre un capteur et un système d'acquisition. La sortie de ce capteur délivre une tension  $V_c$  évoluant entre 1V et 2V et l'on souhaite obtenir une variation comprise entre 0 et 5V pour le système d'acquisition. Afin de réaliser cette opération on met en œuvre le montage de la figure ci-contre dans lequel on utilise une source de tension REF et un amplificateur opérationnel que l'on suppose idéal.

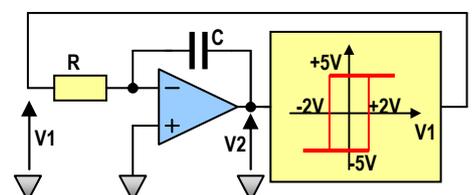
- Exprimer  $V_i$  en fonction de  $V_c$ ,  $V_{ref}$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
- En déduire la valeur de  $V_{ref}$  et le rapport  $R_2/R_1$ .



**Q4 :** Dans le schéma représenté ci-contre, on considère que l'amplificateur opérationnel travaille en régime linéaire. On donne  $R_1=10k\Omega$  et  $R_2=20k\Omega$ . Représenter le signal  $V_{out}$  en concordance de temps avec  $V_{in}$  et indiquer l'état des diodes  $D_1$  &  $D_2$  lorsque  $V_{in}$  est un signal sinusoïdal d'amplitude 3Vpp et de fréquence 1kHz.



**Q5 :** Représenter les signaux  $V_1$  et  $V_2$  au cours du temps pour le montage de la figure ci-contre. A  $t=0$  le condensateur C est déchargé. Proposer une valeur de R et de C afin d'obtenir une fréquence d'oscillation de 10kHz. Proposer un schéma de montage à base de comparateur et son dimensionnement pour le montage trigger utilisé dans l'oscillateur ci-contre.



**Q6 :** Le schéma suivant est extrait de la documentation constructeur du circuit TC1043 qui intègre 2 comparateurs de tensions, 2 amplificateurs opérationnels et une référence de tension  $V_R=1,2V$ .

❑ Quel est le nom du montage réalisé par l'amplificateur opérationnel AMP1 ?

❑ En déduire les tensions de batterie qui provoquent le changement des sorties /BATTLOW & /BATTFAIL et expliquer le fonctionnement de ce montage.

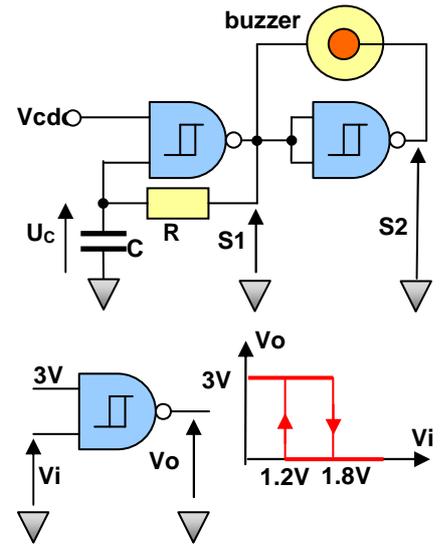
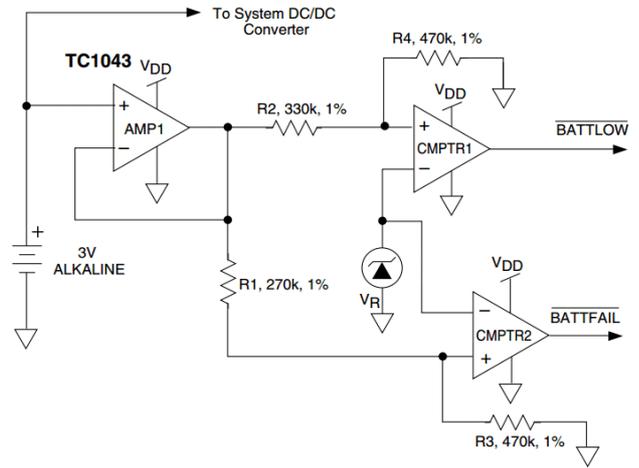
**Q7 :** Proposer un montage avec un unique amplificateur opérationnel et un minimum de résistance réalisant l'opération  $V_s=2.V_2-V_1$

**Q8 :** Le schéma proposé ci-contre représente celui d'un oscillateur utilisé pour produire la sonnerie d'un détecteur d'incendie. On utilise une porte logique NAND dont la caractéristique de transfert est indiquée et l'on montre que la fréquence d'oscillation est  $f_{osc} \approx \frac{1}{0,81.RC}$

❑ On suppose qu'à  $t=0$  le condensateur C est déchargé. Quelle est sa tension à ses bornes ? Quelle doit être le niveau sur l'entrée  $V_{cde}$  pour que la sortie de la première porte logique entraîne la charge du condensateur à travers la résistance R ?

❑ Lorsque l'oscillateur est en fonction, représenter l'allure des signaux  $U_C$  et S1 en fonction du temps en exploitant la caractéristique de transfert de la porte NAND.

❑ Quelle est la fonction logique réalisée par la 2nd porte logique se trouvant entre S1 et S2 ? En déduire l'allure de la tension aux bornes du buzzer et donner un avantage pour ce type de connexion.



## Thème n°2 : Analyse des signaux

**Q9 :** Afin de tester les lignes téléphoniques, on dispose d'un testeur portable permettant d'injecter un signal de tonalité multiple. Le signal délivré sur la sortie de test est  $S_{2T}(t)=U_1.\sin(2\pi.f_1.t)+ U_2.\sin(2\pi.f_2.t)$  avec  $U_1=0,5V$   $U_2=1V$   $f_1=300Hz$  &  $f_2=3400Hz$ .

❑ Représenter le spectre du signal  $S_{2T}$  en amplitude dans une échelle linéaire puis en dBV. Tracer le spectre en puissance normalisée.

❑ A partir du tracé précédent en déduire l'expression de la valeur efficace du signal  $S_{2T}$  en fonction de  $U_1$  et  $U_2$  et effectuer l'application numérique correspondante.



**Q10 :** On désire concevoir un montage doubleur de fréquence. Le signal de référence est tel que :  $E=E_0.\sin(2\pi.f_0.t)$  avec  $E_0 = 1V$  et  $f_0=19kHz$

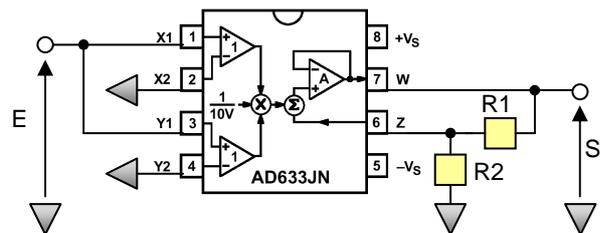
Pour cela on utilise un multiplieur analogique AD633 qui réalise l'opération :

$$W=K.(X1-X2).(Y1-Y2)+Z \text{ avec } K=0,1V^{-1}$$

On propose une première réalisation afin d'obtenir sur la sortie le signal  $S=k.E^2$  avec  $k=2V^{-1}$ .

❑ On fixe  $R1=1k\Omega$ . Quelle doit être la valeur de  $R2$  ?

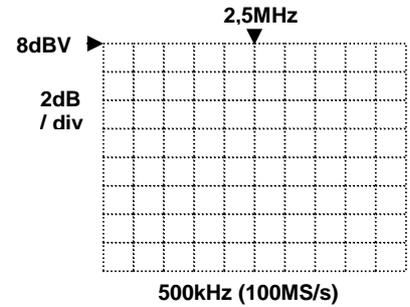
❑ Tracer le spectre en amplitude du signal S et montrer qu'une simple opération permet de réaliser la fonction doubleur de fréquence.



**Q11 :** Un signal sinusoïdal est mesuré avec un niveau de  $-20dBV$ . Quelle est sa valeur crête ?



**Q12 :** On considère un oscillateur à quartz délivrant un signal d'horloge compatible TTL (0-5V) de fréquence 1MHz. Tracer le spectre en amplitude du signal d'horloge et en déduire la représentation fréquentielle que l'on obtiendrait sur un analyseur de spectre FFT dont la configuration est donnée ci-contre



**Q13 :** Tracer le spectre en dBV d'un signal triangulaire symétrique, de fréquence 50kHz et dont la valeur efficace est de 3V pour des fréquences inférieures à 300kHz

### Thème n°3 : Système linéaire du 1er & 2nd ordre

**Q14 :** Compléter le tableau suivant en donnant les formes canoniques pour chaque type de filtre. Préciser le nom des paramètres utilisés.

Ordre	Passe bas	Passe bande	Passe haut
1 <sup>er</sup>			
2 <sup>nd</sup>			

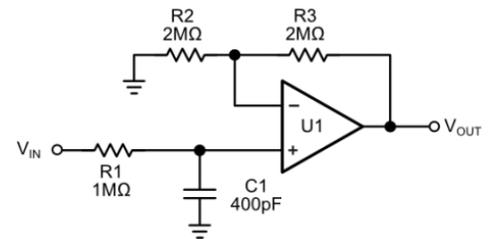
**Q15 :** On propose le filtre représenté sur la figure suivante. On suppose que l'amplificateur fonctionne en régime linéaire.

Quelle est l'expression de la fréquence de coupure de ce circuit RC passe bas ? Effectuer l'application numérique. Quelle est l'amplification apporté par ce montage dans la bande passante ?

On applique sur l'entrée un signal sinusoïdal de fréquence 40Hz et d'amplitude 2Vpp avec un offset de 1V.

Représenter en concordance de temps l'allure des signaux en entrée et en sortie en régime permanent. Préciser l'amplitude du signal de sortie S.

Même question mais pour une fréquence de 4kHz.

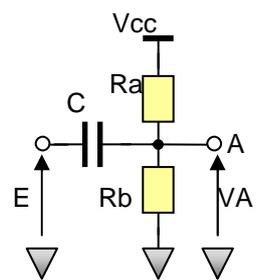


**Q16 :** On considère le montage représenté ci-contre couramment utilisé dans de nombreux étages d'entrée d'équipement audio. On considère qu'il n'y a pas de charge connectée sur la sortie A. On donne les éléments suivants :  $V_{cc}=3V$   $C=2,2\mu F$  (non polarisé)  $R_a=20k\Omega$  et  $R_b=10k\Omega$

Si l'on se place en régime continu, quelle est la tension au point VA ?

Si l'on se place maintenant en régime alternatif, quelle est le schéma équivalent vue de l'entrée E. En déduire la fréquence de coupure basse de ce montage.

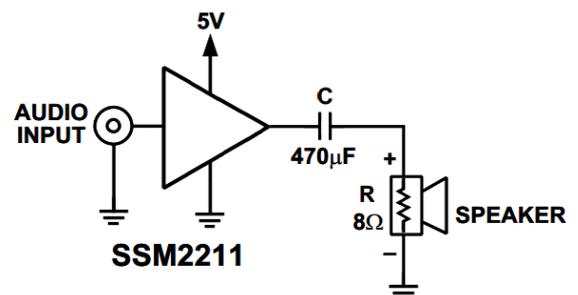
On applique sur l'entrée E un signal sinusoïdal de fréquence 1kHz et d'amplitude 2Vpp centré sur 0V. Représenter l'allure du signal VA en concordance avec E



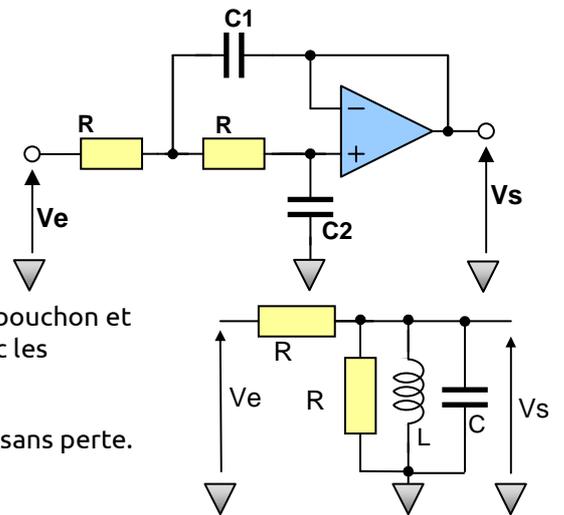
**Q17 :** On considère le montage suivant qui représente l'étage de sortie d'un amplificateur audio intégré.

• Quel type de filtre est réalisé par le circuit CR. Quelle est sa fréquence de coupure ? Quelle est l'action de ce filtre sur une composante continue ?

• Le circuit SSM2211 est alimenté sous une tension simple 5V et possède en sortie une composante continue  $S_o=2,5V$ . Lorsque l'on connecte un signal audio sinusoïdal de test en entrée on obtient à la sortie de l'amplificateur le signal :  $S(t)=S_o+U.\sin(2\pi.f_1.t)$  avec  $S_o=2,5V$ ,  $U=1V$  et  $f_1=1kHz$ .



**Q18 :** Proposer un dimensionnement du montage suivant afin d'obtenir un filtre passe bas du 2nd ordre avec une fréquence de coupure de 5kHz et le gain "le plus plat" possible dans la bande passante.  
Vérifier votre résultat en effectuant une simulation LTSpice



**Q19 :** On considère le filtre passe bande constitué par un circuit LC bouchon et représenté ci-contre. On souhaite obtenir un filtre passe bande avec les caractéristiques suivantes :  
Fréquence centrale :  $f_0=455\text{kHz}$  Bande passante :  $91\text{kHz}$   
On suppose que l'inductance et le condensateur sont des éléments sans perte.  
La valeur de l'inductance L est de  $220\mu\text{H}$ .

- Quel est le facteur de qualité de ce circuit ?
- Quelle doit être la valeur du condensateur C pour obtenir l'accord de ce circuit ?
- Quel est le gain maximal de ce montage ?

### Thème n°4 : Transmission de l'information

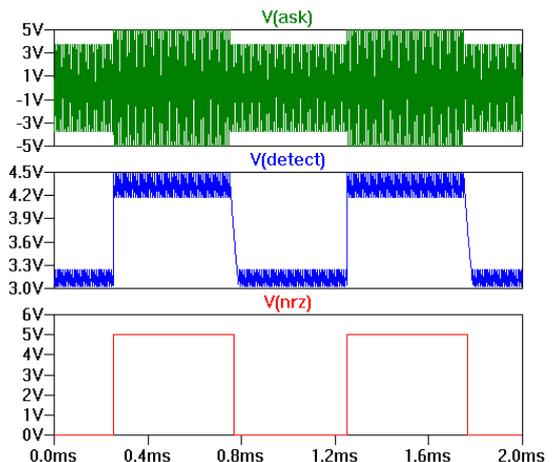
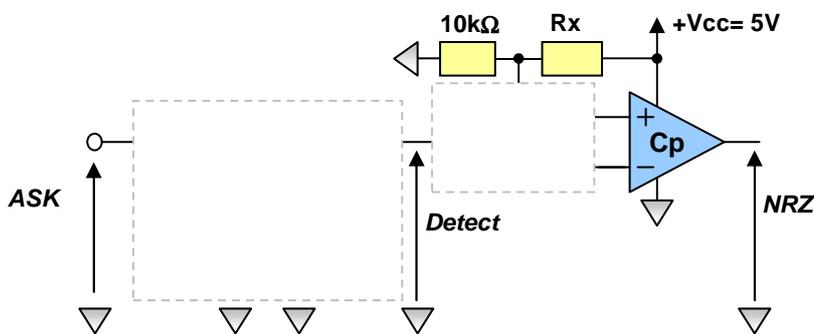
**Q20 :** Quelle est la longueur d'une antenne de type quart d'onde pour les systèmes de transmissions autour de la fréquence porteuse  $224,5\text{MHz}$  ?

**Q21 :** Dans un récepteur AM classique utilisant une unique fréquence intermédiaire  $F_i=455\text{kHz}$  et réglé pour recevoir une station à  $821\text{kHz}$ , quelles sont les 2 valeurs possibles pour les fréquences de l'oscillateur local ? En déduire les 2 valeurs possibles de la fréquence image.

**Q22 :** On considère un signal modulé en amplitude avec un signal modulant sinusoïdal. Le taux de modulation est de 75% et la valeur efficace du signal modulé est de 3V. En déduire l'amplitude crête maximale du signal modulé au cours du temps.

**Q23 :** Tracer l'allure du spectre en dBV d'un signal modulé en amplitude avec un taux de modulation de 100% et une valeur efficace de 5V. L'émission est centrée sur la fréquence porteuse  $70\text{kHz}$  et le modulant sinusoïdal est de  $1\text{kHz}$  (en mode test).

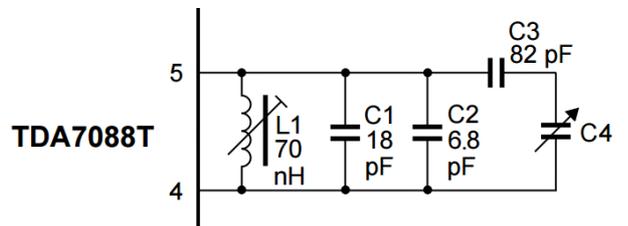
**Q24 :** On considère le montage suivant mis en œuvre pour effectuer une démodulation d'amplitude numérique ASK. Compléter les zones en pointillés du schéma suivant et proposer une valeur pour la résistance Rx



**Q25 :** Calculer les variations de la fréquence de cet oscillateur utilisé dans un récepteur radio pour la bande FM commerciale et définie par  $f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L1.Ceq}}$ .

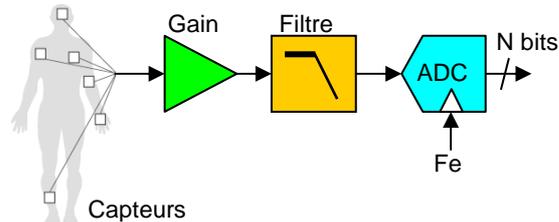
$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L1.Ceq}}$$

La capacité C4 varie entre  $6\text{pF}$  et  $32\text{pF}$ .



**Q26 :** Tracer le gabarit en gain d'un filtre passe bas possédant un gain en bande passante de 30dB, une fréquence de coupure de 5kHz et une atténuation de 40dB à 20kHz. Déterminer l'ordre du filtre si l'on choisit une fonction d'approximation de Butterworth et en déduire la fonction de transfert complète.

**Q27 :** Dans le cadre des équipements biomédicaux, on retrouve couramment une chaîne de traitement numérique du signal comme le montre la figure ci-contre. Compte tenu de la bande passante des signaux traités et des perturbations issues du secteur EDF on fixe une fréquence d'échantillonnage  $F_e=400\text{Hz}$ . Rappeler le théorème de Shannon relatif à l'échantillonnage des signaux

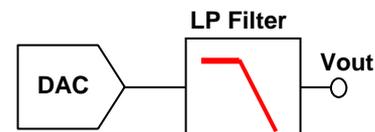


**Q28 :** Si l'on ne respecte pas la règle relative à l'échantillonnage des signaux, que se passe-t-il ? Quel élément doit-on utiliser dans la chaîne d'acquisition pour s'affranchir de ce problème ? Donner son nom en anglais

**Q29 :** On suppose que l'on est en présence d'un signal de perturbation sinusoïdal de fréquence 50Hz et d'amplitude 100mVpp à l'entrée du convertisseur analogique numérique. Représenter avec précision l'allure du signal échantillonné idéal en fonction du temps. Tracer l'allure de son spectre en indiquant les différentes fréquences entre 0 et 1kHz.

**Q30 :** Si l'on réalise l'acquisition d'un signal ECG périodique pour un rythme cardiaque de 60 battements par minute, quel nombre de points de mesures obtient-on pour une période du signal ECG

Dans le cadre d'un dispositif numérique de génération de tonalité audio, on utilise un convertisseur numérique analogique (DAC).



**Q31 :** Quel est la nature et le nom du filtre présent en sortie du DAC ? Donner son nom en anglais. Quel est son rôle ?

**Q32 :** On considère le filtre décrit par l'équation de récurrence suivante :

$$Y(n)=0,5.Y(n-1) + 0,25.[X(n)+X(n-1)]$$

Exprimer la fonction de transfert en z de ce filtre numérique.

**Q33 :** Compléter le script scilab permettant de tracer la réponse fréquentielle du filtre numérique précédent et dont le résultat est donné ci-contre.

```

Fe=10e3 ;
num= [           ] ;
den= [           ] ;
[H, fr]=         (num, den, 500) ;
..... ( ....., H)
    
```

