

# Devoir N°5 : Aop, Comparateur et analyse de documentation constructeur



Mercredi 14 aout 2013



S.POUJOULY



<http://poujouly.net>

Pour ce 5ième devoir de révisions, je vous propose de revoir les caractéristiques principales d'un ampli-op, d'étudier les montages de bases des comparateurs utilisés notamment pour des montages oscillateurs astable (ou à relaxation). Par ailleurs je vous propose d'étudier quelques notes d'applications issues de la documentation des constructeurs.

## Exercice n°1 : Un amplificateur de mesure

On s'intéresse dans cet exercice au choix d'un amplificateur opérationnel utilisé dans un système d'instrumentation pour une expérience de physique nucléaire. On désire amplifier le signal  $V_{cpt}$  délivré par un capteur, dont une représentation simplifiée est fournie sur la figure 2 ci-dessous. La sortie de l'amplificateur est envoyée à travers un câble coaxial sur une carte d'acquisition en effectuant une adaptation d'impédance comme le montre le schéma de la figure 1.

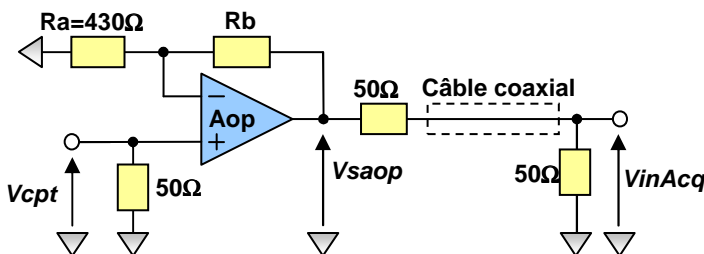


Fig 1 : Amplificateur de mesure

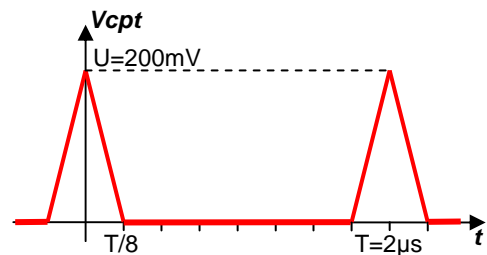


Fig 2 : Signal délivré par le capteur

- Q1 :** Exprimer  $V_{saop}$  en fonction de  $V_{cpt}$ ,  $R_a$  et  $R_b$ . Quelle relation peut-on établir entre  $V_{inAcq}$  et  $V_{saop}$  ?
- Q2 :** On souhaite obtenir un gain de 20dB entre l'entrée  $V_{cpt}$  et l'entrée  $V_{inAcq}$  de la carte d'acquisition. En déduire la valeur de la résistance  $R_b$ .
- Q3 :** Tracer le signal  $V_{saop}$  en fonction du temps à partir des indications fournies.
- Q4 :** A quoi correspond le Slew Rate pour un amplificateur opérationnel ? Pour notre application comment doit-on choisir cette grandeur ?
- Q5 :** Si l'on choisit un modèle d'amplificateur opérationnel de type « Rail to Rail output », quelle tension d'alimentation minimale peut-on choisir ?
- Q6 :** Compte tenu de la forme particulière du signal  $V_{cpt}$  il est indispensable de conserver les harmoniques de ce signal périodique jusqu'au rang 7. En déduire la valeur du produit Gain Bande nécessaire.
- Q7 :** L'amplificateur opérationnel TL082 utilisé peut il convenir à cette application ? Justifier votre réponse.

## Exercice n°2 : Un circuit de remise en forme

Bien que de nombreux microcontrôleurs disposent d'entrée de type comparateur, on propose le montage comparateur à hystérésis représenté sur la figure ci-contre afin de remettre en forme le signal  $V_{in}$  fortement perturbé. Par ailleurs on donne  $R_a = 300k\Omega$  et  $R_2 = 330k\Omega$

- Q1 :** Exprimer  $V_-$  en fonction de  $R_a$ ,  $R_b$  et  $V_{dd}$ .
- Q2 :** Exprimer  $V_+$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $V_{in}$  et  $V_{cp}$ . En déduire l'expression de la tension différentielle  $\epsilon$ .
- Q3 :** Compte tenu du mode d'alimentation du comparateur  $C_p$ , quelles sont les valeurs de  $V_{cp}$  lorsque  $\epsilon > 0$  et  $\epsilon < 0$  ?

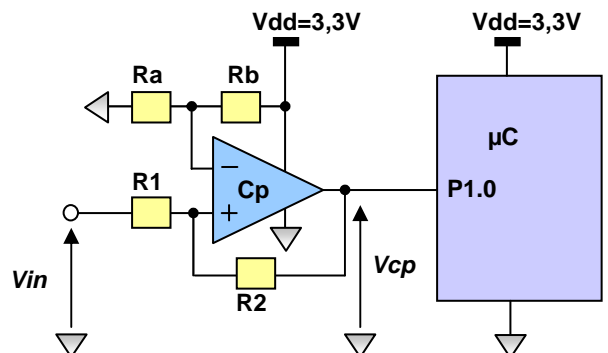


Figure 1 : Circuit de remise en forme

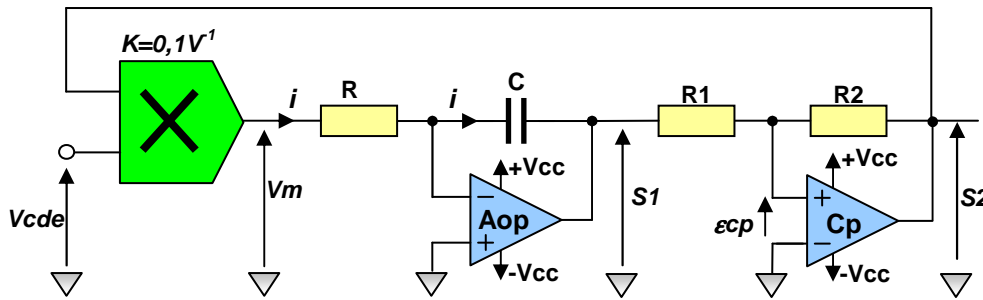
**Q4 :** Exprimer les tensions de seuils  $V_{t1}$  et  $V_{t2}$  du montage trigger.

**Q5 :** On fixe les 2 seuils de comparaison tel que  $V_{t1}=0,5V$  et  $V_{t2}=1,5V$ . En déduire les valeurs de  $R_1$  et  $R_b$ .

**Q6 :** Tracer la caractéristique de transfert  $V_{cp}$  en fonction de  $V_{in}$  en précisant le sens de basculement.

### Exercice n°3 : Etude d'un VCO

Le montage proposé ci-dessous permet de réaliser un oscillateur dont la fréquence d'oscillation est contrôlée par la tension de commande continue positive  $V_{cde}$ .



On donne les éléments suivants :

- $V_{cc}=9V$
- $R_1=20k\Omega$
- $R_2=180k\Omega$
- $C=10nF$
- $R=10k\Omega$

**Figure 1 :** Oscillateur contrôlé en tension

**Q1 :** Exprimer  $\varepsilon_{cp}$  en fonction de  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

**Q2 :** Quelles sont les valeurs de  $S_2$  lorsque  $\varepsilon_{cp}>0$  et  $\varepsilon_{cp}<0$  ? En déduire les 2 tensions de seuils du trigger.

**Q3 :** Tracer la caractéristique de transfert du trigger. Préciser les sens de basculement

**Q4 :** Exprimer le courant  $i$  en fonction de  $R$ ,  $S_2$ ,  $K$  et  $V_{cde}$ . Que peut-on dire de la charge du condensateur  $C$  ?

**Q5 :** Exprimer l'équation différentielle reliant  $i$  à  $S_1$ . En déduire l'équation différentielle entre  $S_1$  et  $S_2$ .

**Q6 :** On suppose qu'à  $t=0$  le condensateur  $C$  est déchargé et que la tension  $S_2=+V_{cc}$ . Représenter l'allure des signaux  $S_1$  et  $S_2$  en fonction du temps. Préciser les échelles d'amplitude et de temps (On fixe  $V_{cde}=10V$ ).

**Q7 :** Exprimer la fréquence des oscillations  $f_{osc}$  en fonction de  $K$ ,  $V_{cde}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R$  et  $C$  dans le cas général.

**Q8 :** Tracer alors la caractéristique  $f_{osc}$  en fonction de  $V_{cde}$  (entre 0 et 10V). Justifier le nom de VCO donné à ce montage.

### Exercice n°4 : Analyse d'une note d'application

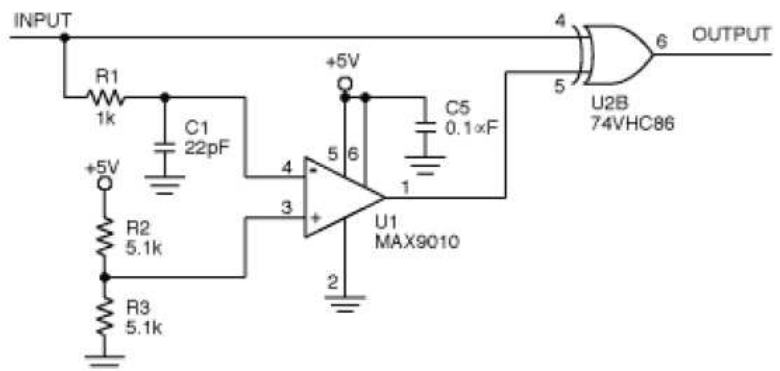
On vous propose un extrait d'une note d'application constructeur dans laquelle on utilise un comparateur MAX9010 dont les caractéristiques principales sont fournies sur la page suivante.

#### MAXIM APPLICATION NOTE 3327

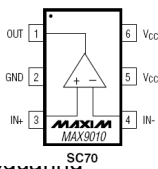
#### Simple Circuit Doubles Input Frequency

A simple circuit consisting of a comparator and an exclusive-OR gate is sufficient to double the frequency of a reference signal.

The reference frequency in this circuit drives the input of an exclusive-OR gate (XOR gate U2) as well as the input to a delay circuit. Consisting of  $R_1$ ,  $C_1$ , and comparator U1, the delay circuit drives the XOR gate's second input. A resistive divider from the power supply establishes a 50% threshold for the delay circuit (2.5V in this case).



## MAX9010



### Applications

High-Speed Signal Squaring  
 Zero-Crossing Detectors  
 High-Speed Line Receivers  
 High-Speed Triggers

### General Description

The MAX9010/MAX9011 single, high-speed comparators operate from a single 4.5V to 5.5V power supply and feature low-current consumption. They have precision differential inputs and TTL outputs. They feature short propagation delay (5ns, typ), low-supply current, and a wide common-mode input range that includes ground.

### Features

- Ultra-Fast, 5ns Propagation Delay
- Low Quiescent Current: 900µA (MAX9010/MAX9011)
- Single-Supply 4.5V to 5.5V Applications
- Input Range Extends Below Ground
- TTL-Compatible Output

**Q1 :** Quelle est la fonction du montage proposé dans cette note d'application ?

**Q2 :** Que signifient les termes « Low Quiescent Current » & « Input Range Extends Below Ground » pour le circuit MAX9010 ?

**Q3 :** Quelle est la tension de basculement du montage à comparateur ?

**Q4 :** Illustrer le fonctionnement de ce montage lorsque le signal d'entrée INPUT est un signal carré de fréquence 15MHz. Vous représenterez en particulier l'allure des signaux sur les bornes 4 et 1 du circuit MAX9010 ainsi que le signal de sortie OUTPUT.

## Exercice n°5 : Analyse d'une note d'application

On vous propose un extrait d'une note d'application constructeur dans laquelle on utilise un circuit spécialisé MAX4410 dont le fonctionnement est décrit ci-dessous. Vous répondrez aux questions suivantes en vous appuyant sur les éléments fournis dans cette note d'application.

**Q1 :** Le circuit MAX4410 qui est alimenté par une source de tension 3V permet de créer une tension symétrique de +/-3V pour les 2 amplificateurs représentés sur la figure 1. Quelle fonction permet d'obtenir ce résultat ? Expliquer simplement le principe de fonctionnement d'un tel dispositif.

**Q2 :** Justifier le titre de la note d'application en représentant en concordance de temps les signaux OOUTR, OOUTL et la tension aux bornes du haut parleur. Placer vous dans le cas permettant d'obtenir les 12Vpp attendus.

**Q3 :** Quel est le rôle du condensateur de 1µF présent sur l'entrée audio ?

### APPLICATION NOTE 2914 : 3V Supply Delivers 12Vpp to Piezoelectric Speaker

<http://maxim-ic.com>

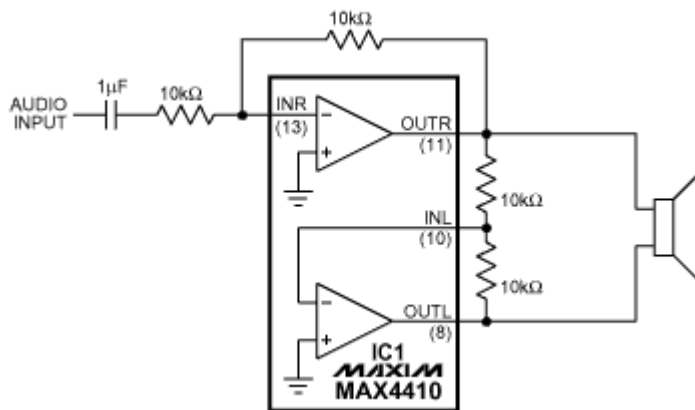
Abstract: A specialized IC (stereo headphone driver) with internal charge-pump doubler is harnessed to the task of driving a piezoelectric speaker from a 3V supply.

Low-profile piezoelectric speakers provide compact, quality sound for portable electronics devices. But they require voltage swings of 8Vpp, which exceeds the supply voltage typically available from conventional battery-driven amplifiers.

One solution is IC1 in Figure 1, which can be configured to drive a piezoelectric speaker with as much as 12Vpp, while operating from a single 3V supply

IC1 (the MAX4410) is a specialized device that combines a stereo headphone driver with an inverting charge pump that derives a negative -3V supply from the positive 3V supply. The internal ±3V supply allows each output of IC1 to swing 6Vpp. Configuring IC1 as a bridge-tied load driver (BTL) doubles the maximum swing at the load to 12Vpp.

In the BTL configuration, IC1's right channel serves as the master amplifier. It sets the gain of the device, drives one side of the speaker, and provides a signal to the left channel. Configured as a unity gain follower, the left channel inverts the output of the right channel and drives the other leg of the speaker. To ensure low distortion and good matching, set the left-channel gain using precision resistors.



**Figure 1 :** This bridge-tied-load (BTL) configuration multiplies the amplifiers' voltage-swing capability.