



## DV3 : Trigger &amp; oscillateurs astable



## Objectifs

Ce troisième devoir de vacances vous propose de revenir sur la charge d'un condensateur dans les applications autour des oscillateurs astables. La relation fondamentale est rappelée ci-contre. C'est aussi l'occasion de revoir les montages comparateurs à hystérésis (trigger) largement utilisés dans ces oscillateurs.

$$i_c = C \cdot \frac{dU_c}{dt}$$



## Exercice n°1 : Etude d'un oscillateur contrôlé en tension

On s'intéresse dans le cadre de ce problème à la conception d'un oscillateur contrôlé en tension (VCO) mis en œuvre dans un dispositif permettant d'éloigner les rongeurs (rats, souris, ...) qui ont tendance à coloniser et endommager les équipements électriques.

Le principe consiste à diffuser sur des haut-parleurs adaptés (Tweeter) un signal audio dont la fréquence varie entre 20kHz et 25kHz perturbant ainsi les rongeurs en tout genre.

Le schéma retenu pour la mise en œuvre de ce dispositif électronique est représenté sur la figure ci-contre dans lequel on utilise un mécanisme de charge d'un condensateur à courant constant couplé à un trigger dont on donne la caractéristique de transfert. On précise que  $V_{dd}=5V$  et  $V_t=2V$ .

L'interrupteur K est en position 1 lorsque  $V_2=+V_{dd}$  et se trouve en position 2 pour  $V_2=-V_{dd}$ . Les 2 générateurs de courant I sont contrôlés par une tension de commande  $V_c$  suivant la relation  $I=I_0+K \cdot V_c$ . On donne  $I_0=1,6mA$  et  $K=80\mu A/V$ .

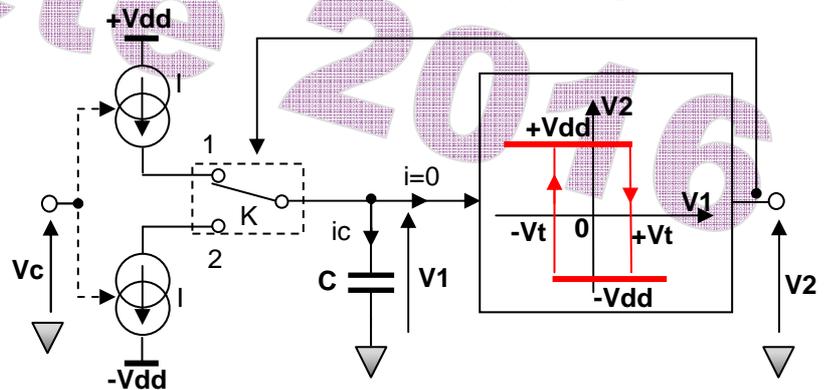


Figure 2 : Schéma de principe du VCO

On suppose que la tension de commande  $V_c$  est une constante. Dans ces conditions le courant I est constant.

Pour la réalisation du trigger on propose le montage ci-contre dans lequel on utilise un comparateur de tension alimenté sous une tension symétrique  $\pm V_{dd}$ .

**Q1 :** Exprimer la tension différentielle  $\varepsilon$  en fonction de  $V_1$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $V_2$ .

**Q2 :** Lorsque  $\varepsilon > 0$  quel est la valeur de la tension de sortie  $V_2$  du comparateur ? Même question pour  $\varepsilon < 0$ .

**Q3 :** En déduire pour  $\varepsilon > 0$  puis  $\varepsilon < 0$  les 2 inégalités sur l'entrée  $V_1$ .

**Q4 :** Montrer que la caractéristique de transfert est bien conforme à celle représentée sur la figure 1. En déduire l'expression de  $V_t$  en fonction de  $V_{dd}$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

**Q5 :** Proposer un couple de valeur pour les résistances  $R_1$  et  $R_2$  et vérifier le bon dimensionnement en effectuant une simulation LTSpice.

On vous propose d'étudier le fonctionnement de cet oscillateur pour la suite des questions posées.

**Q6 :** Exprimer l'équation différentielle reliant  $i_c$  à  $V_1$ . Indiquer la valeur du courant  $i_c$  en fonction de l'état de l'interrupteur K. Que peut-on dire de la charge du condensateur C ?

**Q7 :** On suppose qu'à  $t=0$  le condensateur C est déchargé et que la tension  $V_2=V_{dd}$ . Représenter l'allure des signaux  $V_1$  et  $V_2$  en fonction du temps.

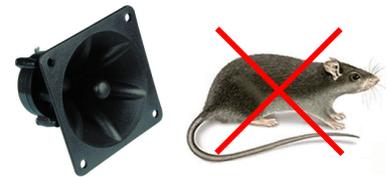


Figure 1 : Répulsif électronique pour rongeur

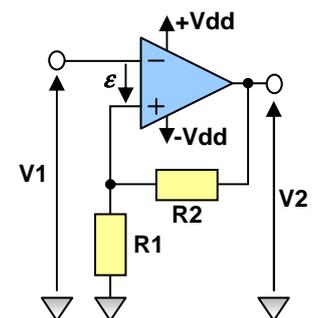


Figure 3 : Trigger

**Q8 :** Exprimer alors la fréquence des oscillations  $f_{osc}$  en fonction de  $V_t$ ,  $C$  et  $I$ .

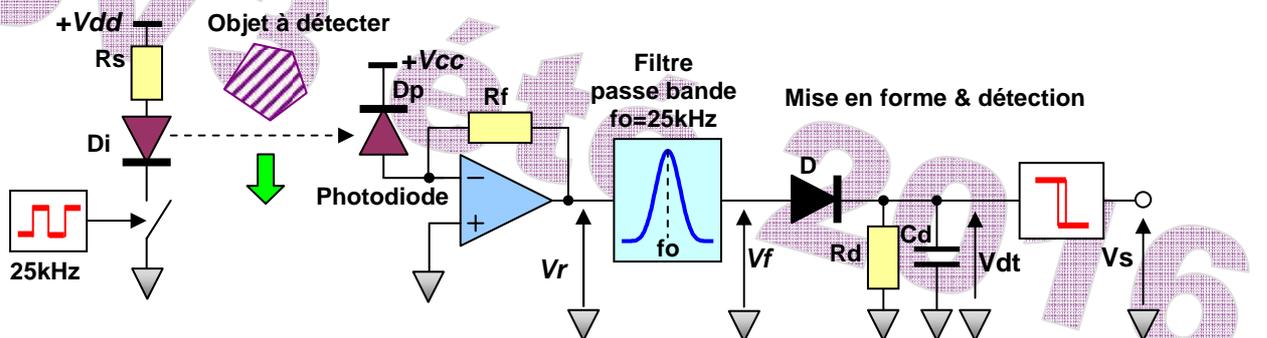
**Q9 :** Pour une tension de commande  $V_c=0$  on souhaite obtenir une fréquence d'oscillation  $f_{osc}=20kHz$ . En déduire la valeur de  $C$ .

**Q10 :** Tracer alors la caractéristique  $f_{osc}$  en fonction de  $V_c$  pour  $V_c$  évoluant entre 0 et 5V. Justifier le nom de VCO donné à ce montage et montrer qu'il permet de répondre à notre application.

## Exercice n°2 : Une barrière infrarouge

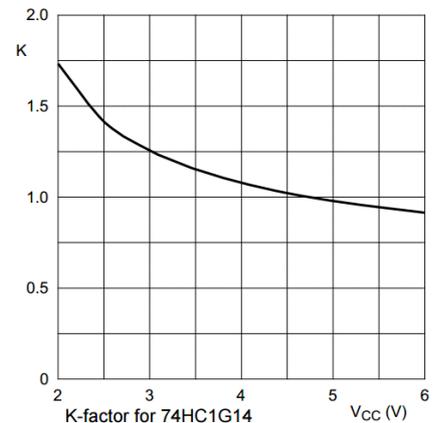
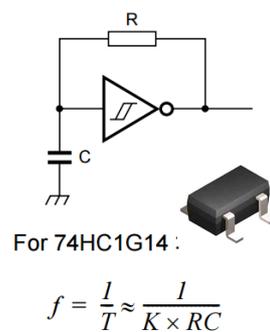
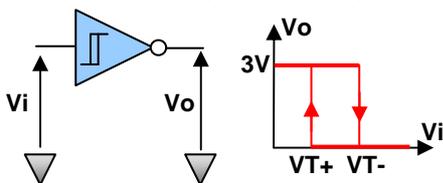
On vous propose dans ce problème l'étude d'une barrière infrarouge destinée à détecter et compter les objets qui coupent le faisceau de lumière infrarouge. Le schéma du dispositif mis en œuvre est représenté sur la figure ci-dessous.

Afin d'éviter des perturbations dues à l'éclairage naturel ou artificiel, le faisceau infrarouge est modulé à la fréquence de 25kHz. Coté réception un amplificateur trans-impédance se charge de transformer le courant de la photodiode en une tension  $V_r$  exploitable. Afin d'isoler la modulation à 25kHz on retrouve un filtre passe bande. Un dispositif de mise en forme et de détection complète le dispositif afin d'obtenir une information numérique indiquant le franchissement de la barrière infrarouge.



Pour la réalisation de l'oscillateur à 25kHz on utilise le montage suivant utilisant une porte logique inverseuse trigger dont la particularité est de contenir une seule porte dans le boîtier CMS SOT23. Le constructeur précise la formule de la fréquence des oscillations et l'on rappelle ci-dessous la caractéristique de cette porte logique.

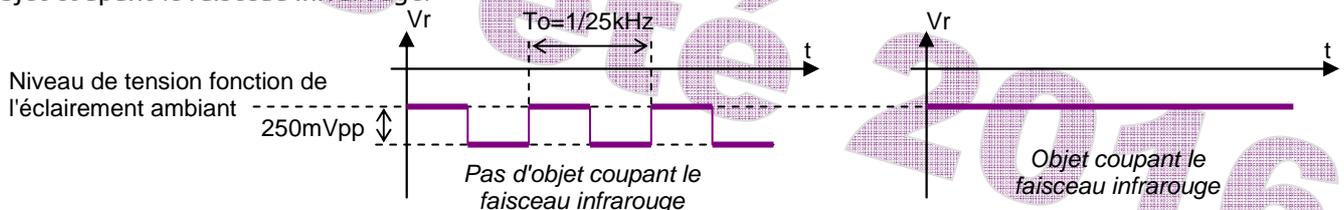
### Relaxation oscillator using 74HC1G14



**Q1 :** Représenter l'allure des signaux d'entrée et de sortie de la porte logique du montage oscillateur. La tension d'alimentation de la porte logique est de 3V comme précisé dans la caractéristique du trigger.

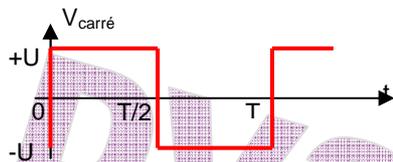
**Q2 :** Si on fixe  $C=3,9nF$ , déterminer la valeur de la résistance  $R$  pour obtenir la bonne fréquence des oscillations.

Les chronogrammes suivants décrivent le fonctionnement de la liaison infrarouge en présence ou non d'un objet coupant le faisceau infrarouge.



**Q3 :** Justifier simplement l'allure du signal obtenu sur la sortie pour les 2 cas proposés.

**Q4 :** Le signal en sortie de l'amplificateur transimpédance passe à travers un filtre passe bande centré sur la fréquence  $f_0=25kHz$  et possède un gain maximum de 26dB. On suppose que le facteur de qualité  $Q$  de ce filtre est très grand. Dans ces conditions on relève un signal sinusoïdal d'amplitude crête 3,2V lorsque aucun objet ne coupe le faisceau infrarouge. Justifier ce résultat en utilisant notamment le rappel suivant :



$$V_{\text{carré}}(t) = \frac{4.U}{\pi} \cdot \left[ \sin(\omega t) + \frac{1}{3} \cdot \sin(3\omega t) + \frac{1}{5} \cdot \sin(5\omega t) + \dots \right]$$

**Q5 :** Si un objet coupe le faisceau infrarouge, que devient la tension Vf ?

**Q6 :** Quel est le nom et le rôle du montage constitué par les composants D, Rd et Cd ?

**Q7 :** Comment doit-on choisir le couple Rd.Cd ? Illustrer le fonctionnement de ce montage.

Pour la réalisation du comparateur à hystérésis se trouvant en bout de chaîne on propose le montage ci-contre mettant en œuvre un comparateur de tension alimenté sous une tension simple 0 - Vcc=5V.

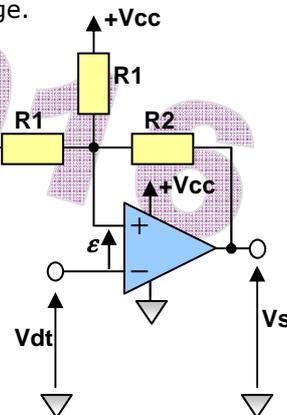
**Q8 :** Exprimer la tension V+ en fonction de Vcc, R1, R2 et Vs en utilisant le théorème de Millmann.

**Q9 :** En déduire l'expression de la tension différentielle ε.

**Q10 :** Lorsque ε>0 quel est la valeur de la tension de sortie Vs du comparateur ?  
Même question pour ε<0.

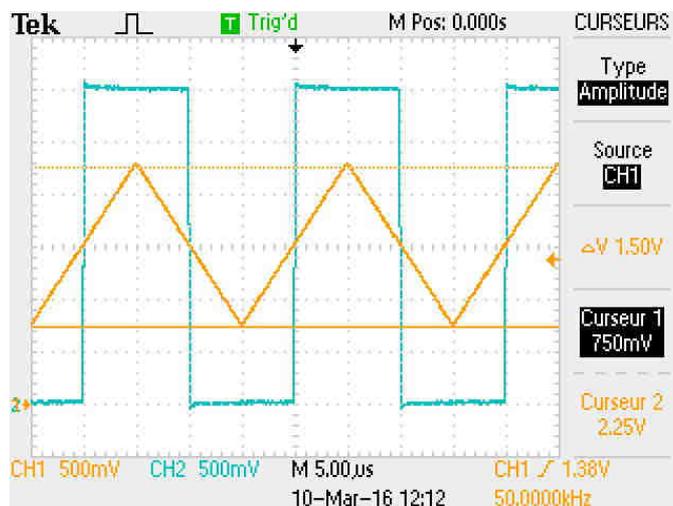
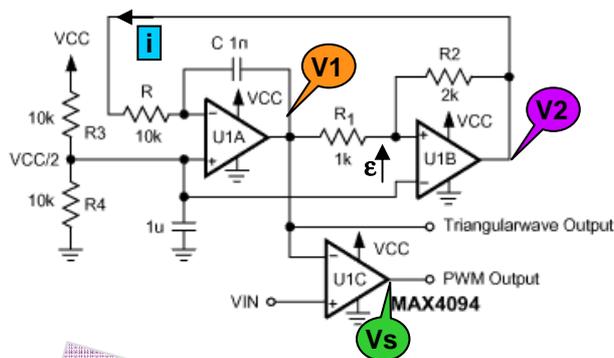
**Q11 :** En déduire pour ε>0 puis ε<0 les 2 inégalités sur l'entrée Vdt. Tracer alors le cycle d'hystérésis.

**Q12 :** On fixe R1=10kΩ. En déduire la valeur de R2 afin d'obtenir une tension d'hystérésis (différence entre les 2 seuils) de 200mV.



### Exercice n°3 : Un modulateur PWM - Etude d'une note d'application

On propose l'étude des signaux d'un modulateur PWM dont le schéma est issu d'une note d'application du constructeur MAXIM. Le chronogramme proposé ci-contre représente les signaux PWM Output & Triangularwave Output. On vous propose à travers cet exercice d'analyser en détail le fonctionnement de ce circuit



**Q1 :** A partir du chronogramme proposé, déterminer la valeur de la tension d'alimentation Vcc ?

**Q2 :** Identifier le montage comparateur à hystérésis sur le montage proposé.

**Q3 :** Déterminer les 2 tensions de seuils du montage comparateur à hystérésis et tracer sa caractéristique de transfert.

**Q3 :** Exprimer le courant i circulant dans la résistance R (et le condensateur C..) pour les états de la sortie V2. En déduire alors les 2 expressions de la tension aux bornes du condensateur.

**Q4 :** En exploitant le résultat des questions précédentes justifier la forme du signal triangulaire obtenu sur la sortie V1 et justifier sa fréquence.

**Q4 :** Quelle tension VIN permet d'obtenir la sortie Vs représentée sur le chronogramme. Comment évolue cette tension en fonction de VIN ? Justifier le terme PWM.

Nous vous proposons l'étude d'un circuit intégré spécialisé utilisé dans les détecteurs de fumée qui sont obligatoire depuis le 8 mars 2015 dans tous les lieux d'habitation.

L'installation d'un détecteur de fumée doit permettre de détecter les fumées émises dès le début d'un incendie et d'émettre immédiatement un signal sonore suffisant pour permettre de réveiller une personne endormie.

Un extrait de la documentation constructeur ainsi qu'un schéma d'application (volontairement simplifié) sont donnés ci-dessous.



**A5366**

## Photoelectric Smoke Detector with Interconnect and Timer

### Features and Benefits

- Low average standby current for long battery life
- Interconnect up to 50 detectors
- Piezoelectric horn driver
- Low battery detection (all internal)
- Chamber sensitivity test and alarm
- Power-on reset (POR)
- Internal timer and control for reduced sensitivity mode
- Built-in circuits to reduce false triggering
- 6 to 12 V operating range

### Description

The A5366 is a low-current BiCMOS circuit providing all of the required features for a photoelectric type smoke detector. This device can be used with an infrared photoelectric chamber to sense scattered light from smoke particles. A networking capability allows as many as 50 units to be interconnected so that if any unit senses smoke all units will sound an alarm. Special features are incorporated in the design to facilitate calibration and testing of the finished detector.

**Q1 :** Que permet d'effectuer le dispositif Smoke Chamber et quel est son principe de fonctionnement ?

**Q2 :** Dans le schéma d'application, quelle est la tension d'alimentation choisie ? Sur quelle plage de tension ce circuit peut-il fonctionner ?

**Q3 :** Quelles sont les 2 valeurs extrêmes de tension que l'on récupère sur l'entrée 1 COMP utilisée pour fixer le seuil de détection de l'alarme ?

**Q4 :** Quel est le rôle de la borne 7 I/O ?

**Q5 :** Quel doit être le niveau sur la sortie 11 LED pour illuminer la Led rouge ?

**Q6 :** On effectue le relevé ci-contre des signaux sur les bornes 13 & 12. Compte tenu du schéma et des formes d'ondes obtenues indiquer le sens de connexion entre les bornes 13 & 12 et les 2 voies CH1 & CH2 de l'oscilloscope.

**Q7 :** Quelle fonction électronique peut-on trouver entre les bornes 13 & 14 à l'intérieur du circuit A5366 ?

**Q8 :** Le constructeur précise que la fréquence des oscillations est telle que : 
$$f_{osc} = \frac{1}{0,9 \cdot R_{timing} \cdot C_{osc}}$$
. Justifier la fréquence d'oscillation obtenue expérimentalement.

Typical Application Diagram

