

Comparateurs à hystérésis et Oscillateurs Astable

Exercice n°1 : 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 1 ci-contre afin de remettre en forme le signal V_{in} fortement perturbé. Par ailleurs on donne $R_o=100k\Omega$ et $R_a=20k\Omega$

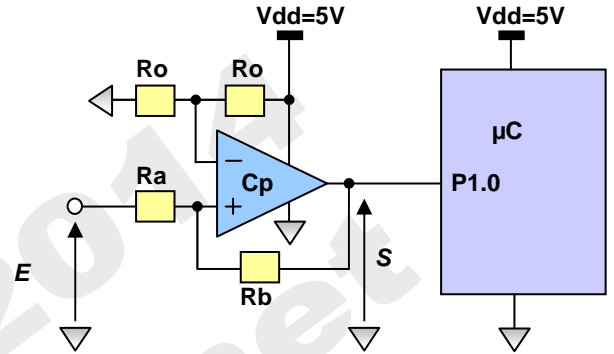


Figure 1 : Circuit de remise en forme

Q1 : Exprimer V^- en fonction de V_{dd} .

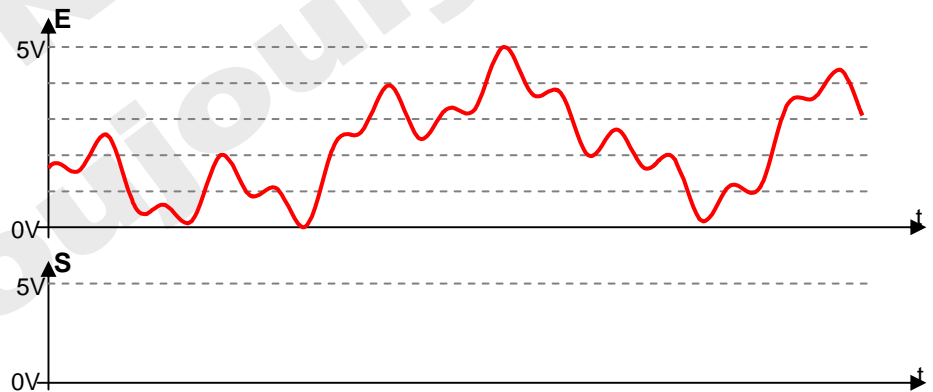
Q2 : Exprimer V^+ en fonction de R_a , R_b , E et S . En déduire l'expression de la tension différentielle ϵ .

Q3 : Compte tenu du mode d'alimentation du comparateur C_p , quelles sont les valeurs de S lorsque $\epsilon > 0$ et $\epsilon < 0$?

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

Q5 : On fixe $V_{t1}=2V$. En déduire les valeurs de R_b et V_{t2} .

Q6 : Tracer la caractéristique de transfert S en fonction de E en précisant le sens de basculement sur et vérifier votre résultat par une simulation LTSpice. Illustrer le fonctionnement de ce montage en complétant le chronogramme représenté ci-contre.



Exercice n°2 : Un clignotant pour LED

On propose le montage représenté ci-contre dans lequel on met en œuvre un oscillateur utilisant un comparateur de tension permettant d'obtenir le clignotement d'une LED à très basse fréquence.

Q1 : Montrer simplement que la caractéristique de transfert du montage comparateur est conforme à celle fournie sur la figure ci-contre.

Q2 : Rappeler ou retrouver les propriétés importantes concernant la charge et la décharge d'un circuit RC.

Q3 : Représenter l'allure de la tension V_1 aux bornes du condensateur au cours du temps en concordance de temps avec la sortie V_2 du comparateur.

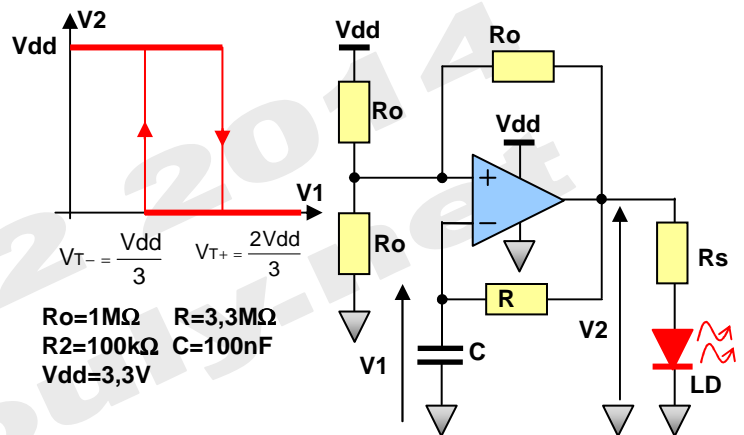


Figure 1 : Témoin LED pour la décharge d'accumulateur

Q4 : On montre que la fréquence d'oscillation peut s'écrire sous la forme :

$$f_{osc} = \frac{1}{RC \cdot \ln\left(\frac{(V_{T+})(V_{dd} - V_{T-})}{(V_{T-})(V_{dd} - V_{T+})}\right)}$$

En déduire la fréquence des oscillations. Vérifier le fonctionnement de votre montage en effectuant une simulation LTSpice.

Q5 : Si on utilise une Led rouge LD dont la tension de seuil $V_d=1,6V$ proposer une valeur pour la résistance R_s afin d'obtenir un courant de $10mA$ maximum qui traverse la LED.

Exercice n°3 : Un oscillateur contrôlé en tension

On souhaite réaliser un oscillateur dont la fréquence est contrôlée par une tension de commande V_e . On propose le schéma représenté sur la figure 1 ci-contre dans lequel on utilise un comparateur de tension et un OTA.

Ces deux composants sont alimentés sous une tension symétrique $+/-V_{cc}$ avec $V_{cc}=5V$.

Dans les conditions d'utilisations proposées on peut considérer le fonctionnement suivant pour l'OTA :

$\epsilon_o > 0$ alors $I_s = +I_b$ $\epsilon_o < 0$ alors $I_s = -I_b$.

La tension de polarisation V_b est telle que $V_b = -V_{cc} + 0,6V$

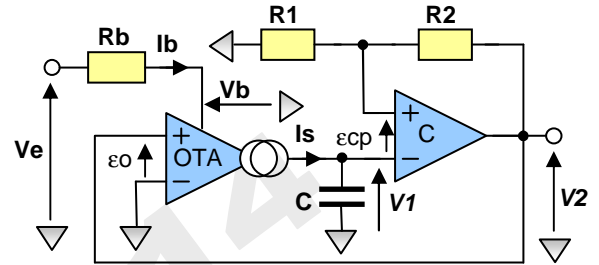


Figure 1 : Oscillateur contrôlé en tension

On vous propose d'étudier dans un premier temps la partie du montage composé du comparateur et des 2 résistances R_1 et R_2 .

- Q1 :** Exprimer ϵ_{cp} en fonction de V_1 , V_2 , R_1 et R_2 .
- Q2 :** Quelles sont les valeurs de V_2 lorsque $\epsilon_{cp} > 0$ et $\epsilon_{cp} < 0$? En déduire les 2 tensions de seuils V_{t1} et V_{t2} du montage trigger.

Q3 : Tracer la caractéristique de transfert V_2 en fonction de V_1 du montage trigger. Préciser les sens de basculement

On étudie maintenant le montage complet. On suppose qu'à $t=0$ le condensateur C est déchargé et que la tension $V_2 = +V_{cc}$. On considère que le courant i_b est positif et constant.

Q4 : A partir des explications fournies montrer que l'OTA peut être vu comme un générateur de courant commandé par la tension V_2 .

Q5 : Exprimer l'équation différentielle reliant I_s à V_1 . Que peut-on dire de la charge du condensateur C pour les 2 valeurs de courant en sortie de l'OTA ?

Q6 : Pour les conditions énoncées précédemment, représenter l'allure des signaux V_1 et V_2 en fonction du temps.

Q7 : Exprimer alors la fréquence des oscillations f_{osc} en fonction de V_{cc} , R_1 , R_2 , C et I_b .

Q8 : Proposer un couple de valeur R_1 et R_2 afin d'obtenir un signal V_1 d'amplitude $2V$ crête à crête.

Q9 : Exprimer I_b en fonction de la tension d'entrée V_e . Pour $V_e = 5V$ on choisit un courant I_b maximum de $2mA$. En déduire la valeur de R_b .

Q10 : Exprimer la fréquence des oscillations en fonction de V_e .

Q11 : On fixe $C = 100nF$. Calculer la fréquence des oscillations pour $V_e = V_{cc}$ puis $V_e = 0$. Pour quelle tension de commande V_e le montage n'oscille plus ?

Q12 : Tracer alors la caractéristique f_{osc} en fonction de V_e . Justifier le nom de VCO couramment donné à ce montage.