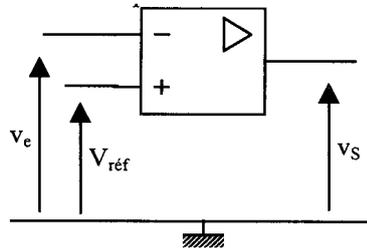


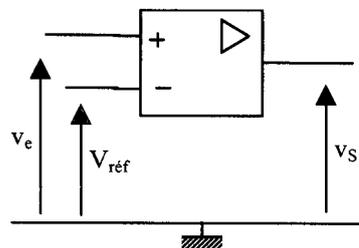
TP N° 4 et 5

COMPARATEURS - MULTIVIBRATEURS

I COMPARATEURS SIMPLES A.A.O. IDEAL



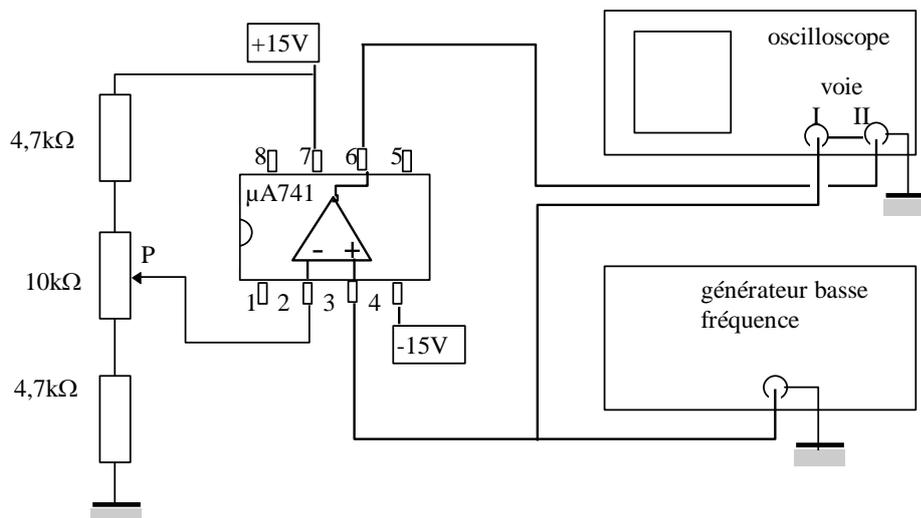
Comparateur inverseur



Comparateur non inverseur

a) Comparaison à une tension de référence

Réaliser le comparateur non inverseur. La tension de référence $V_{réf}$ est obtenue par l'intermédiaire d'un diviseur de tension.

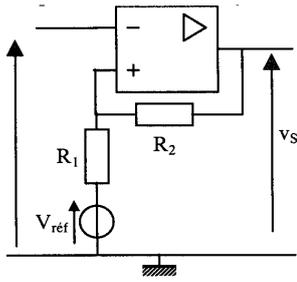


- Tracer la caractéristique de transfert statique $V_s = f(V_e)$.
- Régler ensuite le GBF pour qu'il délivre une tension sinusoïdale basse fréquence ($f < 200$ Hz) et d'amplitude V_e inférieure à $|V_{réf}|$. Observer les courbes obtenues. Commuter ensuite l'oscilloscope en mode XY. Observer et interpréter les courbes obtenues dans chaque cas.
- Faire croître l'amplitude V_e de la tension d'entrée et observer les modifications en utilisant l'oscilloscope en bicourbe et en XY.
- Faire ensuite varier $V_{réf}$ et observer les modifications des courbes obtenues. Interpréter.

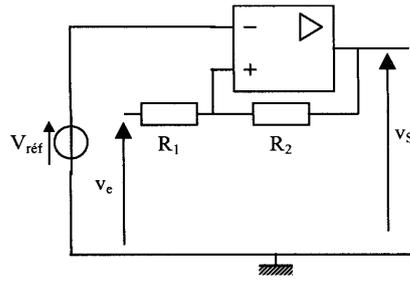
b) Défaut du comparateur réel

- Réaliser une comparaison à zéro.
- Dessiner le montage correspondant en modifiant celui donné ci-dessus.
- Mettre en évidence le défaut de vitesse de balayage ; mesurer la valeur de celle-ci.
- On relèvera et on commentera les courbes observées

II COMPAREUR A HYSTERESIS

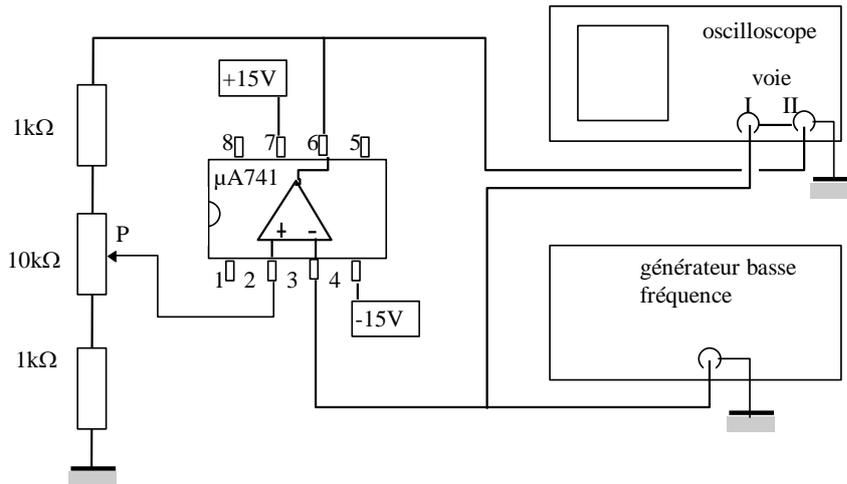


Compareur inverseur à hystérésis



Compareur non inverseur à hystérésis

Réaliser le comparateur inverseur à hystérésis :



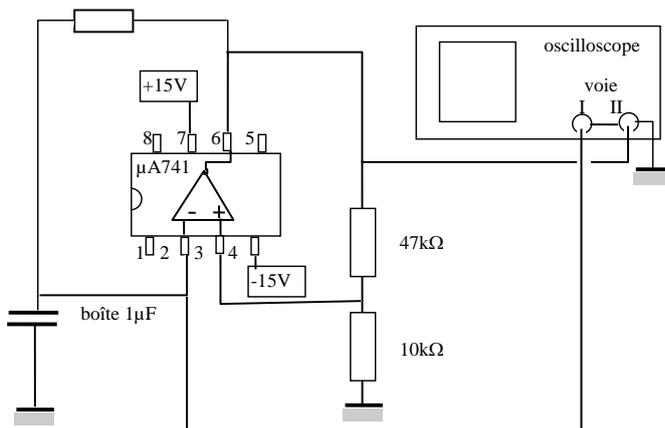
En faisant varier les paramètres du signal d'entrée, vérifier, en bicourbe et en XY, les différents résultats du cours :

- Valeurs des tensions de basculement
- Largeur du cycle
- Observation du sens de parcours
- Limitation due à la vitesse de balayage et mesure de celle-ci.

III MULTIVIBRATEURS

a) Premier montage

Boîte AOIP 10kΩ



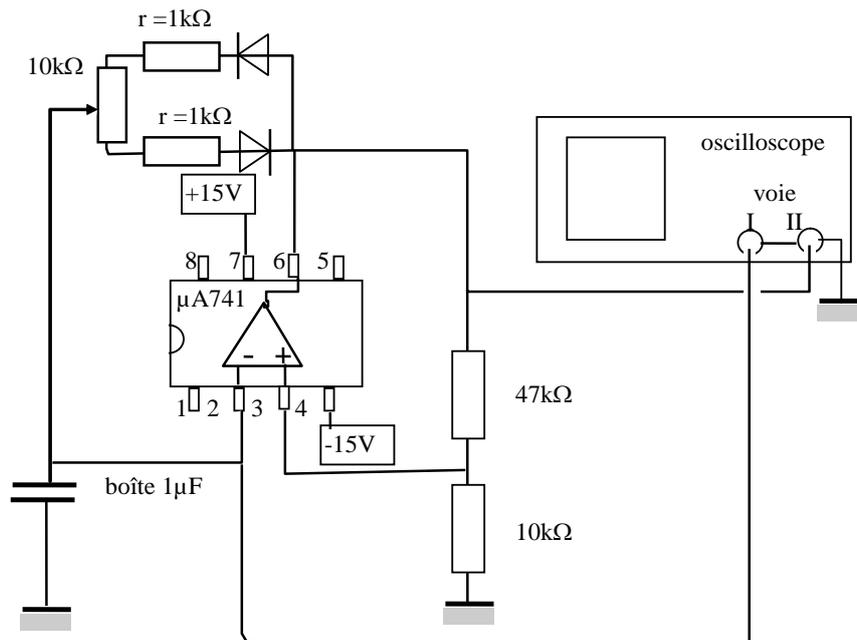
Analyser qualitativement le montage ci-dessus en deux blocs dont on donnera les fonctions.
 Etudier alors ce montage et observer son comportement en faisant varier les différents paramètres.
 L'étude comportera notamment :

- Une analyse fréquentielle des signaux observés.
- La détermination expérimentale de la période des signaux (on fera varier les valeurs des paramètres) et la vérification théorique correspondante.

Si nécessaire, voir l'étude théorique en annexe page 4.

b) Deuxième montage

On veut maintenant faire varier le rapport cyclique des signaux.
 Le potentiomètre de 10 kΩ est constitué d'une boîte AOIP.



- Analyser qualitativement les modifications apportées ; en quoi permettent-elles d'atteindre l'objectif ci-dessus ?
- L'étude théorique montre (voir annexe en page 4) :
 - que la période vaut : $T = (R + 2r)C \ln\left(\frac{1+k}{1-k}\right)$, avec $k = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$;
 - que le rapport cyclique vaut : $\delta = \frac{xR + r}{R + 2r}$.

Vérifier expérimentalement ces résultats.

- Le curseur du potentiomètre (R) étant en position moyenne, diminuer progressivement la valeur de la capacité C. Observer la déformation de plus en plus accentuée des signaux $v_c(t)$ et $v_s(t)$. En utilisant le signal $v_s(t)$, évaluer la vitesse de balayage σ de l'A.O.

CALCUL DE LA PERIODE ET DU RAPPORT CYCLIQUE

Pour ce calcul prenons comme nouvelle origine des temps la date d'un basculement, par exemple celui de $+V_{sat}$ vers $-V_{sat}$. A $t = 0$, ce basculement s'est produit parce que

$$v_e(0) = V_{e2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}$$

A partir de cette date, le condensateur se charge à travers R sous la tension constante $v_s = -V_{sat}$. La loi d'évolution de $v_e(t)$ est donnée par

la relation $\frac{dv_e}{dt} = \frac{v_s - v_e}{\tau}$ dans laquelle $v_s = -V_{sat}$. Ce qui conduit à

l'équation différentielle $\frac{dv_e}{dt} + \frac{v_e}{\tau} = -\frac{V_{sat}}{\tau}$ dont la solution est

$$v_e(t) = (V_{e2} + V_{sat})e^{-\frac{t}{\tau}} - V_{sat}$$

La tension de sortie décroît à partir de V_{e2} pour tendre vers la tension $-V_{sat}$ qu'elle n'atteindra pas. En effet, à $t = t_1$, la tension $v_e(t)$ aura la

valeur $V_{e1} = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}$ ($< V_{e2}$) et un nouveau basculement se

produira amenant la tension de sortie de $-V_{sat}$ à $+V_{sat}$.

La date $t = t_1$ se calcule en écrivant

$$v_e(t_1) = V_{e1} = (V_{e2} + V_{sat})e^{-\frac{t_1}{\tau}} - V_{sat} ; \text{ d'où } t_1 = \tau \ln\left(\frac{V_{e2} + V_{sat}}{V_{e1} + V_{sat}}\right)$$

Le condensateur se charge alors à travers R sous la tension constante

$v_s = V_{sat}$. La tension de sortie croît à partir de V_{e1} pour tendre vers la

tension V_{sat} qu'elle n'atteindra pas. En effet, à $t = t_1 + t_2$, la tension $v_e(t)$ aura la valeur V_{e2} ($> V_{e1}$) et un nouveau basculement se produira amenant la tension de sortie de V_{sat} à $-V_{sat}$. Le phénomène se poursuit ainsi indéfiniment.

Le calcul de la durée t_2 , qui se mène comme celui de la durée t_1 , donne $t_2 = \tau \ln\left(\frac{V_{e1} - V_{sat}}{V_{e2} - V_{sat}}\right)$

En posant $k = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$, il vient $V_{e1} = -kV_{sat}$ et $V_{e2} = kV_{sat}$. Les expressions des durées t_1 et t_2 se simplifient

et nous constatons qu'elles sont égales, ce qui était prévisible car le cycle est symétrique: $t_1 = t_2 = \tau \ln\left(\frac{1+k}{1-k}\right)$.

La période de l'astable est $T = t_1 + t_2 = 2\tau \ln\left(\frac{1+k}{1-k}\right)$ et son *rapport cyclique* δ qui est, par définition, le rapport

de la durée de l'état à saturation positive t_2 sur la période T, vaut $\delta = \frac{t_2}{T} = 0,5$.

CONTROLE DE LA PERIODE ET DU RAPPORT CYCLIQUE

Pour modifier le rapport cyclique sans modifier la fréquence il suffit de faire varier de la même quantité et en sens opposé les deux constantes de temps τ_1 et τ_2 associées aux deux durées t_1 et t_2 . Pendant la durée t_2 de l'état de saturation positive de l'A.O, la diode D_1 est bloquée tandis que la diode D_2 conduit. La constante de temps de charge du condensateur est

$$\tau_2 = (xR + r)C$$

Par contre, pendant la durée t_1 de l'état de saturation négative de l'A.O, c'est la diode D_2 qui est bloquée tandis que la diode D_1 conduit. La nouvelle constante de temps de charge du condensateur est

$$\tau_1 = [(1-x)R + r]C$$

D'où les nouvelles expressions des durées t_1 et t_2 : $t_1 = \tau_1 \ln\left(\frac{1+k}{1-k}\right)$ et $t_2 = \tau_2 \ln\left(\frac{1+k}{1-k}\right)$

et celle de la période T de l'astable $T = t_1 + t_2 = (\tau_1 + \tau_2) \ln\left(\frac{1+k}{1-k}\right) = (R + 2r)C \ln\left(\frac{1+k}{1-k}\right)$ qui est indépendante de

x.

Par contre, la nouvelle expression du rapport cyclique

$\delta = \frac{t_2}{T} = \frac{xR + r}{R + 2r}$ est une fonction linéaire de x, ce qui permet son contrôle.

