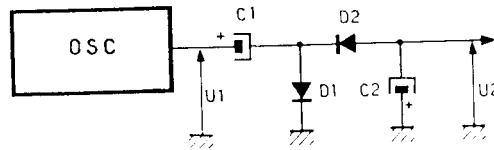


Utilisation des condensateurs : les pompes de charge

Lorsqu'on utilise un amplificateur opérationnel dans un montage de taille réduite et fonctionnant sur pile, on est souvent confronté au problème de l'alimentation négative, surtout si l'on souhaite bénéficier d'une dynamique maximale, ce qui exclue la polarisation à la demi-tension d'alimentation. S'il n'est pas possible d'ajouter une pile supplémentaire et que la consommation ne dépasse pas quelques milliampères côté négatif, on peut alors faire appel à la "pompe de charge" ci-dessous.

La figure 1 montre que le but recherché peut être obtenu en associant un oscillateur et un doubleur de tension, qui met en œuvre deux diodes et deux condensateurs.



Pour comprendre comment s'effectue l'inversion de polarité, nous supposons que le montage est mis sous tension à l'instant origine $t = 0$, que l'oscillateur délivre le signal de la figure 2a et que les deux condensateurs sont initialement déchargés, ce qui conduit à une tension de sortie U_2 nulle.

Entre $t = 0$ et $T = t_1$, le condensateur C_1 se charge à travers D_1 sous la tension E (au seuil de D_1 près). La diode D_2 est alors bloquée (polarisation inverse) et U_2 reste nulle. La figure 3a où les diodes sont représentées par leur schéma équivalent, interrupteur ouvert ou fermé suivant que l'une ou l'autre est bloquée ou passante, permet de suivre le processus.

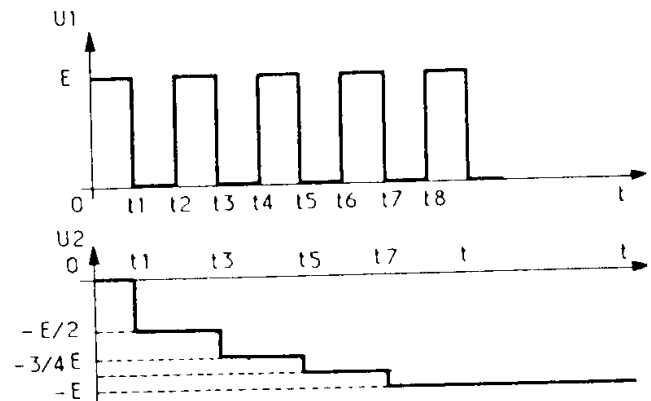
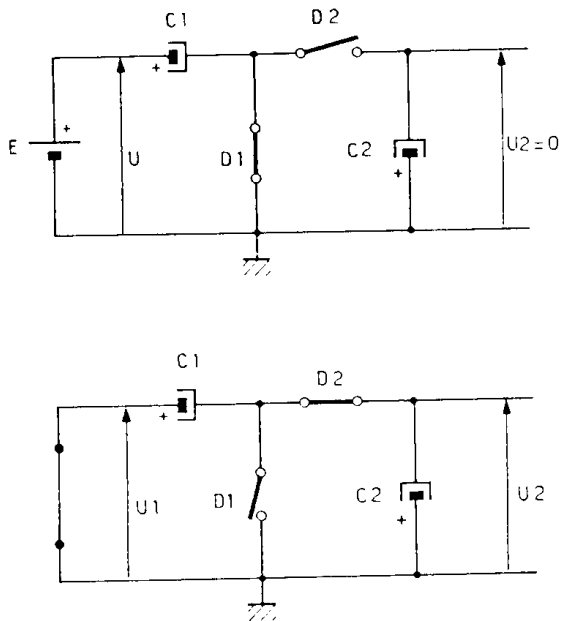
Entre t_1 et t_2 , la tension U_1 s'annule. Le condensateur C_1 dont l'armature de gauche est plus positive que celle de droite, se retrouve en parallèle avec D_1 qui se bloque. D_2 est alors polarisée dans le sens direct et devient passante (schéma équivalent de la fig. 3b). La charge accumulée sur les armatures de C_1 (entre 0 et t_1) se répartit sur les armatures de C_1 et de C_2 comme le feraient des vases communicants. Si $C_1 = C_2$, la tension à l'instant t_2 est alors égale à $-E/2$.

L'arrivée pour $t = t_2+$ de $U_1 = E$ recharge C_1 sous la tension E au travers de D_1 de la même façon que pendant l'intervalle $(0, t_1)$ et comme D_2 est bloquée, C_2 reste chargé à $-E/2$, à condition bien entendu qu'aucune charge connectée à ses bornes ne vienne prélever une partie de l'énergie emmagasinée lors de la phase précédente.

Pendant la période (t_3, t_4) il y a de nouveau répartition de la charge acquise par C_1 , ce qui élève le potentiel de C_2 à $-3/4$ de E .

Le processus précédent se répète indéfiniment, ce qui a pour conséquence d'amener progressivement la tension U_2 au voisinage de $-E$ car, comme nous l'avons fait remarquer, il faut tenir compte du seuil des diodes D_1 et D_2 qui, hélas, n'est pas nul.

Un deuxième facteur contribue à réduire la valeur de U_2 , c'est la charge disposée aux bornes de C_2 qui, bien entendu, prélève en permanence une partie de l'énergie emmagasinée par ce dernier. Avec une valeur $E = 9\text{ V}$ on peut espérer obtenir à vide une tension de sortie U_2 d'environ $-7,2\text{ V}$, valeur qui chute à $-5,7\text{ V}$ pour un courant d'une quinzaine de milliampères, ce qui n'est déjà pas si mal car



cela permet d'alimenter plusieurs AOP courants comme le TLO81. Notons que ces valeurs expérimentales ont été relevées pour des condensateurs C_1 et C_2 de $47 \mu\text{F}$, car là aussi la valeur de ces capacités joue un rôle sur les résultats obtenus.

Schéma de principe :

L'oscillateur du schéma de principe fait appel à un 555 dont la fréquence d'oscillation est voisine de 1500 Hz ($f = 1/(0,7 (R_1 + 2R_2) C_1)$). Cette valeur, très peu critique, conduit cependant à un fonctionnement satisfaisant en assurant un temps de charge suffisant pour C_1 comme pour C_2 .

Nous avons utilisé des diodes 1N4001 car celles-ci possèdent une résistance interne plus faible que des diodes type 1N4148 qui auraient donné toute satisfaction en ce qui concerne le courant mais auraient présenté une résistance interne supérieure et auraient entraîné des pertes plus importantes.

Pour l'application que nous envisageons, nous avons besoin d'une tension stabilisée à -5 V . Un régulateur négatif 79L05 a pour cela été connecté en sortie. La consommation propre de celui-ci et la différence de potentiel entre son entrée et sa sortie n'autorisent plus qu'un débit de 4 ou 5 mA. Si votre application ne requiert pas une telle stabilité, il est préférable de se passer du régulateur. Si en revanche celle-ci nécessite un débit plus important et une bonne stabilité autour de -5 V il faudra alors envisager soit un régulateur possédant une chute de tension plus faible, soit d'augmenter la tension d'alimentation E , soit encore d'agir simultanément sur les deux paramètres.

