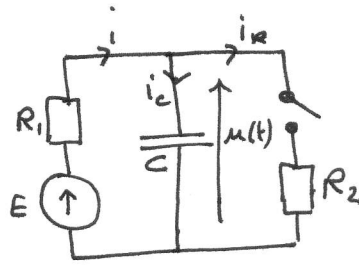


Exo 1 Décharge et recharge d'un condensateur

Au début de l'expérience, l'interrupteur K est ouvert depuis un temps très long (à préciser).
Puis il est fermé à l'instant $t=0$ et l'on constate que la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur évolue avec une constante de temps de $\tau = 2,0 \text{ ms}$.



Au bout d'un laps de temps (très supérieur à τ), l'interrupteur est rouvert et cette fois la tension aux bornes du condensateur évolue avec une constante temps $\tau' = 10 \text{ ms}$.

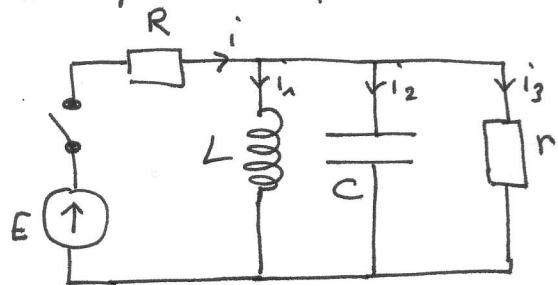
1. Donner les valeurs des intensités dans les trois branches et de la tension $u(t)$ à $t=0^-$ et $t=0^+$, préciser la valeur de u à la réouverture de K .
2. Etablir ensuite les expressions littérales de τ et τ' , puis montrer que les mesures faites donnent accès à la valeur numérique du rapport des résistances $\frac{R_1}{R_2}$.

Réponse : $\frac{R_1}{R_2} = 4,0$.

Exo 2 Réponse à un échelon de tension d'un dipôle RLC parallèle

Pour $t < 0$, le condensateur est déchargé et la bobine idéale n'est parcourue par aucun courant.

À $t=0$, on ferme K .



1. Déterminer, par raisonnement direct, les valeurs de u, i, i_1, i_2, i_3 à la date $t=0^+$ et pour $t \rightarrow +\infty$ (bien expliquer).
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $i_3(t)$, en posant :

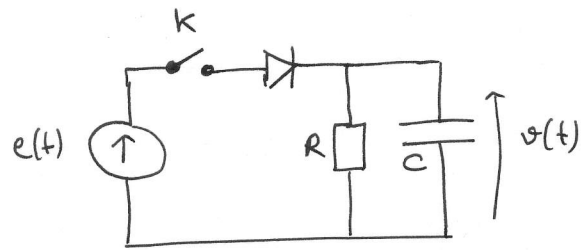
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{et} \quad \lambda = \frac{R+r}{2RC}$$

3. Donner la relation entre R, r, L et C pour que le régime soit de type pseudo-périodique et exprimer $i_3(t)$ dans ce cas.

Exo 3 Détecteur de crêtes.

On considère :

- * $e(t) = E \sin(\omega t)$
- * la diode idéale
- * $RC \gg T = \frac{2\pi}{\omega}$
- * pour $t < 0$, le condensateur est déchargé
- * à $t = 0$, on ferme K .



1. Étudier, en commençant par le cas de la diode passante, la tension $v(t)$. Représenter sur le même graphique $e(t)$ et $v(t)$.
2. Justifier l'utilisation possible de ce montage en détecteur de crêtes. Comment choisir RC pour assurer par exemple le maxima d'un régime pseudo-périodique?

Exo 4 Comportement en fréquence d'un AO.

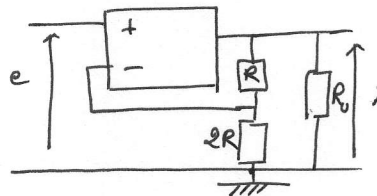
Soit le montage ci-contre.

On a : $e(t) = E \cos(\omega t)$

$R_u \gg R$

Caractéristiques de l'AO :

$V_{sat} \approx 15V$; $i_{s,max} = 20mA$; $\tau = 91V.\mu s^{-1}$



On peut faire varier E , R_u et $f = \frac{\omega}{2\pi}$.

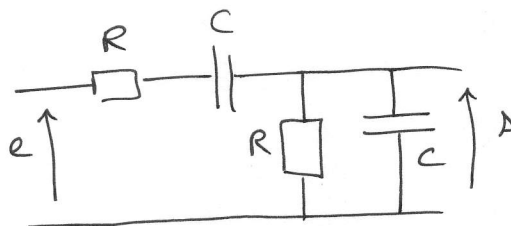
1. Quelles valeurs choisir pour R_u , E et f afin d'être en régime linéaire (à chercher à savoir quelles sont les valeurs limites à ne pas dépasser).
2. On se place désormais franchement en régime linéaire. L'expérience montre que le circuit se comporte comme un filtre passe-pas de fréquence de coupure à $-3dB$ égale à $f_c = 300kHz$. Interpréter.
3. Prévoir sans nouveau calcul la fréquence de coupure d'un nouveau réalisé avec le même AO.

Réponses : 1. $R_{u,min} = 0,75k\Omega$, $E_{max} = 5V$, $f_{max} = 1kHz$ - 3. $f_c^{nouveau} = 900kHz$

Exo 5 Pont de Wien

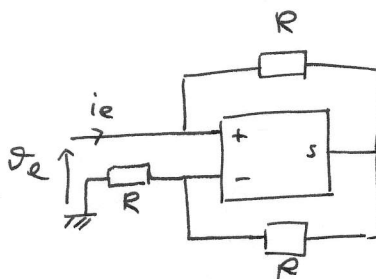
Donner :

1. la nature du filtre
2. la bande passante
3. le diagramme de Bode



Exo 6 Résistance négative

- (a) Déterminer la caractéristique $v_e = f(i_e)$ du circuit ci-contre en régime linéaire.

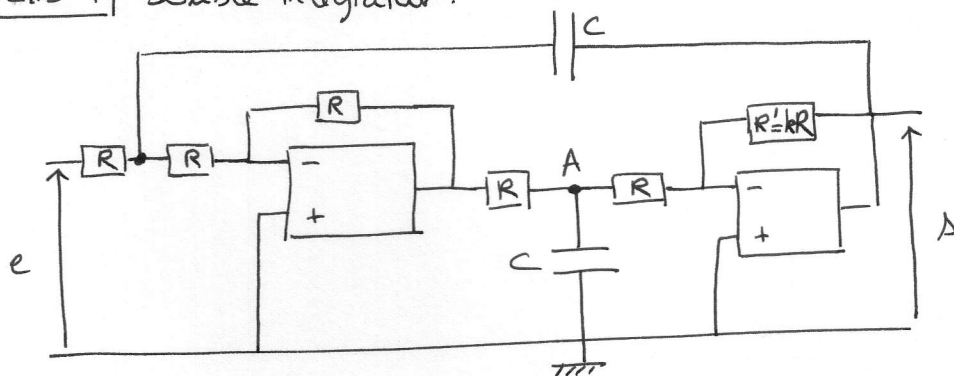


- (b) Compléter cette caractéristique en supposant que seule une saturation en tension de sortie est possible. Quelle(s) précaution(s) faut-il prendre pour qu'il en soit bien ainsi?
- (c) On alimente ce dipôle par un générateur de f.e.m. E constante et de résistance interne r . Établir l'équation différentielle dont est solution $v_s(t)$ en adoptant la caractéristique dynamique de l'AO, de constante de temps τ et de gain statique μ_0 .

$$\tau_0 \frac{dv_s}{dt} + \left(1 + \mu_0 \frac{R-r}{2(R+r)} \right) v_s = \frac{\mu_0 R}{R+r} E$$

Conclure quant à la stabilité du régime linéaire. Même question si on inverse les deux entrées de l'AO.

Exo 7 Double intégrateur.



Tous les AO sont idéaux et en régime linéaire.

1. Montrer que la fonction de transfert vaut :

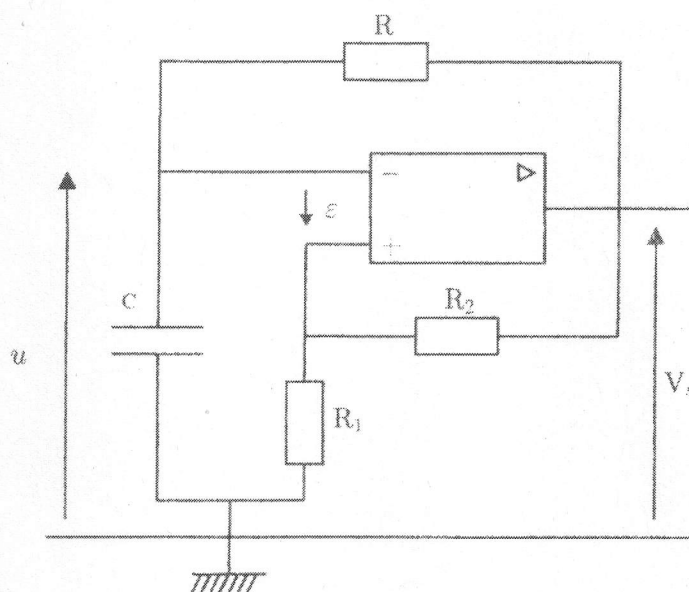
$$H(j\omega) = \frac{A}{e} = \frac{k}{4 + (4-k)jRC\omega + (jRC\omega)^2} \quad \text{avec } k = \frac{R'}{R}$$

2. À quelle condition le circuit est-il stable ? À quelle condition est-ce un oscillateur sinusoïdal ? Quelle est alors sa pulsation ?
3. À quelle condition le circuit intègre-t-il deux fois un signal périodique $e(t)$ de fréquence f ?

Exo 8 Multivibrateur astable

1 Principe et intérêt du multivibrateur

Le signal de sortie $V_s = \pm V_{\text{sat}}$ fourni par un *trigger de Schmitt* (vu en TP), est intégré par un circuit RC (on a vu, en effet, qu'un circuit RC avait la propriété d'intégrer les signaux périodiques de pulsation supérieure à $\omega_0 = \frac{1}{RC}$).



Ce système non linéaire, à deux états instables correspondant aux basculements de V_s , est appelé multivibrateur astable. Ce système oscillant délivre des signaux crêteaux et « pseudo-triangulaires » de période facilement réglable. C'est le principe de base du fonctionnement d'un GBF. Bien entendu ceci en constitue l'exemple le plus simple.

2 Étude théorique

On suppose l'AO idéal et en régime saturé (ici on ne peut pas le deviner puisqu'il y a une boucle de rétroaction positive et une boucle de rétroaction négative).

1. Donner l'équation différentielle vérifiée par u .
2. On suppose qu'à $t = 0$, $V_s = V_{\text{sat}}$ et que le condensateur est déchargé.
 - (a) Donner $u(t)$. On introduira le temps $\tau = RC$.
 - (b) Préciser jusqu'à quelle date t_0 la loi horaire précédente est valable.
 - (c) Donner la nouvelle loi $u(t)$ pour $t > t_0$ (on pourra prendre t_0 pour nouvelle origine des temps).
 - (d) À quelle date t_1 la loi $u(t)$ change-t-elle à nouveau ?
 - (e) Tracer sur deux graphes en correspondance les chronogrammes $u(t)$ et $V_s(t)$.
 - (f) Quelle est en fonction de τ , R_1 et R_2 la période du signal $u(t)$?

Exo 9

Conversion alternatif - continu (d'après oral Centrale)

On envisage le circuit de la figure 1 alimenté par une tension $v_e(t) = E_M \cos(\omega t)$. On adopte le modèle de l'AO idéal (courants d'entrée nuls, sortie équivalente à un générateur de tension parfait) avec un gain infini. On adopte le modèle de la diode idéale :

$$i = 0 \text{ si } v < 0 \text{ et } v = 0 \text{ si } i > 0.$$

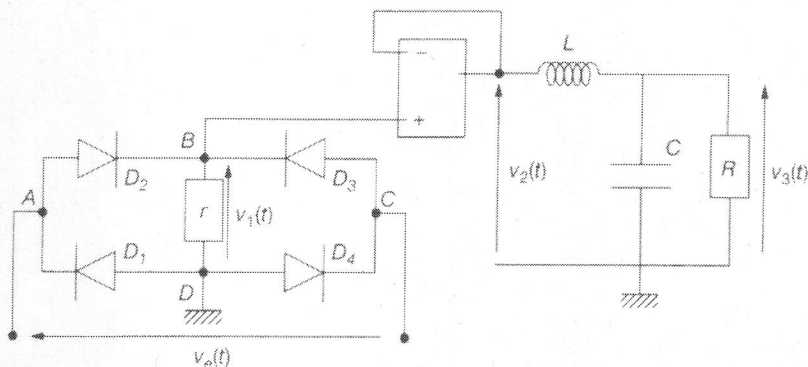


Fig 1

La figure 2 fournit les graphes des tensions $v_1(t)$ à la sortie du pont de diodes, $v_2(t)$ à la sortie de l'AO et $v_3(t)$ à la sortie du montage complet.

1. On se place aux instants t tels que $v_e(t) > 0$ de telle sorte que $v_1(t) = v_e(t) > 0$. Montrer que les diodes D_2 et D_3 (respectivement D_1 et D_4) ne peuvent pas être ni toutes les deux passantes, ni toutes les deux bloquées. En déduire l'état des diodes et interpréter l'allure de la tension $v_1(t)$. Reprendre l'étude pour $v_e(t) < 0$.

2. Interpréter l'allure de $v_2(t)$. Quel est l'intérêt du montage à AO ?

3. On s'intéresse désormais au rôle du bloc $R - L - C$.

a) On se place tout d'abord en régime sinusoïdal forcé de pulsation ω . Exprimer la fonction de transfert $H = v_3/v_2$ en fonction de R , L , C et de $j\omega$. À quelle condition, supposée vérifiée dans la suite, peut-on mettre cette fonction sous la forme :

$$H = \frac{1}{(1 + j\omega/\omega_0)^2}$$

Quelle est alors l'expression de ω_0 ? Quelle est alors la nature du filtre ?

b) Dans la suite, on limite le DSF de $v_2(t)$ aux deux premiers termes non nuls soit :

$$v_2(t) = \frac{2E_M}{\pi} + \frac{4E_M}{3\pi} \cos(2\omega t).$$

Justifier la forme de ce DSF tronqué. Quel est la fréquence du premier terme négligé non nul ?

c) Exprimer la tension de sortie $v_3(t)$ en supposant que $\omega \gg \omega_0$. On définit son taux d'ondulation par :

$$\rho = \frac{v_{3\max} - v_{3\min}}{v_{3\text{moyen}}}$$

Exprimer ρ en fonction de ω/ω_0 . Comment pourrait-on mesurer ρ en travaux pratiques avec un oscilloscope sachant que son ordre de grandeur est 1 % ?

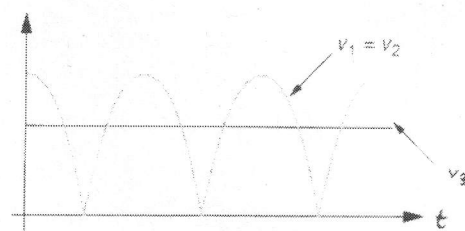


Fig 2