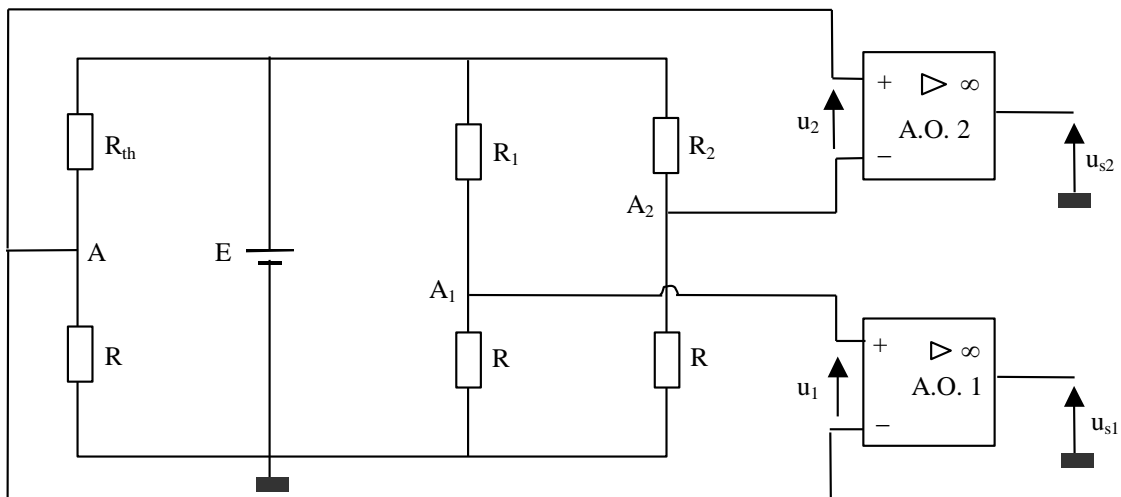


EXERCICE 1 : Circuit de commande d'une climatisation

On souhaite maintenir la température θ d'une pièce entre deux températures limites θ_1 et θ_2 ($\theta_2 > \theta_1$), à l'aide d'une climatisation capable de pulser de l'air chaud quand $\theta < \theta_1$ et de l'air froid quand $\theta > \theta_2$. La commande de la climatisation s'effectue par l'intermédiaire d'un capteur délivrant deux tensions :

- la première u_{s1} commande le circuit de réchauffage (qui est mis en service quand $u_{s1} > 0$ et hors service quand $u_{s1} < 0$),
- la seconde u_{s2} commande le circuit de refroidissement (qui est mis en service quand $u_{s2} > 0$ et hors service quand $u_{s2} < 0$).

Le capteur utilise une thermistance (dont la résistance $R_{th}(\theta)$ est une fonction décroissante de la température θ), deux amplificateurs opérationnels idéaux, une alimentation de f.e.m. E et des résistances R, R_1 et R_2 , selon le schéma donné ci-dessous :

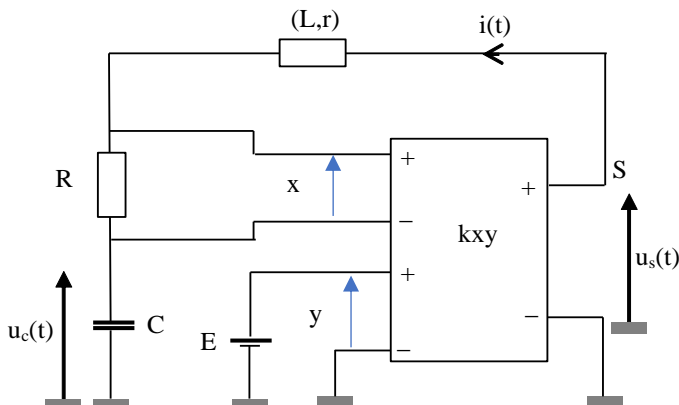


On choisit les résistances R de telle sorte qu'à la température $\theta_0 = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$ on ait : $R = R_{th}(\theta_0)$.

La résistance R_1 est choisie telle que $R_1 = R_{th}(\theta_1)$ et la résistance R_2 telle que $R_2 = R_{th}(\theta_2)$.

- 1 - Analyser le fonctionnement du capteur et montrer qu'il remplit convenablement la fonction pour laquelle il a été conçu.
- 2 - Quel défaut, dans la pratique, affecte de façon rédhibitoire le fonctionnement de ce capteur. Comment peut-on palier ce défaut ?

EXERCICE 2 : Réalisation d'un oscillateur Q.S. à multiplieur



L'oscillateur est réalisé à l'aide d'un circuit comportant une résistance R , une bobine (L, r), d'un condensateur de capacité C et d'une source de tension continue, de f.é.m E réglable.

Il comprend en outre un multiplieur de constante multiplicative k qui réalise $u_s(t) = kxy$.

Les résistances d'entrée du multiplieur sont infinies, sa résistance de sortie est nulle et sa tension de saturation est V_{sat} .

1 - Établir l'équation différentielle en $i(t)$ du circuit. Pour quelle valeur théorique E_{th} de la f.é.m E , le circuit réalise-t-il un oscillateur sinusoïdal ?

Quelle est alors la fréquence f_0 des oscillations ?

2 - Le condensateur étant initialement déchargé et l'inductance n'étant parcourue par aucun courant, analyser le mécanisme d'amorçage des oscillations puis le mécanisme limitant leur amplitude. Conclure qu'il est impossible de réaliser un oscillateur rigoureusement sinusoïdal. Quelle valeur convient-il de donner effectivement à la f.é.m. E pour réaliser un oscillateur quasi-sinusoïdal ?

3 - En déduire l'amplitude u_{sm} de la tension $u_s(t)$ à la sortie du multiplieur puis celle u_{cm} de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

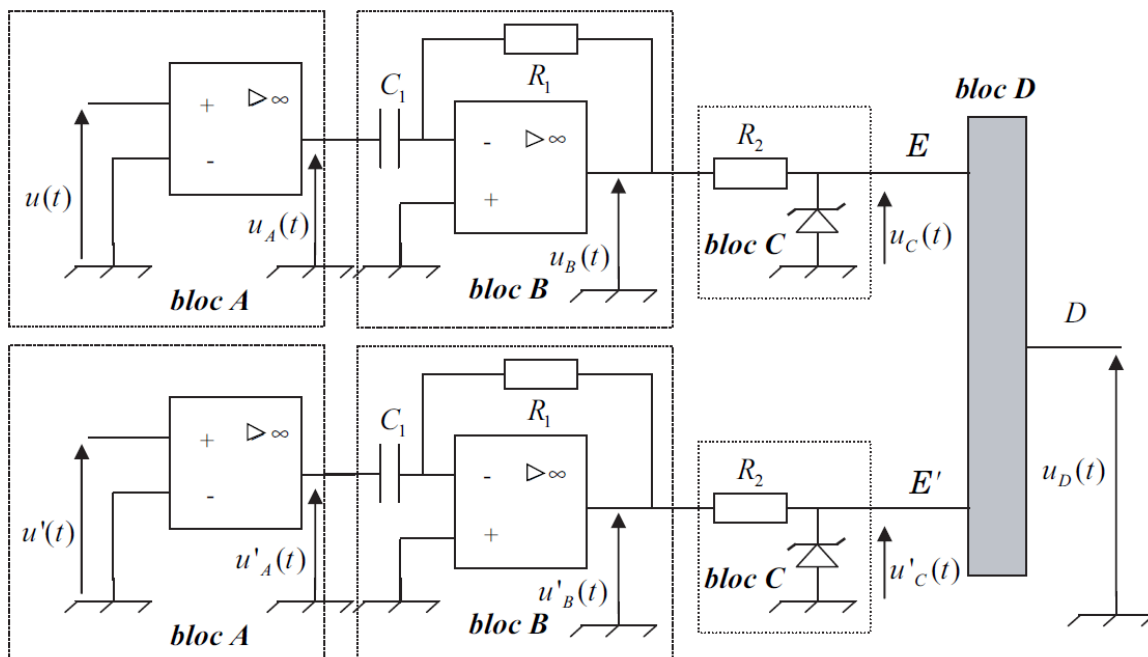
AN – On donne $C = 1 \mu\text{F}$, $L = 100 \text{ mH}$, $r = 0,1 \text{ k}\Omega$, $R = 1 \text{ k}\Omega$ et $V_{sat} = 14,6 \text{ V}$.

Calculer la fréquence f_0 des oscillations quasi-sinusoïdales et les amplitudes u_{sm} et u_{cm} des tensions $u_s(t)$ et $u_c(t)$.

4 - On désire alimenter un circuit d'utilisation avec cet oscillateur. En quel point doit-on prélever le signal pour ne pas modifier le fonctionnement de l'oscillateur ?

EXERCICE 3 : Centrale PSI – Phasemètre à bascule

Figure 15



Le montage étudié, représenté figure 15, est décomposé en blocs notés « A », « B », « C » et « D ». Les blocs de type « C » font intervenir une diode Zener « idéale » à propos de laquelle aucune connaissance préalable n'est nécessaire. On considère que le régime permanent est atteint.

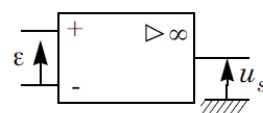
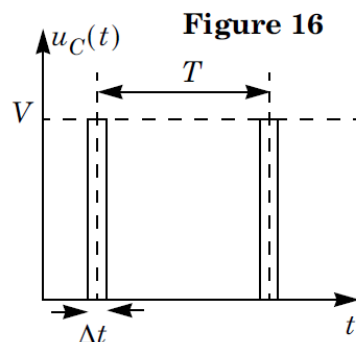
Les signaux sinusoïdaux $u(t)$ et $u'(t)$ de période T sont transformés en signaux $u_B(t)$ et $u'_B(t)$ composés d'impulsions déphasées. Les blocs « C » et « D » permettent de construire à partir de ces impulsions un signal dont on peut tirer le déphasage entre $u(t)$ et $u'(t)$. Les impédances d'entrée des entrées E et E' du bloc « D » sont considérées infinies. Les « impulsions » seront considérées ici comme des signaux rectangulaires de largeur temporelle Δt très faible devant T et de hauteur algébrique V (voir figure 16). Toutes les impulsions intervenant dans ce problème sont telles que $|V| \geq 5 \text{ V}$.

IV.C.1) Étude des blocs « A »

a) Représenter la caractéristique de transfert statique $u_s(\varepsilon)$ d'un amplificateur opérationnel idéal de gain infini (cf. figure 17).

b) Justifier que le montage de la figure 18 s'appelle « comparateur à zéro ». On supposera pour la suite du problème que les résultats obtenus dans cette question en régime statique restent valables pour un signal sinusoïdal.

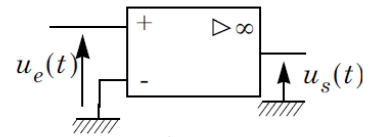
c) On considère le bloc « A » en entrée duquel on injecte le signal sinusoïdal $u = U \cos(2\pi ft)$.



On note Δt la durée du basculement de la sortie de l'amplificateur opérationnel d'un état de saturation à l'autre. Tracer sur deux périodes la courbe représentative du signal $u_A(t)$. On indiquera soigneusement sur l'axe des temps les dates t_1, t_2, \dots, t_8 entre lesquelles la sortie de l'amplificateur opérationnel se trouve dans un état de saturation haut ou bas. On fera également figurer sur ce graphe la période T et la durée Δt .

On indique que les bascules de $+V_{\text{sat}}$ à $-V_{\text{sat}}$ et de $-V_{\text{sat}}$ à $+V_{\text{sat}}$ se font linéairement.

IV.C.2) Étude des blocs « B ». On supposera que les valeurs des composants sont choisies de telle sorte que les amplificateurs opérationnels de ces blocs soient toujours en régime linéaire.



a) Établir l'équation différentielle qui relie $u_B(t)$ à $u_A(t)$.

b) Tracer sur deux périodes la courbe représentative du signal $u_B(t)$. On reportera soigneusement sur l'axe des temps les dates t_1, t_2, \dots, t_8 définies en IV.C.1-c) et on fera figurer la période T et la durée Δt .

IV.C.3) Étude des blocs « C »

La figure 19 représente la structure d'un bloc « C » et la figure 20 la caractéristique d'une diode Zener « idéale ».

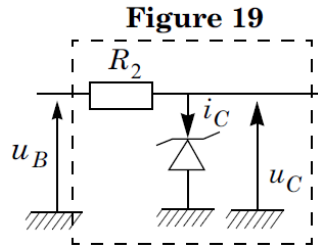
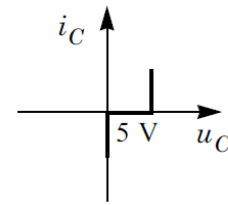


Figure 20



a) Établir, en tenant compte des impédances d'entrée infinies du bloc « D », la relation entre u_B, u_C et i_C .

b) Par un raisonnement utilisant la caractéristique de la diode Zener montrer qu'un bloc « C » permet de transformer les impulsions positives d'amplitude supérieure à 5 V en impulsions d'amplitude 5 V et de ramener à la valeur nulle une impulsion d'amplitude négative.

c) Tracer sur deux périodes la courbe représentative du signal $u_C(t)$. On reportera soigneusement sur l'axe des temps parmi les dates t_1, t_2, \dots, t_8 indiquées sur le graphe du IV.C.1-c) celles qui sont pertinentes pour ce graphe.

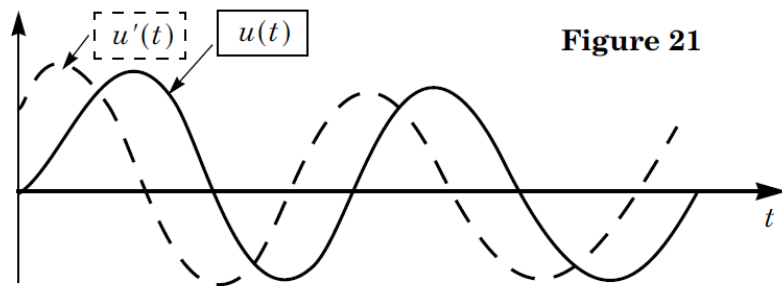
IV.C.4) Étude du bloc « D » (bascule)

Les tensions appliquées en E et E' sont nulles (état « 0 ») sauf lors de brèves impulsions où elles valent +5 V (état « 1 »). La tension $u_D(t)$ au niveau de la sortie D vaut : soit 0 V (état « 0 ») soit +5 V (état « 1 »). Le fonctionnement de ce bloc « D », dépend de la valeur de la sortie D tel qu'indiqué ci-dessous :

- si la sortie D est dans l'état « 1 », alors le passage de E de « 0 » à « 1 » fait passer D à « 0 » mais aucun changement d'état de E' ne peut modifier D .
- si la sortie D est dans l'état « 0 », alors le passage de E' de « 0 » à « 1 » fait passer D à « 1 » mais aucun changement d'état de E ne peut modifier D .

a) La figure 21 représente les signaux $u(t)$ et $u'(t)$ sur deux périodes. Ils sont décalés de l'intervalle de temps τ .

Exprimer φ en fonction de f et τ .



b) Reporter sur votre copie la figure 21. Sur ce même graphe tracer les courbes représentatives des signaux $u_C(t)$ et $u'_C(t)$. On supposera $\Delta t < \tau < T$ et on fera apparaître ces trois intervalles de temps sur l'axe des temps.

c) On considérera qu'à l'instant $t = 0$, la sortie D est dans l'état « 0 ». En dessous du graphe précédent, en respectant la même échelle des temps, reporter à nouveau $u_C(t)$ et $u'_C(t)$ et tracer la courbe représentative de $u_D(t)$. On fera apparaître les trois intervalles de temps $\Delta t, \tau$ et T sur l'axe des temps.

IV.C.5) On place à la sortie D le montage de la figure 22. L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire. Montrer qu'en choisissant judicieusement le produit $r_0 C_0$ on peut obtenir pour $u_s(t)$ un signal proportionnel au déphasage φ .

