

N.B/ (Il sera tenu compte de la présentation de la copie et de la qualité de la rédaction. Les résultats devront être encadrés. Des points seront attribués en conséquence).

Barème approximatif de notation : [I.I/ 07 pts (1x7). I.II/ 07 pts (1x7). II/ 06 pts (1x6)].

Le sujet est constitué de deux parties indépendantes. Chaque partie du sujet doit être traitée sur des feuilles séparées.

Tous les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits. Ils sont alimentés par des tensions continues symétriques $\pm V_{cc} = \pm 15$ V. Leurs tensions de saturation sont $\pm V_{sat} = \pm 15$ V. La diode D est supposée parfaite.

Première partie : ETUDE D'UN FONCTIONNEMENT NON LINEAIRE (Fig.1 & 2)

Dans cette partie, les amplificateurs opérationnels fonctionnent en régime de saturation. Les tensions de sortie V (Fig.1) et V_S (Fig.2) peuvent prendre les valeurs $+V_{sat}$ ou $-V_{sat}$.

I.I. Comparateur à hystérésis (Fig.1) :

I.I.1. Donner l'expression du potentiel V^+ .

I.I.2. Donner l'expression du potentiel V^- .

I.I.3. En déduire l'expression de la tension différentielle d'entrée ε en fonction de V_e et V.

I.I.4. A quelles conditions doivent satisfaire V_e et V_{sat} pour avoir $\varepsilon > 0$? A quelles conditions doivent satisfaire V_e et V_{sat} pour avoir $\varepsilon < 0$?

I.I.5. En déduire les valeurs des seuils de basculement V_h et V_b .

I.I.6. Représenter sur le document réponse (DRI.1.1) la caractéristique de transfert $V = f(V_e)$ et flécher le sens du parcours lorsque l'entrée V_e varie entre -10 V et $+10$ V.

I.I.7. Tracer le chronogramme de V en concordance des temps avec V_e , lorsque l'entrée $V_e(t)$ est un signal triangulaire (document réponse DRI.1.2).

I.II. Montage astable (Fig.2) :

I.II.1. Etablir l'équation différentielle qui relie V_C , dV_C/dt et V_S .

I.II.2. Donner la solution de cette équation différentielle pour les deux valeurs possibles de V_S .

I.II.3. En déduire l'expression de la période T du signal V_S en fonction de R et C.

I.II.4. Tracer dans un même système d'axes V_S et V_C en fonction du temps (DRI.2.1).

I.II.5. Tracer V' en fonction du temps (DRI.2.2).

I.II.6. Lorsque la diode D conduit, l'intensité de courant i' est égale à 5 mA. Calculer la valeur de la résistance R' .

I.II.7. On veut obtenir un signal V' de fréquence $f = 13$ kHz, calculer les valeurs de R et C.

Deuxième partie : ETUDE D'UN FILTRE ACTIF (Fig.3)

Dans cette partie, l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

II.1. Montrer que la fonction de transfert du filtre $\bar{T} = \frac{\bar{U}_2}{\bar{U}_1}$, s'écrit : $\bar{T}(j\omega) = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \left(\frac{jR_1C_1\omega}{1 + jR_1C_1\omega} \right)$

II.2. Mettre cette fonction de transfert sous la forme : $\bar{T}(j\omega) = \frac{A_0}{1 - j\frac{\omega_0}{\omega}}$

Donner alors les expressions du gain statique A_0 et de la pulsation de coupure ω_0 . En déduire celle de la fréquence de coupure f_0 du filtre précédent.

II.3. Exprimer le module T_{dB} (en dB) et l'argument φ de $\bar{T}(j\omega)$. Esquisser l'allure du diagramme de Bode (DRII.1 & DRII.2). Quelle est alors la nature du filtre ?

II.4. Application numérique : $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 16 \text{ nF}$. Calculer A_0 et f_0 .

II.5. Calculer numériquement le module T_{dB} et l'argument φ de $\bar{T}(j\omega)$ pour $f = 1 \text{ Hz}$ et $f = 10 \text{ kHz}$.

II.6. Dans les deux cas suivant : $u_1(t) = 5 \text{ V}$ et $u_1(t) = 2 \sin(2\pi 10^4 t)$, quelle sera la tension de sortie u_2 de ce filtre ?

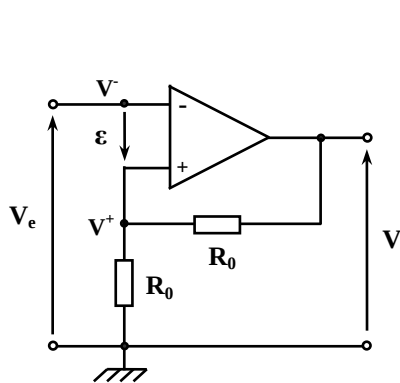


Figure 1

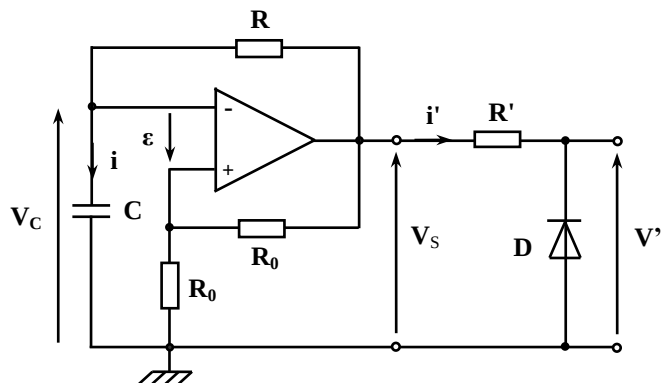


Figure 2

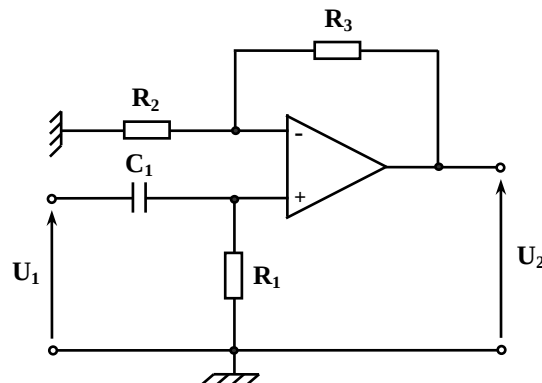
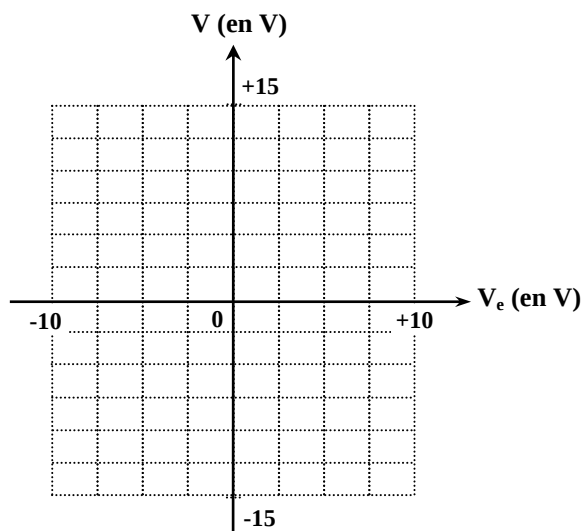
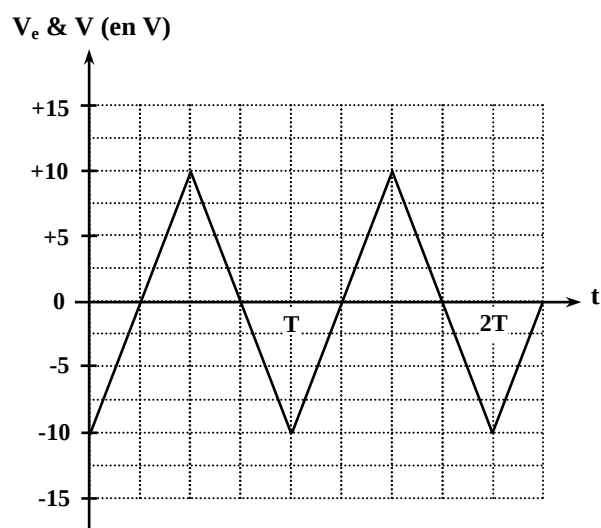


Figure 3

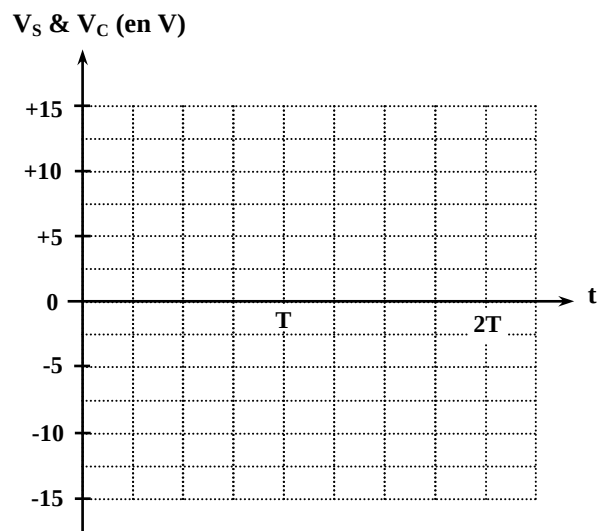
Bon Travail



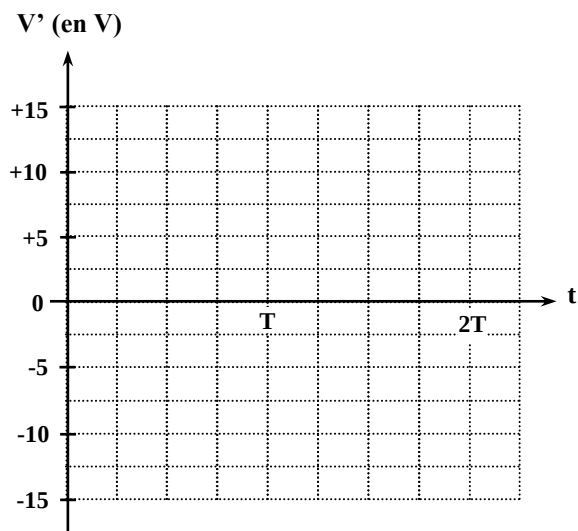
DRI.1.1



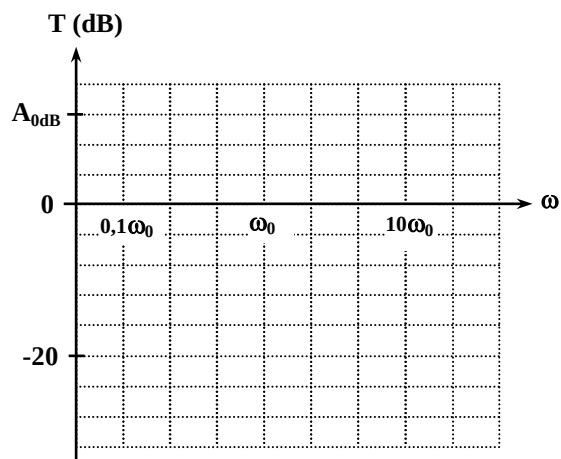
DRI.1.2



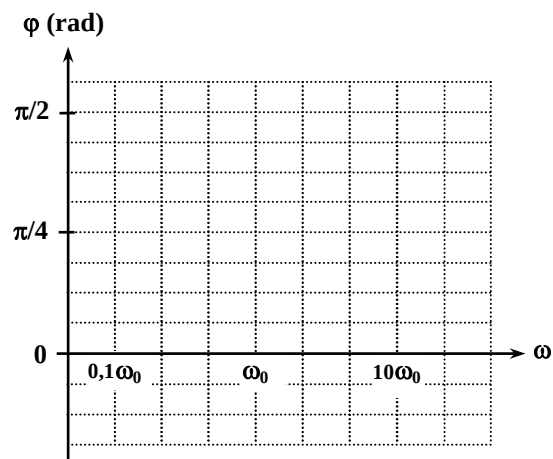
DRI.2.1



DRI.2.2



DRII.1



DRII.2