

DM de PHYSIQUE n°1 - 5/2

*Le problème 1 est à rendre mardi 9 septembre 2025.
Le problème 2 est à rendre mardi 16 septembre 2025.*

Problème 1 : Diode Zéner et oscillateur à relaxation.

Ce problème est inspiré d'un TP de Centrale et fait intervenir une diode Zéner (appelée « élément Z » lors du TP). Ce dipôle est théoriquement hors programme.

Il pourra être intéressant de travailler avec les caractéristiques (graphiques)

I- On s'intéresse à une « diode Zéner », dipôle non linéaire et non symétrique, donc on donne le schéma et la caractéristique idéalisée sur la figure 1 ci-contre.

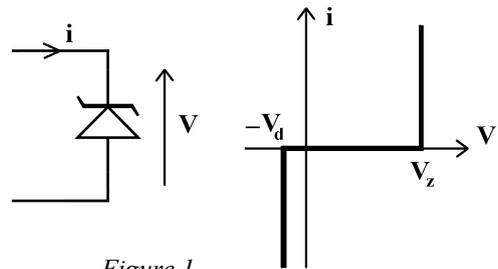


Figure 1

On donne pour tout le problème : $V_d = 0,6 \text{ V}$ et $V_z = 9,4 \text{ V}$.

- a- Déterminer et représenter graphiquement la loi $V_2 = f(V_1)$ qui régit le fonctionnement, en sortie ouverte, du quadripôle A représenté sur la figure 2 ci-dessous.
- b- Déterminer la loi $V = f(i)$ qui caractérise l'association de deux diodes Zéner représentée sur la figure 3. Tracer la caractéristique courant tension de cette association.
- c- Déterminer et représenter graphiquement la loi $V_2 = f(V_1)$ qui régit le fonctionnement, en sortie ouverte, du quadripôle B représenté sur la figure 4.
- d- Montrer que si la résistance de charge R du quadripôle B est grande devant la résistance r (voir figure 5), cette loi est encore approximativement valable.

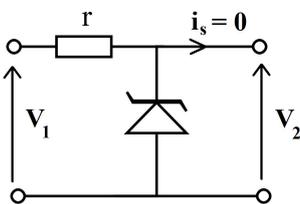


Figure 2: Quadripôle A

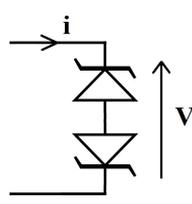


Figure 3

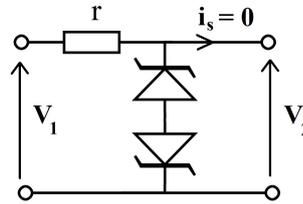


Figure 4: Quadripôle B

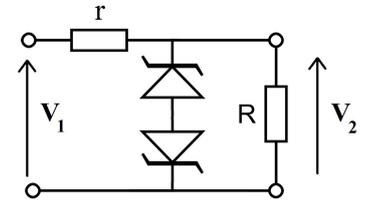


Figure 5

II- On s'intéresse maintenant au quadripôle C représenté sur la figure 6 ci-dessous, qui contient un A.L.I. idéal. En l'absence de rétroaction négative, cet A.L.I. ne fonctionne pas en régime linéaire ; on notera V_{sat} sa tension de saturation positive et, sauf question particulière, on considèrera que sa tension de saturation négative est égale à $-V_{sat}$. On rappelle que les résistances d'entrée des bornes + et - de l'ALI peuvent être considérées infinies.

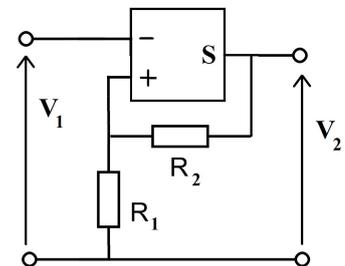


Figure 6: Quadripôle C

- a- Déterminer et représenter graphiquement la loi $V_2 = f(V_1)$ qui régit le fonctionnement du quadripôle C. On mettra en évidence une tension d'inversion que l'on notera V_0 ainsi qu'un phénomène d'hystérésis. Sachant que $V_{sat} = 15 \text{ V}$ et $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$, quelle valeur faut-il donner à R_1 pour obtenir $V_0 = 9 \text{ V}$? Ces valeurs numériques de V_{sat} , R_2 , R_1 et V_0 seront conservées dans toute la suite. Comment ces résultats sont-ils qualitativement modifiés si la tension de saturation positive (notée V_{sat}^+) et la tension de saturation négative (notée V_{sat}^-) de l'A.L.I. ne sont pas strictement opposées ?

- b- En procédant comme à la question précédente et en utilisant les résultats de la partie 1, déterminer et représenter graphiquement la loi $V_2 = f(V_1)$ qui régit le fonctionnement du quadripôle C' représenté sur la figure 7 ci-contre, où $r \ll R_2$. Comment ces résultats sont-ils qualitativement modifiés si les tensions de saturation positive et négative de l'A.L.I. ne sont pas strictement opposées ?

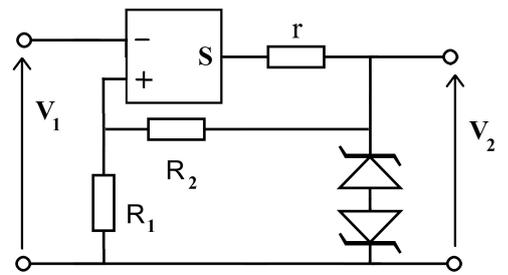


Figure 7 : Quadripôle C'

III- On étudie maintenant le montage de la figure 8 ci-dessous, appelé oscillateur à relaxation, où $r \ll R$.

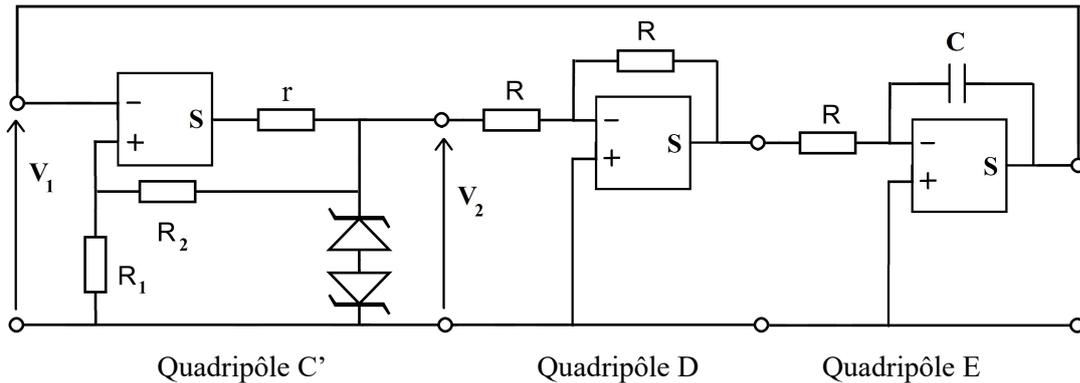


Figure 8

- a- Montrer soigneusement que, bien qu'il ne soit pas alimenté par un générateur basse fréquence, ce montage produit des tensions V_1 et V_2 oscillantes, l'une en créneaux, l'autre de forme triangulaire, dont on exprimera les amplitudes crête à crête ainsi que la période T en fonction des données. D'où vient l'énergie nécessaire au maintien des oscillations ?

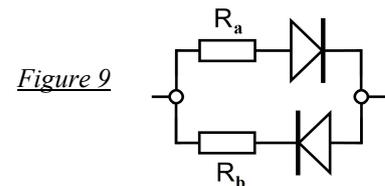
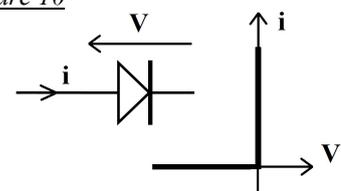


Figure 9

- b- Que se produirait-il si on omettait le quadripôle D ? On pourrait réaliser le même montage avec le quadripôle C à la place du quadripôle C'. Quel est l'intérêt d'avoir choisi le quadripôle C' ?

Figure 10



- c- On remplace la résistance R du quadripôle E par le dipôle de la figure 9 ci-contre ; la caractéristique idéalisée des diodes utilisées est donnée sur la figure 10. Discuter l'intérêt de ce remplacement.