

COMPOSITION DE PHYSIQUE COMMUNE

Temps accordé : 4 heures
(7 pages)

PREMIER PROBLÈME - ÉLECTRONIQUE

Les trois parties sont indépendantes

I Référence de tension à diode Zener

On considère une diode Zener D_z , dont la caractéristique donnée figure 1 est linéaire par morceaux : zone 1 : branche directe ; zone 2 : branche bloquée ; zone 3 : régime d'avalanche. Cette diode est utilisée dans le montage de la figure 2 qui correspond au plus simple des régulateurs de tension.

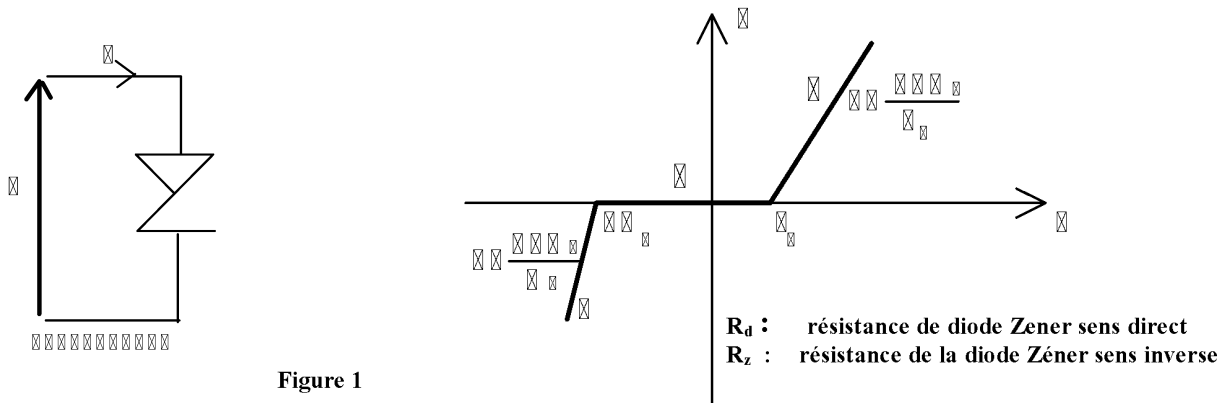


Figure 1

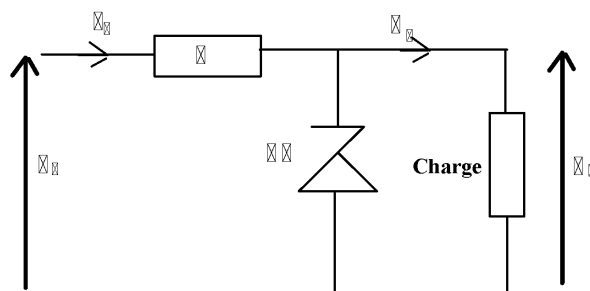


Figure 2

I 1) Etablir l'équation donnant la tension V_2 aux bornes de la charge en fonction de la tension d'entrée V_1 et du courant traversant la charge I_2 . On distinguera les trois modes de fonctionnement de D_z en précisant les domaines de validité de V_2 correspondants.

I 2) En déduire la caractéristique de régulation aval : $V_2 = f(I_2)$ à tension d'entrée V_1 positive ; préciser les pentes de chacune des parties de la courbe ; quelle doit-être la charge quand le point de fonctionnement est dans le zone 1 directe ?

Quelle est la branche utilisée en régulateur de tension ?

On précise que V_d est de l'ordre de 0,6V, V_z de quelques dizaines de volts, R_z et R_d sont faibles devant R , et R_z est très faible.

I 3) En déduire aussi la caractéristique de régulation amont $V_2 = g(V_1)$ à courant I_2 donné positif. Quelle est la branche utilisée en régulateur de tension ?

I 4) Donner dans la zone de régulation de tension l'expression des coefficients de régulation S et ρ définis par :

$$DV_2 = SDV_1 - \rho DI_2$$

pour des variations de V_1 , I_2 notées ΔV_1 et ΔI_2 .

II Fonctions à seuil

En réalité la caractéristique d'une diode Zener n'est pas linéaire par morceaux et il y a des arrondis dans les courbes obtenues. On peut diminuer ces défauts en utilisant un montage à amplificateur opérationnel. Soit le montage de la figure 3 dans lequel les diodes à jonction sont idéales (suivant la caractéristique de la figure 4) et l'amplificateur est idéal et fonctionne en régime linéaire.

II 1) On suppose la tension d'entrée E_1 positive;

- Montrer que la tension V_S ne peut être strictement positive.
- Montrer également qu'elle ne peut être strictement négative.
- En déduire V_S .

II 2) On suppose E_1 négative ; calculer V_S . Interpréter.

II 3) Tracer la caractéristique V_S en fonction de E_1 .

II 4) Dans cette question on suppose que l'amplificateur, non idéal, est caractérisé par une tension de décalage en entrée E_d et des courants de polarisation I_{p+} et I_{p-} .

- Donner, en régime linéaire, le schéma équivalent de l'amplificateur.
- Donner les ordres de grandeurs de E_d , I_{p+} et I_{p-} . (On pourra supposer que l'amplificateur est un 741).
- Evaluer alors la tension V_S quand E_1 positive.

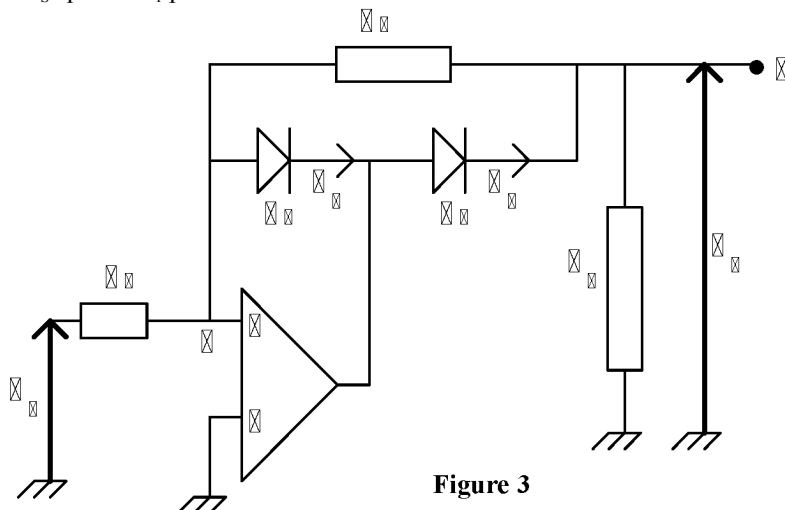


Figure 3

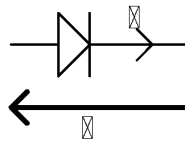
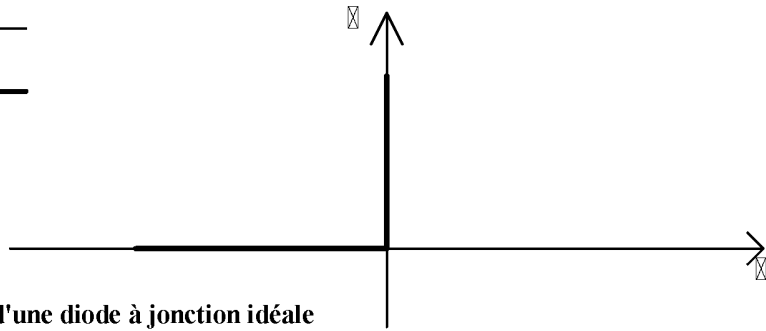


Figure 4

Caractéristique d'une diode à jonction idéale



II 5) Soit le circuit inverseur représenté sur la figure 5 dans lequel l'amplificateur en régime linéaire a un coefficient d'amplification μ . Calculer le gain V_s/E (rapport des tensions de sortie et d'entrée) en fonction de R_1 , R_2 et μ . Montrer qu'on peut l'écrire sous la forme : gain idéal / $(1 + 1/\mu b)$. Donner les valeurs de b et du gain idéal. Interpréter.

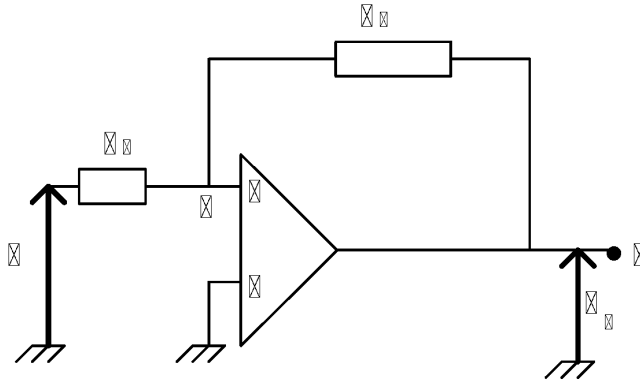


Figure 5

II 6) On considère à nouveau le circuit de la figure 3 dont les diodes sont représentées cette fois par la caractéristique de la figure 6 et dont l'amplificateur a un coefficient d'amplification μ . On suppose E_1 négative : calculer V_s et montrer qu'on peut mettre cette tension sous la forme :

$$V_s = \frac{V_0}{1 + K(1 + g(i_2 \frac{1}{V_s}))}$$

Donner les valeurs de K et V_0 ; comparer au résultat de II 2 et interpréter en vous aidant éventuellement de la question précédente II 5.

II 7) Conclure sur la fonction seuil étudiée ici.

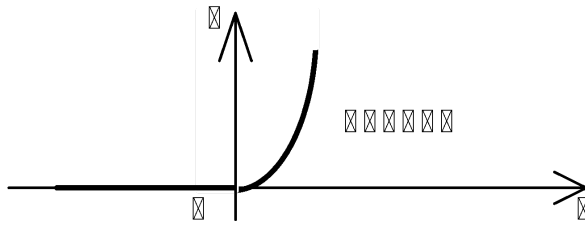


Figure 6

III Fonctions à seuils à plusieurs cassures.

Dans cette partie les diodes sont idéales (caractéristique figure 4) et les amplificateurs sont tous idéaux et fonctionnent en régime linéaire.

III 1) Soit le circuit de la figure 7 . Calculer V_S (tension en S) en fonction de V_{S1} et V_{S2} (tensions en S_1 et S_2).

III 2) Soit le circuit de la figure 8. Calculer la tension V_{S1} en fonction de E et V_1 (V_1 est une tension imposée positive).

III 3) Soit le circuit de la figure 9. Calculer de même, la tension V_{S2} en fonction de E et V_2 (V_2 est une tension imposée positive).

III 4) Soit le montage de la figure 10. Calculer V_S ; tracer la caractéristique V_S en fonction de E. Conclure en précisant le fonctionnement global du montage et son intérêt.

III 5) Calculer la valeur de l'impédance de sortie du montage 10.

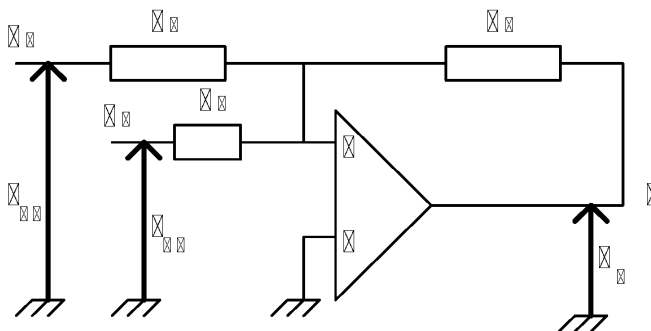


Figure 7

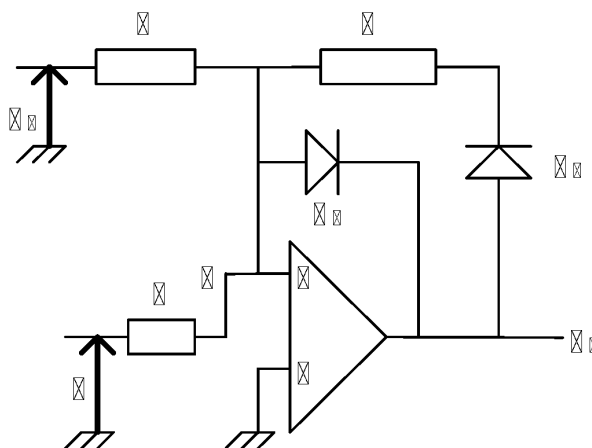


Figure 8

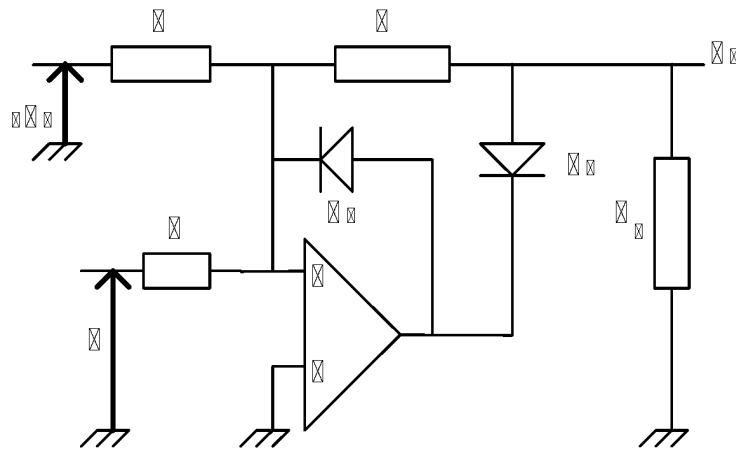


Figure 9

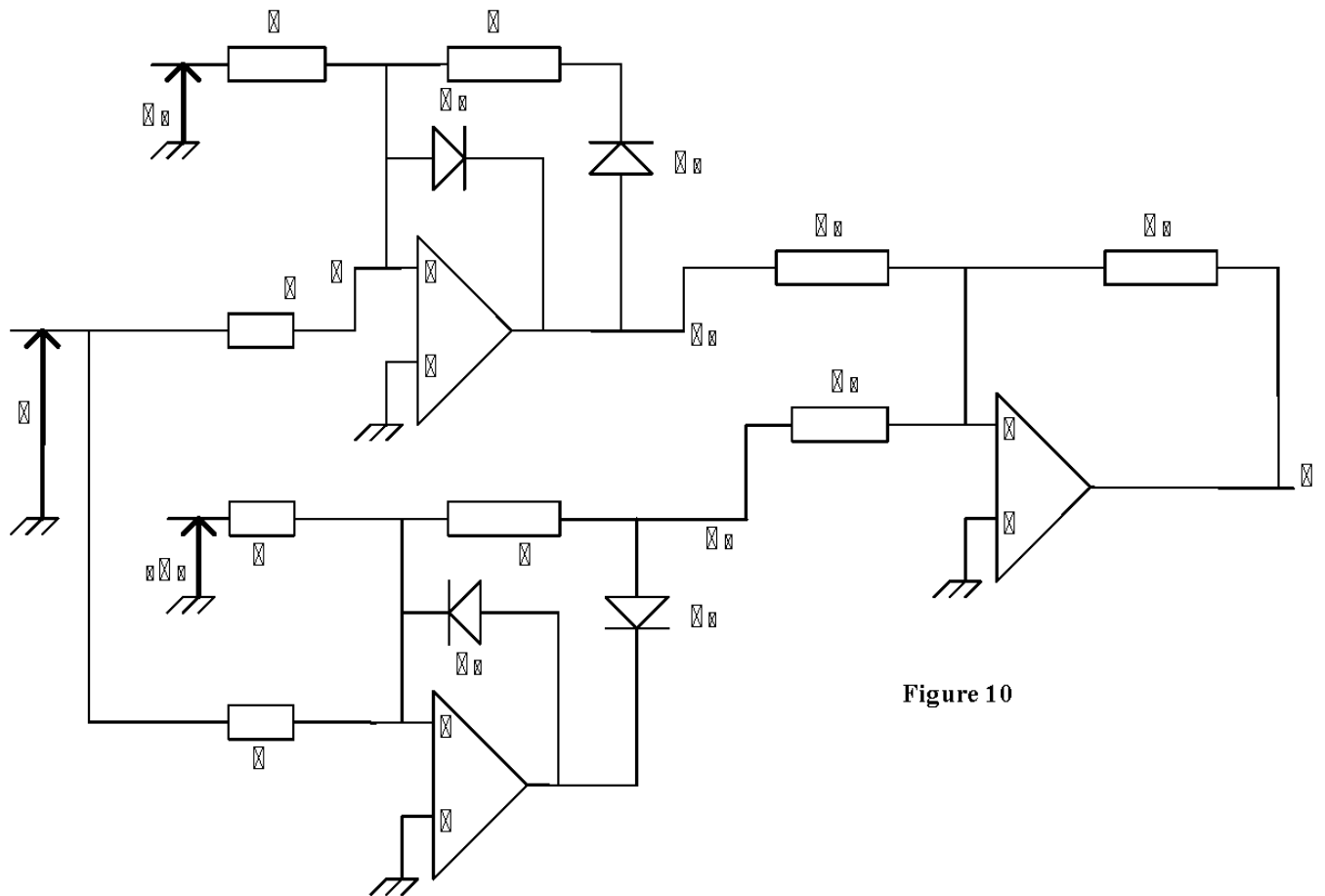


Figure 10

DEUXIÈME PROBLÈME - MÉCANIQUE

On considère une plaque plane (P) homogène, d'épaisseur négligeable, en forme de triangle équilatéral ABC, de côté a et de hauteur h , de masse M . On note $\vec{Z}$ la verticale descendante. (figure 1).
On donne $M = 300\text{g}$, $a = 15\text{ cm}$.

Le but du problème sera d'étudier deux mouvements de cette plaque.

- Une rotation autour d'un axe porté par un coté du triangle.
- Une rotation autour d'un axe Gz .

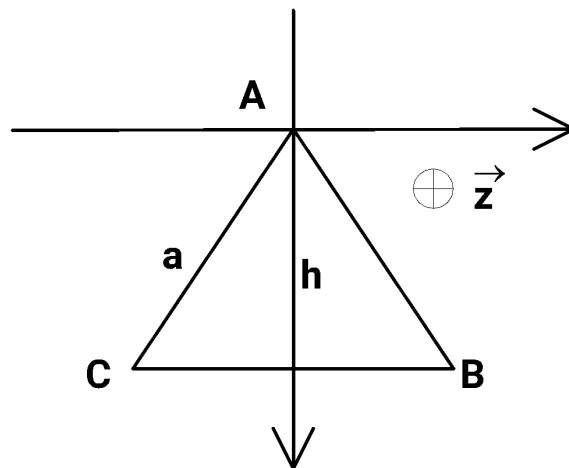


Figure 1

I Étude préliminaire

- I 1) Déterminer la position du centre d'inertie G de la plaque (P). (AG en fonction de h).
 I 2) Déterminer en fonction de h le moment d'inertie $I(Ax)$ de (P) par rapport à l'axe Ax, parallèle au côté BC et passant par A.
 I 3) Déterminer en fonction de h, le moment d'inertie $I(AB)$ de (P) par rapport à l'axe AB. Application numérique.
 I 4) Déterminer en fonction de h, le moment d'inertie $K(Gz)$ de (P) par rapport à l'axe Gz passant par G et perpendiculaire au plan de la plaque. Application numérique.

II Rotation autour d'un côté du triangle.

On suppose que la plaque est horizontale, suspendue par trois câbles verticaux, de longueur L constante (figure 2) reliés respectivement aux trois sommets du triangle, supposés de masse négligeable et sans torsion.
 $L = 10 \text{ cm}$.

A l'instant $t = 0$, le câble relié à C est rompu de sorte que le triangle se met à tourner autour de l'axe AB que l'on supposera immobile et assurant une liaison parfaite. On note α l'angle du plan de (P) avec la verticale $\vec{Z}$ et $\vec{g}$ l'accélération de la pesanteur supposée uniforme. Trouver la relation entre la vitesse angulaire α' et l'angle α à tout instant.

Calculer le module de l'accélération de G quand la plaque passe à la position verticale. Application numérique ($g = 9,81 \text{ S I}$)

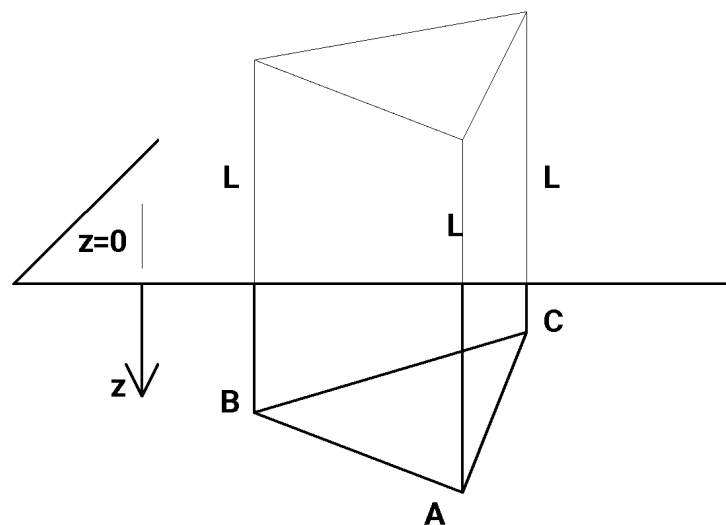


Figure 2

III Mouvement de "vissage".

On revient au montage de la figure 2 ; à partir de la position verticale des câbles, on effectue un mouvement de "vissage" d'axe Gz c'est à dire que le triangle reste à tout moment dans un plan horizontal, le point G se déplaçant sur l'axe Gz vertical fixe et que toute droite liée à (P) tourne d'un même angle. Ce mouvement correspond à une rotation autour d'un axe Gz.

On note A_0, B_0, C_0, G_0 les positions initiales des points A, B, C, G ; on note $z = 0$ le plan d'attache des câbles



$(z(G_0) = L)$; O est la projection de G_0 sur le plan $z = 0$ et on note θ l'angle (G_0A_0, GA) compté positivement autour de Oz.

III-1) Ecrire la relation entre $z(G)$ et l'angle θ traduisant que les fils ont une longueur constante.

III 2) Ecrire l'énergie cinétique de (P) en fonction de z' et $\dot{\theta}$ et des constantes.

III 3) Ecrire l'équation différentielle du mouvement dans l'hypothèse de petits mouvements et la résoudre.

Application numérique : Calculer la période.