

COMPOSITION DE PHYSIQUE ( 3 h )

NOTA : les trois parties du problème sont indépendantes.

PROBLEME D'ELECTRICITE

Dans les circuits électriques, ce sont les résistances qui sont les plus couramment employées parmi tous les composants munis de deux fils d'amenée de courant, appelés dipôles. Une résistance est un dipôle dont la courbe de variation du courant  $I$  qui le traverse en fonction de la différence de potentiel  $V$  appliquée entre ses bornes est, à température fixe, une droite dont l'équation est  $I = V/R$ . Il existe naturellement beaucoup d'autres type de dipôles, chacun de ces types étant particularisé par la forme de sa caractéristique électrique, c'est-à-dire de la courbe représentant la fonction  $I = f(V)$ .

PREMIERE PARTIE

On considère le montage de la figure 1 dans lequel  $G$  est un générateur de tension continue variable,  $V_1$  et  $V_2$  deux voltmètres de résistances internes pratiquement infinies,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_4$  des résistances fixes,  $R_3$  une résistance variable,  $K$  un interrupteur de courant et  $D$  un dipôle dont on va chercher à tracer la caractéristique électrique.

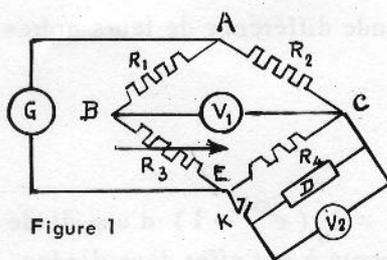


Figure 1

Dans une première opération on ouvre l'interrupteur  $K$  et on réalise l'équilibre du pont, équilibre caractérisé par une indication du voltmètre  $V_1$  nulle, en agissant sur la valeur de la résistance variable  $R_3$ . On ferme ensuite l'interrupteur  $K$  et on fait varier la force électromotrice du générateur  $G$ , sans toucher à la résistance  $R_3$ . Montrer que pour chaque valeur de cette force électromotrice, il suffit de relever les indications des voltmètres  $V_1$  et  $V_2$

et de connaître les valeurs des résistances fixes  $R_2$  et  $R_4$  pour pouvoir fixer un point de la caractéristique électrique du dipôle  $D$ , sans qu'il soit besoin de connaître la valeur de la force électromotrice.

DEUXIEME PARTIE

On considère le montage de la figure 2 dans lequel on a placé un dipôle  $D$ , appelé "diode", dont la caractéristique électrique suit la loi  $I = I_s (e^{\beta V} - 1)$  pratiquement va-

table dans l'intervalle utile de variation de  $V$ . Dans cette formule  $V$  désigne la valeur algébrique de la différence de potentiel  $V_A - V_B$  (points A et B de la figure 2). Dans

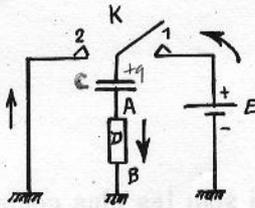


Figure 2

le montage de la figure 2, c'est un condensateur sans pertes, initialement déchargé et de capacité  $C$ ,  $E$  est une pile de résistance interne négligeable et de force électromotrice  $E$  et  $K$  est un interrupteur à deux positions. Dans la suite, on désignera par  $q$  la charge de l'armature du condensateur reliée à l'interrupteur  $K$  et l'on prendra pour sens positif des courants circulant éventuellement dans deux des trois branches du système ceux qui sont indiqués par des flèches sur la figure 2.

1/ On donne  $I_s = 10^{-9}$  A et  $\beta = 2$  V $^{-1}$ . Calculer les courants qui traversent la diode pour  $V = 9$  V et  $V = -9$  V.

2/ A l'instant  $t = 0$ , on abaisse l'interrupteur  $K$  dans la position 1. Former l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par la fonction  $q(t)$  qui lie la charge  $q$  définie ci-dessus et le temps. Intégrer cette équation. Quelle est la valeur du courant initial? Calculer le temps  $t_1$  au bout duquel le condensateur a reçu les  $9/10$ e de sa charge maximale sachant que  $C = 10^{-10}$  F et  $E = 9$  V. Y-a-t'il intérêt à augmenter ou à diminuer la valeur de  $E$  pour réduire ce temps?

3/ On suppose maintenant que le condensateur est complètement chargé et on bascule brusquement l'interrupteur dans la position 2. Calculer le temps  $t_2$  au bout duquel le condensateur aura perdu les  $9/10$ e de sa charge initiale.

4/ Comparer les temps  $t_1$  et  $t_2$  et justifier la grande différence de leurs ordres de grandeur.

### TROISIEME PARTIE

On veut mettre à profit la caractéristique spéciale  $I = I_s (e^{\beta V} - 1)$  d'une diode pour réaliser une alimentation à "tension constante". On monte à cet effet deux diodes identiques  $D$  et deux résistances égales  $R$  suivant le schéma de la figure 3, dans lequel

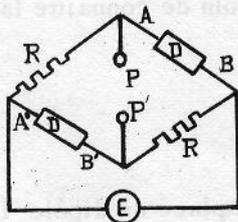


Figure 3

$E$  est un générateur de résistance interne nulle et de force électromotrice  $E$ . Le problème à résoudre est de déterminer le fonctionnement du pont de telle sorte que si la tension  $E$  du générateur varie, la différence de potentiel  $U = V_P - V_{P'}$ , varie le moins possible. Les

diodes sont montées dans un sens tel que la direction positive du courant qui les traverse est la direction  $AB$  ou  $A'B'$ .

On désignera par  $V$  la différence de potentiel positive  $V = V_A - V_B = V_{A'} - V_{B'}$ . On prendra  $I_S = 10^{-9} \text{ A}$ ,  $\beta = 2 \text{ V}^{-1}$  et  $R = 100 \Omega$ .

1/ On admet qu'il ne circule qu'un courant négligeable entre  $P$  et  $P'$ . Calculer dans ces conditions la valeur du courant  $I_0$  qui doit traverser chaque diode pour que la variation de la différence de potentiel entre  $P$  et  $P'$  soit minimale lorsque la tension du générateur varie. Calculer les valeurs  $E_0$ ,  $U_0$  et  $V_0$  correspondantes. Donner leurs valeurs numériques.

2/ Les conditions qu'on vient de déterminer étant supposées remplies, calculer la variation relative que va subir la différence de potentiel  $U$  lorsque la tension du générateur varie de  $\pm 10\%$  autour de la valeur  $E_0$ .