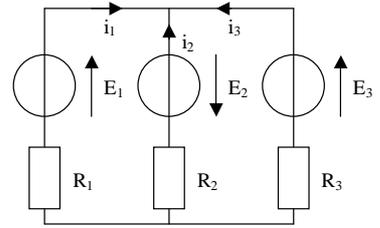


ELECTROCINETIQUE : REGIME PERMANENT.

0. Application des lois de Kirchoff :

Calculer l'intensité i_1 en fonction des f.e.m et résistances du montage, en utilisant les lois de mailles et de nœud.

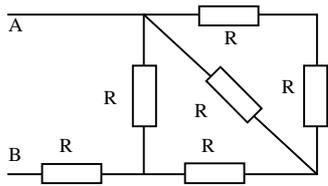
$$R : i_1 = \frac{(R_2 + R_3)E_1 + R_3E_2 - R_2E_3}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$$



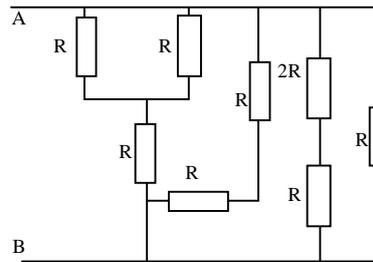
1. Association de résistors. Visualisation d'un réseau.

Déterminer la résistance du circuit proposé, vue des bornes A et B. Procéder par association de résistance pour (a) et (b).

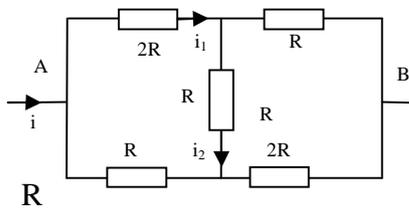
(a)



(b)



(c)



La situation (c) demande la mise en équation du circuit pour accéder à $R_{\text{éq}} = u / i$, après élimination de i_1 et i_2 .

R :

(a) $R_{\text{éq}} = 13R/8$. (b) $R_{\text{éq}} = 2R/5$ (c) $R_{\text{éq}} = 7R/5$.

2 Montage potentiométrique :

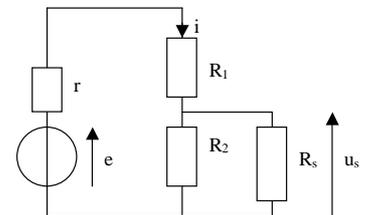
1°) Le montage ci-contre peut être réalisé au moyen d'un potentiomètre (R_1, R_2) alimenté par un générateur (e, r) et débitant sur une résistance de charge R_s .

Calculer l'intensité i traversant R_1 en fonction de $e, R' = r + R_1, R_2$ et R_s .

2°) Déterminer l'intensité i_s traversant R_s . En déduire la tension u_s en sortie du montage.

3°) Comparer la puissance P_g débitée par le générateur (e, r) à P_s , celle débitée dans R_s . AN : $e = 5,0 \text{ V}, r = 5,0 \Omega, R_1 = 220 \Omega, R_2 = 1,0 \text{ k}\Omega, R_s = 1,0 \text{ k}\Omega$.

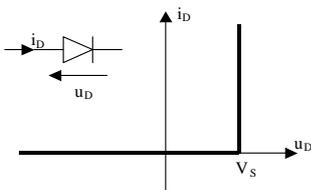
Calculer le rendement $\eta = P_s / P_g$.



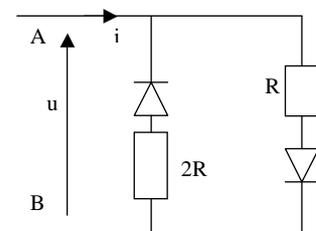
R : 1°) $i = \frac{(R_s + R_2)e}{R'R_s + R'R_2 + R_sR_2}$ 2°) $i_s = \frac{R_2i}{R_s + R_2}$ d'où i_s et u_s . 3°) $P_g = 34 \text{ mW}; P_s = 12 \text{ mW}$

3. Tracé d'une caractéristique :

On envisage le dipôle ci-contre, mettant en jeu des diodes identiques, de tension de seuil V_s et de résistance dynamique r_d négligeable, dont la caractéristique $i_D = f(u_D)$ est fournie ci-après.



Etablir graphiquement la caractéristique $i(u)$ du montage (AB). Quel est son intérêt ?

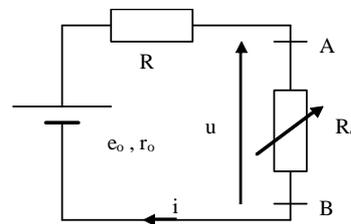


4. Réalisation d'un générateur de tension ou de courant :

Une pile est caractérisée par sa f.é.m. $e_o = 1,5 \text{ V}$ et sa résistance interne $r_o = 1,0 \Omega$.

1°) Cette pile alimente un résistor de résistance $R_c = 220 \Omega$. Calculer le point de fonctionnement F. Quelle erreur fait-on en modélisant cette pile comme un générateur de tension idéal de valeur de f.é.m. $e_o = 1,5 \text{ V}$? Qu'arrive-t-il si on remplace $R_c = 220 \Omega$ par $R'_c = 5,0 \Omega$?

2°) On souhaite réaliser un générateur de courant, alimentant une résistance réglable R_c . Pour ce on réalise le circuit suivant :
 Montrer que ce circuit équivaut à un générateur de Norton, à déterminer, alimentant R_c .
 Montrer que si $R \gg R_c$, le dipôle générateur vu des bornes AB se rapprochera d'un générateur de courant idéal.



R : 1°) $u = 1,5 \text{ V}$ et $i = 6,8 \text{ mA}$; si $R = 5 \Omega$: $u = 1,3 \text{ V}$ et $i = 0,25 \text{ A}$, alors que $u = 1,5 \text{ V}$ et $i = 0,30 \text{ A}$ en modélisant la pile en générateur de tension idéal.

2°) $\eta_{\text{eq}} = e_0 / (r_0 + R)$, $R_{\text{eq}} = r_0 + R$.

5. Générateurs de tension et de courant. Caractéristique. Point de fonctionnement :

A) On considère une pile P_1 de f.é.m. $e_1 = 1,5 \text{ V}$ et de résistance interne $r_1 = 2,0 \Omega$ et une seconde pile P_2 de f.é.m. $e_2 = 1,5 \text{ V}$ et de résistance interne $r_2 = 0,50 \Omega$. On associe P_1 et P_2 afin de constituer un générateur. Déterminer les caractéristiques (e_{eq} , r_{eq}) du générateur équivalent lorsque :

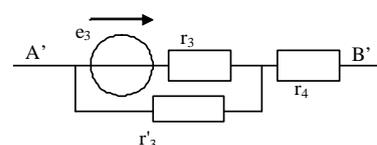
a- P_1 et P_2 sont associées en série et dans le même sens.

b- P_1 et P_2 sont associées en parallèle et dans le même sens. Quel est le générateur de Norton équivalent ?

B) On envisage le dipôle A'B' représenté ci-contre :

avec $e_3 = 2 \text{ V}$; $r_3 = 1 \Omega$; $r'_3 = 1 \Omega$ et $r_4 = 1,5 \Omega$.

Déterminer les générateurs de Thévenin et de Norton équivalents.



C) On alimente le dipôle A'B' au moyen du dipôle AB constitué d'abord

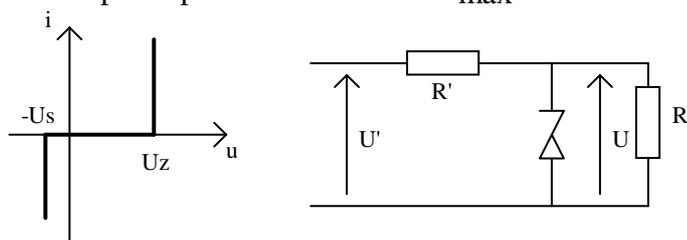
de l'association en série de P_1 et P_2 , puis de leur association en parallèle. Déterminer le point de fonctionnement obtenu dans les deux cas, les dipôles générateurs AB et A'B' étant montés en opposition.

R : A) a) $e = 3,0 \text{ V}$, $r = 2,5 \Omega$; b) $\eta = 3,8 \text{ A}$; $g = 2,5 \text{ S}$ B) a) $e = 1,0 \text{ V}$; $r = 2,0 \Omega$ b) $\eta = 0,5 \text{ A}$; $g = 0,50 \text{ S}$ C) a) $I = 0,44 \text{ A}$; $U = 1,9 \text{ V}$ b) $I = 0,21 \text{ A}$; $U = 1,4 \text{ V}$.

6. Stabilisation de tension par une diode Zener :

a) Une diode Zener est un composant électronique possédant la caractéristique idéalisée ci-dessous. On souhaite stabiliser la tension U aux bornes de la résistance R , de valeur 150Ω , au moyen du montage indiqué. Quelle valeur doit-on donner à R' pour que la tension U reste égale à $U_Z = 7,1 \text{ V}$ quand U' varie de 10 à 15 V ?

b) Le courant traversant la diode Zener reste-t-il alors compatible avec la valeur maximale acceptable définie par la puissance maximale $P_{\text{max}} = 700 \text{ mW}$?



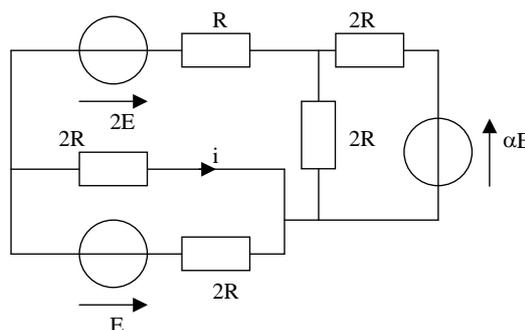
7. Utilisation des représentations de Thévenin et Norton :

On propose le schéma suivant :

Calculer l'intensité i , en simplifiant au mieux le schéma du circuit.

$$R : i = \frac{-E}{2R} + \frac{\alpha E}{12R}$$

N.B. : Sans se lancer dans sa résolution, on pourra poser le système d'équations résultant des lois de Kirchoff. On sera alors convaincu de l'intérêt d'étudier les circuits avec un minimum de méthode



...

8. Diode à vide et en charge. Facteur de régulation :

La caractéristique courant-tension d'une diode est assez bien représentée par les équations :

$I = 0$ pour $U \leq U_0$ (branche inverse) et $I = (U - U_0) / R_d$ pour $U > 0$ (branche directe)

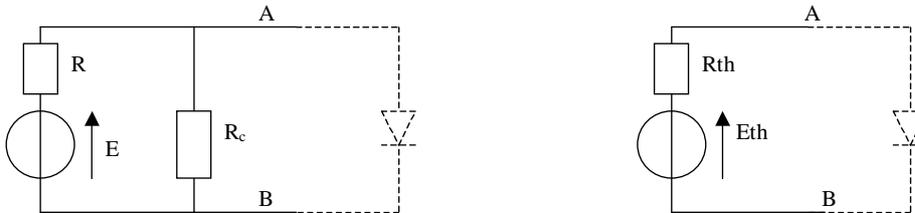
où $U_0 = 0,80$ V est la tension de seuil et $R_d = 40 \Omega$ la résistance pour $U > U_0$.

Cette diode est placée en série avec une résistance $R = 200 \Omega$ et une f.é.m. $E = 6,0$ V. Elle fonctionne sur sa branche directe.

A) a- quelles sont les coordonnées du point de fonctionnement de la diode ?

b- Calculer le facteur de régulation $f_o = \Delta E / \Delta U$ et le taux d'ondulation de la tension U aux bornes de la diode si l'alimentation délivre une tension redressée de + ou - 1,0 V autour de sa valeur moyenne 6,0 V.

B) On branche $R_c = 100 \Omega$ en parallèle sur la diode. Montrer par des équivalences entre représentations de Thévenin et Norton que le dipôle AB ci dessous peut être représenté selon Thévenin, et déterminer les caractéristiques E_{Th} et R_{Th} . Quel est le nouveau point de fonctionnement de la diode ?



C) Quel est le domaine $[R_{c1}, R_{c2}]$ de variation de R_c , résistance de charge, pour que la diode soit passante avec un courant maximum de 20 mA ?

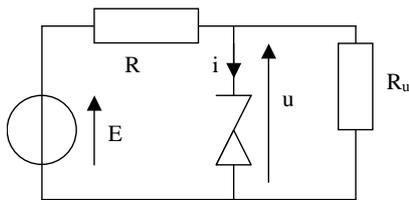
$R : A) a) U_F = \frac{R_d E + R U_0}{R + R_d}, I_F = (E - U_0) / (R + R_d). b) \text{ différentier } U_F: \Delta U = R_d \Delta E / (R + R_d)$

B) Calculer E_{th} et R_{th} . On se ramène alors au cas précédent.

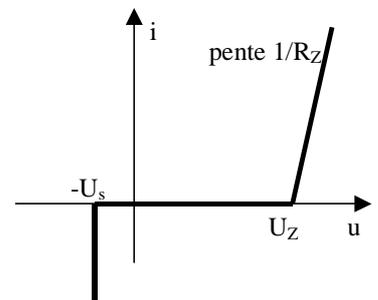
C)
$$\frac{R U_0}{E - U_0} < R_c < \frac{R(U_0 + R_d I_{max})}{E - U_0 - (R + R_d) I_{max}}$$

9. Stabilisation par diode Zener :

La diode régulatrice de tension (diode Zener) admet la caractéristique ci-contre. On l'insère dans le montage suivant.



On donne $R = 90 \Omega$, $R_u = 180 \Omega$, $U_z = 8,0$ V et $R_z = 3,0 \Omega$.



Montrer que l'association (E, R, R_u) peut être remplacée par un modèle de Thévenin dont on exprimera les caractéristiques (E_{Th}, R_{Th}) .

Tracer un graphe permettant de visualiser l'évolution du point de fonctionnement (U_{AB}, I_{AB}) lorsque la fém E varie de 0 à 30 V. Calculer la valeur E_0 de E à partir de laquelle i devient non nulle. Exprimer i lorsque $E > E_0$ en fonction des données. Calculer i et u pour $E = 25$ V.

$R : i = \frac{R_u E - U_z (R + R_u)}{R_u R_z + R R_z + R R_u}; u = \frac{\frac{E}{R} + \frac{U_z}{R_z}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_u} + \frac{1}{R_z}}$

10 Modélisation d'un dipôle, utilisation :

On a relevé la caractéristique d'un dipôle expérimentalement (diode Zener, dite régulatrice de tension), selon le tableau suivant :

u (V)	0	2,0	4,0	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2
i (mA)	0	0	0	5	53	101	152	200	248	305

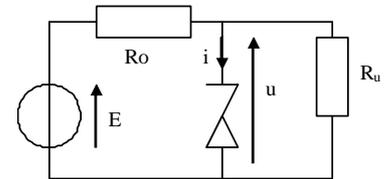
1. Tracer la caractéristique.

2. Distinguer deux domaines de fonctionnement. Par une régression linéaire, déterminer l'équation de la courbe $i = f(u)$ au-delà de $u = 6,0 \text{ V}$. En déduire $u = f^{-1}(i)$ et proposer un modèle de Thévenin de caractéristiques (U_Z, R_Z) pour le dipôle dans ce domaine de fonctionnement.

3. On associe à cette diode un générateur de fém $E = 12 \text{ V}$ et de résistance interne faible ($\approx 1,0 \Omega$). Le générateur est branché en série avec la diode et une résistance de protection $R_o = 40 \Omega$. Calculer la tension u et l'intensité i de fonctionnement obtenues dans ce cas.

4. Le générateur est branché en série sur la résistance R_o et sur un circuit d'utilisation assimilable à une résistance $R_u = 200 \Omega$. Que vaut la tension de fonctionnement u aux bornes de cette résistance R_u ?

5. On ajoute maintenant la résistance $R_u = 200 \Omega$ en sortie du montage du 3. Représenter le schéma équivalent du circuit (diode en fonctionnement sur la branche modélisée en 2.). Déterminer la nouvelle valeur pour u .



6. La fém du générateur varie de $\Delta E = 0,5 \text{ V}$. Evaluer la variation Δu obtenue pour u dans les circuits des questions 4 et 5. Conclusion ?

R : 1. $U_Z = 6,0 \text{ V}$; $R_Z = 4,0 \Omega$. 3. $i = \frac{E - U_Z}{R_o + R_u}$ 4. $u = R_u E / (R_u + R_o)$;

5. $u = \frac{R_Z E + R_o U_Z}{(R_o R_Z / R_u) + R_o + R_Z}$ 6. Différentier les expression de u avec E comme seule variable.

AN : $\Delta u (4) \approx 0,5 \text{ V}$ et $\Delta u (5) \approx 0,05 \text{ V}$. La diode régule la tension.

11. Association de générateur, optimisation :

On groupe n piles identiques (f.e.m. e , résistance interne r), de façon à avoir q piles par branche et p branches comme indiqué sur la figure ci-après. Cette association de générateurs alimente une résistance de charge R parcourue par un courant d'intensité I .

0) Question préliminaire : quelle relation existe-t'il entre le nombre de branches p , le nombre de piles par branche q et le nombre total de piles n ?

1) Déterminer les caractéristiques du générateur de Thévenin équivalent à l'association des n piles vue des bornes A et B, en fonction de p , q , r et e : f.e.m. équivalente E_{eq} et résistance équivalente R_{eq} .

2) a) En déduire la valeur de l'intensité du courant I traversant R en fonction de p , q , r , R et e , puis en fonction de p , n , r , R et e .

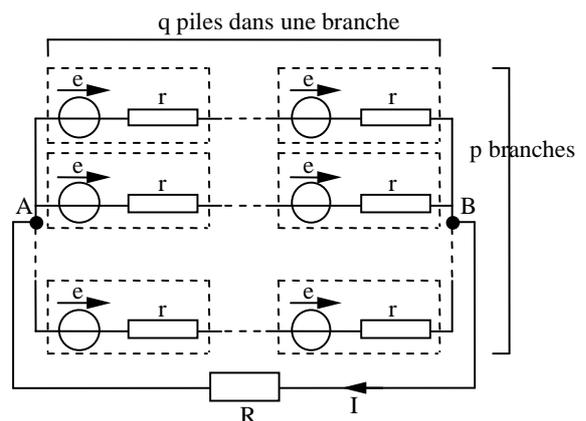
b) On cherche le groupement optimal des piles qui, pour une résistance R donnée, correspond à une puissance calorifique maximale dissipée dans R , donc à un courant I maximal lui aussi.

On donnera les valeurs correspondantes de p et q en fonction de n , r et R , ainsi que la valeur maximale de l'intensité du courant I_{max} en fonction de n , r , R et e .

A.N. : $n = 36$, $e = 2,0 \text{ V}$, $r = 2,0 \Omega$, $R = 4,5 \Omega$.

Calculer p , q et I_{max} .

c) Pour ce groupement optimal, comparer la résistance interne du générateur équivalent R_{eq} à R . On parle alors d'adaptation de résistance.



3) a) Exprimer la puissance maximale P_{max} dissipée dans la résistance chauffante R en fonction de n , r et e . b) Quel est le rendement en puissance η du dispositif utilisé, c'est-à-dire la rapport de la puissance dissipée P_{max} dans R sur la puissance fournie par les n piles ? Conclusion ?

R : $E_{eq} = q e$; $R_{eq} = \frac{qr}{p}$; $I = \frac{ne}{pR + \frac{n}{p}r}$; $p = \sqrt{\frac{nr}{R}}$; $q = \sqrt{\frac{nR}{r}}$; $R_{eq} = R$; $P_{max} = \frac{ne^2}{4r}$; $\eta = 50 \%$.