

## SURCHAUFFE ?

- Q1
1. Une résistance  $R$  est soumise à une tension  $U$ , on note  $I$  l'intensité du courant qui la traverse alors en convention récepteur. Déterminer l'expression de  $P$  la puissance reçue (puis dissipée par effet Joule) par la résistance en fonction de  $R$  et  $U$  uniquement.
  2. Un expérimentateur a câblé le montage dessiné figure 1 ci-dessous  
Au point commun des trois résistances apparaît un potentiel  $V$  défini par rapport à la masse.

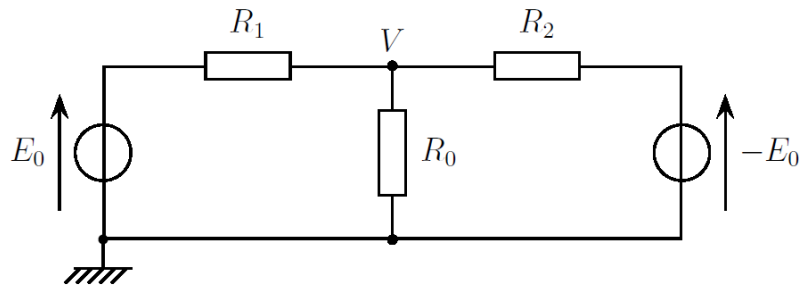


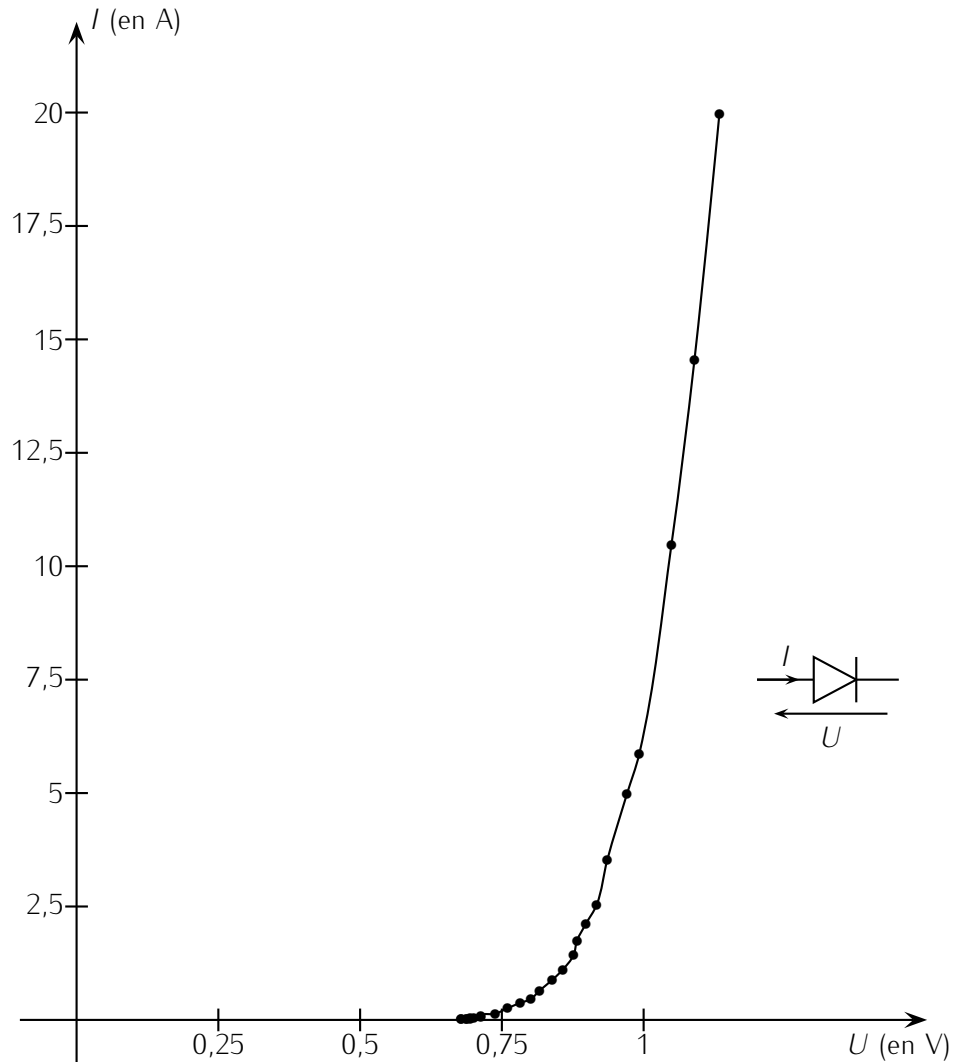
FIGURE 1 – Réseau électrique

- Q2 (a) Exprimer la tension aux bornes de chaque résistance en fonction de  $E_0$  et  $V$ .
- Q3 (b) Exprimer, en fonction de  $E_0$ ,  $V$ ,  $R_0$ ,  $R_1$  et  $R_2$  la puissance Joule dissipée par le réseau en entier.
- Q4 (c) Quelle relation le potentiel  $V$  devrait-il respecter pour que cette puissance soit minimale ?
- Q5 3. (a) En utilisant les relations constitutives des dipôles et la définition de la tension électrique, exprimer l'intensité du courant circulant dans chacune des trois branches en fonction de  $E_0$ ,  $V$ ,  $R_0$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
- Q6 (b) Appliquer la loi des nœuds.
- Q7 (c) En déduire le potentiel  $V$  en fonction des données de l'énoncé.
- Q8 4. Comparer les relations obtenues aux questions 2.(b) et 3. Commenter.
5. Les résistances,  $R_0 = 10 \Omega$ ,  $R_1 = 680 \Omega$  et  $R_2 = 56 \Omega$  sont choisies dans un lot standard ne pouvant supporter une dissipation supérieure au demi Watt.
- Q9 Sachant que  $E_0 = 15 \text{ V}$ , déterminer s'il existe un risque de surchauffe pour l'une des résistances.

On se propose maintenant d'illustrer la notion de résistance de protection pour un montage à diode.

- Q10 6. Tracer la caractéristique intensité-tension d'un générateur réel (modèle linéaire).
- Q11 7. Expliquer la notion de point de fonctionnement et la méthode pour la trouver graphiquement à partir des caractéristiques en prenant l'exemple d'un circuit contenant un générateur réel et un résistor.

La documentation pour la diode BY251 indique que le courant maximal que peut supporter la diode est :  $I_{max} = 3 \text{ A}$ . Elle donne aussi la caractéristique intensité tension suivante :



- Q12 8. Si l'on branche aux bornes de la diode un générateur idéal de tension de force électromotrice  $E = 1,1 \text{ V}$ , quel sera le courant parcourant la diode? Y-a-t-il un problème?
- Q13 9. Parmi les générateurs réels de force électromotrice  $E = 1,1 \text{ V}$  permettant de ne pas détruire la diode, tracer la caractéristique de celui qui a la plus petite résistance interne (vous devez utiliser le sujet pour faire la mesure, mais il faut reproduire qualitativement le schéma sur votre copie pour expliquer la démarche)?
- Q14 10. En déduire la valeur de la résistance à ajouter en série avec la diode pour la « protéger » d'un générateur de force électromotrice  $1,1 \text{ V}$  et de résistance interne nulle ou inconnue.
- Q15 11. Comment pensez vous que les points pour des intensités supérieures à  $3 \text{ A}$  ont été obtenus? (La caractéristique présente dans la documentation allait jusqu'à  $100 \text{ A}$ , mais aucune diode n'a été maltraitée lors de la conception de ce sujet)

### SURCHAUFFE ?

1. Par application de la loi d'Ohm, en convention récepteur,

Q16

$$U = RI \iff I = \frac{U}{R} \text{ et par définition de la puissance, } P = U.I = \frac{U^2}{R}$$

**Puissance reçue positive  $\Rightarrow$  effectivement reçue**

2. On peut représenter les potentiels et leurs différences (tensions) sur le montage :

**Pensez à utiliser le résultat de la question précédente**

(a) La puissance Joule dissipée par le réseau en entier est la somme des puissances dissipées par chaque résistor :

$$P = P_1 + P_2 + P_0 = \frac{U_1^2}{R_1} + \frac{U_0^2}{R_0} + \frac{U_2^2}{R_2}$$

et par lecture directe sur le montage,  $U_1 = E_0 - V$ ,  $U_0 = V - 0$  et  $U_2 = V - (-E_0) = V + E_0$  d'où l'expression

**Revoir la notion de tension = différence de potentiels si nécessaire**

$$P = \frac{(E_0 - V)^2}{R_1} + \frac{V^2}{R_0} + \frac{(E_0 + V)^2}{R_2}$$

Q17

(b) La fonction  $P(V)$  atteint un extremum (minimum ici, d'après l'énoncé) quand

**Calcul très classique de recherche d'un extremum**

$$\frac{dP}{dV} = 0 \Rightarrow \frac{-2(E_0 - V)}{R_1} + \frac{2V}{R_0} + \frac{2(E_0 + V)}{R_2} = 0 \Rightarrow V = \frac{\frac{E_0}{R_1} - \frac{E_0}{R_2}}{\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

Q18

3. (a) On a d'après les relations constitutives des dipôles :  $I_0 = \frac{V}{R_0}$  ;  $I_1 = \frac{E_0 - V}{R_0}$  ;  $I_2 = \frac{V + E_0}{R_0}$

(b) La loi des nœuds donne :

$$I_0 + I_1 + I_2 = 0$$

Q19

(c) On remplace les expressions des intensités :

$$\frac{0 - V + E_0}{R_1} + \frac{0 - V}{R_0} + \frac{0 - V - E_0}{R_2} = 0 \Rightarrow \frac{V - E_0}{R_1} + \frac{V}{R_0} + \frac{V + E_0}{R_2} = 0$$

Q20

4. Isolons  $V$  à partir de la loi des nœuds en termes de potentiels :

$$V = \frac{\frac{E_0}{R_1} - \frac{E_0}{R_2}}{\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

On obtient la même expression de  $V$ , cela signifie que le circuit atteint un état d'équilibre tel que la puissance dissipée soit minimale.

5. L'expression calculée au 4. nous permet de calculer  $V = \frac{E_0(R_0 R_2 - R_0 R_1)}{R_1 R_2 + R_0 R_2 + R_0 R_1} \simeq -2,06 \text{ V}$

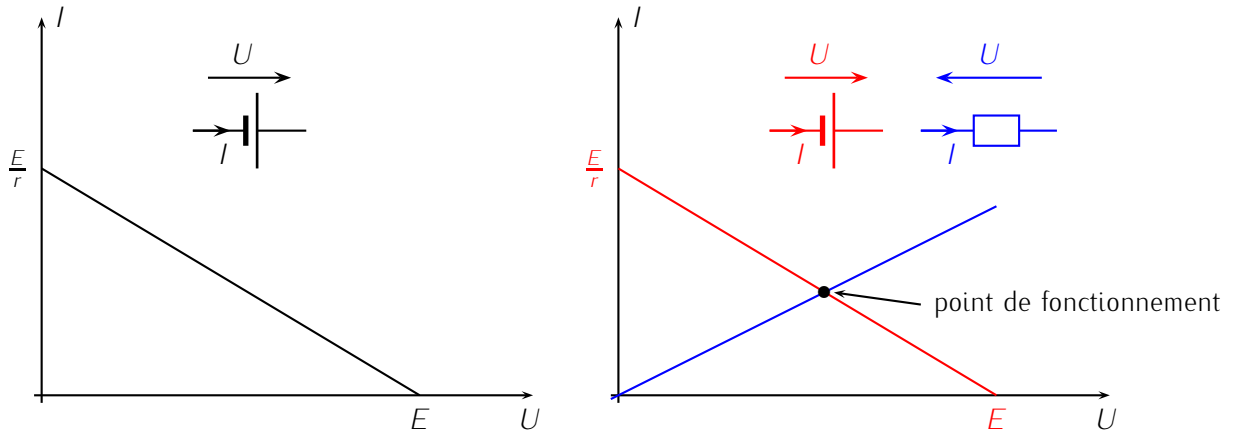
On en déduit ensuite successivement

- $P_1 = \frac{(E_0 - V)^2}{R_1} \simeq \frac{13^2}{680} \simeq 0,25 \text{ W} < P_{\max} = 0,5 \text{ W}$ , pas de risque pour le résistor  $R_1$ .

- $P_2 = \frac{(E_0+V)^2}{R_2} \simeq \frac{17^2}{56} \simeq 5,2 \text{ W} \gg P_{\max}$ , le résistor  $R_2$  va griller!
- $P_0 = \frac{V^2}{R_0} \simeq \frac{2^2}{10} \simeq 0,4 \text{ W} < P_{\max}$ , pas de risque pour le résistor  $R_0$

Q21

6. Le modèle linéaire pour un générateur réel est une droite de pente  $-1/r$  :  $U = E - rI \Rightarrow I = \frac{E-U}{r}$  Il ne faut pas oublier d'indiquer le schéma électrique correspondant pour montrer la convention utilisée

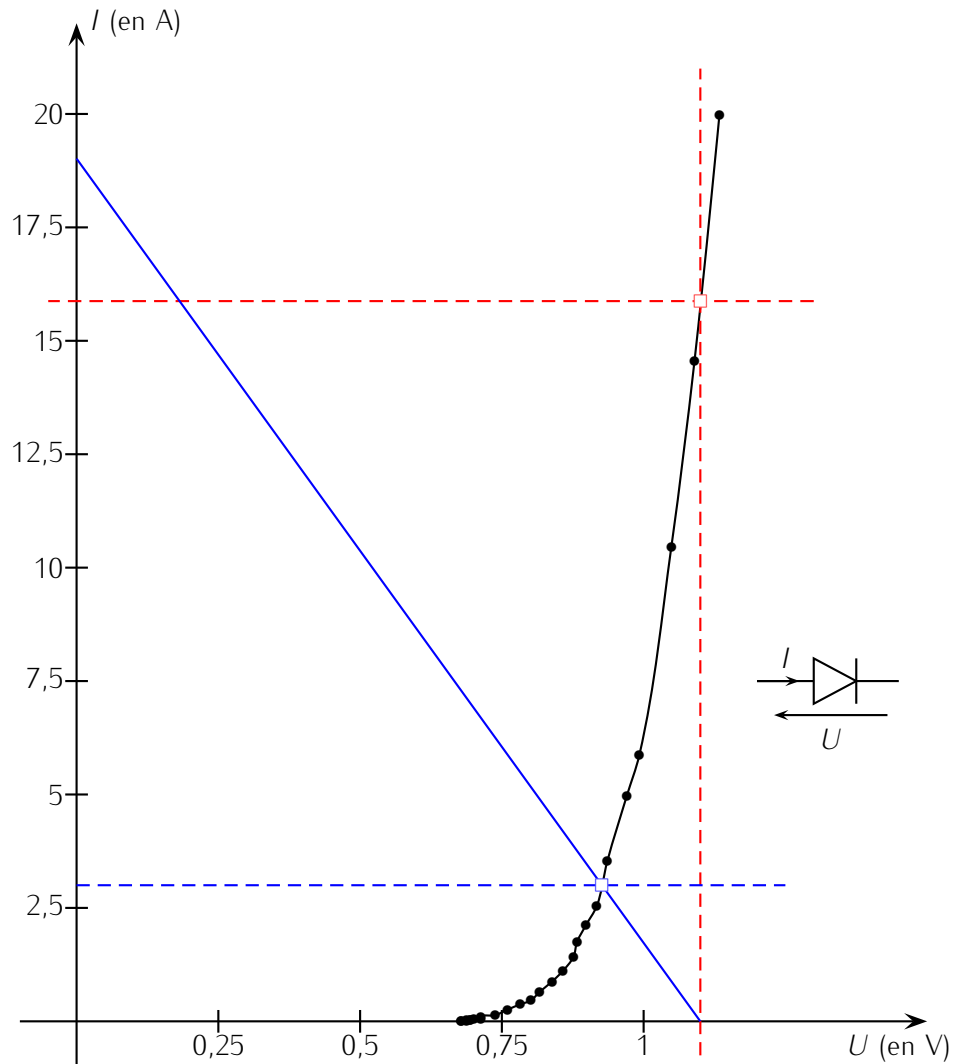


7. Un point de fonctionnement d'un circuit dans le cas de deux dipôles branché l'un sur l'autre est un couple  $(I, U)$  de valeurs possibles pour l'intensité et la tension compte tenu des dipôles branchés. Si l'on dispose de deux dipôles de relation constitutives  $i = f(u)$  (convention générateur) et  $i = g(u)$  (convention récepteur), alors l'intensité à travers les dipôles et la tension à leurs bornes sont les mêmes et les points de fonctionnements sont les couples  $(I, U)$  solution du système d'équation

$$\begin{cases} I = f(U) \\ I = g(U) \end{cases}$$

Q22

Graphiquement, cela revient à regarder l'intersection entre les caractéristiques des deux dipôles (cf ci-dessus à droite).



- Q23 8. On lit graphiquement (pointillés ci-dessus)  $I = 15,9\text{ A}$  pour  $U = 1,1\text{ V}$
9. On cherche le point de la courbe d'ordonnée  $3\text{ A}$ ; il a pour abscisse  $U = 0,93\text{ V}$ . Il faut que la caractéristique du générateur coupe celle de la diode en dessous de ce point. Dans le pire des cas, en ce point. Cela donne la droite tracée ci-dessus qui coupe l'axe des ordonnées entre  $17,5$  et  $20\text{ A}$  (difficile à tracer avec précision, en  $I = 19\text{ A}$  selon moi).
- Q24 10. La résistance interne correspondante est l'inverse de la pente de la courbe :  $r = E/I(0) = 1,1/19 = 0,06\ \Omega$ , ce qui est très faible car on a pris un générateur dont la force électromotrice est assez faible. Dans la pratique, on met généralement une résistance plus grande (quelques  $\Omega$ ) pour protéger une diode.
- Q25 11. Puisque la diode ne peut pas supporter un tel courant en continu, la caractéristique n'a PAS été tracée en continu, mais en utilisant de brèves impulsions (créneau valant zéro 98% du temps et seulement 2% du temps une valeur supérieure à 23). On fait donc l'hypothèse que la caractéristique statique et dynamique sont les mêmes (ce qui peut-être vérifié pour les points accessibles en régime continu).
- Q26