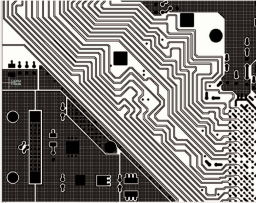


TD2 : Circuits électrique dans l'ARQS

Exercice 1 : L'ARQS

Une carte mère d'ordinateur moderne mesure une vingtaine de centimètres et fonctionne à des fréquences de l'ordre de  $f \simeq 3 \text{ GHz}$ .



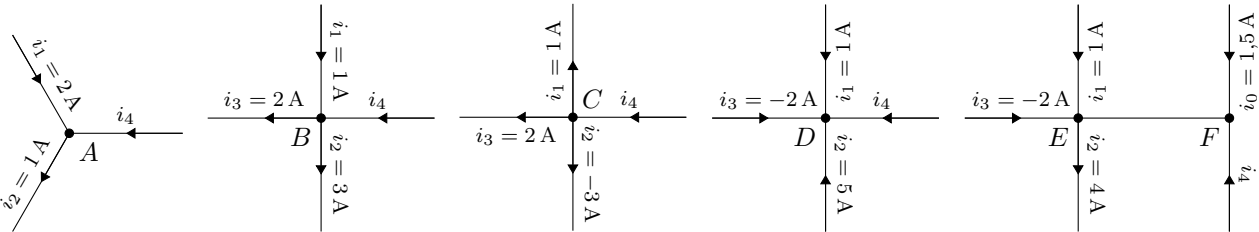
- 1. Rappelez les conditions d'application de l'ARQS.
- 2. Peut-on appliquer l'ARQS aux signaux électriques qui circulent dans les pistes d'une carte mère d'ordinateur ?
- 3. La figure ci-contre représente l'allure des pistes conductrices (traces noires) qui transportent les signaux électriques dans la carte mère. Comment expliquer le tracé apparemment étrange de ces pistes ?

Exercice 2 : VITESSE DES ÉLECTRONS

Une intensité de 1 A circule dans un fil en cuivre de section  $1 \text{ mm}^2$  dans lequel la densité d'électrons libre est  $n \simeq 10^{29} \text{ m}^{-3}$ . Calculer la vitesse moyenne des électrons. (Charge d'un électron :  $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

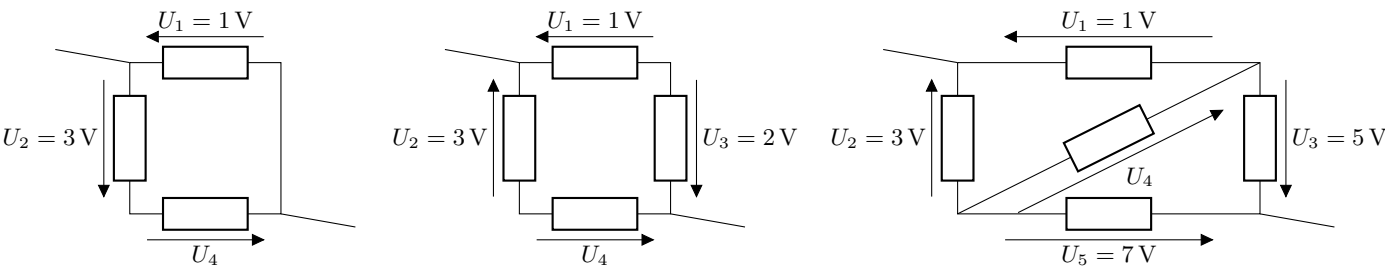
Exercice 3 : LOI DES NOEUDS

Déterminer la valeur de  $i_4$  dans tous les cas ci-dessous.



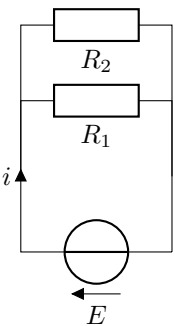
Exercice 4 : LOI DES MAILLES

Calculer la valeur de  $U_4$  dans tous les cas suivants

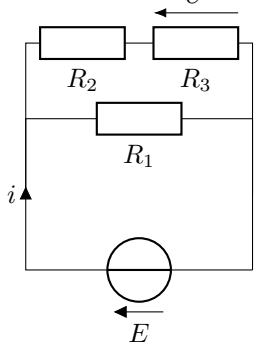


Exercice 5 : ÉTUDE DE QUELQUES CIRCUITS

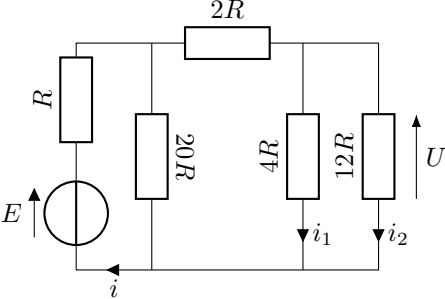
Circuit 1 :



Circuit 2 :



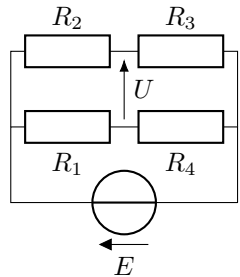
Circuit 3 :



Attention, les réponses aux questions suivantes devront être correctement justifiées.

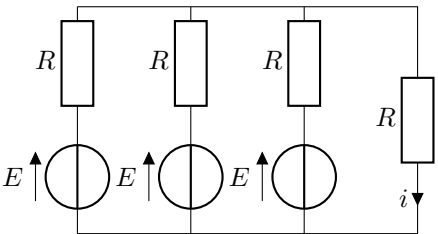
- 1. Circuit 1 : Exprimer  $i$  en fonction de  $E$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
- 2. Circuit 2 : Exprimer  $i$  et  $U$  en fonction de  $E$  et des  $R_k$ .
- 3. Circuit 3 : Exprimer  $U$ ,  $i$ ,  $i_1$  et  $i_2$  en fonction de  $E$  et  $R$ .

Exercice 6 : PONT DE WHEATSTONE



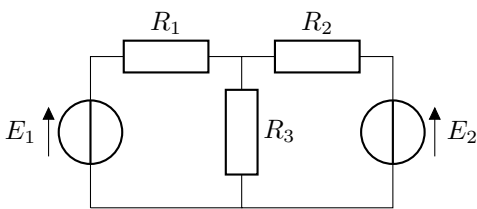
Le circuit ci-contre est un pont de Wheatstone, on l'utilise pour mesurer très précisément une résistance. Exprimer  $U$  en fonction de  $E$ , et des résistances  $R_k$ . En déduire la condition pour que le pont soit équilibré, c'est à dire  $U = 0 \text{ V}$ .

Exercice 7 : DÉTERMINATION D'UNE INTENSITÉ



Dans le circuit ci-contre, déterminer  $i$  en fonction de  $E$  et  $R$ .

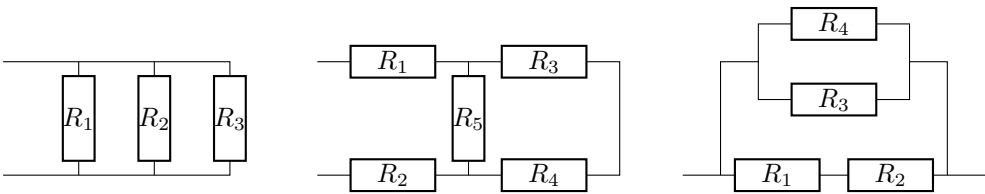
Exercice 8 : LOIS DE KIRCHHOFF



- 1. Flécher les intensités et les tensions dans le circuit pour que les résistances soient en convention récepteur et les générateur de tension en convention générateur.
- 2. En appliquant les lois de Kirchhoff, calculer l'intensité qui traverse la résistance  $R_3$ .
- 3. En déduire la tension aux bornes de  $R_3$ .

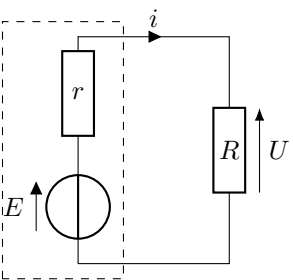
Exercice 9 : RÉSISTANCES ÉQUIVALENTES

Trouver les résistances équivalentes aux dipôles suivants :



Exercice 10 : BILAN DE PUISSANCE

Le circuit ci-dessous représente un générateur réel de f.e.m.  $E$  et de résistance interne  $r$  dans un modèle linéaire qui alimente un dipôle qui se comporte comme une résistance  $R$ .



- 1. Exprimer l'intensité  $i$  en fonction de  $E$ ,  $r$  et  $R$ .
- 2. Exprimer la puissance électrique consommée par le dipôle  $R$  en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $r$ .
- 3. Exprimer la puissance électrique fournie par le générateur en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $r$ .
- 4. En déduire le rendement du circuit en fonction de  $r$  et  $R$ .
- 5. Exprimer la tension  $U$  aux bornes du dipôle  $R$  en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $r$ .
- 6. Quels sont les avantages d'un générateur à faible résistance interne ?

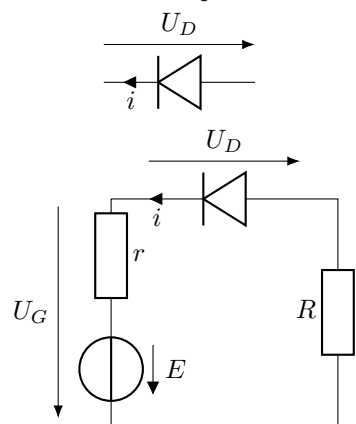
**Exercice 11 : TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ**

On modélise une centrale électrique par un générateur de tension idéal  $E$ , les câbles sont modélisés par une résistance  $r$  parcourue par un courant  $i$ . L'utilisateur final est modélisé par un dipôle électrique qui reçoit une puissance  $P$  à une tension  $U$

1. Faire un schéma représentant l'ensemble des éléments du transport de l'électricité.
2. Exprimer la tension  $E$  fournie par le générateur en fonction de  $U$ ,  $r$  et  $i$ .
3. Exprimer la puissance électrique dissipée dans les câbles électriques. Comment d'appelle le phénomène responsable de cette dissipation ? Sous quelle forme cette énergie est-elle transformée ?
4. Exprimer la puissance totale fournie par le générateur en fonction de  $E$  et  $i$ .
5. Écrire le rendement  $\gamma$  du système en fonction de  $U$ ,  $r$  et  $P$ .
6. Expliquer pourquoi on utilise des lignes haute tension de 400 kV pour transporter le courant électrique alors que la majorité des appareils électriques fonctionnent à 230 V.
7. Quels sont les facteurs qui limitent la tension maximale utilisable pour transporter l'électricité ?

**Exercice 12 : CARACTÉRISTIQUES D'UNE DIODE**

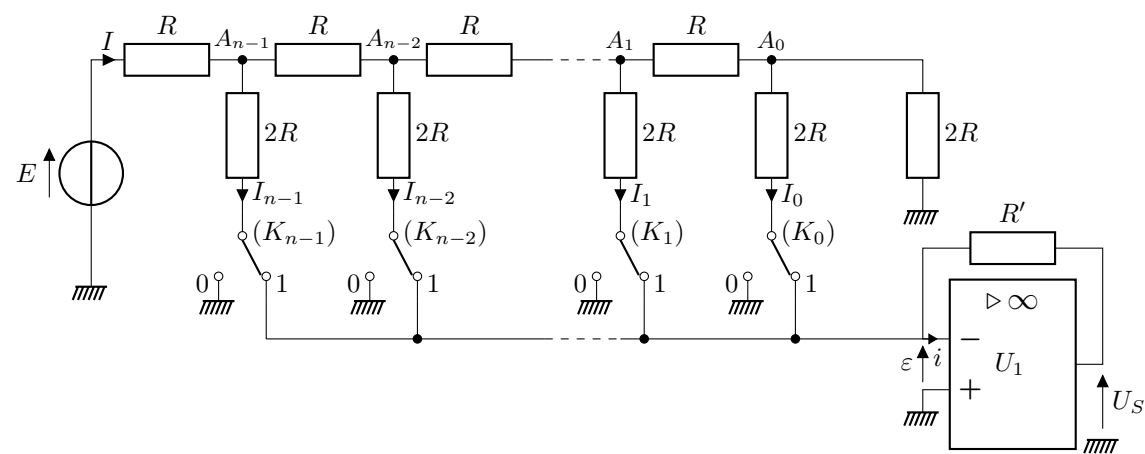
Une diode est une jonction de deux semi-conducteurs dopés  $n$  et  $p$ . L'intensité du courant  $i$  qui la traverse et la tension  $U_D$  à ses bornes sont représentés sur la figure ci-contre.



- Si  $U_D < V_s$   $i = 0$  (La diode est bloquante)
  - Si  $U_D > V_s$   $i = (U_D - V_s)/\gamma$  (La diode est passante)
- Avec  $V_s = 0,6$  V. Le domaine d'utilisation normale de la diode est  $U_D > U_{\min} = -3$  V et  $i < i_{\max} = 10$  mA.
1. Montrer que selon les valeurs de la tension  $U_D$ , la diode est équivalente à un interrupteur ouvert, ou à un résistor en série avec un générateur idéal de tension. Quelle est l'unité de  $\gamma$  ?
  2. Tracer la caractéristique  $i = f(u)$  de la diode.
  3. Dans le circuit ci-contre exprimer  $i$ ,  $U_D$  et  $U_G$  en fonction de  $E$ ,  $r$ ,  $R$   $\gamma$  et  $V_s$  lorsque la diode est passante.
  4. Calculer la valeur minimale  $E_{\min}$  en deçà de laquelle la diode est bloquante. Exprimer alors la relation entre  $U_D$  et  $U_G$ .

**Exercice 13 : CONVERTISSEUR NUMÉRIQUE-ANALOGIQUE**

On s'intéresse au convertisseur numérique-analogique (CNA) représenté sur la figure ci-dessous.



Ce circuit est utilisé pour produire en sortie une tension proportionnelle à un nombre binaire fourni en entrée. Le nombre à convertir est noté  $N = (b_{n-1}b_{n-2}...b_1b_0)$  où les chiffres (bits)  $b_i$  qui le composent ne peuvent prendre que les valeurs 0 ou 1. La valeur de chaque bit détermine la position du commutateur  $K_i$  correspondant. Si  $b_i = 0$  alors  $K_i$  est en position 0 et si  $b_i = 1$  alors  $K_i$  est en position 1.

Le circuit  $U_1$  est un amplificateur opérationnel qui fonctionne en régime linéaire. On peut résumer son comportement par les propriétés suivantes :

- Le courant d'entrée est nul :  $i = 0$  ;
  - La tension entre les deux bornes d'entrée est nulle :  $\varepsilon = 0$ .
1. Expliquer pourquoi l'intensité  $I_j$  qui traverse le commutateur  $K_j$  ne dépend pas de la position du commutateur.
  2. Exprimer  $I$  en fonction de  $E$  et  $R$ .

3. Donner l'expression de  $I_{n-1}$  en fonction de  $I$ , puis celle de  $I_{n-2}$  en fonction de  $I$ . En déduire l'expression de  $I_j$  en fonction de  $E$ ,  $R$  et  $j$ .
4. Déterminer en fonction de  $E$ ,  $R$ ,  $R'$  et des  $b_j$ , la tension  $U_S$  délivrée par le CNA.
5. On appelle quantum  $\delta U_S$  la plus petite variation en valeur absolue de la tension  $U_S$  lorsqu'on passe d'une information traduite par  $N$  à une autre information traduite par  $N'$ . Établir l'expression du quantum de ce CNA. Calculer  $E$  pour que  $\delta U_S = 10$  mV, avec  $R = 10$  k $\Omega$ ,  $R' = 2$  k $\Omega$  et  $n = 7$ .
6. La source de tension  $E$  ayant la valeur calculée dans la question précédente, déterminer la valeur de  $U_S$  lorsque  $N = (10010010)$ .

**Exercice 14 : UN PETIT PROBLÈME**

La vieille voiture de Bob est bloquée par une tempête de neige, il doit appeler les secours faute de quoi il risque de mourir de froid. Sauf que son téléphone est déchargé et il n'a pas de chargeur adapté à sa voiture. En dernier recours, il récupère les éléments suivants de sa voiture :

- Une batterie qui fournit une tension constante de 12 V ;
- du fil électrique ;
- des ampoules 12 V de puissances 50 W, 20 W et 2 W ;

Il sait aussi que la tension de sa batterie déchargée est de l'ordre de 3,5 V et que pour la recharger sans la détruire, il faut lui fournir une intensité inférieure à 2 A. Comment peut-il se sortir de ce mauvais pas ?

**Exercice 15 : COMPARAISON DE RÉSISTANCES**

La résistivité de l'aluminium est le double de celle du cuivre et sa densité est le tiers de celle du cuivre. Le rapport de la résistance d'un fil d'aluminium à celle d'un fil de cuivre de même longueur et de même masse par unité de longueur vaut  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{2}$ , 2 ou 6 ?