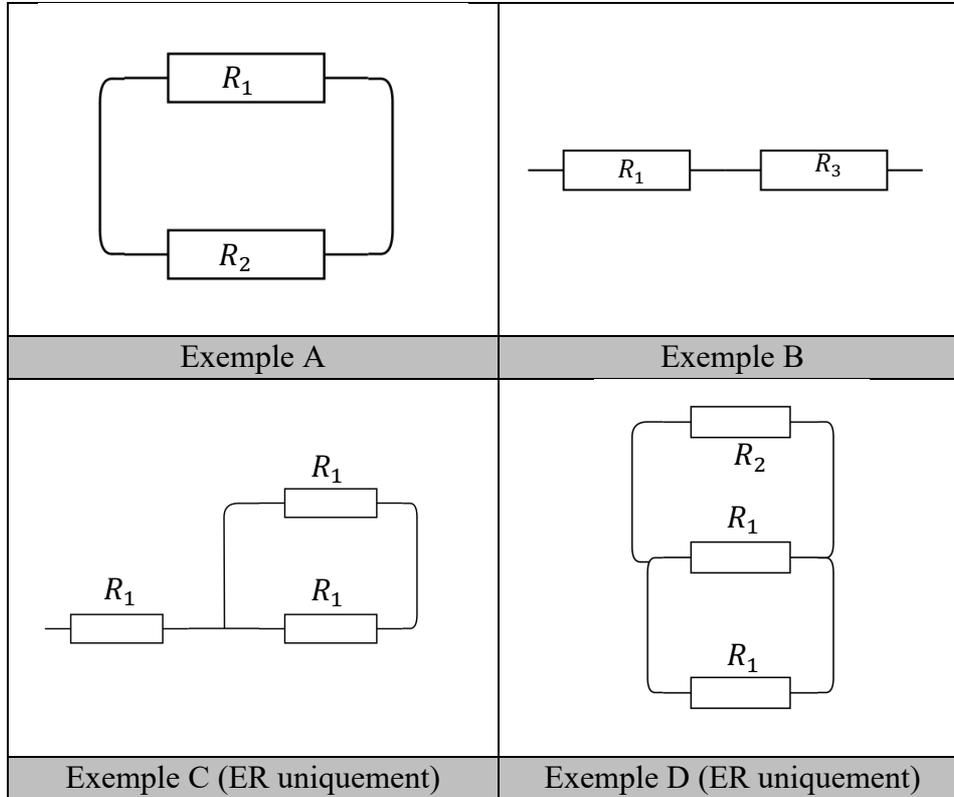
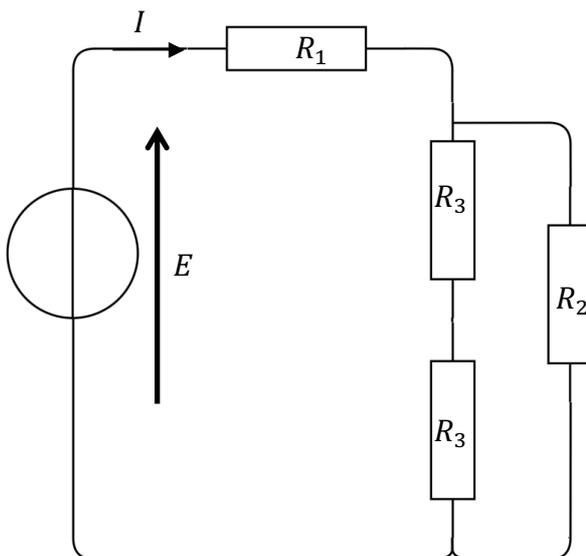


Chapitre 02 – Systèmes électriques en régime continu

Travaux dirigés

Exercice 01 : résistances équivalentes

Pour tous les exemples suivants, déterminer la valeur de la résistance équivalente (de l'ensemble des résistances présentes dans l'exemple). On donne $R_1 = 10,0 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 22,0 \text{ k}\Omega$ et $R_3 = 4,70 \text{ k}\Omega$

Exercice 02 : lois de Kirchhoff et loi d'Ohm

On étudie le système électrique ci-contre. On donne les valeurs suivantes :

$$E = 90,5 \text{ V et } I = 2,53 \text{ mA}$$

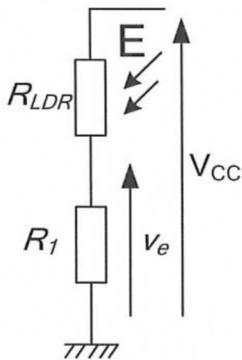
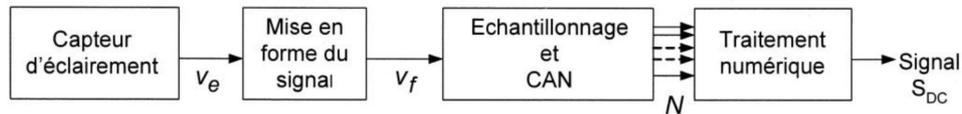
$$R_1 = 22,12 \text{ k}\Omega$$

1. Flécher la tension U_1 aux bornes de R_1 , en respectant la convention récepteur.
 2. Déterminer la valeur (en écriture scientifique) de la tension U_1 , en volt.
 3. En déduire la valeur de la tension U_2 (en écriture scientifique et en volt) aux bornes de R_2 , en respectant la convention récepteur.
- On donne $R_2 = 30,51 \text{ k}\Omega$.
4. En déduire la valeur de l'intensité I_2 traversant R_2 (en écriture scientifique).
 5. En déduire la valeur de la résistance R_3 (en $\text{k}\Omega$ et en écriture scientifique).

Exercice 03 : carte de contrôle de luminosité (inspiré du sujet SNIR 2016)

Un « smartphone » est doté d'une carte de contrôle de luminosité (permettant par la suite d'ajuster la luminosité de son écran). Sur la carte « contrôle de luminosité », le technicien doit faire un bilan de la structure pour traiter le signal et éventuellement en proposer une autre.

Cette carte est équipée d'un capteur d'éclairement à photorésistance, de résistance R_{LDR} , d'un circuit de mise en forme, d'un convertisseur analogique numérique (CAN) et d'un microcontrôleur pour le traitement numérique.



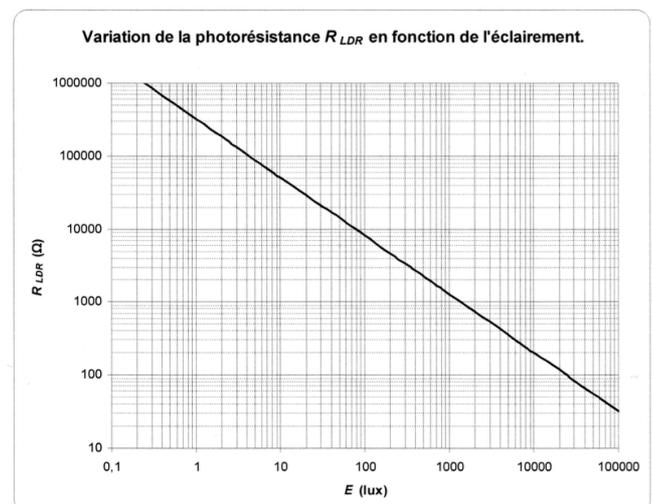
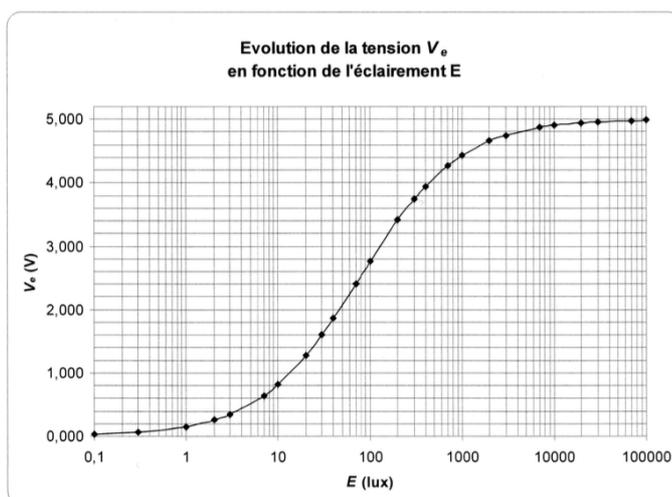
Soumis à un éclairement E , le circuit de la figure 1 fournit une tension v_e , qui varie avec l'éclairement. Le capteur, une photorésistance (dont la résistance R_{LDR} varie en fonction de l'éclairement E) est placée en série avec une résistance R_1 .

Le technicien souhaite déterminer la valeur de la résistance R_1 dans le cas où celle-ci doit-être changée.

1. Déterminer l'expression littérale du signal v_e en fonction de V_{CC} , R_{LDR} et R_1 .
2. En déduire l'expression littérale de R_1 en fonction de v_e , V_{CC} et R_{LDR}

Figure 1

3. A l'aide de la documentation SP4 (ci-après), déterminer graphiquement la valeur de la tension v_e et une valeur approchée de la résistance R_{LDR} pour un éclairement $E = 30 \text{ lux}$.
4. Déterminer la valeur de R_1 pour une tension d'alimentation $V_{CC} = 5,0 \text{ V}$ et pour un éclairement $E = 30 \text{ lux}$.



Documentation SP4

Exercice 04 :

Un smartphone communique à distance, en utilisant les rayonnements électromagnétiques (dans la gamme de fréquence « Bluetooth », « Wi-Fi », « 4G/5G »). Dans un premier temps, on suppose que le smartphone est constitué (entre autres) de multiples interfaces réseaux sans fil, responsables de 100% de la consommation d'énergie du système. Toutes ces interfaces réseaux sont considérées ici en mode actif, sans aucun transfert de données, tout en étant connecté à un autre système.

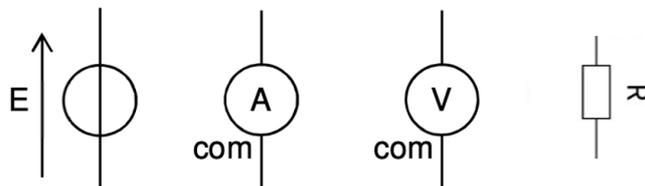
Interface réseau	Puissance électrique consommée
Bluetooth	70,0 mW
Wi-Fi	400 mW
4G	900 mW

L'ensemble des interfaces réseaux est modélisée par une unique résistance, notée R .

Ces interfaces réseaux sont alimentées par une batterie (supposée idéale) dont la capacité électrique est $C = 4352 \text{ mA} \cdot \text{h}$, délivrant une tension d'alimentation $E = 4,35 \text{ V}$.

On suppose que l'intensité, notée I , délivrée par la batterie est constante durant tout son temps de fonctionnement.

- Déterminer (en notation scientifique) le nombre d'électrons, noté N , qu'est capable de délivrer cette batterie, sachant que la charge électrique d'un électron est $q_{\text{electron}} = -1,60 \times 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{s}$.
- Proposer sur votre copie, un schéma électrique du montage permettant de mesurer l'intensité I traversant l'ensemble des interfaces réseaux, de mesurer la tension U aux bornes de cet ensemble, sachant que l'on utilise la convention récepteur pour l'ensemble. Vous utiliserez les symboles donnés ci-dessous :

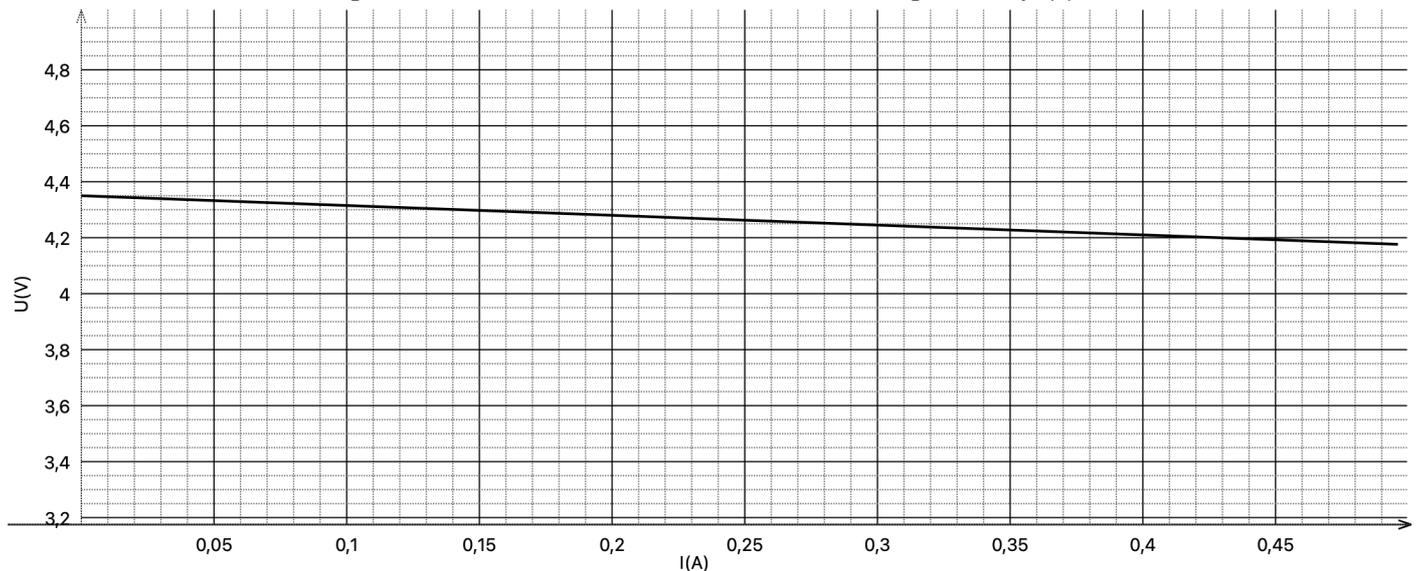


- Déterminer la valeur de l'intensité électrique, notée I (en mA et en notation scientifique), que délivre cette batterie.
- Déterminer la valeur de la résistance électrique R (en Ω et en notation scientifique),
- En déduire la valeur de l'autonomie de cette batterie, en heure et minutes, lorsqu'elle alimente les interfaces réseaux (sans aucun transfert de données, et en étant connectées).

En réalité, seulement 57% de la puissance électrique consommée sont dédiés aux interfaces réseaux du smartphone.

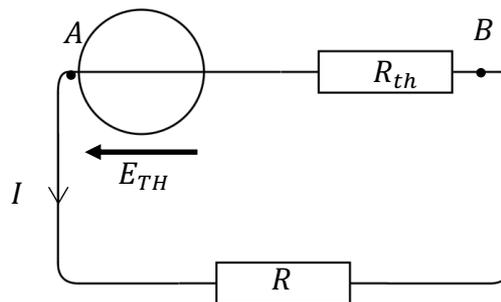
- En déduire la valeur « réelle » de l'autonomie de cette batterie, en heure et minutes, lorsqu'elle alimente l'ensemble des composants (dont la tension d'alimentation est toujours $E = 4,35 \text{ V}$)

La batterie n'est en réalité pas idéale : un étudiant trace sa caractéristique $U = f(I)$



7. A l'aide d'une étude graphique, déterminer la valeur de la résistance interne R_{th} de cette batterie, ainsi que la valeur de la tension à vide, notée E_{th} .
8. En déduire l'expression numérique de l'équation de cette droite, $U = f(I)$.

On donne ci-dessous, un schéma électrique du montage illustrant la connexion de la batterie réelle (entre les points A et B) aux interfaces réseaux, modélisées par la résistance R .



9. Sur le schéma électrique, flécher la tension électrique, notée U , afin que la résistance R soit en convention récepteur.
10. Donner la formule littérale exprimant la tension U (aux bornes de la résistance R) en fonction de la tension aux bornes du générateur idéal E_{th} , de la résistance R_{th} et de la résistance R .
11. En déduire la valeur de la tension U (en V et en notation scientifique).
12. Les interfaces réseaux nécessitant toujours une puissance électrique $P = 1,370 W$, en déduire la nouvelle valeur de l'intensité I (en mA et en notation scientifique), que doit délivrer cette batterie « réelle ».
13. En déduire la nouvelle valeur « réelle » de l'autonomie de cette batterie, en heure et minutes, lorsqu'elle alimente l'ensemble des interfaces réseaux.
14. Après plusieurs cycles de charge/décharge, la résistance interne R_{th} de la batterie augmente : cela entraîne-t-il l'augmentation ou la diminution de la tension U délivrée par cette batterie ? Décrire rigoureusement les autres effets de l'augmentation de la résistance interne de la batterie. On justifiera chaque élément de réponse.

Exercice 05 : « Monsieur, je peux charger mon téléphone ? »

Le smartphone « moyen » possède une batterie (supposée idéale) dont la capacité électrique est $C = 4500 \text{ mA.h}$. La batterie nécessite une tension d'alimentation $E = 4,35 \text{ V}$ pour se recharger.

Le lycée Branly accueille 1500 apprenants et possède un contrat indiquant le tarif suivant : $370\text{€}/\text{MWh}$

Déterminer le coût d'une recharge quotidienne de la batterie de tous les apprenants sur 30 semaines, pour le lycée.

Exercice 06 : concentration de dihydrogène dans l'air (SNEC 2021)

Le seuil de dégazage anormal des batteries est fixé à 0,4 % de dihydrogène dans l'air. Des concentrations exprimées en % sont peu maniables lorsqu'elles sont faibles. Il est alors plus pratique de changer d'échelle.

L'échelle utilisée est *ppm* (parties par million) : 1 % correspond à 10 000 *ppm* (parties par million).

1. Exprimer en *ppm*, le seuil de dégazage anormal des batteries, noté S_H .

Un capteur de gaz (dihydrogène dans l'air) est constitué d'une couche sensible fabriquée à l'aide d'un oxyde métallique semi-conducteur. La résistance R_S de cette couche varie en présence d'un gaz.

La figure 1 montre le circuit de base utilisé pour mettre en œuvre le capteur.

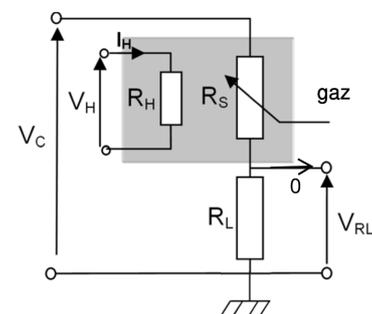


Figure 1

R_S : résistance de la couche sensible, dépend de l'environnement gazeux.

R_H : résistance de chauffage.

R_L : résistance de mesure.

$V_C = 5 \text{ V}$: tension de polarisation de la couche sensible.

$V_H = 5 \text{ V}$: tension de chauffage à température ambiante de 20 °C .

Afin d'obtenir une détection optimale, la couche sensible du capteur doit être chauffée. En mode isotherme (température constante), le courant consommé en fonction du temps est représenté figure 2.

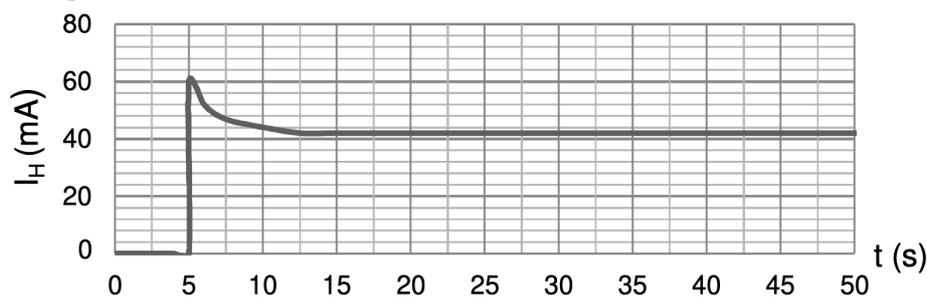
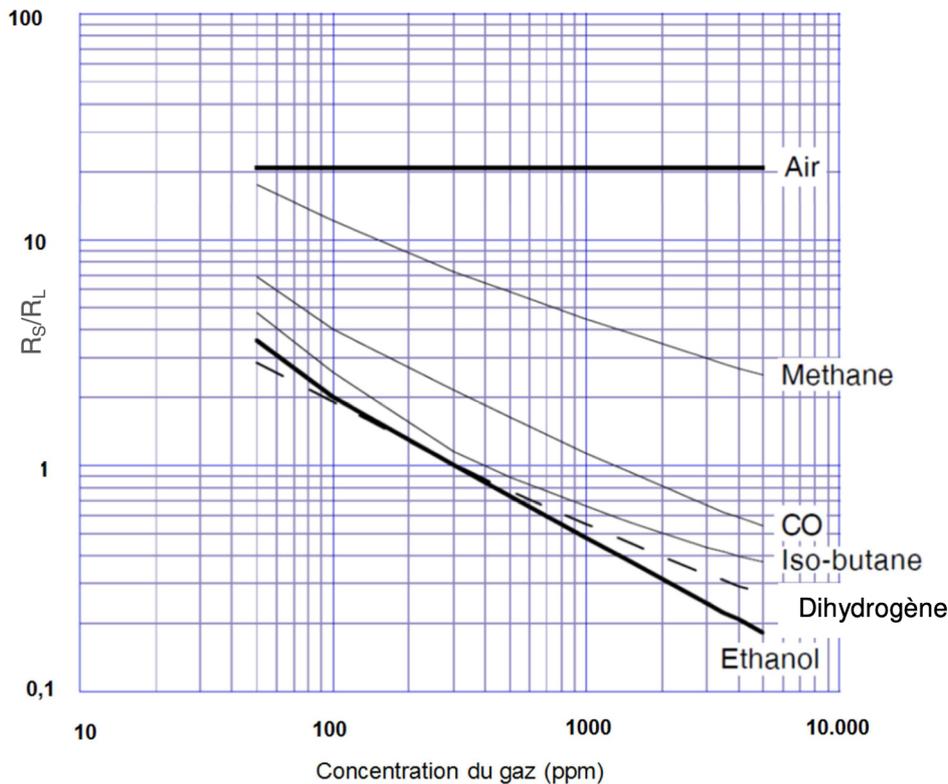


Figure 2

- Relever la valeur de l'intensité I_H du courant de chauffage en régime permanent.
- La résistance R_H est-elle en convention générateur ou récepteur ?
- Calculer la valeur de la puissance P_H reçue par la résistance R_H (en W et en notation scientifique).
- Calculer la valeur de l'énergie thermique dissipée par cette résistance R_H pendant une durée $\Delta t = 10 \text{ min}$.
- Calculer la valeur de la résistance R_H (en Ω et en notation scientifique).
- Donner l'expression littérale liant la tension V_{RL} en fonction de R_L , R_S et V_C .

Sur le graphe ci-dessous, est représentée la variation de $\frac{R_S}{R_L}$ du capteur en fonction de différentes concentrations de gaz (exprimées en ppm)



8. Déterminer à partir du graphe ci-dessus, la valeur du rapport $\frac{R_S}{R_L}$ pour la concentration « seuil » de dihydrogène de 4 000 ppm.
9. Calculer la valeur de la tension de seuil correspondante, notée V_{RL_seuil} .

Exercice 07 : Autonomie de la flamme d'un avion (SNIR 2019)

Des flammes aéronautiques sont utilisées pour localiser les avions sur le parking de l'aéroport. L'énergie nécessaire aux composants de la flamme est fournie par deux piles. Celles-ci doivent assurer leur fonctionnement pendant deux ans.

Pendant dix minutes, les composants, microcontrôleur et capteurs, sont en mode économique. Ils passent en mode actif une seule fois pendant cette période pour transmettre un message par le réseau Sigfox.

1. Calculer les puissances manquantes du tableau ci-dessous :

Composant	Temps de fonctionnement sur 10 min	Consommation en courant	Puissance consommée (Alimentation 3V)	Energie en J
Microcontrôleur SAMD21	Mode actif : 22 s	3,5 mA	10,5 mW	0,23
	Mode économique : 9 min 38 s	50 μ A	0,15 mW	$8,7 \cdot 10^{-2}$
Modem Sigfox ATA8520	Mode actif 6s	32,7 mA	98,1 mW	0,6
	Mode économique : 9 min 54 s	5 nA		$8,91 \cdot 10^{-6}$
Module GPS FGPMOPA6H	Mode actif : 5s Démarrage avec aide à la localisation (EASY Mode) :	25 mA	75 mW	0,375
	Transmission : 256 ms	20 mA	60 mW	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Capteur d'humidité HYT221	Mode actif : 10 s	22 μ A		$6,6 \cdot 10^{-4}$
	Mode économique : 9 min 40 s	< 1 μ A	< 3 μ A	< $2 \cdot 10^{-3}$

- Montrer que l'énergie totale E_1 consommée, pendant 10 minutes, par tous les composants de la flamme vaut environ $1,3 J$ pour la transmission d'un message.
- Calculer l'énergie E_2 consommée par la flamme pendant un jour, sachant que le nombre maximum de messages transmis par le réseau Sigfox est de 140 *par jour*.

Les dispositifs de la flamme sont alimentés par deux piles LR20FSB2 branchées en série. La fiche technique indique une tension aux bornes de $1,5 V$ et une capacité de $64800 A \cdot s$

L'énergie fournie par une pile E_{pile} est le produit entre la tension aux bornes de la pile, exprimée en V , et sa capacité en $A \cdot s$

- Calculer le nombre de jours de fonctionnement de la flamme. Les exigences sur l'autonomie sont-elles respectées ?

Exercice 08 :

Un smartphone est équipé des composants suivants :

- Un écran : puissance de 2,5 W, utilisé en moyenne 4 heures par jour.
- Un processeur : puissance de 1,2 W, utilisé en moyenne 2 heures par jour pour des applications intensives.
- Une carte réseau Wi-Fi : puissance de 0,8 W, utilisé en moyenne 5 heures par jour.
- Un haut-parleur : puissance de 0,5 W, utilisé en moyenne 1 heure par jour.

La batterie du smartphone a une capacité de 4000 mAh et délivre une tension de 3,7 V.

1. Calculer la durée d'utilisation totale possible du smartphone (en heures) en supposant que tous les composants sont utilisés avec les durées moyennes indiquées.

Le cahier des charges indique le smartphone doit pouvoir être utilisé pendant plus de 20h avant d'être déchargé.

2. Le système étudié valide-t-il le cahier des charges ?