

Devoir maison en dipole RC pour 2BACSMF

Condensateur et éclairage d'un train miniature

Le **modélisme ferroviaire** est une activité qui passionne petits et grands .

Ce loisir repose sur la reproduction la plus fidèle possible de l'activité ferroviaire à échelle réduite, le plus couramment à l'échelle 1/87.

L'alimentation des **trains miniatures** se fait traditionnellement par les rails en 12V continu .

Moteurs des locomotives, éclairages des matériels roulants ou fixes, signalisations, aiguillages..., autant d'éléments qui demandent à l'amateur une bonne connaissance de l'électricité et beaucoup d'ingéniosité .

L'objectif de cet exercice est d'étudier un dispositif qui permet aux feux arrière de rester allumés **lors des coupures** d'alimentation au cours des soubresauts du train sur la voie.

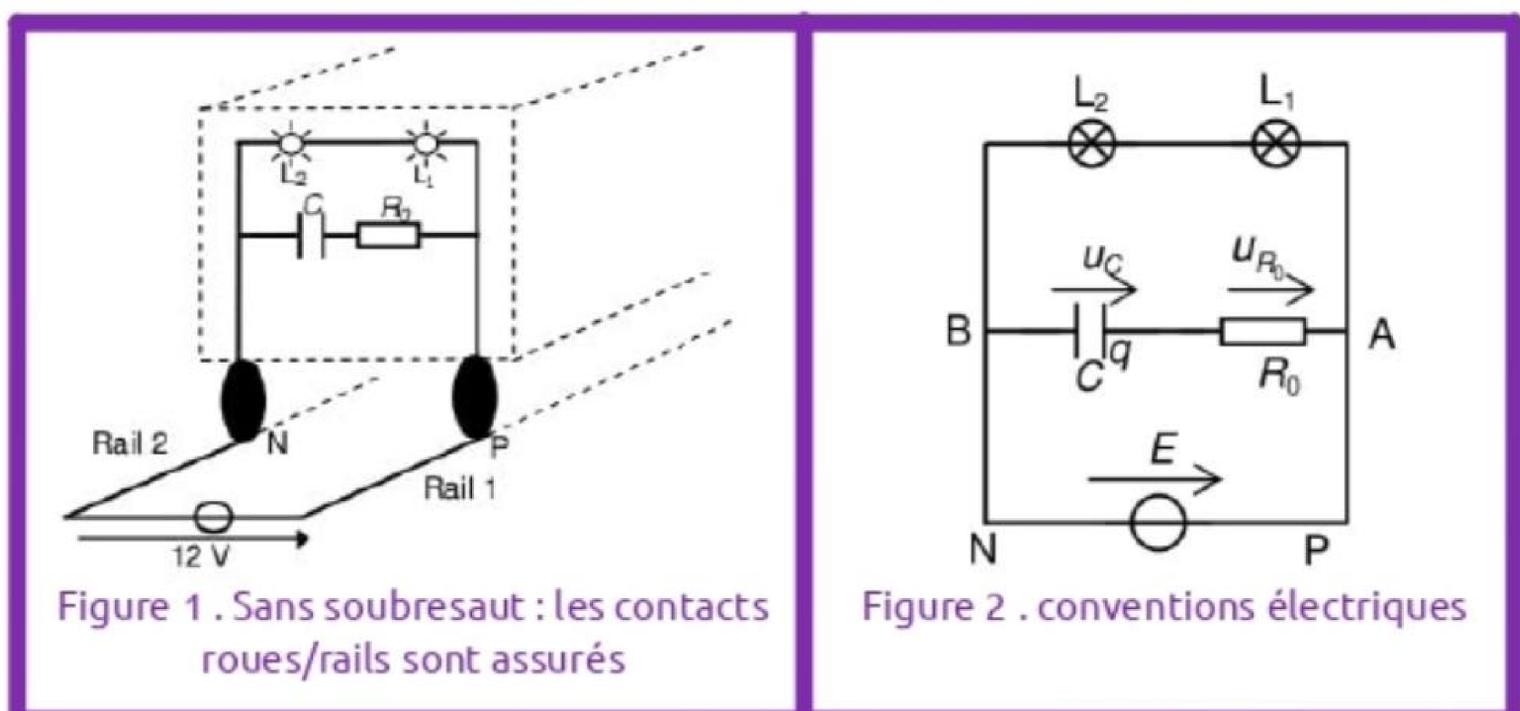
I - Utilisation de lampes à incandescence :

Le dernier wagon du train comporte un circuit électrique relié aux deux roues arrière . Ce circuit est composé :

- de deux lampes à incandescence L_1 et L_2 qui sont les deux feux de fin de convoi ;
- d'un condensateur de capacité : $C=1000\mu\text{F}$;
- d'un conducteur ohmique de résistance : $R_0=10\Omega$;
- d'une alimentation de force électromotrice : $E=12\text{ V}$.

1 - Déplacement du train sans soubresaut :

Les figures ci-dessous représentent situations possible d'éclairage des feux de fin de convoi et les branchements du circuit de la figure 1 .



1 - 1 - Répondre qualitativement aux deux questions suivantes :

1 - 1 - 1 - Pendant la charge du condensateur, les lampes de fin de convoi sont-elles parcourues par un courant ? **(0,5pt)**

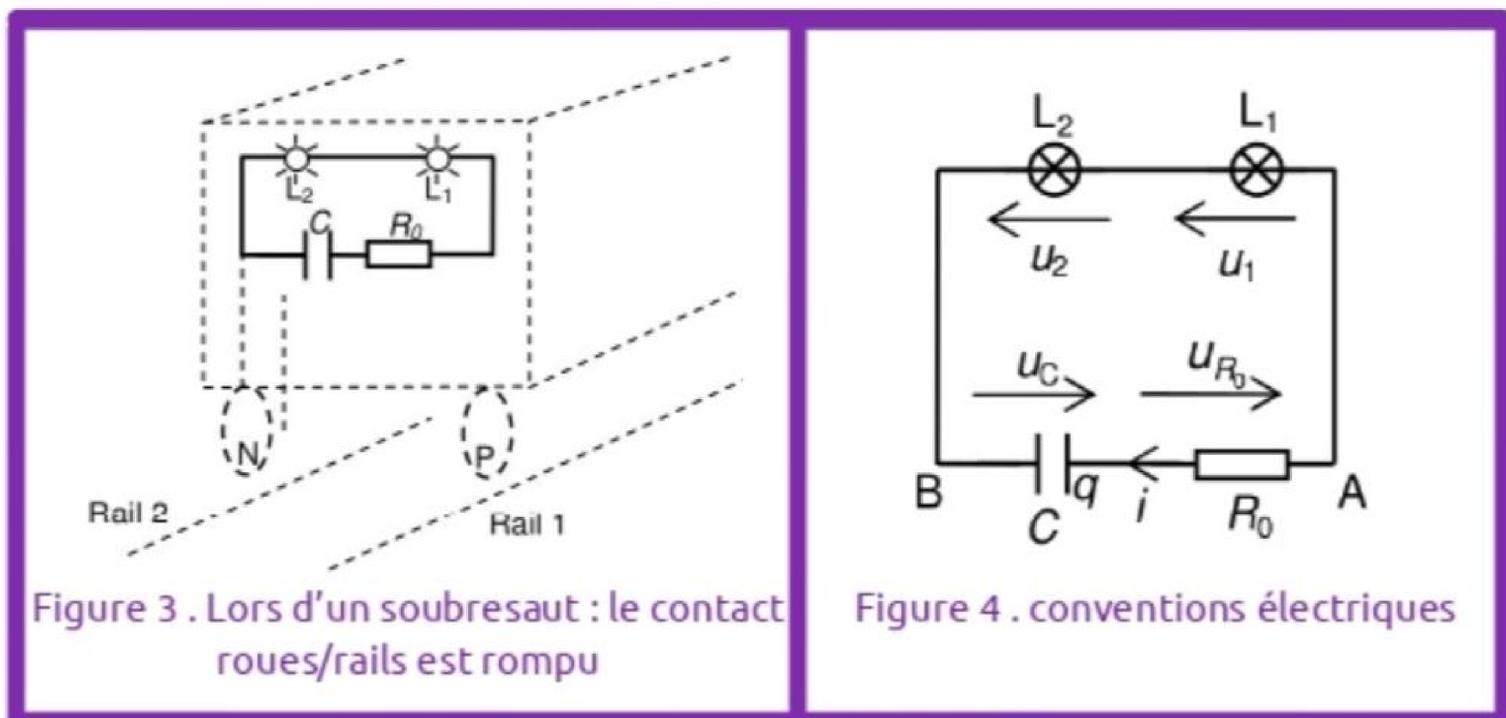
1 - 1 - 2 - Lorsque le condensateur est totalement chargé, existe-t-il un courant circulant dans la branche AB le contenant ? **(0,5pt)**

1 - 2 - Déterminer la valeur de la tension aux bornes du condensateur lorsqu'il est complètement chargé. Justifier. **(0,5pt)**

1 - 3 - Estimer l'ordre de grandeur du temps de charge du condensateur en s'aidant du calcul de la constante de temps τ du dipôle (R_0, C) . **(0,5pt)**

2 - Déplacement du train avec soubresauts :

En prenant de la vitesse, le train peut avoir des soubresauts et le contact train/rails est alors rompu pendant une durée Δt (soubresaut) de l'ordre du dixième de seconde . Pendant le soubresaut le condensateur se décharge dans les lampes. Sur le circuit électrique de la figure 4 (correspondant à situation de la figure 3), on choisit les conventions électriques suivantes :



Données :

- au début du soubresaut : $U_C(t=0)=E=12\text{ V}$;

- les lampes L1 et L2 sont identiques et assimilables à deux conducteurs ohmiques de résistances : $R_1=R_2=R=100\Omega$;

- durée du soubresaut : $\Delta t_{\text{soubresaut}}=0,10\text{ s}$;

2 - 1 - L'expression de la puissance instantanée consommée par chaque lampe en fonction de l'intensité du courant est donnée par la relation : $P(t) = R.i^2(t)$, Montrer que, pendant le soubresaut, l'équation différentielle relative à la puissance instantanée consommée par chaque lampe est de la forme : $\frac{dP(t)}{dt} + \frac{2.P(t)}{\tau} = 0$, pour une expression de τ que l'on précisera . **(1pt)**

2 - 2 - La solution de l'équation différentielle précédent s'écrit sous forme : $P(t) = A.I_0^2.e^{-\frac{2t}{\tau}}$, d'après les conditions initiales déterminer les expressions de A et I_0 , en fonction de R , R_0 et E . **(0,5pt)**

2 - 3 - L'éclairement de chaque lampe est optimal pour une puissance consommée $P(0)=P_0$. Toutefois, on considère que l'éclairement est satisfaisant si la puissance consommée est supérieure ou égale à $0.27W$.

2 - 3 - 1 - Calculer la valeur de P_0 . **(0,5pt)**

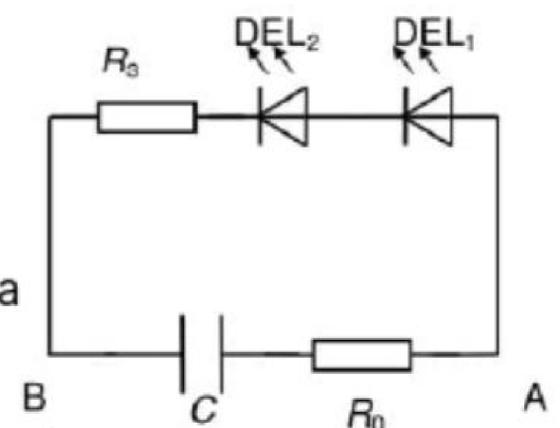
2 - 3 - 2 - Déduire la durée d'éclairement satisfaisant pour chaque lampe . **(1pt)**

2 - 3 - 3 - Les lampes vont-elles éclairer de façon satisfaisante pendant toute la durée du soubresaut ? Justifier . **(0,5pt)**

II - Utilisation de diodes électroluminescentes :

On peut remplacer les lampes L_1 et L_2 par deux diodes électroluminescentes identiques notées DEL_1 et DEL_2 associées en série avec un conducteur ohmique de résistance $R_3=1,5\text{ k}\Omega$. Elles ont une durée de vie plus longue et une consommation énergétique plus faible que les lampes à incandescence. Pendant un soubresaut, le schéma du circuit électrique devient (voir schéma ci-contre) .

Chaque diode électroluminescente émet de la lumière si elle est parcourue par un courant d'intensité supérieure à une intensité seuil $2,0\text{ mA}$. Au début du soubresaut, à $t=0\text{ s}$, l'intensité prend sa valeur maximale $6,0\text{ mA}$.



1 - On admet que la durée d'éclairement des diodes est de l'ordre de :

$\Delta t = \frac{(R_3 + R_0).C}{2} . \ln\left(\frac{P_{max}}{P_{seuil}}\right)$, Montrer par une analyse dimensionnelle que Δt a bien la dimension d'un temps . **(0,75pt)**

2 - Calculer Δt et indiquer si les diodes électroluminescentes vont éclairer pendant toute la durée du soubresaut . **(0,75pt)**