

/75

P1

Guirlandes électriques

Dans ce problème, on cherche à optimiser l'alimentation électrique d'un système comportant deux guirlande électriques G_1 et G_2 , chacune étant modélisée par un conducteur ohmique de résistance identique $R_1 = R_2 = R$.

La première guirlande est dédiée à un fonctionnement continu. La seconde est associée avec un interrupteur S en série qui bascule de manière périodique afin de produire un clignotement.

On supposera dans ce problème que la puissance lumineuse fournie par ces guirlandes est proportionnelle à la puissance électrique qu'elles reçoivent.

I/A

Système de base

On considère dans un premier temps le circuit ci-contre alimenté par un générateur réel de f.e.m. E et de résistance interne r . **Les expressions demandées ne feront intervenir que E, r et R .**

FIGURE

On considère que l'interrupteur S est ouvert.

- 1 Quelle est la puissance reçue $\mathcal{P}_{2,o}$ par la seconde guirlande G_2 ?

Réponse

solu



- 2 Établir l'expression du courant i_o passant à travers le générateur puis l'expression de la puissance électrique $\mathcal{P}_{1,o}$ reçue par la guirlande G_1 .

Réponse

solu



On considère désormais que l'interrupteur S est fermé.

- 3 Établir l'expression du courant i_f passant à travers le générateur.

Réponse

solu



- 4 À l'aide d'un pont diviseur de courant, déterminer les expressions de $i_{1,f}$ et $i_{2,f}$.

Réponse

solu



- 5 Quelles sont alors les puissances $\mathcal{P}_{1,f}$ et $\mathcal{P}_{2,f}$ reçues par les deux guirlandes ?

Réponse

solu



Comparaisons des 2 situations.

- 6 La puissance reçue par la première guirlande est-elle identique dans les deux situations étudiées (S ouvert et fermé) ? Sachant qu'elle ne doit pas clignoter, est-ce un problème ? Expliquer.

Réponse

solu



- 7 Comment doit-on choisir r par rapport à R pour limiter le problème ? Cette condition est-elle vérifiée pour $r = R = 1 \, \Omega$?

Réponse

solu



I/B

Système amélioré

On considère maintenant le circuit ci-dessous afin de limiter la variation de puissance électrique reçue par la première guirlande, donc la variation du courant i_1 .

Une bobine d'inductance L a donc été ajoutée en série avec la première guirlande. L'interrupteur S est ouvert de manière périodique pour $t \in [0; \frac{T}{2}[$ et fermé pour $t \in [\frac{T}{2}; T[$.

FIGURE.

- 8 En régime stationnaire (permanent continu), donner le schéma équivalent du nouveau montage.

Réponse

solu

◇

On se place juste avant la fermeture de l'interrupteur, c'est-à-dire en $t = \frac{T}{2}^-$, et on admet que le régime stationnaire a été atteint.

- 9 Déterminer la valeur de $i_1\left(\frac{T}{2}^-\right)$. En déduire la valeur de $i_1\left(\frac{T}{2}^+\right)$.

Réponse

solu

◇

- 10 Déterminer les valeurs de $i_2\left(\frac{T}{2}^-\right)$ et $i_2\left(\frac{T}{2}^+\right)$.

Réponse

solu

◇

On considère l'intervalle $[0; \frac{T}{2}[$, lorsque l'interrupteur est ouvert.

- 11 Établir l'équation différentielle dont i_1 est solution sur l'intervalle $[0; \frac{T}{2}[$. On fera apparaître un temps caractéristique τ_o .

Réponse

solu

◇

On s'intéresse maintenant à l'intervalle $[\frac{T}{2}; T[$, lorsque l'interrupteur est fermé.

- 12 Montrer que i_1 est solution de l'équation différentielle suivante :

$$\frac{di_1}{dt} + \frac{i_1}{\tau_f} = \frac{E}{L\left(1 + \frac{r}{R}\right)} \quad \text{avec} \quad \tau_f = \frac{L\left(1 + \frac{r}{R}\right)}{2r + R}$$

Réponse

solu

◇

- 13 Donner la forme générale $i_1(t)$ de la solution de cette équation différentielle. On ne cherchera pas à déterminer la constante intervenant dans la solution.

Réponse

solu

◇

On étudie expérimentalement les variations du courant $i_1(t)$ en mesurant la tension aux bornes de la guirlande G_1 à l'aide d'un oscilloscope et on obtient le résultat suivant pour deux valeurs différentes de l'inductance L . La résistance R vaut $2\ \Omega$ et la résistance r vaut $1\ \Omega$.

FIGURE

- 14 Parmi les deux bobines d'inductance L_a et L_b , laquelle permet d'atteindre le régime stationnaire mentionné dans les questions 8 à 10?

Réponse

solu

◇

- 15 Retrouver, par lecture graphique, la valeur de L_a .

_____ Réponse _____
solu
_____ ◇ _____

- 16 Justifiez que $L_b \gg L_a$, sans chercher à déterminer sa valeur.

_____ Réponse _____
solu
_____ ◇ _____

- 17 Quelle est la valeur de l'inductance à retenir parmi L_a et L_b pour minimiser les variations de puissance reçue par la première guirlande ?

_____ Réponse _____
solu
_____ ◇ _____