

EXERCICES DE RÉVISION : INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

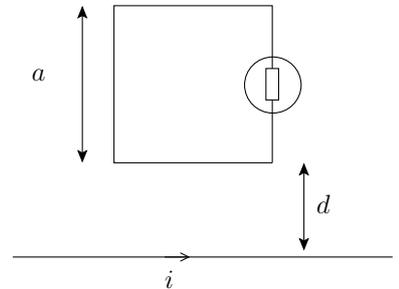
I Induction près d'une ligne électrique ♪

Une ligne électrique haute tension transporte un courant sinusoïdal de fréquence 50 Hz et de valeur efficace $I = 1$ kA.

On approche une bobine plate de N spires carrées de côtés $a = 30$ cm à une distance $d = 2$ cm comme indiqué sur le schéma ci-contre.

Cette bobine, d'inductance et de résistance négligeables, est fermée sur une ampoule qui s'éclaire si la tension efficace à ses bornes est supérieure à 1,5 V.

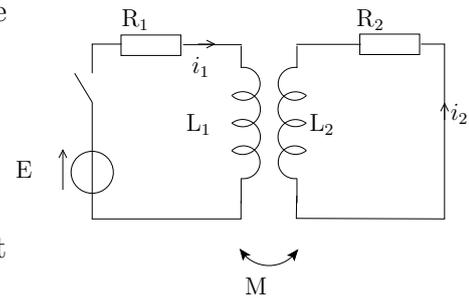
Déterminer le nombre minimum de spires nécessaire.



II Régime transitoire de deux circuits RL couplés ♪

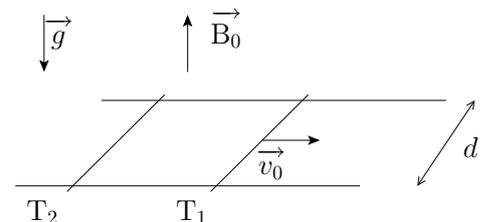
On considère deux circuits couplés. pour simplifier les calculs, on suppose que le coefficient d'inductance mutuelle M est positif ($M > 0$), $L_1 = L_2 = L$ et $R_1 = R_2 = R$. E est constant.

1. Écrire les deux équations couplées vérifiées par $i_1(t)$ et $i_2(t)$ une fois l'interrupteur fermé.
2. En déduire deux équations différentielles découplées.
3. Étudier les deux cas suivants :
 - a) Déterminer chacun des courants lorsque $M < L$
 - b) Déterminer chacun des courants lorsque $M = L$ (couplage dit parfait)
4. Le circuit est soumis à une tension sinusoïdale de pulsation ω . Les inductances et les résistances sont considérées différentes. Déterminer l'impédance du circuit (R_1, L_1).



III Interactions de deux tiges ♪♪

Deux tiges T_1 et T_2 identiques (masse m) glissent sans frottement sur deux rails parallèles (distance d) situés dans un plan horizontale. Un champ magnétique permanent uniforme règne en tout point. À l'instant initial, la tige T_1 est animée d'une vitesse \vec{v}_0 , tandis que T_2 est immobile. La résistance de chaque tige est égale à $R/2$ et on néglige la résistance des rails.



1. Par une analyse qualitative, montrer que simultanément la tige T_2 va se mettre en mouvement tandis que T_1 va ralentir. Quel va être le mouvement relatif des deux tiges au bout d'un certain temps ?
2. Établir l'expression de la loi de variation de chacune des vitesses au cours du temps.
3. Vérifier la cohérence entre les deux premières questions.

IV Moteur à courant continu ♪♪♪

Une bobine constituées de N spire sur un cadre rectangulaire de côtés a et b , est en rotation autour d'un axe Δ . Sa résistance totale est R et son inductance L . Elle est reliée à une source de tension constante E par des contacts H et K qui commutent à chaque demi-tour. L'extrémité K est relié au pôle $+$ si $\sin \theta > 0$, au pôle $-$ sinon. Un aimant permanent produit un champ magnétique radial, de norme B uniforme au niveau des fil NM et PQ . Mécaniquement, la bobine possède un moment d'inertie J et subit un couple résistant constant de la part de l'extérieur $-\Gamma \vec{u}_z$.

1. Que se passerait-il si il n'y avait pas de contacts tournant ? Calculer alors le moment des actions de Laplace qui s'exercent sur le cadre (on conseille de raisonner sur chaque côté). On posera $\Phi_0 = N B a b$.
2. Écrire alors l'équation mécanique. On rappelle que $J \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \Sigma \vec{M}$, \vec{M} étant la somme des moments des forces qui s'exercent sur le cadre.
3. Écrire l'équation électrique.
4. En déduire l'équation différentielle du mouvement du cadre en ω .
5. On suppose le flux d'auto-induction négligeable. En déduire l'expression de ω . Que vaut alors ω en régime permanent ?
6. Le moteur peut-il tourner pour toutes les valeurs de Γ ? Que vaut la vitesse de rotation maximale ω_{max} ? Pour quel valeur de Γ est-elle atteinte ?

