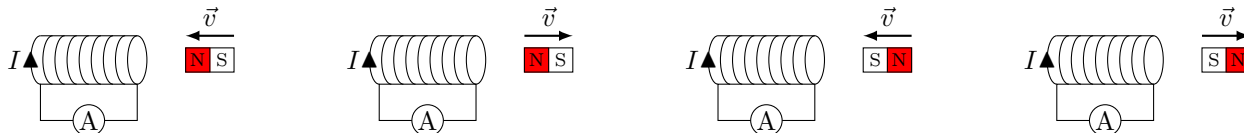


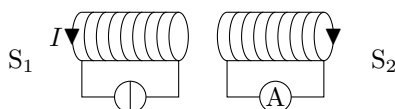
EM2 – LOIS DE L'INDUCTION, INDUCTION DE NEUMANN

Exercice 1 : Étude qualitative de l'induction

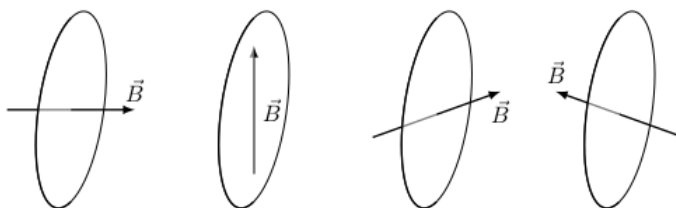
1. Pour les quatre schémas ci-dessous, indiquer le signe de l'intensité dans le circuit.



2. Répondre aux questions suivantes par Vrai ou Faux en justifiant. S_1 et S_2 sont deux solénoïdes ; S_1 est relié à un générateur de courant et S_2 à un ampèremètre.



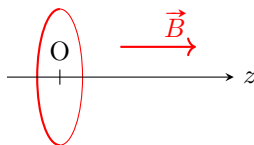
- Le courant I dans S_1 étant constant, un courant circule dans S_2 dans le sens indiqué sur la figure.
 - Un courant circule dans S_2 dans le sens indiqué lorsque I augmente.
 - Un courant circule dans S_2 dans le sens indiqué lorsqu'on éloigne S_2 de S_1 .
 - Un courant circule dans S_2 dans le sens indiqué lorsque S_2 tourne autour de son axe.
 - L'inductance propre de la bobine S_1 augmente quand le courant qui la traverse augmente.
3. Déterminer dans les circuits suivant le sens du courant induit lorsque le champ magnétique augmente au cours du temps.



Exercice 2 : Induction dans une spire

On cherche l'intensité circulant dans une spire de rayon a , de résistance totale R , plongée dans un champ magnétique uniforme et variable, parallèle à l'axe de la spire :

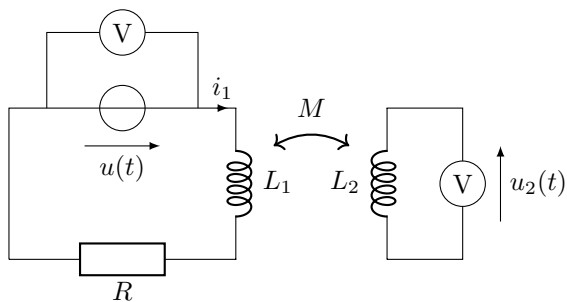
$$\vec{B} = B_0 \cos(\omega t) \vec{u}_z$$



- Orienter le circuit et calculer le flux du champ magnétique extérieur.
- En déduire la force électromotrice induite. On néglige le champ propre.
- Donner le schéma électrique équivalent et en déduire le courant.
- Refaire la démarche en utilisant une orientation du courant différente. Conclure.

Exercice 3 : Mesure d'une inductance mutuelle

Afin de mesurer le coefficient d'inductance mutuelle entre deux bobines, on réalise le montage ci-dessous où la première bobine est reliée en série avec un générateur de tension sinusoïdale de pulsation ω et avec une résistance. Deux voltmètres permettent de mesurer les tensions aux bornes du générateur et de la deuxième bobine. Les deux bobines sont face à face.

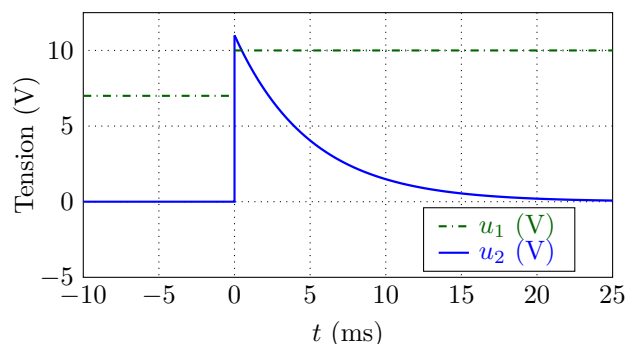
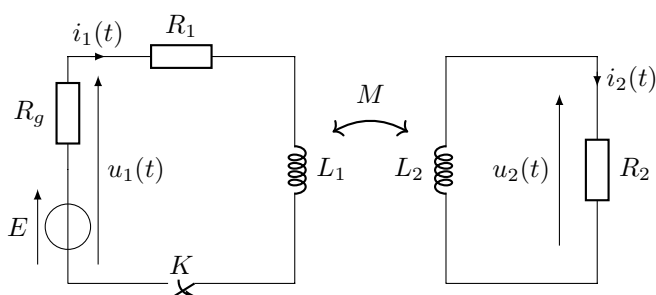


1. Les voltmètres étant supposés idéaux, déterminer l'intensité du courant circulant dans la deuxième bobine.
2. Exprimer la tension $u_2(t)$ aux bornes de la deuxième bobine en fonction de M et de $i_1(t)$, intensité du courant circulant dans la première bobine.
3. Donner une équation différentielle reliant $i_1(t)$, L_1 , R et $u(t)$.
4. En régime sinusoïdal forcé, exprimer $\underline{U}_2$ en fonction de M , R et $\underline{U}$.

5. Application numérique. On fait un relevé expérimental avec $L_1 = 47 \text{ mH}$ et $R = 1000 \Omega$: lorsque $f \gg 10 \text{ kHz}$, le rapport de l'amplitude de u_2 et de u est constant et égal à $0,0783 \text{ V/1,4 V}$.

Exercice 4 : Utilisation d'un transformateur

Un transformateur est alimenté par un générateur de résistance de sortie R_g délivrant une tension continue E . On ouvre l'interrupteur à $t = 0$ et on observe la furtive apparition d'une tension $u_2(t)$ aux bornes de la résistance R_2 du circuit secondaire. Les résistances sont $R_1 = R_2 = 100 \Omega$.



1. Déterminer les expressions des intensités i_1 et i_2 en régime permanent lorsque l'interrupteur K est fermé. Est-il pertinent de faire fonctionner le transformateur en régime permanent ?
2. De la même manière, déterminer les intensités i_1 et i_2 en régime permanent lorsque l'interrupteur K est ouvert.
3. Relever les valeurs de u_1 lorsque K est ouvert et lorsque K est fermé en régime permanent. En déduire E et R_g .
4. Justifier la continuité du flux magnétique Φ_2 à travers la bobine (2) à l'ouverture de K et en déduire l'expression de l'intensité $i_2(0^+)$ juste après l'ouverture de K en fonction de M , L_2 et de l'intensité $i_1(0^-)$ dans le circuit primaire juste avant l'ouverture de K .
5. À partir de la continuité du flux magnétique Φ_1 à travers la bobine (1), montrer que $M = \sqrt{L_1 L_2}$.
6. Écrire puis résoudre l'équation différentielle vérifiée par $i_2(t)$. Utiliser le graphique expérimental de $u_2(t)$ pour proposer une estimation de L_2 , M et L_1 .

Exercice 5 : Induction par un champ magnétique parasite

Un circuit de résistance R , d'aire S et d'inductance L est placé dans un champ magnétique uniforme variant sinusoïdalement dans le temps, orthogonal au circuit :

$$\vec{B} = B_0 \cos(\omega t) \vec{u}_z$$

1. Représenter le schéma électrique du montage.
2. Exprimer le flux magnétique total dans le circuit.
3. En déduire une équation différentielle sur le courant dans le circuit.
4. Pourquoi peut-on rechercher une solution de la forme $i(t) = i_0 \cos(\omega t + \varphi)$? Calculer i_0 .
5. Exprimer le rapport entre e_L la force électromotrice d'auto-induction et e_{ext} la force électromotrice de l'induction extérieure.
6. On donne $L = 0,1 \text{ mH}$ et $R = 10 \Omega$. À quelle condition peut-on négliger l'autoinduction ?