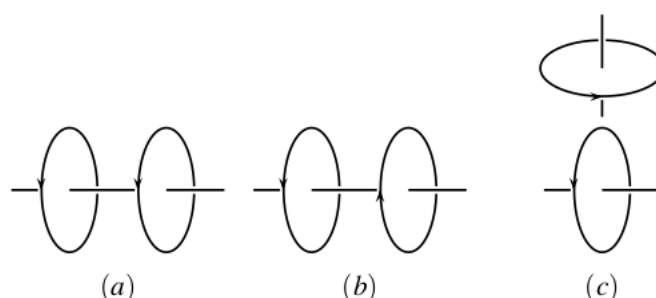


TD 25 : Circuit électrique dans un champ magnétique qui dépend du temps

1 Bobines en séries

1. Deux spires orientées sont placées suivant trois dispositions (a), (b) et (c). Les spires sont coaxiales dans les cas (a) et (b) et d'axes orthogonaux dans le cas (c). Indiquer le signe de M dans chaque cas.



2. Calculer l'inductance propre d'une bobine de longueur l , comportant N spires de surface S . On précisera clairement les hypothèses de calcul.

3. On dispose de deux bobines circulaires identiques, B_1 et B_2 , d'inductance propre L . La bobine B_1 est parcourue par le courant d'intensité i_1 et B_2 par i_2 . Elles sont placées sur le même axe Δ et sont branchées en série afin de constituer deux nouveaux dipôles, \mathcal{D}_1 et \mathcal{D}_2 . On note M leur mutuelle dans le cas du dipôle \mathcal{D}_1 .



Les bobines étant très proches, on émet l'hypothèse \mathcal{H} : les champs magnétiques créés par chaque bobine sont tous portés par l'axe Δ et leur norme est constante sur toute section droite.

3.a. Rappeler l'expression du flux passant dans B_1 en fonction de i_1 et de i_2 . De même pour le flux dans B_2 .

3.b. Calculer le flux total à travers \mathcal{D}_1 et en déduire l'inductance L_1 de \mathcal{D}_1 en fonction de M et de L . Même question pour \mathcal{D}_2 pour trouver L_2 .

3.c. À quelle condition peut-on avoir $L = L_1 + L_2$?

3.d. Discuter l'hypothèse \mathcal{H} .

2 Spire autour d'un solénoïde

Un solénoïde de rayon $R_1 = 2\text{ cm}$, constitué de $n = 10$ spires par cm, est alimenté par un générateur de f.é.m. $U = 30\text{ V}$. La résistance interne du générateur est de $1,2\Omega$ et celle du fil du solénoïde est $6,8\Omega$. Une spire conductrice \mathcal{S} , de rayon $R_2 = 4\text{ cm}$, est placée autour du solénoïde ; elle a le même axe que celui-ci.

1. Quel est le flux magnétique à travers la spire ?
2. Par modification du circuit alimentant le solénoïde à la date $t = 0$, l'intensité du courant qui le traverse décroît au cours du temps selon la loi

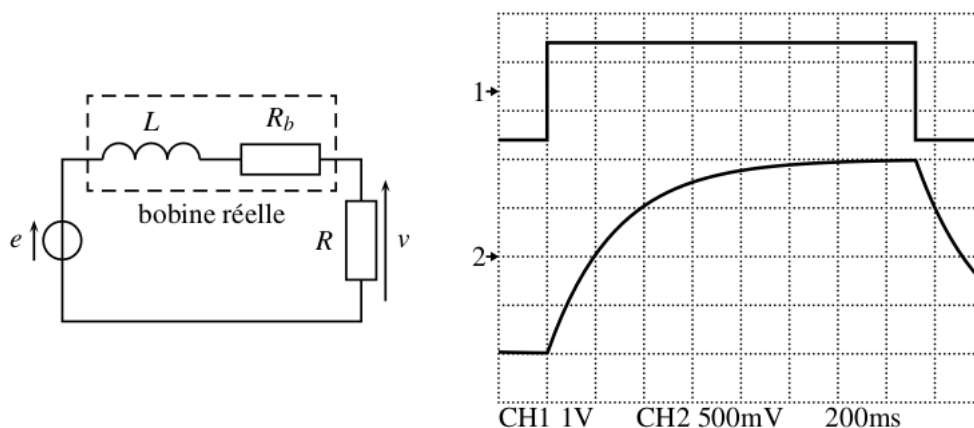
$$i(t) = i_0 \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right).$$

Quelle est l'unité de τ ?

3. Quelle est la f.é.m. induite dans la spire pour $t > 0$?

3 Mesure d'une autoinductance

On réalise le montage suivant, avec $R = 10^3\Omega$ et où le générateur de f.é.m. e délivre une tension créniaux de valeur moyenne nulle. Les tensions e et v sont observées à l'oscilloscope.



1. On mesure $R_b = 1,2\Omega$. Proposer un montage qui permette de mesurer cette valeur. On dispose de tout l'appareillage classique d'électricité : voltmètre, ampèremètre, oscilloscope, générateur de tension constante ou alternative...

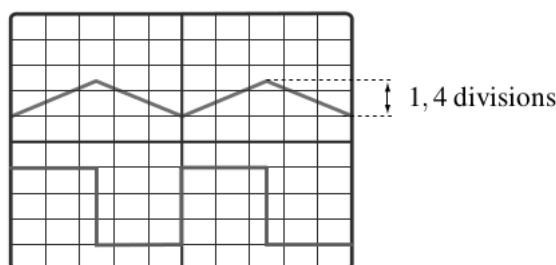
2. Dédurre des graphes la valeur de L .

4 Mesure d'une inductance mutuelle

On considère deux bobines identiques, formées de N spires circulaires de rayon R (bobinées sur une seule épaisseur), d'inductance L , que l'on place de façon que les deux bobinages soient

coaxiaux, avec le même sens d'enroulement, la distance entre leurs centres étant repérée le long de l'axe commun (Oz) par la longueur d . On se propose de mesurer le couplage entre les deux bobines en envoyant dans l'une d'elles, dite la première, une tension triangulaire et en comparant à l'oscilloscope cette tension avec la tension induite dans l'autre, celle-ci étant en circuit ouvert. On a branché en série entre le générateur de fonction et la première bobine une résistance $R = 100\ \Omega$. On néglige la résistance r des bobines.

1. Devant quoi la résistance r des bobines est-elle négligeable ?
2. Dessiner le schéma du montage.
3. Les traces observées à l'oscilloscope ont l'allure suivante :



Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants :

- balayage horizontal : $0,2\text{ ms/div}$;
- trace supérieure : 1 V/div ;
- trace inférieure variable (voir tableau).

En faisant varier la distance d entre les bobines, on observe pour l'amplitude crête à crête A du signal induit, mesurée en divisions de l'écran, les valeurs suivantes :

Calibre	0,01 V/div			5 mV/div			2 mV/div		1 mV/div
d (cm)	4	5	6	7	8	10	12	16	20
A	4,3	3,3	2,6	4,3	3,4	2,3	4	2,1	2,4

Écrire les équations électriques du circuit. Établir l'expression de l'inductance mutuelle M entre les deux bobines en fonction de la période T du signal d'entrée, de son amplitude crête à crête Δe , de l'amplitude crête à crête A du signal induit et de la résistance R . Calculer alors, en mH, l'inductance mutuelle M entre les deux bobines pour chaque valeur de d .