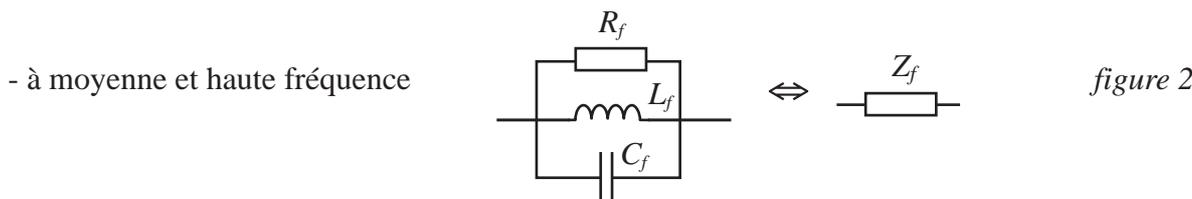
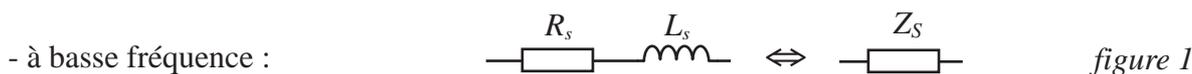


Objectifs : calculer et observer l'impédance en fonction de la fréquence de deux modèles d'une bobine réelle (self)

Une bobine réelle peut être modélisée par deux schémas équivalents :



Nous allons déterminer expérimentalement la valeur réelle de l'impédance d'une bobine. Ensuite dans Excel nous allons superposer les deux modèles aux points expérimentaux en cherchant les valeurs numériques des éléments des modèles. Nous pourrons ainsi savoir à partir de quelle fréquence il faut changer de modèle.

Impédances complexes

Composant	impédance (Ohms - Ω)	admittance (Siemens - S)	Association série	$Z = z_1 + z_2$
	$Z_R = R$	$Y_R = \frac{1}{R}$		
	$Z_L = jL\omega$	$Y_L = \frac{-j}{L\omega}$	Association parallèle	$Y = y_1 + y_2$
	$Z_C = \frac{-j}{C\omega}$	$Y_C = jC\omega$		

1. Calcul des impédances en fonction de R, L C et ω

1.1 Impédance complexe du premier modèle

1. Exprimer l'impédance complexe Z_1 du premier modèle.
2. Dédire le module Z_1 de cette impédance.

$$Z_s = \sqrt{R_s^2 + (L_s\omega)^2}$$

1.2 Impédance complexe du deuxième modèle

1. Exprimer l'admittance complexe Y_2 du deuxième modèle en fonction de R, L, C et ω .
2. Dédire le module Z_2 de l'impédance.

$$Z_2 = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_f^2} + \left(C_f\omega - \frac{1}{L_f\omega}\right)^2}}$$

2. Mesures

Objectif :

Trouver l'impédance d'une bobine en fonction de la fréquence.

Remarques :

- l'expérience utilise une résistance pour déduire le courant. Cette méthode a ses limites puisque une résistance ne se comporte plus comme une résistance parfaite à haute fréquence. En effet une résistance ordinaire devient de plus en plus inductive lorsque la fréquence augmente. On utilisera donc une résistance particulière qui est non inductive même dans les hautes fréquences.

- On peut remplacer la résistance par une pince ampèremétrique et mesurer ainsi directement le courant. Attention à vérifier le domaine de fréquences de la pince.

- les mesures doivent être réalisées dans le domaine de fréquences compatible avec tous les instruments.

Préparatifs :

1. Relever dans sa notice le domaine de fréquences d'une pince ampèremétrique

$$f_{\max} =$$

La pince convient-elle pour ce TP ? oui - non

2. Relever le domaine de fréquences du multimètre que vous allez utiliser

$$f_{\max} =$$

Le multimètre convient-il pour ce TP ? oui - non

3. Quel est le domaine de fréquences de l'oscilloscope ?

$$f_{\max} =$$

L'oscilloscope convient-il pour ce TP ? oui - non

4. Pour mesurer u_b il faut _____.

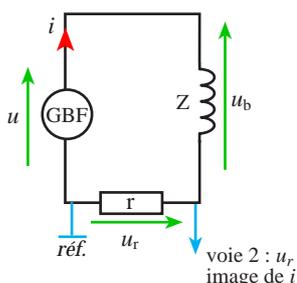
Quel est le domaine de fréquences de cet instrument ?

$$f_{\max} =$$

L'instrument convient-il pour mesurer u_b ? oui - non

Montage :

Compléter le schéma pour la mesure de u_b .



mesures :

5. mesure en continu : relever au multimètre la résistance R_s de la bobine. Cette valeur représente l'impédance de la bobine à fréquence nulle.

$$R_{s0} = \text{_____} \quad \text{et noter la valeur de l'inductance } L_s = \text{_____}$$

Cette mesure de R_{s0} correspondra à l'impédance pour une "fréquence" de 0 Hz dans le tableau de mesures.

6. Noter la valeur de votre résistance r non inductive : $r = \text{_____}$

Matériel :

- 1 GBF avec affich. de f
- 1 Oscilloscope
- 1 plaque de montage
- 1 bobine 100mH

- 1 R non inductive 100 ou 1000 Ω
- 2 câbles BNC-4mm
- 2 petits câbles noir 4mm
- 1 sonde différentielle

+ fichier Excel
"tp_modele_bobine.xls"

7. Relever à l'oscilloscope les valeurs maximums des tensions u_b et u_r en fonction de la fréquence.

Faire varier la fréquence de 50 Hz à 280 KHz suivant les valeurs proposées ci-dessous.

50, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 10k, 15k, 20k, 25k, 30k, 35k, 40k, 45k, 50k, 60k, 70k, 80k, 90k, 100k, 120k, 140k, 160k, 180k, 200k, 240k, 280k, 330k, 400, 500k.

Remplir un tableau comme représenté ci-dessous. Saisir les valeurs dans le fichier Excel "tp_modele_bobine.xls".

f (kHz)	$U_{\text{voie 1}}$ (V)	$U_{\text{voie 2}}$ (V)

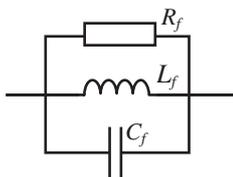
3. Exploitation

1. Placer les valeurs f , $U_{\text{voie 1}}$ et $U_{\text{voie 2}}$ dans le tableau Excel.
2. Comment déduire le courant I_M des mesures : $I_M =$
3. Comment déduire l'impédance de la bobine à partir des grandeurs précédentes : $Z_b =$
4. Compléter le tableau Excel avec Z_b
5. Faire varier les paramètres R_s , L_s , R_f , L_f et C_f des deux modèles afin qu'ils se superposent au relevé expérimental, chacun dans son domaine de validité.
6. Noter ici les résultats



$R_s =$

$L_s =$



$R_f =$

$L_f =$

$C_f =$

7. A partir de quelle fréquence faut-il changer de modèle de bobine ?

8. Imprimer une page dans Excel ou dans un traitement de texte, sur laquelle figurera les trois graphiques (basse fréquences, basses et moyennes fréquences, toutes les fréquences) avec les modèles et les points expérimentaux.

Mettre un titre et quelques commentaires dur les modèles.

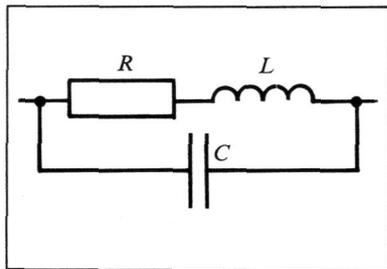


Fig. 1.09. Modèle équivalent d'une résistance.

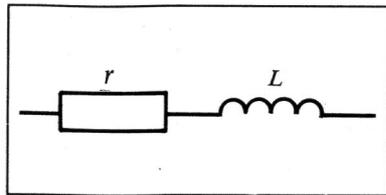


Fig. 1.10. Modèle équivalent d'une bobine pour les basses fréquences.

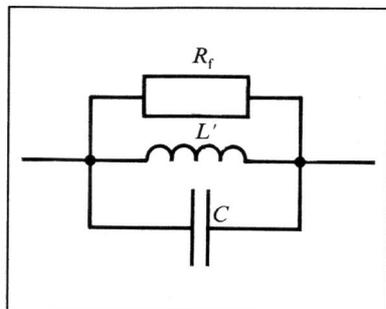


Fig. 1.11. Modèle équivalent d'une bobine pour les fréquences moyennes et élevées.

Angle de pertes d'un condensateur :

Pour un condensateur réel, la valeur absolue du déphasage φ de i par rapport à u est inférieure à $\frac{\pi}{2}$. Le complément $\delta = \frac{\pi}{2} - |\varphi|$ est appelé **angle de pertes** du condensateur.

Les constructeurs donnent généralement le **coefficient de pertes** $\tan \delta$:

$$\tan \delta = \tan \left(\frac{\pi}{2} - |\varphi| \right) = \frac{1}{\tan |\varphi|}$$

En basses fréquences $\tan \delta = R_f C \omega = \frac{1}{Q}$.

■ 3.6.1. Exemple de modèles

a) Résistance

Le comportement d'une résistance peut être différent suivant la fréquence d'utilisation. Il dépend également de sa technologie de fabrication :

— en basses fréquences, les résistances à couches de carbone sont plutôt capacitives alors que les résistances bobinées sont plutôt inductives ;

— pour des fréquences élevées, le comportement est inversé : les résistances à couches de carbone sont plutôt inductives alors que les résistances bobinées sont plutôt capacitives.

Le modèle de la figure 1.09 est utilisable dans une large bande de fréquences.

b) Bobine

Soumise à des signaux d'amplitude importante, une bobine à noyau ferromagnétique ou ferrimagnétique ne fonctionne pas en régime linéaire : sa modélisation est alors fort complexe et souvent peu intéressante. Dans le cas de signaux de faible amplitude, la bobine fonctionne en régime linéaire et on peut lui associer :

— un modèle r, L série (fig. 1.10) en basses fréquences,

— un modèle R_f, L', C parallèle (fig. 1.11) pour les fréquences plus élevées. La résistance R_f permet de tenir compte des pertes par hystérésis et par courants de Foucault qui augmentent très rapidement avec la fréquence. L'influence des capacités entre spires est prise en compte au moyen de la capacité C .

c) Condensateur

En continu, la conductivité du diélectrique (qui n'est pas un isolant parfait) placé entre les armatures explique la décharge progressive du condensateur : il présente des « fuites ». En alternatif cela se traduit par des pertes par effet Joule dans le diélectrique.

Un condensateur présente également une inductance dont les effets se font sentir en hautes fréquences ; au-delà d'une certaine fréquence, appelée fréquence de résonance, un condensateur peut même se comporter comme un dipôle inductif.

Suivant la fréquence d'utilisation, deux modèles sont généralement employés :

— le modèle R_f, C parallèle (fig. 1.12) en basses fréquences,

— le modèle R, L', C' série (fig. 1.13) pour les fréquences élevées.

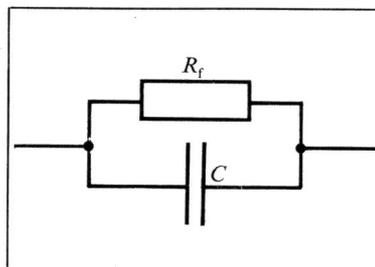


Fig. 1.12. Modèle équivalent d'un condensateur pour les basses fréquences.

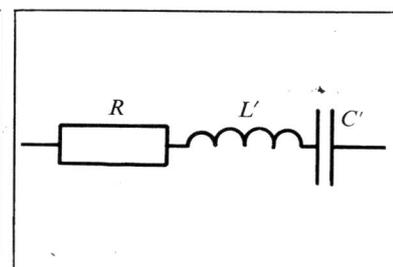


Fig. 1.13. Modèle équivalent d'un condensateur pour les fréquences moyennes et élevées.