

Base de l'électromagnétisme

TP No1

G. Vinsard

14 décembre 2017

L'objectif du TP est le calcul et la mesure de la puissance injectée dans une charge par un inducteur. La mesure se fait à l'aide d'un pont RLC moderne. Le calcul par un script FreeFem++ fourni (cf. fin de cet énoncé pour des commentaires sur le script). La géométrie est axisymétrique.

On n'étudie pas l'effet de la variation du nombre de spire de l'inducteur qui a été fait en magnéto-statique (l'inductance est proportionnelle au carré de ce nombre et la résistance suit cette loi).

On étudie essentiellement la puissance injectée dans la charge en fonction d'une part de la nature de cette charge et d'autre part de la fréquence. De plus on étudie l'effet d'un écrantage de la charge par un tube (dont la nature sera variable).

Le TP intervient à un moment du cours où la formulation en potentiel vecteur magnétique de ce dispositif a été expliquée ; mais avant que ne soit approfondi le rôle de l'effet Kelvin. Sa fonction sera donc de prendre conscience pratiquement de l'importance de cet aspect avant qu'il ne soit traité théoriquement.

Confection de l'inducteur

Un fil de cuivre souple est fourni ainsi qu'un gabarit en carton et un rouleau d'adhésif. On demande de bobiner le fil sur le gabarit de manière à obtenir une bobine à spires jointives à une seule couche.

Il faudra mesurer celles des dimensions de l'ensemble qui seront utiles pour renseigner le script.

Résistance et inductance de l'inducteur seul

Mesurer dans une plage de fréquence spécifiée les résistance et inductance de l'inducteur seul. Calculer les valeurs correspondantes, noter les résultats dans un tableau du type

Inducteur seul :	Fréquence (Hz)		...	
	Résistance ($m\Omega$)		...	
	Inductance (μH)		...	

(le tableau peut être manuscrit) et en tirer des inférences.

Introduction d'une charge non-magnétique

La charge est un cylindre d'aluminium qu'il faudra mesurer, placer à l'intérieur de l'inducteur en le centrant le plus possible et mesurer les position relatives de l'inducteur et du cylindre.

La résistivité de l'aluminium se trouve dans les unités courantes

$$\rho = 2,85 \mu\Omega cm$$

Exprimer la conductivité en S/m pour les besoins du script.

Ceci fait mesurer et calculer les valeurs des résistance et inductance aux bornes de l'inducteur et reporter ces valeurs dans un tableau comme précédemment.

Introduction d'une charge magnétique non conductrice

La charge est un barreau (hélas pas de géométrie axisymétrique et de surcroît plein) de ferrite. Sa perméabilité magnétique est grande, disons 1000 en valeur relative.

Ajuster au mieux le script pour prendre en compte la géométrie du barreau et faire le travail habituel.

Introduction d'une charge magnétique conductrice

La charge est un cylindre d'acier de perméabilité grande mais en pratique on se limite à quelques dizaines en valeur relative et de conductivité de l'ordre de 3 MS/m .

Bis repetita placent...

Écrantage par un matériau non magnétique

Même travail que pour les écrans non-magnétiques.

Écrantage par un matériau magnétique

L'écran est encore une canette. Vérifier qu'elle est magnétique. Et refaire le travail pour les trois charges précédentes avec cet écran.

Les lignes d'induction

Le tracé des lignes d'induction demande de comprendre pourquoi les lignes de niveau de la composante orthoradiale du potentiel vecteur magnétique (en géométrie axisymétrique) sont aussi les lignes dont les tangentes sont colinéaires aux vecteurs de l'induction magnétique.

Le comprendre pour savoir les lire !

Le script

La partie utile est au début où les valeurs doivent être ajustées. En principe le nom des variables contenant ces valeurs indique clairement à quoi elles correspondent et ce sera expliqué en séance.

```
//-- Coefficients et dimensions physiques
real ConductiviteBillette=1/(3*1.0e-6);           // S/m
real PermeabiliteBillette=1.0;                    // relative
real RayonInterieurBillette=0.02;                 // m
real RayonExterieurBillette=0.03;                 // m
real HauteurBillette=0.05;                        // m
real ConductiviteTube=1/(3*1.0e-6);               // S/m
real PermeabiliteTube=1.0;                        // relative
real RayonInterieurTube=0.034;                   // m
real RayonExterieurTube=0.035;                   // m
real HauteurTube=0.04;                           // m
real RayonSpires=0.073/2;                        // m
real RayonSectionSpires=0.001/2;                 // m
real EspaceEntreSpires=0.001;                    // m
real CourantInducteur=1000;                       // A
real frequence=5000;                             // Hz

//-- Parametre numerique qui peut etre ajuste
real DensiteMaillage=6000;                       // m^-1
```

En sortie, il y a les tracés du maillage et des lignes d'induction correspondant aux lignes de niveau des parties réelles et imaginaire du produit de la composante orthoradiale du potentiel vecteur par le rayon. Il y a aussi un texte comme

```
Dimension Triangle = 0.166667 mm ; Nb noeuds = 29709 ; Nb Triangles = 59051
delta Billette = 12.3281 mm ; rayon Billette = 30 mm
delta Tube = 12.3281 mm ; Epaisseur Tube = 1 mm
S = 40079.4 + 169565 i ; Pj Billette = 28911 ; Pj Tube = 11168.4 ; Q = 169565
Z = 0.0400794 + 0.169565 i (Ohm)
1-Resistance due aux charges = 40.0794 milli-Ohm
2-Inductance = 5.39743 micro-Henry
3-Estimation Resistance Inducteur = 46.72 milli-Ohm
4-Resistance 1 + 3 = 86.7994 milli-Ohm
```

qui sera expliqué en séance.