

DM6 : Transformateur – corrigé

Exercice 1 : TRANSFORMATEUR TORIQUE (CCP TSI 2018)

1. Si les courants i_1 et i_2 sont positifs, la règle de la main droite indique que le champ magnétique créé sera dirigé suivant $+\vec{e}_\theta$.
2. D'après l'expression de \vec{B}_1 on peut dire que l'unité de μ_0 est T m A^{-1}
3. Le flux du champ magnétique à travers une spire est :

$$\varphi = \iint \vec{B}_1 \cdot d\vec{S} = \iint \frac{\mu_0 N_1 i_1}{2\pi r} \vec{e}_\theta \cdot dr dz \vec{e}_\theta = \int_{r=R}^{R+a} \int_{z=0}^a \frac{\mu_0 N_1 i_1}{2\pi r} dz dr$$

4. L'intégrale précédente donne :

$$\varphi = \frac{\mu_0 N_1 i_1 a}{2\pi} \ln \left(\frac{R+a}{R} \right)$$

5. Le flux total à travers les N_1 spires du circuit C_1 est

$$\Phi = \frac{\mu_0 N_1^2 i_1 a}{2\pi} \ln \left(\frac{R+a}{R} \right)$$

6. Le flux propre d'un circuit parcouru par un intensité i est $\Phi_p = Li$ où L est l'inductance propre du circuit
7. On en déduit directement l'inductance propre $L_1 = \Phi/i_1$ soit

$$L_1 = N_1^2 \frac{a\mu_0}{2\pi} \ln \left(\frac{R+a}{R} \right)$$

8. Le calcul de L_2 est exactement le même que celui de L_1 il faut juste remplacer N_1 par N_2 et on obtient :

$$L_2 = N_2^2 \frac{a\mu_0}{2\pi} \ln \left(\frac{R+a}{R} \right)$$

9. Le flux du champ magnétique créé par un circuit 1 parcouru par un courant i_1 à travers le circuit 2 est $\Phi_{12} = M i_1$.
10. Dans le cas présent, on a $\Phi_{12} = N_2 \varphi$ soit :

$$M = N_1 N_2 \frac{a\mu_0}{2\pi} \ln \left(\frac{R+a}{R} \right)$$

11. La tension u_1 au primaire est donnée par :

$$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

12. La tension u_2 au secondaire est donnée par :

$$u_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$$

13. On utilise le résultat de la question 12 pour écrire

$$\frac{di_1}{dt} = \frac{u_2}{M} - \frac{L_2}{M} \frac{di_2}{dt}$$

que l'on injecte dans le résultat de la question 11 pour obtenir :

$$u_1 = \frac{L_1}{M} u_2 + \frac{M^2 - L_1 L_2}{M} \frac{di_2}{dt}$$

14. Avec les expressions de L_1 , L_2 et M , on remarque que $M^2 - L_1 L_2 = 0$ et $\frac{L_1}{M} = \frac{N_1}{N_2}$. On en déduit

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

15. Les transformateurs permettent d'élever ou d'abaisser les tensions du réseau électrique.
16. Dans la modélisation que l'on a faite, il n'y a pas de pertes d'énergie et le rendement entre primaire et secondaire est égal à 1.
17. Pour des signaux continus, il n'y a pas de variation de champ magnétique dans le matériau magnétique donc pas de variation de flux, et donc pas de fem induite dans le secondaire. Un transformateur ne peut pas fonctionner avec des signaux continus.
18. On cherche à éviter la présence de courants de Foucault induits dans le matériau magnétique, en effet ils chauffent le matériau et induisent des pertes de puissance entre le primaire et le secondaire.