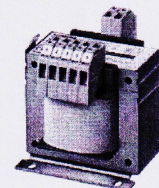


Chapitre 8 : Transformateurs monophasés parfaits

I. Introduction

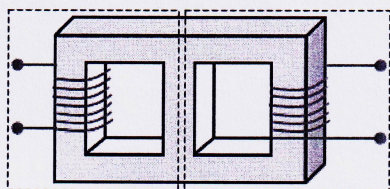
Les transformateurs monophasés, inventés à la fin du XIXe siècle par Lucien Gaulard et John Dixon Gibbs, convertissent la tension et le courant alternatifs d'un circuit à un autre. Utilisés principalement dans les systèmes de distribution électrique, ils trouvent également des applications dans l'électronique, les appareils ménagers et l'éclairage.



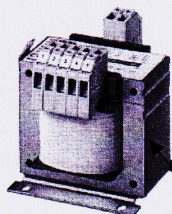
II. Constitutions et symbole d'un transformateur monophasé

1. Constitutions

Le transformateur monophasé est constitué de deux bobinages (ou plus) montés sur un circuit :

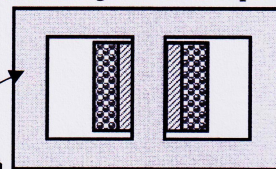


Primaire : N_1 spires (relié à la source).
Secondaire : N_2 spires (relié à la charge).

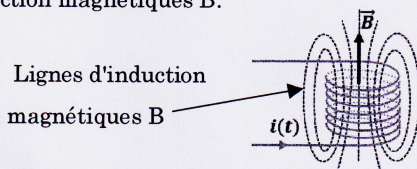


Circuit magnétique en tôles au silicium à grains orientés ou en ferrite

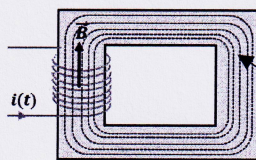
Technologie la plus commune : (2 bobinages concentriques)



Circuit magnétique (CM) est un ensemble de corps aimantables (ferromagnétiques en général) qui **canalise** les lignes d'induction magnétiques B .



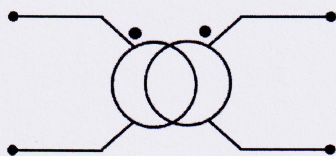
Sans circuit magnétique



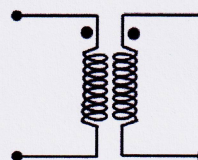
Lignes de champs sont bien canalisées

Avec circuit magnétique

2. Symbole d'un transformateur monophasé

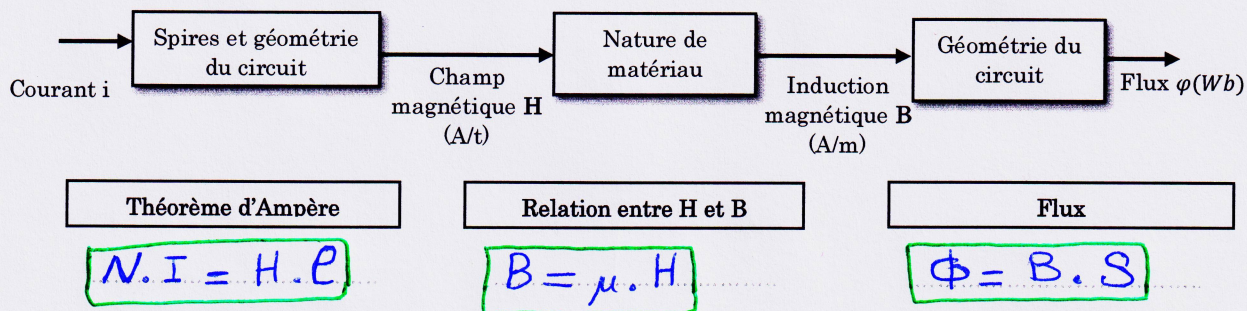


Ou



3. Lois de base de magnétisme

Les transformateurs utilisent des circuits magnétiques pour canaliser l'induction magnétique, souvent appelée "flux". La figure suivante résume les grandeurs impliquées dans les circuits magnétiques linéaires et les relations simplifiées qui les relient.



N : nombre de spire, I : le courant, H : champ magnétique, ℓ : longueur de fibre moyenne, B : induction magnétique, μ : perméabilité du matériau de CM, φ : flux magnétique, S : section droite du CM

Exemple 1 : Etude d'un circuit magnétique

On bobine N = 100 spires de fil de cuivre sur le circuit magnétique représenté sur la figure ci-après. Le matériau utilisé est du fer de perméabilité magnétique μ = 6.64 × 10⁻⁴ SI.

Le bobinage est parcouru par un courant de valeur efficace I = 6A

- Question 1 : Calculer la section du circuit magnétique S

$S = 10 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-2} \Rightarrow S = 0.01 \text{ m}^2$

- Question 2 : Calculer le champ magnétique H

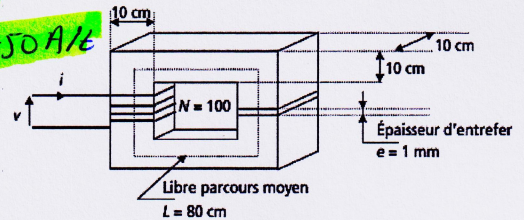
On a : $N \cdot I = H \cdot \ell \Rightarrow H = \frac{N \cdot I}{\ell} \Rightarrow H = 750 \text{ A/m}$

- Question 3 : Déduire la valeur de l'induction magnétique B

$B = \mu \cdot H \Rightarrow B = 4.98 \text{ mT}$

- Question 4 : Exprimer puis calculer le flux magnétique φ

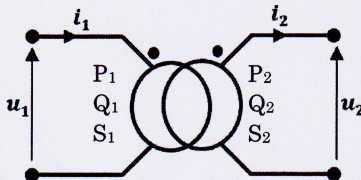
$\phi = B \cdot S \Rightarrow \phi = 4.98 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$



III. Transformateur parfait (T.P)

1. Hypothèses

- Les résistances des enroulements sont nulles (pas de pertes joules).
- Le circuit magnétique est parfait : R = 0 (pas de pertes fer).



$P_1 = P_2$
 $Q_1 = Q_2$
 $S_1 = S_2$

Loi de Hopkinson : $N_1 \cdot I_1 - N_2 \cdot I_2 = R \cdot \phi = 0$

Loi de Lenz - Faraday : $u_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt}$, $u_2 = N_2 \frac{d\phi}{dt}$

2. Rapport de transformation m

On définit le rapport de transformation :

$m = \frac{N_2}{N_1}$; $m = \frac{u_2}{u_1}$; $m = \frac{I_1}{I_2}$

3. Formule de Boucherot

On reconnaît la formule de BOUCHEROT qui sera utile pour la détermination du nombre de spire des enroulements du transformateur, lorsque, U1 et U2 seront connus. La formule de Boucherot est la suivante :

$U_1 = 4.44 \cdot N_1 \cdot f \cdot \phi_m$ avec $\phi_m = B_m \cdot S$ et f est la fréquence (Hz)

En effet : U1=Cte → le flux maximal est constant (le flux est forcé par la tension du primaire U1).

Dans un transformateur parfait les pertes sont nulles alors : $P_1 = P_2$; $Q_1 = Q_2$; $S_1 = S_2$

Exemple 2 : Calcul de nombre de spires d'un transformateur

On veut réaliser un transformateur monophasé 5000 V / 200 V, 50 Hz. La section du circuit magnétique sera de 1 dm². L'induction maximale dans le circuit magnétique ne doit pas dépasser 1,5 T.

- Question 1 : Calculer le rapport de transformation m.

On a : $m = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow m = 0.04$

- Question 2 : Calculer les nombres de spires du primaire N1 et du secondaire N2.

On a : $U_1 = 4.44 N_1 \cdot f \cdot B_m \cdot S$ | $m = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = m \cdot N_1$
 d'ai : $N_1 = \frac{U_1}{4.44 \cdot f \cdot B_m \cdot S} = 1502 \text{ spires}$ | $N_2 = 60 \text{ spires}$
 } $N_1 = 1502 \text{ spires}$
 } $N_2 = 60 \text{ spires}$