

Transformateur monophasé

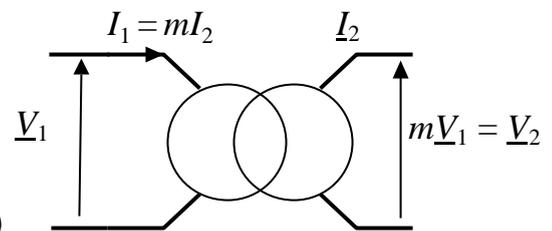
Un transformateur monophasé destiné à fonctionner sous $f = 50 \text{ Hz}$ est constitué de deux enroulements placés sur un circuit magnétique dont la section est de $S_{\text{reel}} = 100 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$

Un premier enroulement est constitué de $n_a = 2340$ spires et sa résistance $R_a = 7,5 \text{ W}$.

Le deuxième enroulement comporte $n_b = 52$ spires et sa résistance $R_b = 5 \text{ mW}$.

(soit Réquivalent au secondaire $R_{e2} = R_b + R_a * m^2 = 8,7 \text{ mW}$ à vérifier !)

rapport de transformation: $m = n_2 / n_1 = U_2 / U_1 = U_{\text{sortie}} / U_{\text{entrée}}$ et $U_2 = m * U_1$



A Fonctionnement à vide: (transformateur parfait)

A.1 Quel doit être l'enroulement primaire pour un fonctionnement en abaisseur de tension?

Lorsque $V_2 < V_1$, $m < 1$, on parle de transformateur **abaisseur de tension**.
Donc indices: $1 = a$ et $2 = b$

$$m = 52 / 2340 = 1 / 45 \gg 0,0222$$

A.2 Dans ce cas, quelle est la tension secondaire obtenue à vide quand on applique au primaire 5160 Volts.

à VIDE $U_{20} = m U_1 = 5160 : 45 \gg 115 \text{ V}$

A.3 Quel est alors la valeur maximale du flux dans le circuit magnétique. **BOUCHEROT:**

$$U_2 = 4,44 F_{\text{max}} n_2 f \quad \text{IDEM à } U_1 = 4,44 F_{\text{max}} n_1 f \quad \text{et } F_{\text{max}} = B_{\text{max}} * S_{\text{reel}}$$

$$\text{donc } F_{\text{max}} = 115 / (4,44 * 52 * 50) = 9,9 \text{ mWb} \gg 10^{-2} \text{ Weber}$$

$$B_{\text{max}} = 0,99 \text{ T} \gg 1 \text{ Tesla}$$

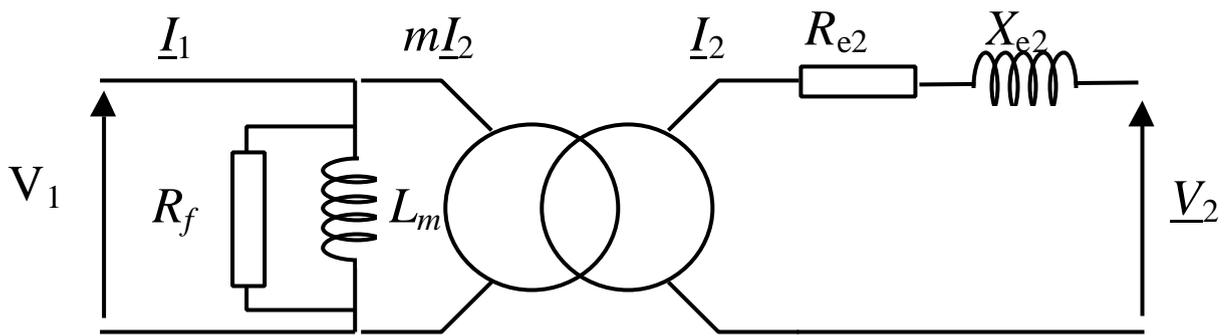
A.4 En réalité l'induction atteint en crête 1.2T, quelle est la section utile du fer et comment expliquer ce résultat ?

$$B_{\text{maxREEL}} = 1,2 \text{ T} \quad 0,01 = F_{\text{max}} = B_{\text{maxREEL}} * S_{\text{utile}}$$

Donc $S_{\text{utile}} = 0,01 / 1,2 = 0,0083333 = 83,3 \text{ cm}^2$

B Détermination du modèle équivalent:

On désire déterminer les éléments du modèle équivalent suivant:



L'essai à **vide** du transformateur donne les résultats suivants: $V_{10} = 5160 \text{ V}$; $I_{10} = 0.218 \text{ A}$; $P_{10} = 525 \text{ W}$.

L'essai en **court-circuit** au secondaire donne les résultats suivants: $V_{1cc} = 532 \text{ V}$; $I_{1cc} = 5.25 \text{ A}$; $P_{1cc} = 484 \text{ W}$.

B.1 Calculer le facteur de puissance F_{p0} du transformateur à **vide**.

$$F_{p0} = \cos j_0 = P_{10} / S_0 = P_{10} / (V_{10} * I_{10}) = 525 / (5160 * 0,218) = 0,4667 < 1$$

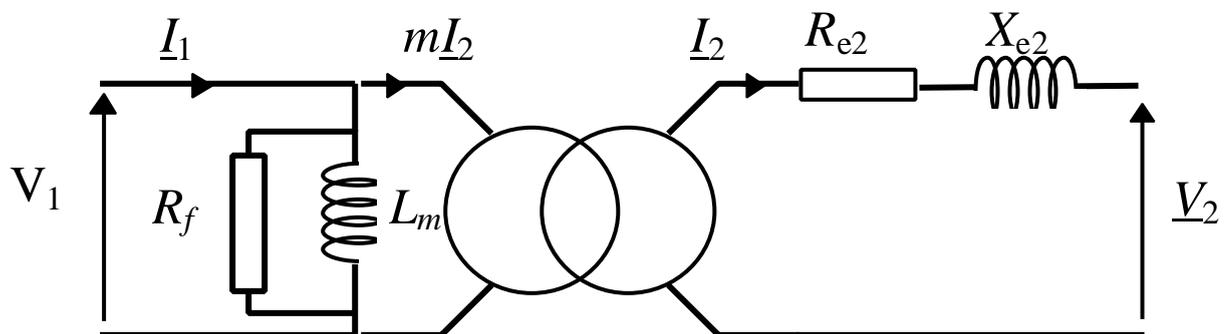
$$j_0 = \arccos(0,466...) \gg 62^\circ$$

B.2 Déterminer les composantes R_f et L_m du modèle à partir de l'essai à vide.

$$P_{10} = V_1^2 / R_f \quad \text{donc} \quad R_f = 5160^2 / 525 = 50,7 \text{ kW}$$

$$\text{de même } Q_{10} = V_1^2 / L_m \omega = \sqrt{(V_{10} * I_{10})^2 - P_{10}^2} = 995 \text{ VAR}$$

$$\text{donc } X_m = L_m \omega = 5160^2 / 995 = 26,7 \text{ kW} \quad \text{soit } L_m = 85,2 \text{ H}$$



B.4 Vérifier que lors de l'essai en court-circuit les pertes fer sont négligeables devant P_{1cc} .

$$P_{fercc} = V_{1cc}^2 / R_f = 5,6 \text{ W} \ll P_{1cc} = 484 \text{ W} \quad \text{soit près de 1\%}$$

B.3 Déterminer les composantes R_{e2} et L_{e2} du modèle à partir de l'essai en **court circuit** et des valeurs de R_f et L_m .

$$P_{\text{fercc}} = V_{1\text{cc}}^2 / R_f = 5,6 \text{ W} \ll P_{1\text{cc}}$$

$$I_{10\text{cc}} = 0,0225 \text{ }^{62^\circ} \quad I_{2\text{cc}} = 236,5 \text{ A} = I_{1\text{cc}} / m$$

soit **Réquivalent au secondaire** $R_{e2} = R_b + R_a * m^2 = 8,7 \text{ m}\Omega$ **vérifier !**

$$Q_{Lm\text{cc}} = 10,6 \text{ VAR} \quad Q_{1\text{cc}} = 2750 \text{ VAR} \approx Q_{Le2}$$

$$L_{e2} = 156 \text{ }\mu\text{H} \quad \text{et} \quad X_{Le2} = 49,2 \text{ m}\Omega$$

C Fonctionnement en charge.

On fait débiter le secondaire du transformateur dans une charge **inductive** dont le facteur de puissance est de 0.8. Cette charge absorbe un courant de 227 A sous une tension de 110 V.

C.1 Calculer la puissance active et la puissance apparente absorbées par la charge.

$$P_2 = 20 \text{ kW} \quad S_2 = 25 \text{ kVA}$$

C.2 Calculer la tension, le courant et le facteur de puissance au primaire du transformateur dans ce cas.

$$P_1 = 21 \text{ kW} \quad Q_1 = 18,6 \text{ kVAR}$$

$$I_1 = 5,255 \text{ A} \quad F = 41,5^\circ$$

C.3 Calculer le rendement du transformateur correspondant.

$$95,4 \%$$

C.4 En supposant que la tension primaire est constamment égale à sa valeur nominale de 5340 V, déterminer la courbe de la chute de tension de la sortie si le facteur de puissance de la charge reste constant et égal à 0.8 AR. On prendra les valeurs suivantes pour le courant secondaire: [0 A; 75 A; 150 A; 225 A; 300A]

$$D V \gg 3,646 \cdot 10^{-3} I_2$$