

Exercice 6

L'étude d'un transformateur monophasé 1500V, 225V, 50 Hz de puissance apparente 44 kVA, a donné les essais suivants :

Essai en continu au primaire : $U_1 = 2,5V$; $I_1 = 10A$;

Essai à vide : $U_1 = 1500V$; $I_{10} = 2A$; $U_{20} = 225 V$; $P_{10} = 300W$;

Essai en court-circuit : $U_{1cc} = 22,5V$; $I_{1cc} = 22,5 A$; $P_{1cc} = 225W$.

1. Déterminer le rapport de transformation
- 2.a. Calculer la composante active du courant lors de l'essai à vide
- 2.b. Vérifier que l'on peut négliger les pertes par effet Joule lors de l'essai à vide :

Le fonctionnement en courant continu permet de calculer

- 2.c. Montrer que les pertes fer sont négligeables dans l'essai en court-circuit, en admettant qu'elles sont proportionnelles au carré de la tension primaire.

Calculer les éléments R_s et X_s des enroulements ramenés au secondaires

3. Le transformateur alimenté au primaire sous une tension $U_1 = 1500 V$ débite un courant constant d'intensité $I_2 = 200A$, quel que soit la charge.
 3. a. Déterminer la valeur de φ_2 , déphasage entre courant et tension secondaire, pour que la chute de tension soit nulle.
 3. b. Déterminer la chute de tension relative pour $\cos\varphi_2 = 0,8$.
4. Déterminer le rendement .

Solution

1. Déterminer le rapport de transformation

$$m = \frac{U_{20}}{U_1} = 0.150$$

2.a. Calculer la composante active du courant lors de l'essai à vide :

$$I_{10a} = I_{10} \cos \varphi_{10} = I_{10} \frac{P_{10}}{U_{10} I_{10}} = 0.2 \text{ A}$$

2.b. Vérifier que l'on peut négliger les pertes par effet Joule lors de l'essai à vide :

Le fonctionnement en courant continu permet de calculer

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 0.25 \Omega$$

Les pertes fer lors de l'essai à vide sont :

$$P_{fer} = P_{10} - R_1 I_{10}^2 = 299$$

Les pertes Joule pour cet essai sont négligeables ; elles représentent 0.33% des pertes !).

2.c. Montrer que les pertes fer sont négligeables dans l'essai en court-circuit, en admettant qu'elles sont proportionnelles au carré de la tension primaire.

Les pertes mesurées lors de l'essai en court-circuit sont : $P_{1cc} = P_{fer} + P_c$

Or que $P_{fer} = kU_1^2$

Pour l'essai à vide : $P_{fer} = 300 W \Rightarrow k = \frac{P_{fer}}{U_1^2} = 0.133 \cdot 10^{-3}$

Pour l'essai en court-circuit : $U_{1cc} = 2.5V$ d'où $P_{fer} = kU_{1cc}^2 = 67.5 mW$

Soit, $P_{1cc} = P_{fer} + P_{1c}$ (les pertes fer pour cet essai sont négligeables).

2. Calculer les éléments R_s et X_s des enroulements ramenés au secondaires.

$$P_{1cc} = R_s I_{2cc}^2 \Rightarrow R_s = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = m^2 \frac{P_{1cc}}{I_{1cc}^2} = 10 m\Omega$$

$$Z_s = m \frac{U_{1cc}}{I_{2cc}} = m^2 \frac{U_{1cc}}{I_{1cc}} = 22.5 m\Omega$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = 20.2 m\Omega$$

3.a. Déterminer la valeur de φ_2 , déphasage entre courant et tension secondaire, pour que la chute de tension soit nulle.

$$\Delta U_2 = U_{20} - U_2 = 0 \Rightarrow R_s I_2 \cos \varphi_2 + X_s I_2 \sin \varphi_2 = 0$$

$$\frac{\sin \varphi_2}{\cos \varphi_2} = -\frac{X_s}{R_s} = \tan \varphi_2 \Rightarrow \varphi_2 = \arctan\left(-\frac{X_s}{R_s}\right) = -26^\circ$$

3.b. Déterminer la chute de tension relative pour $\cos \varphi_2 = 0,8$.

$$\Delta U_2 = U_{20} - U_2 = R_s I_2 \cos \varphi_2 + X_s I_2 \sin \varphi_2 = 4 V$$

$$U_2 = U_{20} - \Delta U_2 = 221 V$$

$$\frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} \times 100 = 1.8\%$$

4. Déterminer le rendement .

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 = 39.78 \text{ kW}$$

$$P_1 = P_2 + R_s I_2^2 + P_{10} = 40.48 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100 = 98.2\%$$

<http://ch-rahmoune.univ-boumerdes.dz/>