

INSTITUT SUPERIEUR DES ETUDES TECHNOLOGIQUES DE NABEUL



DEVOIR SURVEILLE

MATIERE : <i>ELECTROTECHNIQUE</i> CLASSE : <i>MI-31</i> ENSEIGNANT : <i>H. BEN AMMAR</i>	DATE : <i>24 NOVEMBRE 2009</i> DUREE : <i>1 HEURE</i> DOCUMENTS : <i>NON AUTORISES</i>
---	---

Exercice

Un transformateur monophasé est alimenté par une tension alternative sinusoïdale au primaire, de valeur efficace 2200 V et de fréquence 50 Hz.

Les essais d'un transformateur monophasé ont donné :

Essai à vide :

$$U_1 = 2200 \text{ V}; U_{20} = 220 \text{ V}; I_{10} = 1 \text{ A}; P_{10} = 550 \text{ W.}$$

Essai en court circuit :

$$U_{1cc} = 150 \text{ V}; I_{2cc} = 100 \text{ A}; P_{1cc} = 750 \text{ W.}$$

Pendant le fonctionnement normal, on prélève $U_1 = 1400 \text{ V}$, $I_{2n} = 60 \text{ A}$ avec un facteur de puissance inductif $\cos\varphi_2 = 0,8$ AR.

1. Calculer le facteur de puissance à vide $\cos\varphi_{10}$ et le rapport de transformation m .
2. Calculer les valeurs de la résistance de fuite R_f et de l'inductance cyclique X_f .
3. Déterminer la résistance équivalente R_s ramenée au secondaire.
4. Calculer l'impédance Z_s et en déduire la réactance X_s ramenée à la sortie.
5. Pour le fonctionnement nominal :
 - a. A l'aide de la forme approchée, calculer la chute de tension au secondaire ;
 - b. Etablir le diagramme de Kapp ;

- c.** Selon la représentation vectorielle, évaluer la chute de tension réelle (sans approximation) ;
 - d.** Calculer la puissance active secondaire ;
 - e.** Déduire le rendement du transformateur pour le régime nominal.
- 6.** Pour une charge capacitive, telle que l'impédance de la charge est l'association série d'une résistance $R_c=100\Omega$ et d'un condensateur $X_c=75\Omega$. le courant secondaire nominal étant de l'ordre de 10A.
- a.** Déduire le facteur de puissance secondaire et préciser la phase entre le courant et la tension secondaire ;
 - b.** A l'aide de l'hypothèse de Kapp, évaluer la chute de tension ainsi la tension secondaire U_2 ;
 - c.** Construire le diagramme de Kapp ;
 - d.** Evaluer la puissance active du secondaire ;
 - e.** Déterminer le rendement du transformateur.

Note !

Il est recommandé que les étudiants doivent écrire lisiblement, numéroter chaque copie, dégager et encadrer les résultats.

CORRIGE

Exercice

Un transformateur monophasé est alimenté par une tension alternative sinusoïdale au primaire, de valeur efficace 2200 V et de fréquence 50 Hz.

Les essais d'un transformateur monophasé ont donné :

Essai à vide :

$$U_1 = 2200 \text{ V}; U_{20} = 220 \text{ V}; I_{10} = 1 \text{ A}; P_{10} = 550 \text{ W.}$$

Essai en court circuit :

$$U_{1cc} = 150 \text{ V}; I_{2cc} = 100 \text{ A}; P_{1cc} = 750 \text{ W.}$$

Pendant le fonctionnement normal, on prélève $U_1 = 1400 \text{ V}$, $I_{2n} = 60 \text{ A}$ avec un facteur de puissance inductif $\cos\varphi_2 = 0,8 \text{ AR}$.

$$1. \quad P_{10} = U_1 I_{10} \cos\varphi_{10} \Rightarrow \cos\varphi_{10} = \frac{P_{10}}{U_1 I_{10}} = \frac{550}{2200 \times 1} = 0,25 \Rightarrow \cos\varphi_{10} = 0,25 \quad (1)$$

$$m = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{220}{2200} = 0,1 \Rightarrow m = 0,1 \quad (1)$$

$$2. \quad R_f = \frac{U_1^2}{P_{10}} = 8,8 \text{ K}\Omega \quad (1)$$

$$Q_{10} = \frac{U_1^2}{X_f} \Rightarrow X_f = \frac{U_1^2}{Q_{10}} = 2,272 \text{ K}\Omega \quad (1)$$

$$Q_{10} = U_1 I_{10} \sin\varphi_{10} = 2130 \text{ VAR} \quad (1)$$

$$3. \quad P_{1cc} = P_{2cc} = R_s I_{2cc}^2 \Rightarrow R_s = \frac{P_{2cc}}{I_{2cc}^2} = \frac{750}{100^2} = 75,2 \text{ m}\Omega \quad (1)$$

$$4. \quad Z_s = \frac{U_{2cc}}{I_{2cc}} = \frac{m U_{1cc}}{I_{2cc}} = \frac{0,1 \times 150}{100} \Rightarrow Z_s = 150 \text{ m}\Omega \quad (1)$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \Rightarrow X_s = 130 \text{ m}\Omega \quad (1)$$

5.

a. $\Delta U = R_s I_{2n} \cos \varphi_2 + X_s I_{2n} \sin \varphi_2$ où $\cos \varphi_2 = 0,8 > 0$ et $\sin \varphi_2 = 0,6 > 0$ pour $\varphi_2 = 36,87^\circ > 0 \Rightarrow \Delta U = 0,075 \times 60 \times 0,8 + 0,13 \times 60 \times 0,6 = 8,28 \text{ V}$ (1)

b. $U_2 = U_{20} - \Delta U = mU_1 - \Delta U_1 = 0,1 \times 1400 - 8,28 = 131,72 \text{ V}$ (2)

c. $\Delta U_{\text{réel}} = 8,28 \text{ V}$ et $\Delta U_{\text{imaginaire}} = -R_s I_2 \sin \varphi + X_s I_2 \cos \varphi = 1,98 \text{ V}$

alors $\Delta U = \sqrt{\Delta U_{\text{réel}}^2 + \Delta U_{\text{imaginaire}}^2} = 8,513 \text{ V}$ (1)

d. $P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 = 6322 \text{ W}$ (1)

e. $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum \text{pertes}} = \frac{P_2}{P_2 + P_0 + R_s I_2^2} = \frac{6322}{3633 + 550 + 0,075 \times 60^2} = 88,52 \%$ (1)

6. $R_c = 100 \Omega$, $X_c = 75 \Omega$

a. $\text{tg} \varphi = -\frac{X_c}{R_c} \Rightarrow \cos \varphi = 0,8 \text{ AV}$ et $\varphi = -36,87^\circ$ (1)

b. $\Delta U = R_s I_{2n} \cos \varphi_2 + X_s I_{2n} \sin \varphi_2$
 $\Rightarrow \Delta U = 0,075 \times 10 \times 0,8 + 0,15 \times 10 \times 0,6 = 5,1 \text{ V}$ (1)

$U_2 = U_{20} - \Delta U = 220 - 5,1 = 214,9 \text{ V}$ (1)

c. Construction du diagramme de Kapp (1)

d. $P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 = 214,9 \times 10 \times 0,8 = 1719 \text{ W}$ (1)

e.

$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum \text{pertes}} = \frac{P_2}{P_2 + P_0 + R_s I_2^2} = \frac{1719}{1719 + 550 + 0,075 \times 10^2} = 75,51 \%$ (1)