

**Exercice 2**

La puissance apparente d'un transformateur monophasé 5 kV / 230 V ; 50 Hz est  $S = 21$  kVA. La section du circuit magnétique est  $s = 60$  cm<sup>2</sup> et la valeur maximale du champ magnétique  $B = 1,1$ T

L'essai à vide a donné les résultats suivants :

$$U_1 = 5\,000 \text{ V} ; U_{20} = 230 \text{ V} ; I_{10} = 0,50 \text{ A} \text{ et } P_{10} = 250 \text{ W.}$$

L'essai en court-circuit avec  $I_{2CC} = I_{2n}$  a donné les résultats suivants :

$$P_{1CC} = 300 \text{ W} \text{ et } U_{1CC} = 200 \text{ V.}$$

1. Calculer le nombre de spires  $N_1$  au primaire.
2. Calculer le rapport de transformation  $m$  et le nombre  $N_2$  de spires au secondaire.
3. Quel est le facteur de puissance à vide de ce transformateur ?
4. Quelle est l'intensité efficace du courant secondaire  $I_{2N}$  ?
5. Déterminer les éléments  $R_S$  ;  $Z_S$  et  $X_S$  de ce transformateur.
6. Calculer le rendement de ce transformateur lorsqu'il débite un courant d'intensité nominale dans une charge inductive de facteur de puissance 0,83.

**Solution**

1. En utilisant le théorème de Boucherot :  $U_1 = 4,44 N_1 S f B_{\max}$  on en déduit :

$$N_1 = \frac{U_1}{4.44 S f B_{\max}} = 3413 \text{ spires}$$

2. Le rapport de transformation

$$m = \frac{U_{20}}{U_1} = 0.046 \text{ et } m = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = mN_1 = 157 \text{ spires}$$

3. le facteur de puissance à vide de ce transformateur

$$P_{10} = U_1 I_{10} \cos \varphi_{10} \Rightarrow \cos \varphi_{10} = \frac{P_{10}}{U_1 I_{10}} = 0.1$$

4. l'intensité efficace du courant secondaire  $I_{2N}$

$$S = U_{1N} I_{1N} = U_{20} I_{2N} \Rightarrow U_{1N} I_{1N} = I_{2N} = \frac{S}{U_{20}} = 91.3 \text{ A}$$

5. les éléments  $R_s$  ;  $Z_s$  et  $X_s$  de ce transformateur

$$P_{1cc} = R_s I_{2cc}^2 \Rightarrow R_s = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = 36 \text{ m}\Omega$$

$$Z_s = m \frac{U_{1cc}}{I_{2cc}} = 0.1 \Omega$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = 94 \text{ m}\Omega$$

6. Calculer le rendement de ce transformateur lorsqu'il débite un courant d'intensité nominale dans une charge inductive de facteur de puissance 0,83.

Pour déterminer le rendement, il faut déjà déterminer la tension  $U_2$

$$\text{On a } \Delta U_2 = U_{20} - U_2 = R_s I_2 \cos \varphi_2 + X_s I_2 \sin \varphi_2$$

$$U_2 = U_{20} - \Delta U_2 \quad \Rightarrow U_2 = U_{20} - R_s I_2 \cos \varphi_2 - X_s I_2 \sin \varphi_2 = 222.5 V$$

On calcule ensuite  $P_1$  et  $P_2$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 = 19.86 \text{ kW}$$

$$P_1 = P_2 + P_{\text{cc}} + P_{10} = 17.41 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 96.8\%$$

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