

Exercice 4

Les essais d'un transformateur monophasé ont donné les résultats suivants :

Essai à vide sous tension primaire nominale : $U_{1n} = 2,20 \text{ kV}$; $f = 50 \text{ Hz}$; Valeur efficace de l'intensité du courant mesuré au primaire :

$$U_{20} = 230 \text{ V} ; \text{ Puissance active mesurée au primaire : } P_{10} = 700 \text{ W} ;$$

Essai en court-circuit sous tension primaire réduite :

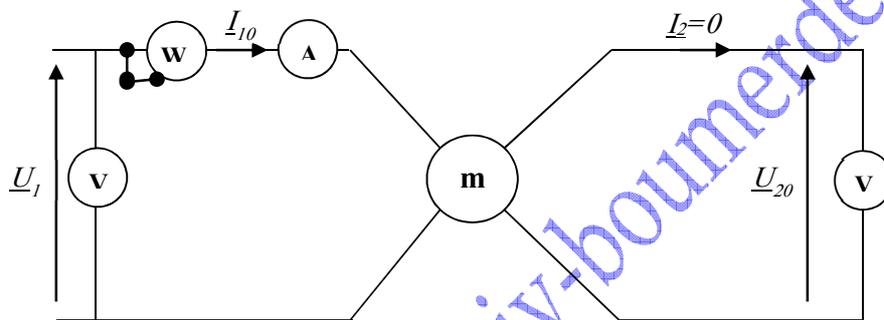
$$U_{1cc} = 130 \text{ V} ; I_{2cc} = 200 \text{ A} \text{ et } P_{1cc} = 1,50 \text{ kW}.$$

1. Proposer un schéma de câblage du transformateur permettant lors de l'essai à vide, avec tous les appareils pour mesurer I_{10} , U_{20} , P_{10} en indiquant le type d'appareil choisi.
2. Calculer le rapport de transformation m
3. Calculer le facteur de puissance du transformateur lors de l'essai à vide
4. On note I_{10r} la valeur efficace de la composante réactive de l'intensité I_{10} . Calculer I_{10r} (appelé parfois courant magnétisant).
5. On appelle R_s la résistance des enroulements ramenés au secondaire et X_s la réactance ramené au secondaire.
 - a- Proposer un schéma de câblage du transformateur lors de l'essai en court-circuit, avec tous les appareils permettant de mesurer U_{1cc} , I_{1cc} , P_{1cc} .
 - b- Pourquoi cet essai est-il réalisé sous tension primaire réduite ?

- c- Faire un schéma électrique équivalent du transformateur ramené au secondaire pour cet essai ; y porter toutes les grandeurs électriques.
- d- Que représente la puissance active P_{1cc} lors de cet essai ?
- e- Calculer R_S .
- f- Calculer le module de l'impédance Z_S ramené au secondaire. Déduire X_S
6. Le secondaire alimente maintenant une charge inductive de facteur de puissance 0,8. $U_{1n} = 2,2$ kV. On relève $I_{2n} = 200$ A.
- a- Faire un schéma électrique équivalent du montage, le transformateur étant représenté par son modèle ramené au secondaire.
- b- Calculer une valeur approchée de U_2 .
- c- En déduire la puissance active fournie à la charge.
- d- Quel est la valeur des pertes dans le fer P_f ? ... des pertes Joules P_j ? et calculer la puissance active P_1 .
- e- Calculer le rendement du transformateur

Solution

1. Proposer un schéma de câblage du transformateur permettant lors de l'essai à vide, avec tous les appareils pour mesurer I_{10} , U_{20} , P_{10} en indiquant le type d'appareil choisi.



1. le rapport de transformation m

$$m = \frac{U_{20}}{U_1} = 0.104$$

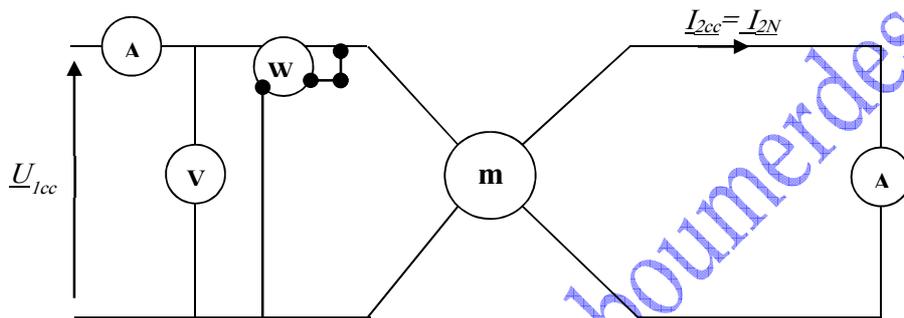
2. le facteur de puissance du transformateur lors de l'essai à vide

$$P_{10} = U_1 I_{10} \cos \varphi_{10} \Rightarrow \cos \varphi_{10} = \frac{P_{10}}{U_1 I_{10}} = 0.212$$

4. Calculer I_{10r} .

$$I_{10r} = I_{10} \sin \varphi_{10} = 1.46 \text{ A}$$

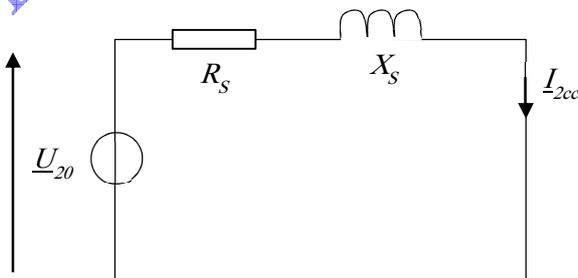
4.a. un schéma de câblage du transformateur lors de l'essai en court-circuit, avec tous les appareils permettant de mesurer U_{1cc} , I_{1cc} , P_{1cc} .



5.b. Cet essai est-il réalisé sous tension primaire réduite ?

Le secondaire étant court-circuité, seule la résistance de l'enroulement du secondaire limite l'intensité du courant I_{2cc} . Comme cette résistance est très faible, il suffit d'une tension primaire réduite ($U_2 = mU_1$) pour obtenir une intensité de court-circuit égale à l'intensité nominale.

5.c. Faire un schéma électrique équivalent du transformateur ramené au secondaire pour cet essai ; y porter toutes les grandeurs électriques.



5.d. Que représente la puissance active P_{1cc} lors de cet essai ?

Cette puissance représente les pertes par effet Joule ou pertes cuivres.

5.e. Calculer R_s .

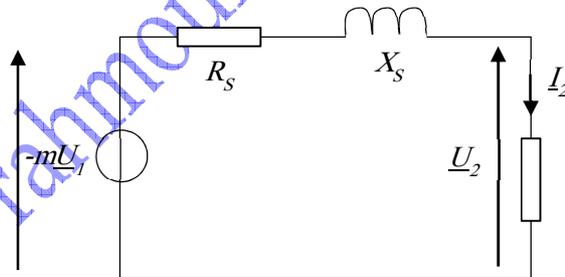
$$P_{1cc} = R_s I_{2cc}^2 \Rightarrow R_s = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = 37.5 \text{ m}\Omega$$

5.f. Calculer le module de l'impédance Z_s ramené au secondaire. Déduire X_s

$$\underline{Z}_s = m \frac{U_{1cc}}{I_{2cc}} = 67.9 \text{ m}\Omega$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = 56.7 \text{ m}\Omega$$

6.a. Faire un schéma électrique équivalent du montage, le transformateur étant représenté par son modèle ramené au secondaire.



6.b. Calculer une valeur approchée de U_2 .

On a

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

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

$$\Rightarrow U_2 = U_{20} - R_s I_2 \cos \varphi_2 - X_s I_2 \sin \varphi_2 = 217.2 V$$

6.c. En déduire la puissance active fournie à la charge.

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 = 34.75 kW$$

6.d. Quel est la valeur des pertes dans le fer P_f ?, des pertes Joules P_j ? et calculer la puissance active P_1 .

Comme le transformateur fonctionne sous les grandeurs nominales et que l'essai à vide s'est fait sous ces grandeurs, $P_f = P_{10} = 700 W$.

$$P_j = R_s I_2^2 = 1500 W$$

$$P_1 = P_2 + R_s I_2^2 + P_{10} = 36.95 kW$$

6.e. Calculer le rendement du transformateur

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100 = 94\%$$