

**Exercice n°1.**

Un transformateur monophasé a les caractéristiques suivantes :

$$\begin{array}{ll} 230 \text{ V} / 24 \text{ V} & 50 \text{ Hz} \\ 63 \text{ VA} & 2 \text{ kg} \end{array}$$

1- Calculer le courant primaire nominal  $I_{1N}$  et le courant secondaire nominal  $I_{2N}$ .

2- A la mise sous tension d'un transformateur, il se produit un courant d'appel très important (de l'ordre de  $25 I_{1N}$ ) pendant une dizaine de millisecondes.  
Evaluer le courant de mise sous tension.

**Correction :**

Un transformateur monophasé a les caractéristiques suivantes :

$$\begin{array}{ll} 230 \text{ V} / 24 \text{ V} & 50 \text{ Hz} \\ 63 \text{ VA} & 2 \text{ kg} \end{array}$$

1- Calculer le courant primaire nominal  $I_{1N}$  et le courant secondaire nominal  $I_{2N}$ .

$$\begin{array}{l} I_{1N} = S_N / U_{1N} = 63 / 230 = 0,27 \text{ A} \\ I_{2N} = S_N / U_{2N} = 63 / 24 = 2,6 \text{ A} \end{array}$$

2- A la mise sous tension d'un transformateur, il se produit un courant d'appel très important (de l'ordre de  $25 I_{1N}$ ) pendant une dizaine de millisecondes.  
Evaluer le courant de mise sous tension.

$$25 \times 0,27 = 6,8 \text{ A}$$

**Exercice n°2.**

Un transformateur de distribution possède les caractéristiques nominales suivantes :  
 $S_{2N} = 25 \text{ kVA}$ ,  $p_{\text{Joule N}} = 700 \text{ W}$  et  $p_{\text{fer}} = 115 \text{ W}$ .

1- Calculer le rendement nominal pour :

- une charge résistive
- une charge inductive de facteur de puissance 0,8

2- Calculer le rendement pour :

- une charge résistive qui consomme la moitié du courant nominal

**Correction :**

Un transformateur de distribution possède les caractéristiques nominales suivantes :  
 $S_{2N} = 25 \text{ kVA}$ ,  $p_{\text{Joule } N} = 700 \text{ W}$  et  $p_{\text{fer}} = 115 \text{ W}$ .

1- Calculer le rendement nominal pour :

- une charge résistive

$$P_2 = S_2 \cos \varphi_2$$

La charge est résistive :  $\cos \varphi_2 = 1$

$$P_{2N} = 25000 \times 1 = 25 \text{ kW}$$

$$P_1 = P_2 + \text{pertes Joule} + \text{pertes Fer} = 25000 + 700 + 115 = 25,815 \text{ kW}$$

$$\text{Rendement nominal : } P_2/P_1 = 96,8 \%$$

- une charge inductive de facteur de puissance 0,8

$$(25000 \times 0,8) / (25000 \times 0,8 + 700 + 115) = 96,1 \%$$

2- Calculer le rendement pour :

- une charge résistive qui consomme la moitié du courant nominal

$$P_2 = S_2 \cos \varphi_2$$

$$I_2 = I_{2N}/2 \quad \text{donc : } P_2 \approx P_{2N}/2 \approx 12,5 \text{ kW}$$

Les pertes Joule sont proportionnelles au carré des courants (Loi de Joule).

$$700 \times (1/2)^2 = 175 \text{ W}$$

$$(12500) / (12500 + 175 + 115) = 97,7 \%$$

**Exercice n°3.**

Les essais d'un transformateur monophasé ont donné :

A vide :  $U_1 = 220 \text{ V}$ , 50 Hz (tension nominale primaire) ;  $U_{2v} = 44 \text{ V}$  ;  $P_{1v} = 80 \text{ W}$  ;  $I_{1v} = 1 \text{ A}$ .

En court-circuit :  $U_{1cc} = 40 \text{ V}$  ;  $P_{1cc} = 250 \text{ W}$  ;  $I_{2cc} = 100 \text{ A}$  (courant nominal secondaire).

En courant continu au primaire :  $I_1 = 10 \text{ A}$  ;  $U_1 = 5 \text{ V}$ .

Le transformateur est considéré comme parfait pour les courants lorsque ceux-ci ont leurs valeurs nominales.

1- Déterminer le rapport de transformation à vide  $m_v$  et le nombre de spires au secondaire, si l'on en compte 500 au primaire.

2- Calculer la résistance de l'enroulement primaire  $R_1$ .

3- Vérifier que l'on peut négliger les pertes par effet Joule lors de l'essai à vide (pour cela, calculer les pertes Joule au primaire).

4- En admettant que les pertes dans le fer sont proportionnelles au carré de la tension primaire, montrer qu'elles sont négligeables dans l'essai en court-circuit.  
Faire l'application numérique.

5- Représenter le schéma équivalent du transformateur en court-circuit vu du secondaire.  
En déduire les valeurs  $R_s$  et  $X_s$  caractérisant l'impédance interne.

Quels que soient les résultats obtenus précédemment, pour la suite du problème, on prendra  $R_s = 0,025 \Omega$  et  $X_s = 0,075 \Omega$ .

Le transformateur, alimenté au primaire sous sa tension nominale, débite 100 A au secondaire avec un facteur de puissance égal à 0,9 (charge inductive).

6- Déterminer la tension secondaire du transformateur.  
En déduire la puissance délivrée au secondaire.

7- Déterminer la puissance absorbée au primaire (au préalable calculer les pertes globales).  
En déduire le facteur de puissance au primaire et le rendement.

**Correction :**

A vide :  $U_1 = 220 \text{ V}$ ,  $50 \text{ Hz}$  (tension nominale primaire) ;  $U_{2v} = 44 \text{ V}$  ;  $P_{1v} = 80 \text{ W}$  ;  $I_{1v} = 1 \text{ A}$ .

En court-circuit :  $U_{1cc} = 40 \text{ V}$  ;  $P_{1cc} = 250 \text{ W}$  ;  $I_{2cc} = 100 \text{ A}$  (courant nominal secondaire).

En courant continu au primaire :  $I_1 = 10 \text{ A}$  ;  $U_1 = 5 \text{ V}$ .

Le transformateur est considéré comme parfait pour les courants lorsque ceux-ci ont leurs valeurs nominales.

1- Déterminer le rapport de transformation à vide  $m_v$  et le nombre de spires au secondaire, si l'on en compte 500 au primaire.

$$m_v = 44 / 220 = 0,2$$

$$N_2 = 500 \times 0,2 = 100 \text{ spires}$$

2- Calculer la résistance de l'enroulement primaire  $R_1$ .

$$R_1 = 5 / 10 = 0,5 \Omega$$

3- Vérifier que l'on peut négliger les pertes par effet Joule lors de l'essai à vide (pour cela, calculer les pertes Joule au primaire).

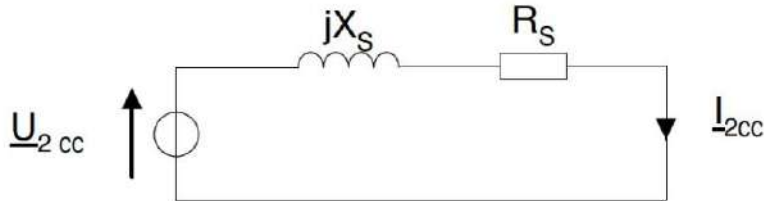
$$\text{Pertes Joule au primaire} = R_1 I_{1v}^2 = 0,5 \text{ W} \ll 80 \text{ W} \text{ donc négligeables.}$$

4- En admettant que les pertes dans le fer sont proportionnelles au carré de la tension primaire, montrer qu'elles sont négligeables dans l'essai en court-circuit.  
Faire l'application numérique.

$$80 \times (40 / 220)^2 = 2,6 \text{ W}$$

$$2,6 \text{ W} \ll 250 \text{ W} \text{ donc négligeables.}$$

5- Représenter le schéma équivalent du transformateur en court-circuit vu du secondaire. En déduire les valeurs  $R_s$  et  $X_s$  caractérisant l'impédance interne.



$$R_s = 250 / 100^2 = 0,025 \Omega$$

$$Z_s = m_v U_{1cc} / I_{2cc} = 0,080 \Omega$$

$$Z_s = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = 0,076 \Omega$$

Quels que soient les résultats obtenus précédemment, pour la suite du problème, on prendra  $R_s = 0,025 \Omega$  et  $X_s = 0,075 \Omega$ .

Le transformateur, alimenté au primaire sous sa tension nominale, débite 100 A au secondaire avec un facteur de puissance égal à 0,9 (charge inductive).

6- Déterminer la tension secondaire du transformateur. En déduire la puissance délivrée au secondaire.

$$\Delta U_2 = (R_s \cos \varphi_2 + X_s \sin \varphi_2) I_2 = 5,5 \text{ V}$$

$$U_2 = 44 - 5,5 = 38,5 \text{ V}$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2 = 3460 \text{ W}$$

7- Déterminer la puissance absorbée au primaire (au préalable calculer les pertes globales). En déduire le facteur de puissance au primaire et le rendement.

$$\text{Pertes globales} = 80 + 250 = 330 \text{ W}$$

$$P_1 = 3460 + 330 = 3790 \text{ W}$$

$$\text{Rendement} : 3460 / 3790 = 91 \%$$

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi_1 = U_1 m_v I_2 \cos \varphi_1$$

$$\text{D'où} : \cos \varphi_1 = 0,86$$