

Problèmes :**Problème 2.1:**

La plaque signalétique d'un transformateur triphasé porte les indications suivantes :

$$Tr\ 3 \sim Yy_0 \left| \begin{array}{l} S = 20\ kVA, U_1 = 10\ kV, U_2 = 220\ V, \\ \cos\varphi_2 = 0,8\ AR, \eta = 0,95, f = 50\ Hz \end{array} \right.$$

Sur ce transformateur on a effectué deux essais à partir des quels on a obtenu :

- A vide : $U_1 = 10\ kV, U_{20} = 231\ V, I_{10} = 0,1\ A$

- En court-circuit : $U_{1cc} = 320\ V, I_{2cc} = 29,3\ A$

1. Calculer le courant nominal secondaire I_{2n} et la somme des pertes en ce régime.
2. Donner le schéma équivalent monophasé ramené au secondaire du transformateur et déterminer les valeurs des paramètres R_s et X_s (résistance et réactance de fuites dans l'hypothèse de Kapp).
3. Etablir un bilan des puissances ; active et réactive en régime nominal en déterminant les pertes P_{cu} dans le cuivre, les pertes P_f dans le fer, la puissance active P_1 consommée au primaire, la puissance réactive Q_2 fournie au secondaire, les puissances magnétisantes pour alimenter l'air Q_{air} et le fer Q_{fer} et la puissance réactive Q_1 consommée au primaire.
4. Le secondaire alimente un moteur synchrone qui absorbe 8 kW et fournit de la puissance réactive Q_2 de sorte que le facteur de puissance au primaire soit $\cos\varphi_1 = 1$. Déterminer la valeur Q_2 et le rendement du transformateur.

Problème 2.2:

Un transformateur de distribution triphasé est ainsi spécifié :

$$Tr3 \sim Dy_{11} : 100\ kVA, 20\ kV, 230 / 400\ V, 50\ Hz$$

En régime nominal ; les pertes fer et Joule valent respectivement 350 W et 2230 W. l'essai en court-circuit étant effectué sous tension primaire $U_{1cc} = 800\ V$. La mesure en courant continu, à la température de 23°C des résistances entre bornes R_{AB} et R_{ab} donne : $R_{AB} = 74,4\ \Omega$ et $R_{ab} = 30\ m\Omega$. Le liquide de refroidissement limite la température interne à 75°C en fonctionnement normal.

Sachant que pour le cuivre ; le coefficient de température est $\alpha = 4,26 \times 10^{-3}$, la résistivité à 0°C est $\rho_0 = 16 \times 10^{-3}\ \Omega \cdot mm^2/m$ et la densité en courant est $\delta = 5\ A/mm^2$.

1. Calculer les résistances r_1 et r_2 des enroulements primaires et secondaires en régime nominal.
2. Donner les valeurs de la tension à vide et du courant nominal I_{2n} .
3. Calculer R_s et X_s , résistance et réactance de fuites ramenées au secondaire du schéma équivalent monophasé et déterminer le courant primaire en ligne.

On admettra que ces valeurs restent constantes dans la suite du problème.

4. Les Bobines, HT et BT ont une longueur moyenne : $l = 96\ Cm$.

L'enroulement BT comporte 22 spires. Quelles sont alors les densités δ_1 et δ_2 des courants primaire et secondaire en régime nominal. Conclure.

5. On branche au secondaire du transformateur une charge résistive. Que vaut le rendement ? et quelle est sa valeur maximale pour cette charge ?

Problème 2.3:

Sur la plaque signalétique d'un transformateur triphasé, on lit :

$$Tr\ 3 \sim Yy_{10} : 400\ kVA, 11\ kV / 400\ V, 50\ Hz$$

Lors d'un essai à vide standard effectué au primaire, on mesure un courant de 1.0 A et une puissance de 3,6 kW. La tension secondaire est alors de 410 V.

Lors d'un essai en court-circuit, le transformateur absorbe sous une tension de 250 V un courant secondaire de 412,5 A et une puissance de 3,2 kW.

1. Calculer les courants nominaux au primaire et au secondaire
2. Déterminer les paramètres du schéma équivalent monophasé ramené au secondaire.
3. Le transformateur alimente simultanément un moteur qui consomme un courant de 360 A avec un facteur de puissance de 0.86 AR, ainsi qu'un four à induction triphasé qui absorbe un courant de 330 A en retard de 80° par rapport à la tension.
 - a/ Calculez le courant et la tension secondaires dans ces conditions.
 - b/ Le transformateur est-il surchargé dans ce cas ?
 - c/ Déterminer le rendement du transformateur.
4. Afin de ramener le facteur de puissance global secondaire à 0.8, des condensateurs connectés en triangle sont placés en parallèle avec les charges.
 - a/ Quels sont maintenant le courant et la tension secondaire, le courant primaire et le rendement ? Le transformateur est-il surchargé dans ce cas?
 - b/ Quelle est la valeur des condensateurs à utiliser?

Problème 2.4:

La plaque signalétique d'un transformateur triphasé porte les indications suivantes :

$$Tr\ 3 \sim Yy_{10} : 150\ kVA, 22\ kV / 1000\ V, 50\ Hz$$

Lors d'un essai en court-circuit effectué à courant secondaire nominal, on mesure (du côté haute tension) une tension de 650 V et une puissance de 1350 W. Par ailleurs, à l'aide d'un pont de mesure DC, on mesure entre phases au primaire $25\ \Omega$ et au secondaire $45\ m\Omega$.

1. Déterminez les paramètres du schéma monophasé équivalent ramené au primaire.
2. Le primaire étant alimenté à tension nominale, quelle sera la baisse de la tension secondaire (en % de la tension à vide) lors d'un fonctionnement en pleine charge avec un facteur de puissance de 0.8 inductif ?

Problème 2.5:

On dispose de deux transformateurs triphasés T_1 et T_2 destinés à fonctionner en parallèle pour augmenter la puissance disponible dans une portion d'un réseau électrique. On donne les caractéristiques suivantes :

- Pour $Tr1$:

$$Tr1 : Dz_6, S_{n1} = 100\ kVA, U_{1n1} = 5000\ V, U_{201} = 240\ V, f = 50\ Hz$$

Un essai en court-circuit sur ce transformateur a permis de mesurer pour $I_{1cc1} = \frac{1}{4} \cdot I_{1n}$:

$$P_{1cc1} = 150\ W\ et\ Q_{1cc1} = 220\ Var$$

- Pour $Tr2$:

$$Tr2 : Dd_6, S_{n2} = 25\ kVA, U_{1n2} = 5000\ V, U_{202} = 240\ V, f = 50\ Hz$$

Un essai en charge sur ce transformateur a permis d'établir :

- pour $\frac{1}{2} \cdot I_{2n2}$ sur une charge résistive, on a mesuré $U_{22} = 232 \text{ V}$
- pour $\frac{1}{3} \cdot I_{2n2}$ sur une charge RL d'argument 60° , on a mesuré $U_{22} = 230 \text{ V}$

1. Pour chaque transformateur :

- a)** Donner le schéma de connexion des bornes pour réaliser le couplage voulu
- b)** Calculer le courant nominal secondaire par phase
- c)** Calculer les éléments du schéma équivalent monophasé ramené au secondaire dans l'hypothèse de Kapp et dans les conditions de fonctionnement nominal. Tracer le triangle de Kapp en précisant toutes les valeurs numériques.

2. Etudier la mise en parallèle des deux transformateurs et préciser la valeur total du courant et de la puissance apparente disponibles pour la charge. Proposer une solution pour obtenir un meilleur fonctionnement de cette mise en parallèle et calculer les nouvelles valeurs du courant total et de la puissance apparente disponibles pour la charge.