

	TRAVAUX DIRIGES SUR LES TRANSFORMATEUR MONOPHASE		Novembre 2024
	UNITE D'ENSEIGNEMENT : MACHINE ELECTRIQUE 1		
	SPECIALITE : ET – ER – MEI – MAB – MIP		
	EXAMINATEURS: M. NAOUSSI C.		Durée :
CALCULATRICE AUTORISEE		INSTRUCTIONS : Document autorisé	

Exercice 1 : La plaque signalétique d'un transformateur monophasé indique : 36 kVA ; 5000 / 240 V ; 50 Hz.

1 – Rappeler la signification de ces indications et en déduire les valeurs du rapport de transformation et des courants nominaux.

2 – Lors d'un essai à vide on mesure : $U_{1V} = 5000 \text{ V}$, $I_{1V} = 0,7 \text{ A}$, $P_{1V} = 500 \text{ W}$, $U_{2V} = 240 \text{ V}$.

a – Dessiner le schéma du montage à réaliser ; préciser si nécessaire les caractéristiques de certains appareils de mesures.

b – La résistance de l'enroulement primaire valant $R_1 = 1,3 \Omega$, calculer la valeur des pertes fer nominales. d'un essai en court-circuit, on mesure : $U_{1CC} = 400 \text{ V}$, $I_{1CC} = 6 \text{ A}$, $P_{1CC} = 700 \text{ W}$.

3- Lors d'un essai en court-circuit, on mesure : $U_{1CC} = 400 \text{ V}$, $I_{1CC} = 6 \text{ A}$, $P_{1CC} = 700 \text{ W}$.

a – Avec quelle appareil branché au secondaire pour mesurer I_{2CC} ?

b - Que représente alors la puissance P_{1CC} ?

c – Calculer I_{2CC} .

d – Calculer l'impédance, la résistance et la réactance du modèle équivalent au transformateur « vu » du secondaire ?

4 – Le primaire du transformateur étant alimenté sous sa tension nominale, le secondaire débite 150 A dans une charge inductive de facteur de puissance égal à 0,80.

a – Dessiner le modèle équivalent du transformateur « vu » de la charge.

b – Déterminer, dans l'hypothèse de Kapp, la tension aux bornes de la charge.

c – Vérifier cette valeur à l'aide de la formule approchée.

d – Calculer : - La puissance active fournie à la charge ; - La valeur des pertes cuivre ; - La puissance absorbée par le primaire et le rendement du transformateur.

Exercice 2 : Les essais d'un transformateur monophasé ont donné :

A vide : $U_1 = 220\text{V}$, 50Hz (tension nominale au 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 spire au secondaire si l'on en compte 500 au primaire.

2- Calculer la résistance de l'enroulement au 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 joules 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.

Exercice 3 : Transformateur monophasé

On étudie un transformateur dont les caractéristiques sont les suivantes : Tension primaire nominale $U_1 = 220V$, fréquence, $f=50$ Hz, nombre de spires au primaire $N_1 = 500$ spires.

- Essai à vide : $U_1 = 220V$; $U_{20} = 110V$, l'intensité au primaire à vide $I_{10} = 0,3A$; puissance consommée au primaire à vide $P_{10} = 36W$
- Essai en court-circuit : tension primaire $U_{1cc} = 10V$; intensité secondaire $I_{2cc} = 10A$; puissance consommée au primaire $P_{1cc} = 30W$
- Charge nominale pour $U_1 = 220V$: intensité au secondaire $I_2 = 20A$ sur charge inductive de facteur de puissance $\cos(\varphi_2) = 0,8$:

1-Calculer :

- a) Le facteur de puissance de l'essai à vide ;
- b) Le nombre de spires au secondaire.

2- Déterminer pour la charge nominale

- a) Calculer R_s , Z_s et X_s .
- b) La chute de tension au secondaire et la tension secondaire U_2 ;
- c) Calculer les puissances actives au secondaire et au primaire. En déduire le rendement.

Exercice 4 : Etude d'un Transformateur Monophasé

Un transformateur de commande et de signalisation monophasé a les caractéristiques suivantes : 230 V/24 V 50 Hz 630 VA 11,2 kg

1- Les pertes totales à charge nominale sont de 54,8 W. Calculer le rendement nominal du transformateur pour $\cos\varphi_2 = 1$ et $\cos\varphi_2 = 0,3$. (1pt)

2- Calculer le courant nominal au secondaire I_{2N} . (1pt)

3- Les pertes à vide (pertes fer) sont de 32,4 W. En déduire les pertes Joule à charge nominale. En déduire R_S , la résistance des enroulements ramenée au secondaire. (1pt)

4- La chute de tension au secondaire pour $\cos\varphi_2 = 0,6$ (inductif) est de 3,5 % de la tension nominale ($U_{2N} = 24V$). En déduire X_S , la réactance de fuite ramenée au secondaire. (1pt)

5- Un court-circuit a lieu à 15 mètres du transformateur. Le câble de ligne en cuivre a une section de 1,5 mm².

5-1- Calculer sa résistance totale R sachant que la résistivité du cuivre est: 0,027Ω. Mm²/m. (1pt)

5-2- Calculer le courant de court-circuit I_{2CC} . (1pt)

Faire l'application numérique (on pourra prendre $R_S = 30$ mΩ et $X_S = 15$ mΩ).

Exercice 5 : Etude d'un Transformateur Monophasé

L'étude d'un transformateur monophasé 10KV/220V-50Hz de puissance 44KVA a donné les résultats suivants :

Circuit Magnétique :

- Longueur de la ligne de champ moyenne $L_m = 2,20\text{m}$;
- Section $S = 0,018\text{m}^2$;
- Au fonctionnement nominal $B_{\max} = 1,60\text{T}$ à laquelle correspond une excitation magnétique $H_{\max} = 250\text{A/m}$. Les différents joints magnétique sont pris en considération par l'équivalent d'une f.m.m $\xi = 41\text{A}$.

Enroulement Primaire : $r_1 = 2,70\Omega$; $X_1 = 6,22\Omega$.

Essai à vide : $U_{10} = 10\text{KV}$; $U_{20} = 220\text{V}$; $P_{10} = 1200\text{W}$.

Essai en court-circuit : $U_{1\text{cc}} = 600\text{V}$; $I_{2\text{cc}} = 500\text{A}$; $P_{1\text{cc}} = 720\text{W}$.

Déterminer :

- 1) Les nombres de spire N_1 et N_2 des deux enroulements primaire et secondaire ;
- 2) Les composantes active I_a , réactive I_r (magnétique) du courant sinusoïdal équivalent au courant à vide I_{10} , ainsi que la valeur efficace de I_{10} (On rappelle que $H_{\max} \cdot L_m = N_1 \cdot I_r + \xi$).
- 3) La résistance R_{fer} et la réactance X_m (structure parallèle) de l'impédance équivalent au transformateur fonctionnant à vide.
- 4) Les éléments r_2 et X_2 de l'enroulement secondaire en se plaçant dans l'hypothèse de KAPP. Toujours dans cette hypothèse, donner les éléments équivalents du schéma ramené au primaire du transformateur (R_p et X_p).
- 5) Une charge est connectée au secondaire de résistance $R = 553,90\text{m}\Omega$ et d'inductance $L = 3,049\text{mH}$. Le primaire est alimenté sous 10KV. Utiliser ce schéma pour calculer :
 - 6-1) La tension U_2 au secondaire du transformateur ;
 - 6-2) L'intensité du courant I_2 débité au secondaire du transformateur.
- 6) Calculer :
 - 7-1) Le rendement du transformateur η ;
 - 7-2) Le rendement maximal η_{\max} .