



1^{ère} Partie
LE TRANSFORMATEUR

Exo : 01 (7.01)

Complétez le tableau, compte tenu des données de la première ligne et de la formule de Boucherot.,

B(T)	N	S(m ²)	f(Hz)	E(V)
1		10 ⁻²	50	2.22
1.5	1	10 ⁻²	50	
1.2	100	10 ⁻²	50	
1	200	10 ⁻²	100	
1.4	100		50	220
2	50		50	127
	100	10 ⁻²	25	111

Exo : 02 (7. 02) Compléter le tableau ci –dessous :

N ₁	N ₂	U ₁ (V)	U ₂ (V)	I ₁ (A)	I ₂ (A)
150	450	500		210	
1200		30 000		50	200
	200	110	220	40	
1000	15	220			100

7.03.-Compléter le tableau ci- dessous :

U ₂ (V)	I ₂ (A)	cos φ ₂	S ₂ (VA)	P ₂ (W)
5 000	4	0.8		
220			5 500	4 950
	25	0.7	...	3 500
24		0.9	480	

Exo : 03 (7.04)

Un primaire de transformateur a été déterminé pour former sous une tension efficace U à la fréquence de 50 Hz, avec un champ maximal raisonnable. Peut-il fonctionner sous la même tension à la fréquence de 100 Hz à la fréquence 25Hz ?

Exo : 04 (7.05)

Un primaire de transformateur a été déterminé pour fonctionner à la fréquence de 50 Hz sous une tension 220V (valeur efficace). Quel maximum de tension efficace peut-on lui appliquer à 25 Hz ? à 100 Hz ? à 60 Hz ?

Exo : 05 (7.06)

On donne U₂=240 V ; I₂=30 A et m_v=0.2.

Calculer le module Z de l'impédance de charge réduit au primaire.

Exo : 06 (7.07)

Le primaire d'un transformateur idéal absorbe un courant $I_1=12A$ sous une tension $U_1 =127V$. Sachant que $m = 3$.

Calculer l'impédance Z du dipôle de charge

Exo : 07 (7.08)

Un transformateur idéal ($I_{1v} = 0$) doit être relié à un réseau 20 KV, 50 Hz et donner au secondaire une tension de 22 V. Le fer a une section utile de 5 dm^2 et doit « travailler » à une induction de 1,1T. Calculer :

- 1° Le nombre de spires du primaire.
- 2° Le nombre de spires du secondaire
- 3° Les différentes puissances primaire et secondaires qui correspondent à un débit $I_2=150 A$ sous un $\cos \varphi_2$ de 0,9 avec charge inductive.
- 4° L'intensité du courant primaire.*

Exo : 08 (7.09)

Le secondaire d'un transformateur idéal ($I_{1v} = 0$) débite 15 A sous une tension de 5 000 V et avec un facteur de puissance $\cos \varphi_2 = 0,8$. Le rapport des nombres de spires est $m_v = 22,7$. Calculer :

- 1° Les puissances secondaires apparente, active et réactive.
- 2° Les grandeurs primaires U_1, I_1 et $\cos \varphi_1$.

Exo : 09 (7.10)

Un transformateur idéal débite un courant $I_2=35 A$, sous une tension $U_2=220 V$ dans une charge inductive dont le facteur de puissance est $\cos \varphi_2=0,85$. Les nombres de spires des enroulements sont $N_1=1732$ et $N_2=254$. La section du fer est $S = 30 \text{ cm}^2$ et fréquence $f=50 \text{ Hz}$. Calculer :

- 1° La valeur maximale \hat{B} du champ magnétique.
- 2° Les grandeurs primaire U_1, I_1 et $\cos \varphi_1$.
- 3° Les puissance P, Q, S .
- 4° L'impédance équivalente pour le réseau.

Exo : 10 (17.01)

Quel est le rapport de transformation m d'un transformateur élévateur de tension 220V/20V KV ?

Exo : 11 (17.02)

Le primaire d'un transformateur est traversé par un courant d'intensité efficace $I_1=10A$, lorsque le secondaire débite un courant d'intensité efficace $I_2=20A$. Quel est le rapport de transformation de ce transformateur ?

Exo : 12 (17.03)

Un transformateur industriel de 10 K VA demande au réseau une puissance active $P_1 = 10 \text{ KW}$. Quelle est la puissance active P_2 fournie par le secondaire ?

Exo : 13 (17.04)

L'enroulement secondaire du transformateur précédent a 1240 spires. Quelle est la tension efficace disponible aux bornes de cet enroulement ?

Exo : 14 (17.05)

Le circuit magnétique d'un transformateur a une section utile $S=4 \text{ cm}^2$. Le champ magnétique a une valeur maximale $B = 1 \text{ T}$. Le transformateur est alimenté par un réseau 220 V, 50 Hz.

Quel est le nombre de spires de l'enroulement

Exo : 15 (17.06)

Un transformateur 220 V/110V est alimenté sous une tension $U_1=220 \text{ V}$. Quelle est la valeur efficace U_2 de la tension aux bornes de l'enroulement secondaire pour un fonctionnement à vide ?

Exo : 16 (17.07)

Le transformateur précédent, alimenté sous la même tension, délivre son courant secondaire dans une charge purement ohmique. Quelle est la valeur efficace U_2 de la tension aux bornes de l'enroulement secondaire ?

Exo : 17 (17.08)

En réalité, le transformateur utilisé précédemment délivre son courant nominal alors qu'il alimente une batterie de condensateurs. Que peut-on dire alors de la valeur efficace U_2 de la tension aux bornes de l'enroulement du secondaire ?

Exo : 18 (17.09)

La puissance apparente d'un transformateur parfait en charge est $S = 3 \text{ KVA}$.

1° Quelle est la puissance active fournie par le secondaire, si la charge est :

- purement résistive ?
- inductive, $\cos\varphi_2 = 0,8$?

2° Les mesures de l'intensité fournie par le secondaire et de la tension aux bornes de l'enroulement du primaire ont donné $I_2 = 27,3 \text{ A}$ et $U_1 = 220 \text{ V}$ avec la charge purement résistive ($S = 3 \text{ KVA}$).

- Quel est le rapport de transformation du transformateur ?
- Quelle serait l'intensité du courant débité par le secondaire

Si la charge était inductive ($\cos \varphi_2 = 0.8$), la tension primaire étant $U_1 = 210 \text{ V}$ ($P_2 = 2,4 \text{ KW}$) ?

Exo : 19 (17.11)

La valeur efficace de la tension aux bornes du secondaire d'un transformateur de tension de rapport $m=1/100$ est

$$U_2 = 120 \text{ V}$$

Quelle est la valeur efficace de la tension au primaire ?

Exo : 20 (17.12)

La valeur efficace de l'intensité du courant traversant le secondaire d'un transformateur d'intensité de rapport

$$m = 1000 \text{ est } I_2 = 100 \text{ A.}$$

Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant traversant le primaire ?

Exo : 21 (17.13)

Les relevés de mesures de l'essai en charge d'un transformateur 220V /110 V assimilable à un transformateur parfait ont donné les résultats suivants : $U_1 = 220 \text{ V}$, $I_1 = 10 \text{ A}$ et $\cos \varphi_2 = 0,8$.

Quelles sont les différentes puissances du transformateur ?

Exo : 22 (17 :14)

Calculer l'impédance de charge d'un transformateur de rapport de transformation $m=2$, alimenté sous 220 V, dont l'enroulement primaire est traversé par un courant d'intensité $I_1=30$ A.

Exo : 23 (17 .15)

L'enroulement du primaire d'un transformateur 220V /24V, Hz comporter 2000 spires .La section utile du circuit magnétique est $S=4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

1° Quel est le nombre de spires de l'enroulement secondaire ?

2° Quelle est la valeur maximale du champ magnétique dans le fer ?

Exo : 24 (17 .16)

La charge d'un transformateur (parfait) alimenté par un réseau 220V-50 Hz est une bobine de résistance $R=12\Omega$ et d'inductance $L=20 \text{ mH}$.

Le rapport de transformation étant $m=3$, calculer la valeur efficace de l'intensité du courant traversant le primaire.

Exo : 25 (17.17)

L'enroulement primaire ($N_1=500$ spires) d'un transformateur parfait est alimenté par une source de tension sinusoïdale de f .é.m. $E_g=110 \text{ V}$ et de résistance interne $r_g=20 \Omega$. Vu du secondaire ($N_2=1000$ spires), le transformateur est équivalent à un générateur de tension (générateur de Thévenin).Déterminer la f.é.m. E_g et la résistance r_g de ce générateur. $I_2 = 2 \text{ A}$.

Exo : 26 (17.18)

L' enroulement primaire d'un transformateur comporte $N_1=1000$ spires et est alimenté sous une tension

$u_1=- 220\sqrt{2} \cos \omega t$. L'enroulement secondaire, formé de $N_2=500$ spires alimente une lampe.

Elle est traversée par un courant d' intensité efficace $I_2=0,9 \text{ A}$

1° Quelle est la tension efficace U_2 aux bornes de la lampe ?

2°Quelle est la puissance dissipée par cette lampe ?

3° Calculer l'intensité efficace I_1 dans l'enroulement primaire.

Exo : 27 (8.01)

Dans un essai à vide sous tension nominale, on a mesuré : $U_1=1500 \text{ V}$, $I_{1V}= 4 \text{ A}$, $P_{1V}= 1000 \text{ W}$. Calculer les pertes dans le fer et le facteur de puissance à vide.

Exo : 28 (8.02)

A vide $U_{2V}=220 \text{ V}$, en charge $U_2=210 \text{ V}$. Calculer les chutes de tension absolue et relative.

Exo : 29 (8.03)

Calculer le rendement d'un transformateur pour $P_2=24 \text{ K W}$, $F=400 \text{ W}$ et $C=600 \text{ W}$.

Exo 30 (8.06)

Un transformateur monophasé 5 000 V/220 V a une puissance nominale $S=60 \text{ KVA}$. Un essai à vide a donné

$P_{1V}=600 \text{ W}$ et un essai en court –circuit $P_{1CC}=120\text{W}$ pour

$I_2 =100\text{A}$. Calculer :

1° L'intensité nominale I_{2N} du courant secondaire.

2° Les pertes dans le cuivre pour ce courant, et pour

$I_2 = 200 \text{ A}$; en admettant qu'elles sont proportionnelles au carré du courant.

3° Le rendement de transformateur pour les courant secondaire de 100 A, 200A, I_{2N} et avec un facteur de puissance :

a) $\cos\varphi_2 = 1$;

b) $\cos\varphi_2 = 0,8$. *

Exo 31 (8.07)

La plaque d'un transformateur monophasé indique :

$U_1 = 220\text{V}$, $U_2 = 550 \text{ V}$ et $S = 5\,000 \text{ VA}$. On sait d'autre part que l'intensité du courant à vide est égale à 4% de l'intensité nominale et que la chute de tension relative est de 3 % . Calculer pour $U_1 = 220\text{V}$:

1° Les intensités nominales

2° L'intensité primaire à vide.

3° La tension secondaire en charge.

Exo 32 (8.08)

Un transformateur monophasé 1500V /220V, a une puissance nominale $S = 15 \text{ KVA}$. Un essai à vide a donné :

$P_{1v} = 250 \text{ W}$ et un essai en court-circuit pour I_2 nominale,

$P_{1cc} = 300 \text{ W}$. Calculer :

1° L'intensité nominale du courant secondaire.

2° Les rendements du transformateur quand il débite ce courant sur une charge inductive avec les facteurs de puissance suivant :

1 ; 0,8 ; 0,5.

Exo 33 (8.09)

Un transformateur monophasé absorbe à vide en courant $I_{1v} = 10\text{A}$, purement réactif.

Le rapport de transformation est $m = 1/10$.Calculer l'intensité des courants secondaires suivants débités avec

$\cos\varphi_2 = 1$: 100 A, 200 A, 500 A. Quels sont pour ces différents courants le rapport $m' = I_1 / I_2$?

Exo 34 (8.10)

Un transformateur monophasé 220 /110V, fournit un courant secondaire d'intensité 12A

1° En négligeant I_{1v} :

a) Calculer l'intensité du courant primaire et les puissances apparentes

b) Calculer les puissances active et réactive pour les

Facteurs de puissance suivants : 1 ; 0,8; 0,6; 0,5.

2° Déterminer graphiquement l'intensité réelle du courant primaire sachant que le courant à vide $I_{1v} = 0,5 \text{ A}$ est en quadrature arrière avec U_1 et que le facteur de puissance secondaire est $\cos\varphi_2 = 0,8$:

a) avec une charge inductive ;

b) b) avec une charge capacitive.

Exo 35 (8.11)

Un transformateur monophasé 220 /110 V, absorbe à vide un courant magnétisant purement réactif $I_{1v} = 1\text{A}$.

Les résistances des enroulements et le facteur de puissance primaires quand le secondaire débite : 5-10-15 A et pour les facteurs de puissance suivants :

- a) $\cos \varphi_2 = 1$;
- b) $\cos \varphi_2 = 0,6$ (charge inductive).

Exo 36

Un transformateur idéal ($I_1 V_1 = 0$) doit être relié à un réseau 20 KV – 50 Hz et donné au secondaire une tension de 220 V.

Le fer à une section utile de 5 dm² et ne doit être traversé que par un champ maximale est de 1,1 T. Calculer :

Le nombre de spires du primaire

Le nombre de spires du secondaire

Les différentes puissances primaires et secondaires P, Q, S qui correspondent à un débit $I_2 = 150$ A sous un $\cos \varphi$ de 0,9 avec charge inductive.

L'intensité du courant primaire.

Exo 37

Le secondaire d'un transformateur idéal débite 15 A sous une tension 5 000 V et avec un facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ le rapport des nombres de spires est $n = 22,7$. Calculer :

Les puissances : S, P, Q

Les grandeurs primaires $U_1, I_1, \cos \varphi$.

Exo : 38

Un transformateur idéal débite un courant d'intensité

$I_2 = 35$ A sous une tension $U_2 = 220$ V, dans une charge inductive dont le facteur de puissance est $\cos \varphi_2 = 0,85$. Les nombres de spires des enroulements sont $N_1 = 1732$ et $N_2 = 254$. La section du fer est $S = 30$ cm² et la fréquence $f = 50$ Hz. Calculer :

La valeur maximale de champs magnétique.

Les grandeurs primaires U_1, I_1 et $\cos \varphi$

Les puissances P, Q, S

L'impédance équivalente Z' pour le réseau.

Exo : 39

Soit un transformateur 50 KVA, 50 Hz, 5 000/220 V, $R_1 = 30 \Omega$,

$R_2 = 0,1 \Omega$. L'essai à vide du transformateur sous tension nominale a donné : $U_1 = 500$ V ; $U_{20} = 232$ V ; $I_{10} = 0,5$ A ;

$P_{10} = 400$ W.

Calculer :

Le rapport de transformation

La chute de tension que l'on exprime en pourcentage

Les pertes fer

Le facteur de puissance à vide.

EXO : 40

On peut lire sur la plaque d'un transformateur : $U_1 = 220$ V ;

$U_{20} = 600$ V ; $S = 6$ KVA ; le courant à vide est égale à 4 % du courant nominale et la chute de tension relative en charge est de 2,5 %. Calculer :

Le rapport de transformation

Les courants primaires et secondaires

Le courant absorbé à vide

La tension U_2 en charge.

Exo : 41

La plaque signalétique d'un transfo est le suivant :

3 000 / 220 V.

$S_2 = 12$ KVA. L'essai à vide sous U_{1N} a donné $P_{10} = 300$ W. L'essai en court-circuit à I_{2N} a donné : $P_{1cc} = 400$ W

($P_{CC} = P_{1cc} = P_{2cc}$). Calculer :

- Le rapport de transformation
- Le courant au secondaire nominal
- Le courant primaire
- Le rendement quand il débite ce courant dans :
 - une charge résistive ($\cos \varphi = 1$)
 - une charge inductive : $\cos \varphi = 0,7$ AR.

Exo : 42

On lit sur la plaque signalétique d'un transformateur :

220 / 12 KV.

L'induction maximale dans le fer est de 1,3 T à la fréquence de 50 Hz et son circuit magnétique à une section de $0,8$ dm².

En charge, il débite un courant de 12 A avec un facteur de puissance de 0,8.

Calculer :

- Le nombre de spires de l'enroulement primaire par la Formule de Boucherot.
- Le rapport de transformations
- Le nombre de spires de l'enroulement secondaire
- Le courant primaire
- Les puissances actives et réactives absorbées au primaire
- Les pertes cuivre du transformateur pour I_2 sachant que $R_1 = 25 \Omega$ et $R_2 = 0,15 \Omega$
- Les pertes fer sachant qu'elles représentent 3 % de la puissance nominale.

NOTA : La puissance nominale est donné pour $\cos \varphi = 1$ qui correspondre à la puissance maximale, on l'exprime comme une puissance apparente en VA ou KVA.

- Le rendement de ce transformateur.

Exo : 43

Caractéristiques générales du transformateur monophasé

120 KVA, 15000 / 220 V, 50 Hz.

- Essai à vide :

$U_1 = 15000$ V ; $I_{10} = 0,24$ A ; $U_{20} = 225$ V ; $P_{10} = 1430$ W.

- Essai en court-circuit :

à $I_{2nominale} = 545$ A ; $U_{1cc} = 2980$ V ; $P_{1cc} = 1820$ W.

Calculer :

- Le rapport de transformation
- Exprimer la chute de tension en valeur relative en %.
- Les pertes fer, l'angle de déphasage φ_{10}
- Les pertes cuivre à I_{2N} la résistance de l'enroulement primaire sachant que $R_2 = 0,005 \Omega$

5. Le rendement de ce transformateur quand il débite le courant nominal dans une charge inductif $\cos \varphi = 0,8$
6. Que faut-il faire pour obtenir le η_{\max} du transformateur, Calculer le.

Exo : 44 (9.06)

Un transformateur idéal ($I_{1v} = 0$) doit être relié à un réseau 20 KV, 50 Hz et donner au secondaire une tension de 220 V. Le fer a une section utile de 5 dm^2 et ne doit être traversé que par un champ maximal $B = 1,1 \text{ T}$. Calculer :

- 1° Le nombre de spires du primaire.
- 2° Le nombre de spires du secondaire.
- 3° Les différences puissances primaires et secondaires qui correspondent à un débit $I_2 = 150 \text{ A}$ sous un $\cos \varphi_2$ de 0,9 avec charge inductive.
- 4° L'intensité du courant primaire. *

Exo : 45 (9.07)

Un transformateur 5 000 V/220 V a une puissance nominale $S = 60 \text{ KVA}$. Un essai à vide a donné $P_{1v} = 600 \text{ W}$ et un essai en court-circuit $P_{1cc} = 120 \text{ W}$ pour $I_2 = 100 \text{ A}$. Calculer :

- 1° L'intensité nominale I_{2N} du courant secondaire.
- 2° Les pertes dans le cuivre pour ce courant et pour $I_2 = 200 \text{ A}$, en admettant que ces pertes sont proportionnelles au carré du courant.
- 3° Le rendement du transformateur pour les courants secondaires d'intensité 100 A, 200 A, I_{2N} et avec un facteur de puissance :
 - a) $\cos \varphi_2 = 1$;
 - b) $\cos \varphi_2 = 0,8$.

Exo : 46 (9.08)

Le secondaire d'un transformateur idéal ($I_{1v} = 0$) débite 15 A sous une tension de 5 000 V et avec un facteur de puissance $\cos \varphi_2 = 0,8$. Le rapport des nombres de spires est $m_v = 22,7$. Calculer :

- 1° Les puissances secondaires apparente, active et réactive.
- 2° Les grandeurs primaires U_1 , I_1 , et $\cos \varphi_1$.
- 3° Les puissance P, Q, S.
- 4° L'impédance équivalente pour le réseau.

Exo : 47 (9.10)

L'intensité du courant magnétisant, $I_{1v} = 5 \text{ A}$, d'un transformateur de rapport $m_v = 2$, n'est pas négligée.

Déterminé l'intensité du courant primaire quand celle du courant secondaire, en phase avec u_2 , est $I_2 = 40 \text{ A}$.

Exo : 48 (9.11)

La plaque d'un transformateur indique :

$U_1 = 220 \text{ V}$, $U_{2v} = 550 \text{ V}$ et

$S = 5 000 \text{ VA}$. On sait d'autre part que l'intensité du courant à vide est égale à 4% de celle du courant nominal et que la chute de tension relative est de 3%. Calculer pour

$U_1 = 220 \text{ V}$:

- 1° Les intensités des courants nominaux.
- 2° L'intensité du courant à vide.
- 3° La tension secondaire en charge.

Exo : 49 (9.12)

Un transformateur 1 500 V, 220 V a une puissance nominale $S = 15 \text{ KVA}$. Un essai à vide donné : $P_{1v} = 250 \text{ W}$ et un essai en court-circuit pour I_2 nominale $P_{1cc} = 300 \text{ W}$. Calculer :

- 1° L'intensité nominale du courant secondaire.
- 2° Les rendement du transformateur quand il débite ce courant sur une charge inductive avec les facteurs de puissance suivants : 1 ; 0,8 ; 1,5.

Exo : 50 (9.13)

Un transformateur absorbe à vide un courant d'intensité

$I_{1v} = 10 \text{ A}$, purement réactif. Le rapport de transformation est $m_v = 1/10$. Calculer l'intensité du courant primaire pour chacune des intensités secondaires suivantes, avec

$\cos \varphi_2 = 1$; 100 A ; 200 A ; 500 A. Quels sont, pour ces différentes intensités, les rapports

$$m' = \frac{I_{1n}}{I_2}$$

Exo : 51 (9.14)

Un transformateur 220/110 V fournit un courant secondaire d'intensité 12 A.

1° En négligeant I_{1v}

- a) Calculer l'intensité du courant primaire et les puissances apparentes.
- b) Calculer les puissances active et réactive pour les facteurs de puissances suivants : 1 ; 0,8 ; 0,6 ; 0,5

2° Déterminer graphiquement l'intensité réelle du courant primaire sachant que le courant à vide $I_{1v} = 0.5 \text{ A}$ est en quadrature arrière avec U_1 et que le facteur de puissance secondaire est $\cos \varphi_2 = 0,8$.

- a) Avec une charge inductive ;
- b) Avec une charge capacitive.

Exo : 52 (9.15)

Un transformateur monophasé 220/110 V. 50 Hz, absorbe à vide un courant magnétisant purement réactif d'intensité

$I_{1v} = 1 \text{ A}$. Les résistances des enroulements et les fuites étant négligées, déterminer l'intensité du courant et le facteur de puissance primaires quand le secondaire débite : 5-10-15 A et pour les facteurs de puissances suivants :

- a) $\cos \varphi_2 = 1$
- b) $\cos \varphi_2 = 0,6$ (charge inductive)

LE TRANSFORMATEUR DANS L'APPROXIMATION DE KAAP

Exo : 53 (10.01)

Lors de l'essai en court-circuit d'un transformateur dont le rapport est $m_v = 1/2$ on a relevé $U_{1CC} = 18 \text{ V}$, $I_{1CC} = 15 \text{ A}$,

$P_{1CC} = 150 \text{ W}$. Sachant que les valeurs nominales sont

$U_1 = 220 \text{ V}$, $U_2 = 110 \text{ V}$, $S = 3\,300 \text{ V A}$.

1° Calculer les courants nominaux.

2° Calculer les différentes impédances internes vu du primaire puis du secondaire.

3° Déterminer la tension secondaire pour $I_2 = 30 \text{ A}$ et

$\cos \varphi_2 = 0,8$.*

Exo : 54 (10.02)

Un essai en court-circuit d'un transformateur de rapport $m_v = 1/8$; $U_{1cc} = 50 \text{ V}$, $I_1 = 10 \text{ A}$, $P_{1CC} = 200 \text{ W}$.

1° Calculer les impédances internes réduites au secondaire (Z_s , R_s , X_s).

2° La tension primaire nominale étant de $1\,760 \text{ V}$, déterminer la tension secondaire pour un courant d'intensité $I_2 = 80 \text{ A}$, lorsque le facteur de puissance est $\cos \varphi_2 = 0,8$;

- a) avec un change inductif ;
- b) avec un change capacitif.

Exo : 55 (10.03)

Le circuit magnétique d'un transformateur monophasé $1\,500/220 \text{ V}$, 50 Hz , de puissance apparente nominale

$S = 33 \text{ K V A}$, a une section utile de fer $S = 99 \text{ cm}^2$ et doit être utilisé avec un champ maximal $\hat{B} = 1,25 \text{ T}$.

1° Calculer les nombres de spires primaire et secondaire.

2° Calculer le courant nominal secondaire.

3° Un essai à vide, effectué sous la tension primaire nominale, a donné : $P_{1v} = 340 \text{ W}$ et $I_{1v} = 1,5 \text{ A}$.

Calculer le facteur de puissance à vide $\cos \varphi_{1v}$.

4° Un essai sous tension primaire réduite a permis de relever pour un courant de court-circuit secondaire d'intensité Nominale: $U_{1cc} = 60 \text{ V}$ et $P_{1cc} = 460 \text{ W}$

Calculer Z_p , l'impédance en court-circuit vue du primaire.

En déduire la résistance R_p et la réactance X_p réduites au Primaire.

5° Calculer le rendement du transformateur quand il débite

Son courant nominal sous une tension secondaire de 220 V avec un facteur de puissance égal à $0,8$ (charge inductive).

6° En négligeant I_{1v} déterminé, par deux méthodes différentes, la tension primaire qu'il faut réellement appliquer pour avoir le fonctionnement précisé au 5°.

Exo : 56 (10.04)

Transformateur dans l'approximation de k_{app} .

1° Pour avoir, à vide, la tension secondaire une tension

$U_2=220$ V, il faut appliquer au primaire une tension

$U_1=5500$ V. En déduire le rapport m_v de transformation à Vide.

2° Calculer les valeurs Z_s , R_s et X_s des paramètres du Transformateur réduits au secondaire, sachant qu'un essai en court-circuit pour un courant secondaire nominal de

250 A à donner : $P_{cc}=1800$ W et $U_{1cc}=300$ V

ATTENTION : pour les questions ci-dessous on prendra les Valeurs suivantes quels que soient les résultats trouvés au 2° :

$$R_s = 0,03 \Omega \quad X_s = 0,04 \Omega \quad Z_s = 0,05 \Omega$$

3° Calculer avec précision, à l'aide des nombres complexes

Et en prenant I_2 pour axe réel, la tension primaire permettant

D'avoir au secondaire, un débit de 250 A sous une tension

De 220 V et un $\cos\varphi_2$ de 0,8 (charge inductive). En déduire une valeur précise de la chute de tension secondaire.

4° Calculer une valeur approchée de la chute de tension secondaire pour la charge du 3° et comparer au résultat précédent.

5° Déterminer graphiquement, à l'aide du diagramme de Kapp, la caractéristique en charge $U_2=f(I_2)$ pour un $\cos\varphi_2$ de 0,8 (charge inductive) et pour les courants secondaires suivants : 100-200-300A. La tension primaire de 5500V est constante.

6° Sachant que la tension primaire de 5500V est toujours constante, déterminer graphiquement, à l'aide du diagramme de Kapp, la caractéristique en charge $U_2=g(\cos\varphi_2)$ pour un courant secondaire constant de 300A et pour les facteurs de puissance suivants :

Charge inductive : 1 ; 0,9 ; 0,8 ; 0,7 ; 0,6 ;

Charge capacitive : 0,9 ; 0,8.

Exo : 57

1) Pour avoir à vide, la tension secondaire nominale

$U_2 = 220$ v, il faut appliquer au primaire $U_1 = 5500$ V. En déduire le rapport de transformation m_v à vide.

2) Calculer les valeurs : Z_s , R_s , X_s des paramètres du

Transformateur réduits au secondaire, sachant qu'un essai en court-circuit pour un courant secondaire nominale de 250 A a donné : $P_{cc} = 1800$ w, $U_{1cc} = 200$ v.

Attention : Pour les questions ci-dessous, on prendra les valeurs suivantes quel que soit les résultats trouvés en 2^{em} question ;

$$R_s = 0,03 \Omega, \quad X_s = 0,04 \Omega, \quad Z_s = 0,05 \Omega$$

3) Calculer une valeur approchée de la chute de tension

Secondaire pour $I_2 = 250$ A et $\cos\varphi = 0,8$ (charge inductive)

4) Déterminer graphiquement, à l'aide du diagramme de

KAPP, la caractéristique en charge $U_2 = f(I_2)$ pour $\cos\varphi_2 = 0,8$ AR (inductive) et pour les courants secondaires suivants

100 – 200 – 300 A. La tension primaire est de 5500 V est constante.

5) Sachant que la tension primaire de 5500 v est toujours

constantes, Déterminer à l'aide du diagramme de KAPP la caractéristique en charge $U_2 = f(\cos\varphi)$ pour un courant secondaire de 300 A et pour les facteurs de puissance :

- Charge inductive : 1 ; 0,9 ; 0,8 ; 0,7 ; 0,6
- Charge capacitive : 0,9 ; 0,8.

Exo : 58

Un transformateur monophasé 110 / 220 v à donner à l'essai :

- à vide ; $U_1 = 110$ v, $I_{1v} = 3$ A, $U_{2v} = 220$ v, $P_v = 67$ w.
- en court circuit ; $U_{1cc} = 7$ v ; $I_{1cc} = 20$ A ; $P_{1cc} = 105$ w.

1) Déterminer:

- a) le rapport de transformation
- b) le facteur de puissance à vide.

2) Dans l'hypothèse où l'on néglige le courant à vide du transformateur devant le courant primaire total (Hypothèse de KAPP). Calculer les valeurs de R_s , X_s et de l'impédance Z_s .

3) Le primaire est soumis à la tension $U_1 = 110$ v.

Déterminer la tension secondaire U_2 pour les deux cas suivants :

- a) L'intensité secondaire : $I_2 = 10$ A ; $\cos \varphi = 1$
- b) Intensité secondaire $I_2 = 5$ A ; $\cos \varphi = 0,8$ inductif

4) Calculer le rendement pour le fonctionnement défini en 3^{ème} b)

5) Le transformateur débite sur une charge inductive dont le facteur de puissance $\cos \varphi$ est constant est égal à 0,8. Quelle est l'intensité secondaire I_2 qui permet d'obtenir le rendement maximal. Déterminer ce rendement sachant que la tension secondaire est alors $U_2 = 209$ V.

Exo : 59

Un transformateur 5 000 V / 220 V a une puissance nominale

$S = 60$ KV. Un essai à vide à donner $P_{1v} = 600$ W, et un essai en Court-circuit,

$P_{cc} = 120$ w, pour $I_2 = 100$ A. Calculer :

1. L'intensité nominale. I_{2N} du courant secondaire.
2. Les pertes dans le cuivre pour ce courant. (I_{2N}) et pour $I_2 = 200$ A. En admettant que c'est proportionnel au carré du courant.
3. Le rendement du transformateur pour le courant

Secondaire 100 A, 200 A et I_{2N} et avec un facteur de puissance :

$\cos \varphi = 1$ $\cos \varphi = 0,8$.

Exo: 60

Lors de l'essai en court-circuit d'un transformateur dont le rapport est $m_v = 1/2$. On relevé $U_{1cc} = 18$ v, $I_1 = 15$ A,

$P_{1cc} = 150$ W sachant que les valeurs nominales sont

$U_1 = 220$ V, $U_2 = 110$ V, $S = 3\,300$ VA. Calculer :

- 1) Courants nominaux
 - 2) Calculer les différentes impédances interne du primaire puis secondaire.
 - 3) Déterminer la tension secondaire pour $I_2 = 30$ A,
- $\cos \varphi = 0,8$.

Exo : 61 (BACC 1995)

1) L'induction à travers le noyau d'un transformateur ; monophasé du type cuirassé est de 1,2 Tesla lorsque le courant magnétisant passe par son extrémité U ms. La tension d'alimentation étant égale à 220 V – 50 Hz et le nombre de spires primaires 550. Calculer la section du noyau.

2) La tension secondaire à vide est égale à 24 V. Pour un débit de 10 A surcharge purement résistive la tension secondaire est égale à 23, 208 V. Pour ce même courant mais cette fois sur charge purement inductive la tension est de 22, 176 V. Calculer la tension secondaire avec $\cos \varphi_2 = 0,8$ AR, $I_2 = 15A$.

Exo : 62 (EXO 1)

L'étude porte sur un transformateur monophasé 400V/230V–50Hz.

1) Son circuit magnétique possède les caractéristiques suivantes:

- surface d'une section droite $s = 90\text{cm}^2$
- longueur de la ligne d'induction moyenne $l = 1,25\text{m}$
- Induction maximale $B = 1,5\text{T}$, correspondant à une excitation $H = 180\text{A/m}$
- Les joints sont équivalents à un entrefer $e = 0,05\text{ mm}$

Par ailleurs, à vide, pour $V_1 = 400\text{V}$, on a mesuré $V_{20} = 240\text{ V}$ et $P_{10} = 180\text{ W}$.

- a) Utiliser le théorème de Boucherot pour calculer le nombre de spires N_1 du primaire. Calculer d'autre part le rapport de transformation m et en déduire le nombre de spires N_2 du secondaire.
- b) On note I_{10m} la partie réactive du courant à vide. En appliquant le théorème d'Ampère à ce dernier, calculer sa valeur efficace. En déduire la valeur de l'inductance magnétisante L .
- c) Soit I_{10a} la partie active du courant à vide. Utiliser P_{10} pour calculer sa valeur efficace et en déduire la valeur R_f du résistor équivalent aux pertes fer.
- d) Déduire des résultats précédents la valeur efficace totale I_{10} du courant à vide.

2) Un essai en court-circuit a donné $V_{1CC} = 24\text{V}$, $I_{2CC} = 100\text{ A}$, $P_{1CC} = 700\text{ W}$. Calculer les éléments R_s et X_s du schéma équivalent ramené au secondaire.

4) Pour le point de fonctionnement suivant, $I_2 = 100\text{A}$, $\cos\varphi_2 = 0,8$ inductif, calculer ΔV_2 , V_2 et le rendement η .

Exo : 63 (EXO 2)

Les essais d'un transformateur monophasé

10 000V/230V–50Hz a donné

- à vide: $V_{10} = 10\ 000\text{ V}$, $V_{20} = 240\text{ V}$, $I_{10} = 0,5\text{ A}$, $P_{10} = 1\ 200\text{ W}$
- En court-circuit: $V_{1CC} = 600\text{V}$, $I_{2CC} = 500\text{A}$, $P_{1CC} = 720\text{ W}$.

Dans tout ce qui suit, le primaire est alimenté sous sa tension nominale $V_1 = 10\ 000\text{ V}$.

1) En utilisant les résultats de l'essai à vide:

- a) Calculer le rapport de transformation m .
- b) Sachant que le nombre de spires N_1 au primaire est égal à 1 560, calculer le nombre de spires N_2 au secondaire.
- c) La section S du circuit magnétique étant égale à 180 cm^2 , calculer l'induction maximale B_M .
- d) Calculer les valeurs de R_f et de $L\omega$.

2) En utilisant les résultats de l'essai en court-circuit, calculer les valeurs de R_s et de X_s . En déduire celle de l'impédance complexe

$$Z_s = R_s + jX_s.$$

3) Le transformateur débite 300 A dans une charge de facteur de puissance 0,8. Calculer ΔV_2 , V_2 et le rendement η pour chacun des deux cas suivants:

a) inductif b) capacitif.

4) On branche au secondaire une charge d'impédance

$Z = [0,5;30^\circ]$. En prenant V_{20} comme origine des phases, calculer I_2 , V_2 et I_1 . En déduire les valeurs efficaces des différentes grandeurs.

Exo : 64 (EXO 3)

Soit un transformateur d'isolement monophasé 230V/230V–50Hz de puissance apparente 4 KVA.

- 1) Calculer la valeur nominale I_N du courant au secondaire.
- 2) A vide, on a mesuré $V_{10} = 230V$, $V_{20} = 243V$, $I_{10} = 1,6A$, $P_{10} = 64W$. Calculer m , R_f et $L\omega$.
- 3) Un essai en court-circuit a donné $V_{1CC} = 5,8 V$; $I_{2CC} = 17 A$ $P_{1CC} = 100W$. Calculer R_s , φ_{cc} et X_s .
En déduire la valeur de Z_s .
- 4) Le transformateur, alimenté sous 230 V, débite 15 A dans une charge résistive. Calculer ΔV_2 , V_2 et le rendement pour ce point de fonctionnement.
- 5) Reprendre l'expression littérale de ΔV_2 et le mettre sous la forme $\Delta V_2 = Z_s I_2 \cos(\varphi_C - \varphi_2)$.
Application numérique: Pour un fonctionnement à I_2 constant et égal à I_N , tracer la courbe $\Delta V_2 = f(\cos\varphi_2)$ pour φ_2 variant entre -60° et 60° .

Exo : 65 (EXO 4)

I) On considère un transformateur TA monophasé 1500V/230V fonctionnant à 50 Hz.

- 1) On donne les résultats de l'essai à vide: $V_1 = 1500V$ $V_{20} = 235 V$. Calculer m , puis N_1 si N_2 est égal à 90 spires.
- 2) La section du circuit magnétique est constante et égale à 94 cm^2 . En déduire l'induction maximale atteinte B_M lorsque le transformateur est alimenté sous tension nominale.
- 3) L'essai en court-circuit a donné $V_{1CC} = 31,9 V$; $I_{2CC} = 100 A$ $P_{1CC} = 300 W$. Calculer les valeurs, notées R_{sA} et X_{sA} , des éléments du schéma équivalent de TA.

1) Déterminer la chute de tension ΔV_{2A} et la tension en charge V_{2A} du transformateur lorsque la charge absorbe $I_2 = 100 A$ avec un $\cos\phi_2 = 0,6$ capacitif.

II) On branche en parallèle sur TA un transformateur TB monophasé 1500V/230V, pour lequel on a $R_{sB} = 0,15\Omega$ et $X_{sB} = 0,25\Omega$.

1) Soient I_{2A} et I_{2B} les courants circulant au secondaire de chaque transformateur et I_2 le courant total débité. L'ensemble alimente une charge résistive. Pour $I_{2A} = 100A$, calculer I_{2B} et I_2 puis faire apparaître sur un diagramme vectoriel les positions respectives de I_{2A} , I_{2B} et I_2 ainsi que les déphasages ϕ_A (resp. ϕ_B) entre I_{2A} (resp. I_{2B}) et la tension V_2 aux bornes de la charge. Déterminer ensuite les valeurs de ϕ_A et de ϕ_B .

2) Calculer les valeurs de ΔV_2 et de V_2 puis déterminer les puissances actives et réactives fournies par chaque transformateur.

Exo : 66 (EXO 5)

1) Les essais d'un transformateur monophasé T ont donné:

- A vide, $V_{10} = 230V$ $V_{20} = 3140V$
 - En court-circuit, $V_{1CC} = 12V$ $P_{1CC} = 190 W$ $I_{2CC} = 1,33 A$.
- Calculer m , R_s et X_s .

- 2) Ce transformateur, alimenté sous 230 V, débite 1A dans une charge résistive. Calculer ΔV_2 et V_2 .
- 3) On place en parallèle sur T un transformateur T' de même rapport de transformation mais dont les éléments ramenés au secondaire valent $R's = 100\Omega$ et $X's = 126\Omega$. L'ensemble reste alimenté sous 230V.
- a) Calculer l'impédance Z_t du schéma équivalent à la mise en parallèle de T et de T'. En déduire ses parties réelles R_t et imaginaire X_t .
- b) Pour un débit de 2A dans une charge résistive, calculer ΔV_2 et V_2 .
- c) L'ensemble débite dans une charge d'impédance $Z = [1600; 30^\circ]$. Calculer les valeurs I_{2t} du courant dans la charge ainsi que les courants I_2 et I'_2 fournis par T et T'.
-