

## Etude de système/Modélisation BTS 2

### SOUS SYSTEME: Transformateur de distribution

Durée : 4  
Séquences

Modélisation et étude du rendement  
d'un transformateur



#### **Domaine électrotechnique :**

- Mesure et calcul du rendement d'un transformateur
- Calcul de la chute de tension relative au courant nominal

#### **Domaine Physique appliquée :**

- Modélisation du transformateur
- Essai en charge et détermination de la tension en charge par le diagramme de Kapp
- Obtention du rendement par la mesure et par les pertes séparées

# Structure du TP

Obtention expérimentale des caractéristiques d'un transformateur monophasé

Exploitation du modèle pour obtenir le rendement

Exploitation du modèle pour obtenir la tension en charge

Mesure de deux points de fonctionnement en charge à 65% et 130% du courant nominal

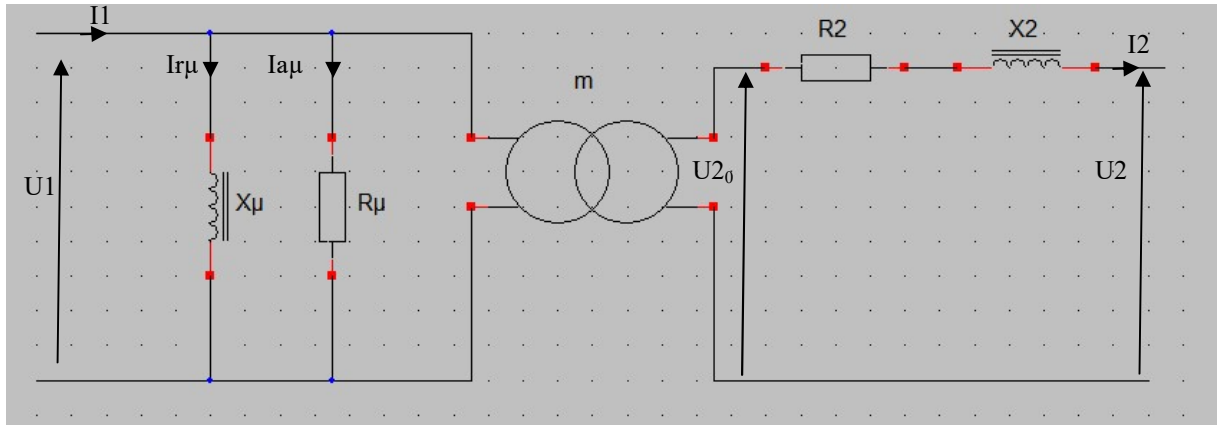
Détermination des éléments de l'impédance interne

Détermination des éléments de l'impédance magnétisante et du rapport de transformation

Détermination des grandeurs nominales à la vue de la plaque signalétique

Mise en situation :

*Dans le cas de transformateurs de très fortes puissances, il est nécessaire de connaître son modèle équivalent afin prédéterminer le comportement en puissance nominale.*



*Dans le TP suivant, on se propose d'étudier expérimentalement un transformateur monophasé 400V/24V de 160VA.*

*A l'issue des manipulations, on pourra obtenir la tension en charge et le rendement et vérifier ces résultats par des mesures pour valider le modèle obtenu.*



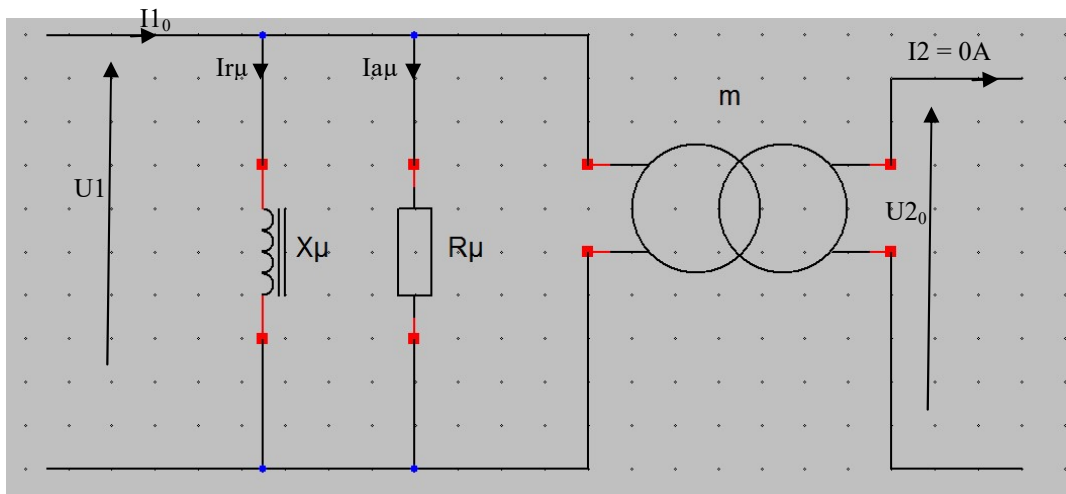
1. Détermination des grandeurs nominales du transformateur étudié.
  - 1.1. Noter la valeur de S en VA
  - 1.2. Noter la valeur de U1 en V
  - 1.3. Noter la valeur de U2 en volts
  - 1.4. Calculer la valeur du courant  $I_{1n}$  (nominal)
  - 1.5. Calculer la valeur du courant  $I_{2n}$  (nominal)

2. Essai à vide.

*Dans l'essai à vide, on veut calculer le rapport de transformation et déterminer la valeur de  $R_\mu$  et  $X_\mu$ .*

- 2.1 A l'aide du cours, rappeler la signification physique des dipôles  $R_\mu$  et  $X_\mu$ .
- 2.2 Rappeler la relation donnant le rapport de transformation m.

*Dans l'essai à vide, le schéma considéré est le suivant :*

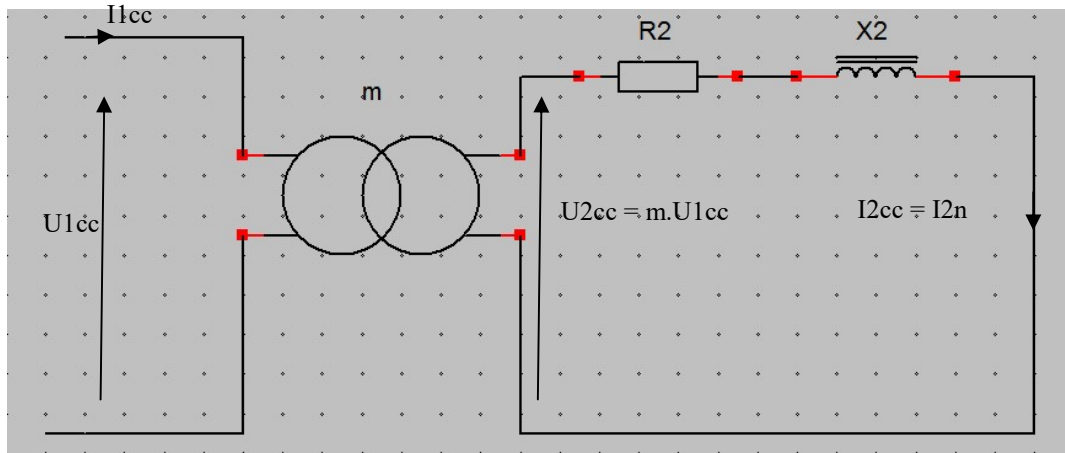


- 2.3 Dessiner le schéma de montage permettant de réaliser l'essai à vide et d'obtenir la mesure de  $P_{10}$ ,  $U_1$  et  $U_{20}$  et  $I_{10}$ .
- 2.4 Après avoir vérifié le montage avec le professeur, mettre sous tension et relever  $P_{10}$ ,  $U_1$  et  $U_{20}$ .
- 2.5 Calculer le rapport de transformation m.
- 2.6 En considérant que les pertes fer sont environ égale à  $P_{10}$ , calculer la résistance  $R_\mu$  alimenté sous  $U_1$  et dissipant les pertes fer.
- 2.7 Calculer la puissance apparente  $S_{10}$ .
- 2.8 Déterminer alors  $\cos(\varphi_{10})$ .
- 2.9 Calculer  $Q_{10}$ .
- 2.10 Déterminer alors  $X_\mu = \frac{U_1^2}{Q_{10}}$ .

3. Essai en court circuit.

L'essai en court circuit consiste à alimenter le transformateur sous tension réduite, avec le secondaire court circuité, de manière à obtenir l'impédance interne vue du secondaire.

Le schéma équivalent correspondant est :



- 3.1 Dessiner le schéma de montage permettant de réaliser l'essai en court circuit et d'obtenir la mesure de  $P_{1cc}$ ,  $U_{1cc}$  et  $I_{2cc} = I_{2n}$ .
- 3.2 Après avoir vérifié le montage avec le professeur, mettre sous tension en augmentant progressivement la tension primaire de manière à obtenir  $I_{2cc} = I_{2n}$  et relever  $P_{1cc}$ ,  $U_{1cc}$ .
- 3.3 Sachant que  $P_{1cc} = P_{2cc}$ , Calculer  $R_2$  qui dissipe intégralement  $P_{2cc}$ .
- 3.4 Calculer la valeur de  $U_{2cc}$ .
- 3.5 En appliquant la loi d'Ohms pour l'impédance  $Z_2$ , calculer sa valeur.
- 3.6 Sachant que  $\underline{Z}_2 = R_2 + jX_2$ , calculer la valeur de la réactance  $X_2$ .
- 3.7 Déterminer la valeur de  $U_{cc}\%$  sachant que  $U_{cc}\% = 100 \cdot \frac{U_{1cc}}{U_{1n}} = 100 \cdot \frac{U_{2cc}}{U_{2n}}$

4. Essai en charge.

On va réaliser un essai sur circuit résistif de puissance d'environ 100W sous une tension de 24V.

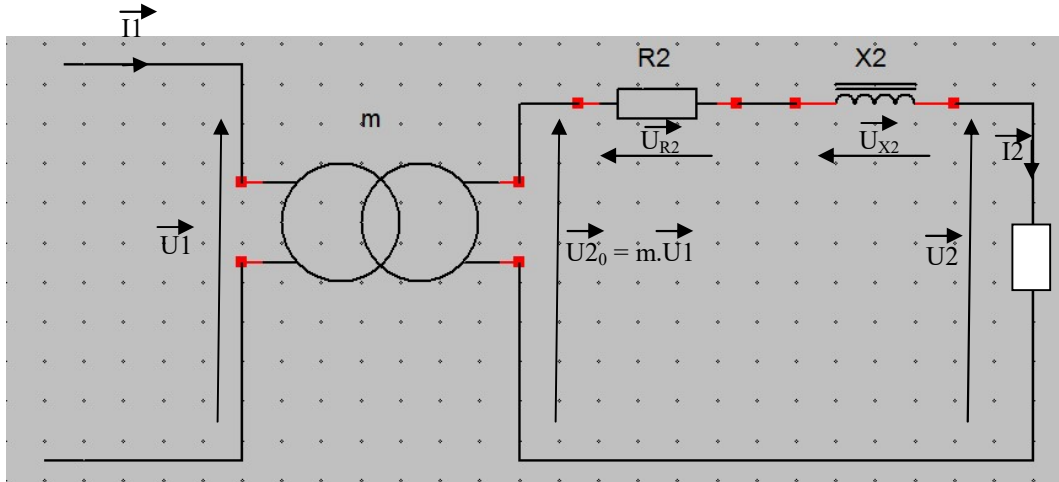
Cet essai nous permettra de valider le modèle obtenu précédemment en comparant les résultats expérimentaux de l'essai en charge avec les résultats théoriques.

- 4.1 Dessiner le schéma de montage permettant de consommer une puissance de 100W en mesurant  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $U_2$  et  $I_2$ .
- 4.2 Après avoir vérifié le montage avec le professeur, réaliser l'essai et noter les mesures pour la charge de 100W.
- 4.3 Calculer le rendement.

## 5. Diagramme de Kapp.

Le diagramme de Kapp permet de déterminer la tension en charge pour un courant donné.

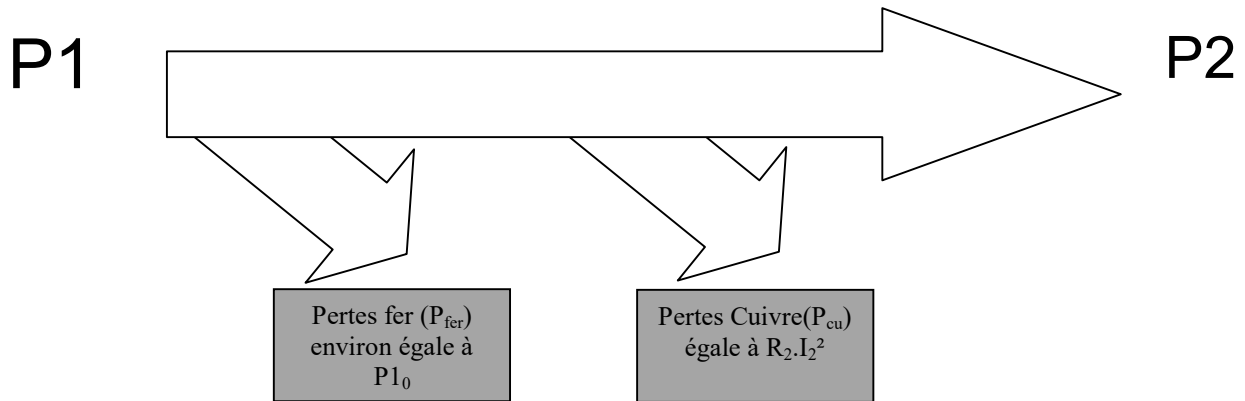
Le schéma équivalent considéré sera :



- 5.1. Ecrire l'équation de maille coté secondaire.
- 5.2. Calculer la valeur de  $U_{R2}$  pour les deux valeurs de courant de l'essai en charge ( $I_{2_{100w}}$  et  $I_{2_{200w}}$ ).
- 5.3. Calculer la valeur de  $U_{X2}$  pour les deux valeurs de courant de l'essai en charge ( $I_{2_{100w}}$  et  $I_{2_{200w}}$ ).
- 5.4. Tracer le diagramme de Kapp correspondant aux mesures et déterminer graphiquement les deux valeurs de  $U_2$  en charge. Comparer avec les mesures de l'essai en charge

6. Prédétermination du rendement par la méthode des pertes séparées.

On donne l'arbre d'un transformateur



- 6.1 Faire le bilan de puissance et exprimer P1 par rapport à P2.
- 6.2 Etablir la relation du  $\eta$  en fonction de P2,  $P1_0$  et  $R_2.I_2^2$ .
- 6.3 Calculer la valeur de rendement pour l'essai en charge 100W.
- 6.4 Comparer le rendement obtenu par rapport aux résultats expérimentaux.
- 6.5 Le modèle obtenu est-il validé ?