

SAPH 233 : Traitement de l'énergie - TP N°1 : Détermination des éléments du modèle monophasé équivalent du transformateur valable en RPS

Le 18/02/2025



Figure 1 – Image d'un transformateur sur poteau. Source : <https://electroniqueschema.blogspot.com/2017/04/transformateur-haut-de-poteau-h61.html>

Table des matières

1	Détermination des Résistance des bobines R_1 R_2	1
1.1	Détermination de R_1 et R_2 à l'aide d'un ohmmètre	1
1.2	Détermination de R_1 et R_2 à l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre	2
2	Détermination du rapport de transmission à vide m	4
3	Détermination des pertes fers et cuivres au primaire R_f et L_μ	4
4	Détermination des grandeurs de fuite au secondaire R_s et l_s	7
4.1	Calcul des puissances du système en court circuit	7
4.2	Détermination de R_s et l_s	8
5	Bilan des puissances avec charge résistive	8
Annexes		9
	Modèle équivalent monophasé d'un transformateur triphasé	9

1 Détermination des Résistance des bobines R_1 R_2

On utilise deux méthodes pour déterminer R_1 et R_2 .

1.1 Détermination de R_1 et R_2 à l'aide d'un ohmmètre

Mesure de R_1 et R_2 :
* première option

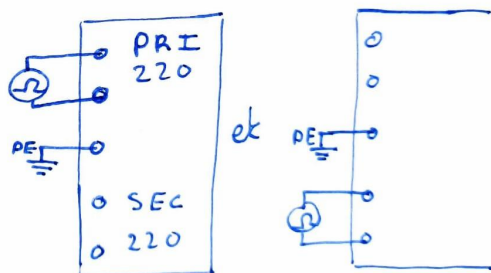


Figure 2 – Schéma de câblage pour la détermination de R_1 et R_2 à l'aide d'un ohmmètre



Figure 3 – Manipulation pour la détermination de R_1 et R_2 à l'aide d'un ohmmètre

$$R_1 = 0,21\Omega \text{ \& } R_2 = 0,27\Omega$$

1.2 Détermination de R_1 et R_2 à l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre

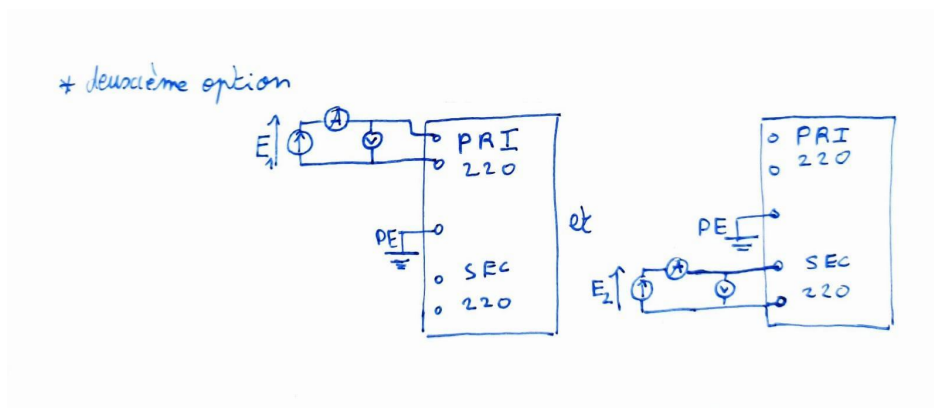


Figure 4 – Schéma de câblage pour la détermination de R_1 et R_2 à l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre

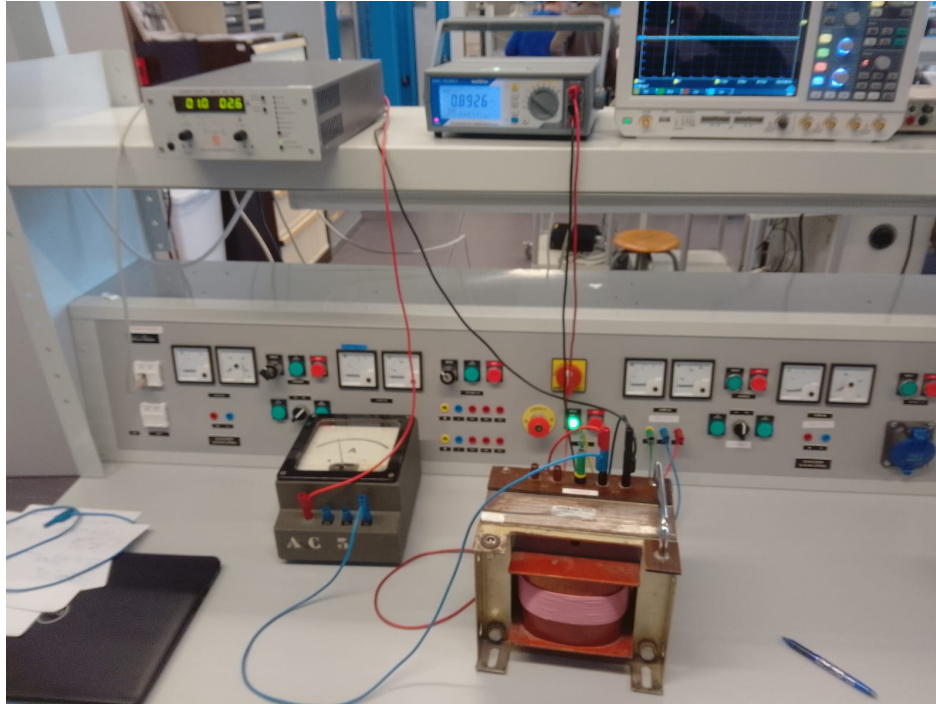


Figure 5 – Manipulation pour la détermination de R_1 et R_2 à l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre

$$U_1 = 0.85V \text{ \& } U_2 = 0,89V$$

$$I_1 = 3.2A \text{ \& } I_2 = 2.6$$

Donc par simple loi d'Ohm :

$$R_1 = 0,27\Omega \text{ \& } R_2 = 0,34\Omega$$

2 Détermination du rapport de transmission à vide m

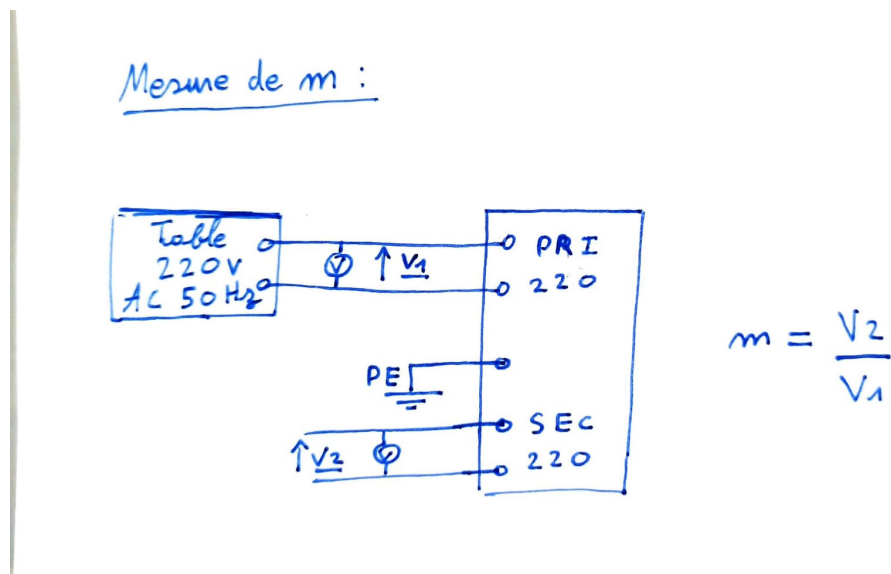


Figure 6 – Schéma de câblage pour le détermination du rapport de transmission à vide m

$$V_1 = 220V \text{ \& } V_2 = 226V$$

$$m = \frac{V_2}{V_1} = 1.03$$

3 Détermination des pertes fers et cuivres au primaire R_f et L_μ

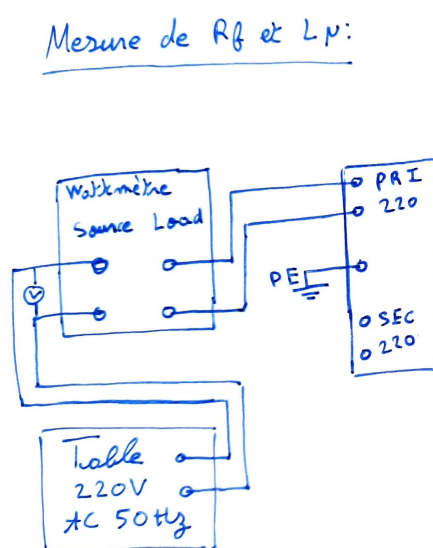


Figure 7 – Schéma de câblage pour la mesure des pertes fer et cuivre



Figure 8 – Manipulation pour la mesure des pertes fer et cuivre

On va exécuter des essais en circuit ouvert suivant le schéma suivant :

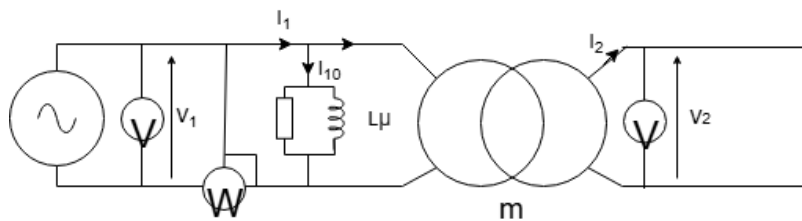


Figure 9 – Schéma électrique de la manipulation en circuit ouvert

On mesure : $P = 33,6W$ & $Q = 116V * A$

On a par calcul : $L_{\mu} = \frac{V_1}{2\pi f_s I_{10R}} = \frac{V_1^2}{2\pi f_s Q}$ & $R_f = \frac{V_1}{I_{10R}} = \frac{V_1^2}{P}$

Finalement :

$$R_f = 1.44k\Omega \text{ \& } L_{\mu} = 1.33H$$



Figure 10 – intensité dans le primaire (distorsion)

On remarque que l'on est pas tout à fait en régime harmonique en raison des distorsions.

4 Détermination des grandeurs de fuite au secondaire R_s et l_s

4.1 Calcul des puissances du système en court circuit

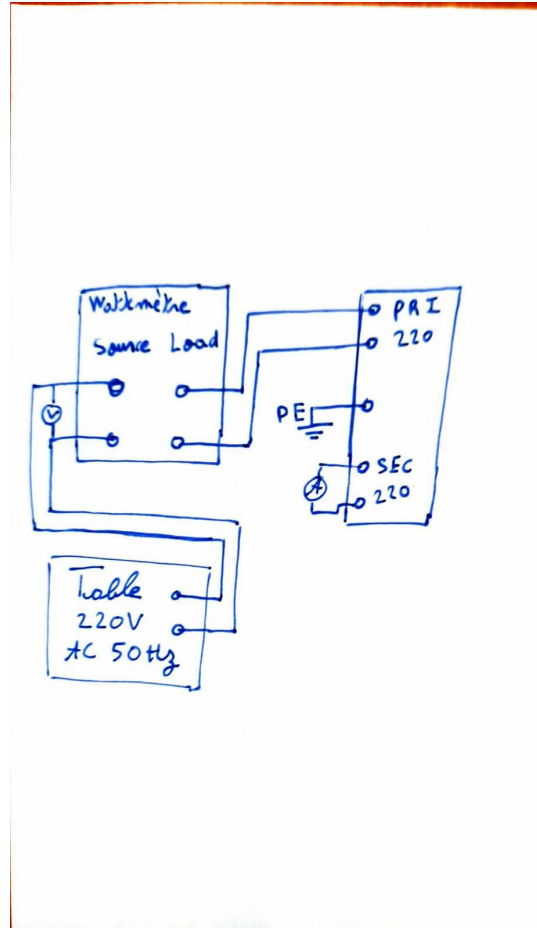


Figure 11 – Schéma de câblage pour la détermination des grandeurs de fuite au secondaire

On a mis le secondaire en court circuit et mesuré l'intensité du primaire et secondaire suivant ce schéma :

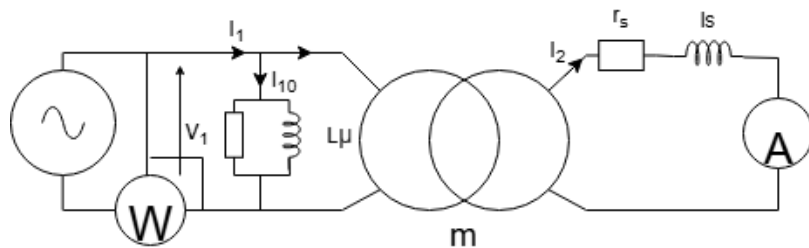


Figure 12 – Schéma électrique de la manipulation en court circuit

$$P = 53.7W \quad Q = 32V * A \quad I_{2CC} = 8.1A \quad I_1 = 9.03A \quad V_1 = 6.8V \quad F = 0.86$$

On soustrait les pertes des grandeurs au primaire connu.

$$P_{R_f} = \frac{|V_1|^2}{R_f} = 32mW \quad Q_{L_\mu} = \frac{|V_1|^2}{2\pi f_s L_\mu} = 0.11V * A$$

4.2 Détermination de R_s et l_s

Via les données matérielles qui nous sont fournies, on peut dire que : $I_{1N} = \frac{S}{U_{1eff}} = 9.1A$ pour le transformateur. A ce stade il est capital de vérifier que notre intensité au primaire doit être inférieure à cette valeur.

L'hypothèse de Kapp consiste à considérer $|i_1| \gg |i_{10}|$. On néglige donc les pertes fers et cuivre au primaire ce qui permet de ramener les impédances de fuites totalement au secondaire. On remarque alors que l'hypothèse Kapp est confirmée car les pertes du primaire sont ridiculement faible. On obtient par suite et raisonnement identique au caractéristique du primaire :

$$R_s = \frac{P}{|I_{2CC}|^2} = 0.82\Omega \quad \& \quad l_s = \frac{Q}{2\pi f_s |I_{2CC}|^2} = 1.55mH$$

5 Bilan des puissances avec charge résistive

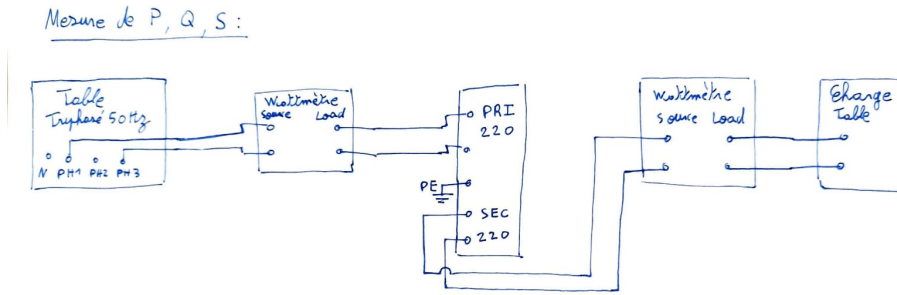


Figure 13 – Schéma de câblage pour le bilan des puissances avec charge résistive

Résultats avec la charge au primaire :

$$P_1 = 2150W \quad \& \quad Q_1 = 100V * A$$

$$V = 220V \quad \& \quad I = 9.53A$$

Résultats avec la charge au secondaire :

$$P_2 = 2035W \quad \& \quad Q_2 = 0V * A$$

$$V = 226V \quad \& \quad I = 8.9A$$

Les pertes au primaires sont : $P_{R_f} = \frac{|V_1|^2}{R_f} = 33.6W$ $Q_{L_\mu} = \frac{|V_1|^2}{2\pi f_s L_\mu} = 115.8V * A$

On a donc environ 150 W de pertes ce qui correspond à la différence des puissances entre secondaire et primaire valant $2150-2035=115$ W (on est dans l'ordre de grandeur).

Pour la puissance apparente de l'ensemble du système on a donc :

$$S = \sqrt{(P_1 + P_2)^2 + (Q_1 + Q_2)^2} = 4190VA$$

Annexes

Modèle équivalent monophasé d'un transformateur triphasé

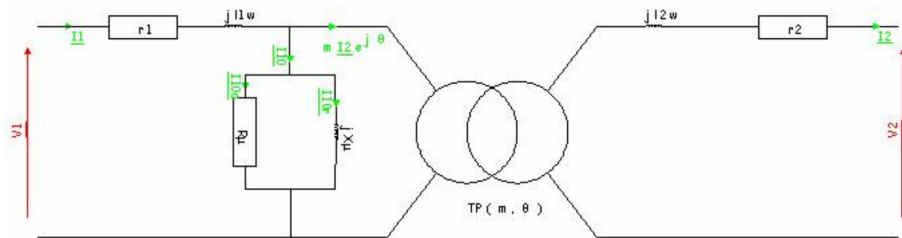


Figure 14 – Modèle équivalent monophasé d'un transformateur triphasé