

TP.4 ESSAI D'UN TRANSFORMATEUR MONOPHASE

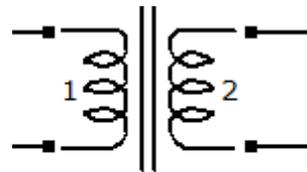
I. Objectif du TP

Cette séance de TP est consacré à l'étude d'un transformateur monophasé en faisant trois essais : Essai à vide, essai en court-circuit, essai en charge.

Les Paramètre du transformateur (SI) étudié sont

S, VA	V1, V	R1, ohm	L1, ohm	V2, V	R2, ohm	L2, ohm	$R\mu=Rm$, ohm	$L\mu=Lm$, ohm
10e4	2400	0.864	0.0044003	240	0.00864	4.4003e-5	8006.4	11.184

Figure.1 Bloc du transformateur Monophasé sous Simulink



Linear Transformer

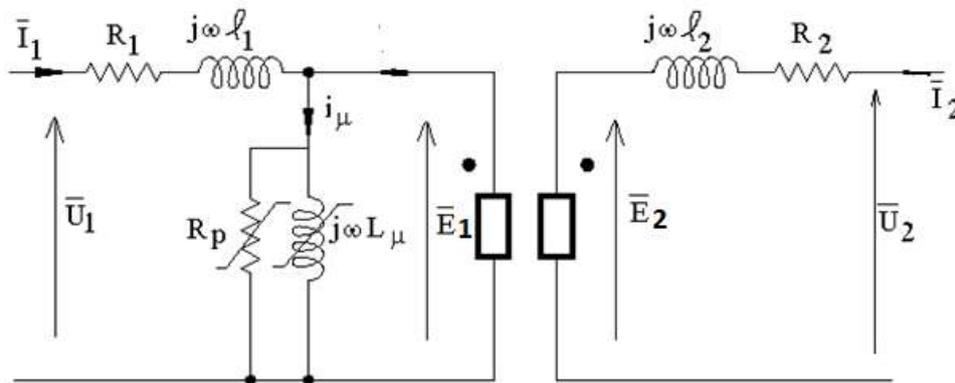


Figure.2 Modèle équivalent complet d'un transformateur monophasé

II. Essai à vide

1 Généralité

Le test de transformateur à circuit ouvert, également appelé test de charge nulle, est utilisé pour déterminer les pertes fer, la résistance du noyau et la réactance magnétisante, et le rapport de transformation m , Lors de ce test, le secondaire reste ouvert et un ampèremètre, un voltmètre et un wattmètre sont utilisés, comme indiqué à la figure. La valeur de la tension appliquée $V1$ est réglée sur sa valeur nominale.

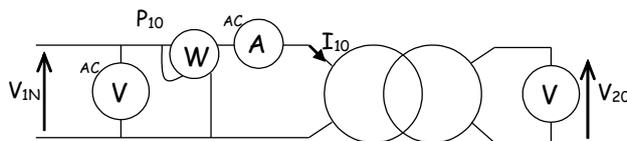


Schéma de l'essai à vide

On en déduit le rapport de transformation $m \approx \frac{V_{20}}{V_1}$, Les pertes fer $P_{fer} = P_{10} - P_{j10}$ et donc R_μ car $\frac{1}{\eta^2 I_{10}^2}$

$$P_{fer} \approx \frac{V_1^2}{K_{app} R_\mu} \text{ Ou } P_{10} = P_{fer} = V_1 I_{10} \cos \varphi_{10}, Q_{10} = \frac{V_1^2}{L_\mu \omega} \text{ soit } L_\mu$$

2 TABLEAU DE MESURES ET CALCULS

V1, V	0	400	800	1200	Vn=2400	2400+25%
V _{2V} , V									
m= V _{2V} /V1									
I _{1V} , A									
P _{fer} =P _{1V} , W									
Q _{1V} , VAR									
Cosφ _{1v} = P _{1v} /(V1* I _{1v})									
observations									

3 TRAVAIL DEMANDE

- Réalisé l'essai à vide dans l'environnement Matlab/Simulink
- Compléter les calculs du tableau
- Déterminer les pertes fer et le rapport de transformation m, R_μ et L_μ

Varié la tension d'entrée pour V1= [0 :400 :2400+20%].

- Tracer la courbe V1=f(I₁₀) et la courbe P_{fer}=f(V₁).
- Tirez une conclusion

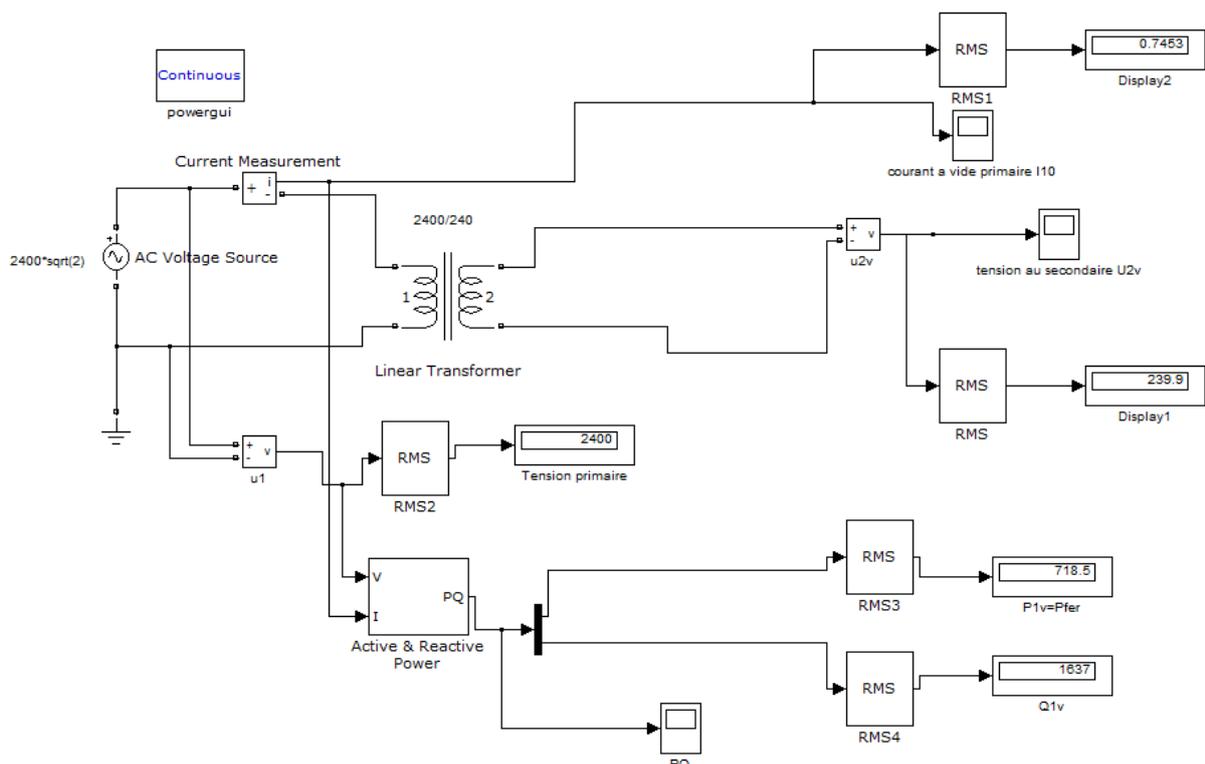
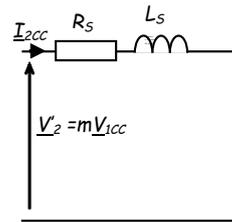
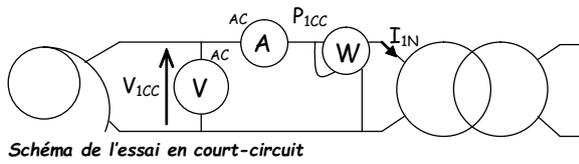


Figure.3 essai à vide du transformateur sous Simulink

III. ESSAI EN COURT-CIRCUIT A COURANT NOMINAL SOUS TENSION REDUITE

1. Généralité

cet essai est intéressant pour les transformateurs car il permet sans essai en charge, par le graphique vectoriel seulement (diagramme de Kapp) de tracer la courbe $U_2 = f(I_2)$ à $\cos(\varphi_2)$ variable et calculer le rendement par la méthode des pertes séparées car $P_{1cc} = P_j$.



Les pertes Joule permettent de déterminer R_2

$$P_{1cc} = r_1 I_{1cc}^2 + r_2 I_{2cc}^2 + P_{ferCC} \underset{Kapp}{\approx} r_1 I_{1n}^2 + r_2 I_{2n}^2 = \boxed{P_{jn} = R_s I_{2n}^2}$$

$\propto U_{1cc}^2 \Rightarrow \approx 0$

Donc $\boxed{R_s \approx \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2}}$

Et comme le modèle ramené au secondaire donne

On en déduit aisément $\boxed{Z_s = \frac{mV_{1cc}}{I_{2cc}}}$ donc $\boxed{X_s = L_s \omega = \sqrt{\left(\frac{mV_{1cc}}{I_{2cc}}\right)^2 - R_s^2} = \frac{Q_{1cc}}{I_{2cc}^2}}$

2. TABLEAU DE MESURES ET CALCULS

Varié la tension d'entrée U_{1cc} jusqu'à la valeur de $I_{2n} = I_{2cc}$. (Faire l'essai pour 6 valeurs)

I_{2cc} , A	U_{1cc} , V	I_{1cc} , A	P_{1cc} , W	$m' = I_{1cc} / I_{2cc}$	Observations
.....	
$I_{2n} = S / V_{2n}$					

3. TRAVAIL DEMANDE

- Réalisé l'essai à vide dans l'environnement Matlab/Simulink
- Déterminer les paramètres du transformateur ramené au secondaire $R_s = m^2 R_1 + R_2$

$X_S = m^2 L_1 \omega + L_2 \omega$ et Z_S

- Tracer le diagramme de Kapp pour $\cos(\varphi_2) = 0.85$ et $\cos(\varphi_2) = 1$
- Déterminer par la formule approchée la chute de tension :

$$\Delta V_2 = V_{20} - V_2 = R_S I_2 \cos \varphi_2 + X_S I_2 \sin \varphi_2$$

- La chute de tension relative : $\Delta V_2 \% = 100 \frac{V_{20} - V_2}{V_{20}} = R \% \cos \varphi_2 + X \% \sin \varphi_2$
- Calculée la chute de tension ohmique et inductive $R \% = 100 \frac{R_S I_{2n}}{V_{20}}$, $X \% = 100 \frac{X_S I_{2n}}{V_{20}}$

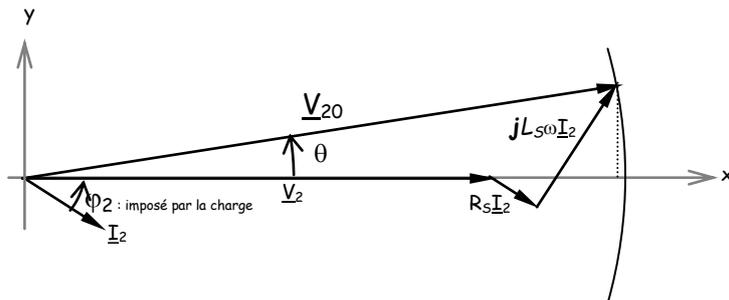


Figure.5 Diagramme de Kapp

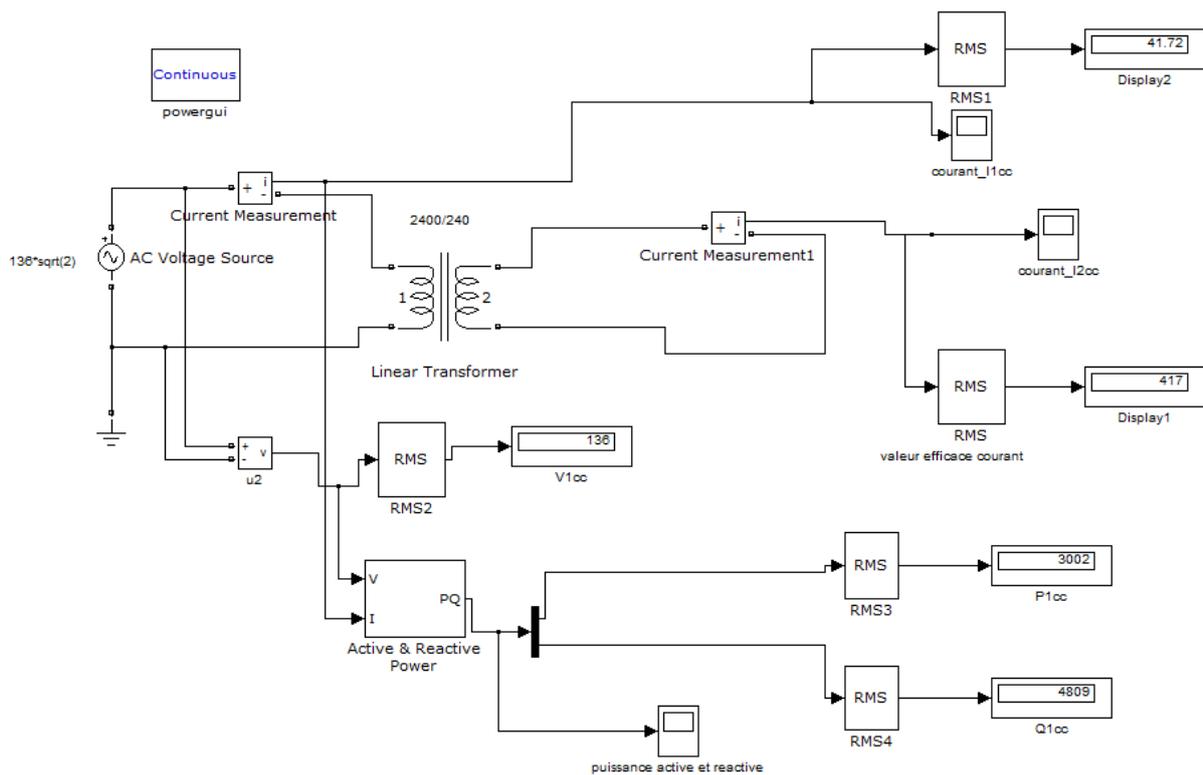


Figure.6 essai en court-circuit du transformateur sous Simulink

IV. Essai en charge

1. Généralité

L'essai en charge du transformateur est réalisé en faisant varier la tension au secondaire pour 2 charges différentes variables (R) et (R+L)

Le rendement est déterminé soit : par la méthode des pertes séparées : essai à vide et en court-circuit. Soit par la méthode directe par un essai en charge.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_J + P_{fer}}, \eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2 I_2 \cos \varphi_2}{V_2 I_2 \cos \varphi_2 + R_S I_2^2 + P_{fer}} = \frac{V_2 \cos \varphi_2}{V_2 \cos \varphi_2 + R_S \times I_2 + \frac{P_{fer}}{I_2}}$$

Cette fonction admet un maximum lorsque $P_{fer} = P_{joules} = R_S I_2^2$

2. TABLEAU DE MESURES ET CALCULS

I ₁ , A	I ₂ , A	U ₂ , V	P ₁ , W	P ₂ , W	Cosφ ₁	Cosφ ₂	U _{2V} -U ₂	η _d	η _{sep}

3. TRAVAIL DEMANDE

- ✓ Réaliser le montage de l'essai en charge du transformateur dans Matlab/Simulink
- ✓ Varier la tension de la charge V2 pour 2 cas : charge résistive pure R, charge mixte R+L
- ✓ Déterminer le rendement du transformateur
- ✓ Construisez les courbes : U=f(I₂), η=f(I₂)

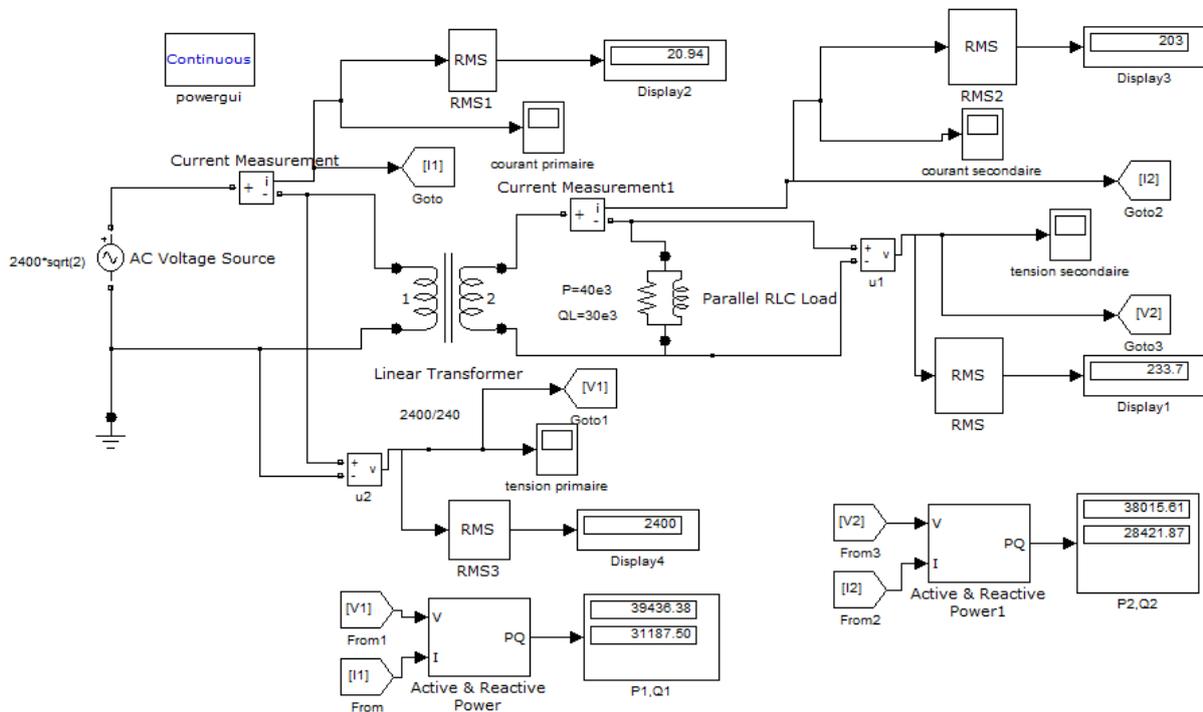


Figure.7 essai en charge du transformateur sous Simulink