Remarque : Cette partie de cours a été détaillée dans les séances de cours

II.16.Transfert d'impédance

On considère un transformateur monophasé parfait de rapport de transformation m, qui alimente une impédance Z. L'objectif est de transférer l'impédance Z du coté secondaire au coté primaire.

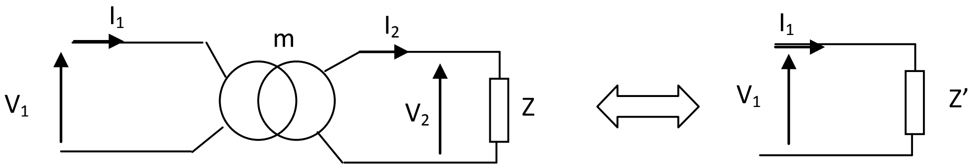

Fig 2.9 Transfert d'impédance

$V_2 = Z * I_2$

Or $V_2 = m * V_1$ et $I_2 = \frac{I_1}{m}$

$$m * V_1 = Z * \frac{I_1}{m}$$

$$V_1 = I_1 * \frac{Z}{m^2}$$

On pose $Z' = \frac{Z}{m^2}$ donc on obtient

$$V_1 = I_1 * Z'$$

Finalement, tout se passe, comme si le réseau primaire (la source) alimentait directement l'impédance Z ', ayant des caractéristiques mieux adaptées à la source. En conclusion, le fonctionnement n'est pas modifié si on respecte les règles suivantes :

Règle 1 : on peut transférer(ou ramener) une impédance, située initialement au secondaire, vers le primaire. En la divisant par m^2.

Règle 2 : on peut transférer (ou ramener) une impédance, située initialement au primaire, vers le secondaire. En la multipliant par m^2.

17.1-Schéma équivalent d'un transformateur

Si on note respectivement par :

- $r_1(\Omega)$:résistance de l'enroulement primaire

- r_2 (Ω) : résistance de l'enroulement secondaire

$X_1(\Omega)$: réactance de l'enroulement primaire

- X_2 (Ω) : réactance de l'enroulement secondaire

- R_f (Ω) : résistance de circuit magnétique

- X_m (Ω) : réactance de circuit magnétique

Le schéma équivalent du transformateur réel est représenté dans la figure 2.10

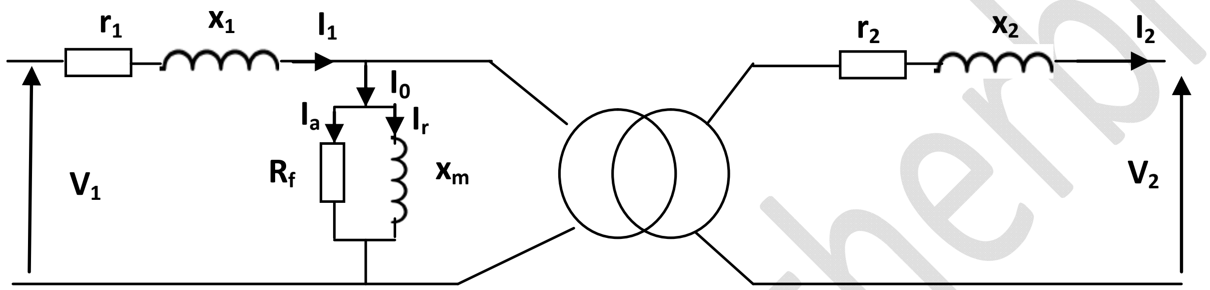

Fig 2.10.Le schéma équivalent du transformateur réel

17.2-Transformateur monophasé dans l'approximation de Kapp

L'hypothèse ou approximation de Kapp est applicable lorsque le courant I_1 est suffisamment grand par rapport à I_0 (fonctionnement en charge) ce qui conduit à négliger le courant I_{10} devant le courant I_1 par conséquent le schéma équivalent va se simplifier en débranchant l'impédance magnétisante (R_f// X_m) (fig 2.11), le schéma équivalent devient :

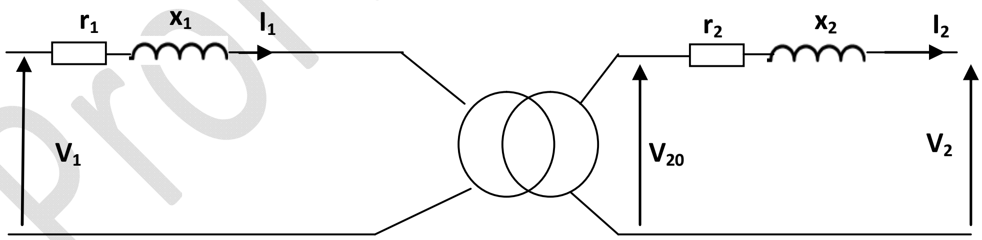

Fig. 2.11.Le schéma équivalent du transformateur (Kapp)

17.3. Schéma équivalent ramené au secondaire

On peut faire passer l'impédance $Z_1 = r_1 + j\, x_1$ du primaire au secondaire, il suffit de la multiplier par m^2. On obtient le schéma suivant :

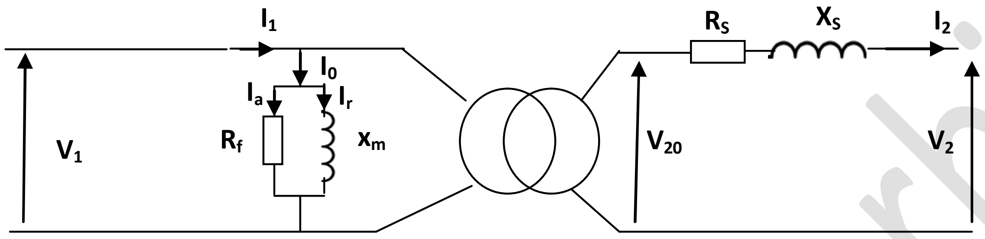

Fig 2.12 Schéma équivalent d'un transformateur ramené au secondaire

Avec :

$R_s = r_2 + m^2\, r_1$: la résistance du transformateur ramenée au secondaire

$X_s = x_2 + m^2\, x_1$: La réactance de fuites magnétiques ramenée au secondaire La loi des mailles appliquée au secondaire donne : $V_2 = V_{20} - (R_s + jX_s)\, I_2$

18-Détermination des éléments du schéma équivalent :

On effectue deux essais :

18.1.Essai à vide : Cet essai consiste à alimenter l'enroulement primaire par sa tension nominale et on mesure la tension à vide au secondaire, le courant et la puissance à vide absorbées par le primaire.

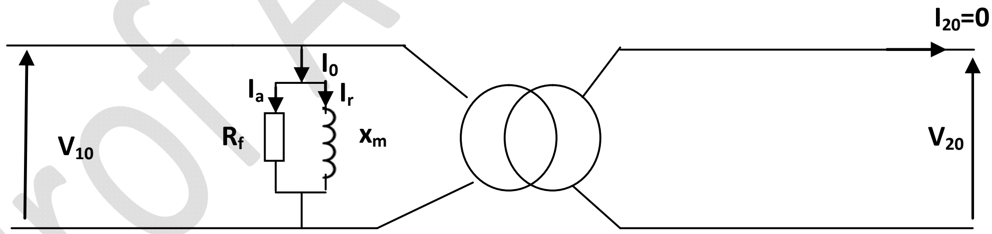

Fig 2.13. Le schéma équivalent du transformateur dans l'essai à vide

Selon le schéma équivalent du transformateur dans l'essai à vide :

Le courant actif peut être déterminé $\boldsymbol{I_a = \frac{V_{10}}{R_f}}$

Le courant réactif peut être déterminé $\boldsymbol{I_{ra}} = \frac{\boldsymbol{V_{10}}}{\boldsymbol{X_m}}$

Dans ce cas, on peut déterminer pratiquement :

- Le rapport de transformation m : $\boldsymbol{m} = \frac{\boldsymbol{V_{20}}}{\boldsymbol{V_{10}}} = \frac{\boldsymbol{V_{20}}}{\boldsymbol{V_{1n}}}$
- La résistance de circuit magnétique Rf : $\boldsymbol{R_f} = \frac{\boldsymbol{V_{10}}^2}{\boldsymbol{P_{10}}}$
- La réactance magnétisante Xm : $\boldsymbol{X_m} = \frac{\boldsymbol{V_{10}}^2}{\boldsymbol{Q_{10}}}$

18.2. Essai en court-circuit

On applique au primaire une tension réduite $V_{1cc} << V_{1n}$ (tension nominale), on augmente progressivement V_{1cc} depuis 0 jusqu'à avoir $I_{2cc} = I_{2n}$

Le schéma équivalent ramené au secondaire (en court-circuit) est le suivant :

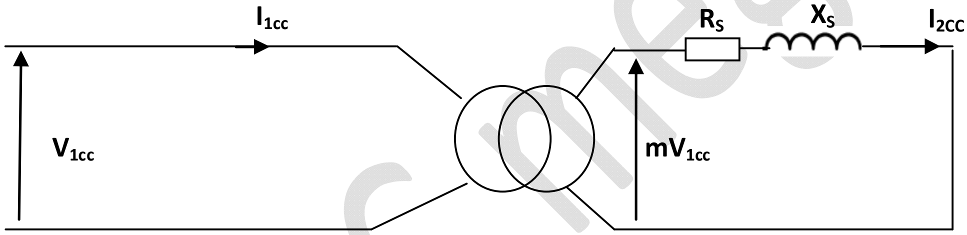

Fig 2.14. Le schéma équivalent du transformateur dans l'essai en court circuit

Les pertes fer lors de l'essai en court-circuit sont négligeables et par conséquent :

$P_{1cc} = R_s . I_{2cc}^2$ ainsi on peut déduire : $\boldsymbol{R_s} = \frac{\boldsymbol{P_{1cc}}}{\boldsymbol{I_{2cc}^2}}$

L'impédance Z_s peut être déterminée : $\boldsymbol{Z_s} = \frac{\boldsymbol{m * V_{1cc}}}{\boldsymbol{I_{2cc}}}$

On peut déduire La réactance Xs : $\boldsymbol{X_s} = \sqrt{\boldsymbol{Z_s^2} - \boldsymbol{R_s^2}}$

19. Chute de tension

La chute de tension ΔV_2 est la différence algébrique entre valeurs efficaces de la tension à vide et la tension en charge :

$$\Delta V_2 = V_{20} - V_2$$

Pour déterminer la chute de tension (voir les détailles à la séance du cours) on peut se servir de la relation approche suivante :

$$\boldsymbol{\Delta V_2 = V_{20} - V_2 \approx (R_s\ I_2\ \cos\varphi_2 + X_s\, I_2\ \sin\varphi_2)}$$