

LES UNITES RELATIVES (Rappel)

1- Pourquoi un nouveau système d'unités ?

Un réseau électrique « a » présente des pertes de puissance de 20 MW par contre un autre réseau « b » a comme pertes de puissance 2 MW.

Une première lecture de ces données nous pousse à conclure que le premier réseau présente des pertes plus importantes que le second mais en réalité si on savait que les puissances respectives du réseau « a » et le réseau « b » sont : 400 MW et 4 MW, cette conclusion serait complètement fausse car malgré que les pertes des puissances du réseau « a » soit très élevées par rapport à celles du réseau « b » elles ne représentent réellement que 5 % de la puissance totale contrairement aux pertes du réseau « b » représentant 50 %.

Cet exemple nous mène à se référer à des valeurs de base avant de prendre un jugement, ce qui n'est pas offert par le système international des unités (SI) d'où le recours au système des unités relatives.

2- Représentation des unités relatives

On représente généralement les unités relatives par des valeurs composées par un chiffre représentant la partie entière et deux chiffres pour la partie décimale suivit par (u.r)¹ ou (p.u)².

Si on a les deux valeurs suivantes de tension $v_1 = 1.15(\text{u.r})$ et $v_2 = .085(\text{u.r})$. v_1 représente une surtension de 15 % par rapport à la tension de base par contre v_2 représente une chute de tension de 15 % par rapport à la tension de base.

¹ Unité relative

² Per unit (en anglais)

3- Avantages des unités relatives

Les avantages des unités relatives sont :

- ✓ La possibilité de comparaison par la lecture directe des valeurs
- ✓ Le non besoin des transformations vers le primaire ou le secondaire pour les impédances des transformateurs.
- ✓ La simplicité des calculs suite à la représentation simple des valeurs.
- ✓ Le non recours à la conversion des unités.

4- Valeurs de base dans le calcul des réseaux électriques

Les variables nécessaire pour le calcul des réseaux électrique sont comme cité précédemment sont : la tension (V), la puissance(S), le courant(I) et l'impédance(Z).

$$\text{valeur (u.r)} = \frac{\text{valeur (unité en système international)}}{\text{valeur de base (unité en système international)}}$$

Donc on aura besoin de quatre valeurs de base, mais en se référant aux relations liants ces variables on se contentera de deux seulement et les deux autres seront déduites.

On choisit généralement les valeurs de base de la tension et de la puissance.

$$I_{base} = \frac{S_{base}}{V_{base}} \quad , \quad Z_{base} = \frac{V_{base}}{I_{base}} = \frac{V_{base}^2}{S_{base}}$$

Il faut noter que dans l'analyse des réseaux électriques, il existe une seule valeur de puissance de base qui est généralement égale à $S_{base} = 100 \text{ MVA}$

Par contre pour la tension, il existe plusieurs valeurs de base selon la position des jeux de barres par rapport au transformateur (primaire ou secondaire).

Exemple :

Soit un transformateur ‘Tr’ ayant un rapport de transformation $a = V_1/V_2$ où V_1, I_1 et V_2, I_2 sont respectivement les module de la tension et le courant à l’entrée et à la sortie du transformateur.

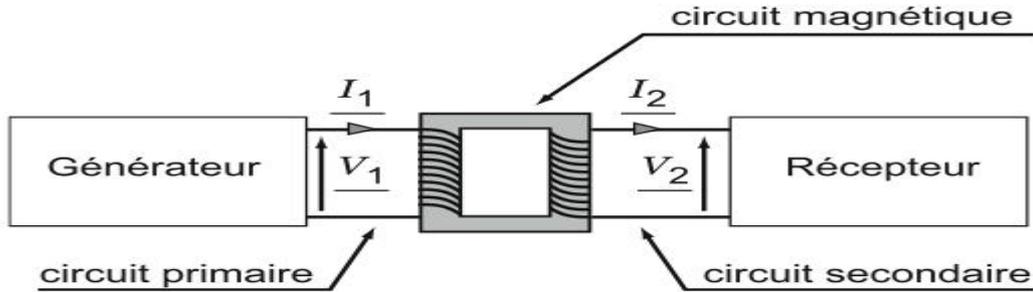


Figure : Schéma de principe d'un transformateur

Démontre que dans le système des unités relatives un transformateur peut être représenté par une seule impédance sans ramener les valeurs des impédances aux cotés primaire ou secondaire.

Réponse :

Z_1 et Z_2 sont les impédances des enroulements primaire et secondaire du ‘Tr’ et

$Z_1(\text{pu})$ et $Z_2(\text{pu})$ sont également les impédances des enroulements primaire et secondaire du ‘Tr’ en unités relatives.

D’après la loi d’Ohm $V_1 = Z_1 I_1$ et $V_2 = Z_2 I_2$ donc on aura : $a = Z_1 I_1 / Z_2 I_2$, or $(I_1 / I_2) = (1/a)$

Donc $Z_1 = a^2 Z_2$ (1)

On sait que $Z_{base1} = \frac{V_{base1}^2}{S_{base}}$ (2) et $Z_{base2} = \frac{V_{base2}^2}{S_{base}}$ (3)

$Z_1(\text{pu}) = Z_1 / Z_{base1}$ (4) $Z_2(\text{pu}) = Z_2 / Z_{base2}$ (5)

, d’après l’équation (1), on peut écrire : $Z_1(\text{pu}) = (a^2 Z_2) / Z_{base1}$

Selon l’équation (2) on peut remplacer Z_{base1} par sa valeur : $Z_1(\text{pu}) = (a^2 Z_2) / (\frac{V_{base1}^2}{S_{base}})$

On peut réécrire également Z_2 en se basant sur l’équation (5) :

$Z_1(\text{pu}) = (a^2 Z_2(\text{pu}) Z_{base2}) / (\frac{V_{base1}^2}{S_{base}})$ or en remplaçant Z_{base2} par sa valeur d’après

l’équation (3), on aura : $Z_1(\text{pu}) = (a^2 Z_2(\text{pu}) (\frac{V_{base2}^2}{S_{base}})) / (\frac{V_{base1}^2}{S_{base}})$

$Z_1(\text{pu}) = (a^2 Z_2(\text{pu}) (\frac{V_{base2}^2}{V_{base1}^2}))$ donc $Z_1(\text{pu}) = (a^2 Z_2(\text{pu}) / a^2)$

Finalement on a pu démontrer que $Z_1(\text{pu}) = Z_2(\text{pu})$