MODE DE TRANSPORT DE L’ENERGIE

Le mode triphasé joue un rôle fondamental pour le transport et la distribution de l’énergie électrique. En effet, les alternateurs des centrales électriques sont en majorité triphasés et la tension qu’ils produisent est relativement basse (soit 20KV pour les centrales modernes). Si l’on veut que le transport de l’énergie soit économique, il faut que celui-ci soit assuré à une tension plus élevée (H.T, T.H.T).

Pour cerner l’intérêt du système triphasé par rapport au système monophasé, pour une puissance donnée, une ligne de transport triphasée demande moins de cuivre (ou d'aluminium) qu'une ligne monophasée de même tension. De plus les moteurs et les alternateurs triphasés sont plus petits, plus simples et moins coûteux que les moteurs et alternateurs monophasés de même capacité, de même tension et de même vitesse.

TRANSPORT EN COURANT MONOPHASE

Soit P (kW) une puissance à transporter sur une distance D(Km) sous une tension U et facteur de puissance cosM, sans que les pertes dépassent un certain pourcentage de P .soit $\Delta P = x\%.P$,
Le courant de ligne est

$$I = \frac{P}{U.\cos\varphi}$$

Les pertes de puissances sur la ligne sont $\Delta P_1 = 2.R.I^2$

$$\Delta P_1 = \frac{2.\rho.\,D.P^2}{S.\,U^2.\cos^2\varphi}$$

Le volume de cuivre nécessaire pour transporter cette puissance à la distance D sera donc

$$V_{1cu} = 2.D.S = \frac{4.\rho.D^{2.}P}{x.U^{2.}\,\cos^2\varphi}$$

De cette équation on peut noter que le volume de cuivre est inversement proportionnel au carré de la tension et au facteur de puissance. Ainsi on a intérêt à transporter l’énergie avec une tension élevée et un facteur de puissance élevé.

TRANSPORT EN COURANT TRIPHASE

Soit la même puissance que précédemment à transporter en triphasé sur la même distance et la même tension U et cosφ.

Dans ce cas les pertes de puissances sur la ligne seront

$\Delta P_2 = x.P = 3.R.I^2$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}.U.\cos\varphi}$$

$$\Delta P_2 = \frac{3.\rho.D}{S}.\frac{P^2}{3.U^2.\cos^2\varphi}$$

Le volume de cuivre dans ce cas

$$V_{2CU} = 3.S.D = \frac{3.\rho.D.P}{x.U^2.\cos^2\varphi}$$

Si on fait $V_{2cu} / V_{1cu} = 3/4$; alors $V_{2cu} = (3/4).V_{1cu}$

Autrement dit le volume de cuivre en triphasé n'est autre que 3/4 du volume de cuivre en monophasé transportant la même puissance. C'est pour cette raison principale que le transport se fait en triphasé.

Comme sur le plan économique on veut utiliser le moins de cuivre possible, on aura intérêt à adopter des tensions très élevées en triphasé.

Il est clair que pour le transport des tensions élevées et des facteurs de puissance élevés sont essentiels. Mais la limite supérieure en tension est atteinte quand les économies sur le cuivre et l'aluminium sont compensées par les prix des chaînes d'isolateurs des transformateurs et des appareils de coupures.

SYSTEME D'UNITES REDUITES

Les éléments constitutifs d'un réseau électrique peuvent fonctionner à des tensions différentes et être associés selon des schémas plus ou moins complexes.

La méthode de transformation des impédances permet de ramener l'impédance de chaque élément à une même tension de référence et de réduire le schéma réel complexe à un schéma équivalent simple.

EXPRESSION DES IMPEDANCES EN POUR-CENT

Une impédance a une valeur de p% si la chute de tension due au passage du courant nominal I_n dans cette impédance, rapportée à la tension nominale V_n, a une valeur de P/100 c'est à dire que:

$$\frac{p}{100} = \frac{Z.I_n}{V_n}$$

La formule ci-dessus est valable pour une phase d'un système triphasé. On peut la transformer en introduisant la puissance apparente nominale triphasé $S_n = \sqrt{3}U_nI_n$ de l'appareil considéré ainsi que sa tension nominale $U_n = \sqrt{3}.V_n$

$$\frac{p}{100} = \frac{Z.I_n}{V_n} = \frac{\sqrt{3}.Z.I_n.\sqrt{3}.V_n}{3.V_n^2} = \frac{Z.S_n}{U_n^2}$$

Cette relation est utilisée souvent sous la forme

$$Z = \frac{p.U_n^2}{S_n}$$

Avec Z (Ω), U_n (volts, KV), S_n (VA, MVA)

2.5.3 PASSAGE D'UN SYSTEME DE BASE A UN AUTRE

Le passage d'un système de grandeurs réduites à un autre système de base se fait de la manière suivante:

Soit S_1, $U1$, I_1, Z_1 les grandeurs réduites dans le système de base S_{b1} et U_{b1}. La conversion de ces grandeurs dans un autre système de base S_{b2} et U_{b2} sera :

$S_2 = S/S_{b2}$ et comme $S = S_1.S_{b1} = S_2.S_{b2}$ on aura donc

$$S_2 = S_1.(S_{b1}/S_{b2})$$
$$U_2 = U_1.(U_{b1}/U_{b2})$$
$$I_2 = I_1(I_{b1}/I_{b2})$$

De même pour les impédances

$$Z_2 = Z_1.(Z_{b1}/Z_{b2}) = Z_1.(S_{b2}/S_{b1}).(U_{b1}^2/U_{b2}^2)$$

Maintenant si $U_{b1} = U_{b2} = U_n$ on a simplement :

$$Z_2 = Z_1.(S_{b2}/S_{b1})$$