

Théorème de BOUCHEROT

Les **puissances** actives et réactives absorbées par une charge triphasée de plusieurs appareils sont respectivement égales à la somme des puissances actives et réactives absorbées par chaque élément du groupement.

D'après ce théorème :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \text{ et } Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

En complexe la puissance apparente : $S = P + jQ$

Et $S \neq P + Q$

Pour un récepteur équilibré :

$$P_1 = P_2 = P_3 \quad \text{et} \quad Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$\text{Finalement } P = 3P_1 \quad \text{et} \quad Q = 3Q_1$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Le facteur de puissance : $\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$

Récepteur déséquilibré

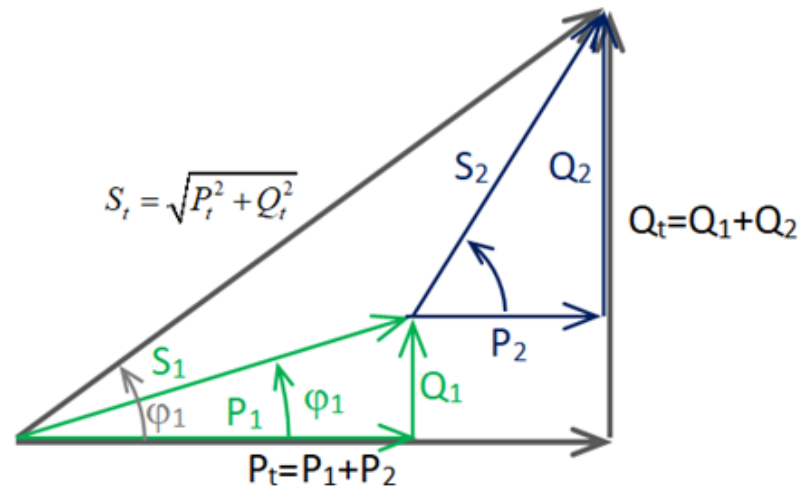
$$S = \sqrt{(\Sigma P)^2 + (\Sigma Q)^2}$$

$$\cos\varphi = \frac{P_t}{S_t}$$

$$\sin\varphi = \frac{Q_t}{S_t}$$

$$\tan\varphi = \frac{Q_t}{P_t}$$

Noté bien : $S_t \neq S_1 + S_2$



Relèvement du facteur de puissance

1. Couplage des condensateurs en triangle

La tension aux borne d'un condensateur U:

Puissance réactive absorbée par un condensateur:

$$Q_{C1} = - C\omega U^2$$

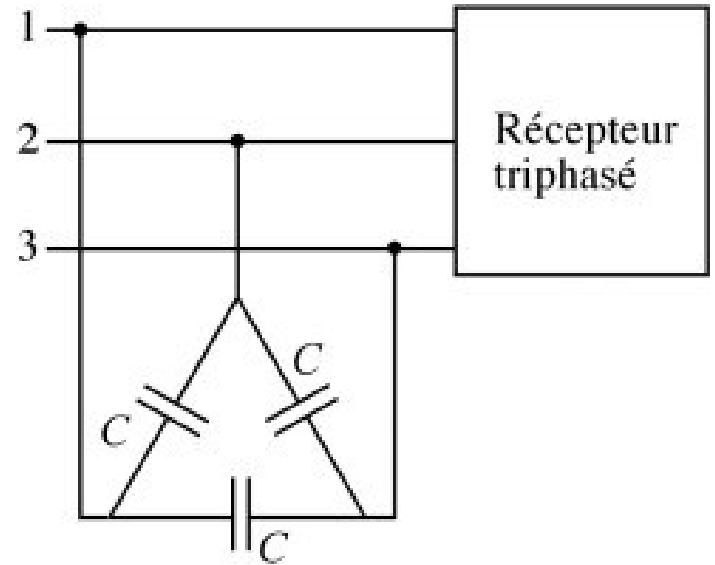
La puissance réactive absorbée par les trois condensateurs:

$$Q_C = 3Q_{C1} = - 3C\omega U^2$$

$$Q_C = - 3C\omega U^2 = Q' - Q$$

$$- 3C\omega U^2 = P (\tan\varphi' - \tan\varphi)$$

$$\text{d'où } C = P (\tan\varphi - \tan\varphi') / 3 \omega U^2$$

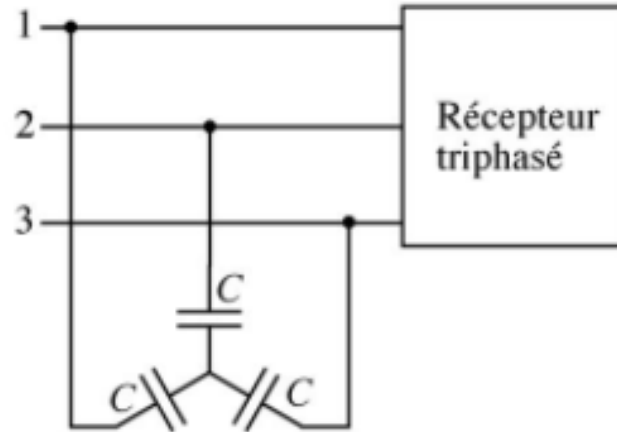


2. Couplage des condensateurs en étoile

on montre que la capacité du condensateur en étoile est donnée par la relation: $C = P (\tan\varphi - \tan\varphi') / \omega U^2$

Le couplage en étoile est donc moins intéressant puisque la

capacité des condensateurs nécessaire est trois fois plus grande que pour le couplage en triangle. Plus la capacité est grande, plus le condensateur est volumineux et couteux.



Mesure de la puissance triphasée

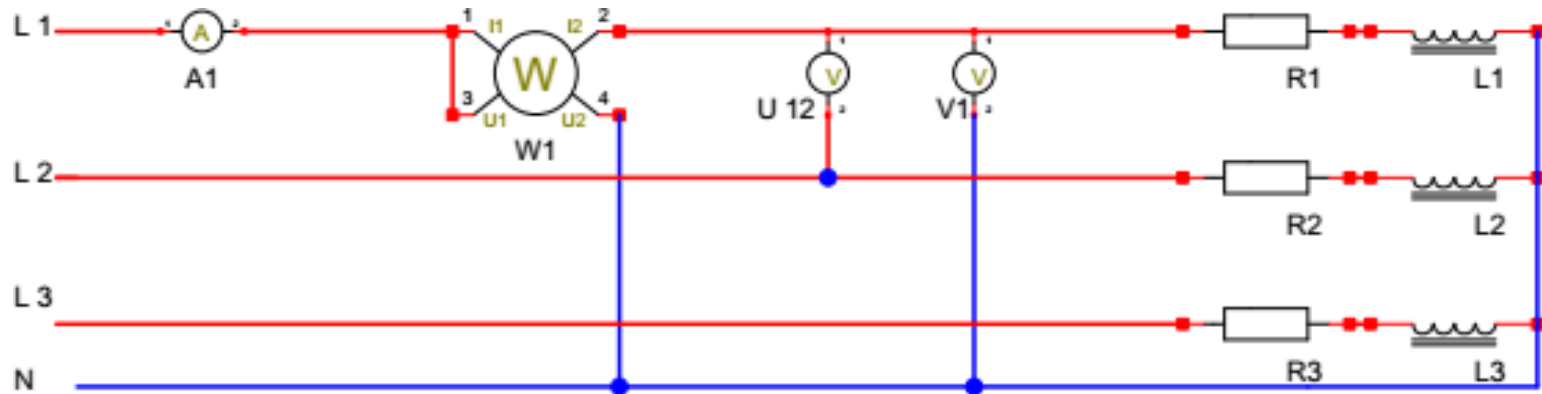
RECEPTEUR EQUILIBRE EN ETOILE (4 fils) (1 seul Wattmètre)

$$P = 3 \times W$$

$$P = S \cos \varphi$$

$$S = 3VI = \sqrt{3}UI$$

$$Q = 3VI\sin\varphi = \sqrt{3}UI\sin\varphi = S\sin\varphi = \sqrt{S^2 - P^2}$$

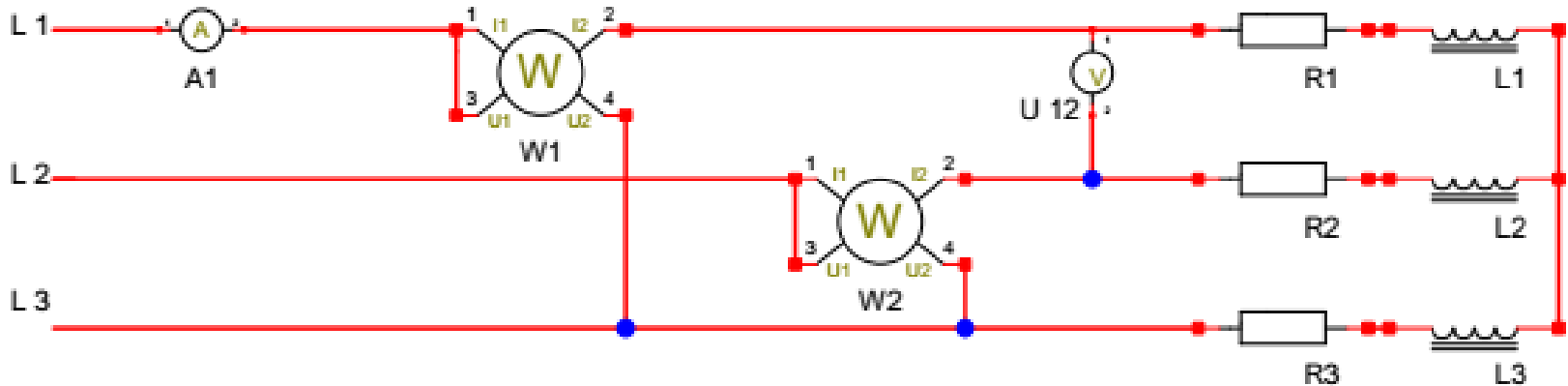


RÉCEPTEUR ÉQUILIBRÉ EN ETOILE (3 fils)

$$P = W1 + W2$$

$Q = \sqrt{3} (W1 - W2)$ Valable uniquement pour système triphasé équilibré

D'où $W1$ et $W2$: la lecture du wattmètre 1 et 2 respectivement.



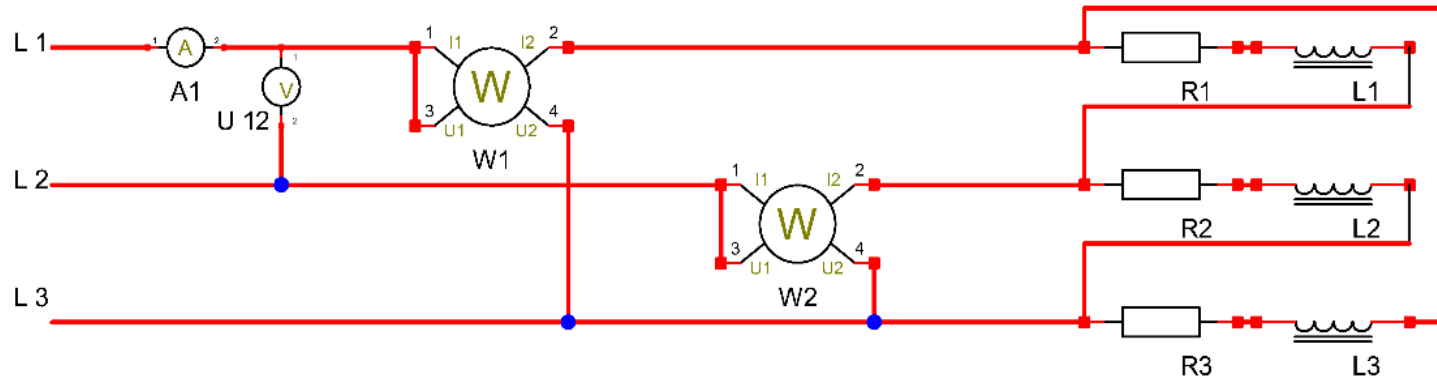
Pour le même récepteur triphasé équilibré on a :

$$P_{Y \text{ à } 400 \text{ V}} = P_{\Delta \text{ à } 220 \text{ V}}$$

mais sous la même tension d'alimentation :

$$P_{\Delta \text{ à } 400 \text{ V}} = 3 \text{ fois } P_{Y \text{ à } 400 \text{ V}}$$

RÉCEPTEUR ÉQUILIBRÉ EN TRIANGLE



$$P = W1 + W2$$

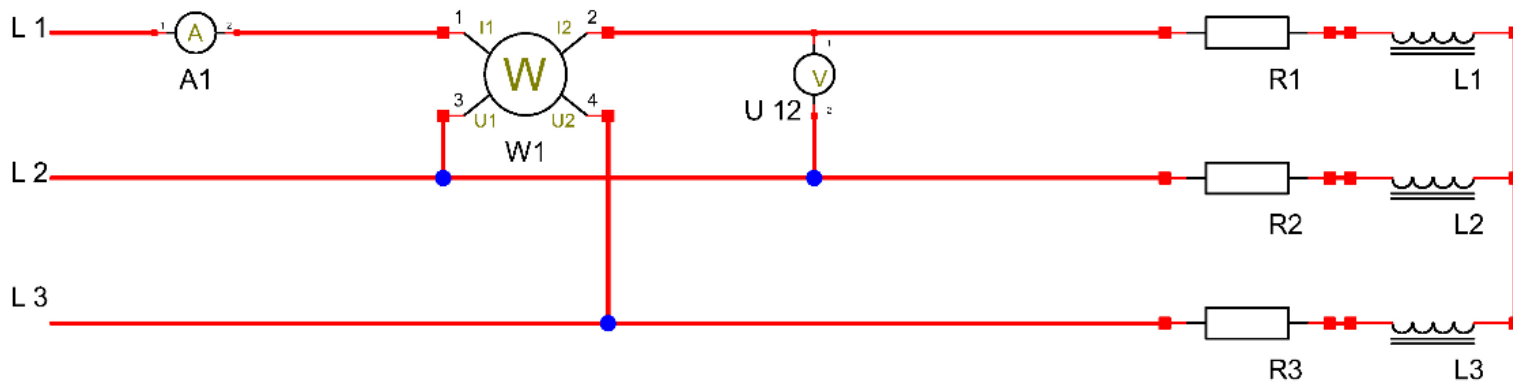
$$Q = \sqrt{3} (W1 - W2)$$

Mesure de la puissance réactive

La formule de calcul de la puissance réactive utilisant 1 seul Wattmètre (circuit tension entre L2 et L3) est la suivante :

$$Q = \sqrt{3} \cdot W \quad [VAR] \text{ valable uniquement pour le montage } \textit{étoile}$$

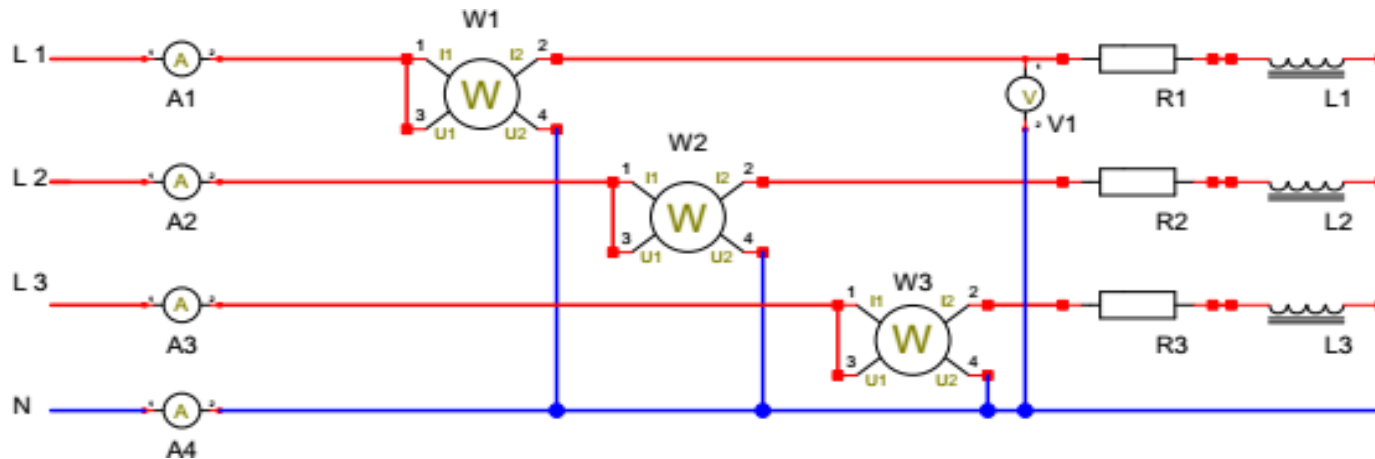
d'où W : lecture du Wattmètre.



• MESURE DE LA PUISSANCE TRIPHASÉE

RECEPTEUR DÉSEQUILIBRÉ EN ÉTOILE (4 fils)

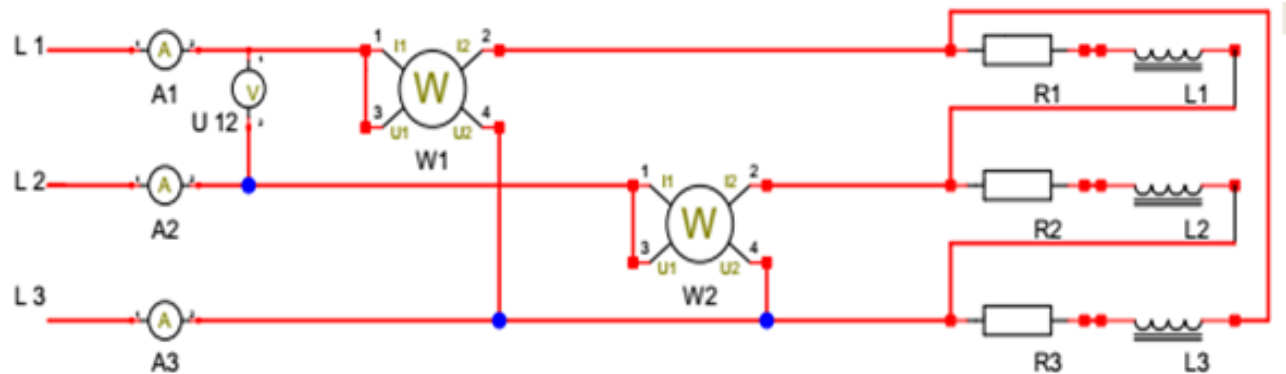
Méthode de 3 Wattmètres (RÉGIME DÉSÉQUILIBRÉ)



$$P = W1 + W2 + W3$$

$$\cos\varphi = \frac{\Sigma P}{\Sigma S}$$

• RÉCEPTEUR DÉSEQUILIBRÉ EN TRIANGLE



$$P_t = W1 + W2$$

D'où $W1$ et $W2$: la lecture du wattmètre 1 et 2 respectivement

$$S_t = V_1 i_1 + V_2 i_2 + V_3 i_3 = V(i_1 + i_2 + i_3) / \text{source équilibré}$$

$$V = \frac{U_{12}}{\sqrt{3}}$$

