

Relèvement du facteur de puissance

1. Problématique

La **SPCC** (société de production et de conditionnement de produits cosmétiques) est alimentée en 20 kV et dispose de son propre transformateur de distribution. La facturation de son fournisseur d'énergie laisse apparaître des pénalités (surfacturation) en raison d'un mauvais facteur de puissance. Un mauvais facteur n'apportant rien sur le plan énergétique, son relèvement permettra de ne plus payer ces pénalités et d'augmenter la puissance active disponible en sortie du transformateur pour une éventuelle extension.

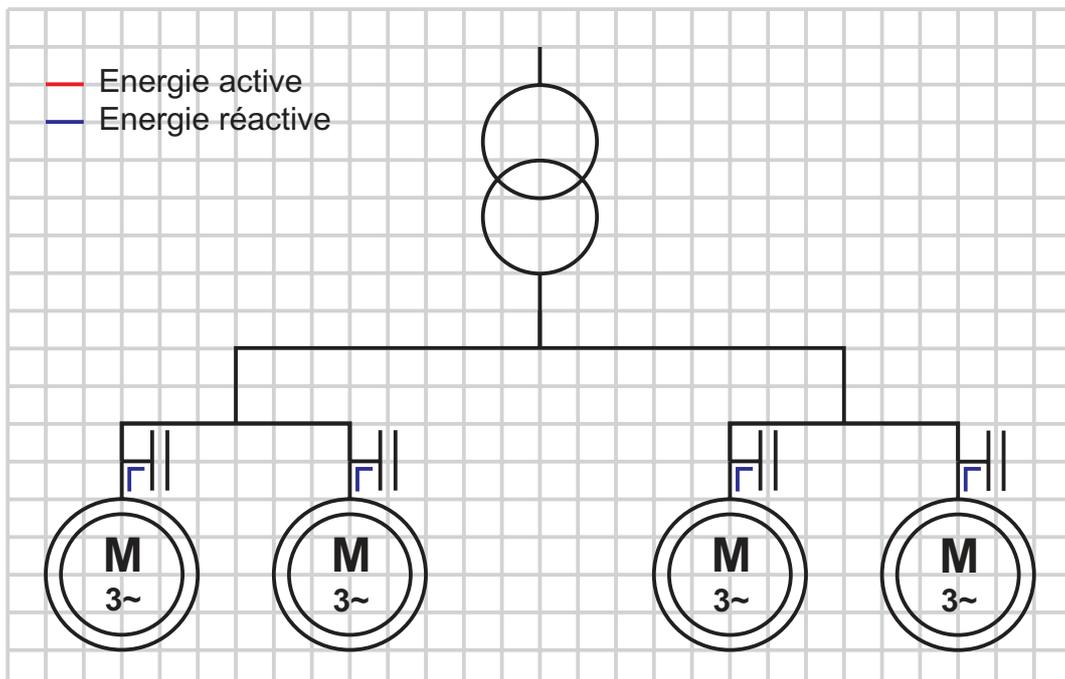
2. Etude

Le relèvement du facteur de puissance se fait en installant des générateurs d'énergie réactive (batteries de condensateurs) à des points stratégiques de l'installation.

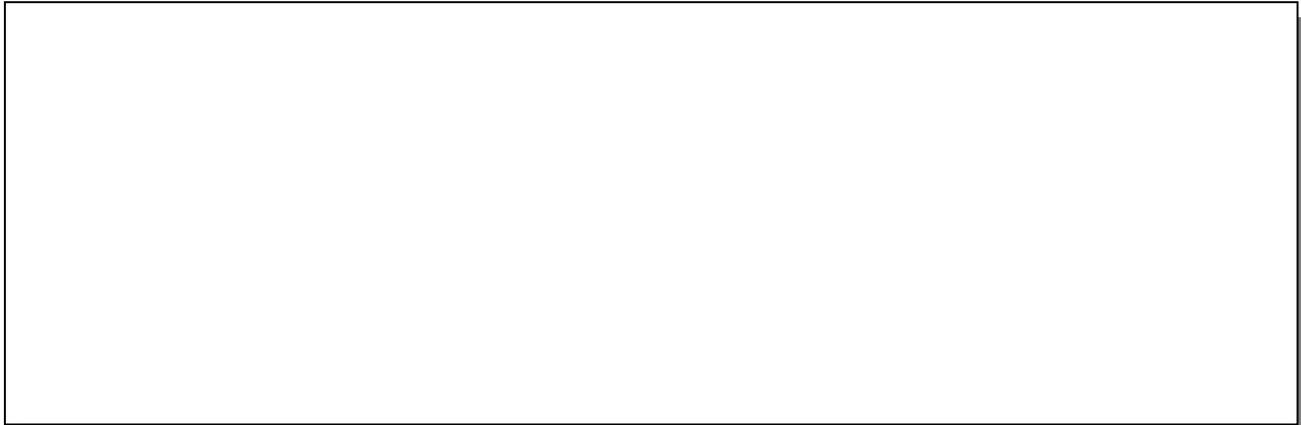
2.1. Compensation aux bornes des récepteurs



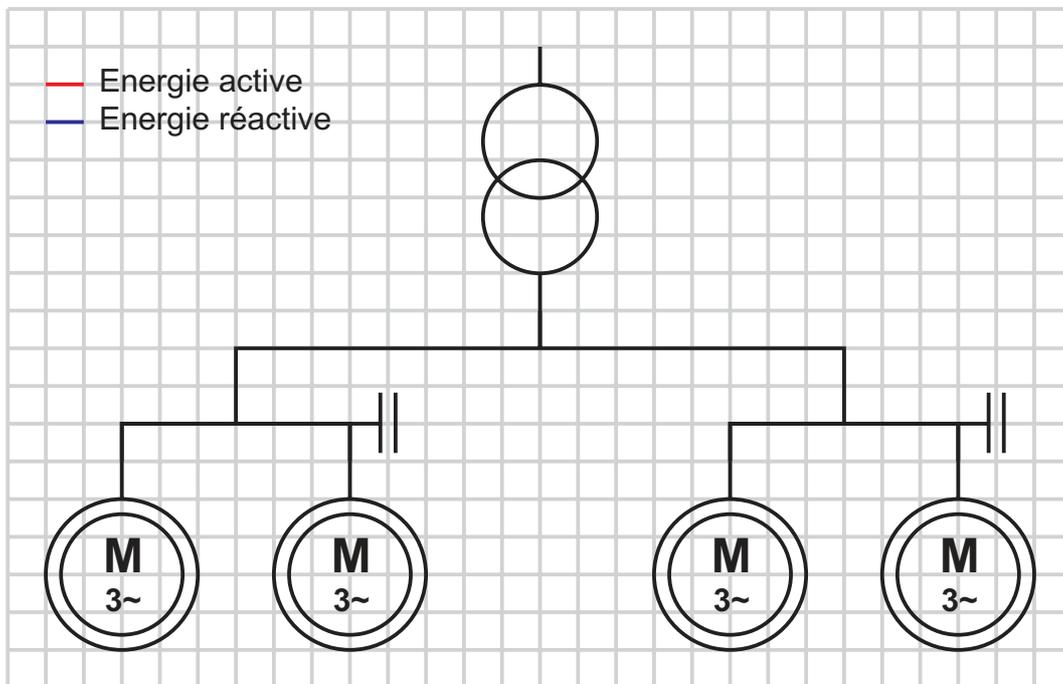
Complétez l'illustration simplifiée ci-dessous en positionnant les batteries condensateurs et en représentant en rouge le trajet de l'énergie active et en bleu le trajet de l'énergie réactive.



2.2. Compensation par îlot (atelier)



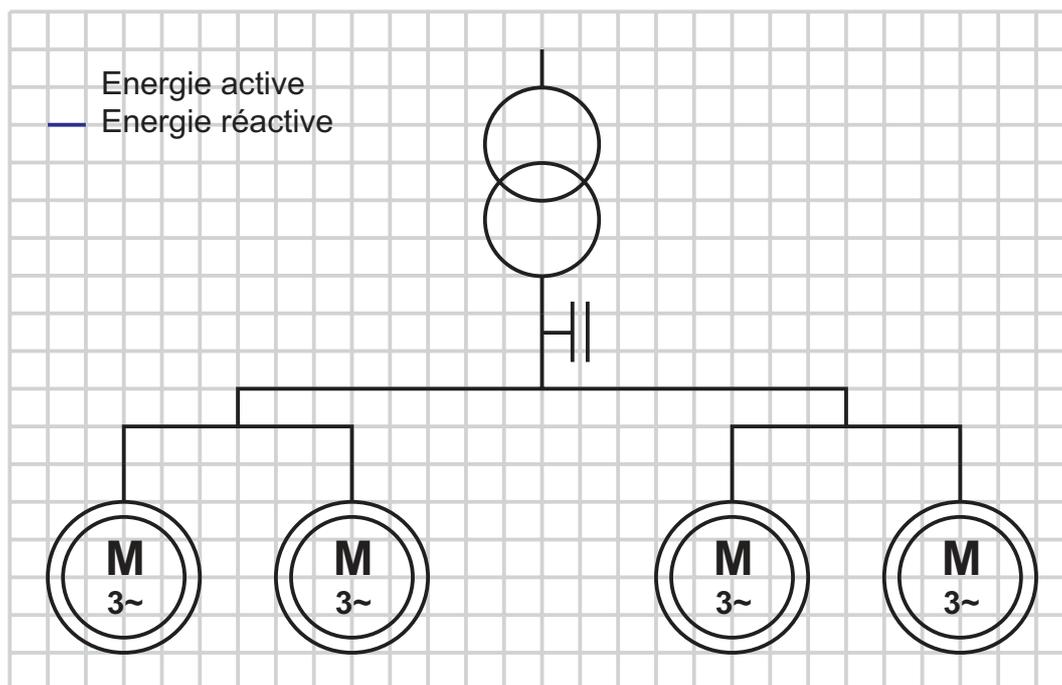
Complétez l'illustration simplifiée ci-dessous en positionnant les batteries condensateurs et en représentant en rouge le trajet de l'énergie active et en bleu le trajet de l'énergie réactive.



2.3. Compensation dans le TGBT



Comme précédemment, complétez l'illustration de la page suivante en représentant les batteries de condensateurs et en faisant figurer en rouge le trajet de l'énergie active et en bleu le trajet de l'énergie réactive.



2.4. Compensation par batterie fixe

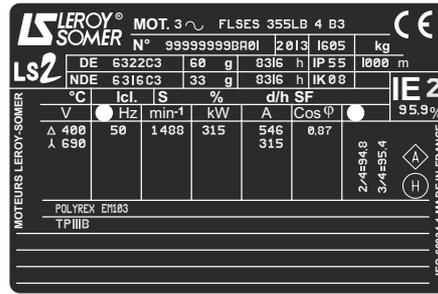
2.5. Compensation par batterie « variable »

En pratique, les condensateurs ne fournissent pas la totalité de l'énergie réactive consommée par l'installation. Le fournisseur d'énergie en fournit une partie dans son contrat. Le facteur de puissance global de l'installation doit être supérieur à 0,93 ($\cos \varphi \geq 0,93$).

3. Applications

3.1. Compensation d'un moteur de compresseur.

A partir du document « compensation de l'énergie réactive » de Schneider Electric, on vous demande de compenser l'énergie réactive absorbée par le moteur d'un compresseur d'air alimenté sous 400 Vac. La compensation sera faite par l'ajout d'une batterie de condensateurs directement aux bornes du moteur. La plaque signalétique équipant le moteur est reprise ci-après.



Plaque signalétique du moteur du compresseur.

A partir du document « comment optimiser le niveau optimal du facteur de puissance », déterminez la puissance Q_C que doit fournir la batterie de condensateurs pour ramener le facteur de puissance à 0,93.

Calculez la puissance réactive que doit fournir la batterie de condensateurs à partir de la formule suivante :

$$Q_C = P(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi')$$

3.2. Compensation de l'éclairage du local de stockage des produits finis

Soit un local de stockage de produits finis éclairé par 435 réglettes fluorescentes monophasées équipées chacune de deux tubes de 58 W. La consommation d'une réglette (ballast ferromagnétique + tube) P_R est de 134 W, le courant indiqué sur le ballast est de 1,34 A sous 230 V.

Calculez la puissance apparente consommée par une réglette S_R .

Calculez S la puissance apparente consommée l'ensemble des réglettes.

Donnez la puissance apparente nominale du transformateur de distribution destiné à alimenter cet ensemble. Prendre la puissance immédiatement supérieure à celle calculée.

Calculez la puissance active P consommée par l'ensemble des réglettes fluorescentes.

Calculez le facteur de puissance $\cos \varphi$ de l'ensemble des réglettes fluorescentes.

Calculez la puissance réactive Q consommée par l'ensemble des réglettes fluorescentes.

Nous allons calculer la valeur de la puissance réactive que doit fournir une batterie de condensateurs pour ramener le facteur de puissance de l'ensemble réglettes + batterie de condensateurs à une valeur $\cos \varphi'$ de 0,93.

Calculez la puissance réactive Q' absorbée par l'ensemble pour cette nouvelle valeur du facteur de puissance.

Calculez la puissance réactive Q_c que doit fournir la batterie de condensateurs pour ramener les réglettes à cette nouvelle valeur du facteur de puissance.

Choisissez une batterie de condensateurs (sans jeu de barres) de puissance réactive immédiatement supérieure à celle calculée précédemment (matériel Schneider Electric).

Calculez la puissance apparente S' consommée par l'ensemble composé des réglettes fluorescentes et de la batterie de condensateurs précédemment choisie.

Nous allons maintenant considérer les 435 réglettes fluorescentes comme un récepteur triphasé équilibré constitué de 135 réglettes réparties entre chacune des trois phases et le neutre. Les puissances actives, réactives et apparentes sont identiques à celles calculées précédemment.

Calculez le courant absorbé I avant le relèvement de facteur de puissance.

Calculez le courant absorbé I' après le relèvement de facteur de puissance.

Conclure sur l'intérêt d'avoir un bon facteur de puissance.

Tracez ci-dessous le diagramme vectoriel des puissances en faisant apparaître les puissances réactives avant et après compensation du facteur de puissance ainsi que celle fournie par la batterie de condensateurs.



Il existe des réglettes fluorescentes équipées d'un condensateur de relèvement du facteur de puissance intégré. Cette approche réduit les coûts car il n'y a plus besoin de calculer la batterie de condensateurs à installer ni de câblage supplémentaire pour la raccorder.

4. Facturation de l'énergie réactive

Un mauvais facteur de puissance entraîne une augmentation du courant en ligne sans rien apporter sur le plan énergétique. Cette augmentation du courant en ligne impose de surdimensionner tous les équipements (transformateurs, câbles, etc.). Les fournisseurs d'énergie n'ont donc aucun intérêt à avoir des clients ayant un mauvais facteur de puissance ce qui les conduits à facturer l'énergie réactive au-delà d'une certaine consommation qu'ils jugent « acceptable ». Un client consommant trop d'énergie réactive est donc incité à installer une batterie de condensateurs afin d'avoir un facteur de puissance supérieur à une valeur définie par le fournisseur d'énergie (généralement il impose une $\tan \varphi < 0,4$ soit un $\cos \varphi \geq 0,928$). Le coût d'une batterie de condensateur est généralement amorti en moins d'un an.