

Indice de Compensation d'énergie réactive





Pourquoi l'Indice de Compensation ?

Bureaux d'études, prescripteurs, intégrateurs et utilisateurs de solutions de compensation d'énergie réactive, cet Indice de Compensation vous permet de définir précisément les caractéristiques et le niveau de service requis pour cet équipement lors de l'établissement du dialogue avec un constructeur et/ou avec le futur exploitant lors de la rédaction d'un CCTP. Les modes de déterminations des caractéristiques de base sont également explicités dans ce document.

Des enjeux majeurs dans l'intérêt de tous

Distributeur d'énergie, client final : chaque acteur du monde électrique peut tirer bénéfice de la compensation d'énergie réactive. Il y a convergence d'intérêt tout au long de la chaîne de valeur :

- Suppression de la facturation d'énergie réactive
- Réduction des pertes d'énergie par effet Joule
- Réduction des chutes de tension en bout de ligne
- Augmentation de la puissance active disponible pour une même installation
- Limitation des appels d'énergie sur le réseau

Ic Type de compensation

La nature des charges, leur rythme de fluctuation ainsi que la puissance d'énergie réactive à compenser sur le réseau détermineront le type de compensation à adopter. La position de l'équipement sur le réseau, en tête d'installation ou plus près des charges déformantes, sera également déterminante.

Voir page 4 pour plus d'informations.

Ic1_{xx}

Le besoin en compensation du réseau est constant sur de longues périodes.

Ic2_{xx}

Le besoin de compensation du réseau est fluctuant. Cette compensation s'ajuste progressivement au besoin (temps de réponse inférieur à la minute).

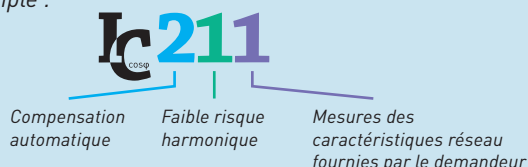
Ic3_{xx}

Le besoin de compensation du réseau est fluctuant. Cette compensation s'ajuste instantanément au besoin (temps de réponse inférieur à 50 ms).

Un outil simple d'usage

L'Indice de Compensation associe un niveau d'exigence à chacune des trois caractéristiques essentielles à la définition d'un équipement en fonction du réseau auquel il est destiné, des contraintes harmoniques et du niveau de service souhaité.

Exemple :



Définition de l'équipement et des services associés

| Niveau d'exigence | IcX_{xx} | Ic_xX_x | Ic_{xx}X |
|-------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 2 | 2 |
| | 3 | 3 | 3 |

Dans le cas d'un IC xx2 ou IC xx3, la détermination des autres indices sera confirmée par les constructeurs.



L'adjonction d'un équipement de compensation peut amplifier le niveau déjà existant d'harmoniques sur le réseau. Pour limiter ce phénomène et accroître la longévité de l'équipement et de l'installation ainsi que limiter les dysfonctionnements, des solutions dites passives ou actives, limitant ces harmoniques, peuvent s'avérer nécessaires.

Voir page 5 pour plus d'informations.



La connaissance des caractéristiques du réseau sur lequel sera installé l'équipement est fondamentale pour assurer le niveau de performance requis et la longévité de cet équipement. Le demandeur peut assurer la responsabilité de la détermination de l'équipement ou la transférer au constructeur et y associer éventuellement en engagement de service sur une durée déterminée.

Voir page 6 pour plus d'informations.



Le degré de pollution harmonique du réseau est faible et le risque lié à son augmentation, du fait du système de compensation, est acceptable.



Le client définit le système de compensation en prenant conseil auprès du constructeur.



Le degré de pollution harmonique du réseau est moyennement important et ne doit pas être amplifié par le système de compensation.



Le constructeur assure la définition du système de compensation.



Le degré de pollution harmonique du réseau est important et doit être diminué par le système de compensation.



Le constructeur assure la définition du système de compensation et propose un service de maintenance.

Type de compensation



Compensation fixe

Le besoin en compensation du réseau est constant sur de longues périodes.

Dispositif adopté dans les cas suivants :

- Compensation des transformateurs
- Compensation individuelle des moteurs
- Installation d'une batterie dont la puissance est inférieure à 15% de la puissance du transformateur



Compensation automatique

Le besoin de compensation du réseau est fluctuant. Cette compensation s'ajuste progressivement au besoin (temps de réponse inférieur à la minute).

Dispositif adopté dans les cas suivants :

- Compensation des transformateurs
- Compensation de TGBT
- Compensation individuelle des moteurs
- Installation d'une batterie dont la puissance est supérieure à 15% de la puissance du transformateur



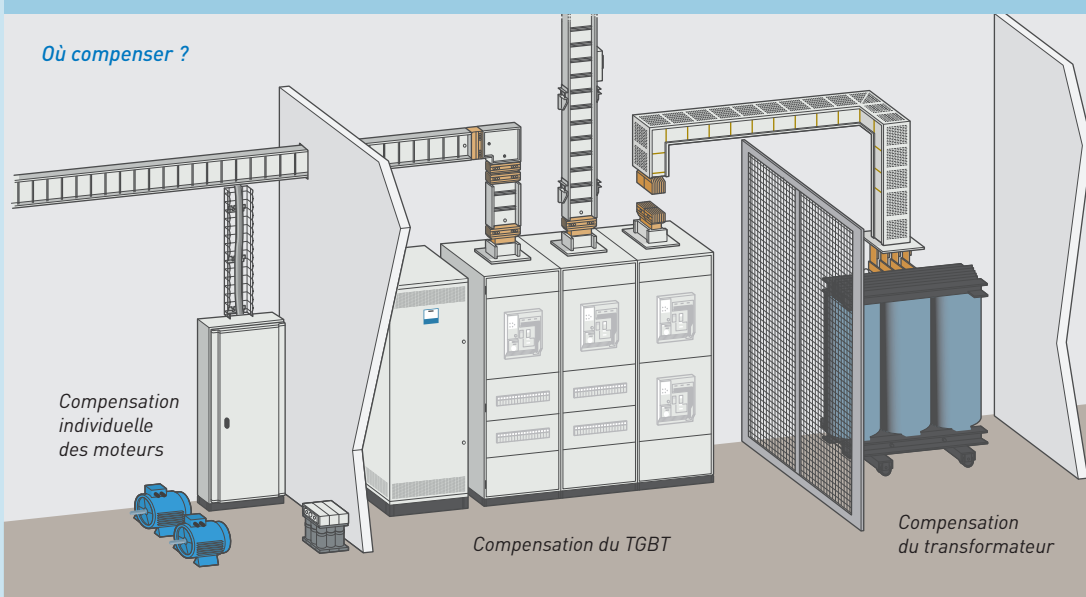
Compensation dynamique

Le besoin de compensation du réseau est fluctuant. Cette compensation s'ajuste instantanément au besoin (temps de réponse inférieur à 50 ms).

Dispositif adopté dans les cas suivants :

- Compensation des transformateurs
- Compensation individuelle des moteurs
- Installation d'une batterie dont la puissance est supérieure à 15% de la puissance du transformateur

Où compenser ?



Qualité de l'énergie



Sans self anti-harmonique

Le degré de pollution harmonique du réseau est faible et le risque lié à son augmentation, du fait du système de compensation, est acceptable.

Le système de compensation est capable de supporter les surcharges engendrées par la pollution harmonique. Le rapport Sh / Sn est inférieur ou égal à 25%.



Avec self anti-harmonique

Le degré de pollution harmonique du réseau est moyennement important et ne doit pas être amplifié par le système de compensation.

Le rapport Sh / Sn est supérieur à 25% et inférieur à 50%.

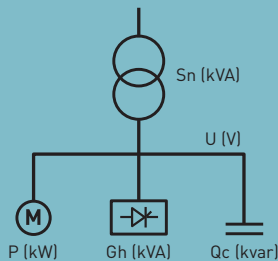


Avec filtrage actif ou passif

Le degré de pollution harmonique du réseau est important et doit être diminué par le système de compensation.

Le rapport Sh / Sn est supérieur à 50%.

Le ratio Sh/Sn est une règle empirique simple permettant de définir le système de compensation le plus adapté.



Sh = Puissance apparente des récepteurs produisant des harmoniques au point de raccordement
 Sn = Puissance apparente du transformateur en KVA au point de raccordement
 Qc = Système de compensation d'énergie réactive

Le ratio Sh/Sn est défini à partir de profils-types d'installations et de charge harmoniques. Une mesure à charge nominale sans système de compensation permet de vérifier les conditions harmoniques réelles de l'application au point de raccordement (taux de distorsion harmonique en courant $THDi$ et en tension $THDu$).

| Indice | IC x1x | IC x2x | IC x3x |
|---------|---------|---------------|---------|
| Sh/Sn | • < 25% | 25% ≤ • ≤ 50% | • > 50% |
| $THDi$ | • ≤ 10% | 10% < • ≤ 20% | • > 20% |
| $THDu$ | • ≤ 4% | 4% < • ≤ 8% | • > 8% |

Si le taux de distorsion harmonique en courant ou en tension réellement mesuré ne satisfait pas la condition de l'indice choisi avec le ratio en Sh/Sn , il est préconisé de choisir l'indice de qualité d'énergie satisfaisant les conditions harmoniques mesurées.

Services associés



Service produit

Le client définit le système de compensation en prenant conseil auprès du constructeur.

La définition tient compte des caractéristiques de la source (puissance, fréquence, tension de court-circuit), des charges (puissance et $\cos\phi$, THDu et THDi par rang) et du réseau du fournisseur d'énergie (objectif $\tan\phi$).

La documentation fournie avec le produit indique les caractéristiques de compensation, les conditions d'installation, de mise en service et de maintenance et la conformité aux normes et réglementations.



Service définition

Le constructeur assure la définition du système de compensation.

Le constructeur fournit une étude de dimensionnement basée sur des mesures représentatives des conditions de fonctionnement de l'installation. Dans le cas d'une installation neuve, des hypothèses de modélisation peuvent se substituer aux mesures et font l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

En plus des exigences de l'indice IC xx1, l'étude décrit les effets de l'adjonction du système de compensation, et en particulier sur le respect des valeurs de distorsion harmonique conformément à la norme EN 50160.



Service clé en main

Le constructeur assure la définition du système de compensation et propose un service de maintenance.

Le constructeur fournit une étude de dimensionnement suivant les dispositions de l'IC xx2 et propose un service de maintenance visant à pérenniser les effets bénéfiques du système de compensation sur l'installation.

Les services proposés portent sur la fourniture des pièces de rechange, le contrôle périodique, l'analyse des dérives, et la mise œuvre des solutions recommandées.

Le contrat de maintenance précise les engagements du constructeur sur la durée de vie de l'équipement, la capacité de compensation et le maintien du niveau de qualité d'énergie, en fonction des limites d'évolution de l'installation établies en accord avec le client.



Important : les équipements de compensation nécessitent une maintenance régulière.

IC Exemple

COSφ

Contexte : Site hospitalier

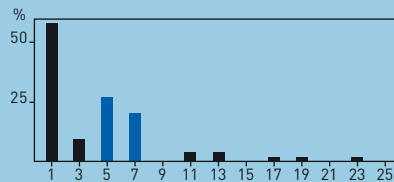
Objectifs

- Supprimer les pénalités d'énergie réactive facturées par le fournisseur d'énergie.
- Diminuer les harmoniques des rangs 5 et 7 et leurs effets induits et les échauffements des conducteurs et des circuits magnétiques.
- Accroître la puissance disponible au secondaire du transformateur pour permettre l'installation de nouveaux équipements sans modifier l'installation.

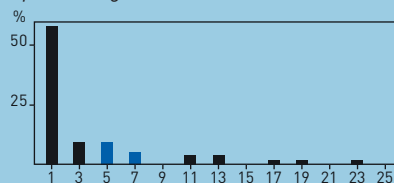
Solution retenue

- Installation d'un équipement de compensation de 490 kvar de type IC 223 :
 - Compensation automatique de l'énergie réactive afin de supprimer l'intégralité des pénalités
 - Ajout de selfs synchronisés sur les rangs 5 et 7 pour limiter l'impact de ces rangs d'harmoniques

Avant filtrage :



Après filtrage :



- Mise en œuvre d'un contrat de maintenance annuel sur une période initiale de 3 ans afin d'assurer la maintenance préventive des équipements, de vérifier périodiquement le niveau de performance de l'équipement en comparaison avec les données initiales et de faire recommandations en matière d'installation lors d'ajout de nouvelles charges sur le réseau de l'hôpital.

Un résultat concret

- Economie de 5 500 € sur les pénalités d'énergie réactive
- Diminution de 13 % de la puissance apparente demandée = disponibilité de puissance pour l'ajout de nouveaux équipements
- Gain de 23 % de la puissance assignée permettant la prévision de report à échéance 5 ans des coûts liés au changement du transformateur.
- Diminution estimée de 19 % des pertes joules, soit environ 4 800 € / an

En conséquence, le temps de retour sur investissement de l'équipement et de son installation est de 21 mois.

IC

Des bénéfices tangibles

COS φ

Un gisement d'économie

La conservation des ressources naturelles est un objectif fondamental, et l'accroissement de l'efficacité énergétique un des principaux objectifs des politiques européenne et nationale.

L'usage des équipements de compensation d'énergie réactive constitue un gisement d'économies, disposition qui réduirait sans délai et sensiblement la consommation énergétique et donc les émissions de CO₂.

Une réelle efficacité

La mise en œuvre de solutions de compensation d'énergie réactive permet d'obtenir une situation dans laquelle seule la puissance active (utile) est transportée, tant dans les réseaux de transport et de distribution que dans les réseaux des clients.



Un outil d'aide à la décision

L'indice de compensation (IC) tel que décrit dans cette brochure permet de définir précisément les caractéristiques et le niveau de service requis pour un système de compensation d'énergie réactive.

Ce document a été élaboré par les membres de la Division A20
« Equipements de compensation d'énergie réactive et de filtrage d'harmoniques »
du Gimélec.