

Courant réactif

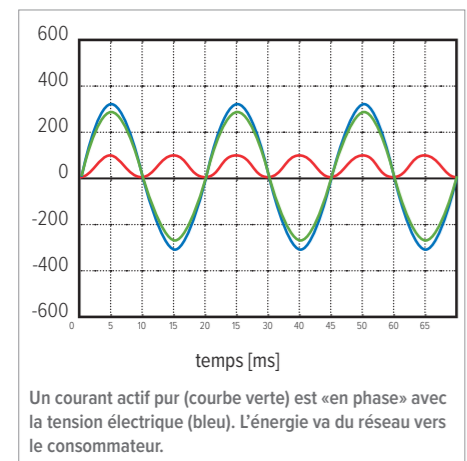
Le sujet du courant réactif fait l'objet d'une formation de base, mais il joue rarement un rôle dans le travail quotidien de l'installateur électricien. Compte tenu de futurs articles, nous répétons ici les bases.

Le courant réactif est une proportion du courant qui ne fait que circuler entre le générateur de la centrale et le consommateur. Il s'agit de l'énergie qui est transportée mais qui n'est pas convertie en énergie utilisable par le consommateur. Elle nécessite des sections de câble plus grandes et entraîne des pertes d'énergie plus importantes pendant le transport et dans les générateurs. Jusqu'à un facteur de puissance ($\cos \varphi$) de 0,9 (ou 0,92), les coûts sont inclus dans le tarif de l'énergie électrique (kWh). Le courant réactif signifie une charge supplémentaire sur les lignes et les transformateurs et est généralement indésirable.

Les courants réactifs sont un phénomène qui se produit uniquement avec le courant alternatif, mais pas avec le courant continu. Ils impliquent que l'énergie électrique oscille entre le producteur et le consommateur et charge sans aucun rendement.

Avec un courant actif pur, l'énergie ne circule que dans un seul sens, c'est-à-dire vers le consommateur.

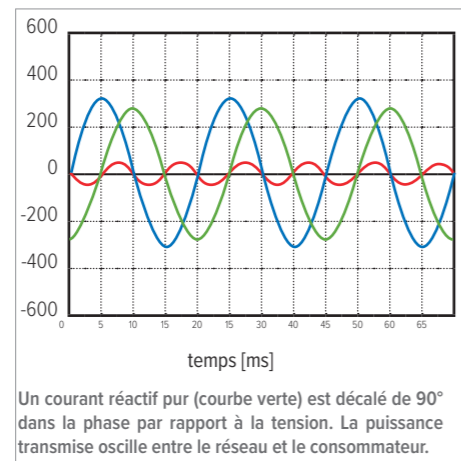
Dans ce qui suit, le phénomène des courants réactifs est expliqué à l'aide d'exemples pratiques typiques. Pour des raisons de simplicité, nous supposons que la tension électrique et l'intensité de courant nécessité par un consommateur (appareil) oscillent sinusoidalement à la fréquence réseau de 50 Hz.



Si, par exemple, le consommateur est une simple résistance d'un corps de chauffe d'un

chauffage électrique, le courant est à tout moment proportionnel à la tension.

La puissance électrique transmise oscille, mais elle est toujours dirigée dans la même direction (vers le consommateur) et comporte en moyenne la moitié de la puissance maximale instantanée. C'est ce qu'on appelle un courant actif pur; il n'y a pas de courant réactif. La puissance active moyenne correspond au produit des valeurs efficaces de tension et de courant. Si, d'autre part, un retard de phase de 90° se produit entre le courant et la tension (c'est-à-dire un décalage temporel des valeurs de crêtes d'un quart de période), alors la puissance transmise oscille comme indiqué ci-dessous.



Cette situation peut se produire sur une bobine d'inductance sans perte (charge purement inductive). La puissance adopte alternativement des valeurs positives et négatives, c'est-à-dire que l'énergie oscille entre le réseau et le consommateur, et qu'aucune énergie électrique n'est transmise en moyenne temporelle, malgré le flux de courant. La puissance apparente, donc le produit des valeurs efficaces de tension et de courant, dans cet exemple, est la même que dans le cas précédent, bien que la puissance moyenne effectivement transmise soit nulle. C'est ce qu'on appelle un courant réactif pur. Seule la puissance réactive est transmise. La puissance réactive correspond ici au produit des valeurs efficaces de tension et de courant réactif. Si elle est intégrée en fonction du temps, on obtient l'énergie

réactive. Dans la pratique, un certain angle de déphasage entre -90° et $+90^\circ$ se produit souvent, de sorte que de la puissance active et de la puissance réactive sont transmises.

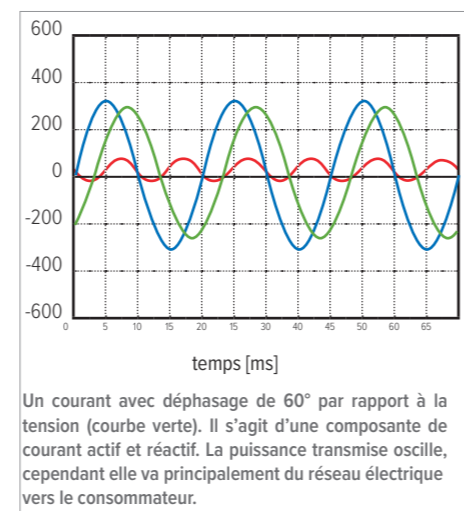
Charges inductives et capacitatives

Dans la pratique, les courants réactifs peuvent être provoqués à la fois par des charges inductives, comme illustré plus haut, et par des condensateurs (charges capacitatives). Ces derniers font décaler le courant de -90° (courant en avance).

Des exemples de **charges inductives** sont les moteurs électriques à cause des bobines intégrées, mais l'angle de déphasage du courant peut aussi fortement dépendre de la vitesse de rotation. Des bobines font également parties d'autres dispositifs, par exemple sous forme de ballasts conventionnels pour lampes fluorescentes.

Les **charges capacitatives** sont souvent causées par des condensateurs, mais aussi dans certains cas presque involontairement, par exemple dans les lignes électriques à faible charge, en particulier les lignes à haute tension.

Si d'autres valeurs (par exemple, plus petites) du déphasage entre le courant et la tension se produisent, le transport de puissance s'effectue de préférence du réseau vers le consommateur et une puissance active utilisable est transmise, qui est cependant inférieure à la puissance apparente.



En principe, la puissance peut être divisée en deux parties: une composante de courant actif, qui est responsable de la puissance utilisable transmise, et une composante de courant réactif, qui ne contribue pas à la puissance moyenne. La puissance efficace est le produit de la tension électrique effective, de l'intensité efficace et du cosinus de l'angle de phase φ entre le courant et la tension.

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Souvent le $\cos \varphi$ est indiqué sur les plaques signalétiques des appareils électriques; idéalement (sans les courants réactifs) la valeur est 1, sinon une valeur plus petite.

Les courants réactifs capacitifs peuvent compenser totalement ou partiellement les courants réactifs inductifs des moteurs et des transformateurs (nous présenterons un article sur les méthodes de compensation de la puissance réactive dans l'un des numéros suivants).

Importance pratique des courants réactifs

Les courants réactifs sont défavorables lors de la transmission d'énergie électrique, par exemple dans les lignes à haute tension, parce qu'ils augmentent le courant dans la ligne sans contribuer à la transmission d'énergie. L'augmentation du courant entraîne une augmentation des pertes d'énergie dans la ligne, à moins que cela ne soit compensé, par exemple, par une augmentation correspondante des sections de ligne. Cependant, la perte de puissance due aux courants réactifs est généralement beaucoup plus faible que la puissance réactive elle-même; son ampleur dépend des caractéristiques du réseau électrique et de la production de la puissance réactive.

Un problème supplémentaire se pose pour le maintien de la tension: en raison du problème de courant réactif, la tension sur une ligne électrique peut chuter plus rapidement, de sorte qu'elle devient finalement trop basse pour les consommateurs. Ce problème doit ensuite être résolu par des mesures supplémentaires.

Les centrales électriques ne doivent pas uniquement fournir de la puissance active, mais aussi de la puissance réactive tirée du réseau et des consommateurs. Une centrale



Les courants réactifs sont défavorables lors de la transmission d'énergie électrique, par exemple dans les lignes à haute tension, parce qu'ils augmentent l'intensité du courant dans la ligne sans contribuer à la transmission d'énergie.

sur le réseau électrique peut souvent fournir de la puissance réactive à des niveaux variables, dans une certaine mesure indépendamment de la puissance active fournie. Cette capacité est importante dans le cadre du maintien de la tension. Elle permet par exemple, une injection de puissance élevée de la part des systèmes photovoltaïques dans les réseaux basse tension sans qu'il soit nécessaire d'étendre le réseau.

Certains générateurs génèrent une puissance réactive indésirable; ceci s'applique en particulier aux générateurs asynchrones qui ne peuvent pas être entièrement compensés pour le courant réactif. Les générateurs synchrones, par contre, peuvent être utilisés pour la production d'énergie réactive ciblée. Les onduleurs peuvent également être conçus pour générer des puissances réactives variables.

Les compteurs d'électricité domestiques typiques ne réagissent pas aux courants réactifs; ils n'enregistrent que la puissance active, c'est-à-dire les quantités d'énergie effectivement fournies.

Les tarifs d'électricité pour les gros consommateurs peuvent également tenir compte de la puissance réactive, ce qui les incite à compenser les courants réactifs avec leurs propres systèmes ou à les éviter en même temps avec des dispositifs mieux conçus. De cette façon, l'efficacité énergétique du réseau électrique peut être améliorée en réduisant les pertes de réseau et la stabilité de la tension est simplifiée.

Potentiel d'économie

Les gros consommateurs devraient également tenir compte du courant réactif dans les systèmes électriques. La compensation permet d'économiser de l'argent et de protéger l'environnement.

De nombreux appareils électriques, comme les moteurs électriques, nécessitent une puissance active et réactive. Le premier fournit le mouvement de rotation, le second s'accumule et décompose le champ magnétique. Pour la puissance réactive, les producteurs d'électricité et les gestionnaires de réseau doivent supporter des coûts supplémentaires qu'ils facturent au consommateur. Avec un système de compensation de puissance réactive, qui se compose généralement de condensateurs de puissance, d'interrupteurs et d'une unité de commande, la consommation d'énergie réactive peut être réduite. Les experts recommandent d'installer le système de compensation directement chez le consommateur d'électricité en usine. Cela permet d'économiser des coûts d'achat d'énergie réactive et de réduire les pertes dans le réseau électrique.

Dans un prochain numéro, nous discuterons d'un cas actuel dans lequel un système de compensation réactif a été réalisé.