

Les Harmoniques

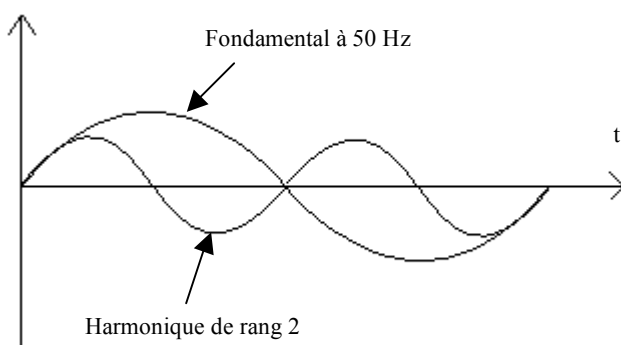
Depuis quelques années, il y a une forte augmentation des charges non linéaires connectées au réseau électrique : ordinateurs, télécopieurs, lampes à décharge, fours à arc, chargeurs de batterie, onduleurs, alimentations électroniques...

Les conséquences sur le système d'alimentation électrique deviennent préoccupantes du fait d'une utilisation croissante de ces équipements, mais aussi de l'application de l'électronique à presque toutes les charges électriques. En effet, une charge non linéaire appelle du réseau un courant important, déformé, décomposables en harmoniques. Les courants harmoniques ont des effets négatifs sur la quasi totalité des composantes du système électrique, en créant de nouvelles contraintes diélectriques, thermiques et/ou mécaniques.

Que sont les Harmoniques ?

Une charge non linéaire appelle du réseau électrique un courant déformé, lequel va modifier l'allure de la tension sinusoïdale. Les charges non linéaires génèrent des courants harmoniques qui circulent à partir de la charge vers l'alimentation en empruntant le chemin de la moindre impédance. Les courants harmoniques sont des courants dont la fréquence est un multiple entier de la fondamentale (celle de l'alimentation électrique). La superposition des courants harmoniques sur le courant fondamental provoque les formes d'onde non sinusoïdales associées aux charges non linéaires.

U ou I



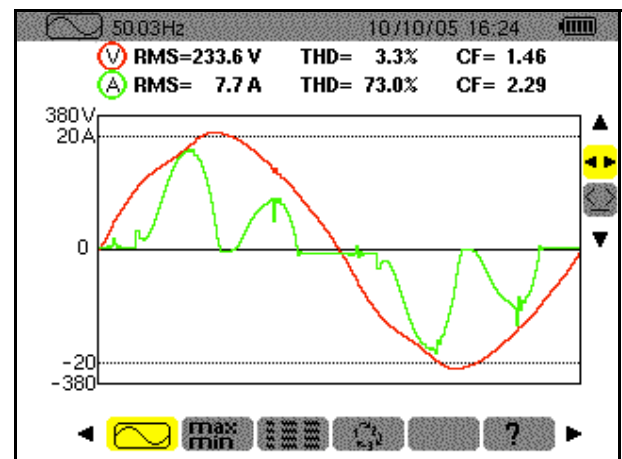
La courbe ci-dessus nous montre le signal original, fondamental à 50 Hz, ainsi que son harmonique de rang 2 à 100 Hz.

Ainsi la fréquence de l'harmonique de rang 3 sera égal à 3 fois la fréquence du fondamental, c'est à dire égal à 150 Hz.

Les rangs pairs ou impairs

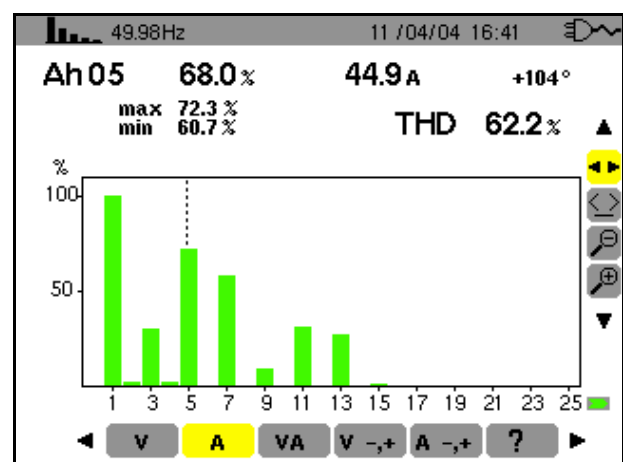
Les harmoniques se distinguent par leur rang, de type pair ou impair. Les harmoniques de rang pair (2, 4, 6, 8...), très souvent négligeables en milieu industriel, s'annulent en raison de la symétrie du signal. Ils n'existent qu'en présence d'une composante continue. Par contre, les harmoniques de rang impair (3, 5, 7, 9...) sont fréquemment rencontrés sur le réseau électrique.

Les harmoniques supérieurs au rang 25 sont dans une majorité des cas négligeables.



Sur l'écran ci-dessus, la courbe verte correspond à la somme des harmoniques présents. La courbe rouge montre un signal déformé de la tension du réseau. Il est nettement visible que lorsque le signal harmonique atteint des amplitudes élevées, cela entraîne une chute de tension.

La représentation spectrale des harmoniques est possible grâce à une décomposition en série de Fourier.



Le spectre d'harmonique ci-dessus représente l'ensemble des harmoniques, du rang 1 au rang 25.

Symptômes et conséquences des harmoniques

La présence d'harmoniques perturbe les autres charges, même linéaires, connectées aux bornes de la même source de tension. En effet, ces charges risquent de ne plus être alimentées dans des conditions satisfaisant aux références de tension exigées.

Les autres conséquences possibles sont :

- Echauffement du câble de neutre : les courants de fréquence harmonique de rang 3 et multiples de trois se somment dans le conducteur de neutre ; le courant de neutre valant fréquemment 120 à 130 % des courants de phase
- Disjonctions principales intempestives, dues aux surintensités
- Disjonctions différentielles intempestives dues aux fréquences des harmoniques, associées aux capacités parasites du réseau.
- Valeurs des courants efficaces plus élevées que celles nécessaires pour les besoins énergétiques de la charge.
- Suréchauffement des installations (transformateur, câbles...) par effet pelliculaire
- Résonance en tension sur un système composé de condensateurs destinés à relever le facteur de déplacement.

Présence d'harmoniques ou non ?

Les courants harmoniques circulant à travers les impédances du système électrique provoquent des baisses de tension harmonique, observées sous forme de distorsion harmonique en tension. L'une des solutions destinées à déceler la présence d'harmoniques est le calcul du THD, taux de distorsion harmonique. Il en existe 2 sortes : en tension (apparaît à la source) ou en courant (dû aux charges). Lorsque le THD est égal à zéro, on peut conclure qu'il n'y a pas d'harmoniques sur le réseau.

Ce taux de distorsion harmonique correspond au rapport entre la réelle valeur efficace de l'harmonique d'un signal (U ou I) et sa valeur efficace à la fréquence du fondamental (I_{eff1} dans l'exemple ci-après).

Par exemple, pour un harmonique de rang N, le **taux de distorsion individuel**, par harmonique, en courant se calcule comme suit :

$$\tau_N = \frac{I_{effN}}{I_{eff1}}$$

Pour connaître la déformation globale de ce signal, il est nécessaire de tenir compte de tous les harmoniques présents. Il existe 2 méthodes de mesure : le THD_F (distorsion harmonique totale par rapport au fondamental) ou le THD_R (distorsion harmonique totale par rapport à la valeur efficace vraie du signal).

Les expressions suivantes permettent de définir ces deux valeurs du THD :

$$THD_F = \frac{\sqrt{(I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2)}}{I_1}$$

$$THD_R = \frac{\sqrt{(I_0^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2)}}{\sqrt{(I_0^2 + I_1^2 + \dots + I_n^2)}}$$

Les 2 formules peuvent être utilisées indifféremment. La seule contrainte : utiliser une formule unique pendant toute la durée d'une même campagne de mesure.

L'une des caractéristiques permettant d'identifier un signal déformé est son facteur de crête (Fc). Dans le cas d'un signal sinusoïdal, non déformé, ce dernier correspond à :

$$Fc = \frac{I_{max}}{I_{eff}} = \sqrt{2} = 1,414$$

Lorsque le courant est déformé, le facteur de crête est supérieur à cette valeur.

En conclusion

Les harmoniques de courant ne peuvent pas être supprimés : c'est la charge qui les génère !

Il va donc falloir les confiner au plus près des charges polluantes pour éviter qu'elles ne remontent sur la totalité du réseau. Les principales méthodes utilisées correspondent à la mise en place de système de filtrage ou d'isolement (transformateurs).

Cette méthode limitera la dégradation de l'énergie (déqualification de la tension de source) ainsi que leurs autres effets nocifs.

Une fois les harmoniques « maîtrisés », les pertes de puissance associées disparaissent. La totalité de la puissance fournie par le réseau est alors disponible pour les autres charges.

La puissance fournie par le réseau sera donc optimisée entraînant une réduction des coûts énergétiques .

La norme IEC 61000-4-7 définit les méthodes de mesures des harmoniques.

La norme EN 50160 définit l'ensemble des paramètres à contrôler afin de définir qualité de distribution d'un réseau électrique, notamment en ce qui concerne les perturbations électriques.

APPAREILS CHAUVIN ARNOUX AVEC MESURES D'HARMONIQUES



C.A 8230



C.A 8220



C.A 8342 & C.A 8344



C.A 8332B & C.A 8334B



C.A 8352

FRANCE
Chauvin Arnoux
190, rue Championnet
75876 PARIS Cedex 18
Tél : +33 1 44 85 44 85
Fax : +33 1 46 27 73 89
info@chauvin-arnoux.fr
www.chauvin-arnoux.fr

SUISSE
Chauvin Arnoux AG
Einsiedlerstrasse 535
8810 HORGEN
Tél : +41 44 727 75 55
Fax : +41 44 727 75 56
info@chauvin-arnoux.ch
www.chauvin-arnoux.ch

Moyen orient
Chauvin Arnoux Middle East
P.O. BOX 60-154
1241 2020 JAL EL DIB (Beyrouth) - LIBAN
Tél : +961 1 890 425
Fax : +961 1 890 424
camie@chauvin-arnoux.com
www.chauvin-arnoux.com

 **CHAUVIN
ARNOUX**
GROUP