Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 87 (1996)

Heft: 20

Artikel: Quels niveaux les harmoniques peuvent-elles atteindre dans les réseaux de distribution?

Autor: Schreiber, Rolf / Pfister, Werner

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902374

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le branchement toujours plus fréquent d'appareils électriques équipés de commandes électroniques entraîne une augmentation du nombre de perturbations dans les réseaux de distribution. Celles-ci sont perçues soit par les autres appareils du client soit par des clients raccordés au même réseau. Il incombe aux distributeurs de veiller à ce que chaque client reçoive une énergie électrique conforme aux normes et ne perturbant pas d'autres installations électriques (article 5 de l'ordonnance sur le courant fort). Ils doivent par conséquent surveiller la qualité de leur fourniture. Une vingtaine de distributeurs réalisent des mesures systématiques et publient périodiquement les résultats communs sous la régie de l'UCS.

Quels niveaux les harmoniques peuvent-elles atteindre dans les réseaux de distribution?

■ Rolf Schreiber et Werner Pfister

Introduction

Du fait du branchement d'installations et d'appareils toujours plus puissants et, en conséquence, de l'utilisation croissante de l'électronique, le nombre de perturbations dans les réseaux de distribution va en augmentant. Celles-ci apparaissent avant tout sous la forme d'une influence non désirée sur la tension du réseau, c'est-à-dire par une modification de la courbe de l'onde sinusoïdale.

Des consommateurs non linéaires injectent dans le réseau des courants non sinusoïdaux qui, en fonction de l'impédance du réseau, déforment la courbe de la tension. Ces distorsions harmoniques entraînent des pertes supplémentaires et d'éventuelles perturbations de fonctionnement dans d'autres appareils raccordés au réseau. Les déformations constatées peuvent être définies comme la somme des oscillations partielles dont la fréquence est un multiple entier de l'onde fondamentale.

Le problème que nous considérons ici porte sur la compatibilité électromagnétique (CEM). Par compatibilité électromagnétique, il faut comprendre tous les phénomènes qui, à la suite de procédés électriques,

- peuvent influencer le fonctionnement d'un appareil électrique ou
- influencent l'environnement électromagnétique d'un appareil.

La directive intitulée «Directive du Conseil pour l'unification des prescriptions juridiques des Etats membres concernant la CEM» (89/336/EEE) est ici fondamentale. Elle traite les problèmes généraux de la compatibilité électromagnétique et est, de ce fait, déterminante pour les perturbations du réseau. La nouvelle loi sur la responsabilité en matière de produit accorde également une grande importance à ces dernières. Parmi les nombreuses normes CEM, la CEI 1000-2-2 (niveaux de CEM pour les perturbations basse fréquence conduites) est essentielle. Celle-ci fixe le nombre maximum d'immissions attendues. Les niveaux d'harmoniques autorisés sont indiqués dans le tableau I.

Les niveaux mis en évidence dans le tableau I ne peuvent survenir tous en même temps à leur maximum. Leur somme totale est limitée par le facteur de distorsion k

Adresses des auteurs:
Rolf Schreiber, ing. él. ETS, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, case postale, 8022 Zurich

Werner Pfister, ing. él. ETS, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, case postale, 8050 Zurich

Harmoniques impairs non multiples de 3		Harmoniques impairs multiples de 3		Harmoniques pairs	
ν	taux (%)	ν	taux (%)	ν	taux (%)
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,3	6	0,5
13	3	15	0,2	8	0,5
17	2	>21	0,2	10	0,5
19	1,5			>12	0,2
23	1,5				
25	1,5				
>25	0,2 + 0,5 × 25/ν				

Tableau I Niveaux de compatibilité pour certaines tensions d'harmoniques selon CEI 1000-2-2.

	Fréquence / niveau						
Lieu/Point de mesure	150 Hz	200 Hz	250 Hz	350 Hz	450 Hz	550 Hz	650 Hz
Postes BT	0,90%	0,12%	3,40%	1,98%	0,48%	0,72%	0,54%
Réseau BT	1,62%	0,10%	4,20%	1,89%	0,74%	0,66%	0,60%
Réseau MT	0,45%	0,08%	3,90%	2,25%	0,14%	0,48%	0,36%

Tableau II Valeurs de tensions harmoniques mesurées par rapport à l'onde fondamentale.

admis (ou Total Harmonic Distorsion, THD):

$$k = \sqrt{\sum_{2}^{40} u_\nu} \leq 8\% \quad (u_\nu = U_\nu / U_1)$$

Chaque entreprise d'approvisionnement en énergie a pour tâche et devoir de veiller à ce que la somme des perturbations dans le réseau et, de ce fait, les niveaux d'harmoniques ne dépassent pas les valeurs indiquées dans le tableau I.

Réalisation des mesures

Des mesures d'harmoniques sont réalisées depuis 1981 sous l'égide de l'UCS. Les entreprises participantes enregistrent chacune les tensions d'harmoniques de plusieurs fréquences à un endroit précis de leurs réseaux, et ce pendant une semaine. Elles utilisent de préférence des appareils de mesure permettant d'enregistrer simultanément sept tensions d'harmoniques. Un programme spécial a été développé expressément pour ces appareils (firme LEM ELMES). Il permet de copier directement les données importantes sur une disquette et de les transmettre ainsi à l'Union des centrales suisses d'électricité (UCS) pour compilation. Le travail administratif des entreprises concernées reste, de ce fait, absolument supportable. Grâce à cette solution, l'UCS est en mesure de réaliser un dépouillement statistique efficace sur le plan national. Environ 15 000 résultats de mesure (valeurs maximales par semaine et par fréquence) ont été analysés pour la période allant de 1992 à 1995.

Dépouillement statistique des mesures

L'analyse des résultats a impliqué une répartition des valeurs de chaque fréquence en classes afin de pouvoir calculer le total de chacune d'elles. La valeur significative résultante est le *95% de probabilité d'apparition*, c'est-à-dire que dans le 95% du temps, les tensions harmoniques ne sont pas dépassées. Cette valeur sert de référence pour la comparaison avec les niveaux de compatibilité selon CEI 1000-2-2.

Résultats

Le tableau II contient les valeurs avec 95% de probabilité d'apparition pour la période allant de 1992 à 1995.

La comparaison des résultats avec des mesures réalisées par le passé pourrait bien être plus expressive. Elle permet de mettre en évidence l'évolution des niveaux; la figure 1 contient les résultats pour le réseau basse tension (BT) alors que la figure 2 met en évidence ceux pour le réseau moyenne tension (MT).

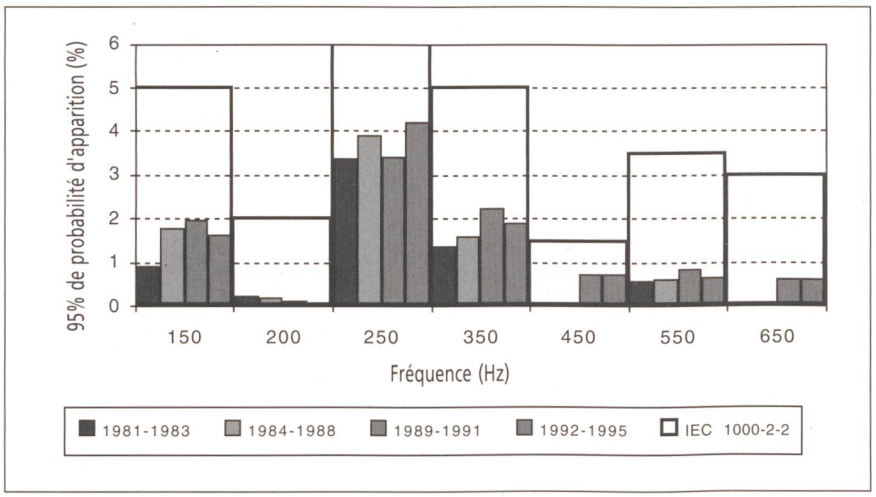


Figure 1 Valeurs des harmoniques mesurées dans les réseaux BT.

Evaluation

On peut de manière générale constater qu'aucune des tensions harmoniques mesurées ne dépasse les valeurs limites selon CEI 1000-2-2 et qu'il existe ainsi une réserve appropriée.

L'utilisation accrue d'appareils de série (ordinateurs personnels, téléviseurs, lampes dites économiques) ainsi que l'électronique de puissance (convertisseurs de courant et de tension) devraient normalement entraîner une élévation des niveaux. Comme le montre toutefois la figure 1, seul le niveau de la 5e harmonique varie. Les autres valeurs mettent en évidence une tendance stable ou à la baisse. Ceci peut s'expliquer par le fait que les entreprises d'approvisionnement en électricité optima-

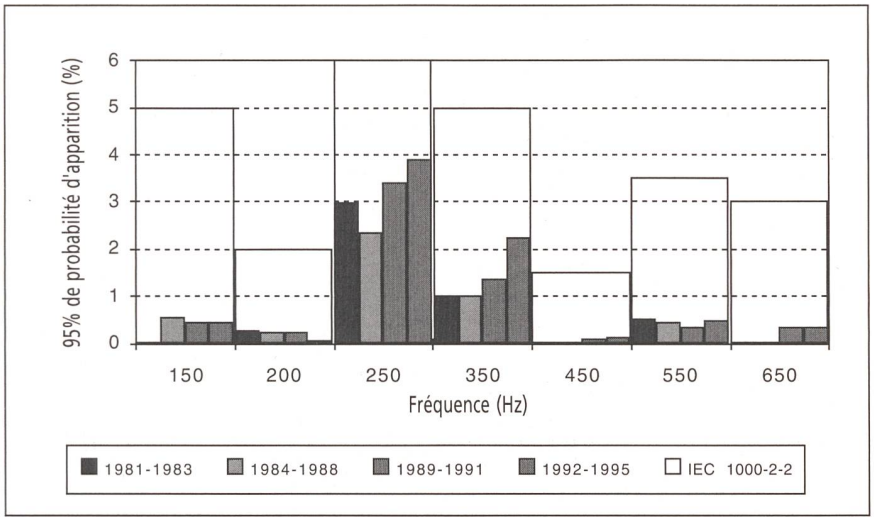


Figure 2 Valeurs des harmoniques mesurées dans les réseaux MT.

lisent continuellement leurs réseaux, ce qui entraîne une diminution des impédances et, par là, des tensions harmoniques. De plus, les équipements de compensation équipés de circuits-bouchons dans les installations des clients contribuent à une réduction de l'impédance pour les harmoniques de fréquence > 200 Hz. La figure 3 illustre les courbes d'impédance aux fréquences 185 Hz et 214 Hz souvent utilisées, comparées à celle du réseau sans équipements de compensation.

Il convient, dans ce contexte, d'attirer également l'attention sur le rapport «Perturbations électriques dans les réseaux BT provoquées par les lampes fluorescentes compactes» édité par l'Union des centrales autrichiennes d'électricité (VEÖ) [1]. Les conséquences d'un groupe de 1440 de ces lampes ont été examinées en des points précis du réseau. Les mesures ont montré que la phase des courants harmoniques des lampes sont en opposition de phase avec les courants harmoniques du réseau et les effacent partiellement. De plus, la forme du courant des lampes fluorescentes compactes de divers fabricants présente d'importantes différences (en fonction, entre autres, de la puissance nominale de la lampe), ce qui renforce l'effet d'effacement.

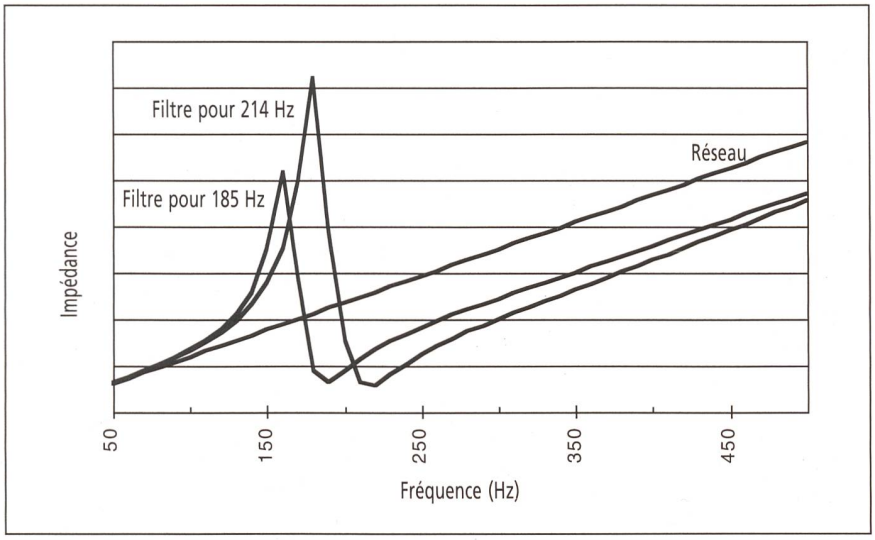


Figure 3 Courbe d'impédance d'installations de compensation équipées de circuits-bouchons.

Conclusion

Chaque entreprise d'approvisionnement en énergie a pour but de garantir à ses clients un approvisionnement fiable en énergie électrique de bonne qualité. Bien que des normes restrictives relatives aux émissions d'harmoniques existent déjà pour les appareils de série et ceux de grande puissance, il n'en faut pas moins contrôler continuellement l'effet cumulé de tous les appareils raccordés au réseau.

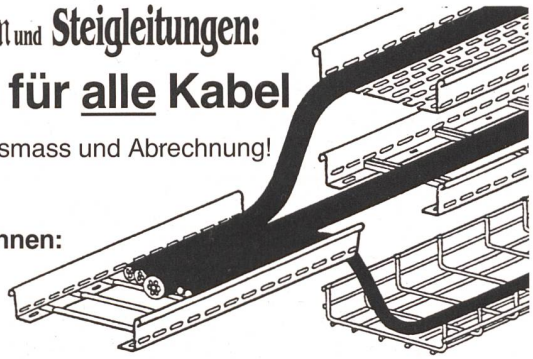
Vingt entreprises d'approvisionnement en énergie ont accepté jusqu'à présent de mettre leurs résultats de mesure à disposition du groupe de travail de l'UCS pour les perturbations de basse fréquence. Toutes les entreprises d'approvisionnement en énergie sont appelées à participer à ces mesures, ce qui permettra de réaliser une analyse plus exhaustive des résultats. Elles pourront ainsi obtenir des données sur l'état de leurs réseaux. Monsieur W. Pfister (EWZ) se tient volontiers à disposition pour tout renseignement complémentaire.

Bibliographie

[1] Netzrückwirkungen durch Kompaktleuchtstofflampen in Niederspannungsnetzen. Verband der Elektrizitätswerke Österreichs, Brahmplatz 3, A-1041 Vienne
Numéro de commande: 650/419

Statt Gitterbahnen und Kabelpritschen und Kabelbahnen und Steigleitungen:
LANZ Multibahn - eine Bahn für alle Kabel
- LANZ Multibahnen vereinfachen Ihnen Planung, Ausmass und Abrechnung!
- Verringern Lager- und Montageaufwand!
- Senken die Kosten!
- Schaffen höheren Kundennutzen! — **LANZ Multibahnen:**

Verlangen Sie Beratung, Offerte, rasche und preisgünstige Lieferung von Ihrem Elektro-Grossisten oder von Lanz oensingen ag



lanz oensingen ag
CH-4702 Oensingen · Telefon 062 388 21 21 · Fax 062 388 24 24