

Brochure | Atténuation des harmoniques

Harmoniques dans les applications HVAC

- Des méthodes étonnamment
simples de réduction des coûts

Réduction
de la puissance
consommée pour
l'atténuation des
harmoniques de

37 %



Envisagez toujours les solutions alternatives

En matière d'atténuation des harmoniques, il n'existe pas de solution unique sur le marché capable de répondre à toutes les conditions suivantes :

- fournir les meilleures performances
- au coût le plus bas associé au plus haut rendement du système
- se conformer à toutes les normes
- s'adapter à toutes les tailles de variateurs
- s'utiliser dans les nouvelles installations et les installations en rattrapage

La solution la plus économique et techniquement avancée pour une installation donnée sera toujours basée sur les exigences de l'application, la gravité des harmoniques, les coûts et les avantages liés aux différentes technologies.

Alors peut-on seulement parler d'une atténuation des harmoniques efficace en termes de coûts ? Sans aucun doute, et nous vous expliquons pourquoi :

La présence d'harmoniques accroît les risques, affecte la qualité du produit et augmente les coûts d'exploitation. L'atténuation des harmoniques permet de réaliser des économies d'énergie indirectes en réduisant les pertes au niveau des transformateurs, des câbles et des appareils . Ces économies indirectes sont la raison pour laquelle les systèmes équipés de solutions d'atténuation des harmoniques, quelle que soit la technologie utilisée, permettent un meilleur rendement global du système.

L'utilisation de variateurs Active Front End (variateurs AFE) en vue d'atténuer les harmoniques a rapidement gagné en popularité. Toutefois, si la fonction de régénération du variateur AFE n'est pas requise, il existe des solutions plus économiques, associées à des pertes moindres, permettant de réduire considérablement les dépenses d'exploitation. Il est donc essentiel de prendre en compte toutes les variables lorsque vous faites votre choix.

Consultez notre brochure pour découvrir les économies d'énergie que vous pouvez réaliser grâce à une solution avec filtre actif pour l'atténuation des harmoniques par rapport aux solutions traditionnelles.



Que sont les harmoniques ?

Une alimentation électrique CA est composée idéalement d'une onde sinusoïdale pure de fréquence fondamentale 50 ou 60 Hz et tous les équipements électriques sont conçus pour assurer une performance optimale avec cette alimentation.

Les harmoniques sont des tensions et des courants dont les composantes de fréquence sont des entiers multiples de la fréquence fondamentale, qui viennent polluer la forme d'onde sinusoïdale pure.

L'électronique de puissance, telle que celle utilisée dans les redresseurs, les variateurs à vitesse variable, les onduleurs, les variateurs d'éclairage, les télévisions et bien d'autres équipements, absorbe un courant non sinusoïdal.

Ce courant non sinusoïdal interagit avec l'alimentation réseau et déforme plus ou moins la tension en fonction de l'amplitude ou de la faiblesse (niveau de panne) de l'alimentation.

En général, plus les équipements à commutation électronique du circuit de puissance installés sur site sont nombreux, plus la distorsion harmonique est importante.

Pourquoi les harmoniques représentent-elles un défi ?

Si la distorsion harmonique de l'alimentation réseau devient trop élevée, la source ne transporte plus seulement des fréquences de 50 ou 60 Hz, mais aussi des composantes de fréquences supérieures.

Ces composantes ne peuvent pas être utilisées par l'équipement électrique et peuvent causer des effets indésirables graves, notamment :

- Restrictions de l'utilisation de l'alimentation et du réseau
- Augmentation des pertes

- Augmentation de la chaleur du transformateur, du moteur et des câbles
- Durée de vie réduite de l'équipement
- Arrêts de production coûteux non prévus
- Dysfonctionnements du système de commande
- Couple moteur réduit et oscillant
- Présence de bruits

En résumé, les harmoniques réduisent la fiabilité, affectent la qualité du produit et augmentent les coûts d'exploitation.

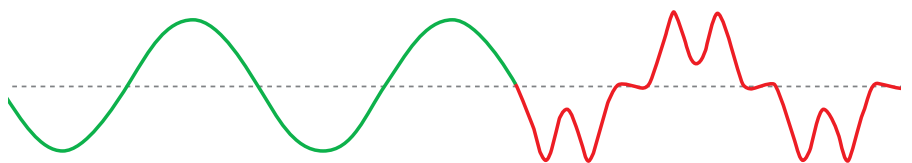


Illustration d'une forme d'onde sinusoïdale pure, polluée

Tous les variateurs ne sont pas égaux

- équipés pour atténuer les harmoniques

Chaque installation de variateur entraîne-t-elle des problèmes d'harmoniques ? Pas du tout. Tous les variateurs VLT® Danfoss sont livrés avec des bobines CC intégrées* destinées à réduire les interférences des harmoniques, ce qui suffit bien souvent à éviter la pollution en termes de tension.

Dans certains cas, une suppression supplémentaire des harmoniques peut être requise en raison des conditions du réseau ou si plusieurs variateurs sont installés.

À cette fin, Danfoss propose une large gamme de solutions d'atténuation individuelles, telles que des variateurs à 12 impulsions et des variateurs standard équipés de filtres harmoniques actifs ou passifs, externes ou intégrés, y compris des AFE.

De plus, Danfoss propose également des solutions actives pour une suppression centralisée des harmoniques lorsque plusieurs charges peuvent être compensées simultanément.

L'outil numérique gratuit MyDrive® Harmonics vous permet de déterminer facilement le degré de pollution en termes de tension sur votre réseau.

MyDrive® Harmonics est un outil professionnel de simulation d'harmoniques qui vous permet de déterminer si les harmoniques poseront problème dans votre installation une fois les variateurs installés. Il compare les avantages de la mise en œuvre de différentes solutions d'atténuation des harmoniques disponibles dans le catalogue produits Danfoss,

puis calcule la distorsion harmonique pour assurer la conformité du système avec un ensemble de normes pertinentes. Il s'agit de l'outil de conception idéal pour les projets de nouvelle construction et de mise à niveau.



 Découvrez **MyDrive® Suite**, où vous pouvez accéder à **MyDrive® Harmonics**

**À l'exception du VLT® Micro Drive FC 51 de maximum 7,5 kW - où une solution d'atténuation externe est disponible.*



Choisir la meilleure solution harmonique

Il existe différents équipements permettant de réduire la pollution harmonique, chacun avec ses avantages et ses inconvénients.

Il n'existe pas de solution unique assurant une parfaite adéquation entre toutes les applications et les conditions de réseau.

Pour obtenir la solution d'atténuation optimale, il faut tenir compte de plusieurs paramètres.

Les paramètres clés peuvent être divisés en plusieurs groupes :

- Conditions du réseau, y compris les autres charges
- Application
- Conformité aux normes
- Coût
- Efficacité énergétique

Danfoss peut, sur demande, effectuer une étude complète des harmoniques et vous recommander la solution la mieux adaptée à votre site et la plus rentable.

L'étude tient compte des charges installées, des normes réglementaires et de la diversité de votre exploitation et de vos applications.

Danfoss fournit une aide à la conception afin de recommander la solution d'atténuation des harmoniques la mieux adaptée à chaque projet. Le cas échéant, l'assistance Danfoss inclut une étude des harmoniques sur site.

Les considérations essentielles – une approche globale pour optimiser votre activité

La ventilation sans interférence est également particulièrement efficace dans cette installation à câbles longs du tunnel de Micheville, au Luxembourg

Un refroidissement conforme et efficace garantit la fiabilité et un indicateur d'efficacité énergétique (PUE) optimal dans les centres de données d'Equinix, aux Pays-Bas



Quelle incidence les conditions du réseau peuvent-elles avoir sur la pollution harmonique ?

Le principal facteur à prendre en compte pour déterminer la pollution harmonique d'un réseau d'alimentation électrique est l'impédance du système.

Celle-ci dépend principalement de la taille du transformateur par rapport à la puissance consommée cumulée des charges installées. Plus le transformateur est grand par rapport à la puissance consommée non sinusoïdale, plus la pollution est réduite.

Le réseau d'alimentation est un système interconnecté d'alimentations et de consommateurs électriques, raccordés ensemble par des transformateurs. Toutes les charges prélevant du courant non sinusoïdal participent à la pollution du réseau d'alimentation, qu'il s'agisse d'une alimentation basse tension ou haute tension.

Par conséquent, en effectuant des mesures sur une prise électrique, on constatera toujours un certain degré de pollution. Ce phénomène est appelé « prédistorsion harmonique ». Étant donné que les consommateurs ne prélèvent pas tous du courant triphasé, les charges des différentes phases sont dissemblables. Il en résulte des valeurs de tension inégales sur chaque phase, ce qui conduit à un déséquilibre de la tension d'alimentation.

Les diverses solutions harmoniques présentent une immunité différente à la prédistorsion et au déséquilibre. Aussi, il est nécessaire d'évaluer ces facteurs afin de déterminer la solution d'atténuation harmonique la mieux adaptée.

Confort sûr, sécurisé et sans interférences pour le personnel et les patients du Centre Médical Universitaire de Slovénie

L'hôtel le plus efficace au monde bénéficie de systèmes HVAC parfaitement équilibrés en termes d'harmoniques



Quels aspects de l'application doivent être pris en compte ?

La distorsion harmonique augmente avec la quantité de puissance consommée par la charge non linéaire. Il faut ainsi considérer le nombre de variateurs installés, de même que la puissance et le profil de charge de chacun.

La distorsion d'un variateur est définie par la distorsion totale du courant harmonique (THDi), c'est-à-dire le rapport entre la somme des composantes harmoniques et la fréquence fondamentale.

La charge de chaque variateur est un point important, car la THDi augmente à charge partielle, par conséquent des variateurs surdimensionnés accroissent la pollution harmonique sur le réseau.

Il faut aussi tenir compte des contraintes physiques et environnementales car chaque solution présente des caractéristiques la rendant plus ou moins adaptée à des conditions données.

Voilà, par exemple, des éléments à envisager : surface murale, air de refroidissement (pollué/contaminé), vibrations, température ambiante, altitude, humidité, etc.

La conformité aux normes est-elle harmonisée à l'échelle mondiale ?

Pour garantir une certaine qualité du réseau, la plupart des sociétés de distribution électrique exigent que les consommateurs respectent les normes et les recommandations.

Des normes différentes s'appliquent selon les zones géographiques et les secteurs d'activité, mais elles ont toutes le même but : limiter la distorsion de tension sur le réseau.

Les normes dépendent des conditions du réseau. Il est donc impossible de garantir la conformité aux normes sans connaître les spécifications du réseau.

Les normes n'obligent pas en elles-mêmes à utiliser une solution d'atténuation spécifique. Par conséquent, il est essentiel de comprendre les normes et les recommandations pour éviter tout coût inutile lié aux équipements d'atténuation.

Quelles sont les conséquences en termes de coûts du recours à une solution d'atténuation des harmoniques ?

Enfin, les coûts initiaux et les frais d'exploitation doivent être évalués pour s'assurer que la solution choisie est la plus rentable.

Le coût initial des diverses solutions d'atténuation des harmoniques par rapport au variateur varie selon la gamme de puissance. La solution d'atténuation la plus rentable pour une gamme de puissance n'est pas nécessairement la mieux adaptée en termes de coût sur l'entièreté de la gamme de puissance.

Les coûts d'exploitation sont déterminés par le rendement des solutions sur l'ensemble du profil de charge et par les coûts d'entretien/de maintenance sur la durée de vie.

Les solutions actives offrent l'avantage de maintenir le facteur de puissance réelle proche de l'unité sur l'intégralité de la plage de charge, ce qui permet une bonne utilisation de l'énergie à charge partielle.

De plus, il est prévu que l'installation ou le système soit pris en compte à l'avenir car, même si une solution est optimale pour un système statique, une autre sera peut-être plus flexible le jour où le système devra être étendu.



Atténuation des harmoniques rentable

- plusieurs méthodes possibles

Lors de la planification d'un système, la protection des ressources et de l'environnement est aussi importante que les performances et la fiabilité technique d'un produit.

Principaux critères de sélection : consommation d'énergie et dépenses d'exploitation

Du point de vue écologique et économique, nous devons utiliser l'énergie de la façon la plus efficace possible.

Une approche logique consiste donc à adapter la consommation d'énergie aux besoins réels de l'installation. Il existe plusieurs moyens d'y parvenir.

Les ventilateurs et les pompes fonctionnent souvent 24h/24, 7j/7, ce qui signifie qu'une utilisation optimale de l'énergie et des dépenses d'exploitation réduites (OPEX) sont des critères clés dans la planification d'une installation.

Saviez-vous que les techniques d'atténuation à faible rendement et le respect aveugle de spécifications trop strictes peuvent engendrer des coûts inutiles ? Danfoss recommande d'effectuer des choix rentables, qui sont également durables, en se basant sur des considérations pratiques et de bon sens. Nous sommes prêts à vous aider à trouver la solution d'atténuation des harmoniques idéale pour votre système.

Choisir ou non une solution Active Front End ?

Pour le ciblage des faibles niveaux d'harmoniques, la technique dite d'Active Front End (AFE) a rapidement gagné en popularité. L'utilisation d'un produit basé sur la technologie AFE peut être une bonne solution, mais il faut l'appliquer en tenant compte de tous les éléments en jeu.

Pour comprendre comment faire, examinez les 3 méthodes d'atténuation efficace en termes de coûts et consultez l'exemple de la page 11 qui étudie l'impact sur le coût de différentes solutions d'atténuation des harmoniques. L'une d'elles est une solution AFE. L'autre solution repose sur les filtres actifs.

Trois méthodes pour une atténuation efficace en termes de coûts

1. Utilisation d'un équipement d'atténuation des harmoniques uniquement si cela s'avère nécessaire

Il n'est pas nécessaire de réguler en dessous de la norme requise. Le but est de réguler les harmoniques uniquement en fonction de la norme requise et conformément aux exigences de l'installation. Une analogie avec le câblage : Choisiriez-vous de surdimensionner les câbles moteur juste au cas où vous auriez besoin d'un moteur plus grand à l'avenir ? Probablement pas.

Aucune solution unique ne répond à tous les besoins. Envisagez différents aspects des performances du système pour trouver la solution optimale. Danfoss peut vous aider à trouver la solution d'atténuation des harmoniques idéale pour votre système.

Méthode empirique : ne pas atténuer lorsque la charge du variateur est inférieure à 40 % de la charge totale du transformateur. Il faut être prudent au sujet de l'alimentation du générateur (alimentation de secours)

2. Conception conforme aux réglementations

Les réglementations définissent les exigences en termes de THDv, mais ne spécifient pas les exigences en matière de THDi.

Par conséquent, la conception doit présenter un taux de THDv de 5 % pour se conformer aux réglementations. Aucune réglementation n'exige un taux de THDi $\leq 5\%$, voire un taux de THDi $\leq 8\%$ au niveau des bornes réseau du variateur. Lorsque ces niveaux de THDi sont spécifiés, la conception requise pour les respecter ajoute des coûts inutiles.

Effectuez des analyses simples. Des calculs de moins de 10 minutes peuvent vous faire économiser beaucoup d'argent. Évaluez l'ensemble du système pour déterminer la meilleure solution.

Pour cela, il vous suffit d'utiliser notre version gratuite de MyDrive® Harmonics.



Découvrez **MyDrive® Harmonics**

3. Sélection d'un équipement d'atténuation des harmoniques sur la base des calculs des dépenses d'exploitation

Dans une installation, la consommation d'énergie des variateurs contribue largement aux coûts d'exploitation. C'est pourquoi la validation du rendement, y compris le calcul des pertes d'énergie, constitue une étape importante lors du choix d'un équipement d'atténuation des harmoniques.

Le rendement des variateurs à 6 impulsions diffère normalement d'un faible pourcentage entre les différents fournisseurs de variateurs. Cependant, il n'est pas inhabituel de voir ces écarts de rendement plus que doubler avec les équipements d'atténuation de différents fournisseurs. Il est important d'effectuer les calculs avant de faire votre choix.

Climatisation des hôpitaux

- atténuation des harmoniques dans la pratique

Les systèmes de climatisation et de ventilation sont essentiels dans les hôpitaux. Une température et une régulation d'air optimales sont des facteurs importants dans le cadre du traitement des patients.

Pendant le traitement, les patients passent la majeure partie de leur temps dans une chambre d'hôpital, en particulier ceux qui sont gravement malade et ne peuvent pas sortir. Le rétablissement du patient est plus rapide et plus efficace dans les pièces où la température est correctement contrôlée que dans les espaces en surchauffe et non ventilés.

Outre une température et une circulation de l'air optimales pour le confort des patients, il convient de respecter des réglementations très strictes en matière d'interférences électriques avec l'équipement primaire de l'hôpital. Les hôpitaux sont classifiés comme des environnements C1 ou C2 conformément à la norme CEI/EN 61800-3. La conformité avec la norme CEI/EN 61000-2-4, classe 1 est requise. Découvrez comment économiser un quart de million d'euros en choisissant la solution d'atténuation optimale.

L'exemple suivant montre clairement qu'une solution basée sur un filtre actif permet de réduire de 37 % les coûts d'exploitation et d'améliorer le rendement par rapport à une solution AFE. Les économies dans l'exemple s'élèvent à 250 euros sur 10 ans.

Envisagez l'alternative du filtre actif


Les harmoniques dans le réseau de courant électrique créent des perturbations du système, ce qui exerce une contrainte supplémentaire sur l'équipement et cause des performances irrégulières. Les solutions AFE traditionnelles pour l'atténuation des harmoniques consistent à placer des filtres sur chaque variateur d'un système.

Toutefois, les normes réglementaires n'imposent aucune exigence en matière d'atténuation des harmoniques au niveau d'un variateur à vitesse variable individuel. Pour économiser de l'argent, de l'espace et réduire les coûts d'énergie, nous proposons d'installer uniquement les filtres nécessaires pour respecter, par exemple, la norme IEEE 519.

Notre technologie de filtre actif avancé permet de créer une configuration avec une solution de filtre central, tout en répondant aux normes réglementaires les plus récentes.

Contrairement à l'atténuation des harmoniques traditionnelle reposant sur la technologie Active Front End, le filtre actif avancé détecte la distorsion harmonique dans le système et injecte un contre-courant pour annuler le bruit électrique.

Les filtres actifs sont une méthode de réduction de la distorsion harmonique plus compacte que la technologie AFE traditionnelle, qui permet en outre de réduire de moitié l'énergie nécessaire pour accomplir la tâche !

Intéressé(e) ? Plus d'informations **ici** 

Exemple

Le système de commande de la ventilation de l'hôpital est composé de 88 variateurs au total, dont la puissance est d'environ 2 100 kW, répartis en deux sous-systèmes identiques, chacun étant relié à son propre transformateur. Pour la sauvegarde, il y a un générateur, comme indiqué dans l'aperçu de la Figure 1.

Outre la conformité aux normes, l'investisseur est soumis aux exigences suivantes :

- Des performances fiables associées à un haut niveau de redondance
- Aucune interférence avec l'équipement primaire de l'hôpital, le service et l'assistance technique
- Une consommation d'énergie réduite

Pour répondre aux exigences, nous prendrons en compte le rendement et l'impact sur les coûts de deux solutions de variateur possibles :

- Scénario A : Variateur VLT® HVAC Drive FC 102 standard de Danfoss, avec filtre actif avancé
- Scénario B : Variateur AFE traditionnel à charge harmonique faible

L'équipement installé pour chaque scénario est répertorié dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Équipement requis pour l'atténuation des harmoniques du système de ventilation de l'hôpital, scénarios A et B

| Équipement installé pour les deux scénarios | | | | | | | | | Total | |
|--|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|------------------|
| Puissance de l'arbre moteur [kW] | 4 | 5,5 | 11 | 18,5 | 45 | 75 | 110 | 400 | | |
| Nombre de ventilateurs (couple variable) | 6 | 2 | 10 | 2 | | | | | | |
| Nombre de pompes (couple variable) | 4 | 4 | 2 | 6 | 4 | 4 | 2 | | | |
| Nombre de refroidisseurs (couple constant) | | | | | | | | 4 | | |
| Nombre total de variateurs | 10 | 6 | 12 | 8 | 4 | 4 | 2 | 4 | 50 | |
| Scénario A : HVAC VLT® FC102 standard de Danfoss, y compris filtre actif avancé | | | | | | | | | Total | Pertes de filtre |
| Pertes par variateur [W] ¹⁾ | 124 | 187 | 392 | 465 | 835 | 1384 | 2559 | 8084 | | 15870 |
| Coût de l'électricité imputable aux pertes pour 10 années d'exploitation ²⁾ | 8 680 € | 7 860 € | 32 970 € | 26 070 € | 23 410 € | 38 800 € | 35 870 € | 226 600 € | 400 260 € | 27 800 € |
| Total pour variateurs et filtre | | | | | | | | | 428 060 € | |
| Scénario B : Variateurs équivalents basés sur AFE | | | | | | | | | Total | |
| Pertes par variateur [W] ¹⁾ | 226 | 329 | 579 | 751 | 3808 | 2963 | 3990 | 11065 | | |
| Coût de l'électricité imputable aux pertes pour 10 années d'exploitation ²⁾ | 15 840 € | 13 830 € | 48 690 € | 42 100 € | 106 750 € | 83 060 € | 55 920 € | 310 170 € | 676 360 € | |
| Total pour tous les variateurs | | | | | | | | | 676 370 € | |
| Écart de coût des pertes pendant 10 ans | | | | | | | | | 248 308 € | |

1) Les pertes dans le moteur ne sont pas prises en compte. Perte de puissance estimée, comme indiqué dans les manuels du variateur

2) (0,10 € par kWh x 24 heures x 365 jours x 10 ans) par utilisation du dispositif est = 80 %

Figure 1. Vue d'ensemble du système de commande de la ventilation de l'hôpital, mode Normal

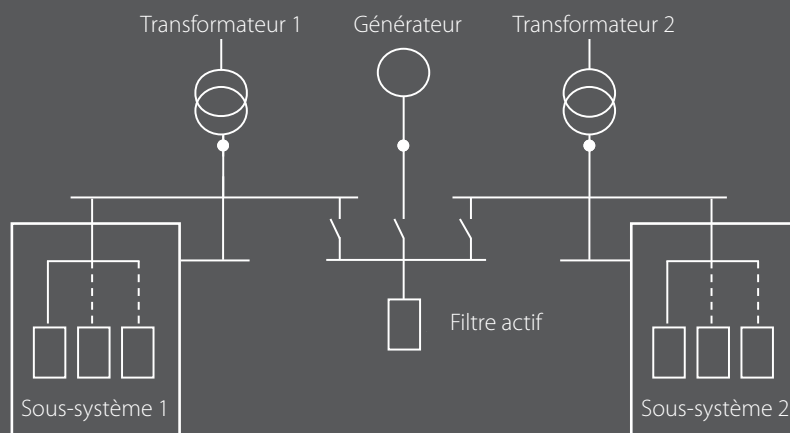


Figure 2. Vue d'ensemble du système de commande de la ventilation de l'hôpital, mode Sauvegarde 1

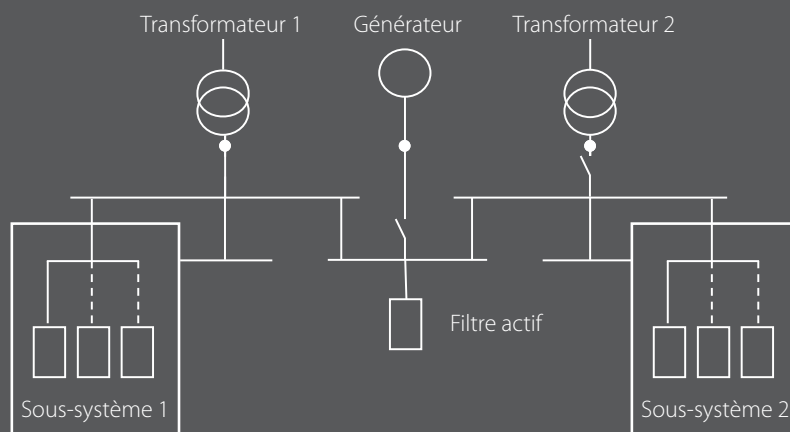
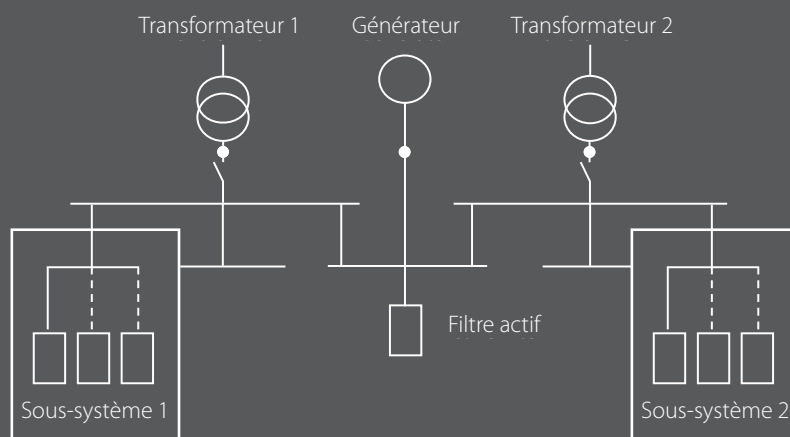


Figure 3. Vue d'ensemble du système de commande de la ventilation de l'hôpital, mode Sauvegarde 2



Climatisation des hôpitaux

- atténuation des harmoniques dans la pratique

Analyse

Scénario A : Solution de filtre actif Danfoss

Nous examinons trois modes de fonctionnement :

- Mode Normal : Deux transformateurs de 2 500 kVA, chacun alimentant son propre sous-système
- Mode Sauvegarde 1 : Un transformateur de 2 500 kVA alimentant les deux sous-systèmes
- Mode Sauvegarde 2 : Générateur de secours alimentant les deux sous-systèmes

Une simulation rapide à l'aide de MyDrive® Harmonics montre que, pour se conformer à la norme CEI/EN 61000-2-4 Classe 1 dans les trois modes, l'atténuation des harmoniques est requise pour le *mode Sauvegarde 1*. Les résultats de la simulation sont indiqués dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Conformité des solutions Danfoss avec et sans atténuation des harmoniques sous forme de filtre actif

| VLT® HVAC Drive FC102 | THDv | | | Conformité CEI/EN 61000-2-4, classe 1 THDv < 5 % |
|---|---|--|---|--|
| | Mode Normal | Mode Sauvegarde 1 | Mode Sauvegarde 2 | |
| | Un transformateur unique à 2 500 kVA alimente un sous-système | Un transformateur unique à 2 500 kVA alimente les deux sous-systèmes | Pas de transformateur Générateur de secours à 4 600 kVA | |
| THDv pour variateurs à 6 impulsions standard | 4,42 % | 7,05 % | 3,77 % | Le mode Sauvegarde 1 n'est pas conforme |
| THDv pour variateurs à 6 impulsions standard + filtre actif 720 A | 4,42 %* | 4,96 % | 2,87 % | Conforme dans tous les modes |

*Filtre installé mais pas en service

Quelles solutions d'atténuation des harmoniques doivent être envisagées ?

Étant donné que le système fonctionne généralement en mode Normal et que, dans ce cas, les variateurs standard sont conformes à la norme CEI, l'atténuation des harmoniques n'est requise que lorsque le système est en mode Sauvegarde 1 ou 2.

Les calculs dans l'outil MyDrive® Harmonics indiquent qu'un filtre de 720 A est nécessaire pour se conformer à l'exigence d'atténuation des harmoniques de THDv de 5 % de couplage commun.

Tout au long du calcul, nous prenons comme hypothèse que le filtre fonctionne 20 % du temps.



Une solution de filtre actif permet de réaliser de précieuses économies tout au long de la durée de vie

Scénario B – Solution avec variateur AFE

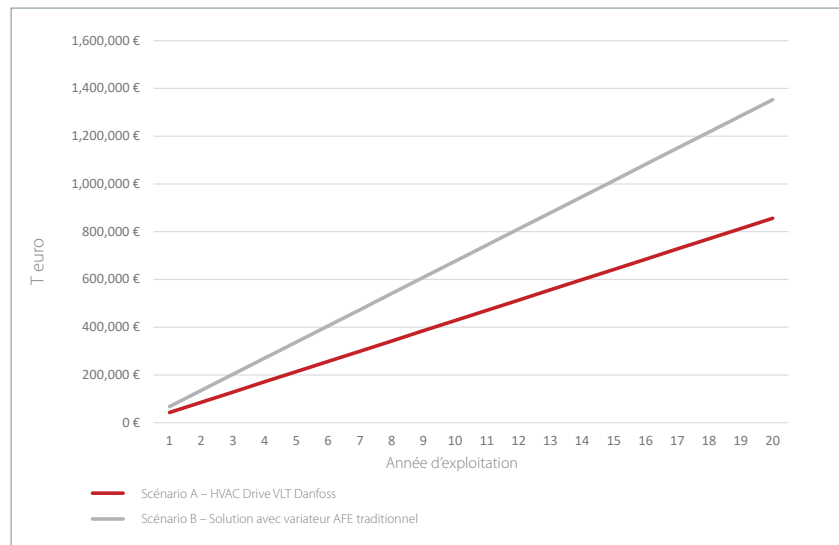
Les variateurs basés sur la technologie AFE répondent déjà aux exigences d'atténuation des harmoniques d'un taux de THDv inférieur à 5 %.

La figure 3 montre clairement que la solution Danfoss utilisant des filtres actifs avancés (A) consomme 37 % d'énergie en moins que la meilleure solution alternative suivante : le variateur AFE traditionnel (B).

Une gestion de la chaleur unique pour encore plus d'économies

Les pertes au niveau des variateurs se dissipent sous forme de chaleur. Saviez-vous que chaque kilowatt de pertes consomme environ 0,4 kW d'énergie en élimination de la chaleur ? Ainsi, les pertes entraînent non seulement une hausse des coûts de l'énergie, mais également une hausse des coûts de la climatisation. Avec les variateurs Danfoss, c'est là que des économies supplémentaires sont possibles. En effet, le refroidissement par canal arrière intégré garantit que 90 % de la chaleur générée par les pertes peut être maintenue hors de la salle de commande. Un autre avantage est qu'en raison de la demande en climatisation

Figure 4. Coût total des pertes d'électricité dans le temps



plus faible, l'espace physique requis pour la salle de commande peut être réduit, ce qui permet de réaliser des économies supplémentaires.

À l'examen du tableau 1, cela signifierait des pertes totales respectives pour les scénarios A et B de 73 kW et 96,5 kW. Là encore, nous utilisons le facteur d'utilisation de 0,8 :
Chaleur devant être évacuée de la salle de commande lors de l'utilisation de la solution de filtre actif : $73 \text{ kW} - (73 * 0,9) = 7,3 \text{ kW}$

Énergie (en kW) économisée pour éliminer la chaleur, par rapport au scénario B :
Énergie = $(96,5 \text{ kW} - 7,3 \text{ kW}) / 0,8 * 0,4 = 28,5 \text{ kW}$

Économies annuelles sur la facture d'électricité grâce au refroidissement par canal arrière :
Économies annuelles = $28,5 * 0,1 * 24 * 365 = 25 000 \text{ €}$

Sur une période de 10 ans, le scénario A permet à lui seul d'économiser 250 000 € supplémentaires en frais de climatisation.

Pourquoi le rendement est-il si important ?

Les ventilateurs et les pompes fonctionnent souvent 24h/24, 7j/7, ce qui signifie qu'une utilisation optimale de l'énergie et des dépenses d'exploitation réduites (OPEX) sont des critères clés dans la planification d'une installation.

Ces dernières décennies, le coût relatif de la commande de vitesse variable des variateurs de fréquence a chuté et le prix de l'énergie a augmenté. Il est donc plus intéressant d'utiliser des variateurs sur presque tous les équipements rotatifs.

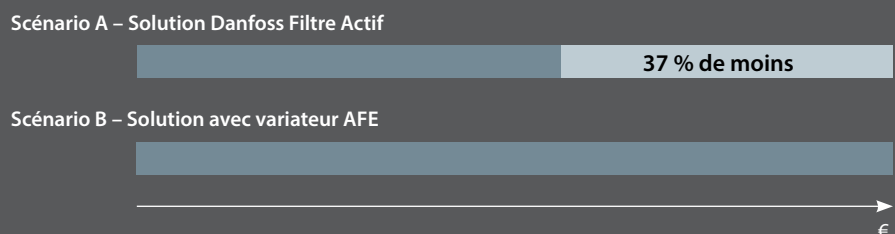
Pendant toute la durée de vie du variateur, le coût énergétique constitue le facteur économique essentiel, d'autant plus que les ventilateurs de climatisation de l'hôpital fonctionnent 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

Lors de la sélection d'une solution de variateur à atténuation des harmoniques, le rendement et le coût des pertes sont donc des paramètres de choix essentiels.

L'exemple montre qu'une solution avec variateur à atténuation d'harmoniques proposée par Danfoss est bien plus efficace que l'alternative traditionnelle, grâce à l'association de l'efficacité du variateur et du filtre actif.

Comme indiqué dans le tableau 1, le coût des pertes s'élève respectivement à 42 806 € pour la solution Danfoss et à 67 637 € pour la solution traditionnelle. Sur la base du Tableau 1, la solution Danfoss utilise 37 % d'énergie en moins que la solution traditionnelle. Par conséquent, l'hôpital économisera 37 % sur les coûts d'énergie liés à l'atténuation des harmoniques en choisissant l'approche par filtre actif Danfoss, comme l'indique la Figure 3.

Figure 5. Comparaison de la consommation d'énergie





Systeme de climatisation de l'hôpital

– atténuation des harmoniques dans la pratique

Conclusion

L'exemple montre clairement qu'une solution basée sur un filtre actif permet de réduire de 37 % les coûts d'exploitation et d'améliorer le rendement par rapport à une solution AFE. Les économies s'élèvent à 0,25 million d'euros sur 10 ans.

Avantages supplémentaires d'un filtre actif

- Le filtre actif est installé en parallèle à l'entrée du variateur de fréquence. Par conséquent, le variateur de fréquence fonctionne normalement en cas de dysfonctionnement du filtre, ce qui garantit un fonctionnement ininterrompu du système de climatisation de l'hôpital. Cette topologie offre un système fiable avec un niveau élevé de redondance.
- Le filtre actif conserve l'énergie en passant en « mode veille » lorsque les niveaux d'harmoniques sont faibles. Lorsque cette capacité est prise en compte dans le calcul, des économies d'électricité encore supérieures à celles indiquées ici peuvent être réalisées.

Autres avantages du VLT® HVAC Drive FC 102

- Conçu pour fonctionner pendant au moins 10 ans sans maintenance
- Réduit votre investissement de climatisation jusqu'à 90 % grâce au concept unique de refroidissement par canal arrière
- La fonctionnalité de surveillance conditionnelle basée sur l'informatique de pointe est intégrée au variateur



En savoir **plus** sur le variateur VLT® HVAC Drive

Encore des questions ?

- voici les réponses

Dois-je toujours utiliser un filtre actif pour atténuer les harmoniques ?

En ce qui concerne l'atténuation des harmoniques, il n'existe pas de solution unique sur le marché capable de répondre à toutes les conditions suivantes :

- fournir les meilleures performances
- au coût le plus bas associé au plus haut rendement du système
- se conformer à toutes les normes
- s'adapter à toutes les tailles de variateurs
- s'utiliser dans les nouvelles installations et les installations de rattrapage

La solution la plus économique et avancée d'un point de vue technique pour une installation donnée sera toujours basée sur les exigences de l'application, la gravité des harmoniques, les coûts et les avantages liés aux différentes technologies.

Dans certains cas, il y a suffisamment d'espace physique disponible pour installer des filtres et dans d'autres, ce n'est pas le cas.

Danfoss propose un portefeuille complet de produits d'atténuation des harmoniques, tels que les variateurs à 12 impulsions et les variateurs standard équipés de filtres harmoniques actifs ou passifs, externes ou intégrés, y compris les AFE. L'objectif de Danfoss est d'équiper ses clients de la meilleure solution recommandée, en tenant compte de tous les facteurs.

Veillez contacter votre représentant commercial local pour obtenir une assistance personnelle en matière d'atténuation des harmoniques.

Pourquoi le variateur AFE génère-t-il des pertes supérieures à celles d'un variateur à 6 impulsions standard ?

Un variateur AFE contient deux fois plus d'électronique de puissance qu'un variateur standard, plus un filtre LCL, qui n'existe pas dans un variateur standard. Le doublement de l'électronique de puissance signifie deux fois plus de risques de défaillance des composants, mais aussi une plus grande perte de puissance sur le variateur, comme illustré dans l'exemple.

Une solution LHD basée sur la technologie AFE permet-elle d'améliorer le rendement global du système ?

Lorsque l'atténuation des harmoniques est requise, toute solution atténuant les harmoniques améliorera l'efficacité énergétique de l'ensemble du système.

L'atténuation des harmoniques permet de réaliser des économies d'énergie indirectes, en réduisant les pertes dans les transformateurs, les câbles et les dispositifs en améliorant le facteur de puissance réel, ce qui n'est pas propre aux technologies basées sur l'AFE.

L'exemple montre comment les pertes des composants individuels jouent un rôle important dans le choix d'une méthode d'atténuation des harmoniques. Ces pertes ont un impact important sur les dépenses d'exploitation.

Les solutions AFE sont conçues à des fins de régénération et constituent le choix optimal lorsque la régénération est nécessaire.

Quelle est la différence entre THDi, THDv et TDD ?

THD est l'abréviation de Total Harmonic Distortion, ce qui signifie distorsion harmonique totale. Elle peut être mesurée en tension et en courant et décrit la distorsion du signal par rapport à son état sinusoïdal idéal.

La distorsion de courant, THDi, est la distorsion de courant propre à l'appareil. Elle décrit donc uniquement l'effet du produit lui-même, de son câble d'alimentation et de son transformateur.

Les normes visent à maintenir la distorsion de tension (THDv) à un niveau faible. Par conséquent, l'objectif lors d'une tentative de réduction des harmoniques doit être de réduire autant que possible la THDv pour garantir le maintien de la qualité de la tension dans l'ensemble du réseau d'alimentation de l'installation.

Il n'est pas pertinent d'examiner la distorsion de courant (THDi) de chaque consommateur individuel, car seuls les paramètres au niveau du système influencent tous les consommateurs sur la même alimentation. La coalition entre le courant et la tension est l'impédance (loi d'Ohms). Il est donc important de prendre en compte la THDi uniquement en fonction de l'impédance, afin d'évaluer l'impact de la distorsion de tension.

TDD est la distorsion de courant totale demandée au niveau du système. Elle inclut tous les consommateurs actuels pour l'installation. Pour diminuer la TDD, vous pouvez réduire les valeurs THDi individuelles par un processus de filtrage (actif ou passif), augmenter la capacité de court-circuit ou modifier l'équilibre entre l'utilisation des moteurs directs en ligne et des variateurs (ajouter plus de démarrage direct (DOL) pour diminuer la TDD).





Distorsion
harmonique
totale THDi

<5 %

Températures et régulation de l'air optimales – Centre Médical Universitaire, Ljubljana, Slovénie

Un environnement intérieur sain est essentiel à tout processus de rétablissement et la création d'un système HVAC fiable représente un véritable défi pour tout hôpital.

Sans surprise, le Centre Médical Universitaire (CMU) de Ljubljana avait donc une longue liste d'exigences en matière de conformité lors du remplacement de deux

compresseurs de refroidissement en service depuis plus de 40 ans.

Une solution avec filtre actif avancé Danfoss a permis d'obtenir une faible distorsion harmonique avec un taux de THDi inférieur à 5 %, de respecter toutes les exigences de sécurité et de sûreté, et de réduire la consommation d'énergie.

**La commande
des compresseurs
satisfait**

à des exigences de
conformité strictes

Centre Médical Universitaire, Ljubljana



Lire l'étude de cas

Découvrez plus d'études de cas avec filtre actif avancé, [cliquez ici](#)

Suivez-nous et obtenez de plus amples informations sur les variateurs de fréquence



VLT® | VAGON®

Toutes les informations, y compris les informations sur la sélection du produit, son application ou son utilisation, le design, le poids, les dimensions, la capacité ou toute autre indication technique dans les manuels du produit, les catalogues, les descriptions, les publicités, etc., qu'elles soient diffusées par écrit, oralement, électroniquement, sur internet ou par téléchargement, sont considérées comme purement indicatives et ne sont contraignantes que si et dans la mesure où cela est expressément indiqué dans un devis ou une confirmation de commande. Danfoss n'assume aucune responsabilité quant aux erreurs qui se seraient glissées dans les catalogues, brochures, vidéos et autres documentations. Danfoss se réserve le droit d'apporter sans préavis toutes modifications à ses produits. Cela s'applique également aux produits commandés mais non livrés, si ces modifications n'affectent pas la forme, l'adéquation ou le fonctionnement du produit. Toutes les marques commerciales citées dans ce document sont la propriété de Danfoss A/S ou des sociétés du groupe Danfoss. Danfoss et le logo Danfoss sont des marques déposées de Danfoss A/S. Tous droits réservés.