

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Les harmoniques – un problème coûteux **facilement résolu**

Une charge du transformateur

**inférieure
à 40 %**

avec des variateurs
Danfoss VLT aide à la prévention
des problèmes d'harmoniques.
Un filtrage est requis au-delà.

www.danfoss.com/drives

VLT[®]
THE REAL DRIVE



Q Que sont les harmoniques ?

A Une alimentation AC électrique 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 de vitesse, 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 secteur 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.

Q Pourquoi est-ce que les harmoniques posent problème ?

A Si la distorsion harmonique de l'alimentation secteur 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
 - Chauffage plus important 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, affecte la qualité du produit et augmente les coûts d'exploitation.

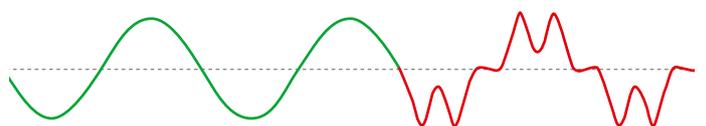


Illustration d'une forme d'onde sinusoïdale pure, polluée

Q Cela signifie-t-il que chaque variateur entraîne des problèmes d'harmoniques ?

A Pas du tout.
Tous les variateurs VLT® Danfoss Drives sont livrés avec des selfs DC intégrées destinées à réduire les perturbations harmoniques et, bien souvent, cela suffit à éviter la pollution de la tension.

Dans certains cas, il faut une suppression supplémentaire des harmoniques à cause des conditions du réseau ou si plusieurs variateurs sont installés.

À cet effet, Danfoss offre une large gamme de solutions d'atténuation individuelles telles que : variateurs VLT® 12 pulse et variateurs standard avec filtres harmoniques actifs ou passifs, intégrés ou externes.

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

Le logiciel de calcul des harmoniques Danfoss VLT® MCT 31 permet de déterminer facilement le degré de pollution en termes de tension sur le réseau.

Vous pouvez ainsi savoir si vous avez besoin d'une suppression des harmoniques supplémentaire ou pas.



VLT® MCT 31 évalue les harmoniques de courant et la distorsion de tension de votre application, puis détermine si un filtre harmonique est nécessaire. De plus, le logiciel peut déterminer les conséquences liées à l'ajout d'un équipement d'atténuation et si votre système est conforme à diverses normes.

**À l'exception du VLT® Micro Drive FC 51, il existe une solution d'atténuation externe.*



Danfoss propose une étude des harmoniques sur site et des recommandations pour la solution d'atténuation la plus adéquate.

Q Comment choisir la solution harmonique optimale ?

A Il existe divers équipements pour 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 quatre groupes :

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

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 votre application.

Les considérations essentielles

Deux filtres actifs VLT® compensent l'impact des harmoniques sur les bateaux disposant d'une surface de pont dans un environnement difficile.



Plus de 300 filtres harmoniques avancés VLT® installés dans des stations de pompage de pétrole décentralisées assurent le pompage 24 h/24.



Deux filtres actifs avancés VLT® pour HVAC installés dans un hôpital garantissent une alimentation stable aux équipements vitaux.



Les solutions Danfoss sont faciles à installer, à mettre en service et à ajuster à chaque application.

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 des phases.

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.

Application de propulseur
à surface murale limitée,



Trois variateurs VLT® Low Harmonic installés dans une station
d'eaux usées assurent la conformité à IEEE519.



Six variateurs VLT® 12 pulse optimisés en termes de coût,
avec transformateur, sont installés dans une usine pour
la manutention des matériaux.



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 de courant harmonique totale (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.

Est-ce que la conformité aux normes est harmonisée mondialement ?

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 caractéristiques 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.

Quels secteurs de dépenses doivent être considérés lors de la mise en place d'une 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 toute 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.

En comparaison avec les solutions actives, les solutions passives ne nécessitent souvent pas de maintenance régulière. Toutefois, les solutions actives ont tendance à maintenir le facteur de puissance réelle au plus près de l'unité sur toute la gamme de charge, ce qui permet de mieux utiliser 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.

Sur la voie de...



Conditions du réseau

Conditions du réseau

Avant d'envisager l'utilisation d'un équipement d'atténuation, il faut connaître l'impédance du système.

Aucun réseau n'est idéal car il y a toujours une prédistorsion et un déséquilibre. Il faut donc tenir compte de ces éléments avant de choisir un équipement.

Application

Application

Une erreur courante consiste à surdimensionner les composants entre la charge et le réseau. Cela entraîne une mauvaise performance harmonique, un faible rendement du système et un coût initial supérieur.

Conformité aux normes

Conformité aux normes

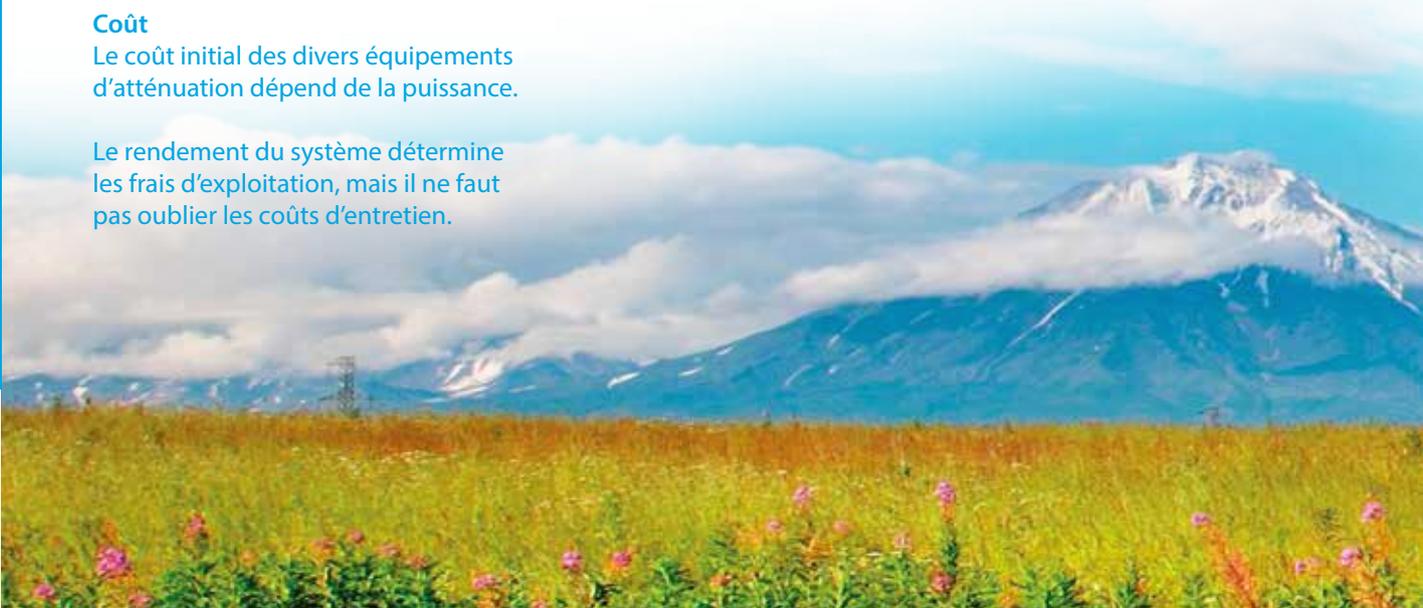
Une distorsion de tension totale (THDv) de 5-8 % est une bonne pratique de l'ingénierie et permettra, en général, que l'installation soit conforme aux normes et recommandations locales. Cela garantit qu'un déclenchement ou une panne de composant imprévus ne seront pas causés par la pollution harmonique.

Coût

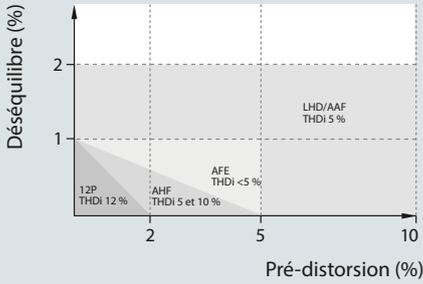
Coût

Le coût initial des divers équipements d'atténuation dépend de la puissance.

Le rendement du système détermine les frais d'exploitation, mais il ne faut pas oublier les coûts d'entretien.

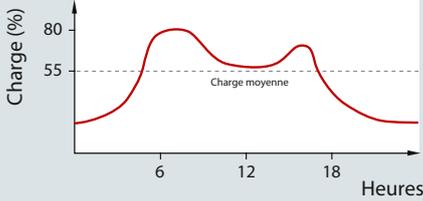
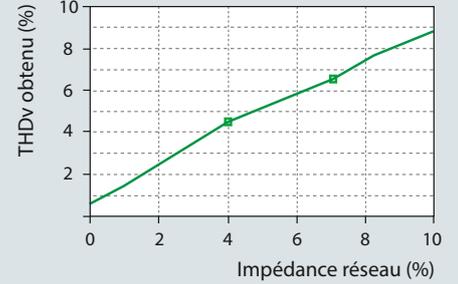


Atténuation économique



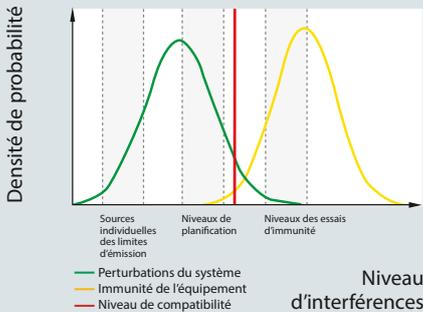
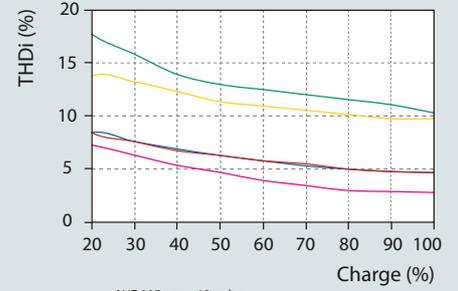
Déséquilibre et pré-distorsion

La performance de l'atténuation des harmoniques des différentes solutions dépend de la qualité du réseau. Plus le déséquilibre et la pré-distorsion sont élevés, plus l'équipement doit supprimer d'harmoniques. Le graphique présente les niveaux de pré-distorsion et de déséquilibre auxquels chaque technologie peut garantir sa performance en termes de THDi.



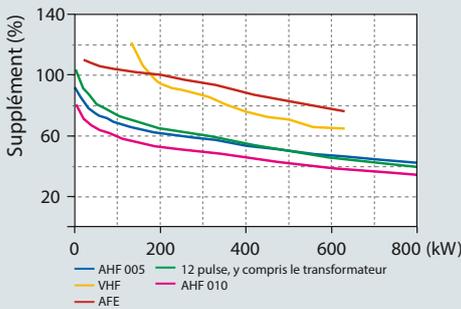
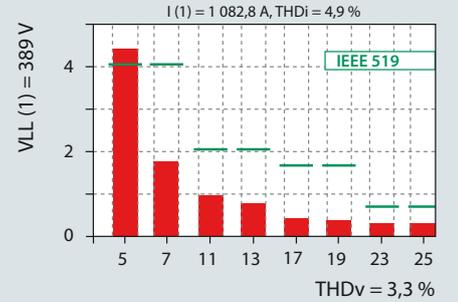
Surdimensionnement

Les données publiées concernant les filtres sont toutes indiquées pour une charge de 100 % mais les filtres sont rarement utilisés à pleine charge à cause du surdimensionnement et du profil de charge. Les équipements d'atténuation en série doivent toujours être dimensionnés pour le courant maximum mais il convient de prendre connaissance de la durée du fonctionnement à charge partielle et d'évaluer les différents types de filtres en conséquence. Le surdimensionnement donne une faible performance d'atténuation et augmente les coûts de fonctionnement. Cela représente également une perte d'argent.



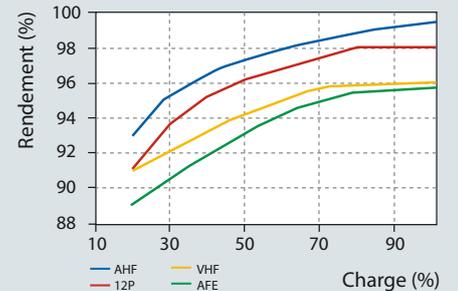
Conformité aux normes

Le maintien de l'immunité de l'équipement à un niveau supérieur à la distorsion du système garantit un fonctionnement sans problème. La plupart des normes définissent des restrictions concernant la distorsion de tension totale à un niveau prévu, souvent comprise entre 5 et 8 %. L'immunité de l'équipement est dans la plupart des cas bien supérieure : pour les variateurs, elle est comprise entre 15 et 20 %. Cela influence toutefois la durée de vie de façon négative.



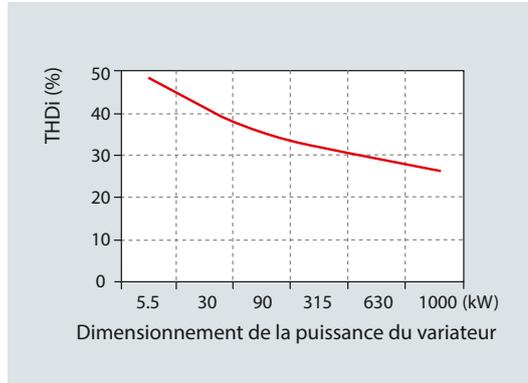
Relation entre la puissance et les coûts initiaux

Par rapport au variateur de fréquence, les différentes solutions comportent différents suppléments selon la puissance. Les solutions passives de l'offre générale offrent le coût initial le plus bas et au fur et à mesure que la complexité des solutions augmente, le prix augmente également.



Impédance du système

À titre d'exemple, un variateur FC 102 de 400 kW sur un transformateur de 1 000 kVA avec une impédance de 5 % entraîne un THDv (taux de distorsion harmonique en tension) d'environ 5 % dans des conditions idéales de réseau, alors que le même variateur sur un transformateur de 1 000 kVA à une impédance de 8 % entraîne un THDv supérieur de 50 %, soit 7,5 %.

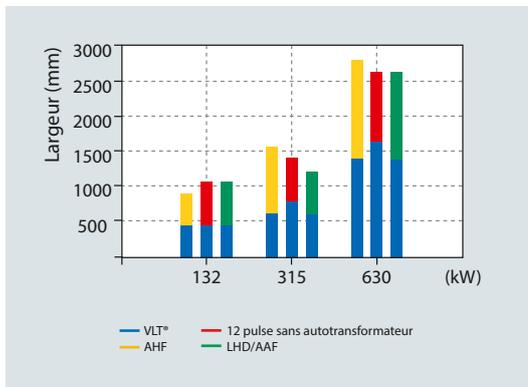


Taux de distorsion harmonique

Chaque variateur génère son propre taux de distorsion harmonique de courant (THDi) qui dépend des conditions du réseau. Plus le variateur est grand par rapport au transformateur, plus le THDi est faible.

Performances harmoniques

Chaque technologie d'atténuation des harmoniques possède sa propre caractéristique de THDi, laquelle dépend de la charge. Ces caractéristiques sont définies pour des conditions idéales de réseau, sans pré-distorsion et avec des phases équilibrées. Les variations ci-dessus donneront des THDi supérieurs.



Surface murale

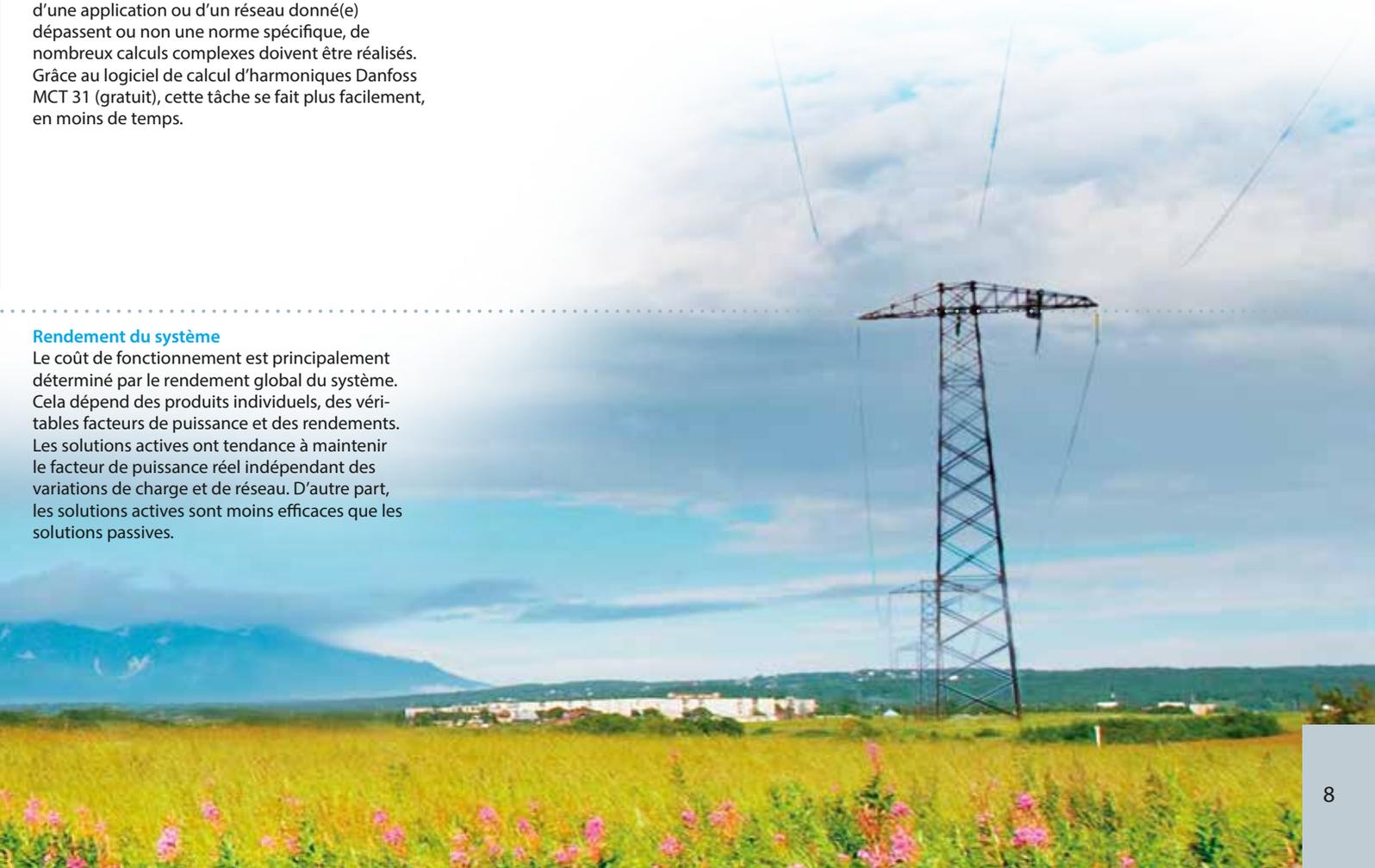
Sur de nombreuses applications, la surface murale disponible est limitée et doit être utilisée dans la plus large mesure possible. Basée sur différentes technologies, chaque solution d'harmoniques présente son propre encombrement en fonction de la puissance.

Respect des normes

Pour déterminer si les pollutions harmoniques d'une application ou d'un réseau donné(e) dépassent ou non une norme spécifique, de nombreux calculs complexes doivent être réalisés. Grâce au logiciel de calcul d'harmoniques Danfoss MCT 31 (gratuit), cette tâche se fait plus facilement, en moins de temps.

Rendement du système

Le coût de fonctionnement est principalement déterminé par le rendement global du système. Cela dépend des produits individuels, des véritables facteurs de puissance et des rendements. Les solutions actives ont tendance à maintenir le facteur de puissance réel indépendamment des variations de charge et de réseau. D'autre part, les solutions actives sont moins efficaces que les solutions passives.



... la meilleure solution



L'application

Pour que les nombreuses activités en plein air puissent avoir lieu tout au long de l'hiver, plusieurs canons à neige ont été installés autour du stade à Östersund en Suède, afin de toujours avoir de la neige à disposition.

Les canons à neige peuvent être rapidement raccordés au réseau de tuyaux d'où provient l'eau envoyée par une seule grosse pompe à eau située dans une cabane mobile à proximité.

Dans le cadre d'un projet de rénovation, le client a demandé l'installation d'une nouvelle pompe à eau de 200 kW.

La pompe avait pour objectif de maintenir un débit et une pression d'eau constants dans tout le système de tuyauterie, peu importe le nombre de canons à neige connectés.

Compte tenu de l'éloignement de l'alimentation électrique, les autorités locales ont imposé une distorsion de courant totale maximale de 5 %.

La solution

Un variateur VLT® Low Harmonic AQUA a été installé pour fournir le débit et la pression d'eau nécessaires.

Lors de l'évaluation de l'application, des facteurs importants ont été notés tels que des variations de charge de 20 à 100 % et une distorsion existante du réseau de 2,4 %.

Pour résister à l'humidité élevée présente dans l'abri de la pompe galvanisée et non isolé, le variateur a été doté de cartes de circuits imprimés tropicalisées et installé dans des protections IP54.

Malgré la faible alimentation secteur, le variateur a facilement respecté l'exigence d'une THDI inférieure à 5 %.



L'application

Dans un monde où l'intérêt pour la diminution des émissions de CO₂ ne cesse de croître, la recherche de solutions de substitution aux énergies fossiles s'intensifie. Le bioraffinage des céréales consiste en la décomposition des graines (de blé par exemple) en sucres et protéines, puis en la fermentation des sucres en biocarburant. La fraction solide des protéines et les autres résidus de la graine sont convertis en nourriture pour animaux riche en protéines, ne laissant aucun déchet.

Pour construire l'une des plus grandes bioraffineries d'Europe, le client a demandé des VLT® pour un total de plus de 7 MW, allant de 2,2 à 350 kW.

Dotée de son propre transformateur 3300/400 V, la bioraffinerie a dû établir et respecter les normes d'harmoniques du site afin de garantir une haute fiabilité et des intervalles d'entretien les plus longs possibles, conformément aux souhaits du client.

Pour cela, les harmoniques devaient être maintenues à moins de 8 % de distorsion totale requise (TDD) au niveau du transformateur d'alimentation.

La solution

En tout, 48 VLT® ont été installés pour la commande des pompes et des ventilateurs au sein de la bioraffinerie.

Compte tenu des puissances des VLT® et des exigences de robustesse et de fiabilité, la majorité des VLT® a été conçue et installée avec des filtres harmoniques avancés montés côte à côte dans des panneaux IP54 et la TDD spécifiée de 8 % a été facilement atteinte.

Tout savoir sur les VLT®

Danfoss VLT Drives, leader mondial des fournisseurs spécialisés de variateurs gagne de plus en plus de parts de marché.

Protège l'environnement

Les produits VLT® sont fabriqués dans le respect de la sécurité, du bien-être et de l'environnement.

Toutes les activités sont planifiées et exécutées en tenant compte de chacun des employés, de l'environnement de travail et de l'environnement externe. La production a lieu sans bruit, fumée ou autre pollution, et le recyclage en fin de vie du produit selon les nouvelles réglementations est assuré.

Pacte mondial des Nations Unies

Danfoss a signé le pacte mondial des Nations Unies sur la responsabilité sociale et environnementale et nos compagnies agissent de façon responsable envers les sociétés locales.

Directives UE

Toutes les usines sont certifiées ISO 14001. Tous les produits satisfont aux directives de l'Union européenne sur la sécurité générale des produits et les machines. Sur toutes les séries de produits, Danfoss VLT Drives applique la directive européenne sur les substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (RoHS) et développe toutes les nouvelles séries dans le respect de la directive européenne sur les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE).

Impact des produits

Grâce à la production d'un an de variateurs VLT®, les économies d'énergie engendrées par l'utilisation de ceux-ci sont équivalentes à celles réalisées par une centrale de production d'énergie. De plus, un meilleur contrôle des procédés améliore la qualité des produits, réduit l'entretien des équipements et augmente leur durée de vie.

Dédié aux convertisseurs

En 1968, Danfoss a introduit le premier variateur produit en série pour la régulation des moteurs AC, il a été appelé VLT®. Depuis lors, Danfoss consacre son énergie à une tâche bien précise : le développement de solutions de transmission électrique.

Deux mille cinq cent employés développent, produisent, vendent et assurent le service après-vente des variateurs de fréquence et des démarreurs progressifs dans plus de 100 pays.

Intelligent et novateur

Danfoss VLT Drives a adopté le principe modulaire dans le développement, la conception, la production et la configuration de ses variateurs.

De nouvelles technologies audacieuses ont été développées utilisant des plateformes spécialement conçues pour répondre aux besoins des utilisateurs. La mise sur le marché est plus rapide et les utilisateurs profitent toujours des avantages offerts par les dernières avancées technologiques.

S'appuyer sur des experts

Nous sommes responsables de chaque composant de nos produits. Nous pouvons vous garantir une fiabilité sans égal de nos produits car nous développons et produisons nous-mêmes nos propres composants, appareils, logiciels, modules de puissance, coffrets électriques, circuits électriques et accessoires.

Suivi local-support mondial

Les variateurs de fréquence VLT® sont utilisés dans de nombreuses applications de par le monde. Nos spécialistes présents dans plus de 100 pays sont prêts à vous apporter le support technique et les conseils en applications où que vous soyez.

Les experts de Danfoss Drives poursuivent leurs recherches jusqu'au moment où une solution a été trouvée aux problèmes de l'utilisateur.



Danfoss Drives, Parc d'affaire du Val Saint-Quentin, 78961 VOISINS LE BRETONNEUX, France, Tél. +33 (0) 1 30 62 50 00, info.variateurs@danfoss.com, www.danfoss.fr
Danfoss Drives, A. Gossetlaan 28, 1702 Groot-Bijgaarden, Belgique, Tél. +32 (0) 2 808 27 00, drives.sales@danfoss.be, www.danfoss.be
Danfoss AG Antriebstechnik, Parkstrasse 6, CH-4402 Frenkendorf, Suisse, Tél. +41 61 510 00 19, cs@danfoss.ch, www.danfoss.ch

Danfoss n'assume aucune responsabilité quant aux erreurs qui se seraient glissées dans les catalogues, brochures ou autres documentations écrites. Dans un souci constant d'amélioration, Danfoss se réserve le droit d'apporter sans préavis toutes modifications à ses produits, y compris ceux se trouvant déjà en commande, sous réserve, toutefois, que ces modifications n'affectent pas les caractéristiques déjà arrêtées en accord avec le client. Toutes les marques de fabrique de cette documentation sont la propriété des sociétés correspondantes. Danfoss et le logotype Danfoss sont des marques de fabrique de Danfoss A/S. Tous droits réservés.