

Solutions de filtrage

pour l'amélioration de l'efficacité énergétique



 **CIRCUTOR**

Technologie pour l'efficacité énergétique

¿Que sont les harmoniques?

Charges non linéaires telles que : redresseurs, onduleurs, variateurs de vitesse, fours, etc. onduleurs, variateurs de vitesse, fours, etc. ; absorber du réseau des courants périodiques non des courants sinusoïdaux.

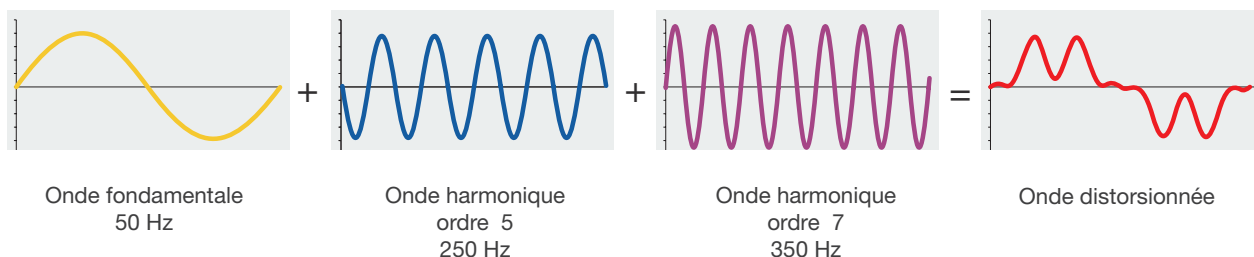
Ces courants sont formés par une composante fondamentale de fréquence 50 ou 60 Hz, plus une série de courants superposés de fréquences de fréquences, multiples de la fondamentale, que nous appelons HARMONIQUES.

Il en résulte une déformation du courant et, par voie de conséquence, de la tension. Elle entraîne une série d'effets secondaires associés.

Ordre	Fréquence	Séquence
Fond.	50	↻
2	100	↻
3	150	↑
4	200	↻
5	250	↻
6	300	↑
7	350	↻

Ordre et comportement des harmoniques

▫ Décomposition de forme d'onde distorsionnée



■ Effets des harmoniques

Les principaux effets des harmoniques de tension et de courant dans un système de puissance peuvent être cités :

- ▶ La possibilité d'amplification de certains harmoniques comme conséquence de résonance de série et parallèle.
- ▶ La réduction dans le rendement des systèmes de génération, transport et utilisation de l'énergie.
- ▶ Le vieillissement de l'isolement des composants du réseau et, en conséquence, la réduction de l'énergie.



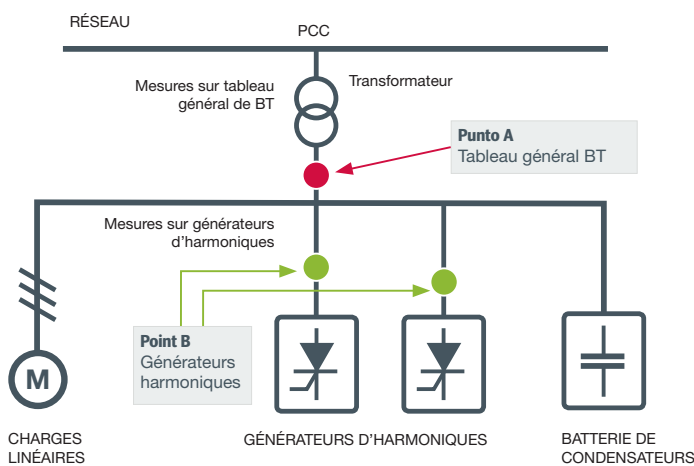
Information nécessaire pour une étude d'harmoniques

Information de l'installation

1 Schéma

Il faut montrer sur le schéma:

- Les points où les mesures ont été réalisées avec l'analyseur des réseaux portable AR5, AR6
- Distribution des charges



2 Données générales

- Diagramme unifilaire de l'installation
- Signalisation de points de mesure
- Type de processus de l'industrie

Nbre de transformateurs		
Sn (Puissance transformateur)		kV·A
Relation de transformation		V
U _{cc} (Tension de court-circuit)		%

Mesures

3 Tableau général

- Mesure des puissances active et réactive
- Mesure d'harmoniques

Nbre d'harmoniques	1	3	5	7	11	13	ΣTHD
U_k / U_1 (%)							
I_k / I_1 (%)							
I_{neutre} (A)							

- S'il existe une batterie de condensateur

Avec batterie connectée		Sans batterie connectée	
THD (U)	%	THD (U)	%
THD (I)	%	THD (I)	%
Q (batterie)		kvar	
P (installation)		kW	

4 Charges

- Mesurages sur bornes de charges de convertisseurs de puissance

Nbre d'harmoniques	1	3	5	7	11	13	ΣTHD
U_k / U_1 (%)							
I_k / I_1 (%)							
I_{neutre} (A)							

- Mesurages sur bornes de charges d'autres générateurs
- Description du type de charge :
 - Éclairage de décharge
 - Machines de soudure
 - Ordinateurs
 - Autres

Nbre d'harmoniques	1	3	5	7	11	13	ΣTHD
U_k / U_1 (%)							
I_k / I_1 (%)							
I_{neutre} (A)							

Origine



- **Interférences produites par des convertisseurs, variateurs de vitesse, SAI, etc.**

▫ *Une protection individuelle est recommandée*

- **Charges non linéaires distribuées sur le réseau**

- **Convertisseurs, fours à induction, UPS, lampes de décharge, etc.**

▫ *Une protection globale du réseau est recommandée*

- **Charges monophasées non linéaires entre phase et neutre**

- **Équipements électroniques, éclairage de décharge, etc.**

▫ *Une protection par zones est recommandée*

Anomalies



Côté réseau:

- Harmoniques de courant (basse fréquence)
 - Pertes excessives de lignes et transformateurs
 - Distorsion de la forme d'onde
 - Déclenchement de différentiels
- EMI (Haute fréquence)
 - Déclenchement de différentiels
 - Interférences dans les équipements électroniques

Côté charge :

- Ondulation excessive à la fréquence de commutation
 - Interférence dans les équipements électroniques
- Excès de du/dt
 - Dommages d'isolement sur les moteurs

- Résonnance par harmoniques :
 - Surcharge d'équipements à réactive
 - Surcharge et vibration du transformateur
 - Distorsion de l'onde de tension

- Harmoniques de courant :
 - Pertes excessives
 - Distorsion de l'onde de tension
 - Déclenchement de différentiels

- Troisième harmonique élevé :
 - Distorsion de la forme d'onde
 - Déclenchement de différentiels
- Surcharge de neutre sur systèmes à 4 fils (3 phases + neutre)

Solutions



- Réactances **LR**
- Filtres **LCL** et **LCL-th**

- Filtres **EMI**
- Différentiels immunisés

- Filtres sinus
- Filtres du/dt

- Filtres actifs **AFQ**

- Filtres de refus **FR, FRE** :
 - 7% si domination des harmoniques 5, 7
 - 14% si le 3^{ème} harmonique est grand
- Filtres d'absorption réglés :
 - **FAR-Q, FARE-Q** (5^{ème} et 7^{ème} harmonique)
 - **FAR-H** (5°, 7°, 11°, 13°...)
- Filtres **ACTIF** avec ou sans équilibrage de phases, **AFQ**

- Filtres **FB3** et **FB3T**
- Transformateur séparateur **TSA**

- Filtres actifs **AFQ**



Filtres actifs

Compensation globale: réactive, harmoniques, déséquilibre

Les filtres actifs en parallèle multifonction **AFQ** constituent la solution la plus complète pour résoudre les problèmes de qualité causés, tant dans des installations industrielles que commerciales ou de services, pas uniquement par les harmoniques, mais aussi par le déséquilibre de courants et, voire, par la consommation de puissance réactive (généralement de type capacitif).

Les fonctions mises en oeuvre sur tous les modèles sont celles énumérées ci-après :

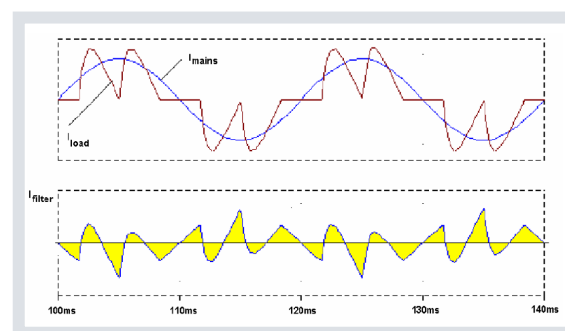
- Réduction des courants harmoniques jusqu'à l'ordre 50 (2500 Hz). Possibilité de sélection par l'utilisateur des fréquences harmoniques à filtrer pour obtenir une plus grande efficacité du filtre.
- Correction de la consommation des courants déséquilibrés dans chaque phase de l'installation électrique.
- Compensation de puissance réactive. Tant sur les courants retardés (inductif) qu'avancés (capacitif).

Ces filtres offrent la possibilité de programmer la priorité des fonctions à réaliser pour permettre une utilisation optimale de la capacité du filtre conformément aux exigences particulières de l'installation.

Les filtres **AFQ** sont équipés d'un display tactile à usage totalement intuitif, qui permet d'effectuer toutes les actions nécessaires au niveau de la programmation de l'équipement. Ils offrent en outre la visualisation de l'état du réseau, en aval et en amont du point de connexion du filtre, pour permettre la comparaison « avant et après », afin d'évaluer l'efficacité du filtre.

Si des capacités supérieures de filtrage sont requises, jusqu'à un maximum de 8 filtres peuvent être connectés en parallèle (les filtres doivent être du même modèle).

Le principe de fonctionnement des filtres actifs pour la neutralisation des harmoniques est fondé sur le mesurage du courant harmonique généré par les charges, et sur l'injection d'un courant de compensation opposé pour annuler chaque fréquence harmonique existante.



▫ Formes d'onde d'AFQ

1. Filtrage d'harmoniques

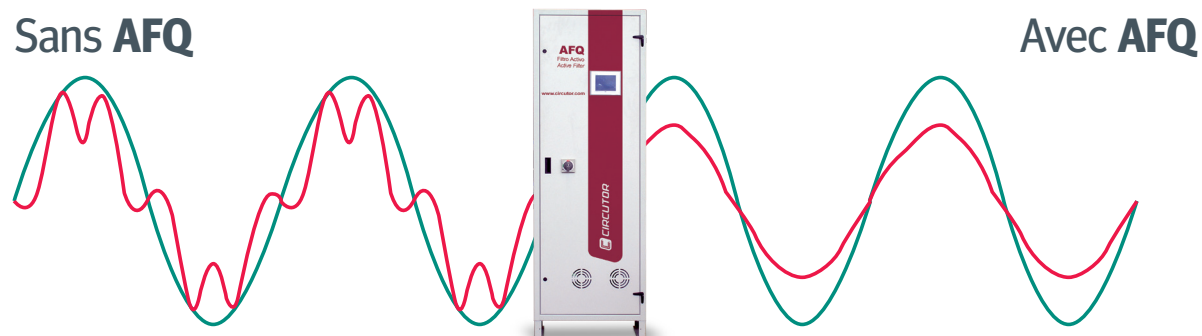
Réduction des courants harmoniques jusqu'à l'ordre 50 (2500 Hz). Possibilité de sélection des fréquences harmoniques à filtrer pour obtenir une plus grande efficacité.

2. Équilibrage des phases

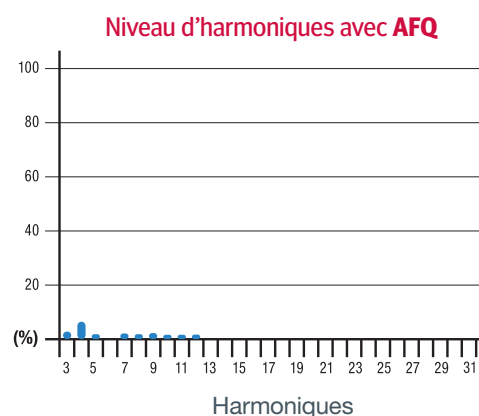
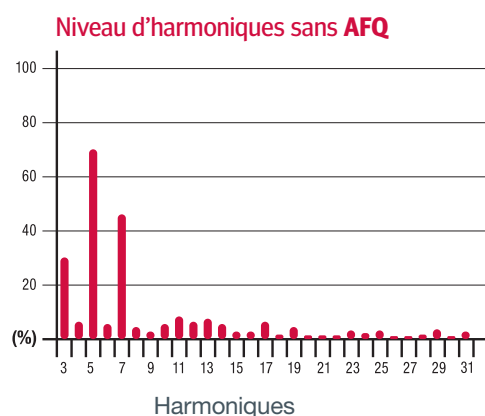
Correction de l'équilibre des courants, en égalisant la consommation dans chaque phase de l'installation.

3. Compensation de réactive

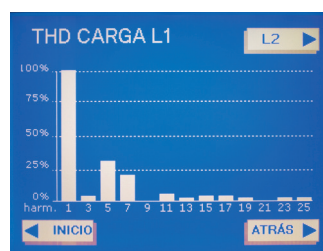
Compensation de puissance réactive. Tant de courants retardés (inductif) qu'avancés (capacitif).



Qu'obtenons-nous?



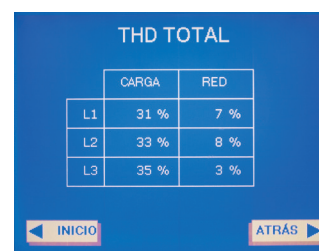
Écrans tactiles et intuitifs



Représentation graphique d'harmoniques



Sélection d'harmoniques

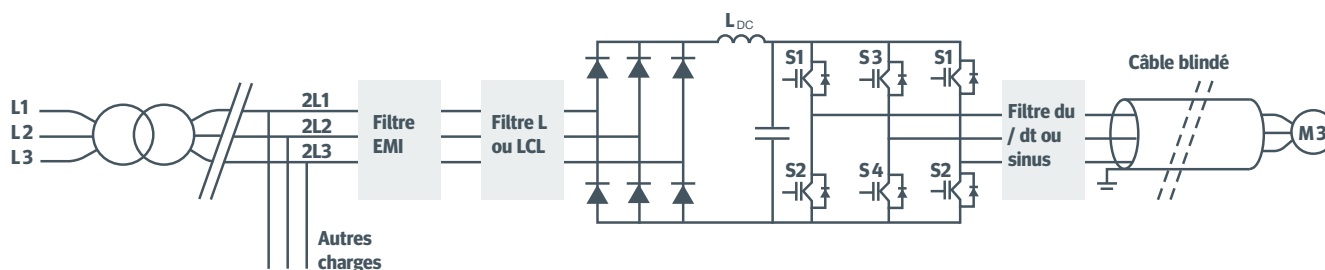


THD total. Avant et après

Filtres pour convertisseurs de puissance (filtrage individuel)

Les convertisseurs statiques génèrent différents types de perturbations, tant sur le côté du réseau que sur le côté de charge.

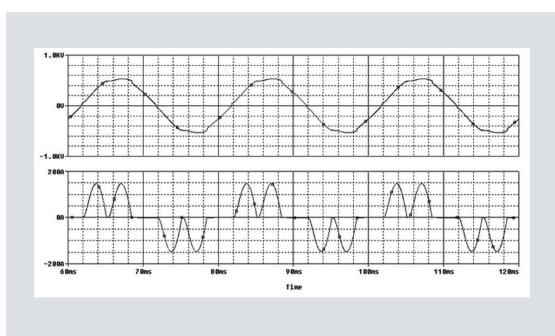
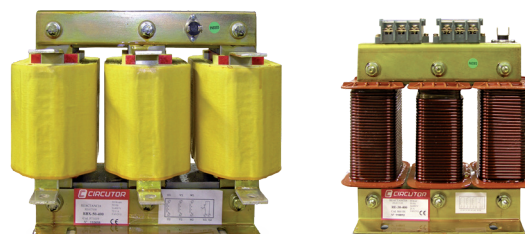
CIRCUTOR, dispose de filtres pour éviter les problèmes causés par ces convertisseurs et obtenir que les installations où ils sont connectés puissent satisfaire aux normes **EN-60000-4-3**, **IEEE-519** et aux Directives de Compatibilité **89/336/EEC**, **92/31/EEC** et **93/68/EEC**.



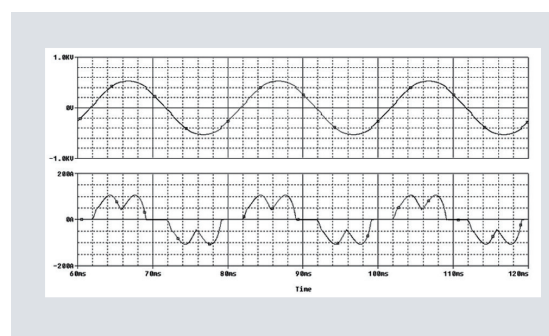
▫ Schéma de type de filtrage pour convertisseurs triphasés de puissance

Filtres LR: Réactances

- Les réactances de filtrage **LR** permettent de réduire les harmoniques de courant de tout convertisseur depuis des niveaux de 40% ou 50% à des valeurs autour de 20%. Elles réduisent le courant de court-circuit et elles augmentent la sécurité des semi-conducteurs du convertisseur.



▫ Sans réactance : THD = 45%

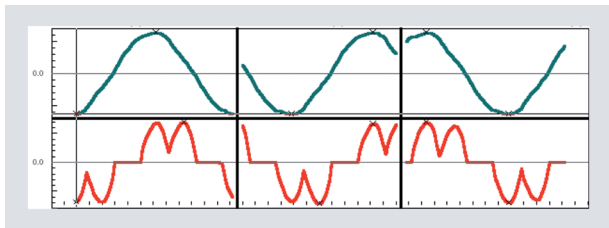


▫ Avec réactance : THD = 20%

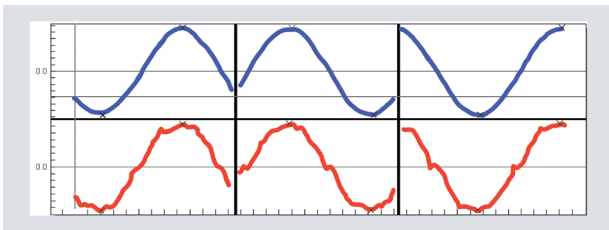
Filtres LCL et LCL-th

- Les filtres **LCL** sont des filtres individuels pour convertisseurs qui permettent de réduire le niveau des harmoniques produit par les convertisseurs sur le réseau. L'insertion de filtres **LCL** permet à l'installation avec des convertisseurs de satisfaire aux normes **EN-61000-4-3** et **IEEE-519**.

Les **LCL-th** ajoutent la capacité de déconnecter la branche parallèle du filtre dans le cas où le convertisseur fonctionnerait à vide. Idéal pour les ascenseurs.



□ Sans filtre : THD (I) = 35% ÷ 50%

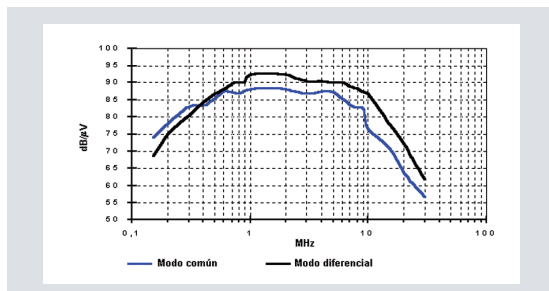


□ Avec filtre : THD (I) < 5%



Filtres EMI

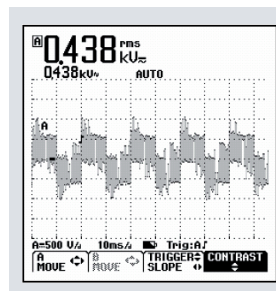
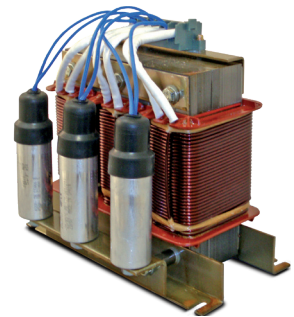
- Les filtres **EMI** sont utilisés pour éliminer les perturbations à haute fréquence (150kHz-30MHz) et satisfaire aux Directives Européennes **89/336/EEC**, **92/31/EEC** et **93/68/EEC** en matière de Compatibilité Électromagnétique.



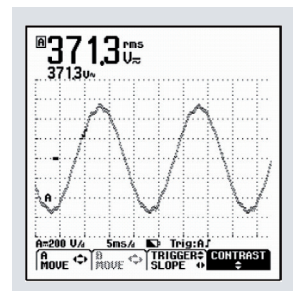
□ Pertes d'insertion d'un filtre **EMI** en mode commun et en mode différentiel

Filtres SINUS et du/dt

- Les filtres **SINUS** et les du/dt sont employés entre convertisseur et moteur sur des onduleurs avec sortie PWM pour améliorer la forme d'onde et éviter les surtensions.



□ Sans filtre **SINUS**



□ Avec filtre **SINUS**

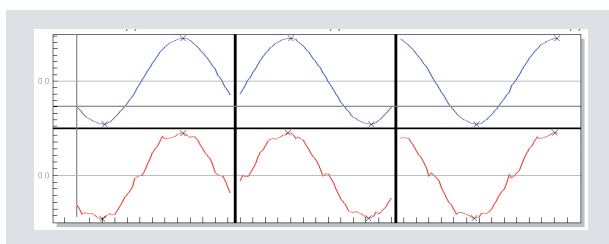
Compensation de la puissance réactive dans des installations avec des perturbations harmoniques

Les réseaux industriels ont habituellement besoin de compensation de l'énergie réactive. Dans le cas où le réseau alimenterait des charges non linéaires qui génèrent des harmoniques, il faut le prendre en compte pour la conception des équipements de réactive et combiner la compensation de $\cos \varphi$ au filtrage des harmoniques.

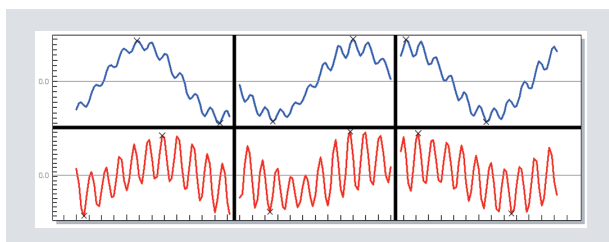
CIRCUTOR dispose d'une série d'équipements pour éviter les surcharges d'harmoniques et atténuer ses effets sur le réseau, en particulier pour éviter le phénomène de résonnance, qui peut occasionner de graves dommages dans l'installation.

Filtres FR et FRE

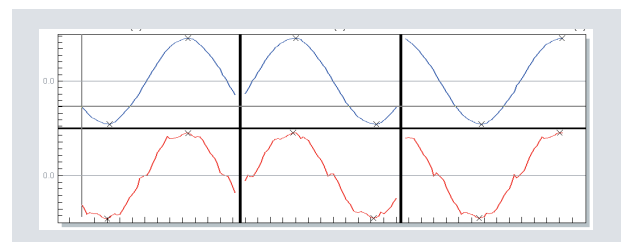
- Les filtres **FR** et **FRE** sont des équipements de compensation de réactive qui intègrent des filtres pour éviter la résonance et les surcharges sur les condensateurs et les transformateurs dues aux harmoniques. Ces équipements obtiennent une diminution du THD (V) sur le réseau entre 1 et 3 points de pourcentage, en fonction de l'impédance du réseau. En particulier les **FRE** utilisent le système de compensation statique « real time » et ils sont appropriés pour les installations avec des fluctuations rapides de charge.



▫ Sans compensation de réactive, THD(V)= 5%



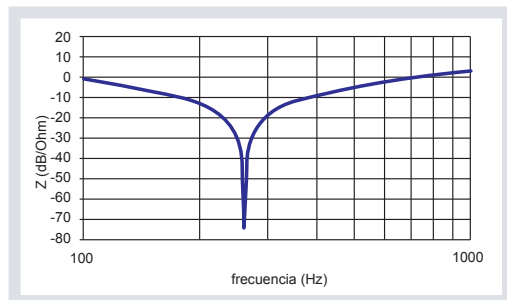
▫ Avec compensation de réactive sans filtre, THD(V)= 12%



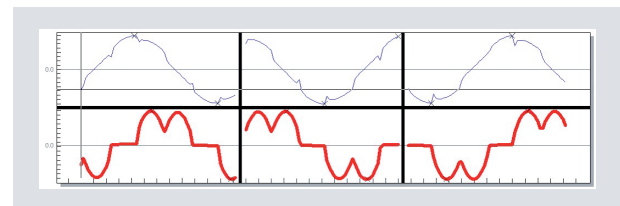
▫ Avec compensation de réactive avec filtres, THD(V)= 3,5%

Filtres FAR-Q, FARE-Q

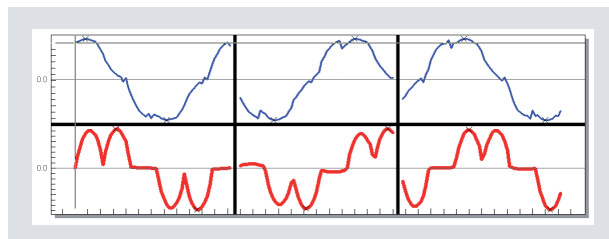
- Les filtres **FAR-Q** et **FARE-Q** sont des équipements pour la compensation de réactive qui intègrent des filtres d'absorption du 5^{ème} harmonique, avec lequel ils obtiennent une importante diminution du THD(I) sur le réseau. Les **FAR-Q** et **FARE-Q** peuvent absorber jusqu'à 5, 3 A du 5^{ème} harmonique + 2,65A du 7^{ème} pour tous les 10kvar. Ce qui permet de diminuer le THD(V) sur le réseau entre 3 et 6 points en pourcentage, en fonction de l'impédance du réseau. En particulier, les **FARE-Q** utilisent le système de compensation statique « real time » et ils sont appropriés pour des installations avec des fluctuations rapides de charge.



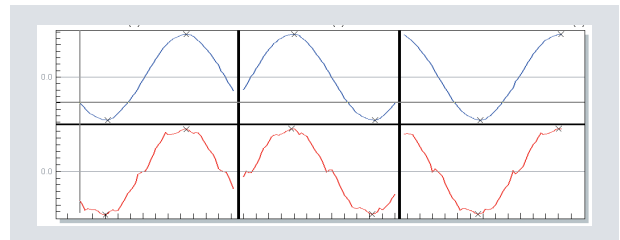
▫ Principe de fonctionnement



▫ Sans compensation de facteur de puissance, THD(V)= 12%



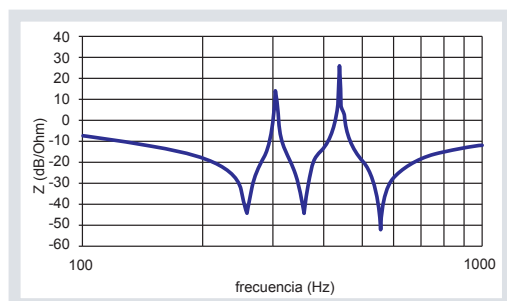
▫ Avec compensation de facteur de puissance sans filtre, THD(V)= 15%



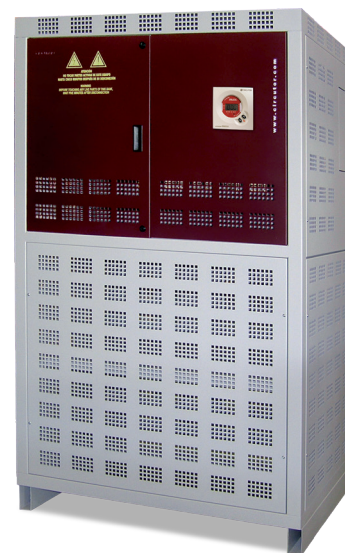
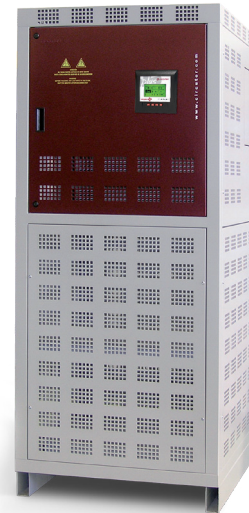
▫ Avec compensation de facteur de puissance avec filtre, THD(V)= 3,5%

Filtres FAR-H

- Les filtres **FAR-H** sont des équipements de filtrage d'harmoniques, basés sur le filtrage individuel. Ils peuvent être configurés avec des branches pour le 5^{ème}, 7^{ème}, 11^{ème} et 13^{ème}. Ils sont essentiellement réglés en fonction du courant et du THD de la charge.

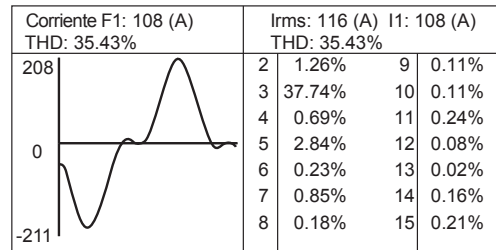


▫ Réponse en fréquence d'un filtre du 5^{ème}, 7^{ème} et 11^{ème} harmonique



Filtres de blocage pour filtrer le 3^{ème} harmonique

Les charges monophasées telles que les ordinateurs, chargeurs de batteries, SAI monophasés, lampes de décharge, etc., génèrent une grande quantité de troisième harmonique. Lorsque ces charges sont connectées entre phase et neutre, ceci génère de forts courants sur le conducteur neutre à la fréquence du 3^{ème} harmonique et de ses multiples. **CIRCUTOR** dispose de différentes solutions pour ce problème.

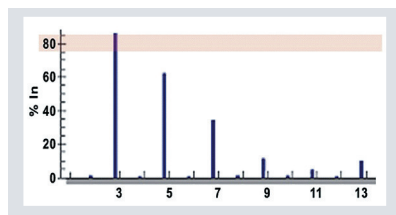


▫ Forme d'onde typique des charges monophasées non linéaires

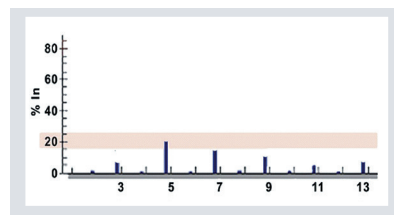
Filtres FB3 et FB3T

- Les filtres **FB3** sont des filtres de blocage d'harmoniques, préparés pour brancher directement les récepteurs. Leur fonction principale est de réduire le 3^{ème} harmonique, mais ils fournissent également une réduction significative des 5^{ème} et 7^{ème} harmoniques et autres présents dans les installations domestiques et de bureaux.

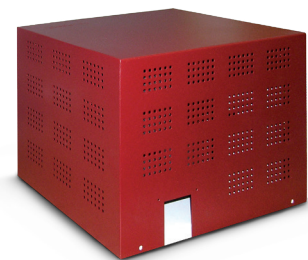
Les filtres **FB3T** sont des filtres de blocage d'harmoniques multiples de 3. Le filtre est inséré dans le neutre et fournit en outre une réduction significative des 5^{ème} et 7^{ème} harmoniques et autres présents dans les installations industrielles.



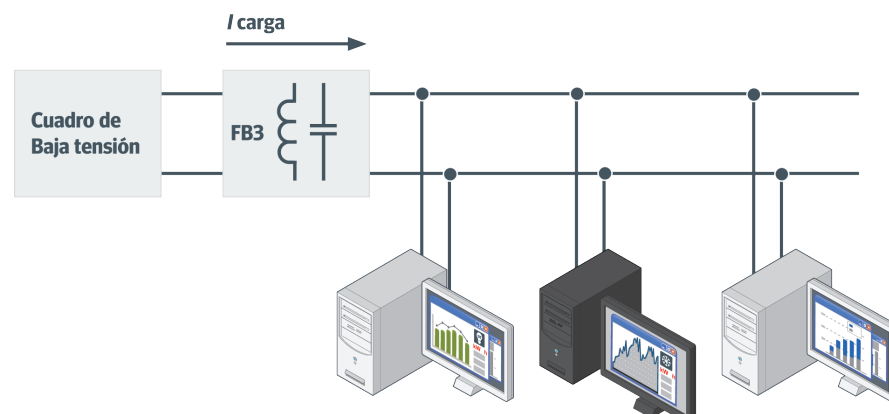
▫ Spectre d'harmoniques sans filtre



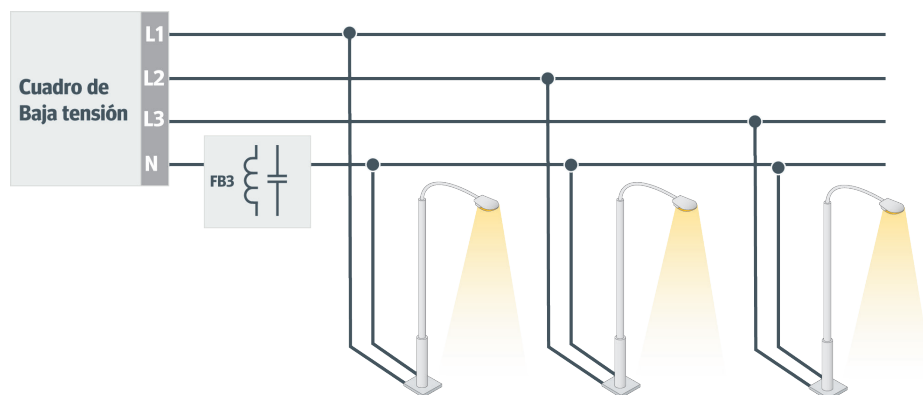
▫ Spectre d'harmoniques avec filtre



▫ Schéma d'application FB3



▫ Schéma d'application FB3T



Transformateur d'isolement avec filtre : TSA

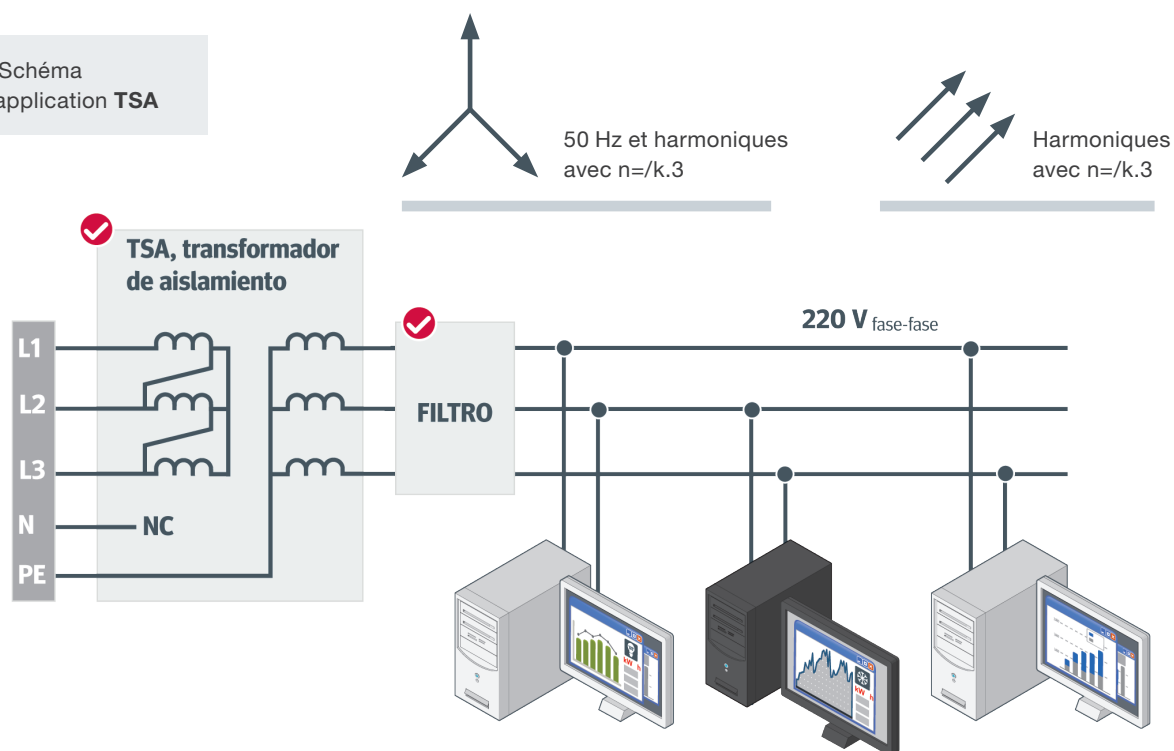
- Le **TSA** est un équipement consistant dans un transformateur séparateur combiné à un filtre d'absorption du 5^{ème} harmonique.
- Élimination de la possibilité de retour du 3^{ème} harmonique par le conducteur de neutre.

Ses prestations sont :

- Élimination du 3^{ème} harmonique
- Isolement galvanique des charges monophasées (séparation des terres)
- Équilibrage des charges



▫ Schéma d'application TSA



QNA 500

Analyseur de qualité d'alimentation modulaire

Connaissez en permanence l'état de votre réseau électrique au niveau des harmoniques et des perturbations, et la qualité de votre alimentation

Nous vous aidons à réduire les coûts pour cause de défaillances et de pannes et à augmenter votre productivité.

QNA 500 est conçu pour superviser l'installation électrique et les problèmes relatifs à la qualité de la distribution électrique, dans l'objet de contrôler les processus productifs et de gérer les incidences.

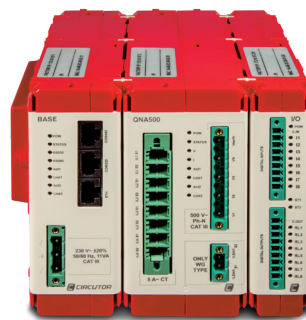
Principales prestations

- ▢ Supervision de l'installation
- ▢ Surveillance du niveau des harmoniques et PF
- ▢ Maintenance préventive et prédictive
- ▢ Alarmes :
 - Envoi d'e-mails
 - Avis par relais (par exemple : Signaux lumineux)
- ▢ Enregistrement de perturbations / transitoires
- ▢ Monitoring à distance depuis les dispositifs mobiles
- ▢ Connexion on-line avec des dispositifs mobiles (android, iOS, Blackberry® OS)
- ▢ Plus de 500 paramètres électriques



Plus de 500 paramètres

- ▢ Mesures de tension et courant
- ▢ Puissance active et réactive
- ▢ Demande maximale
- ▢ Énergie (4 quadrants)
- ▢ THD et harmoniques
- ▢ Inter-harmoniques
- ▢ Flicker
- ▢ Déséquilibre
- ▢ Événements et transitoires



BASE

Module de base. Switch des modules connectés.

+

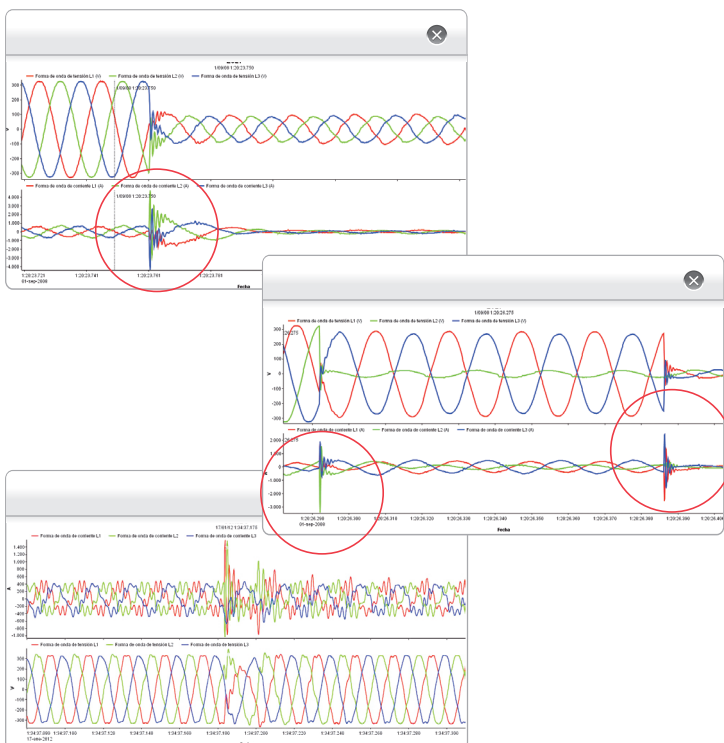
QNA 500

Analyseur de qualité de distribution

+

8iO

Contrôle des charges et des alarmes



Capture de transitoires

- ▢ 512 échantillons / cycle par canal simultanément
- ▢ Enregistrement des perturbations en tension et courant
- ▢ Conditions de capture configurable, (pré-post trigger)
- ▢ Détection de crêtes de courant qui pourrait affecter

Capture de forme d'onde en tension et courant

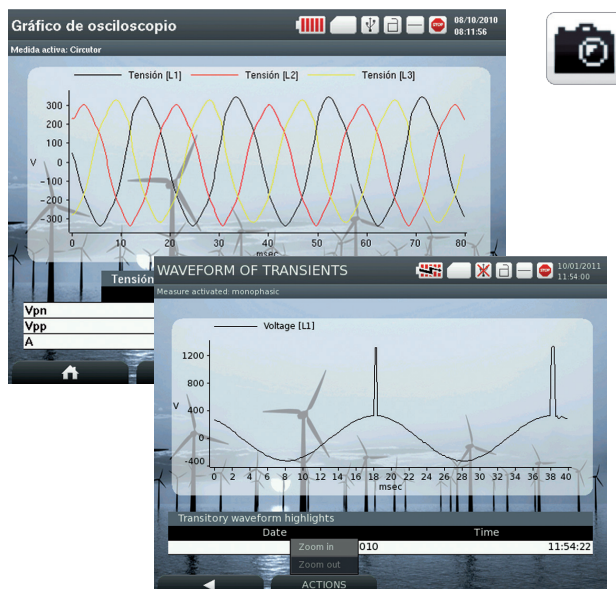
- ▢ Détection de transitoires (tension et courant) (>39 μ s)
- ▢ Analyse de « resets » sur machines et commutations rapides du réseau
- ▢ Échantillonnage à 512 échantillons / cycle, simultanément par canal
- ▢ Enregistrement de 60 cycles continus par événement
- ▢ Analyse selon courbe CBEMA / ITIC.
Détece si les équipements électroniques peuvent avoir été touchés.

AR6

Analyseur portable de réseaux électriques triphasés et monophasés

Analysez en détail et en profondeur tout point de votre réseau électrique

- Analyseur de réseaux portable pour réseaux électriques triphasés et monophasés avec la mesure simultanée de courant de fuites, qualité d'alimentation et enregistrement de transitoires.
- **AR6 est le meilleur outil pour l'étude et l'analyse des problèmes qu'il pourrait y avoir sur un réseau électrique, qu'il s'agisse d'installations monophasées, biphasées ou triphasées.**
- Il permet l'enregistrement des paramètres électriques les plus communs et de ceux spécifiques relatifs à la qualité de l'alimentation comme sursensions, creux, coupures ou transitoires.
- Grâce aux écrans graphiques d'harmoniques, phaseurs et formes d'onde, il est possible d'analyser l'état de l'installation simplement en le connectant.
- Mesure des principaux paramètres électriques.
- Mesure en véritable valeur efficace (TRMS)



Capture de transitoires

- Il est possible de configurer et d'activer le menu de détection et l'enregistrement des événements de qualité comme sursensions, creux, coupures et transitoires.
- Les événements enregistrés sont montrés sur un tableau sur lequel est jointe toute l'information relative à chacun des événements. L'utilisateur peut naviguer sur le tableau au moyen des curseurs et accéder à la forme d'onde de l'événement sélectionné.



Graphique d'harmoniques

- L'écran des harmoniques montre l'information de la valeur d'amplitude de chacun des harmoniques. L'utilisateur peut se déplacer pour sélectionner l'harmonique souhaité pour visualiser sur le tableau inférieur les valeurs les plus importantes de cet harmonique.

Formes d'onde

- Avec la visualisation des formes d'onde, il est possible de détecter tout défaut dans la forme d'onde des signaux mesurés.
- En outre, il permet de pauser l'image et de réaliser des augmentations afin d'obtenir une plus grande définition de l'image à tout moment.

Fonction Photo

- L'analyseur est capable de capturer les formes d'onde des 9 canaux mesurés conjointement aux valeurs instantanées des variables électriques les plus significatives, raison pour laquelle chacune des photos fournit une information ponctuelle et détaillée de l'état de l'installation.
- La capture des photos peut être réalisée sous forme manuelle avec la fonction PHOTO qui se trouve sur tous les écrans d'affichage ou sous forme automatique, en programmant des conditions ponctuelles de comparaison avec des valeurs électriques pour la capture de photo.

Application

- Avec l'**AR6**, on peut réaliser une étude complète d'une installation électrique. Il est possible de réaliser une analyse des consommations, des courbes de charge, des perturbations de tension de l'installation, visualisation des formes d'onde, étude d'harmoniques ou mesure de flicker entre autres options.

Solutions de filtrage pour l'amélioration de l'efficacité énergétique

+ information : comunicacion@circutor.com

fr.circutor.com

Conçu par : Dép. Communication et Image - CIRCUTOR, SA



CIRCUTOR, SA - Vial Sant Jordi, s/n
08232 Viladecavalls (Barcelone) Espagne
Tél. : (+34) 93 745 29 00 - Fax : (+34) 93 745 29 14
central@circutor.es

