

La CEM et les variateurs de fréquence

Patrick Bertholet / Yann Scheerer

Control Techniques SA

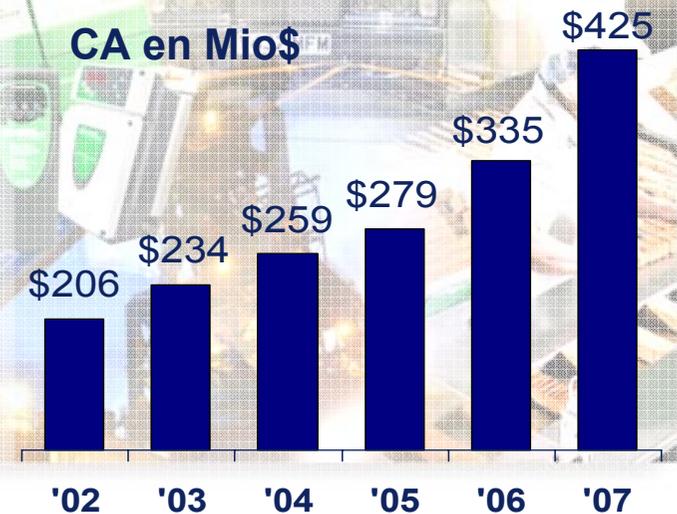


Agenda

- **Control Techniques SA**
- **Domaines d'application et fonctionnement d'un variateur de fréquence**
- **Le variateur de fréquence: source de perturbations**
- **Installation du variateur de fréquence**

Control Techniques

- **Siège principal au Pays de Galles, UK**
- **Fondé en 1973**
- **Dans le groupe Emerson depuis 1996**
- **Personnel : 1'750 collaborateurs**
- **Croissance de 2002 à 2007:**
 - **Chiffre d'affaire x 2.1**
(+15% par année)
 - **Production de drives AC x 3.3**
(+27% par année)
- **La production actuelle:**
420'000 appareils par année



Les produits Control Techniques

Digitax ST

Entraînement servo

1.1 – 8 A

200 & 400 Volts



Commander SK

Variateur de fréquence pour
moteurs asynchrones

0.25 – 132kW

100, 200, 400, 575 & 690 Volts



Unidrive SP

Variateur de fréquence universel
pour moteurs asynchrones et servo

0.37kW – 1.9MW

200, 400, 575 & 690 Volts




EMERSON
Industrial Automation

Domaines d'application des variateurs de fréquence

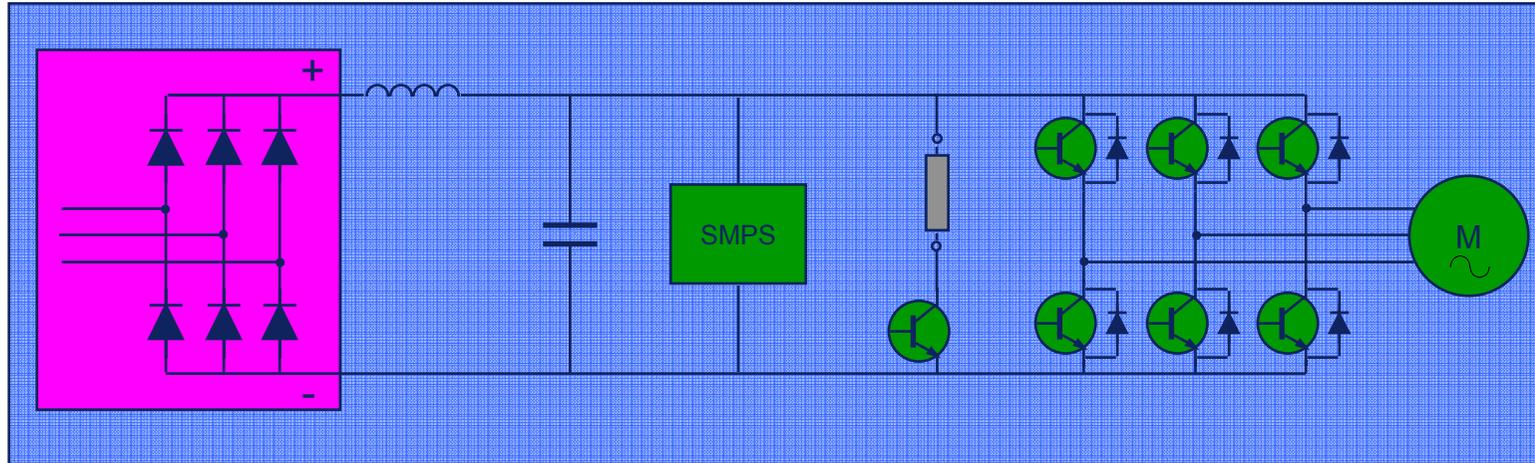
- **Qu'est-ce qu'un variateur de fréquence ?**

- Élément central dans la technique d'entraînement pour moteurs électriques réglés en vitesse, couple ou position
- Utilisation dans l'industrie, la construction de machines, le bâtiment, l'électroménager... En fait partout où un moteur électrique est utilisé.



Fonctionnement du variateur de fréquence

- Les composants d'un variateur de fréquence

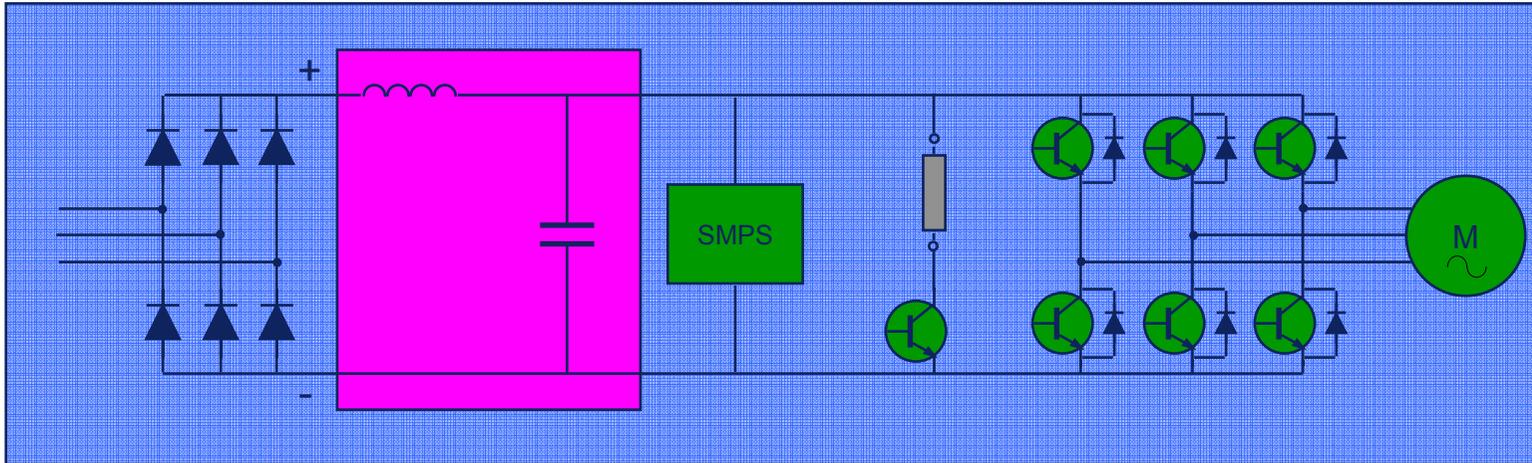


PONT REDRESSEUR D'ENTRÉE

- Pont redresseur d'entrée mono- ou triphasé
- Le pont redresseur d'entrée est utilisé pour redresser la tension analogique présente à l'entrée

Fonctionnement du variateur de fréquence

- Les composants d'un variateur de fréquence

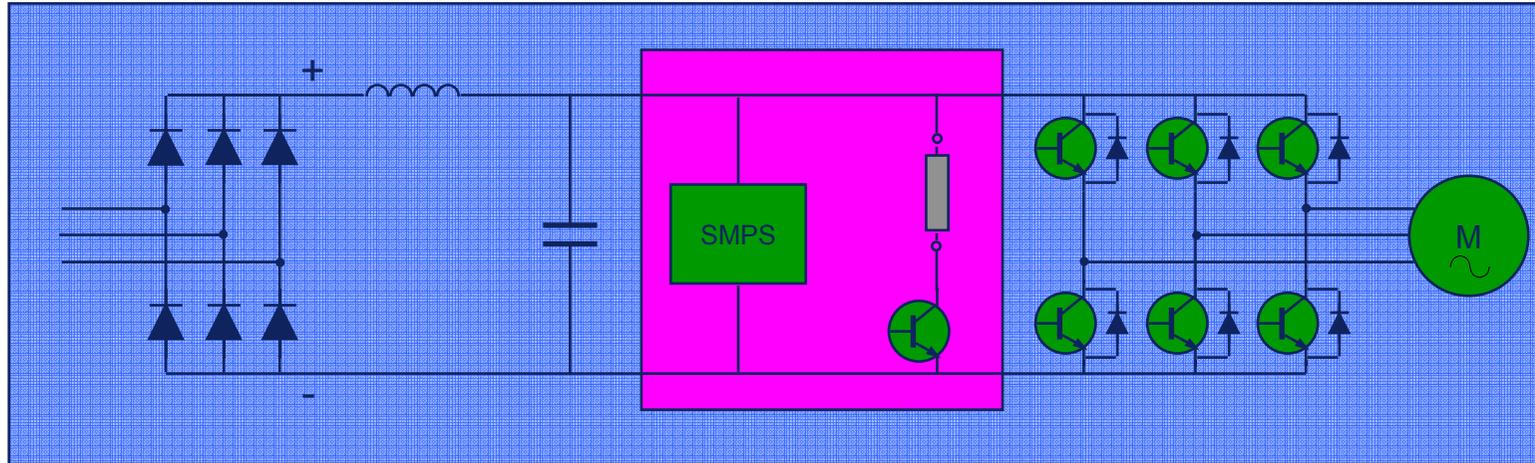


TENSION DU BUS DC

- La bobine et le condensateur lissent la tension du bus DC redressée et agissent en tant que accumulateur d'énergie
- Tension DC = Tension d'entrée AC $\times \sqrt{2} = 400V \times \sqrt{2} = 565V$

Fonctionnement du variateur de fréquence

- Les composants d'un variateur de fréquence



SMPS – ALIMENTATION INTERNE

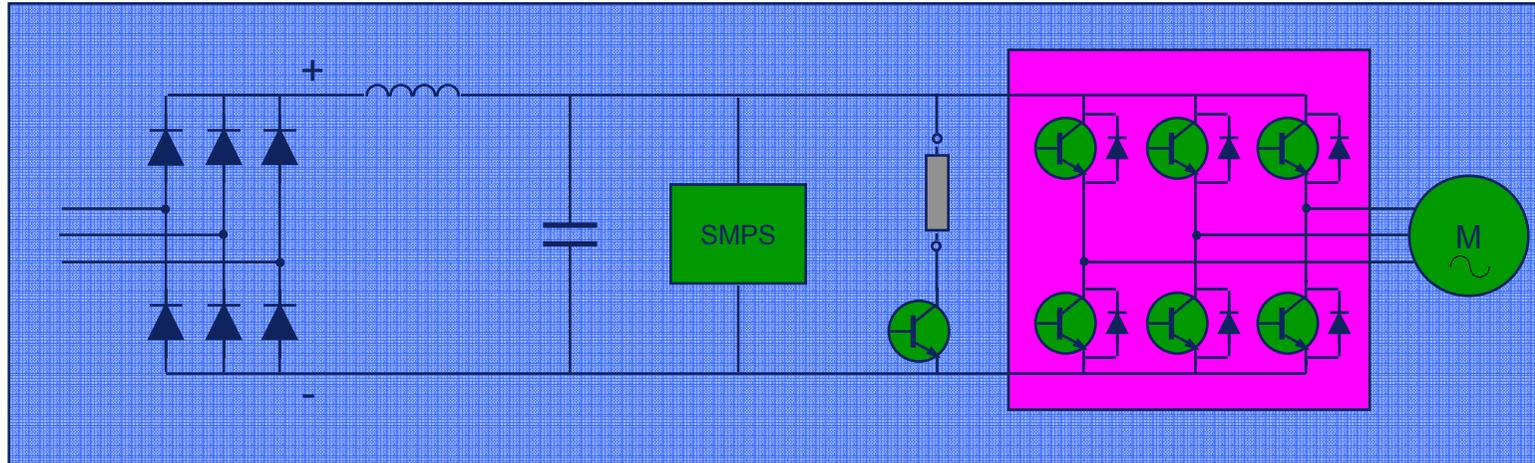
- L'alimentation à découpage génère toutes les tensions internes nécessaires à l'alimentation du processeur, du codeur, des E/S, etc.

TRANSISTOR DE FREINAGE

- Transistor pour la commutation de la résistance de freinage externe

Fonctionnement du variateur de fréquence

- Les composants d'un variateur de fréquence



ETAGE DE SORTIE

- Utilisation d'IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) en tant qu'élément commutateur très rapide
- Pertes dues à la haute fréquence de commutation = échauffement

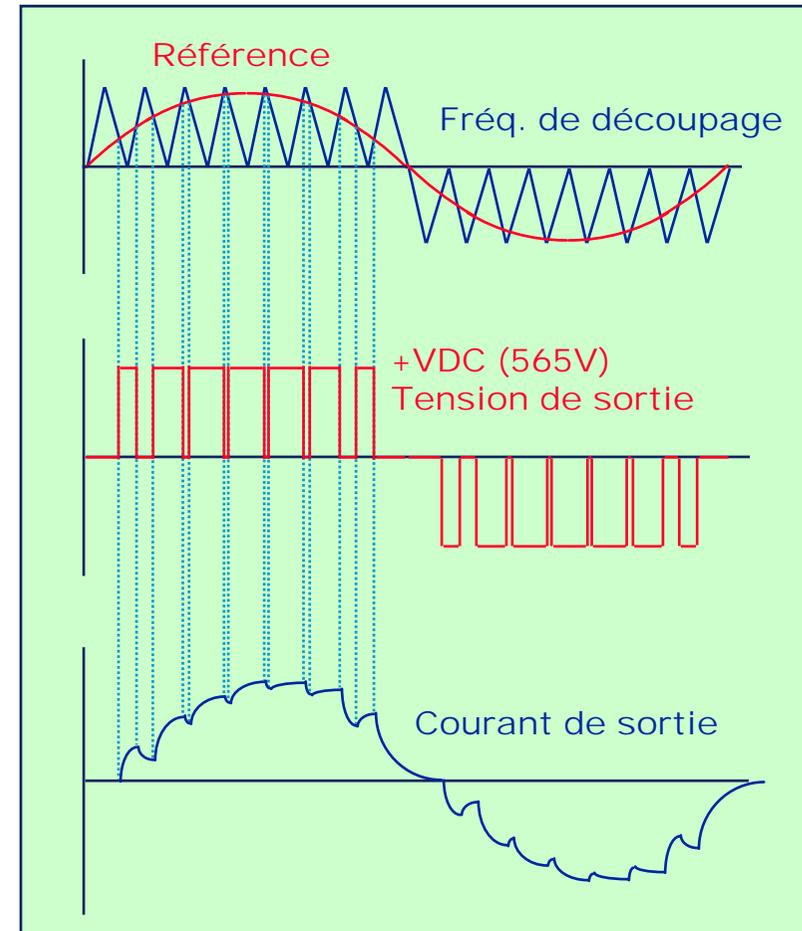
Fonctionnement du variateur de fréquence

• Commutation des IGBT

MODULATION DE LARGEUR
D'IMPULSION

(Pulse Width Modulation = PWM)

- La tension du bus DC est hachée par les IGBT en impulsions de différentes largeurs
- La fréquence de commutation est sélectionnable
- Hauteur d'impulsion = tension bus DC
- La tension de sortie est définie avec la largeur des impulsions
- Grâce à l'inductance du Moteur, un courant sinusoïdal est créé



Le variateur de fréquence: source de perturbations

- **Origine des perturbations**

Les perturbations d'un variateur de fréquence proviennent du:

- **Pont redresseur d'entrée**

- > Perturbations du réseau provenant des harmoniques
- > Courants de démarrage et courants de pointe

- **Bus DC / transistor de freinage**

- > Perturbations haute fréquence dues à la commutation du transistor de freinage (du/dt élevés)

- **Étage de sortie**

- > Perturbations haute fréquence dues à la commutation des IGBT (du/dt élevés)
- > Courant de terre parasites
- > Bruits acoustiques dans les fréquences basses

Le variateur de fréquence: source de perturbations

- **Propagation des perturbations**

La propagation des perturbations électromagnétiques se fait des manières suivantes:

- **Couplage galvanique**

- > Conducteurs reliés > Issues de connexions communes entre phases ou terre

- **Couplage inductif**

- > Conducteurs non reliés > Issues de boucles de câbles

- **Couplage capacitif**

- > Conducteurs non reliés > Issues de câbles cheminant en parallèle

Le variateur de fréquence: source de perturbations

- **Conséquences des perturbations**

Les perturbations du variateur de fréquence peuvent avoir les conséquences suivantes:

- **Environnement**

- > Influences sur les signaux sensibles par des perturbations via les conducteurs reliés et non reliés

- **Préjudices sur l'alimentation**

- > Harmoniques

- > Courants de démarrage et courants de pointe

- **Préjudices sur le moteur**

- > Pertes par courant de Foucault / Echauffement

- > Isolation défectueuse sur les moteurs anciens

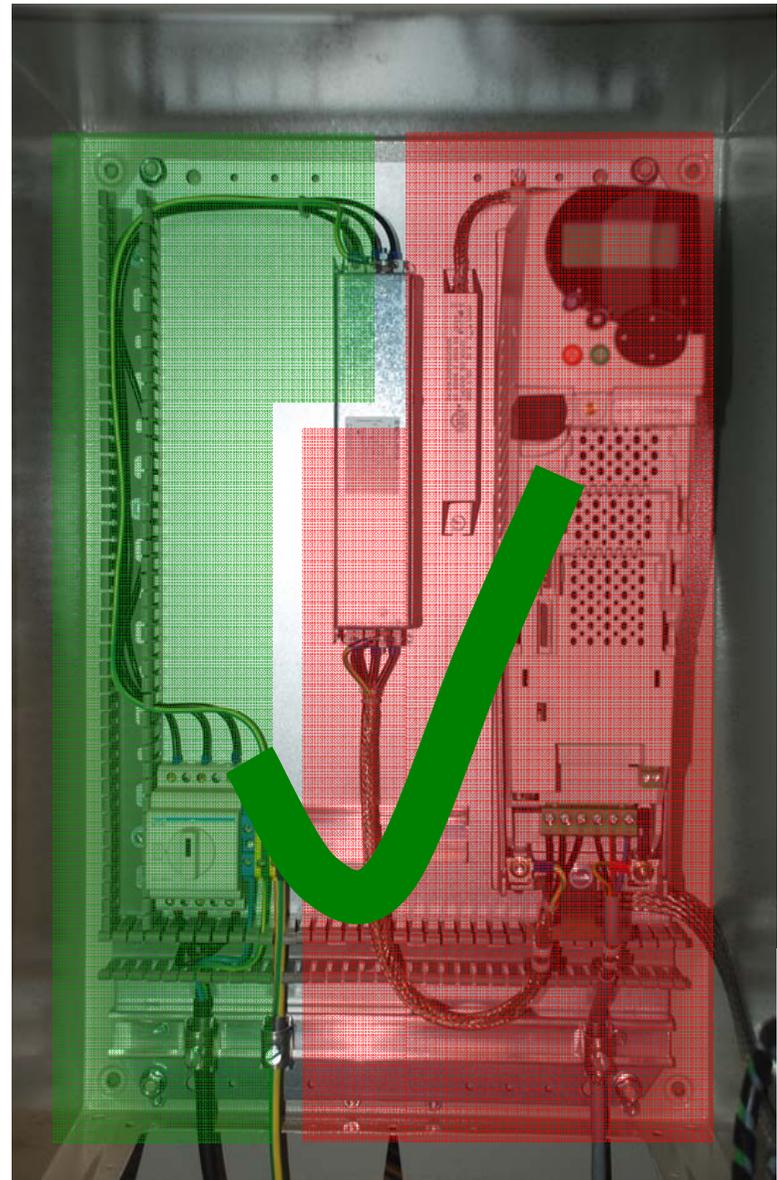
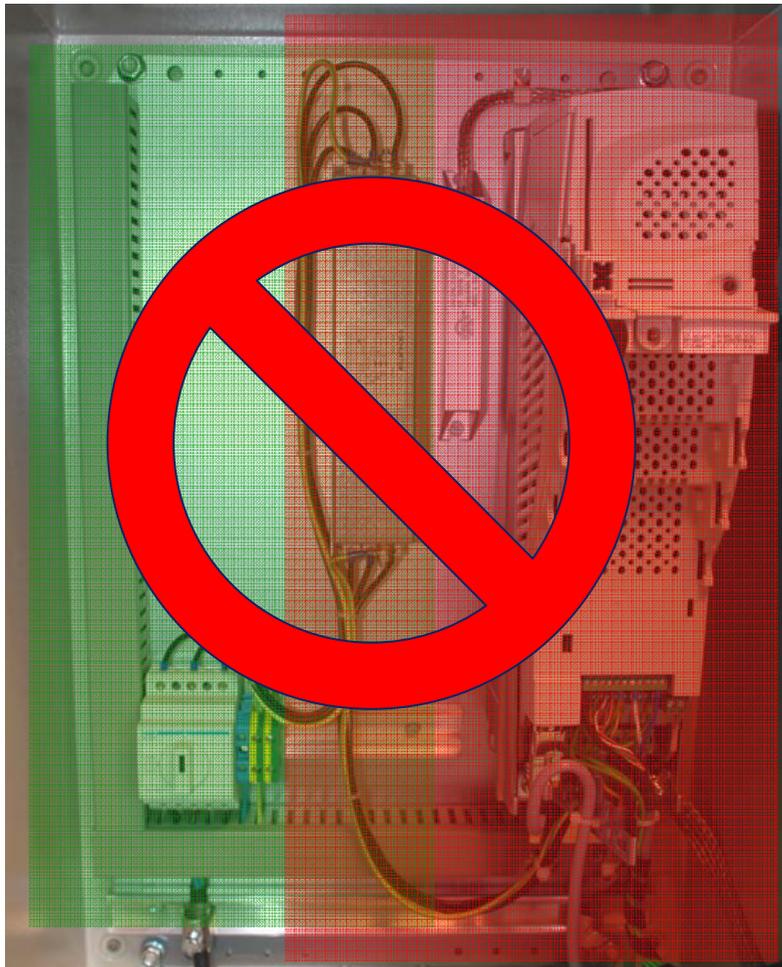
- > Courants de terre parasites

Installation du variateur de fréquence

- **Mesures de réduction des effets des perturbations grâce à un concept de mise à la terre et de CEM adapté**
 - Construction et layout avec séparation des câbles signaux et puissance
 - Câbles d'entrée et de sortie du filtre séparés
 - Eviter des longueurs de câbles de réserve (boucles)
 - Éviter au maximum les croisements de câbles à 90°
 - Rail de terre centralisé / équipotentiel
 - Grande surface de mise à la masse / éviter les plaques de fond laquées
 - Câble blindé moteur et résistance de freinage > connexion du blindage avec grande surface de contact et des deux côtés > blindage directement du variateur au moteur (pas d'interruption)
 - Skin-Effekt > Mise à terre par conducteur ou tresse de cuivre

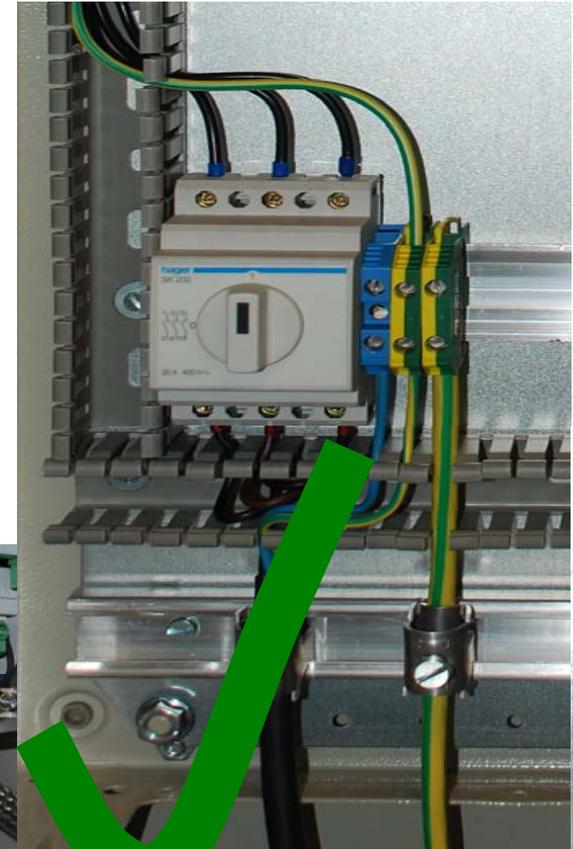
Installation du variateur de fréquence

- Séparation des éléments
- Séparer entrée / sortie filtre



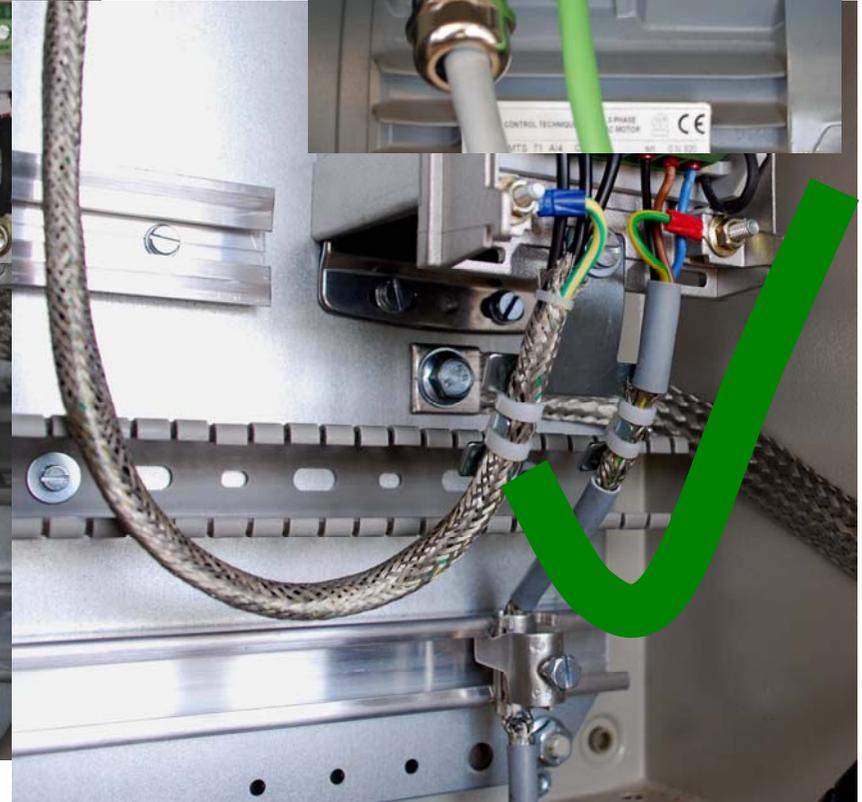
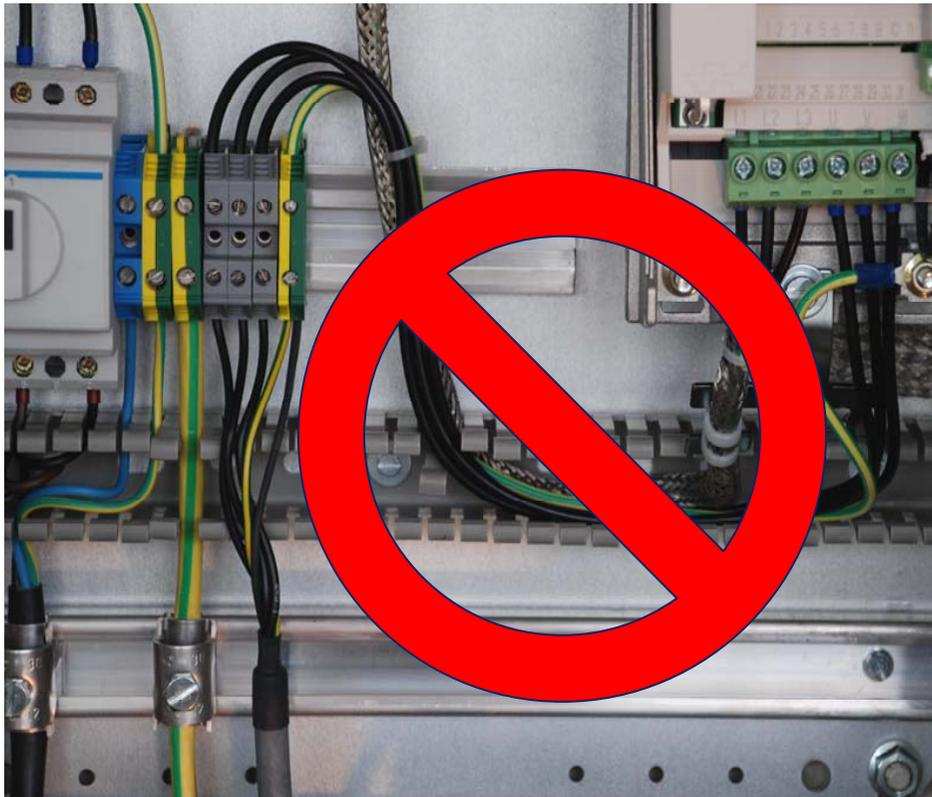
Installation du variateur de fréquence

- Éviter les plaques de fond laquées
- Grandes surfaces de mise à la terre
- Mise à la terre via tresse de cuivre



Installation du variateur de fréquence

- Câble moteur blindé direct → variateur
- Pas de « queues de cochon » (pigtaills)
- Blindage raccordé des deux côtés
- Presse-étoupe CEM



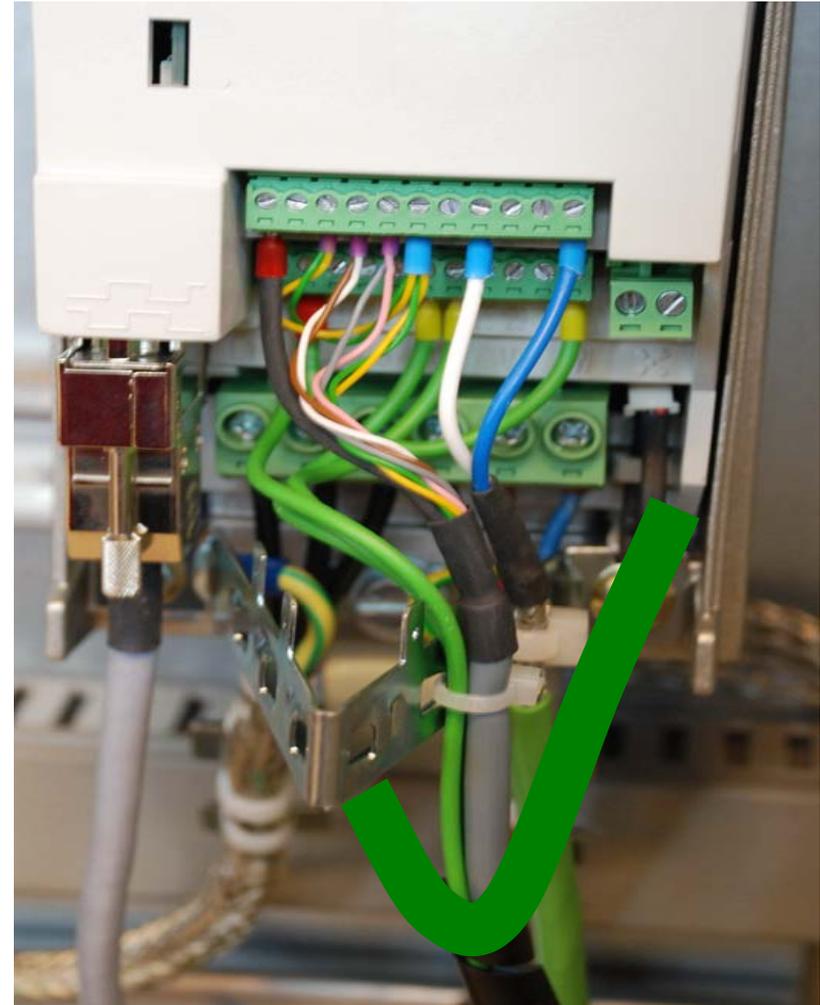
Installation du variateur de fréquence

- Câble blindé aussi pour la résistance de freinage
- Mise à terre du blindage par la plus grande surface possible



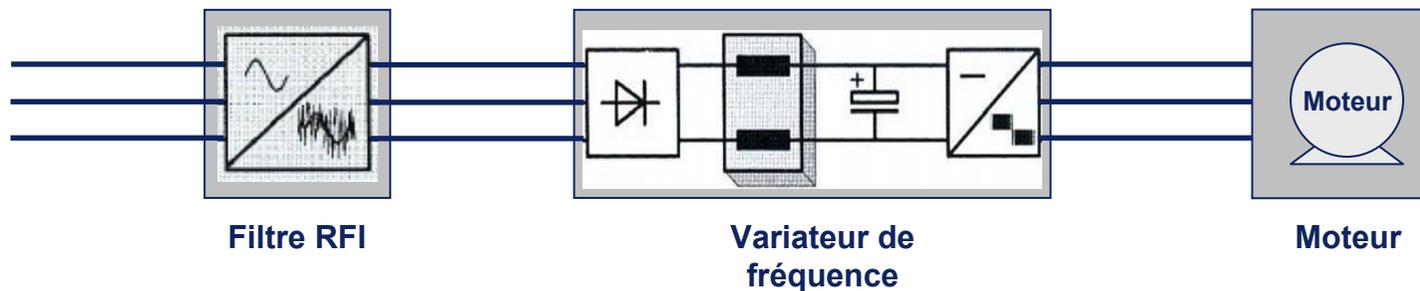
Installation du variateur de fréquence

- Signaux analogiques blindés > blindage sur le 0V
- Signale thermistance blindé > blindage sur la terre



Installation du variateur de fréquence

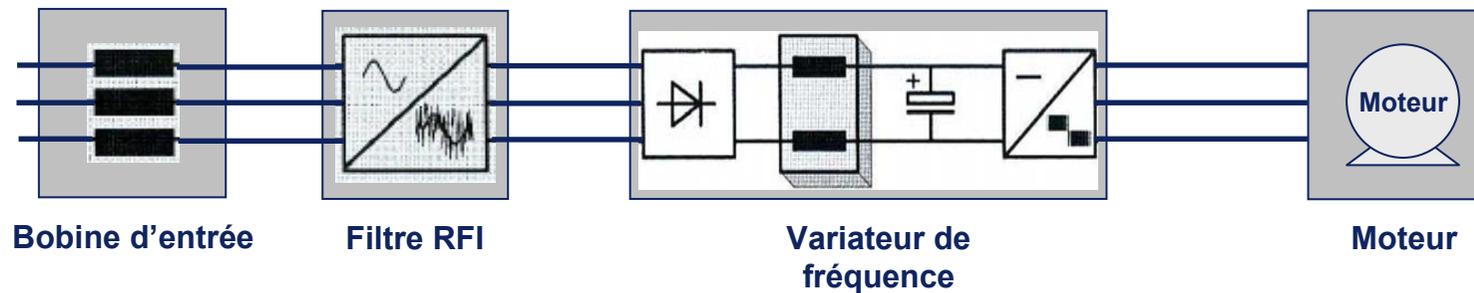
- Composants d'entrée et de sortie
 - Construction standard avec filtre d'entrée (RFI)



- Réduction des perturbations par le filtre d'entrée
- Le filtre d'entrée produit un courant de fuite à la terre (3 – 30mA) par les capacités entre phase(s) et terre

Installation du variateur de fréquence

- Composants d'entrée et de sortie
 - Bobine d'entrée supplémentaire

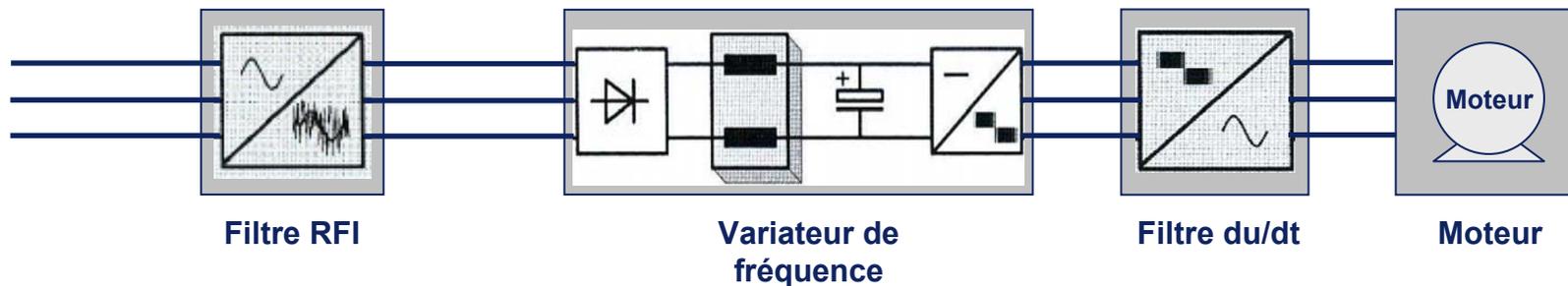


- Réduction des perturbations du réseau provenant des harmoniques

Installation du variateur de fréquence

- Composants d'entrée et de sortie

- Filtre du/dt supplémentaire

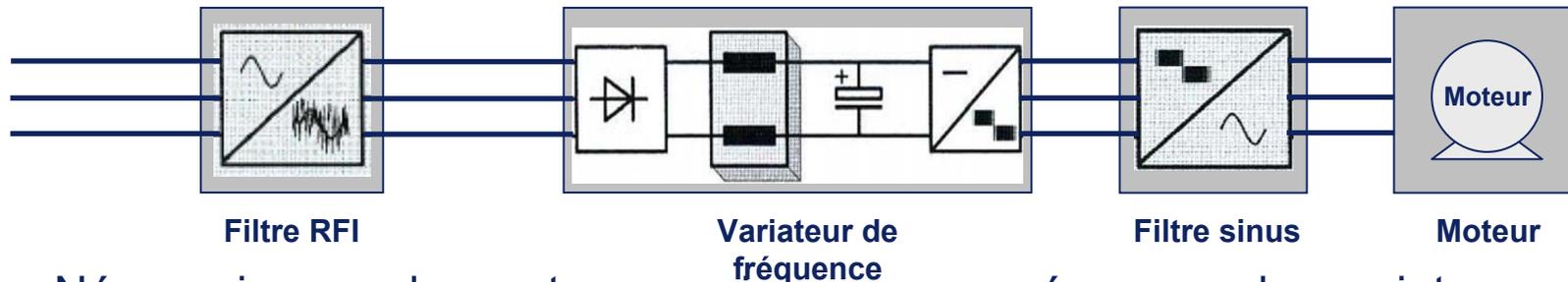


- Nécessaire pour les moteurs anciens ou non prévus pour les variateurs de fréquence
- Diminue les surtensions
- Réduction de l'influence des perturbations électromagnétiques
- Réduction des pertes du variateur pour longs câbles moteur

Installation du variateur de fréquence

- Composants d'entrée et de sortie

- Filtre Sinus supplémentaire

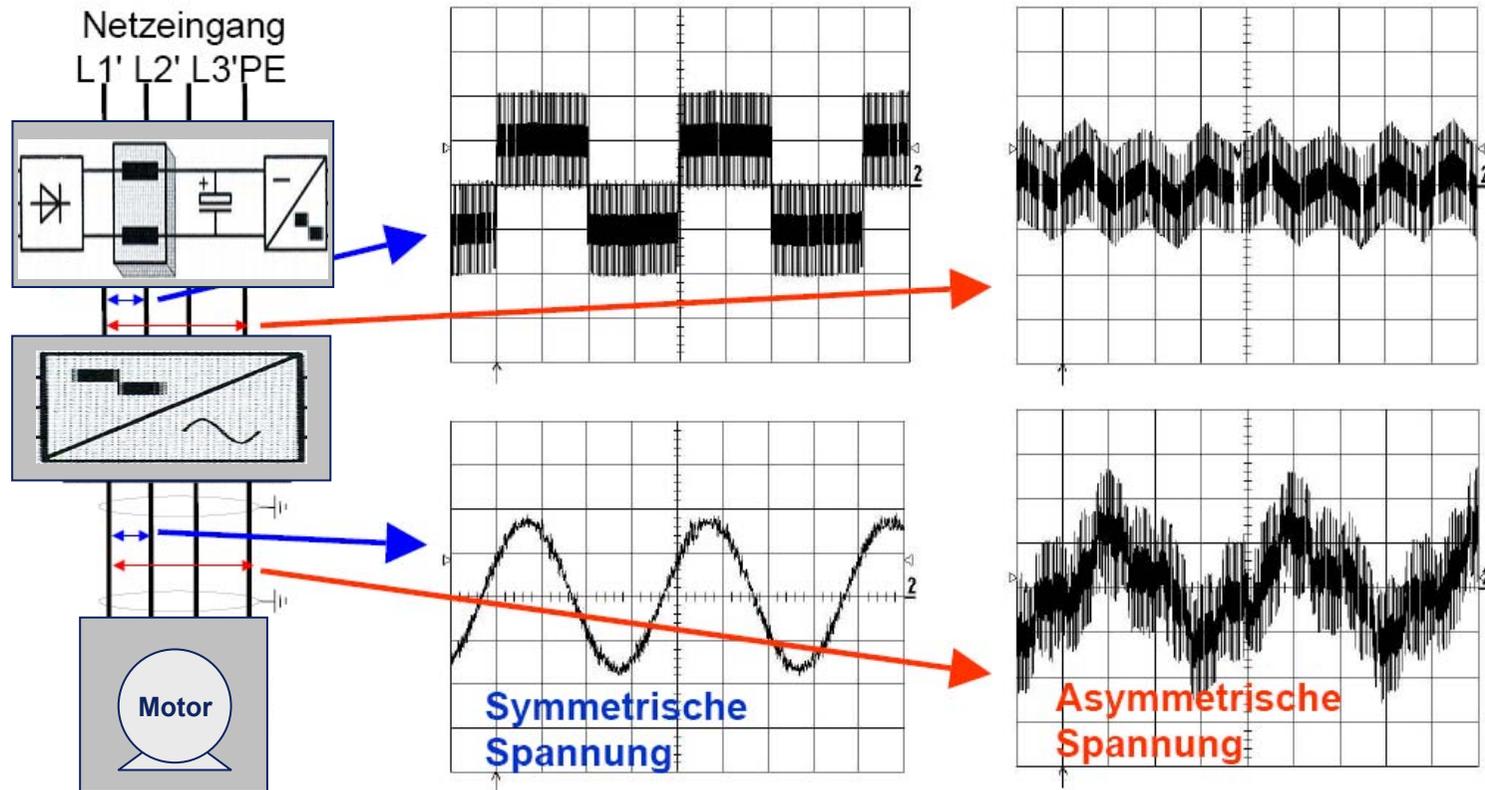


- Nécessaire pour les moteurs anciens ou non prévus pour les variateurs de fréquence
- Nécessaire pour câbles non blindés
- Diminue les surtensions
- Réduction de l'influence des perturbations électromagnétiques
- Réduction des pertes du variateur pour longs câbles moteur

Installation du variateur de fréquence

- Composants d'entrée et de sortie

- Effet du filtre sinus



Résumé

- **Lors de l'installation de variateurs de fréquence, tenez toujours compte des 3 points suivants**
 - **Mise à terre / équipotentiel**
 - **Blindage**
 - **Filtrage**

- **Mot de la fin**