



Gestion efficace de l'énergie des entraînements électriques

Livre blanc

fr
01/2023
ID 443320.00

Sommaire

Sommaire.....	2
1 Introduction.....	3
2 Options pour le fonctionnement en mode générateur.....	4
3 Concepts de solutions	5
3.1 Flux énergétique dans le système	5
3.2 Transmission à la résistance de freinage.....	6
3.3 Transmission aux récepteurs électriques	7
3.4 Réinjection à l'aide du module de réinjection.....	8
3.5 Stockage dans un condensateur.....	9
4 Évaluation des solutions.....	10
5 Principe de raccordement avec module de réinjection	11
6 Généralités.....	13
7 Maintenance.....	14
Glossaire	15

1 Introduction

Ce livre blanc traite de la gestion énergétique efficace et durable des entraînements électriques.

En mode de fonctionnement motorisé, les entraînements électriques tirent l'énergie électrique du réseau d'alimentation en tant que récepteurs électriques et la convertissent en énergie mécanique, p. ex. pour soulever une charge. En revanche, lors du freinage de mouvements mécaniques, les entraînements électriques agissent comme des générateurs. C'est ainsi que, lors de l'abaissement d'une charge p. ex., l'énergie mécanique est convertie en énergie électrique.

C'est pourquoi, dans la pratique, il convient de vérifier, en fonction de l'application, si un fonctionnement en mode générateur se produit. En cas de fonctionnement en mode générateur, l'énergie électrique produite doit être soit transmise, soit stockée afin d'éviter des dérangements dans l'installation.

Les applications caractéristiques utilisant un fonctionnement en mode générateur sont les suivantes :

- Bancs d'essai moteur
- Entrepôts à hauts rayonnages
- Systèmes de grue
- Enrouleurs
- Éoliennes
- Machines d'emballage

Différents concepts de solutions pour le fonctionnement en mode générateur sont comparés et évalués dans les chapitres suivants.

Exclusion de responsabilité

Ce livre blanc est un service gratuitement offert par STOBER. Il contient des informations non contraignantes sur la procédure de base. STOBER décline toute responsabilité quant au contenu et à l'actualité des exemples y figurant.

2 Options pour le fonctionnement en mode générateur

Il existe différentes options qui, seules ou combinées, peuvent résoudre le problème de l'énergie électrique excédentaire.

Transmission

L'énergie excédentaire peut être transmise à des récepteurs électriques ou réinjectée dans le réseau d'alimentation, p. ex. :

- Résistances de freinage
- Convertisseurs continu-continu
- Entraînements
- Modules de réinjection

Stockage

Les accumulateurs suivants conviennent comme accumulateurs d'énergie :

- Accumulateurs électriques, p. ex. condensateurs
- Accumulateurs électrochimiques, p. ex. batteries
- Accumulateurs mécaniques, p. ex. volants d'inertie

3 Concepts de solutions

Les chapitres suivants donnent d'abord un aperçu du flux énergétique possible à l'intérieur du système. S'ensuit la description d'une solution courante sur le marché dans laquelle l'énergie est transmise à une résistance de freinage. Viennent ensuite des concepts dans lesquels l'énergie est soit transmise à des récepteurs électriques, soit réinjectée dans le réseau d'alimentation, soit stockée.

Le tableau suivant propose un aperçu de la numérotation des différents composants utilisés dans les graphiques.

N°	Composant
1	Réseau d'alimentation (CA)
2	Redresseur (CA-CC)
3	Onduleur (CC-CA)
4	Moteur/générateur
5	Résistance de freinage
6	Accumulateur
7	Chopper de freinage
8	Module d'alimentation (redresseur avec chopper de freinage)
9	Module de réinjection (onduleur piloté par le réseau)

Tab. 1: Composants système possibles

3.1 Flux énergétique dans le système

Les convertisseurs de fréquence, onduleurs, redresseurs et convertisseurs continu-continu appartiennent au groupe des convertisseurs de courant. Ces convertisseurs de courant et les différentes possibilités de gestion de l'énergie électrique excédentaire donnent lieu à de nombreuses variantes de solutions pour le fonctionnement en mode générateur. Le graphique suivant en donne un aperçu.

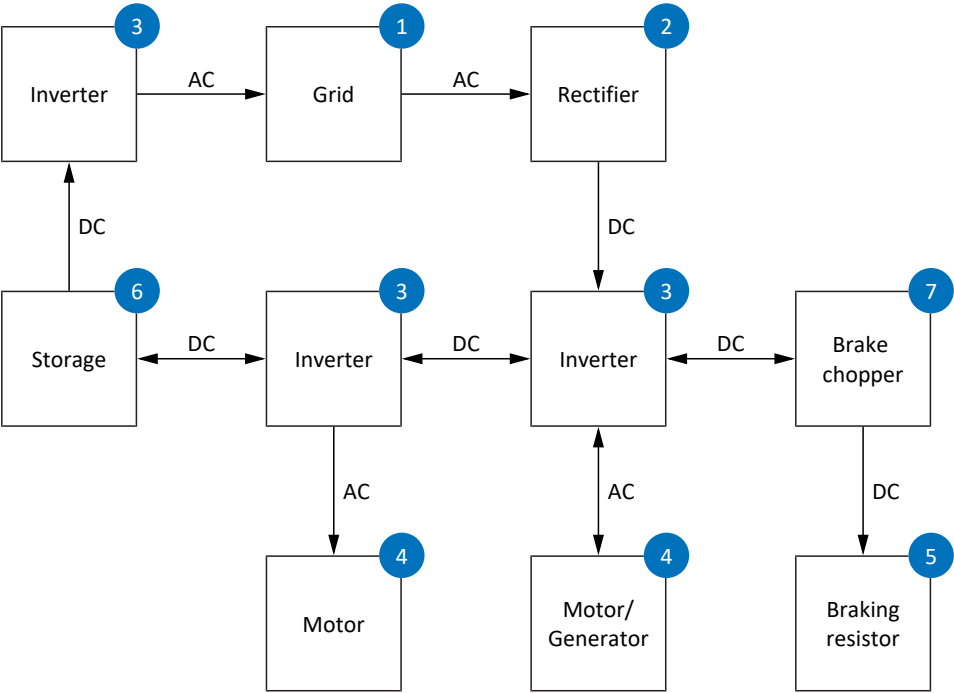


Fig. 1: Aperçu du flux énergétique dans le système

3.2 Transmission à la résistance de freinage

L'énergie de freinage lors du fonctionnement en mode générateur du moteur est convertie en énergie thermique à l'aide d'une résistance de freinage.

La conversion de l'énergie électrique en énergie thermique, p. ex. lors de l'arrêt d'une machine, représente une solution simple et économique largement répandue sur le marché. La commande de la résistance de freinage s'effectue via le module d'alimentation, un redresseur avec chopper de freinage intégré.

La quantité d'énergie convertie en chaleur dans la résistance de freinage dépend de l'application.

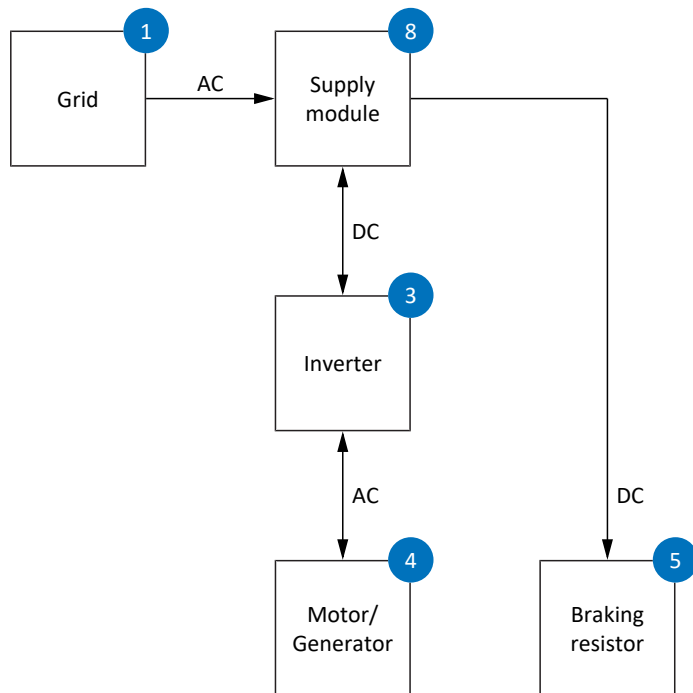


Fig. 2: Transmission à la résistance de freinage (solution standard)

3.3 Transmission aux récepteurs électriques

L'énergie de freinage lors du fonctionnement en mode générateur du moteur est fournie aux récepteurs électriques.

Cette solution offre un large éventail d'applications possibles. Des bancs d'essai moteur avec deux moteurs couplés mécaniquement et électriquement aux machines d'emballage avec de nombreux entraînements.

Les récepteurs électriques statiques dans le circuit intermédiaire, p. ex. les ventilateurs ou les convertisseurs continu-continu, représentent une charge de base et peuvent réduire considérablement la quantité d'énergie dans le circuit intermédiaire.

En règle générale, il est impossible de renoncer à une résistance de freinage. Pour des raisons économiques, le cas d'arrêt d'urgence est généralement résolu à l'aide d'une résistance de freinage.

L'énergie convertie en chaleur dans la résistance de freinage peut être réduite en fonction de l'application.

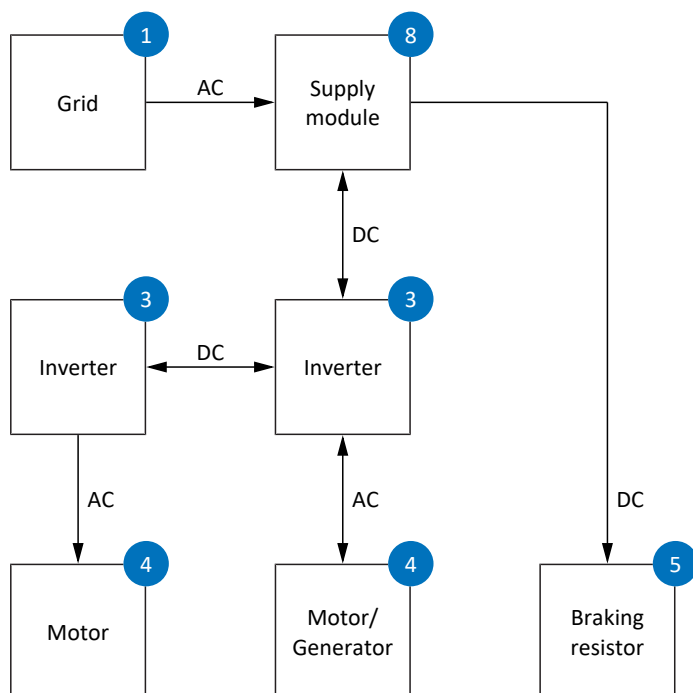


Fig. 3: Transmission aux récepteurs électriques

3.4 Réinjection à l'aide du module de réinjection

L'énergie de freinage lors du fonctionnement en mode générateur du moteur est réinjectée dans le réseau d'alimentation à l'aide d'un module de réinjection (onduleur piloté par le réseau).

Les modules de réinjection sont généralement utilisés lors du fonctionnement en mode générateur long et intensif, comme p. ex. dans les entrepôts à hauts rayonnages ou les grues.

En règle générale, il est impossible de se passer d'une résistance de freinage, car en cas de déconnexion du module de réinjection du réseau d'alimentation, une autre possibilité est nécessaire pour gérer l'énergie de freinage.

L'énergie convertie en chaleur dans la résistance de freinage peut être réduite en fonctionnement normal.

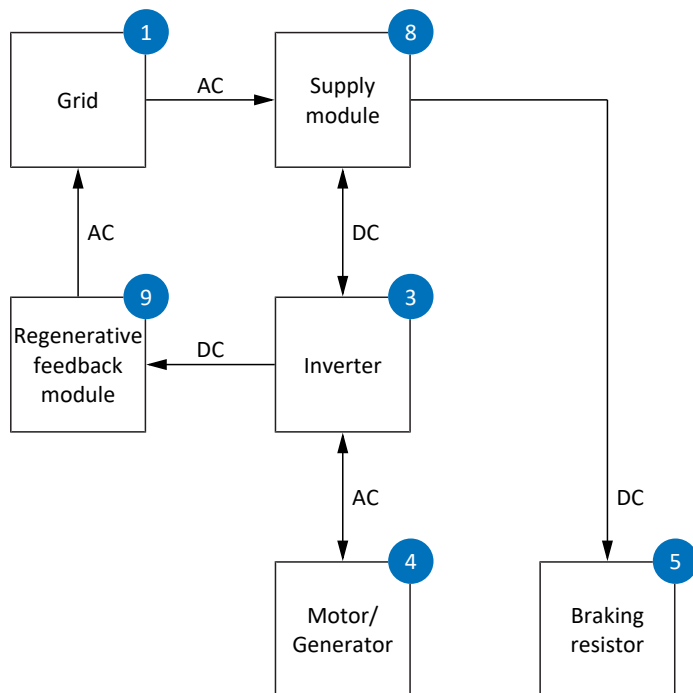


Fig. 4: Réinjection dans le réseau d'alimentation à l'aide d'un module de réinjection

3.5 Stockage dans un condensateur

L'énergie de freinage lors du fonctionnement en mode générateur du moteur est stockée dans un condensateur. Cette énergie est à nouveau disponible lors du prochain cycle d'accélération. Dans de rares cas, des batteries ou des accumulateurs mécaniques sont utilisés comme alternative aux condensateurs.

Cette solution est souvent utilisée pour les machines à cadence rapide avec plusieurs entraînements, p. ex. dans la technique d'emballage.

En règle générale, il est impossible de renoncer à une résistance de freinage dans les applications multiaxe, car la capacité de stockage du condensateur est limitée. Pour des raisons économiques, le cas d'arrêt d'urgence est généralement résolu à l'aide d'une résistance de freinage.

L'énergie convertie en chaleur dans la résistance de freinage peut être réduite en fonction de l'application.

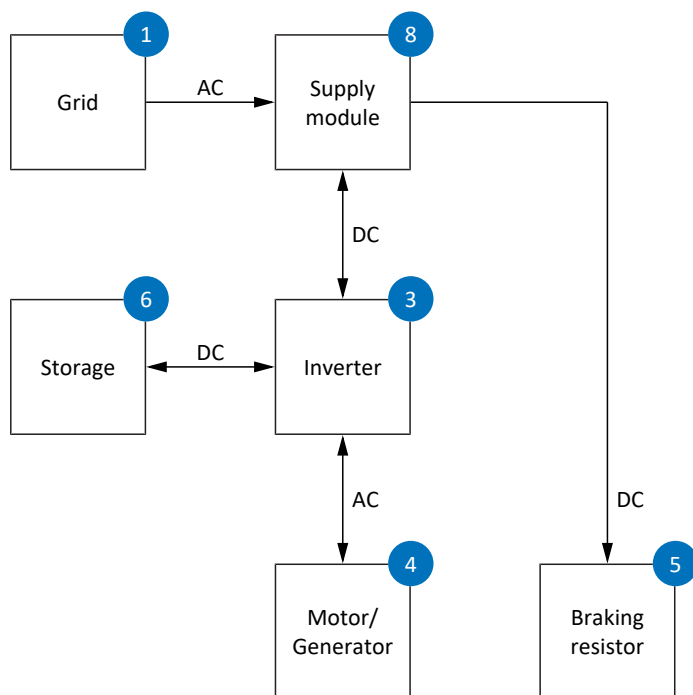


Fig. 5: Stockage dans un condensateur

4 Évaluation des solutions

Le tableau ci-dessous compare et évalue les différentes solutions pour le fonctionnement en mode générateur.

Solution	Avantages	Inconvénients
Transmission à la résistance de freinage	- Faibles coûts d'investissement - Utilisation facile - Faible encombrement - Bonne évolutivité - Bonne possibilité de mise à niveau - Grande diversité	- Coûts d'exploitation élevés - Dissipation de chaleur
Transmission aux récepteurs électriques	- Faibles coûts d'investissement - Utilisation facile - Faible encombrement - Bonne évolutivité - Faibles coûts d'exploitation	Mauvaise possibilité de mise à niveau
Réinjection à l'aide du module de réinjection	- Solution autonome - Découplage de la puissance d'alimentation et de la puissance de réinjection - Bonne évolutivité - Faibles coûts d'exploitation - Faible fluctuation du circuit intermédiaire	- Coûts d'investissement élevés - Grand encombrement - Frais d'installation élevés - Mauvaise possibilité de mise à niveau
Réalimentation à l'aide d'un module d'alimentation/de réinjection combiné	- Solution tout-en-un - Suppression du module d'alimentation - Faibles coûts d'exploitation - Faible fluctuation du circuit intermédiaire	- Coûts d'investissement élevés - Grand encombrement - Frais d'installation élevés - Mauvaise évolutivité - Mauvaise possibilité de mise à niveau
Stockage dans un condensateur	- Faibles coûts d'investissement - Utilisation facile - Faibles coûts d'exploitation	- Mauvaise évolutivité - Faible capacité tampon - Courte période tampon - Choix limité

Tab. 2: Évaluation des solutions pour le fonctionnement en mode générateur

5 Principe de raccordement avec module de réinjection

Le graphique suivant montre un exemple de principe de raccordement d'un système d'entraînement avec module de réinjection.

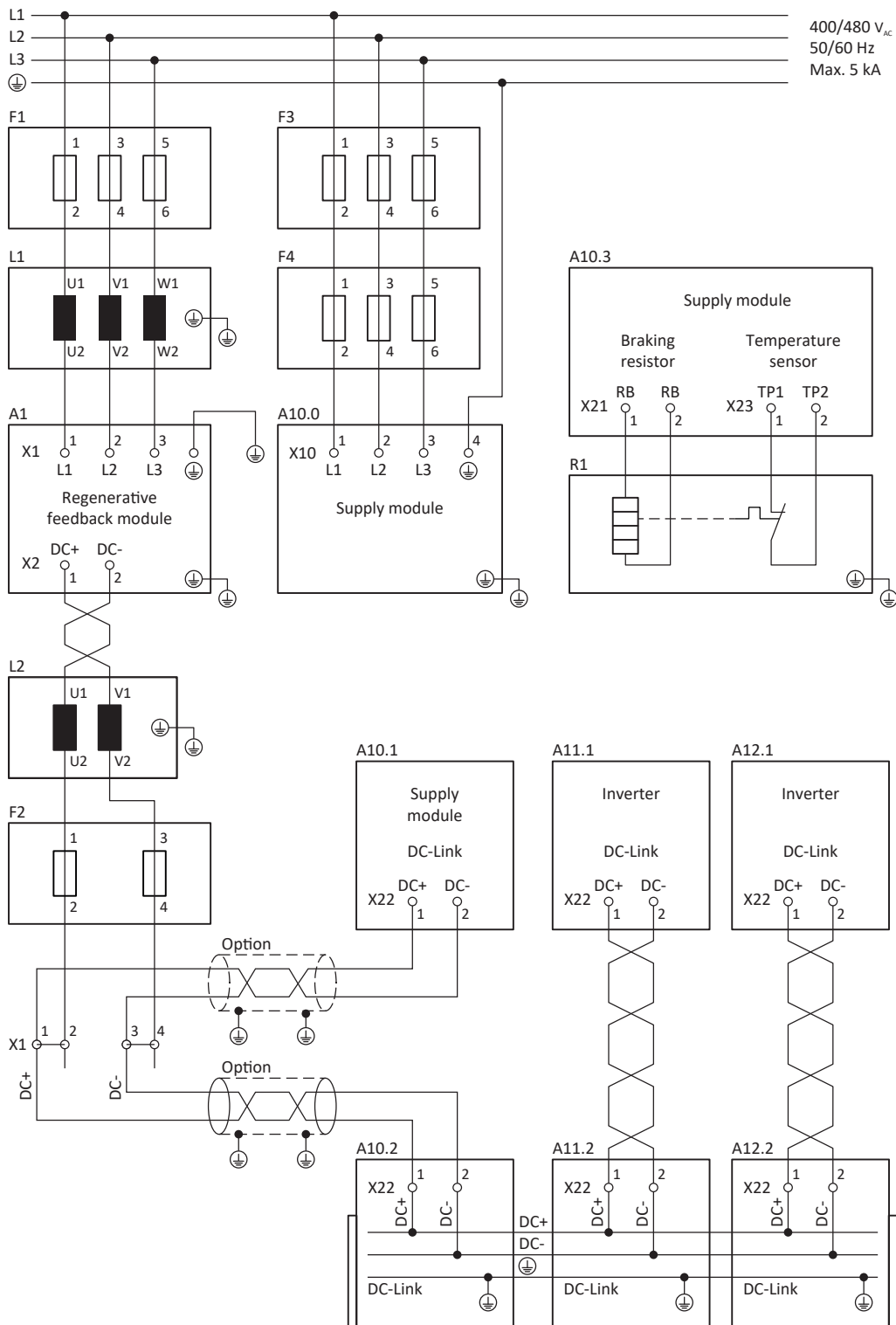


Fig. 6: Schéma de principe avec module de réinjection

Module	Description		Module	Description
A1	Module de réinjection (onduleur piloté par le réseau)		F2	Protection contre les courts-circuits CC en option
A10	Module d'alimentation (redresseur avec chopper de freinage)		F4	Protection contre les courts-circuits
A10.2, A11.2, A12.2	Module DC-Link		L1	Self de réseau en option ou filtre CEM
A11, A12	Onduleur		L2	Self de circuit intermédiaire en option
F1, F3	Protection contre la surcharge		R1	Résistance de freinage avec sonde de température

PRUDENCE

Endommagement de l'appareil dû à une surtension !

En cas de défaillance des fusibles réseau du module de réinjection, il existe un risque de surcharge des récepteurs électriques situés sur le chemin de réinjection.

- N'installez pas de récepteurs électriques sur le chemin de réinjection entre le module de réinjection et le fusible réseau.

Le module d'alimentation A10 (redresseur avec chopper de freinage intégré) est raccordé à la tension d'alimentation via les fusibles F3 (protection contre la surcharge) et F4 (protection contre les courts-circuits).

Le redresseur du module d'alimentation convertit la tension d'alimentation CA en tension CC requise par les onduleurs. Les modules DC-Link A10.2, A11.2 et A12.2 servent à la transmission de la tension CC du module d'alimentation aux onduleurs A11.1 et A12.1 raccordés. Les modules DC-Link assurent en outre l'échange d'énergie entre les onduleurs.

Lors du fonctionnement en mode générateur, le chopper de freinage A10.3 convertit l'énergie électrique excédentaire en énergie thermique à l'aide de la résistance de freinage R1.

Le module de réinjection (onduleur piloté par le réseau) nécessite des connexions au réseau d'alimentation et à la liaison CC des onduleurs.

La manière la plus simple d'établir la liaison CC est d'intégrer un distributeur compact (X1) avec des borniers entre le module d'alimentation A10.1 et le module DC-Link A10.2 du module d'alimentation.

L'intégration du module de réinjection doit se faire en conformité avec l'utilisation conforme à l'usage prévu. Il existe ici des différences entre les fabricants. En fonction du fabricant, l'utilisation de selfs de circuit intermédiaire, de fusibles CC, de selfs de réseau ou de filtres CEM peut être prescrite et d'autres accessoires peuvent être exigés. Vérifiez en particulier l'utilisation de composants appropriés afin de respecter les valeurs limites CEM de la norme EN 61800-3.

6 Généralités

Les points énumérés ci-dessous doivent être pris en compte dès la planification du système d'entraînement.

Utilisation conforme à l'usage prévu

Utilisation conforme à l'usage prévu des composants, p. ex. :

- Conditions ambiantes
- Restrictions d'utilisation
- Longueurs de lignes admissibles
- Pas de récepteurs électriques sur le chemin de réinjection

Accessoires nécessaires à une utilisation conforme à l'usage prévu, p. ex. :

- Selfs
- Filtre CEM
- Fusibles

Raccordement

Exigences relatives aux lignes, p. ex. :

- Connexions des conducteurs de protection
- Lignes CC :
 - Modèle torsadé
 - Modèle blindé pour une longueur totale > 30 cm

Caractéristiques techniques lors du choix des lignes et des bornes, p. ex. :

- Sections des conducteurs
- Intensité maximale admissible
- Tension de service

Fonctionnement

Arrêt rapide :

- Dimensionnement des résistances de freinage

Cas d'erreurs pendant le fonctionnement, p. ex. :

- Les éléments fusibles se déclenchent
- Le module de réinjection est déconnecté du réseau

7 Maintenance

Nos ingénieurs d'application ont de l'expérience dans les modules de réinjection de différents fabricants.

N'hésitez pas à contacter le System Support STOBER si vous êtes intéressé :

Téléphone +49 7231 582-3060

systemsupport@stoerber.de

Glossaire

Chopper de freinage

Composant d'un système d'entraînement qui sert à la surveillance de la tension du circuit intermédiaire. Cette surveillance est nécessaire, car des surtensions peuvent se produire dans le circuit intermédiaire. Elles se forment lors des processus de freinage du moteur. La résistance de freinage, qui convertit l'énergie excédentaire du circuit intermédiaire en énergie thermique, est raccordée à ce composant.

Convertisseur continu-continu

Appareil électrique qui convertit une tension continue appliquée à l'entrée en une tension continue à niveau de tension plus élevé, plus bas ou inversé (CC-CC). Appartient au groupe des convertisseurs de courant.

Convertisseur de courant

Appareil électrique au repos (c.-à-d. sans pièces mobiles, mais pas nécessairement stationnaire) servant à convertir un type de courant électrique injecté en un autre ou à modifier les paramètres caractéristiques tels que la tension et la fréquence.

Convertisseur de fréquence

Appareil électrique qui, à partir d'une tension alternative, génère une nouvelle tension alternative différente en fréquence et en amplitude (CA-CA). Appartient au groupe des convertisseurs de courant.

Module d'alimentation

Redresseur pour l'injection dans un réseau d'alimentation CC, en option avec chopper de freinage intégré.

Module de réinjection

Onduleur piloté par le réseau pour l'injection dans un réseau d'alimentation CA.

Onduleur

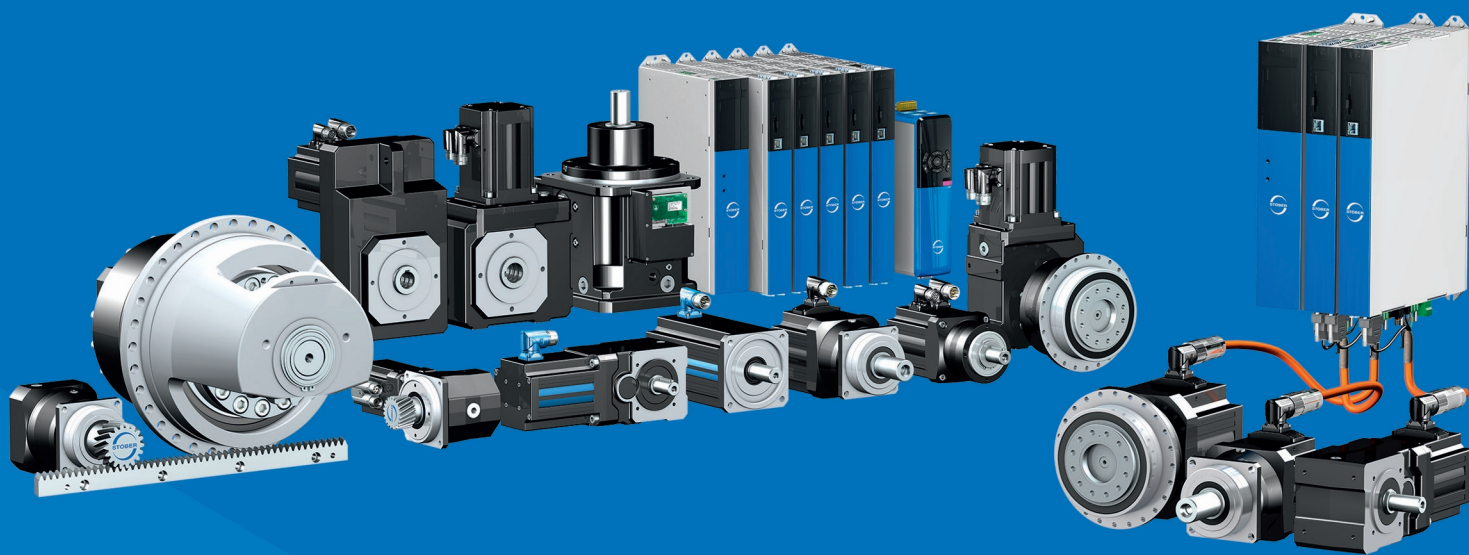
Appareil électrique qui convertit une tension continue en une tension alternative (CC-CA). Appartient au groupe des convertisseurs de courant.

Redresseur

Appareil électrique qui convertit une tension alternative en une tension continue (CA-CC). Appartient au groupe des convertisseurs de courant.

Résistance de freinage

Résistance électrique activée au-dessus d'un chopper de freinage afin d'éviter, par la limitation de la tension du circuit intermédiaire, une mise en danger des composants électriques en cas d'énergies de freinage élevées. Dans l'état de résistance, l'énergie de freinage souvent nécessaire pour une courte durée seulement est convertie en chaleur.



443320.00

01/2023

STÖBER Antriebstechnik GmbH + Co. KG
Kieselbronner Str. 12
75177 Pforzheim
Germany
Tel. +49 7231 582-0
mail@stoeber.de
www.stober.com

24 h Service Hotline
+49 7231 582-3000

www.stober.com