

## Qualité de réseau élevée, grâce à une technique d'entraînement moderne

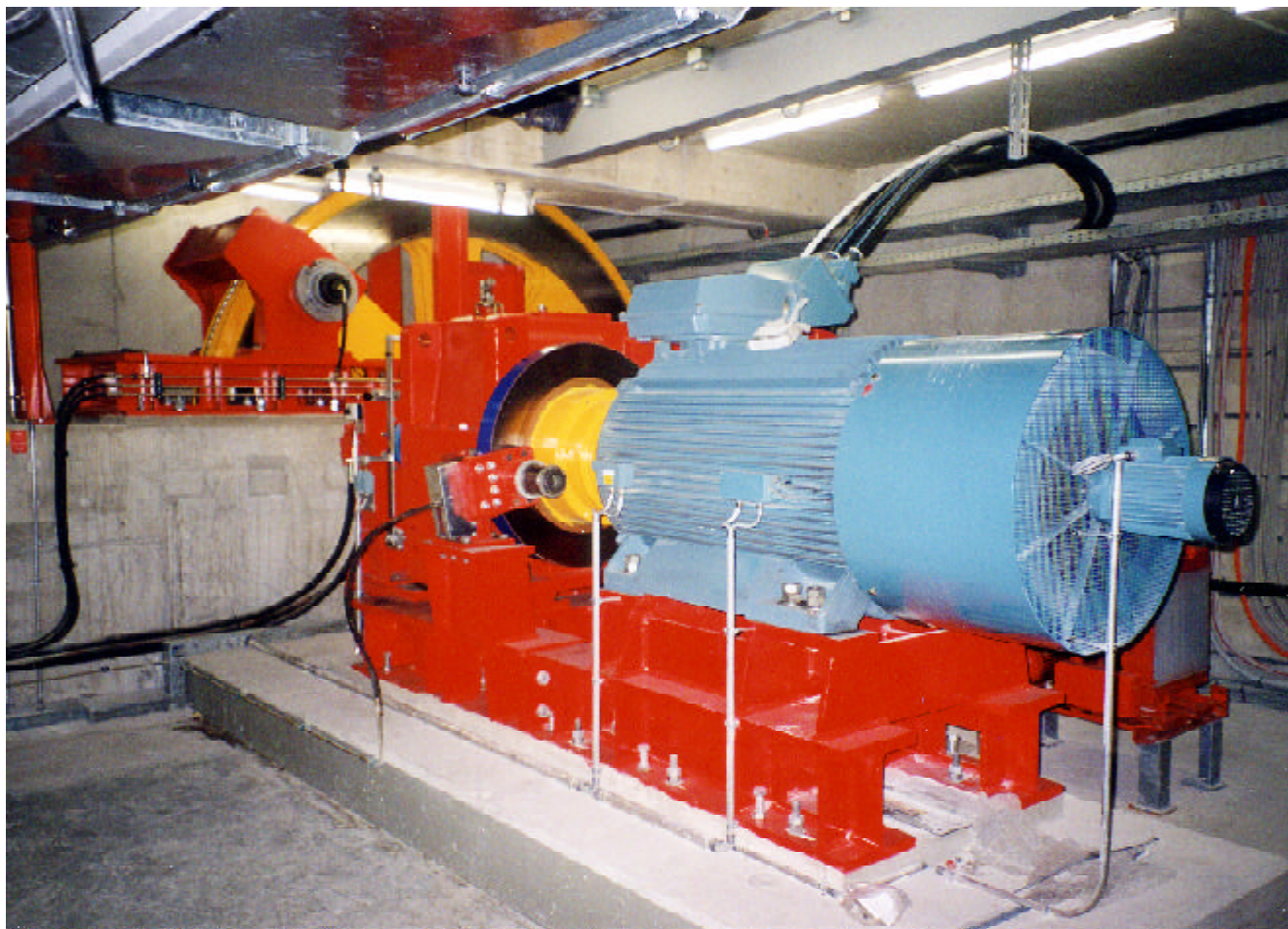


Figure 1: entraînement asynchrone

***Le développement dans le domaine des entraînements AC régulés a également optimisé l'introduction réseau pour tenir compte de la demande toujours plus forte d'un réseau de qualité élevée. De cette manière, la fiabilité et la rentabilité d'un système d'entraînement augmentent considérablement.***

C'est avant tout un fonctionnement en récupération presque sans pertes qui, soulage les composants périphériques (par ex: transformateurs), satisfait aux exigences des fournisseurs d'énergie et diminue de façon sensible les frais d'exploitation de l'entraînement d'une remontée mécanique. A l'aide d'une modulation intelligente par IGBT et d'une technique de filtrage qui produit une forme quasi sinusoïdale, les harmoniques sont réduites à une quantité négligeable. Ceci allège une implantation dans les réseaux des remontées mécaniques. La technique des onduleurs, développés par ABB, qui ne produisent qu'un faible taux de perturbations réseau est appelée «ISU» (IGBT Supply Unit). Elle a déjà fait ses preuves dans de nombreux téléphériques, funiculaire ou installations à mouvement continu renommés.

Le variateur de fréquence autorise une marche absolument sans à-coups sur toute la plage de vitesse et l'installation est construite de façon extrêmement compacte.

### Perturbations du réseau faibles grâce à un onduleur performant

La fonction principale de l'ISU est la régulation du transfert d'énergie entre le réseau et le circuit intermédiaire à courant continu. Elle est basée sur une régulation par hystérèse du couple virtuel entre la FEM-réseau et la FEM de l'onduleur. Cette régulation par hystérèse permet une réaction très rapide aux brusques variations de charge, la tension du circuit intermédiaire étant corrigée en l'espace de quelques millisecondes. La puissance réactive consommée peut être ajustée à la valeur désirée.

Pour obtenir l'amplitude et la direction de la puissance active désirée ainsi que le flux de puissance réactive, il faut régler le vecteur de la tension alternative en valeur et en phase. La tension du circuit intermédiaire sera réglée de telle manière que l'état énergétique entre le réseau et l'entraînement soit toujours en équilibre et que la tension continue reste constante. La tension de sortie de l'onduleur sera ajustée de façon à ce qu'elle produise l'augmentation de tension nécessaire pour obtenir un  $\cos \varphi = 1$ .

Pour une fréquence de réseau constante, la puissance est directement proportionnelle au couple de torsion. Puisque la tension du circuit intermédiaire à courant continu reste également constante, il en résulte une différence fondamentale et un avantage par rapport au procédé à modulation de largeur d'impulsions. La régulation du couple de torsion s'effectue dans le même laps de temps que la commutation des semi-conducteurs (25  $\mu$ s). Il n'existe pas de modulateur PWM séparé commandé en tension ou en fréquence. Toutes les possibilités de commutation se réfèrent à l'état électromagnétique de l'ISU. Ce processus peut être réalisé uniquement grâce à une technique à microprocesseur ultra rapide avec DSP, telle qu'elle est utilisée, par exemple, dans la famille des variateurs de fréquences ACS600 d'ABB. En fin de compte, cette technique moderne des onduleurs permet de diminuer les frais d'installation (figure 2).

La figure 3 montre la configuration de l'onduleur côté réseau. Une inductance suffit pour obtenir un effet de filtre suffisant. Par contraste avec un filtre complexe qui n'exclut pas complètement les risques de résonance, cette variante est avantageuse et occupe moins de place. Elle est ainsi plus efficace. Les résultats pratiques montrent les excellents effets de filtre obtenus lors de la mise en œuvre de telles inductances. Elles remplissent dans tous les réseaux les exigences demandées. Ceci est confirmé par tous les fournisseurs d'énergie dont certains réseaux contiennent déjà ces systèmes.

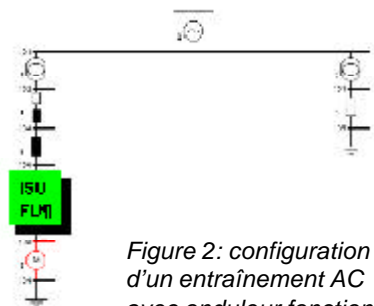


Figure 2: configuration d'un entraînement AC avec onduleur fonctionnant en récupération.

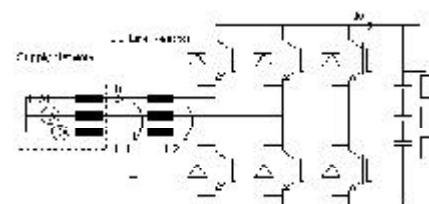


Figure 3: configuration réseau d'un onduleur ISU.

De façon surprenante pour tous, les perturbations réseau, pour des puissances de court-circuit moyennes, sont minimales du côté basse tension et ne sont pratiquement plus mesurables du côté moyenne tension avec ses autres consommateurs.

### Comparaison DC et technique IGBT (ISU)

La technique moderne des onduleurs a également des avantages lors d'un fonctionnement en récupération par rapport à la technique à courant continu, de telle manière, que la mise en œuvre d'entraînements AC, pour les remontées mécaniques, peut être réalisée de façon économique. Les avantages de la technique ISU sont:

- ◆ perturbations du réseau insignifiantes,
- ◆  $\cos\phi = 1$ , dimensionnement du transformateur plus économique,
- ◆ immunité aux instabilités du réseau,
- ◆ réponse dynamique rapide,
- ◆ augmentation simple de la tension du circuit intermédiaire, utilisation de la puissance maximale du moteur également lors de faibles tensions du réseau,
- ◆ faible ondulation dans le circuit intermédiaire, durée de vie des condensateurs prolongée,
- ◆ mise en service simplifiée (adaptation et synchronisation automatiques sur le réseau),
- ◆ philosophie des pièces de réserve (parties puissance identiques de l'onduleur «réseau» et de l'onduleur «moteur»),
- ◆ adaptation automatique par «on-line modulation» lors de modifications ultérieures du réseau.

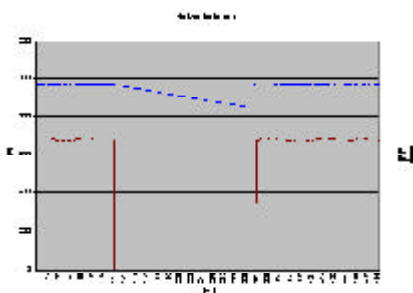


Figure 4: tension réseau (en bas) et tension du circuit intermédiaire (en haut) lors d'une brève coupure du réseau.

### Panne de secteur lors d'un fonctionnement en récupération

L'ISU offre un gros avantage et un de ses arguments principaux est lors d'instabilités, respectivement de coupure totale du réseau. L'onduleur côté réseau sépare immédiatement l'entraînement du réseau par une coupure active. En conséquence, même lors d'un fonctionnement en récupération, il ne peut pas se produire de phénomène de «rupture d'onduleur», tel qu'on le connaît dans la technique des thyristors, avec défaillance de fusibles, voire même de semi-conducteurs. De brèves interruptions du réseau (dans le domaine des millisecondes) sont tolérées. La figure 4 montre comment la tension du circuit intermédiaire est maintenue à la suite d'une interruption du réseau alors que l'entraînement continue quand même à marcher.

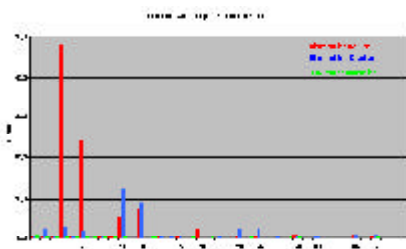


Figure 5: spectre des harmoniques (courant) d'un ISU à pleine charge avec comparaison d'un redresseur.

### Oubliez les harmoniques !

La figure 5 montre le spectre des harmoniques (basse tension) d'un ISU à pleine charge à la descente. Environ 290 kW sont réinjectés dans le réseau pendant la course. Ainsi un entraînement Ward-Leonard voisin de 250 kW peut pratiquement circuler «pour rien» à la montée. Le transformateur d'alimentation a une puissance un peu plus élevée que la puissance apparente du variateur. Une puissance du transformateur et une puissance de court-circuit plus élevées font diminuer proportionnellement les tensions des harmoniques (réseau fort). Ces faibles niveaux d'harmoniques sont atteints avec un filtre très simple. Les spectres d'un convertisseur conventionnel à six, respectivement douze pulsations sont ajoutés pour comparaison. On peut constater que l'amplitude de toutes les composantes est si faible qu'il ne peut y avoir aucune résonance ou perturbation avec la télécommande du réseau d'alimentation.

### Résumé

Le nouvel onduleur côté réseau est, avec l'IGBT «ISU», la réponse moderne sur tous les systèmes d'entraînement qui améliorent la qualité du réseau et assurent à l'utilisateur de moindres coûts d'exploitation. Les bases théoriques de cette nouvelle technique sont maintenant transposées dans la pratique industrielle par ABB en faisant appel aux derniers semi-conducteurs et microprocesseurs. Peu importe la façon dont se comporte le réseau. L'ISU alimente toujours l'entraînement avec une tension de circuit intermédiaire régulée avec exactitude et protège d'autre part l'entraînement par une sécurité active et passive. Ce principe de régulation pour onduleur côté réseau a été introduit avec un grand succès.

Le coût de mise en œuvre (prix de revient) d'un entraînement AC est quelque peu plus élevé que pour un entraînement DC avec filtre comparable. Les avantages en ce qui concerne la qualité du réseau et le comportement en cas de panne de ce dernier sont par contre considérables. Les coûts d'entretien du moteur principal se réduisent également de façon considérable.

La basse tension alimente un pont redresseur à commutation automatique composé d'éléments semi-conducteurs IGBT. L'onduleur du côté moteur est alimenté au travers du circuit intermédiaire à courant continu de telle manière que le robuste moteur AC peut fonctionner de façon dynamique dans les 4 quadrants. Un tel entraînement AC présente également l'avantage du fait que l'onduleur est relié au réseau comme un consommateur «ohmique» ( $\cos \varphi = 1$ , une compensation du courant réactif n'est pas nécessaire). Les perturbations du réseau (harmoniques) sont extrêmement faibles, ce qui signifie que les coûts pour un filtre réseau restent modestes.



---

Frey AG Stans, CH-6371 Stans  
Telefon: +41 (0)41 620 21 61  
Telefax: +41 (0)41 620 57 36  
E-Mail: [info@freyag-stans.ch](mailto:info@freyag-stans.ch)  
[www.freyag-stans.ch](http://www.freyag-stans.ch)

---