

Rendement à vitesse réduite

Efficacité énergétique des entraînements électriques avec régulation de la vitesse de rotation - les points principaux

■ La régulation de la vitesse de rotation des entraînements électriques est généralement rentable selon la réglementation actuelle. Par exemple, dans le cas des pompes en circuits fermés et des ventilateurs, la régulation de la vitesse de rotation, au lieu d'un étranglement dans le circuit, permet souvent de réaliser un grand potentiel d'économies. Voir: Fiches techniques Topmotors, [N° 23 Pompes](#), [N° 24 Ventilation](#) et [N° 25 Convertisseurs de fréquence](#).

■ Le rendement du système d'entraînement (moteur + CF) dépend de la charge (de la vitesse de rotation et du couple) et peut être sensiblement plus faible sous charge partielle qu'à charge nominale. Le fonctionnement prédominant à faible charge partielle dans un système d'entraînement surdimensionné doit être évité si possible en raison des faibles rendements à charge partielle.

■ Le rendement en fonctionnement à charge partielle

peut être calculé par interpolation pour chaque point de fonctionnement. Les valeurs d'efficacité du fabricant à 7 points de fonctionnement normalisés servent de base de calcul.

■ La norme CEI TS 60034-31:2021 fournit contre paiement une feuille de calcul du rendement à charge partielle des moteurs standard (y c. CF).

Efficacité des entraînements électriques avec régulation de la vitesse de rotation en fonctionnement à charge partielle

Le guide CEI TS 60034-31 est une spécification technique de la CEI à caractère complémentaire (non contraignant comme une norme CEI) et décrit les principes techniques et économiques pour l'utilisation de moteurs électriques à efficacité énergétique à vitesse de rotation constante et variable. Celle-ci a été révisée en 2021 et son champ d'application a été considérablement élargi. Ce qui est nouveau et révolutionnaire, c'est qu'il existe désormais une méthode bien fondée pour calculer l'efficacité des

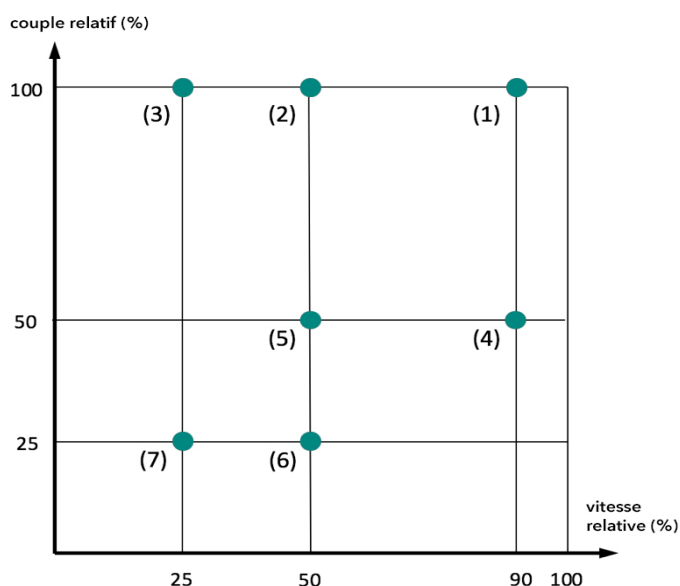


Illustration 1: Points de fonctionnement conformément à la norme CEI 60034-2-3.

systèmes d'entraînement électrique à vitesse de rotation et/ou couple réduit (charge partielle). Le rendement à charge partielle est calculé par interpolation des valeurs d'efficacité mesurées, voir CEI TS 60034-31:2021, Annexe A, Formules A1-A3, p. 48 et s. Les valeurs d'efficacité doivent être mesurées par le fabricant à sept points de fonctionnement et fournies dans le cadre des informations sur le produit, voir l'illustration 1.

Détermination du rendement à l'aide d'un tableur

Grâce au tableur (format .xls) fourni dans la norme CEI TS 60034-31:2021, le rendement des moteurs standard (y c. CF) peut être calculé à n'importe quel point de fonctionnement avec seulement quelques données du système d'entraînement. Les deux tableaux ci-dessous montrent les valeurs d'entrée et de sortie en utilisant l'exemple d'un moteur IE3 110 kW avec et sans convertisseur de fréquence (CF) pour la régulation de la vitesse de rotation.

En fonctionnement à charge partielle (vitesse de rotation

33%, couple 33%), le rendement global de ce système d'entraînement composé du moteur et du CF est réduit d'environ 11,4 points de pourcentage à 79,9% par rapport au rendement à charge nominale (91,3%). Si le CF fonctionne principalement à la puissance nominale, il est préférable, dans la mesure du possible, de faire fonctionner le moteur sur le réseau (Direct-on-Line, sans utiliser un CF avec des pertes supplémentaires). Comme le montre l'exemple, avec une vitesse de rotation et/ou un couple réduit, le rendement global est surestimé si l'on ne prend en compte que le rendement du moteur à la puissance nominale. Il est donc important de prendre en compte le rendement global, notamment lors du calcul des coûts des systèmes d'entraînement à vitesse de rotation variable.

Valeurs d'entrée moteur		
Taille	Plage de valeurs	Exemple
Puissance nominale	0.12, 0.18, 0.25, ..., 900, 1 000 kW *)	110 kW
Fréquence	50 Hz	50 Hz
Nombre de pôles	2, 4, 6, 8 pôles	4 pôles
Classe d'efficacité	IE1, IE2, IE3, IE4	IE3
Vitesse de rotation nominale	750, 1 000, 1 500, 3 000	1 500 min ⁻¹
Vitesse de rotation actuelle	0 min ⁻¹ jusqu'à vitesse de rotation nominale	500 min ⁻¹ (33%)
Couple nominal	Voir données du fabricant ou tableau de référence	700.33 Nm (tableau de référence)
Couple actuel	0 N/m jusqu'au couple nominal	230 Nm (33%)
Valeurs de convertisseur de fréquence		
Taille	Plage de valeurs	Exemple
Puissance nominale	0.12, 0.18, 0.25, ..., 900, 1 000 kW	110 kW
Classe d'efficacité	IE0, IE1, IE2	IE2

Tableau 1: Valeurs d'entrée pour le calcul du rendement au moyen de TS 60034-31 Generic Efficiency Interpolation (document .xls) issues de la CEI TS60034-31:2021. *) Plage de puissance des moteurs électriques codés IE.

Résultats	
Configuration	Rendement
Moteur Direct-on-Line (puissance nominale)	95.4%
Système d'entraînement composé du moteur et du CF (Power Drive System)	
Moteur individuel, puissance nominale Vitesse de rotation 100%, couple 100%	94.3%
CF individuel, charge nominale Vitesse de rotation 100%, couple 100%	96.8%
Moteur + CF, charge nominale Vitesse de rotation 100%, couple 100%	91.3%
Moteur individuel, charge partielle Vitesse de rotation 33%, couple 33%	87.6%
CF individuel, charge partielle Vitesse de rotation 33%, couple 33%	91.3%
Moteur + CF, charge partielle Vitesse de rotation 33%, couple 33%	79.9%

Tableau 2: Sur la base des exemples de valeurs d'entrée du tableau 1, le document TS 60034-31 Generic Efficiency Interpolation (document .xls de la norme CEI TS60034-31:2021) est utilisé pour déterminer le rendement pour différentes configurations du système d'entraînement à charge nominale et partielle. En raison de l'interpolation de différentes valeurs de référence, des résultats légèrement différents sont obtenus pour le rendement du moteur pour le fonctionnement sur secteur (DOL, référence CEI 60034-31, chapitre 7.7) et le système d'entraînement (moteur considéré individuellement dans le système d'entraînement de puissance, référence CEI 60034-2-3, chapitre 7.3).

Sources

[IEC TS60034-31:2021](#) Rotating electrical machines - Part 31: Selection of energy-efficient motors including variable speed applications - Application guidelines.

Informations complémentaires

- Fiches techniques Topmotors [N° 29 Nouvelles technologies des moteurs](#)
- [N° 25 Convertisseurs de fréquence](#)
- [Normes & Prescriptions Topmotors](#).