

Règlement moteur - Eco-conception efficace



Recommandations concernant la conception des systèmes de commande moteur à haut rendement conformément aux exigences en vigueur pour les moteurs électriques dans les applications industrielles.

CAPIEL*

european coordinating committee of manufacturers
of electrical switchgear and controlgear assemblies

Le CAPIEL est le Comité de coordination des Associations de Constructeurs d'Appareillage Électrique Industriel basse tension de l'Union Européenne. C'est un groupe diversifié qui représente de nombreuses associations nationales de fabricants.



Les membres des associations nationales représentées par le CAPIEL comptent des petites, moyennes et grandes entreprises qui emploient au total plus de 100 000 personnes en Europe.

Le CAPIEL assure la promotion et la représentation des intérêts professionnels communs de ses membres dans tous ses domaines de compétence. Ces activités principales comprennent les domaines de la normalisation, la législation et la promotion.

Le CAPIEL joue un rôle actif en supportant les nouvelles technologies, plus particulièrement concernant les innovations dans les secteurs de la préservation de l'environnement et du développement durable mais aussi de la santé et de la sécurité.



Philippe Sauer
CAPIEL Président



Michael Reichle
CAPIEL Vice-président

Un message des présidents du CAPIEL

Aujourd'hui, dans notre monde moderne, l'efficacité énergétique et gestion de l'énergie pour un environnement plus durable est partout. Ce n'est pas une mode, mais une tendance à long terme qui aura de plus en plus une influence sur toutes les décisions économiques et géopolitiques. L'empreinte carbone, la politique énergétique et la viabilité économique est aussi corrélée de plus en plus à notre capacité à mieux gérer l'énergie et l'utiliser plus efficacement.

Le succès de l'éco-conception – un défi pour les industriels aujourd'hui – contribuera fortement à assurer que nous léguerons une planète meilleure aux générations futures.

Il est de notre devoir, en tant que CAPIEL, de travailler avec les instances réglementaires pour assurer que les réglementations sont cohérentes avec l'objectif de concevoir des systèmes de plus en plus efficaces. Il est également de notre responsabilité de nous assurer que ces réglementations sont comprises et correctement interprétées par tous les utilisateurs de produits systèmes et solutions intégrant de l'appareillage électrique.

Cette deuxième brochure donne des informations concernant la mise en application du règlement Européen pour mettre en œuvre plus de moteurs à haut rendement. En outre, cette brochure prend en charge la conception d'applications motorisées pour atteindre la solution la meilleure en termes d'efficacité énergétique.

Nous espérons que ce document suscitera votre intérêt.

Très cordialement

Philippe Sauer & Michael Reichle

Associations nationales membres du CAPIEL.



Le règlement européen portant sur l'éco-conception des moteurs électriques

Le Règlement de la Commission Européenne (CE) N° 640/2009, exigences relatives à l'éco-conception des moteurs électriques est appliqué depuis Juin 2011. Ce règlement impose des niveaux d'efficacité minimale obligatoire à de nombreux types de moteurs à induction électrique triphasé, basse tension.

Ce Règlement Européen introduit également la possibilité d'utiliser un variateur de vitesse associé à des moteurs IE2 dans certaines circonstances.

Jusqu'à présent la plupart des réglementations en matière d'éco-conception est axée sur les produits, mais l'amélioration de l'efficacité énergétique est nécessairement une combinaison d'une approche produit lié à l'énergie (ErP) et une approche système.

Alors qu'il existe des applications pour lesquelles l'utilisation de variateurs de vitesse est la meilleure réponse, il est évident également que les solutions de démarreurs moteurs classiques offrent la meilleure performance énergétique pour les applications à vitesse fixe quelque soit le niveau de rendement du moteur (IE2/IE3).

En conséquence, un moteur IE2 équipé d'un variateur de vitesse n'est pas équivalent à un moteur IE3 équipé d'un démarreur moteur. Au lieu de cela, il est toujours nécessaire de tenir compte des exigences de vitesse et de charge de l'application afin de choisir la meilleure solution.

➔ Règlement EC 640/2009, Article 3

❶ A partir du 16 Juin 2011

les moteurs doivent avoir un rendement supérieur ou égal au niveau de rendement IE2, tel que défini à l'annexe I, point 1.

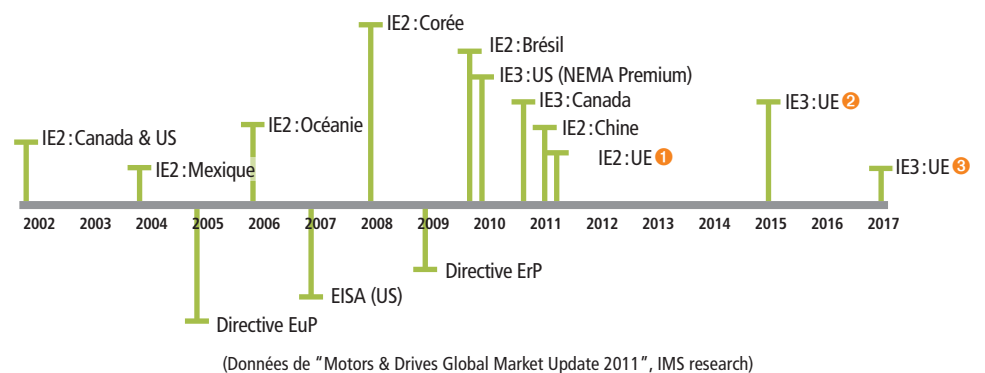
❷ A partir du 1er Janvier 2015

(i) les moteurs d'une puissance nominale comprise entre 7,5 et 375 kW doivent, soit avoir un rendement supérieur ou égal au niveau de rendement IE3 défini à l'annexe I, point 1, soit atteindre le niveau de rendement IE2 défini à l'annexe I, point 1, et être équipés d'un variateur de vitesse.

❸ A partir du 1er Janvier 2017

(i) tous les moteurs d'une puissance nominale comprise entre 0,75 et 375 kW doivent soit avoir un rendement supérieur ou égal au niveau de rendement IE3 défini à l'annexe I, point 1, soit atteindre le niveau de rendement IE2 défini à l'annexe I, point 1, et être équipés d'un variateur de vitesse.

Chronologie législative pour le passage aux moteurs à haut rendement



Le règlement permet à l'utilisateur final de choisir soit d'utiliser un moteur IE3 (vitesse fixe ou variable), ou un moteur IE2 contrôlé par un variateur de vitesse. Cependant, un moteur IE2 équipé d'un variateur de vitesse n'est pas équivalent à un moteur IE3 du point de vue de l'efficacité d'énergie.

En conséquence, les associations de fabricants CEMEP (moteurs et variateurs) et CAPIEL (appareillage) conjointement avec la Commission de l'Union Européenne se sont accordées à cette compréhension commune:

Les applications utilisant des moteurs à pleine charge fonctionnant à la fréquence réseau et contrôlées par un démarreur moteur à vitesse fixe, consomment moins d'énergie que lorsqu'elles sont équipées avec un variateur de vitesse. D'autres applications, particulièrement celles utilisant des charges à couple variable, réduisent leur consommation d'énergie en utilisant un variateur de vitesse pour faire varier la vitesse du moteur en fonction des variations nécessaires au processus. Les deux affirmations ci-dessus s'appliquent à un moteur IE2 ou un moteur IE3. Se référant au règlement CE 640/2009, Article 3, alinéa 2 et 3, c'est à l'utilisateur final de décider d'utiliser un moteur IE3 (vitesse fixe ou variable), ou un moteur IE2 entraîné par un variateur de vitesse. L'utilisateur final doit fonder sa décision sur la solution offrant la plus faible consommation d'énergie pour l'application utilisée.

La détermination de la plus faible consommation d'énergie pour chaque application spécifique doit être effectuée conformément à la norme (numéro de projet 23551) développé par le GT06 du CENELEC CLC/TC 22. Cette norme est développée en réponse aux mandats de la Commission Européenne M/476 et M/470.

Le concepteur d'une application spécifique doit évaluer les pertes d'énergie de ces deux solutions possibles et doit choisir la solution qui répond aux exigences de l'utilisateur et offre la plus faible consommation d'énergie.

La directive influence-t-elle l'achat d'un moteur électrique ?

Le but principal de la Directive Eco-design est de réduire la consommation d'électricité du moteur. Un bénéfice supplémentaire réside dans la réduction des coûts énergétiques, permettant un retour sur investissement plus rapide. Des moteurs IE3 sont d'ores et déjà disponibles chez de nombreux fabricants de moteurs.

Bien que les moteurs IE3 soient plus chers à l'achat, le surcoût doit être comparé aux économies qui seront réalisées tout au long de la vie du moteur.

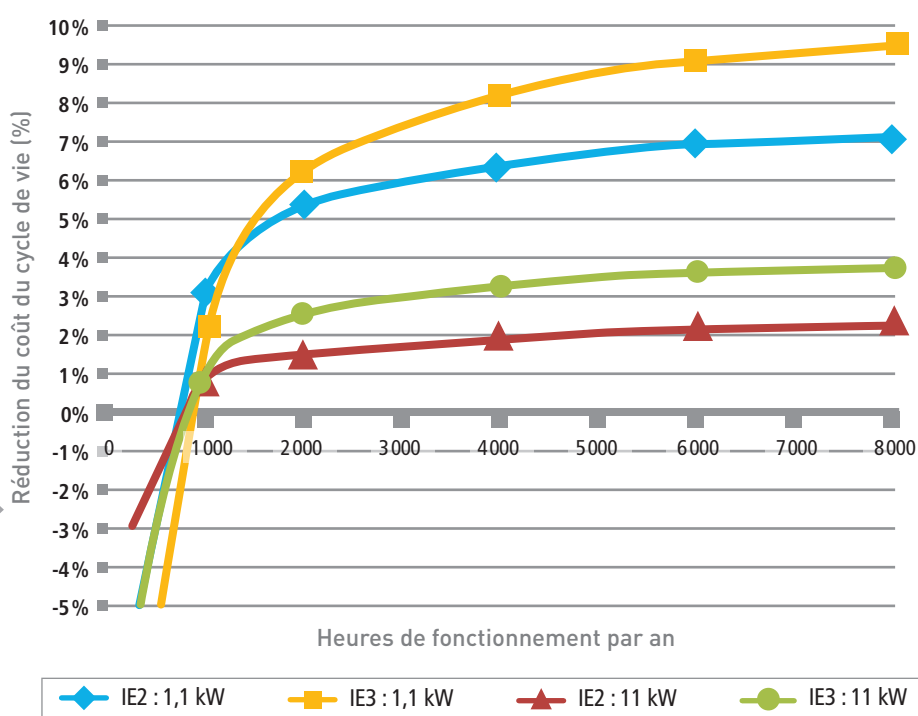
Les coûts énergétiques représentant plus de 80 % des coûts du cycle de vie des moteurs, les moteurs à haut rendement réduisent les coûts du cycle de vie d'une manière significative tout en étant bénéfique pour l'environnement.

Des études sur les moteurs à haut rendement ont démontré que le coût du cycle de vie est réduit à tel point que le surcoût à l'achat, en comparaison d'un moteur IE1, est amorti sur la durée de vie du moteur pour une utilisation supérieure à 800 h/an.

Pour une utilisation plus intensive, les moteurs IE3 permettent encore davantage d'économies, en comparaison des moteurs de plus bas rendement.

Il est capital de dimensionner correctement les moteurs (en évitant surtout un surdimensionnement) pour maximiser le bénéfice environnemental tout en minimisant l'investissement.

Réduction du coût du cycle de vie par rapport à un moteur IE1



Données de l'étude préparatoire CE avec IE1 4000 h/an, 60 % charge, 12 ans pour 1,1 kW et 15 ans pour 11 kW.

Changer pour un moteur IE3 aujourd'hui aide à garantir la conformité à la législation européenne tout en permettant des économies d'énergie.

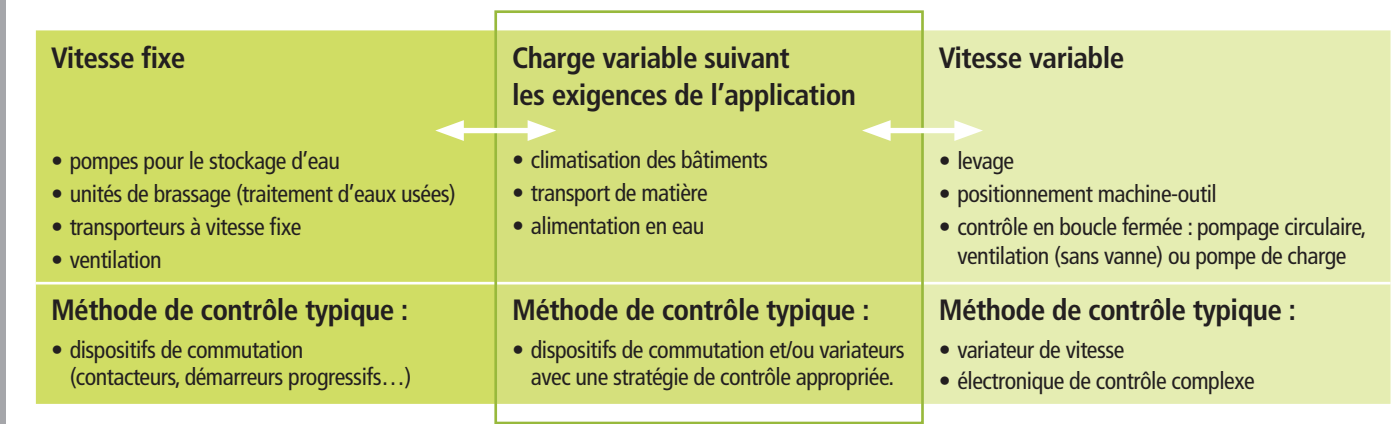
- Tous les grands fabricants proposent déjà des moteurs IE3.
- Des acteurs des systèmes à base de moteurs ont fait état de retours d'expériences positifs après avoir introduit des moteurs à haut rendement dans leurs applications.

RÉPONSE : Oui, la directive EU demande d'utiliser des moteurs à haut rendement, en particulier des moteurs IE3. Ceci réduit l'impact sur l'environnement, le coût du cycle de vie, et rend l'application prête pour l'avenir.

Le règlement change-t-il les critères d'utilisation d'un démarreur moteur ?

Certaines applications sont mieux adaptées aux commandes à vitesse fixe, certaines aux commandes à variation de vitesse, et d'autres demandent un examen attentif – conduisant parfois à combiner commandes à vitesse fixe et variable dans le but d'optimiser l'efficacité énergétique.

En outre, d'un point de vue système, l'efficacité énergétique globale est déterminée par la solution système choisie, pas par les seuls composants individuels.



Les systèmes sont souvent caractérisés par des conditions de charge changeantes ou variables.

De telles charges sont caractérisées par leur vitesse et leur couple du moteur. Les deux composantes de charge – vitesse et couple – sont donc nécessaires pour décrire les caractéristiques de charge du système.

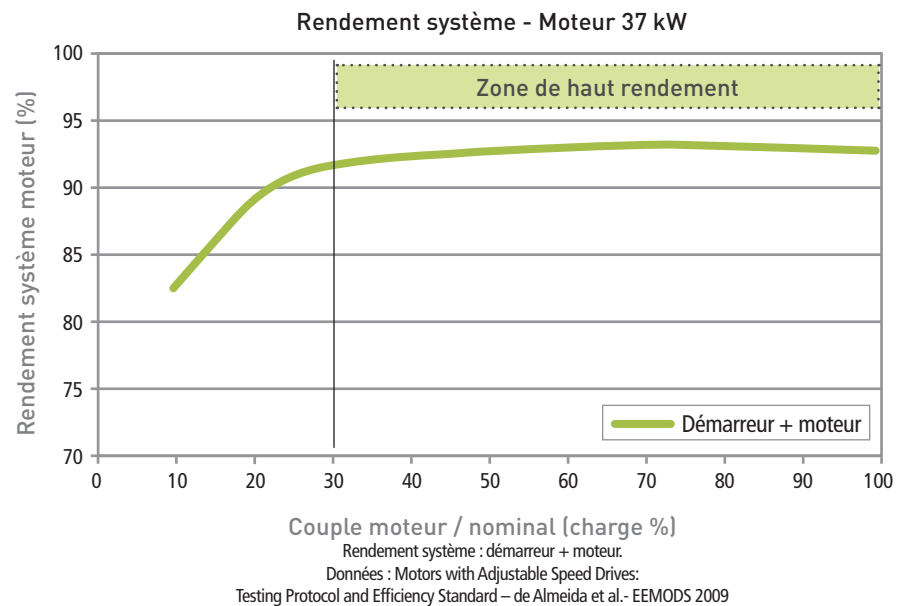
La vitesse et le couple peuvent varier indépendamment (différentes charges statiques) ou non (changement de charge dynamique dans le cas d'accélération/ décélérations).

La majorité des applications est à vitesse fixe. Les variations de charge se traduisent donc par un changement du seul couple.

L'utilisation d'un variateur de vitesse est adaptée lorsque les applications et processus nécessitent d'ajuster la vitesse.

Charge variable et vitesse fixe

Dans le cas des applications à vitesse fixe, le moteur s'adapte de lui-même aux variations de charge. Au-dessus d'un niveau de charge de 30 % environ, le moteur travaille toujours à haut rendement lorsqu'il est commandé par un démarreur.



Généralement, une application impose différents niveaux de charge. Si possible, le moteur doit être dimensionné de telle sorte que ces niveaux de charge soient entre 30 % et 100 % de la puissance nominale du moteur. Un grand avantage de ce dimensionnement est la très large plage de fonctionnement à haut rendement qui en résulte, à partir de 30% de la puissance nominale du moteur. Les moteurs sont conçus pour supporter une surcharge, par exemple 120 %, pendant des durées brèves.

RÉPONSE : Non, car le choix d'un démarreur moteur doit toujours résulter d'une analyse système. Comme illustré plus haut, de nombreuses applications seront plus efficaces en utilisant un démarreur moteur.

La sélection d'une commande moteur dépend-elle d'autres éléments que l'efficacité énergétique ?

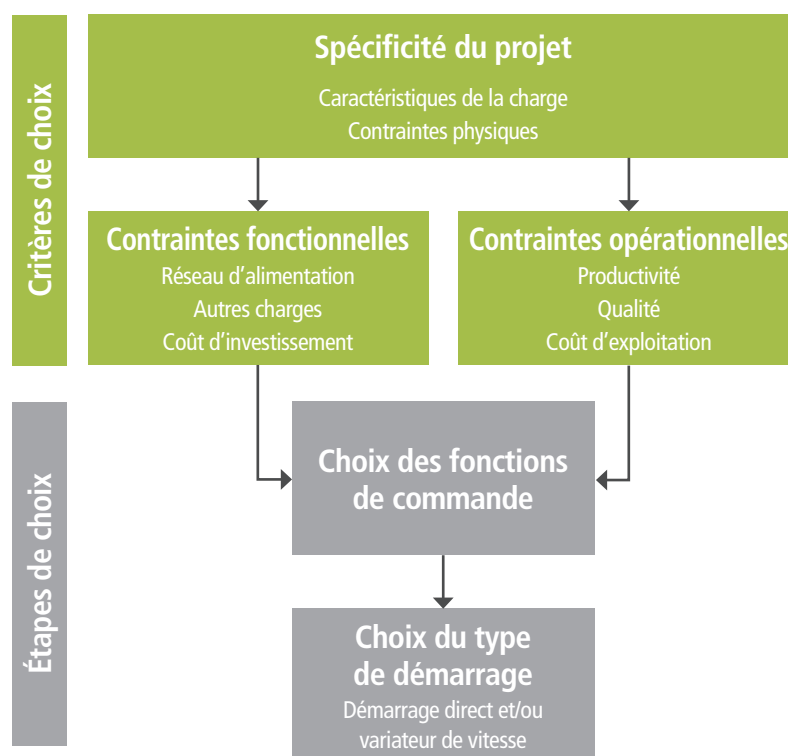
En plus de l'efficacité énergétique, plusieurs autres facteurs et contraintes influencent la décision d'utiliser un variateur de vitesse ou un démarreur moteur (contacteur, démarreur progressif ou démarreur étoile-delta).

Les différentes solutions suivantes de démarrage moteur peuvent être utilisées pour commander un moteur asynchrone triphasé :

- Le démarrage direct/inverseur offre la solution la plus simple, la plus économique et la plus fiable pour commander un moteur.
- Les démarreurs Etoile-Triangle offre une solution simple et économique permettant de réduire le courant de démarrage si la charge autorise un couple de démarrage du tiers du couple assigné.
- Les démarreurs électroniques progressifs permettent de réduire le courant de démarrage et donc de réduire les contraintes sur le réseau amont (transformateurs ou générateurs).

Certains offrent des fonctionnalités supplémentaires telles que la commande de pompe, limitation de courant, démarrage rapide, vitesse de fluage, etc.

→ La spécification d'une architecture de commande doit tenir compte des différentes exigences de l'application, y compris l'efficacité énergétique, de fiabilité et de coût total au cours du cycle de vie.



En plus de fournir la solution la plus économe en énergie pour les applications à vitesse fixes, les démarreurs moteurs ont d'autres avantages pratiques qu'il faut prendre en compte lors du processus de sélection :

- **Bas coût**
 - Faible frais d'achat, d'installation, d'exploitation et de maintenance
 - Étude d'ingénierie plus simple du système de commande de puissance.
- **Conception du panneau de commande de puissance optimal**
 - Pas besoin de refroidissement supplémentaire en raison de pertes négligeables
 - Encombrement minimum.
- **Mise en œuvre simple**
 - Installation facile, utilisation et maintenance aisée
 - Pas besoin d'une alimentation électrique supplémentaire.
- **Système de commande moteur robuste**
 - Pas de problème électromagnétique
 - Haut niveau de sécurité, disponibilité et fiabilité
 - Durée de vie longue.

Les démarreurs moteurs offrent donc des solutions les meilleures de leur catégorie en termes d'efficacité globale.

RÉPONSE : Oui, parce que la sélection du mode de commande n'est pas une approche produit. C'est le résultat d'une approche système, compte tenu des besoins de fonctionnalités, disponibilité, maintenabilité et du coût total du cycle de vie.

Le règlement change-t-il la conception d'un système?

Comparaison de la consommation énergétique d'un système commandé en démarrage directe ou avec un variateur de vitesse pour une application à charge variable.

Dans cet exemple on examine une application de convoyage de matériaux en block sur une longue distance comme couramment rencontré dans l'industrie minière. C'est un exemple typique de commande à vitesse fixe avec par exemple un moteur de 37 kW.

Dans cet exemple, le profil de fonctionnement de l'application est :

- Charge nulle 20 % du temps
- 20 % de charge 10 % du temps
- 40 % de charge 30 % du temps
- 80 % de charge 40 % du temps.

On suppose que le temps de fonctionnement est de 3 600 heures par an.

La consommation d'énergie des appareillages de commande est incluse dans la comparaison des rendements.

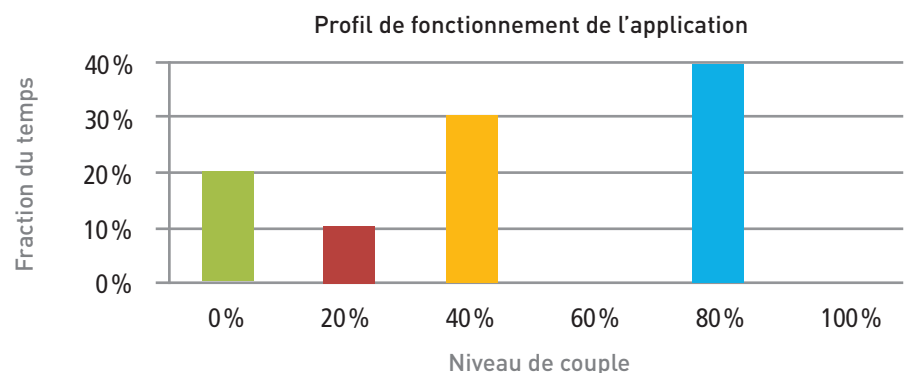
(*) En mode de repos, le contacteur déconnecte le moteur du réseau, alors qu'un variateur nécessite environ 1,6 kW (dans ce cas) pour alimenter sa carte de commande et son circuit DC.

Le convoyage est un exemple typique d'application à vitesse fixe.

Le couple dépend de la quantité de matière transportée à un instant donné. C'est donc une application à vitesse fixe et charge variable.



Un profil de fonctionnement typique de l'application est le suivant :



En considérant le temps passé à chaque niveau de charge et le rendement correspondant (voir page 5), nous pouvons comparer directement la consommation énergétique annuelle dans chaque cas.

Charge	Rendement		Énergie [MWh] par an	
	Contacteur + Moteur	Variateur + Moteur	Contacteur + Moteur	Variateur + Moteur
0%	Off	Repos	0,0	1,6 (*)
20%	90%	83%	3,0	3,2
40%	92%	87%	17,4	18,4
60%	93%	91%	0,0	0,0
80%	94%	91%	45,3	46,8
100%	93%	90%	0,0	0,0
Total			65,7	70,0
			4,3 MWh économisés/an	
			6,1 % économisés	

Le moteur avec démarreur direct est plus efficace à tout niveau de charge que la combinaison du moteur et variateur de vitesse, et permet une économie d'énergie de 6,1 %. Même en considérant l'application sans période de repos, l'économie est toujours autour de 5,5 %.

RÉPONSE : Non. La conception du système doit toujours découler d'une analyse au niveau système. Le démarrage direct est toujours plus efficace pour les applications à vitesse fixe.


Résumé

La législation éco-conception de l'UE vise l'efficacité des moteurs, mais pour l'amélioration de l'efficacité énergétique globale, il est nécessaire de prendre en compte à la fois le rendement du moteur et l'efficacité du système.

À partir de 2015, le concepteur de système devra décider d'utiliser soit un moteur IE3 (vitesse fixe ou variable), soit un moteur IE2 contrôlée par un variateur de vitesse. Il doit fonder sa décision sur la solution qui offre la plus faible consommation d'énergie pour l'application considérée.

Nos recommandations

- Envisager l'utilisation de moteurs IE3 même avant qu'ils deviennent obligatoires. Cela facilitera la conformité future de votre conception.
- Mettre l'accent sur la consommation d'énergie et utiliser des démarreurs de moteurs où ils fournissent la solution la plus efficace. Par exemple, utiliser des démarreurs moteurs dans les applications à vitesse fixe.
- Utiliser la variation de vitesse dans les applications où elle apporte des fonctionnalités spécifiques ou des économies d'énergie significatives.
- Déterminer pour chaque application spécifique la consommation d'énergie la plus faible selon la future norme CENELEC "Exigences d'efficacité énergétique et d'éco-conception des entraînements de puissance, des démarreurs moteur, de l'électronique de puissance et de leur applications commandées".



Sélectionnez le mode de commande moteur à la suite d'une analyse du système considérant aussi les fonctionnalités, la disponibilité, la maintenabilité et coût total du cycle de vie.

