

GUIDE TECHNIQUE

Accouplement et commande d'un moteur électrique avec la machine : accouplement, alignement des arbres et démarrage par variateur de fréquence ou démarreur progressif - points d'attention lors du remplacement (Siemens, ABB, Danfoss)

Après le remplacement d'un moteur, la machine se comporte souvent différemment d'avant : l'accouplement cogne, les roulements chauffent plus vite et le réducteur reçoit une secousse à chaque démarrage. Le moteur électrique entraîne une pompe, un ventilateur, un convoyeur ou un compresseur par l'intermédiaire d'un accouplement. Que le démarrage soit direct, par démarreur progressif ou par variateur de fréquence, cela détermine la charge supportée par le réducteur, les roulements et l'accouplement lui-même. Le remplacement du moteur ou du dispositif de démarrage met souvent en évidence des problèmes jusque-là invisibles, par exemple une clavette usée, un jeu sur l'arbre ou un pied de moteur déformé.

Dans cet article, nous avons rassemblé ce que le technicien doit vérifier au niveau de l'accouplement, de l'alignement des arbres et du choix du mode de démarrage. Prenez toujours les valeurs limites dans la documentation du moteur, de l'accouplement et de la machine concernés.

Comment le mode de démarrage sollicite l'accouplement, le réducteur et les roulements

Le démarrage direct est le plus simple, mais c'est lui qui provoque la plus forte secousse dans toute la chaîne d'entraînement. Danfoss cite, parmi les inconvénients du démarrage direct, l'usure des roulements du moteur, l'usure du réducteur et les chocs hydrauliques (appelés coups de bélier) dans les installations équipées de pompes. Le démarreur progressif et le variateur de fréquence permettent d'accélérer le moteur plus doucement, ce qui soulage l'accouplement et le reste de l'entraînement.

Siemens décrit les avantages des démarreurs progressifs SIRIUS 3RW : réduction de la contrainte mécanique dans la machine entraînée et réduction des pointes de courant. Pour l'accouplement, cela signifie moins de chocs de couple à chaque démarrage. La différence entre les solutions est toutefois importante pour le choix. Le démarreur progressif limite le courant et le couple en augmentant la tension, mais ne modifie pas la fréquence. Danfoss souligne que le démarreur progressif ne modifie pas la fréquence. Le variateur de fréquence

offre un contrôle plus complet de la vitesse et du couple sur toute la plage de fonctionnement.

Accouplement, alignement et montage du moteur

Un bon alignement commence par un examen visuel. Avant de monter le nouveau moteur, examinez l'accouplement et les bouts d'arbre : recherchez les jeux, les fissures, les traces d'usure et une rainure de clavette endommagée. Vérifiez aussi le pied du moteur et les cales placées dessous. Une assise inégale ou déformée dégrade l'alignement, même si les arbres ont été réglés avec soin.

Vérifiez l'alignement avec des comparateurs à cadran ou un laser, avant et après le remplacement, et refaites la mesure après le serrage des vis de fixation. Prenez les écarts admissibles dans la documentation de l'accouplement et de la machine.

Le manuel des moteurs basse tension ABB contient deux remarques sur les éléments montés sur l'arbre. Premièrement, le moteur est équilibré en standard avec une demi-clavette, ce qu'il faut prendre en compte lors du montage du demi-accouplement ou de la poulie. Deuxièmement, dans le cas d'un entraînement par courroie, les courroies doivent être tendues selon les instructions du fournisseur de la machine entraînée, sans dépasser les forces maximales sur les courroies (c'est-à-dire la charge radiale des roulements) indiquées dans les catalogues du produit.

Approche des fabricants pour le démarrage par démarreur progressif

Ci-dessous figure ce que la documentation de chaque fabricant indique sur le choix et le démarrage. Les démarreurs progressifs de différents fabricants ne sont pas présentés ici comme interchangeables, et les réglages ne doivent pas être transférés sans esprit critique d'un appareil à l'autre.

ABB décrit dans son recueil sur les démarreurs progressifs les principes de choix. Pour un démarrage normal, le démarreur progressif est choisi en fonction de la puissance nominale du moteur, et pour un démarrage à forte puissance, on choisit un appareil d'une taille supérieure. Pendant le démarrage avec un démarreur progressif, le courant est 3 à 4 fois supérieur au courant nominal du moteur. Lorsque le nombre de démarrages dépasse 10 par heure, ABB demande de choisir un démarreur progressif d'une taille supérieure.

Siemens précise dans son catalogue que le choix du démarreur progressif dépend du courant nominal du moteur, et recommande le programme de sélection et de simulation Win-Soft Starter. Les démarreurs progressifs SIRIUS 3RW30 sont destinés aux conditions de démarrage faciles ; dans d'autres conditions ou avec une fréquence de manœuvres plus élevée, un appareil plus grand peut être nécessaire. Le 3RW40 intègre une protection électronique du moteur contre les surcharges et une limitation de courant réglable.

Danfoss indique que le courant nominal du démarreur progressif dépend du nombre de démarrages par heure, de la durée et du niveau de courant à chaque démarrage, ainsi que du

temps entre les démarrages. Le démarreur progressif choisi doit avoir un courant nominal au moins égal au courant du moteur à pleine charge, relevé sur la plaque signalétique. Pour le MCD 600, le fabricant donne un exemple de la classe AC-53b : courant de démarrage maximal $4 \times \text{FLC}$ (42 A), 6 s de démarrage et au minimum 354 s de pause entre les démarrages.

| Paramètre | Démarreur progressif ABB | Siemens SIRIUS 3RW40 | Danfoss MCD 600 |

|---|---|---|---|

| Principe de choix | au-delà de 10 démarrages par heure, choisir un démarreur progressif d'une taille supérieure | le choix du démarreur progressif dépend du courant nominal du moteur | courant nominal du démarreur progressif au moins égal au courant du moteur à pleine charge |

| Outil de sélection | \- | programme de sélection et de simulation Win-Soft Starter | \- |

| Courant de démarrage avec démarreur progressif | pendant le démarrage, courant 3 à 4 fois supérieur au courant nominal du moteur | \- | \- |

| Courant de démarrage maximal (exemple AC-53b) | \- | \- | $4 \times \text{FLC}$ (42 A) |

| Durée de démarrage et pause entre les démarrages (exemple AC-53b) | \- | \- | 6 s de démarrage, min. 354 s entre les démarrages |

| Tension nominale | \- | versions 200 ... 480 V et 400 ... 600 V | 200-690 V AC |

| Plage de courant | \- | \- | 20-1 250 A |

| Réglages de base (convoyeur à bande) | tension initiale 40%, temps de rampe d'accélération 10 s, limitation de courant $4 \times I_e$ | \- | \- |

Exemples de réglages initiaux et plage des appareils

Les réglages initiaux ne sont qu'un point de départ et doivent être affinés lors de la mise en service. ABB donne les réglages de base recommandés pour un convoyeur à bande : temps de rampe d'accélération 10 s, temps de rampe de décélération 0 s (10 s pour un matériau fragile), tension initiale 40% et limitation de courant $4 \times I_e$. *Pour un ventilateur, il est recommandé d'utiliser une tension initiale de 30%, un temps de rampe d'accélération de 10 s et une limitation de courant de $4 \times I_e$.* Un ventilateur a généralement un volant d'inertie important et nécessite un démarrage à forte puissance ; ABB demande donc de choisir un démarreur progressif d'une taille supérieure à la puissance en kW du moteur. Dans de telles installations, il ne faut jamais utiliser de réduction progressive de la tension à l'arrêt.

Siemens donne dans son catalogue des valeurs d'exemple pour un démarrage normal (classe 10). La tension initiale est de 70% pour un convoyeur à bande, 60% pour un convoyeur à rouleaux, 50% pour un compresseur, et de 40% chacun pour un petit ventilateur, une pompe et une pompe hydraulique. Les temps de démarrage sont respectivement de 10 s, 10 s, 20 s, 20 s, 10 s et 10 s. Le fabricant précise que ces valeurs sont données à titre d'information uniquement, qu'elles ne sont pas contraignantes et qu'elles doivent être optimisées lors de la

mise en service, les temps de démarrage réels dépendant de la charge.

Les plages des appareils Siemens diffèrent nettement. Le 3RW30 va jusqu'à 75 Hp (à 460 V) avec un courant nominal jusqu'à 50 °C dans la plage 3...98 A, et le 3RW40 jusqu'à 300 Hp (à 460 V) avec un courant nominal jusqu'à 50 °C dans la plage 11...385 A. Le 3RW44 prend en charge jusqu'à 900 Hp en montage en ligne et jusqu'à 1600 Hp en montage dans le triangle. Pour les 3RW30 et 3RW40, la tension initiale se règle dans la plage 40...100%, et pour le 3RW44 dans la plage 20...100%. Seul le 3RW44 dispose d'une limite de couple de 20...200%.

Raccordement du moteur au démarreur progressif et au variateur de fréquence

Avant de commander un démarreur progressif, vérifiez comment le moteur est couplé et comment il est accessible dans la boîte à bornes. Selon le manuel ABB, la boîte à bornes des moteurs standard à une vitesse comporte généralement six bornes d'enroulements et au moins une borne de terre, ce qui permet un démarrage direct ou étoile-triangle. En démarrage direct, on peut utiliser le couplage en étoile ou en triangle. En couplage en triangle, la tension d'alimentation doit être égale à la tension nominale du moteur, et pour un démarrage étoile-triangle, il faut retirer toutes les barrettes de couplage de la plaque à bornes.

Le raccordement du démarreur progressif à l'intérieur du circuit en triangle modifie la charge en courant. ABB indique que le démarreur progressif ne conduit alors que 58% ($1/\sqrt{3}$) du courant du raccordement en ligne.

Points d'attention lors du remplacement

Les points ci-dessous découlent de la documentation des fabricants et de la pratique générale de la maintenance. Chacun concerne un endroit différent de l'installation ; vérifiez-les donc avant de commander les pièces et avant la mise en service.

- **ABB - nombreux démarrages par heure** : au-delà de 10 démarrages par heure, choisissez un démarreur progressif d'une taille supérieure. Comptez les démarrages avant de choisir la taille, car un démarreur progressif trop petit surchauffera.
- **Siemens - choix** : le démarreur progressif se choisit selon le courant nominal du moteur, et le fabricant recommande le programme Win-Soft Starter. Relevez le courant sur la plaque signalétique du nouveau moteur, et non sur celle de l'ancien.
- **ABB - température ambiante élevée** : le démarreur progressif peut fonctionner à une température plus élevée si le courant nominal est réduit proportionnellement selon les recommandations du fabricant. Pour les démarreurs progressifs ABB, une réduction de 0,8% par °C au-dessus de 40°C est indiquée ; vérifiez donc la température dans l'armoire.
- **ABB - contacteur principal** : si le signal de démarrage est envoyé simultanément au contacteur principal et au démarreur progressif, l'appareil peut signaler une perte de phase. Retardez le signal de démarrage du démarreur progressif d'environ 0,5 s. ABB précise que le démarreur progressif ne nécessite pas de contacteur principal, mais le

recommande comme coupure d'urgence ou comme déclencheur du relais de surcharge.

- **ABB - essai sans moteur** : il est impossible de tester un démarreur progressif sans moteur, car aucun courant ne circulerait dans l'appareil. Prévoyez un essai avec le moteur raccordé.
- **ABB - tension du réseau et charge** : le fabricant garantit un fonctionnement pleinement efficace avec une tolérance de tension du réseau de -15% et 10% de la valeur nominale. Les démarreurs progressifs ABB sont destinés exclusivement aux charges inductives.
- **Siemens 3RW30** : cet appareil est destiné aux conditions de démarrage faciles. Dans des conditions différentes ou avec une fréquence de manœuvres plus élevée, un appareil plus grand peut être nécessaire, et pour le courant nominal à une température supérieure à 40 °C, consultez les caractéristiques techniques.
- **Danfoss - fréquence des démarrages** : le courant nominal du démarreur progressif dépend du nombre de démarrages par heure, de la durée et du niveau de courant, ainsi que de la pause entre les démarrages. Indiquez ces données lors du choix, et pas seulement la puissance du moteur.
- **Accouplement et arbres** : examinez l'accouplement et les arbres à la recherche de jeux, de fissures, de traces d'usure et de l'état de la clavette. Vérifiez aussi le pied du moteur et les cales.
- **Alignement** : vérifiez-le avant et après le montage avec des comparateurs à cadran ou un laser, et mesurez de nouveau après le serrage des vis.
- **Sens de rotation et plaque signalétique** : comparez la puissance, le courant, la tension et le couplage étoile/triangle avec les données du moteur précédent. Vérifiez le sens de rotation avant l'accouplement avec la machine.
- **Connecteurs et logiciel** : vérifiez les connecteurs et les contacts ainsi que les versions du logiciel sur les étiquettes des appareils.
- **Pièce d'occasion** : testez-la sur un banc d'essai et documentez son origine.

Étapes générales du remplacement

Avant le démontage, faites une sauvegarde des paramètres de l'entraînement et relevez les données de la plaque signalétique de l'ancien moteur. Choisissez ensuite le démarrage et les protections en fonction des nouvelles données, au lieu de supposer que les anciens réglages suffisent. Après avoir déposé l'ancien moteur, montez le nouveau avec l'accouplement, alignez les arbres et serrez les fixations, puis mesurez de nouveau l'alignement.

Ce n'est qu'ensuite que vous raccordez les câbles. Démarrez l'installation à vide là où c'est permis, et dans le cas d'un démarreur progressif, rappelez-vous qu'un essai sans moteur n'est pas possible. Effectuez ensuite un essai en charge, vérifiez la communication et les signaux, puis complétez la documentation avec les nouvelles données du moteur, les réglages et les résultats des mesures.

Résumé

Vérifiez d'abord la mécanique : accouplement, clavette, pied du moteur et alignement. Vérifiez ensuite les données de la plaque signalétique, car la taille du démarreur progressif en dépend. En commandant le dispositif de démarrage, comptez les démarrages par heure et tenez compte de la température ambiante. Prévoyez le retard du signal de démarrage en présence de contacteurs, ainsi qu'un essai avec le moteur raccordé. Considérez les réglages des catalogues comme un point de départ, et déterminez les valeurs finales lors de la mise en service.

Enetiv est une entreprise de Żywiec (Pologne) spécialisée dans le négoce de pièces d'automatisation industrielle : automates programmables, variateurs de fréquence, panneaux IHM et appareils externes. Nous proposons des pièces neuves, d'occasion et reconditionnées, notamment des marques Allen-Bradley (Rockwell Automation), Siemens, Schneider Electric, Bosch Rexroth et ABB, ainsi que d'autres fabricants disponibles sur le marché secondaire, à des prix compétitifs et avec des remises sur les produits des grandes marques. Nous sommes également spécialisés dans les pièces retirées de la production (EOL) et dans le service, y compris pour les éléments de génération plus ancienne et les éléments atypiques. Au besoin, nous aidons aussi à organiser l'intervention d'un technicien automatique sur site. Écrivez-nous via enetiv.com/kontakt et nous vous aiderons à choisir une pièce ou un équivalent.

Sources

- [Siemens – catalogue des démarreurs progressifs SIRIUS 3RW \(Industrial Controls Product Catalog 2019, chapitre 7\)](#)
- [Danfoss – brochure des démarreurs progressifs VLT \(MCD 100, 201, 202, 600\)](#)
- [ABB – manuel des moteurs basse tension](#)
- [ABB – Démarreurs progressifs, recueil de connaissances](#)