

Manuel de l'utilisateur

Générateur Synchrone AMG Série Application Industrielle

Type de générateur: AMG 0180 – AMG
0400

Numéro de série :



Numéro de document : 8AMG5854948
Mise à jour : C (03/2010)

ABB

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| Chapitre 1 Introduction | 1 |
| 1.1 Informations générales | 1 |
| 1.2 Directives européennes | 1 |
| 1.3 Conditions sur site | 2 |
| 1.4 Note importante | 2 |
| 1.5 Limites de responsabilité | 3 |
| 1.6 Sécurité générale | 3 |
| 1.6.1 Symboles autocollants..... | 4 |
| 1.6.2 Danger électrique | 4 |
| 1.6.3 Pièces en mouvement | 4 |
| 1.6.4 Hautes températures | 4 |
| 1.6.5 Appareils électrostatiques (AES) | 5 |
| 1.6.6 Champs magnétiques..... | 5 |
| 1.6.7 Bruit | 5 |
| 1.7 Instructions de sécurité | 5 |
| 1.7.1 Généralités | 5 |
| 1.7.2 Utilisation destinée | 5 |
| 1.7.3 Transport, stockage..... | 5 |
| 1.7.4 Installation | 6 |
| 1.7.5 Raccordements électriques | 6 |
| 1.7.6 Utilisation | 7 |
| 1.7.7 Entretien et révision..... | 7 |
| 1.8 Mise au rebut et instructions de recyclage | 7 |
| 1.8.1 Recyclage des matériaux utilisés au transport | 8 |
| 1.8.2 Recyclage complet de la machine | 8 |
| Chapitre 2 Transport et stockage | 10 |
| 2.1 Transport et déballage | 10 |
| 2.1.1 Mesures de protection avant transport | 10 |
| 2.1.2 Levage de la machine | 10 |
| 2.1.3 Levage d'une machine dans son emballage | 10 |
| 2.1.4 Vérifications à réception et déballage..... | 12 |
| 2.1.5 Plaque signalétique de palier | 12 |
| 2.2 Stockage | 13 |
| 2.2.1 Stockage à court terme (moins de 2 mois) | 13 |
| 2.2.2 Stockage longue durée (2-6 mois)..... | 14 |
| 2.2.3 Stockage à très long terme (plus de 6 mois) | 14 |
| 2.2.4 Paliers à roulements..... | 14 |
| 2.2.5 Vérifications périodiques pendant la durée du stockage | 15 |
| 2.2.6 Stockage et entretien après installation..... | 15 |

Chapitre 3 Installation et ajustements 16

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.1 | Préparation à l'installation | 16 |
| 3.1.1 | Généralités | 16 |
| 3.1.2 | Sortie de stockage | 16 |
| 3.1.3 | Vérification des fondations | 17 |
| 3.1.4 | Démontage du dispositif de blocage de transport | 18 |
| 3.1.5 | Type d'accouplement | 18 |
| 3.1.6 | Montage du moyeu d'accouplement..... | 18 |
| 3.1.7 | Transmission à courroie | 19 |
| 3.2 | Installation et alignement | 19 |
| 3.2.1 | Faux-rond des moyeux d'accouplement | 20 |
| 3.2.2 | Alignement of machines | 20 |
| 3.3 | Inspection finale de l'installation | 25 |
| 3.3.1 | Capots et plaques de protection | 25 |

Chapitre 4 Raccordements électriques 26

| | | |
|------------|---|-----------|
| 4.1 | Généralités | 26 |
| 4.2 | Régulateur automatique de voltage | 26 |
| 4.2.1 | Généralités | 26 |
| 4.2.2 | Configuration | 26 |
| 4.2.3 | Installation mécanique..... | 27 |
| 4.2.4 | Mise à la terre et câblage | 27 |
| 4.3 | Raccordements électriques | 27 |
| 4.3.1 | Informations générales | 27 |
| 4.3.2 | Raccordement des câbles électriques principaux et des câbles neutres..... | 27 |
| 4.3.3 | Raccordement à la masse..... | 28 |
| 4.3.4 | Distances d'isolation des câbles d'alimentation électrique | 28 |
| 4.3.5 | Raccordement des accessoires et instruments | 29 |

Chapitre 5 Mise en service 30

| | | |
|------------|--|-----------|
| 5.1 | Généralités | 30 |
| 5.2 | Vérifications de l'installation mécanique | 30 |
| 5.3 | Vérification de l'installation électrique | 30 |
| 5.4 | Mesure de la résistance d'isolation | 31 |
| 5.5 | Régulateur de Tension Automatique (AVR) | 31 |
| 5.6 | Démarrage | 31 |
| 5.7 | Première mise en marche de la machine | 32 |
| 5.7.1 | Paliers à option de re-lubrification | 32 |
| 5.8 | Arrêt de la machine | 33 |

Chapitre 6 Fonctionnement 35

| | | |
|------------|--|-----------|
| 6.1 | Généralités | 35 |
| 6.2 | Conditions normales de fonctionnement | 35 |

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| 6.3 | Protection du générateur synchrone | 35 |
| 6.4 | Procédure de démarrage | 36 |
| 6.5 | Surveillance continue..... | 36 |
| 6.6 | Procédure de mise à l'arrêt..... | 37 |
| <hr/> | | |
| Chapitre 7 | Maintenance | 38 |
| <hr/> | | |
| 7.1 | Entretien préventif..... | 38 |
| 7.2 | Précautions de sécurité | 38 |
| 7.3 | Programme de maintenance..... | 39 |
| 7.3.1 | Programme de maintenance recommandée | 41 |
| 7.4 | Maintenance de la structure générale..... | 44 |
| 7.4.1 | Inspections lorsque la machine est en marche | 44 |
| 7.4.2 | Vibrations et bruits..... | 44 |
| 7.4.3 | Niveaux de température | 46 |
| 7.4.4 | Serrage des fixations..... | 47 |
| 7.4.5 | Surveillance de la construction du rotor..... | 47 |
| 7.5 | Maintenance des roulements | 48 |
| 7.5.1 | Construction des paliers | 48 |
| 7.5.2 | Intervalles de re-graissage | 49 |
| 7.5.3 | Re-graissage pour paliers à re-lubrifiés..... | 50 |
| 7.5.4 | Plaque signalétique de palier | 51 |
| 7.5.5 | Graisse des palmiers..... | 51 |
| 7.5.6 | Installation et remplacement du roulement arrière | 52 |
| 7.5.7 | Mise en place et remplacement du palmier côté opposé fermé | 53 |
| 7.6 | Maintenance des bobinages stator et rotor | 54 |
| 7.6.1 | Instructions particulières de sécurité pour l'entretien des bobinages..... | 55 |
| 7.6.2 | Agenda de la maintenance..... | 55 |
| 7.6.3 | Température correcte de fonctionnement..... | 56 |
| 7.6.4 | Essai de résistance d'isolation..... | 56 |
| 7.6.5 | Index de polarisation | 60 |
| 7.6.6 | Essai de haute tension | 61 |
| 7.6.7 | Inspection visuelle du bobinage | 61 |
| 7.6.8 | Séchage | 62 |
| 7.6.9 | Autres opérations de maintenance | 63 |
| 7.7 | Maintenance concernant les performances électriques, l'excitation, le contrôle et la protection..... | 63 |
| 7.7.1 | Mesurage de la résistance d'isolation du système d'excitation | 63 |
| 7.7.2 | Déclenchements de protection | 64 |
| 7.7.3 | Régulateur automatique de voltage (RAV) | 64 |
| 7.7.4 | Mesurage de résistance d'isolation des appareils auxiliaires | 64 |
| 7.7.5 | Dysfonctionnement des diodes | 64 |
| 7.8 | Maintenance relative aux performances thermiques et au système de refroidissement | 65 |
| 7.8.1 | Système de refroidissement | 65 |

Chapitre 8 Problèmes.....67

8.1 Performances mécaniques67

Performances thermiques, système de refroidissement par air ouvertError!
Bookmark not defined.

8.2 Performances électriques et système d'excitation des générateurs71

Chapitre 9 Service Après-vente et pièces de rechange73

9.1 Service Après-vente73

9.1.1 Services sur site73

9.1.2 Pièces de rechange73

9.1.3 Garantie.....73

9.1.4 Service Après Vente.....73

9.1.5 Contact Après-vente.....73

9.2 Pièces de rechange73

9.2.1 Généralités concernant les pièces de rechange.....73

9.2.2 Remplacement périodique des pièces.....74

9.2.3 Besoin de pièces de rechange74

9.2.4 Choix du pack pièces de rechange adéquat.....74

9.2.5 Pièces de rechange typiques recommandées des différents packs75

9.2.6 Information pour les commandes76

Chapitre 1 Introduction

1.1 Informations générales

Ce Manuel de l'utilisateur contient des informations concernant le transport, l'installation, l'utilisation et l'entretien de la machine synchrone de type AMG 0180~AMG 0400 fournie par ABB.

Ce manuel fournit les informations relatives à tous les aspects de l'installation, l'utilisation, l'entretien et la surveillance de l'appareil et indique comment démonter/monter ses composants principaux lorsque nécessaire. L'étude attentive du contenu de ce manuel et de la documentation des autres appareils connexes au générateur est requise afin de garantir le bon fonctionnement et la durée de vie de la machine.

Toutes les opérations figurant dans ce manuel doivent être réalisées par un personnel formé ayant une expérience dans l'accomplissement de tâches similaires et faire l'objet d'une autorisation de la part du propriétaire de cet équipement.

ABB fournit des efforts constants afin d'améliorer la qualité des informations fournies dans ce Manuel de l'utilisateur et apprécie toute suggestion susceptible de poursuivre cette amélioration. Pour tout contact, voir le *Chapitre 9.1, Après vente*.

NOTE : Ces instructions doivent être suivies de façon conforme afin de garantir que l'installation, l'utilisation et l'entretien de la machine sont effectués de façon correcte et en toute sécurité. Ces instructions doivent être connues de toute personne en charge de l'installation, de l'utilisation et de l'entretien de cet équipement. Le non respect de ces instructions entraîne l'annulation de la garantie.

1.2 Directives européennes

Les générateurs vendus à l'Union européenne doivent être conformes aux directives locales afférentes. Le générateur est vendu en tant que composant d'un groupe générateur car il ne dispose pas de fonction intrinsèque en l'absence de source d'énergie mécanique. Chaque générateur est cependant fourni avec une *Déclaration d'incorporation CE* relative à la Directive sur les machines.

Le générateur standard étant conçu pour une application industrielle, il répond aux normes sur l'immunité et les émissions industrielles. Si le générateur est destiné à un usage en résidence, commercial ou pour des applications industrielles d'éclairage, l'utilisation d'équipements supplémentaires est susceptible d'être exigée. Contactez le fabricant du générateur si ce point n'a pas été défini à l'avance.

Avant de coupler le générateur à la machine, il doit répondre aux directives suivantes, applicables aux composants machine-générateur :

- Directive Basse Tension 2006/95/CE.
- Directive CEM 2004/108/CE
- Directive Machines 2006/42/CE

NOTE : Une fois le générateur couplé à un ensemble générateur, le fabricant de l'ensemble générateur doit garantir que cet ensemble est conforme aux Directives CE afférentes.

Tous les générateurs fournis par ABB comporte le label CE (*voir Figure 1-1. Label-CE*). Les labels peuvent être fournis en pièces détachées si le générateur doit être re-peint avant livraison à l'utilisateur final.



Figure 1- 1. label-CE.

1.3 Conditions sur site

Le générateur doit être utilisé sur un site dont les conditions sont conformes aux Spécifications techniques et Conditions stipulées par ABB dans le contrat passé avec l'utilisateur et nulle part ailleurs.

1.4 Note importante

Les informations contenues dans ce document peuvent être de natures générales et applicables aux différentes machines fournies par ABB.

En cas de contradiction entre le contenu du présent manuel et l'appareil, l'utilisateur doit se conformer à l'avis d'un ingénieur expérimenté ou, en cas de doute persistant, contacter ABB.

Toutes les précautions de sûreté figurant dans ce chapitre et ailleurs dans ce manuel doivent être observées de façon permanente.

La sécurité est fonction de la conscience, de l'implication et de la prudence de toutes les personnes utilisant et travaillant sur la machine. Si l'observation des règles de sécurité est importante, la prudence à proximité de la machine est essentielle.

NOTE: Afin d'éviter tout accident, les mesures de sécurité et outils requis sur le site d'installation doivent être conformes aux instructions et règles relatives à la sécurité au travail. Ceci s'applique à la réglementation sur la sécurité en vigueur dans le pays concerné, aux accords spécifiques conclus pour chaque site et aux instructions de sécurité contenues dans ce manuel ainsi qu'aux instructions de sécurité annexes fournies avec la machine.

Les informations contenues dans ce document sont susceptibles de changer sans notice supplémentaire et ne peuvent être interprétées comme un engagement de la part d'ABB. ABB n'assume aucune responsabilité en cas de présence éventuelle d'erreurs dans ce document.

Le présent document ne peut être reproduit ou copié, en totalité ou partie, sans autorisation expresse écrite de la part de ABB, et son contenu ne peut être imputé à un tiers ni utilisé dans un but non autorisé.

1.5 Limites de responsabilité

En aucun cas ABB ne peut être tenu responsable pour tout dommage de quelque nature directe, indirecte, particulier, circonstantiel ou conséquent à l'utilisation de ce document, ainsi que pour tout dommage circonstantiel ou conséquent à l'utilisation de logiciels ou matériels décrits dans ce document.

La garantie couvre les défauts matériels et de fabrication. Cette garantie ne couvre pas les dommages subis par la machine, le personnel ou un tiers résultant d'un stockage inapproprié, une installation ou une utilisation incorrecte de la machine. Les conditions de garantie sont définies conformément aux Modalités et Conditions Orgalime S2000.

NOTE: La garantie est invalidée lorsque les conditions d'utilisation de la machine ont subi des changements, lorsque la structure de la machine est modifiée ou lorsque les réparations ont été effectuées sur la machine n'ont pas fait l'objet d'une approbation écrite de la part de l'usine ABB ayant fourni la machine.

NOTE: Les bureaux de vente ABB locaux ou distributeurs tiers sont susceptibles de pratiquer des conditions de garantie différentes, ces conditions sont spécifiées dans les modalités de vente, conditions et termes de garantie.

Pour tout contact, consultez le verso du présent Manuel de l'utilisateur. Pensez à fournir le numéro de série de la machine lors de vos échanges concernant un problème spécifique lié à la machine..

1.6 Sécurité générale

Certaines opérations, procédures d'entretien et de manutention peuvent être dangereuses ou provoquer des blessures lorsque les précautions de sécurité ne sont pas observées.

Si l'observation des procédures de sécurité recommandées est importante, une attention particulière à proximité de la machine est requise en permanence. Il n'existe pas de liste exhaustive, soyez toujours très attentif !

Il est important que le personnel ait conscience des dangers présents dans leur environnement de travail. Ils doivent non seulement être capables d'identifier ces dangers mais également de pouvoir réagir rapidement et efficacement à la situation en appliquant la procédure de sécurité consacrée.

Ils doivent également être capables de reconnaître les sigles d'avertissement (autocollants) ainsi que tout signal visuel et auditif.

Les recommandations suivantes constituent une directive générale :

- a. Toujours porter des vêtements et protections de la tête et des pieds adaptés et à la bonne taille. Des vêtements trop lâches peuvent être cause d'accidents mortels lorsque l'on travaille sur ou à proximité d'une machine comportant des pièces tournantes. Les vêtements doivent être lavés régulièrement. Les vêtements tâchés d'huile ou autres substances peuvent constituer un danger pour la santé lors d'un contact prolongé avec la peau, même à travers des sous-vêtements.
- b. Tant que possible, ne travaillez sur ou à proximité de la machine que lorsque celle-ci est à l'arrêt. En cas d'impossibilité, conservez les outils, équipements

de test et toute partie de votre corps à bonne distance des pièces en mouvement.

- c. Certaines parties de la machine synchrone et de ses équipements auxiliaires peuvent atteindre des températures très élevées. Des vêtements de protection, et en particulier des gants, doivent être portés en permanence.
- d. Les nombreux fluides utilisés dans la machine présentent un danger s'ils sont avalés ou s'ils entrent en contact avec les yeux. En cas d'ingestion accidentelle d'un liquide potentiellement dangereux, ne PAS inciter à vomir et CHERCHER IMMEDIATEMENT UNE ASSISTANCE MEDICALE. Portez des gants de protection lorsque vous manipulez des liquides dangereux pour les yeux. En cas de contact d'un liquide avec les yeux, rincez immédiatement à l'eau et CHERCHEZ IMMEDIATEMENT UNE ASSISTANCE MEDICALE.

La sécurité est fonction de la conscience, de l'implication et de la prudence de toutes les personnes utilisant et travaillant sur la machine. Celle-ci est susceptible de provoquer des blessures graves si elle est utilisée de façon incorrecte. Le personnel doit être conscient des dangers potentiels liés à l'utilisation ou à l'entretien des machines synchrones.

Avant de tenter de monter, utiliser ou régler une machine synchrone, les utilisateurs et le personnel d'entretien doivent être qualifiés techniquement et avoir reçu la formation appropriée.

Le personnel doit disposer d'une bonne connaissance des procédures détaillées recommandées dans le Manuel de l'utilisateur.

1.6.1 Symboles autocollants

Le personnel doit s'être familiarisé avec tous les autocollants et symboles d'avertissement apposés sur la machine. La non identification d'un avertissement et des instructions de sécurité qui lui sont associés est susceptible d'engendrer des accidents pouvant être mortels.

1.6.2 Danger électrique

La machine synchrone et les équipements auxiliaires doivent être débranchés de leur alimentation électrique lors de leur installation, entretien ou montage. Toutes les parties sous tension doivent être reliées à la terre.

1.6.3 Pièces en mouvement

Les parties couvrantes doivent être retirées uniquement par une personne qualifiée lorsque exigé pour la procédure d'installation, d'entretien ou de montage. Ces parties doivent être remises en place aussitôt que possible. Conservez vos mains et vêtements lâches à distance des pièces en mouvement.

1.6.4 Hautes températures

Certaines parties de la machine et de ses équipements auxiliaires atteignent une température très élevée. Evitez tout contact avec elles. Portez toujours des gants de protection lorsque vous travaillez à proximité.

1.6.5 Appareils électrostatiques (AES)

Des mesures de précaution doivent être prises afin de protéger les éléments de contrôle électronique du générateur synchrone contre tout dommage. Assurez-vous que l'environnement de travail est protégé contre les AES. Ne pas toucher aux circuits électroniques lors du déballage.

1.6.6 Champs magnétiques

Un champ magnétique est présent dans l'environnement immédiat d'une machine tournante. Assurez-vous qu'aucun objet (par ex. disques magnétiques, cartes de crédit, montres etc.) susceptible d'être affecté ou effacé par électromagnétisme ne soit présent dans cet environnement.

1.6.7 Bruit

Les salles de machines peuvent être extrêmement bruyantes et endommager l'ouïe. Portez tant que possible une protection pour les oreilles.

1.7 Instructions de sécurité

1.7.1 Généralités

Les règles générales de sécurité, accords spécifiques à chaque site et précautions de sécurité doivent être observés en permanence.

1.7.2 Utilisation destinée

Les machines électriques comportent des parties sous tension, en mouvement ou extrêmement chaudes. Toutes les actions de transport, stockage, installation, connexion, mise en service, utilisation et maintenance doivent être effectuées par des personnes formées et responsables (conformément aux normes EN 50 110-1 / DIN VDE 0105 / IEC 60364). Une mauvaise manipulation est susceptible de provoquer de graves blessures et dommages matériels.

Les générateurs ABB sont conçus comme composants d'installations commerciales et industrielles tel que de défini dans la Directive sur les Machineries (MD) 98/37/EC. La mise en service de générateurs n'ayant pas obtenu de certificat de conformité est interdite (prendre pour référence les normes locales telles que la norme EN 60204).

Tous les générateurs doivent être conformes aux normes harmonisées EN 60034 / DIN VDE 0530. En aucun cas ils ne doivent être utilisés dans un environnement dont l'atmosphère est inflammable ou explosif excepté lorsqu'ils sont conçus pour cet usage (voir instructions annexes).

Ne jamais utiliser un degré de protection \leq IP23 en extérieur. Les modèles à refroidissement par air ABB sont conçus pour une température ambiante comprise entre -20°C et +40°C pour une altitude \leq 1000 m. La température ambiante pour les modèles à refroidissement air/eau ne doit pas être inférieure à +5°C. Dans tous les cas, il est nécessaire d'assurer des conditions environnementales conformes à celles indiquées sur les plaques signalétiques de l'appareil.

1.7.3 Transport, stockage

En cas de constat de dommage faisant suite à la livraison, informez-en immédiatement la société de transport et interrompez la mise en service si nécessaire. Les anneaux de levage sont conçus pour supporter le poids de la

machine, ne pas ajouter de poids supplémentaires. Utilisez ces anneaux de façon conforme. Lorsque nécessaire, utilisez des outils de manutention dont les dimensions sont appropriées (cablâges etc.) Retirez les pattes de fixation (par ex. arrêt de palier, amortisseurs de vibrations etc.) avant la mise en service et rangez-les pour une utilisation ultérieure.

Lorsque vous stockez la machine, assurez-vous que le lieu de stockage est sec et exempt de poussière ou de vibrations (danger d'endommagement des roulements au repos). Effectuez des mesures de résistance d'isolation avant la mise en service. Lorsque la résistance d'isolation est $\leq 1 \text{ k}\Omega$ par volt de voltage nominal, il est nécessaire de faire sécher les bobinages. Suivez les instructions du constructeur.

1.7.4 Installation

Vérifiez que le support et les pieds sont bien à niveau ou que le montage de bride est bien aligné. Évitez les résonances résultant de la fréquence de rotation et de la double fréquence de régime. Faites tourner le rotor et vérifiez à l'écoute la présence éventuelle de bruits de frottement. Avant couplage vérifiez le sens de rotation.

Adoptez les mesures de ventilation nécessaires et effectuez les raccords au système de refroidissement. Les ouvertures de ventilation ne doivent pas être obstruées, de plus, l'air évacué par les appareils à proximité ne doit pas pénétrer la machine directement.

1.7.5 Raccordements électriques

Toute opération doit être réalisée, machine à l'arrêt, uniquement par des personnes qualifiées. Avant de commencer, les règles de sécurité suivantes doivent être observées de façon stricte :

- Coupez l'alimentation électrique
- Adoptez les mesures appropriées permettant de prévenir de toute mise en marche.
- Vérifiez que l'appareil est bien isolé de son alimentation électrique
- Effectuer une mise à la masse ainsi qu'une connexion à un disjoncteur
- Protéger les éléments sous tension des appareils à proximité à l'aide de panneaux ou de protections isolantes
- Couper l'alimentation électrique des appareils auxiliaires (par ex. chauffage anti-condensation)

Le dépassement des seuils limites de zone A tels que mentionnés dans les normes EN 60034-1 / DIN VDE 0530-1 - tension $\pm 5\%$, fréquence $\pm 2\%$, forme d'onde de tension et symétrie – engendre une hausse de température et affecte la compatibilité électromagnétique. Prenez note des sigles de la plaque signalétique et du diagramme de connexion sur la boîte à bornes.

Les raccordements doivent permettre d'assurer une sécurité permanente de connexion. Utilisez les bornes de raccordement adaptées ainsi que des raccords par soudure ou clips fiables et sûres.

Les espaces entre les éléments sous tension ainsi qu'entre ces parties et la terre ne doivent pas se situer en dessous des valeurs définies aux normes mentionnées dans la documentation fournie par le fabricant.

La boîte à bornes ne doit contenir aucun corps étranger, poussière ou moisissure. Obstruez les trous femelles des câbles et scellez hermétiquement la boîte afin de le protéger de la poussière et de l'eau. Vérifiez l'état et fonctionnement des machines et de leurs accessoires avant toute mise en service.

La qualité d'installation (par ex. la séparation des lignes de transmission des signaux et des câbles électriques, des câbles blindés etc.) constitue la responsabilité de la personne en charge de l'installation.

1.7.6 Utilisation

Les seuils de vibrations acceptables doivent être déterminés en fonction des applications et conformément aux normes ISO correspondantes. En cas de dysfonctionnement - par ex. température élevée, bruits anormaux, vibrations – débranchez la machine synchrone au moindre doute. Identifiez la cause du dysfonctionnement et consultez le fabricant si nécessaire.

Ne pas retirer les protections, pas même pendant les essais de mise en service. Nettoyer régulièrement le système de refroidissement afin d'éviter toute accumulation de poussière.

En cas de présence de refroidisseur, drainer régulièrement le condensat.

Lubrifiez les roulements avant la mise en service (lorsque ceux-ci sont lubrifiables). Lubrifiez les paliers à roulements lorsque la machine est en marche. Observez les instructions de la plaque signalétique de lubrification. Utilisez le lubrifiant adéquat.

Consultez la documentation du fabricant à propos du niveau de bruit et adoptez les mesures de réduction de bruit appropriées.

1.7.7 Entretien et révision

Conformez-vous aux instructions d'utilisation fournies par le fabricant. Pour de plus amples détails, reportez-vous au *Chapitre 7, Entretien* du manuel de l'utilisateur. Conservez les instructions de sécurité!

1.8 Mise au rebut et instructions de recyclage

ABB s'investit en matière de protection de l'environnement. Nous nous efforçons continuellement de rendre nos produits compatibles avec l'environnement en leur appliquant les résultats obtenus en matière de recyclage et d'analyse de cycle de vie. Les produits, processus de fabrication ainsi que la logistique ont été conçus en considération de l'environnement. Notre système de gestion de l'environnement, certifié ISO 14001, est l'outil que nous utilisons pour appliquer notre politique de protection de l'environnement.

Ces instructions sont données uniquement à titre de guide, l'utilisateur a la responsabilité d'assurer l'observation des réglementations locales.

Les pourcentages en matériaux utilisés (pourcentage moyen de la masse) dans la fabrication de la machine sont les suivants :

Tableau 1-1. Pourcentage des matériaux du générateur.

| | |
|--------------------|------|
| Acier | 70 % |
| Cuivre | 15 % |
| Fonte | 10 % |
| Aluminium | 2 % |
| Matériaux isolants | 2 % |

| | |
|--------|-----|
| Autres | 1 % |
|--------|-----|

1.8.1 Recyclage des matériaux utilisés au transport

Une fois la machine déballée, l'emballage doit être traité. L'emballage est composé de bois pouvant être brûlé et de matériaux en plastique (enveloppant la machine) pouvant être recyclés.

Après installation de la machine, les fixations de transport doivent être retirées. Les fixations de transport sont en acier et peuvent être recyclées ou stockés pour être réutilisés ultérieurement.

L'emballage utilisé au transport maritime peut faire l'objet d'exigences particulières dans certains pays, comme l'Australie par exemple où le bois d'emballage doit subir un traitement fumigatoire afin d'être conforme à la législation.

La protection anti-rouille qui recouvre la surface de la machine peut être éliminée à l'aide de solvants à base d'essence. Les chiffons utilisés à cet effet doivent être mis au rebut conformément aux législations locales.

1.8.2 Recyclage complet de la machine

Démontage de la machine

En raison du poids des composants, la personne en charge du démontage de la machine doit être capable de manipuler des composants lourds afin d'écartier tout danger.

Châssis, logements de roulement, éléments de protection et ventilateurs

Ces parties sont en acier structurel ou en fonte pouvant être recyclées conformément aux réglementations locales. Tous les équipements auxiliaires, câblages et roulements doivent être retirés avant la fonte des matériaux.

Composants à isolation électrique

Tout comme le stator et le rotor certains composants auxiliaires contiennent des matériaux d'isolation électrique devant être traités de la même façon parmi lesquels la boîte à bornes, l'excitateur, le transformateur de tension et de courant, les câbles électriques, câbles de connexion, paratonnerre et capaciteurs. Certains de ces composants sont utilisés uniquement sur un nombre limités de machines.

Tous ces composants à isolation électrique sont à l'état solide lors de la sortie d'usine de la machine. Certains, en particulier le stator et le rotor, contiennent de grandes quantités de cuivre pouvant être séparées à l'aide d'un traitement à la chaleur au cours duquel les parties organiques adhésives de l'isolation électrique sont gazéifiées. Le four utilisé doit être équipé des dispositifs adéquats permettant d'assurer la combustion complète des matériaux isolants. Les conditions suivantes sont recommandées afin de minimiser les émanations gazeuses lors de traitement de chauffe et de combustion :

- Traitement thermique
 - Température : 380...420° C (716...788 F).
 - Durée : Une fois exposé à 90 % de la température-cible, l'objet doit rester au minimum 5 heures à cette température.

- Post-combustion des vapeurs de liant
 - Température: 850...920° C (1562...1688 F).

Débit : Les vapeurs de liant doivent demeurer au moins secondes dans la chambre de combustion.

NOTE : Il s'agit principalement d'émanations de gaz et particules microscopiques de O₂-, CO-, CO₂-, NO_x-, C_xH_y. L'utilisateur a la responsabilité de garantir la conformité du processus avec les législations locales.

NOTE : Le traitement de chauffe et les équipements utilisés à cet effet requièrent une attention et un entretien particuliers afin d'éviter tout risque d'incendie ou d'explosion. En raison de la diversité des équipements utilisés à cet effet ABB ne peut donner d'instructions détaillées concernant le traitement de chauffe et l'entretien des équipements, ces aspects sont à la charge de l'utilisateur.

1.8.2.1 Déchets polluants

L'huile et les lubrifiants utilisés dans le système de lubrification constituent des déchets polluants devant être mis au rebut de façon conforme aux réglementations locales.

1.8.2.2 Enfouissement des déchets

Tous les matériaux d'isolation peuvent être traités comme déchets d'enfouissement.

Chapitre 2 Transport et stockage

2.1 Transport et déballage

2.1.1 Mesures de protection avant transport

Les mesures de protection suivantes doivent être adoptées avant livraison de la machine en sortie d'usine. Les mêmes mesures de protection doivent être observées lorsque la machine est déplacée :

- Toutes les machines synchrones livrées à l'unité sont équipées de systèmes de fixation afin de les protéger de tout dommage durant le transport. Les éléments de fixation doivent être utilisés chaque fois que la machine est transportée.
- Les surfaces en métal usiné, telles les extensions d'arbre, sont recouvertes d'un revêtement anti-corrosif avant livraison.
- Les roulements sont lubrifiés à l'usine ou lors des essais avant livraison, offrant une protection suffisante contre la corrosion.
- La machine doit être entreposée dans la cale durant le transport maritime.

2.1.2 Levage de la machine

Avant de lever la machine, assurez-vous de disposer d'appareils de levage appropriés et que le personnel est formé aux travaux de levage. Le poids de la machine est indiqué sur la plaque signalétique, sur l'encombrement et le bordereau d'expédition.

NOTE : Utilisez uniquement les anneaux de levage pour le levage de la machine. N'utilisez pas les anneaux supplémentaires fournis, ceux-ci sont destinés uniquement à l'entretien.

NOTE : Le centre de gravité de machines équipées d'un même châssis varie selon les différences d'axe, de montage et d'équipements auxiliaires.

NOTE : Vérifiez que les vis à œil ou anneaux de levage intégrés au châssis de la machine sont en bon état avant d'effectuer le levage. Les anneaux endommagés ne doivent pas être réutilisés.

NOTE : Les vis à œil doivent être serrées avant levage. Si nécessaire, leurs positions doivent être ajustées à l'aide des rondelles adéquates.

2.1.3 Levage d'une machine dans son emballage

Le levage doit être effectué avec grande prudence et à l'aide d'élingues suffisamment longues pour convenir aux angles de levage. Voir *Illustration 2-1 Levage d'une machine dans son emballage*. Le risque d'endommagement est important lorsque ces conditions ne sont pas remplies.

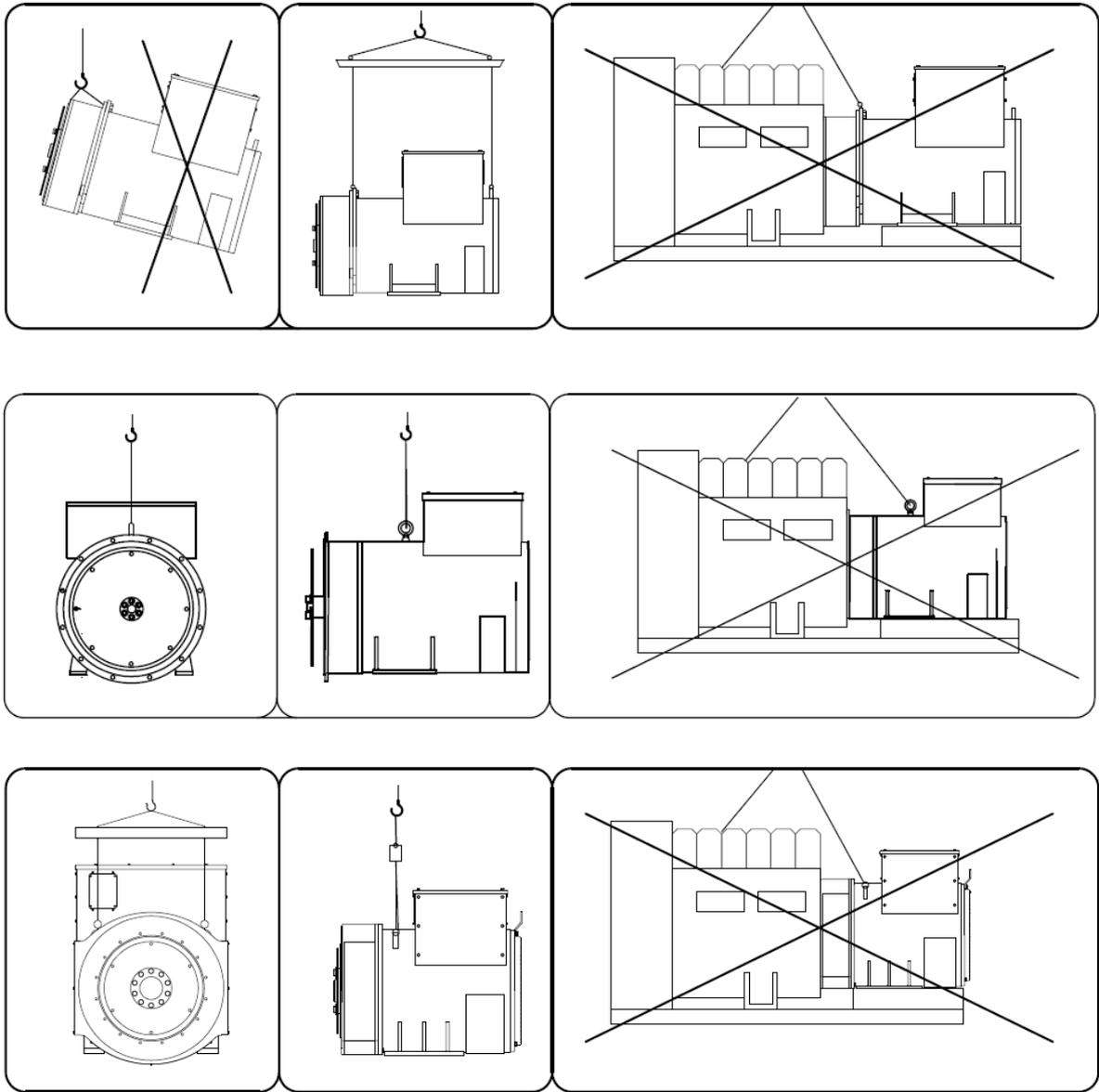


Illustration 2-1 Levage d'une machine dans son emballage

NOTE :

- La machine ne doit pas être levée depuis son châssis. Ne tentez pas de lever la machine par le haut de sa plaque de protection !
- Ne pas lever l'ensemble complet du générateur par les points de levage.
- Lors du déplacement du générateur, maintenez un plan horizontal afin de réduire les risques de sortie du rotor.

2.1.4 Vérifications à réception et déballage

2.1.4.1 Vérification à réception

Inspectez la machine et son emballage immédiatement après réception. Toute partie endommagée pendant le transport doit être photographiée et faire l'objet d'un rapport immédiat, par ex. dans la semaine qui suit la réception, pour des besoins de déclaration d'assurance. Il est important que les preuves de mauvaises manipulations fassent l'objet d'un rapport immédiat à la société de transport et au fournisseur. Utilisez la liste de vérification en *Annexe 5. Rapport de mise en service*.

Toute machine n'étant pas installée immédiatement après réception ne doit pas être laissée sans surveillance ou précautions de protection. Pour de plus amples détails consultez le *Chapitre 2.2, Stockage*.

2.1.4.2 Déballage

Placez la machine synchrone sur une surface plane et sans vibrations et de façon à ne pas obstruer l'espace nécessaire aux manœuvres d'autres équipements.

Une fois l'emballage retiré, vérifiez que la machine est exempt de tout endommagement et que tous les accessoires sont présents. Cocher les accessoires sur le bordereau d'expédition fourni. En cas de dommage avéré ou suspect ou d'absence d'accessoire, informez-en immédiatement le fournisseur.

Reportez-vous au *Chapitre 1.7.1 Recyclage des matériaux utilisés au transport* pour les matériaux d'emballage recyclables.

2.1.5 Plaque signalétique des paliers

Pour la re-lubrification, une plaque en acier inox est fixée au châssis de la machine. Cette plaque signalétique indique le type de roulement et la lubrification devant être utilisée, voir *Figure 2-2. Plaque signalétique de palier pour lubrification des paliers à roulements*.

| | |
|--|----------------|
| Drive end (DE) bearing | 6324/C3 |
| Non-drive end (NDE) bearing | 6317/C3 |
| Lubrication interval at 70°C (158°F) bearing temperature | 4400 Hours |
| Quantity of grease | 72 |
| Applicable greases | ESSO UNIREX N2 |

Note! Every 15°C (27°F) increase above 70°C (158°F) in the bearing temperature halves the rated lubrication interval.
Additional information: see the maintenance manual.

Figure 2-2. Plaque signalétique de palier pour lubrification des paliers à roulements.

Notation utilisée sur la *Figure 2-2.*:

1. Type de palier côté accouplement.
2. Type de palier côté opposé accouplement.
3. Intervalle de lubrification.
4. Quantité de graisse pour paliers côté accouplement et côté opposé accouplement.

5. Type de graisse fournie par l'usine.

NOTE: Les informations mentionnées sur la plaque signalétique de paliers doivent être impérativement observées. Faute de quoi la garantie sur les roulements sera invalidée.

Si aucune re-lubrification n'est nécessaire pour le type de palier utilisé sur le générateur, aucune plaque de palier n'est alors fixée sur le châssis.

2.2 Stockage

2.2.1 Stockage à court terme (moins de 2 mois)

La machine doit être stockée dans un entrepôt dont les conditions environnementales sont contrôlables. Un bon entrepôt ou lieu de stockage doit remplir les conditions suivantes :

- Une température stable, de préférence entre 10° C (50° F) et 50° C (120° F). Si le chauffage anti-condensation est sous tension et que l'air environnant est à plus de 50° C (120° F), assurez-vous que la machine ne soit pas en surchauffe.
- Une faible humidité relative de l'air, de préférence en dessous de 75 %. La température de la machine doit être maintenue au dessus du point de condensation afin d'éviter toute moisissure par condensation à l'intérieur de la machine. Si la machine est équipée d'un chauffage anti-condensation, celui-ci doit être mis en marche. Vérifiez régulièrement le fonctionnement du chauffage anti-condensation. Celui-ci doit être mis hors tension lorsque la température de l'air à l'intérieur de la machine dépasse +40 ° C. Avant de brancher l'alimentation électrique du chauffage anti-condensation vérifiez le voltage et les spécifications techniques ou diagrammes électriques du manuel d'instruction. Si la machine n'est pas équipée de chauffage anti-condensation, une méthode alternative de chauffage et prévention de moisissure par condensation doit être adoptée. La machine peut être chauffée par exemple en mettant ses bornes électriques sous tension. La tension DC requise représente approximativement 5% de la tension nominale et le courant ne doit pas dépasser 30% du courant nominal.
- Un support stable et exempt de vibrations et chocs excessifs. En cas de doute quant à l'intensité des vibrations, la machine doit en être isolée à l'aide de blocs de caoutchucs placés sous ses pieds.
- Une ventilation propre sans poussière ni gaz corrosifs.
- Une protection contre les insectes nuisibles et la vermine.

Si la machine est entreposée en extérieur, elle ne doit en aucun cas être laissée tel quel dans son emballage de transport. Pour un stockage en extérieur :

- Dégagez la machine de son emballage plastique.
- Recouvrez-la de façon à la protéger de la pluie. La toile couvrante doit cependant permettre une aération de la machine.
- Placez la machine à au moins 100 mm (4") du sol sur des supports rigides afin d'empêcher toute moisissure de pénétrer par le bas.
- Assurez une bonne aération. Si la machine est laissée dans son emballage de transport, pratiquez des trous d'aération suffisamment larges dans l'emballage.

- Utilisez un chauffage anti-condensation ou une méthode alternative permettant d'empêcher toute moisissure par condensation.
- Adoptez des mesures de protection contre les insectes nuisibles et la vermine.

2.2.2 Stockage longue durée (2-6 mois)

En plus des mesures décrites au *Chapitre 2.2.1, Stockage à court terme (moins de 2 mois)*, des mesures supplémentaires doivent être adoptées en fonction de son stockage en intérieur ou extérieur.

NOTE : Prenez garde de ne pas endommager l'herméticité et les roulements de la machine.

Stockage en intérieur

Pour stocker la machine en intérieur :

- Si la machine est stockée dans son emballage de transport, pratiquez suffisamment de trous sur les côtés afin que la sortie arbre et le côté opposé à l'entraînement soient accessibles.
- Si la protection fournie par le fabricant est retirée, protégez les surfaces non peintes telles que l'extension de l'arbre, les disques de couplage, le coupleur et vis de montée avec un agent anti-corrosion adéquat.
- Si la machine est livrée entièrement montée, faites faire au rotor 10 révolutions tous les 3 mois afin de conserver un film protecteur d'huile ou de lubrifiant sur les roulements.

Stockage en extérieur

Pour stocker la machine en extérieur :

- Adoptez toutes les mesures décrites dans *Stockage en intérieur*.
- Recouvrez la machine entièrement d'une toile imperméable.
- Retirez les capots latéraux, avant et arrière de la machine.
- Protégez la surface des arbres à nu et les parties non peintes avec un agent anti-corrosion.

2.2.3 Stockage à très long terme (plus de 6 mois)

Nettoyez toutes les surfaces protégées listées dans le *Chapitre 2.1, Stockage à court terme (moins de 2 mois)* et le *Chapitre 2.2, Stockage à long terme (2-6 mois)*, et renouvelez le traitement anti-corrosion tous les 12 mois. A défaut, observez les instructions pour une période de stockage plus courte.

2.2.4 Paliers à roulements

Appliquez les mesures suivantes :

- Les paliers à roulement doivent être bien lubrifiés durant leur stockage. Les types de graisse acceptables sont mentionnés au *Chapitre 2.1.5. Plaque signalétique de palier*. Ces mesures ne s'appliquent pas aux paliers sans lubrification.
- Faites effectuer 10 tours au rotor tous les trois mois afin de maintenir les paliers en bon état.

Retirez tout éventuel dispositif de blocage pour le transport lorsque vous faites tourner le rotor.

- Les machines sont peut être fournies avec un dispositif de blocage destiné à protéger les paliers de tout endommagement durant le transport et le stockage. Vérifiez régulièrement le dispositif de blocage. Serrez-le en fonction du type de palier de centrage axial, voir *Tableau 2-1. Couples de serrage pour les machines horizontales (vis lubrifiées)*.

REMARQUE: Si le dispositif de blocage de transport est trop serré le palier risque d'être endommagé.

REMARQUE: Le type de paliers utilisés est indiqué sur la plaque signalétique, voir *Chapitre 2.1.5. Plaque signalétique de palier* et *Annexe 8. Specifications techniques*.

Table 2-1. Couple de serrage des machines horizontales (Boulons lubrifiés)

| Type de palier de centrage axial | Couple de serrage/[Nm] | Couple de serrage/[lb ft] |
|----------------------------------|------------------------|---------------------------|
| 6317 | 50 | 37 |
| 6319 | 60 | 44 |
| 6322 | 120 | 90 |
| 6324 | 140 | 100 |
| 6326 | 160 | 120 |

2.2.5 Vérifications périodiques pendant la durée du stockage

Les vérifications suivantes doivent être effectuées régulièrement pendant la durée du stockage.

Chaque mois :

- Vérifiez que le chauffage anti-condensation ou que la méthode alternative utilisée de chauffage de la machine fonctionne correctement.
- Vérifiez la bonne aération de la machine.

Tous les 3 mois:

- Vérifiez la résistance d'isolation, voir le *Chapitre 7.6.4 Essai de résistance d'isolation*.
- Vérifiez la présence de corrosion sur les surfaces. En cas de présence de corrosion, éliminez-la et protégez les surfaces..
- Vérifiez que l'agent anti-corrosion utilisé ne comporte pas de fissure.

2.2.6 Stockage et entretien après installation

Si la machine doit être mise à l'arrêt pendant une période prolongée de temps après installation, les mesures décrites au *Chapitre 2.1, Stockage à court terme (moins de 2 mois)* doivent être appliquées. Souvenez-vous de faire effectuer 10 révolutions d'arbres au moins tous les 3 mois.

Chapitre 3 Installation et ajustements

3.1 Préparation à l'installation

3.1.1 Généralités

Une bonne planification et une bonne préparation permettent d'assurer une bonne installation, des conditions de fonctionnement en toute sécurité et la réussite de l'installation.

Pendant l'installation, les instructions générales aussi bien que locales doivent être observées.

NOTE : Installez un chauffage anti-condensation afin de maintenir l'intérieur de la machine sec en cas de risque de condensation.

NOTE : Protégez la machine de la poussière et de la pluie.

Outils et matériaux

Les matériaux de montage et de calage ainsi que les outils auxiliaires nécessaires à l'installation ne sont pas fournis par ABB. Les outils auxiliaires pour l'installation doivent être fournis par l'utilisateur lui-même.

Les éléments suivants doivent être présents sur le site lorsqu'ils sont requis :

- Instruments de mesure, supports extensibles et outils d'ajustement
- Un levier pour faire tourner le rotor
- Autres outils et matériaux supplémentaires pour l'installation, tels un vérin et des plaques de support réglable à vis.

Couples de serrage standard

Les couples de serrage **standards** pour vis sont mentionnés dans le *Chapitre 7.4.1, Degrés de serrages*. Utilisez ces valeurs lorsqu'aucun couple spécifique de serrage n'est indiqué dans ce manuel ou dans les schémas mécaniques et électriques.

NOTE : Les valeurs du *Tableau 7-2, Couples de serrage généraux* constitue des généralités qui ne s'appliquent pas à divers éléments tels les diodes, l'isolation des états, les roulements, bornes de câbles, ou éléments de serrage polarisés, interrupteur de surtension, capaciteurs, transformateurs de courant, redresseur et pont de redressement à thyristor ou encore lorsque d'autres valeurs sont indiquées ailleurs dans ce manuel ou dans les schémas mécaniques et électriques, voir les *Schémas Mécaniques et électriques*.

3.1.2 Sortie de stockage

Lorsque la machine est amené depuis l'extérieur à une température en dessous de 0 °C, n'effectuer aucun travail tant que la température de la machine n'est pas remontée entre 5 et 10°C).

Le choc thermique lors du transfert d'une température froide vers une température ambiante plus élevée peut engendrer une condensation à l'intérieur de la machine susceptible d'endommager les bobinages. Il est important de vérifier la résistance

d'isolation des bobinages avant de mettre la machine en marche (Voir *Chapitre 5, Mise en service*).

3.1.3 Vérification des fondations

Le plan de structure de la base d'installation n'est pas fourni par ABB, la responsabilité en incombe au client ou à un tiers.

L'installation de la machine doit être planifiée aussi tôt que possible.

Avant de lever la machine et de l'installer sur ses fondations :

- Vérifiez que la position des trous de fixation et la hauteur des fondations correspondent aux mesures des schémas de l'*Annexe 1. Dimensions principales*.
- Vérifiez que la base est plate. En cas d'inclinaison, le degré d'inclinaison doit correspondre au degré admis dans les schémas d'installation.
- Essayez ou passez l'aspirateur sur les fondations.

Instructions supplémentaires pour les générateurs à palier simple

- Vérifiez que les dimensions de la bride, des disques de couplage et écarts correspondent aux mesures d'encombrement.
- Vérifiez que l'écart (AH) correspond bien aux mesures de l'encombrement (Voir *Illustration 3-1* ci-dessous)

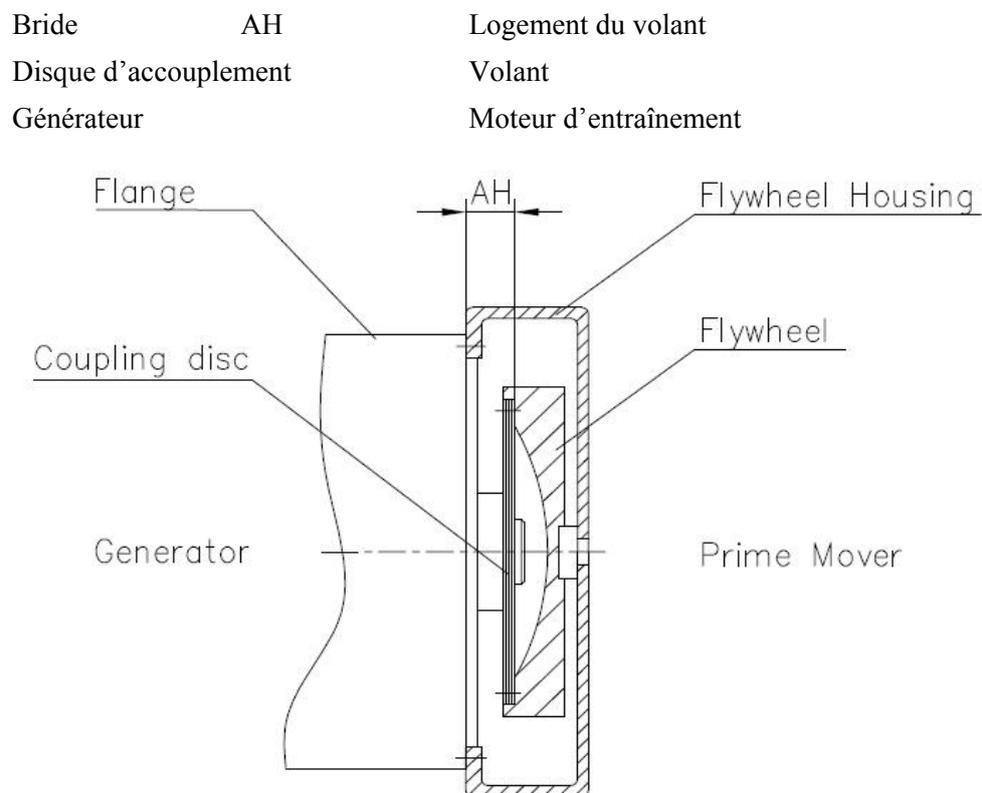


Illustration 3-1 Connexion au moteur

NOTE : Pour mesurer le AH, choisissez 4 points différents de mesure sur le cercle : haut, bas, droite, gauche, par ex. à 90° et choisissez la valeur moyenne.

3.1.4 Démontage du dispositif de blocage de l'arbre utilisé durant les phases de transport

Toutes les machines à roulements ou à paliers lisses possèdent des systèmes de blocage de l'arbre utilisés durant les phases de transport. Pour les machines à paliers lisses ou à rouleaux cylindriques, le système de blocage de l'arbre est une barre d'acier coté accouplement, fixée à la flasque de la carcasse et au bout d'arbre. Ce système de blocage doit être retiré avant d'installer la machine. Retirez également le revêtement anticorrosion se trouvant sur le bout d'arbre. Conservez le système de blocage pour une utilisation ultérieure.

REMARQUE : Pour éviter d'endommager les paliers, le système de blocage doit être mis en place à chaque fois que la machine est déplacée, entreposée ou démenagée. Reportez-vous au *Chapitre 2.1 Mesures de protection prises avant le transport*.

3.1.5 Type d'accouplement

Les machines équipées de paliers à roulement doivent être raccordées à l'équipement entraîné à l'aide d'accouplements flexibles, par exemple avec des pignons ou des engrenages d'accouplement.

REMARQUE : La machine n'est pas adaptée aux couplages par courroie, chaîne ou engrenages, sauf spécifications contraires. Il en est de même pour les applications à forte poussée axiale.

3.1.6 Montage du moyeu d'accouplement

Ce chapitre porte uniquement sur les générateurs de conception DAE. Pour ceux de conception DBE, les autres solutions d'accouplement tels par courroie ou à disque d'accouplement ne sont pas admises.

Montage

Observez les instructions suivantes pour monter le moyeu d'accouplement.

- Respectez les instructions générales données par le fournisseur d'accouplement.
- Le poids du moyeu d'accouplement peut être conséquent. Munissez-vous d'un équipement de levage adapté.
- Enlevez le revêtement anticorrosion se trouvant sur l'extrémité de l'arbre et vérifiez les dimensions de l'extrémité d'arbre et de l'accouplement par rapport aux dimensions des schémas inclus. Vérifiez également que les rainures du couplage et de l'extrémité d'arbre ne sont pas ébarbées.
- Appliquez une fine couche d'huile sur l'extrémité de l'arbre et dans l'alésage du moyeu pour faciliter le montage du moyeu d'accouplement. N'appliquez jamais de bisulfure de molybdène (graisse Molykote) ou d'autres produits similaires sur les surfaces de contact
- Le couplage doit être protégé par une enveloppe électrique.

REMARQUE : Pour ne pas endommager les paliers, ceux-ci ne doivent supporter aucune force lors du montage du moyeu d'accouplement.

Equilibrage d'accouplement

Le rotor est équilibré dynamiquement de série par une demi-clavette. La méthode d'équilibrage est imprimée sur l'extrémité de l'arbre :

- H = demi-clavette et
- F = clavette entière

Le moyeu d'accouplement doit être équilibré en conséquence.

3.1.7 Transmission par courroie

Les machines conçues pour être entraînées par courroie sont toujours équipées d'un palier à roulements cylindriques à l'extrémité motrice.

Si une transmission à courroie est utilisée, assurez-vous que l'entraînement et les poulies réceptrices sont correctement alignés.

REMARQUE : Vérifiez que l'extrémité d'arbre et les paliers peuvent être utilisés avec une transmission à courroie. Ne dépassez jamais la force radiale indiquée dans les spécifications.

3.2 Installation et alignement

La machine est normalement transportée et levée en un bloc déjà assemblé sur ses fondations ; voir *Annexe 1. Dimensions principales*.

NOTE : Le client est responsable de l'installation de la machine (excepté lorsque stipulé différemment dans le contrat). ABB ne peut en aucun cas être tenue responsable des dommages subis par la machine ou les équipements alentours lors de :

- Transmission de vibrations excessives
- Mauvaise conception des fondations et/ou structures
- Mauvaise installation
- Erreur d'alignement
- Mauvaises conditions de stockage
- Le non-respect des instructions de vérification avant mise en marche
- Raccordements électriques incorrects

Afin de garantir une longue et satisfaisante durée de vie du moteur et du moteur d'entraînement, les deux éléments doivent être alignés correctement l'un sur l'autre. Cela signifie que la déviation angulaire et radiale entre les arbres des machines doit être minimale. L'alignement doit être réalisé avec grande attention car la moindre erreur est susceptible d'endommager les roulements et les arbres.

Pour installer et aligner la machine :

- Montez la machine sur le châssis de sa base.
- Alignez grossièrement la machine dans le sens axial et horizontal.
- Alignez et couplez les disques de couplage avec le volant et couplez la bride avec le logement du volant.

NOTE : L'alignement doit être réalisé avec beaucoup de prudence. Toute erreur peut entraîner de graves vibrations endommageant le générateur et le moteur d'entraînement.

- Pour les machines à un seul palier, alignez et coupez les disques d'accouplement avec le volant du moteur et coupez la bride de l'alternateur à la carcasse du moteur.

3.2.1 Faux-rond des moyeux d'accouplement

Pour commencer la procédure d'alignement, mesurez le faux-rond des moyeux d'accouplement. Cette mesure permet de détecter les éventuelles anomalies de l'arbre et/ou des moyeux d'accouplement. Mesurez le faux-rond du moyeu d'accouplement par rapport au logement de palier de la machine.

Placez les comparateurs comme indiqué dans la *Figure 3-2 Mesure du faux-rond du moyeu d'accouplement*. De la même façon, mesurez le faux-rond du moyeu d'accouplement de l'équipement entraîné par rapport à son logement de palier. Pour tourner le rotor d'une machine à paliers lisses, un simple bras de levier suffit. L'erreur admissible de faux-rond doit être inférieure à 0,02 mm (0,8 mil).

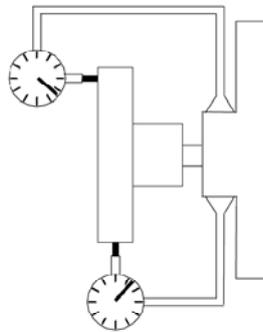


Figure 3-2. Mesure du faux-rond du moyeu d'accouplement

3.2.2 Alignement des machines

Afin de garantir une longue et satisfaisante durée de vie de l'alternateur et du moteur d'entraînement, les deux éléments doivent être alignés correctement l'un avec l'autre. Cela signifie que la déviation angulaire et radiale entre les arbres des machines doit être minimale. L'alignement doit être réalisé avec grande attention car la moindre erreur est susceptible d'endommager les roulements et les arbres.

Avant d'effectuer l'alignement retirez le dispositif de blocage utilisé durant les phases de transport. L'alignement fin peut débuter une fois la machine grossièrement positionnée.

NOTE : L'alignement doit être réalisé avec beaucoup de prudence. Toute erreur peut entraîner de graves vibrations endommageant le générateur et le moteur d'entraînement.

Alignement du générateur avec disques d'accouplement

Conformément aux pratiques ordinaires, l'écart d'alignement parallèle et angulaire ne doit excéder 0.05-0.10mm et l'écart d'alignement axial ne doit pas excéder 0.10mm, (voir *Illustration 3-3 Vérification de l'écart d'alignement* ci-dessous).

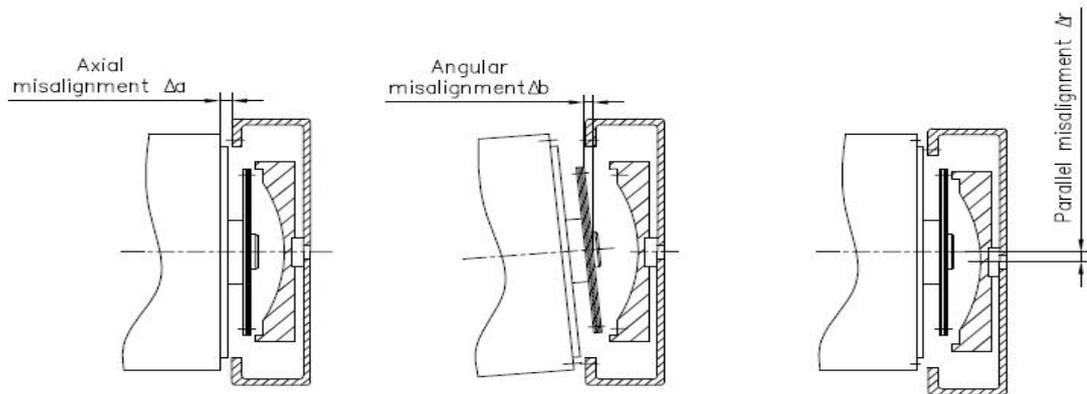


Illustration 3-2 Vérification d'un mauvais alignement

NOTE : Les facteurs susceptibles d'affecter l'alignement sont si nombreux qu'il est impossible de définir une tolérance d'alignement précise. Une tolérance trop importante engendre des vibrations pouvant endommager les roulements et autres éléments. Il est recommandé d'effectuer un alignement le plus précis possible. Les écarts d'alignement susmentionnés constituent le maximum permissible.

Serrez les vis selon le couple recommandé, voir le *Chapitre 7.4.1 Serrage des éléments de fixation* et vérifiez l'existence d'un jeu latéral sur le vilebrequin. (0.1-0.6mm)

NOTE : Après alignement de la machine, serrez tout d'abord les vis afin de coupler la bride avec le logement du volant. Puis serrez les vis des disques de couplage et du volant.

Alignement du générateur sans disques d'accouplement

L'alignement est réalisé conformément aux recommandations données par le constructeur du couplage. La machine doit être alignée en parallèle, angulaire et axial. Certaines publications donnent des recommandations concernant les alignements d'accouplement, voir par exemple *BS 3170:1972 Accouplements flexibles pour transmission de puissance*.

Conformément aux pratiques ordinaires, l'écart d'alignement parallèle et angulaire ne doit excéder 0.05-0.10mm et l'écart d'alignement axial ne doit pas excéder 0.10mm, (voir *Illustration 3-4 Définition de l'écart d'alignement*). Le faux-rond correspondant est de 0.10-0.20 mm pour l'écart d'alignement parallèle et angulaire, et de 0.20 pour l'écart d'alignement axial.

Parallèle
Ecart d'alignement Δr

Angulaire
Ecart d'alignement Δb

Axial
Ecart d'alignement Δa

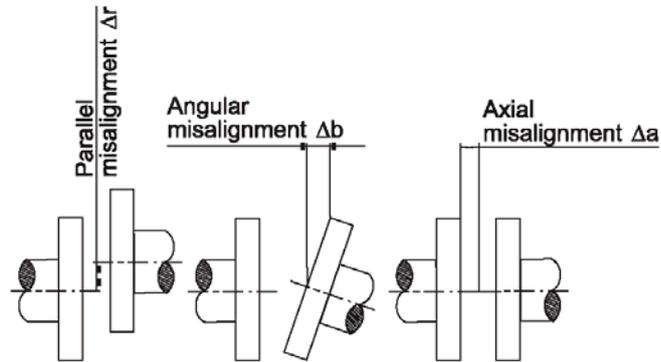


Figure 3-4. Définition de l'écart d'alignement.

Notation utilisée à la Figure 3-2. Définition de l'écart d'alignement:

- Ecart d'alignement parallèle Δr .
- Ecart d'alignement angulaire Δb .
- Ecart d'alignement axial Δa .

Alignement final

Afin d'éviter toute force résultant d'un écart d'alignement de la machine, l'alignement de la machine doit être effectué conformément aux instructions suivantes :

1. Montez le matériel d'alignement. Si vous utilisez des comparateurs, il est recommandé de régler le comparateur à cadran de sorte à placer l'aiguille environ au centre du cadran. Vérifiez la rigidité des supports du comparateur pour ne pas qu'ils se détendent. Reportez-vous à la Figure 3-5 Vérification de l'alignement à l'aide de comparateurs.

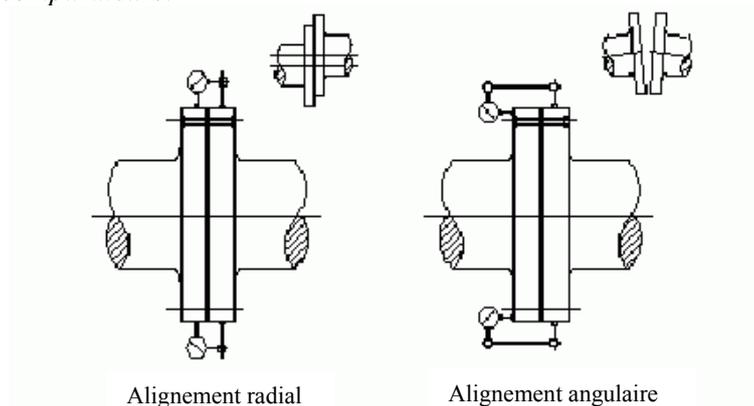


Figure 3-5 Vérification de l'alignement à l'aide de comparateurs.

2. Mesurez le défaut d'alignement parallèle, angulaire et axial pour quatre positions différentes : en haut, an bas, à droite et à gauche, c'est à dire tous les 90° , tout en tournant les deux arbres. Enregistrez ces mesures à l'Annexe 5. Rapport de mise en service.
3. Alignez la machine verticalement à l'aide de cales.

- Serrez les vis à la base du châssis.
- Desserrez les vis au bas arrière du moteur d'entraînement.
- Serrez les vis/écrous au bas avant du moteur d'entraînement.
- Mesurez le degré d'adhérence entre l'embase et l'étayage du châssis du générateur et effectuez un ajustement à l'aide de blocs ou de cales.
- Placez les cales de façon stable sous les pieds du générateur et resserrez les boulons de fixation.
- Serrez les vis au bas arrière du moteur d'entraînement, placez des blocs de cale si nécessaire.
- Serrez les vis selon le couple de serrage recommandé, voir le *Chapitre 7.4.4 Serrage des éléments de fixation* et vérifiez l'existence d'un jeu latéral sur le vilebrequin. (0.1-0.6mm)

REMARQUE: Utilisez une clé de torsion pour serrer les vis entre la bride du générateur et le logement du volant ainsi que pour les vis entre les disques de couplage et le volant. Les couples de serrage recommandés sont indiqués au *Chapitre 7.4.4 Serrage des éléments de fixation*.

4. Vérifiez à nouveau l'alignement. Effectuez tout ajustement nécessaire.

5. Resserrez les vis. Utilisez une clé de torsion pour serrer les vis. Les couples de serrage recommandés sont indiqués au *Tableau 7-10. Couples de serrage général*.

REMARQUE : Les tolérances données par les fabricants d'accouplements concernent les tolérances de l'accouplement, et non les tolérances de l'alignement du dispositif d'entraînement ou de l'équipement entraîné. Les tolérances données par le fabricant de l'accouplement doivent être utilisées comme référence pour l'alignement, uniquement si elles sont inférieures aux défauts d'alignement admissibles maximums indiqués ci-dessus.

Des instructions plus détaillées concernant l'installation peuvent être trouvées dans les instructions fournies par le fabricant de la machine d'entraînement/entraînée.

Compensation de la dilatation thermique

La température ayant une importance fondamentale, elle doit être prise en compte lors de l'alignement. Lors de la mise en oeuvre, la température de la machine est naturellement inférieure à celle que l'on observe pendant son fonctionnement. Il est alors parfois nécessaire de compenser l'alignement. En fonction du type d'accouplement, la distance entre la machine et l'équipement entraîné doit peut être être compensée à cause de **la dilatation** thermique. **La dilatation** thermique vers le haut de la machine électrique peut être estimée à l'aide de l'équation suivante :

$$\Delta H = a \times \Delta T \times H \text{ [mm]}$$

où :

$$a = 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = 40 \text{ K}$$

$$H = \text{hauteur de l'arbre [mm]}$$

En raison de **la dilatation** thermique de la machine électrique le mouvement vertical de l'arbre est approximativement de 0,04-0.05 mm pour chaque 10 °C de

différence de température comme le montre la Figure 3-6. *Corrélation entre l'expansion thermique et la température de la machine.*

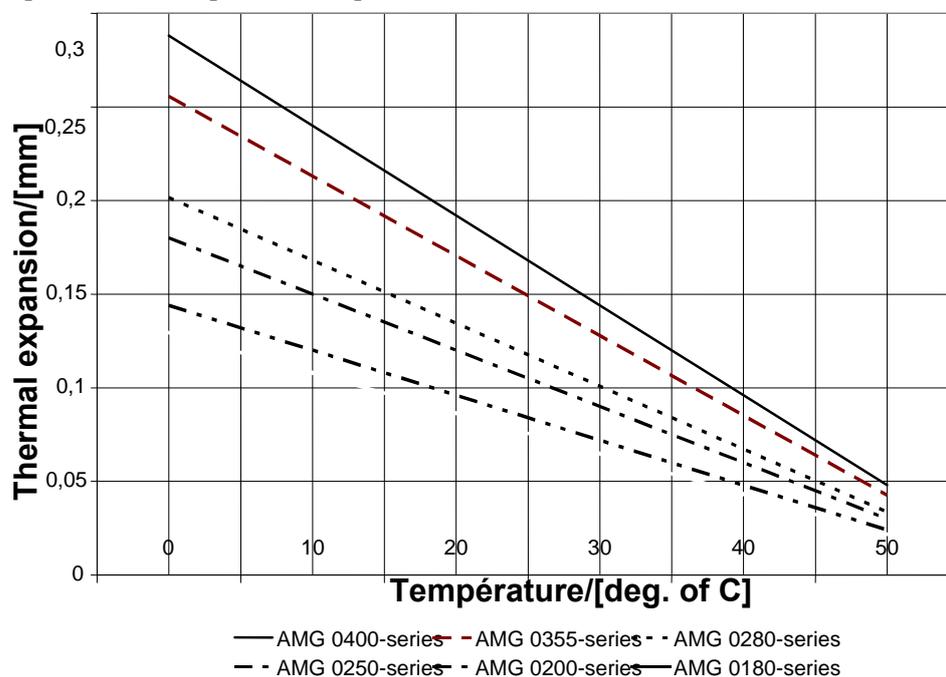


Figure 3-6 *Corrélation entre la dilatation thermique et la température de la machine*

Défauts d'alignement admissibles

Il est impossible de définir des tolérances d'alignement définitives étant donné le nombre élevé de facteurs qui entrent en jeu. Des tolérances trop grandes entraînent des vibrations et peuvent endommager les paliers et d'autres pièces.

Il est par conséquent recommandé de chercher à utiliser les tolérances les plus étroites possibles. Les défauts d'alignement admissibles maximums sont indiqués dans le *Tableau 3-1 Défauts d'alignement admissibles recommandés*. Pour une définition des défauts d'alignement, reportez-vous à la *Figure 3-3 Vérification de l'écart d'alignement des disques d'accouplement* et à la *Figure 3-7 Définition du défaut d'alignement*.

REMARQUE : Les tolérances données par les fabricants d'accouplements concernent les tolérances de l'accouplement, et non les tolérances de l'alignement du dispositif d'entraînement ou de l'équipement entraîné. Les tolérances données par le fabricant de l'accouplement doivent être utilisées comme référence pour l'alignement, uniquement si elles sont inférieures aux défauts d'alignement admissibles maximums indiqués dans le *Tableau 3-1 Défauts d'alignement admissibles recommandés*.

Tableau 3-1. Défauts d'alignement admissibles recommandés.

| Information d'accouplement | | Défaut d'alignement admissible | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Diamètre d'accouplement | Type d'accouplement | Parrallèle | Angulaire | Axial |
| | Plateau rigide | 0,02 mm (0,8 mil) | 0,01 mm (0,4 mil) | 0,02 mm (0,8 mil) |

| | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 100-250 mm (4-10") | Engrenage | 0,05 mm (2,0 mil) | 0,03 mm (1,0 mil) | 0,05 mm (2,0 mil) |
| | Flexible | 0,10 mm (4,0 mil) | 0,05 mm (2,0 mil) | 0,10 mm (4,0 mil) |
| 250-500 mm (10-20") | Plateau rigide | 0,02 mm (0,8 mil) | 0,01 mm (0,4 mil) | 0,02 mm (0,8 mil) |
| | Engrenage | 0,05 mm (2,0 mil) | 0,03 mm (1,0 mil) | 0,05 mm (2,0 mil) |
| | Flexible | 0,10 mm (4,0 mil) | 0,05 mm (2,0 mil) | 0,10 mm (4,0 mil) |

3.3 Inspection finale de l'installation

3.3.1 Capots et plaques de protection

Une fois la machine montée et alignée, vérifiez attentivement qu'aucun objet étranger ou outil ne se trouve à l'intérieur de la machine. Nettoyez également la machine de toute poussière et débris.

Lorsque vous installez les capots, vérifiez que les bandes de scellement sont intactes avant de les monter.

Rangez les accessoires d'alignement et d'assemblage avec les éléments de fixation de transport pour future utilisation.

Chapitre 4 Raccordements électriques

4.1 Généralités

Les raccordements électriques sont réalisés après les procédures d'installation mécanique et d'alignement. Les raccordements électriques incluent le branchement des câbles principaux et auxiliaires, des câbles de mise à la masse et d'éventuels composants. Afin de déterminer la bonne action à entreprendre, référez-vous à l'*Annexe 3. Diagramme de raccordements principaux* et *Annexe 4. Instructions de raccordement*. Pour l'appareil optionnel PMG, voir l'*Annexe 9. Guide du système d'excitation PMG*.

NOTE : Lorsque vous percez des trous ou filets de montage dans la boîte à bornes, vérifiez qu'aucun composant ne risque d'être endommagé. Les particules de métal représentent un danger pour les composants électriques.

4.2 Régulateur automatique de tension

4.2.1 Généralités

Le Régulateur de Tension Automatique (AVR) est un appareil qui régule la tension de sortie de l'alternateur. Il mesure en permanence cette tension de sortie et corrige automatiquement toute déviation par rapport à la tension de consigne. Le régulateur de tension permet également de maintenir l'alternateur dans sa zone de fonctionnement.

Un enroulement auxiliaire fournit la puissance d'excitation à l'excitatrice tournante au travers du régulateur de tension. Les informations tension et courant de sortie sont données respectivement par un transformateur de tension et un transformateur de courant. Ces transformateurs sont installés dans l'alternateur.

Les limites de fonctionnement comme la sous excitation et la sur-excitation, la tension de la machine et les Volts/Hz sont intégrés dans le régulateur de tension. La compensation de puissance réactive statique en parallèle ainsi que plusieurs autres fonctions logicielles sont également disponibles. Pour les versions digitales, le régulateur de tension est équipé de logiciels PC.

De plus amples informations concernant le régulateur de tension utilisé avec un générateur spécifique figurent dans le manuel AVR, voir l'*Annexe 6. Manuel de l'utilisateur AVR* et dans l'*Annexe 8. Spécifications techniques*.

4.2.2 Configuration

Le régulateur de tension, relevant les valeurs réelles et ayant les points de pré-réglages définis, est actif en mode automatique. La fonction de limiteur qui protège la machine des charges excessives est également active en mode automatique. En plus de la fonction de régulation de tension, les fonctions régulateurs de puissance réactive ou de facteur de puissance sont également disponibles (pour la version digitale). Les régulateurs de puissance réactive ou de facteur de puissance peuvent être inhibés.

REMARQUE : les régulateurs de puissance réactive ou de facteur de puissance ne sont pas disponibles sur les systèmes en îlots.

En mode manuel, la valeur réelle est formée par les mesures du courant d'excitation et passée avec la valeur de point de réglage au régulateur de courant d'excitation. La sortie du régulateur passe par un interrupteur servant à sélectionner le mode correspondant. Ce mode est utilisé uniquement pour des essais comme régulateur d'urgence dans l'éventualité d'un échec du régulateur de tension. Les fonctions du limiteur ne sont pas actives sous ce mode.

4.2.3 Installation mécanique

Si l' AVR est fourni séparément, l'appareil doit être installée uniquement en intérieur dans un endroit sec et exempt de poussières, gaz, vapeurs acides etc..

4.2.4 Mise à la terre et câblage

Les limites d'émission de la norme EN 50081-2 (1993) ne peuvent être respectées que si les branchements électriques des appareils électroniques et la sortie champ utilisent des câbles gainés et relié à la terre à chaque extrémité. Nous recommandons également l'utilisation de câbles gainés pour les connexions analogues et digitales.

4.3 Raccordements électriques

4.3.1 Informations générales

Les informations de sécurité du *Chapitre 1.5 Sécurité, Généralités* et *Chapitre 1.6 Instructions de sécurité* doivent être observées en permanence. Etudiez les diagrammes de raccordement fournis avec la machine avant de commencer l'installation, voir *Annexe 3. Diagrammes de raccordements principaux* et *l'Annexe 4. Instructions de raccordement*. Pour l'appareil optionnel PMG, voir *l'Annexe 9. Guide du système d'excitation PMG*.

Avant de commencer l'installation:

- Vérifiez que le voltage et la fréquence indiqués sur la plaque signalétique de la machine et dans les spécifications techniques sont corrects.
- Vérifiez que les tailles des câbles d'entrée sont adaptées au courant de charge maximum et sont conformes aux normes locales.
- Vérifiez que les terminaisons des câbles sont du bon type et de la bonne taille.
- Inspectez les raccordements à tous les appareils, comme les sondes de température.

NOTE : Avant installation il est important de vérifier que les câbles d'arrivée ne sont pas branchés au réseau. Les câbles doivent comporter une mise à la masse.

4.3.2 Raccordement des câbles électriques principaux et des câbles neutres

La boîte à bornes principale est fournie sans trous puisque le nombre et la taille des câbles du client sont inconnus. Le client ou un tiers en assume la responsabilité.

Les bornes du stator sont marquées des lettres U, V et W conformément à la directive IEC 60034-8. Le dénudage, le découpage et l'isolation des câbles doivent

être effectués conformément aux instructions fournies par le fabricant de câbles. Les anneaux ne doivent pas être fixés de façon permanente sur les bus en cuivre mais simplement fixés (afin de pouvoir vérifier la résistance d'isolation).

Les câbles doivent être attachés de façon à ce qu'aucune tension ne soit exercée sur les bus dans la boîte à bornes.

En cas d'utilisation de câbles tri-phasés, l'écart prescrit doit être respecté entre les câbles principaux aux intersections. Utilisez des agraffes et espaceurs lorsque nécessaire.

Vérifiez la séquence de phase, voir *illustration 4-4, Séquence de phase (IEC)*.

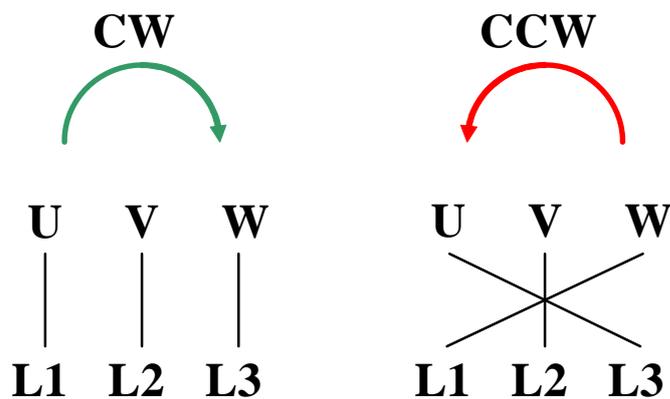


Figure 4-1 Séquence de phase (IEC)

Dans la *Figure 4-1* :

- CW = sens horaire
- CCW = sens anti-horaire; face à l'extrémité de l'entraînement du générateur, conformément aux normes IEC)

La borne neutre est marquée de la lettre N.

4.3.3 Raccordement à la masse

Le câble de raccordement à la masse doit être connecté à l'intérieur de la boîte à bornes principale.

4.3.4 Distances d'isolation des câbles d'alimentation électrique

Les câbles d'alimentation sont conçus pour fonctionner dans des conditions d'exposition des isolateurs à la poussière, l'humidité et de surtension. Afin de garantir leur durée de vie et bon fonctionnement il est important que les réglementations locales et autres normes applicables concernant l'isolation soient observées.

En cas d'absence de réglementation locale et de normes d'isolation, il est recommandé d'observer les distances minimales d'isolation mentionnées au *Tableau 4-1, Distances minimales d'isolation recommandées*.

Ces distances s'appliquent aussi bien à l'isolation de deux différentes phases que pour l'isolation entre une phase et la terre. La distance d'isolation d'air est la plus courte distance à travers l'air entre deux points à différents potentiels électriques

(voltage). La distance d'isolation de surface est la plus courte distance à travers l'air entre deux points à différents potentiels électriques (voltage) de surfaces côtes à côtes.

Table 2-1. Distances minimum d'isolation recommandées.

| Distances minimales d'isolation recommandées: $U \leq 690$ V | |
|--|----|
| Distance d'isolation d'air [mm] | 6 |
| Distance d'isolation de surface [mm] Surface plane | 10 |
| Distance d'isolation de surface [mm] Surface à reliefs | 8 |

4.3.5 Raccordement des accessoires et instruments

Connectez les instruments et accessoires conformément aux raccords du diagramme en *Annexe 3. Diagramme de raccords principaux.*

Chapitre 5 Mise en service

5.1 Généralités

La mise en service est considérée comme achevée uniquement une fois qu'un rapport de mise en service est remis à toutes les parties concernées (client et fournisseur).

Le rapport de mise en service est un outil crucial pour la révision, l'entretien et la résolution des problèmes futurs.

NOTE : Le rapport de mise en service doit être envoyé à ABB afin de bénéficier de remboursements au titre de la garantie.

Vous trouverez un rapport de mise en service en *Annexe 5. Rapport de mise en service*. Les précautions de sécurité générale doivent être observées durant la mise en service et toutes les opérations doivent être réalisées par un personnel qualifié.

5.2 Vérifications de l'installation mécanique

Avant la mise en service :

1. Vérifiez que l'installation et l'alignement sont bien effectués conformément au *Chapitre 3, Installation et alignement*.

NOTE : Le protocole d'alignement doit toujours être mentionné dans le rapport de mise en service.

2. Vérifiez que la machine est correctement fixée à ses fondations.
3. Vérifiez la présence de fissure dans les fondations et l'état général des fondations.
4. Vérifiez le niveau de serrage des boulons de fixation.
5. Ouvrez la machine et vérifiez que l'espace d'air est dégagé.
6. Si possible, faites tourner le rotor à la main afin de vérifiez qu'il tourne librement et qu'il ne produit aucun bruit anormal.
7. Vérifiez l'assemblage de la boîte à bornes principale.
8. Vérifiez que tous les éléments de fixation pour le transport sont bien retirés.

5.3 Vérification de l'installation électrique

Les câbles d'alimentation électrique doivent être connectés en permanence aux bornes du bornier après avoir mesuré la résistance d'isolation du stator, voir le *Chapitre 3. Installation et alignement*.

Avant la mise en service, vérifiez les raccords des câbles d'alimentation :

1. Vérifiez que les boulons sont bien serrés selon le couple recommandé.
2. Vérifiez que le routage des câbles d'alimentation est correct et que les câbles n'engendrent pas de tension supplémentaire aux bus de cuivre.
3. Vérifiez que la tension des câbles d'alimentation de sortie est correcte.

4. Vérifiez les raccords aux équipements auxiliaires.
5. Vérifiez l'état de serrage de l'isolation des câbles du générateur.

5.4 Mesure de la résistance d'isolation

Mesurez la résistance d'isolation des bobinages et de tous les appareils auxiliaires avant d'effectuer tout raccord électrique et de mettre la machine sous tension.

Mesurez la résistance d'isolation des éléments suivants :

- Bobinages du stator et du rotor
- Bobinage de l'excitateur
- Chauffage anti-condensation (si applicable)

Les valeurs mesurées indiquent l'état de l'isolation entre les bobinages (ou des autres circuits à tester) et le châssis de la machine. Pour de plus amples informations sur la procédure à suivre voir le *Chapitre 7.6.4 Essai de résistance d'isolation*.

Si la résistance d'isolation est inférieure aux valeurs spécifiées, des ajustements doivent être effectués avant de démarrer la machine. Voir *Chapitre 7.6.8, Séchage*.

Mesurez correctement la résistance d'isolation avant la premier démarrage afin de bénéficier de suffisamment de temps pour effectuer tout ajustement nécessaire.

Les bobinages doivent être secs lors des essais. Le chauffage anti-condensation doit être mis en marche pendant la période de stockage et d'installation.

5.5 Régulateur de Tension Automatique (AVR)

Pré-réglages et essais par ABB

L'AVR a été testé avec le générateur spécifique et tous les réglages de base ont été modifiés et sauvegardés afin que le AVR fonctionne sur site. Le bon AVR et le bon générateur peuvent être identifiés à l'aide des numéros de série sur le rapport d'essai. Voir les *Rapports d'essais*.

Les réglages utilisés lors des essais figurent dans les *Rapports d'essais*.

Vérifications sur site avant première mise en marche

Tous les réglages doivent être vérifiés sur le site du générateur. En cas de nécessité de modification des réglages, ces modifications doivent être effectuées par un personnel qualifié comme un représentant ABB ou du constructeur de l'AVR.

REMARQUE : Les réglages du réseau doivent également être contrôlés et vérifiés.

REMARQUE : Pour de plus amples informations concernant les réglages et la mise en service voir l'*Annexe 5. Rapport de mise en service*, l'*Annexe 6. Manuel de l'utilisateur AVR* et l'*Annexe 7. Rapports d'essais*.

5.6 Démarrage

Mise en marche de la machine

La mise en marche de la machine est relative à ses applications, cependant les directives principales de la procédure à suivre sont les suivantes :

1. Eteignez manuellement le chauffage anti-condensation s'il ne s'éteint pas automatiquement.
2. Commencez à faire tourner la machine.
3. Ajustez la vitesse de rotation.
4. Allumez l'excitateur (sauf s'il s'allume automatiquement).
5. Ajustez la tension nominale.
6. Vérifiez les paramètres de synchronisation (si nécessaire).
7. Synchronisez la machine au réseau électrique (si nécessaire).

Les valeurs de synchronisation recommandées sont les suivantes :

- $\Delta U = 2 \%$
- $\Delta f = 0.7 \%$
- Angle de phase inférieur à 15°

Valeurs maximales $\Delta U = 4.5 \%$, $\Delta f = 4.0 \%$ à ne pas dépasser.

NOTE : Evitez de faire tourner la machine à une vitesse inférieure à 75% de la vitesse nominale.

5.7 Première mise en marche de la machine

5.7.1 Paliers à option de re-lubrification

Pour une machine nouvellement installée, ou une machine mise à l'arrêt pendant plus de deux mois, injectez une nouvelle graisse dans les paliers immédiatement après démarrage. La nouvelle graisse doit être injectée pendant que la machine est en marche, elle doit être injectée jusqu'à ce que l'ancienne graisse ou la graisse en excédent soit évacuée à travers le canal de lubrification situé au bas du logement du palier, voir *Figure 5-1. Exemple de canal de lubrification à travers le palier d'une machine horizontale.*

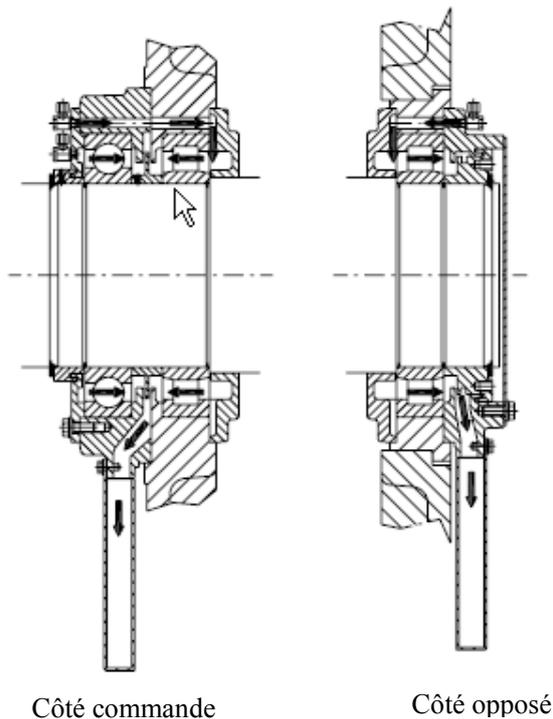


Figure 5-1. Exemple de canal de lubrification à travers le palier d'une machine horizontale.

REMARQUE: Tout intervalle de re-lubrification ne doit pas excéder 12 mois.

Le type de graisse utilisée est indiqué sur la plaque signalétique de la machine. Les types de graisse compatibles sont indiqués au Chapitre 7.5.5. Graisse de palier.

La température du palier va augmenter au début en raison de l'excès de graisse. Après plusieurs heures, la graisse en excès est évacuée via la valve de lubrification et la température du palier retrouvera progressivement sa température normale de fonctionnement.

Si possible, et après plusieurs fonctionnement de la machine, mesurez les vibrations ou valeurs SPM à partir des raccords SPM, si ceux-ci sont installés sur la machine, et enregistrez ces valeurs pour les utiliser ultérieurement.

5.8 Arrêt de la machine

L'arrêt de la machine est relatif à ses applications, cependant les directives principales de la procédure à suivre sont les suivantes :

1. Réduisez la tension de sortie du générateur à zéro.
2. Ouvrez le disjoncteur principal.
3. Eteignez l'excitateur du générateur (lorsque applicable).
4. Arrêtez le moteur.
5. Allumez manuellement le chauffage anti-condensation s'il ne s'allume pas automatiquement.

Chapitre 6 Fonctionnement

6.1 Généralités

Afin de garantir un fonctionnement optimal, le générateur doit être surveillé de façon attentive.

Avant de mettre en marche la machine assurez-vous que :

- Aucune procédure d'entretien n'est en cours
- Le personnel et les équipements associés à la machine sont prêts au démarrage.

Pour la procédure de mise en marche référez-vous au *Chapitre 5.5, Démarrage*.

En cas de dysfonctionnement, dans le cas par exemple de températures anormalement élevées, de bruits ou vibrations anormales, éteignez la machine et tentez de trouver l'origine du dysfonctionnement. Si nécessaire, consultez le fabricant.

NOTE : Certaines surfaces sont susceptibles de chauffer lorsque la machine est chargée.

NOTE: Toute surcharge de la machine est susceptible d'endommager les bobinages.

6.2 Conditions normales de fonctionnement

Les machines fournies par ABB sont conçues pour fonctionner selon les conditions de fonctionnement normales définies par la norme IEC, les spécifications techniques et les normes ABB internes.

Les conditions de fonctionnement, telles que la température ambiante maximum et l'altitude maximum de fonctionnement sont spécifiées dans le tableau des données techniques. Les fondations doivent être exemptes de vibrations externes et l'air environnant exempt de poussière, de sel et de gaz ou substances corrosifs.

6.3 Protection du générateur synchrone

Les mesures de protection du générateur synchrone sont fonction du type de générateur et du type d'application. Les mesures générales de protections recommandées sont les suivantes :

- Protection surcharge thermique dans le bobinage du stator ; $I >$
- Protection court-circuit réseau, $I \gg$
- Protection court-circuit bobinage stator, relais différentiel
- Protection accident de masse stator, relais de protection par mise à la masse
- Protection surtension, relais protection surtension
- Protection déséquilibre de charge ou protection de court-circuitage des spires dans une même phase, I_2/I_n

- Protection sous excitation et perte de synchronisation, relais de protection désexcitation
- Sous tension perte intermittente de tension, relais de protection sous tension
- Surveillance de température, sonde thermistor platine PT-100
- Protection haute température d'air de refroidissement
- Détection fuite d'eau
- Contrôle de lubrification des pompes d'injection

Protection supplémentaire :

- Protection contre les interférences de fréquence
- Protection courant inverse
- Protection pont de redressement
- Protection niveau de vibration

NOTE : Suivant l'amplitude du générateur, seules certaines protections sont applicables en pratique. Des mesures de protection supplémentaires ou nécessaires peuvent être adoptées selon les exigences du client.

6.4 Procédure de démarrage

Avant de démarrer la machine synchrone, vérifiez toujours :

- Qu'aucune procédure d'arrêt n'est en cours.
- Que le personnel et les équipements associés à la machine sont prêts au démarrage.

Pour la procédure de démarrage, voir le *Chapitre 5.5, Démarrage*.

6.5 Surveillance continue

Un système de décompte du nombre de mises en marche et de la durée de fonctionnement de la machine doit être intégré au système.

Le personnel en charge de l'utilisation doit inspecter régulièrement la machine synchrone. Il doit écouter, toucher et sentir la machine synchrone et ses équipements associés afin de sentir si leur fonctionnement est normal.

Le but de la surveillance est de familiariser le personnel avec les appareils. Ce point est crucial afin de pouvoir détecter et réparer à temps toute anomalie.

Les données d'inspection doivent être conservées pour consultation ultérieure et constituent une aide pour les travaux d'entretien, l'identification et la réparation des anomalies.

Il est également recommandé d'enregistrer et de conserver les données opérationnelles (charge du générateur, facteur de puissance, vitesse, tension et courant minimums) pour consultation ultérieure.

La différence entre la surveillance et l'entretien est relativement vague. Une surveillance normale de fonctionnement comprend l'enregistrement des données de fonctionnement telles la charge, la température etc. et les commentaires servent de référence pour l'entretien et la révision.

- Au cours de la première période d'exploitation (< 200 heures), la surveillance doit être intensive. La température des paliers et des bobinages, la charge, le courant, le refroidissement la lubrification et les vibrations doivent être vérifiés fréquemment. voir le *Chapitre 5.7.1. Paliers à option de re-lubrification*.
- Durant la période suivante (200 - 1000 heures) une vérification par jour est suffisante. L'inspection de surveillance doit faire l'objet d'un rapport écrit. Si le fonctionnement est continu et stable, l'intervalle entre deux inspections peut être allongé.

6.6 Procédure de mise à l'arrêt

Pour arrêter la machine synchrone :

1. Déclenchez le disjoncteur principal.
2. Eteignez l'excitateur (si applicable).

Lorsque la machine synchrone est à l'arrêt, le chauffage anti-condensation doit être mis en marche afin d'éviter toute condensation à l'intérieur de la machine.

Pour de plus amples instructions concernant la mise à l'arrêt, consultez le *Chapitre 5.8, Mise à l'arrêt*.

Chapitre 7 Maintenance

7.1 Entretien préventif

La machine synchrone est souvent partie intégrante d'un équipement plus vaste et son fonctionnement et sa durée de vie seront garantis si elle est correctement inspectée et entretenue.

Le but de l'entretien est :

- Garantir que la machine fonctionne de façon fiable sans imprévus et sans nécessité d'intervention.
- Evaluer et planifier la maintenance afin de minimiser le temps nécessaire à sa réalisation.

La différence entre la surveillance et l'entretien est relativement vague. Une surveillance normale de fonctionnement comprend l'enregistrement des données de fonctionnement telles que la charge, la température, les vibrations ainsi que les mesures de résistance d'isolation.

La surveillance doit être accrue après toute mise en service ou entretien.

Ce chapitre présente les recommandations concernant le programme d'entretien et les instructions pour les tâches de maintenance ordinaire. Ces instructions et recommandations doivent être lues attentivement et utilisées comme référence lors de la planification du programme de maintenance. Notez que les recommandations d'entretien mentionnées dans ce chapitre représentent le niveau minimum de maintenance. L'intensification de l'entretien et de la surveillance permet de garantir la fiabilité et la durée de vie de la machine.

Les données obtenues durant la surveillance et l'entretien sont utiles à l'évaluation et la planification de révisions supplémentaires. Au cas où certaines données se révèlent anormales, le guide de résolution des problèmes au *Chapitre 8, Problèmes*, vous aidera à localiser l'origine de tout problème. ABB recommande que les programmes de maintenance soient effectués par des experts et, si possible, que l'entretien et la résolution des problèmes soient conduits également par ceux-ci.

Le service après vente ABB se fera un plaisir de vous assister dans ces tâches. Les coordonnées du Service Après-vente ABB figurent au *Chapitre 9.1.5, Coordonnées du Service Après-vente*.

L'un des aspects fondamentaux de l'entretien préventif est de disposer de suffisamment de pièces de rechange adéquates. Le meilleur moyen de disposer de ces pièces est encore de les avoir en stock. Des packs pièces de rechange prêtes à l'emploi peuvent être obtenus auprès du Service Après-vente ABB, voir le *Chapitre 9.2, Pièces de rechange*.

7.2 Précautions de sécurité

Avant de travailler sur tout appareil électrique, les précautions de sécurité générales doivent être observées ainsi que la réglementation locale afin d'éviter tout accident

susceptible de provoquer des blessures corporelles. Il faut également suivre les conseils du personnel en charge de la sécurité.

Le personnel en charge de l'entretien des appareils et installations électriques doit être très qualifié. Le personnel doit être formé et être familier des procédures spécifiques de maintenance et d'essai des machines électriques tournantes.

Consultez les instructions générales de sécurité au *Chapitre 1.5 Sécurité générale* et au *Chapitre 1.6 Instructions de sécurité*.

7.3 Programme de maintenance

Ce chapitre présente le programme de maintenance recommandée pour les machines ABB. Ce programme est de nature générale et doit être considéré comme le niveau minimum d'entretien requis. Le niveau de maintenance doit être accru lorsque les conditions locales l'exigent ou lorsqu'un très niveau de fiabilité est requis. Notez également que malgré l'application de ce programme, une surveillance et une observation régulières des conditions de la machine sont requises.

NOTE : Les générateurs contiennent, selon leur type, différents éléments à entretenir. Le programme de maintenance décrit dans ce chapitre comprend des références à certains accessoires non disponibles sur toutes les machines. La personne responsable de l'entretien doit se baser sur ce programme afin d'élaborer un programme de maintenance approprié.

Le programme de maintenance est basé sur quatre niveaux de maintenance, qui alternent selon les heures de fonctionnement. Les durées de marche et d'arrêt varient, ainsi le niveau 1 se réfère principalement à des inspections visuelles alors que le niveau 4 relève de mesures et remplacement de pièces demandant plus de travail. De plus amples informations concernant les packs de pièces de rechange appropriés pour ce type d'entretien peuvent être trouvées au *Chapitre 9.2, Pièces de rechange*. Les intervalles de temps recommandé entre deux maintenances figurent au *Tableau 7-1, Programme de maintenance recommandée*. Le nombre d'heures de fonctionnement T recommandé dans ce chapitre est donné en Equivalent heures de fonctionnement T (Eq. h), pouvant être calculé à l'aide de l'équation suivante :

Heures d'exploitation équivalentes (H éq.) = heures d'exploitation réelles + nombre de mises en marche x 20

Tableau 7-1. Programme recommandé de maintenance.

| Intervalle (Eq. h) | L1 | L2 | L3 | L4 |
|--------------------|----|----|----|----|
| 4000 | X | | | |
| 8000 | | X | | |
| 12000 | X | | | |
| 16000 | | X | | |
| 20000 | X | | | |
| 24000 | | | X | |
| 28000 | X | | | |
| 32000 | | X | | |
| 36000 | X | | | |
| 40000 | | X | | |
| 44000 | X | | | |

| | | | | |
|-------|---|---|---|---|
| 48000 | | | X | |
| 52000 | X | | | |
| 56000 | | X | | |
| 60000 | X | | | |
| 64000 | | X | | |
| 68000 | X | | | |
| 72000 | | X | | |
| 76000 | X | | | |
| 80000 | | | | X |

Niveau 1 (L1)

Le niveau 1 ou L1 de maintenance consiste en des inspections visuelles et un entretien de l'éclairage. Le but de cette maintenance est d'effectuer une vérification rapide des éventuels problèmes avant qu'ils ne se développent, provoquent des incidents et engendrent des arrêts pour maintenance non programmés. Ce niveau propose également des suggestions concernant la maintenance à effectuer pour une révision plus importante.

L'entretien est estimé à environ 4 - 8 heures, en fonction du type d'installation de la machine et de l'importance des inspections. Les outils nécessaires à cette maintenance comprennent des outils de révision tels que les clés ou tournevis par exemple. La préparation consiste à ouvrir les capots d'inspection. Il est recommandé de disposer du pack pièces de rechange approprié avant de débiter l'entretien.

Le premier niveau de maintenance doit être réalisé après 4 000 heures équivalentes de fonctionnement ou six mois après la mise en service. Par la suite le niveau L1 de maintenance doit être réalisé une fois par an à mi chemin du niveau 2 de maintenance, voir le *Tableau 7-1, Programme de maintenance recommandée*.

Niveau 2 (L2)

Le niveau 2 de maintenance ou L2 consiste principalement en des inspections, essais et petites tâches de maintenance. Le but de cette maintenance est de révéler la présence éventuelle de problèmes dans la machine et d'effectuer de petites réparations afin de garantir un fonctionnement sans interruption.

L'entretien est estimé à environ 8 - 16 heures, en fonction du type d'installation de la machine et de l'importance des révisions à effectuer. Les outils nécessaires à cette maintenance comprennent les outils ordinaires de révision, un multimètre, une clé dynamométrique et un appareil d'essai de résistance d'isolation (megger). La préparation consiste à ouvrir les capots d'inspection. Il est recommandé de disposer du pack pièces de rechange approprié avant de débiter l'entretien.

Le deuxième niveau d'entretien doit être réalisé après 8 000 heures équivalentes de fonctionnement ou un an après la mise en service. Par la suite le niveau L2 de maintenance doit être réalisé une fois par an ou après 8 000 heures équivalentes de fonctionnement, voir le *Tableau 7-1, Programme de maintenance recommandée*.

Niveau 3 (L3)

Level 3 de maintenance ou L3 consiste à effectuer des inspections approfondies, essais et de plus amples tâches de révision que celles pratiquées aux niveaux L1 et L2 de maintenance. Le but de cette maintenance est de réparer les problèmes rencontrés et de changer les pièces sujettes à l'usure.

L'entretien est estimé à environ 16 - 40 heures, en fonction du type d'installation de la machine et de l'importance des réparations et remplacements de pièces à effectuer. Les outils nécessaires à cette maintenance comprennent les outils mentionnés en L2 ainsi qu'un endoscope et un oscilloscope.

La préparation consiste à ouvrir les capots d'inspection. Les pièces de rechange nécessaires à ce niveau de maintenance sont incluses dans le pack pièces de rechange approprié.

Le troisième niveau de maintenance doit être réalisé après 24 000 heures équivalentes de fonctionnement ou de trois à cinq ans après la mise en service. Lorsque le niveau de maintenance 3 est effectué, il remplace les niveaux 1 et 2 déjà programmés sans affecter la suite de leur programmation, voir le *Tableau 7-1, Programme de maintenance recommandée*.

Niveau 4 (L4)

Le niveau 4 de maintenance ou L4 consiste à effectuer d'importantes tâches d'inspection et de maintenance. Le but de cette maintenance est de remettre la machine en conditions normales de fonctionnement.

L'entretien est estimé à environ 40 - 80 heures, en fonction principalement de l'état de la machine et des actions à entreprendre pour qu'elle retrouve des conditions normales de fonctionnement. Les outils nécessaires à cette maintenance comprennent les outils mentionnés en L3 ainsi que le matériel nécessaire au retrait du rotor. La préparation consiste à ouvrir les capots d'inspection et au retrait du rotor et de l'excitateur si nécessaire

Le nombre de pièces de rechange nécessaires pour ce niveau de maintenance est difficile à évaluer. Le pack pièces de rechange est recommandé, cependant les pièces de rechange incluses dans le pack pièces de rechange importantes permet de garantir le succès de cette maintenance.

Le quatrième niveau de maintenance doit être réalisé après 80 000 heures équivalentes de fonctionnement. Lorsque le niveau d'entretien 4 est effectué, il remplace les niveaux 1, 2 et 3 déjà programmés sans affecter la suite de leur programmation, voir le *Tableau 7-1, Programme de maintenance recommandée*.

7.3.1 Programme de maintenance recommandée

Abréviations utilisées dans le programme de maintenance :

V = Vérifications visuelles

C = Nettoyage

D = Démontage et montage

R = Reconditionnement ou remplacement

T = Test et mesurage

NOTE : Toutes les options ne sont pas nécessairement applicables à toutes les machines.

Tableau 7-2. Intervalles de maintenance.

| |
|-----------------------------------|
| Intervalles de maintenance |
|-----------------------------------|

| | En heures équivalentes de fonctionnement ou périodes de temps, selon primauté | | | | |
|-------------------------|---|------|-----------|----------|---------------------|
| Objet de la maintenance | L1 | L2 | L3 | L4 | Vérification / Test |
| | 4000 | 8000 | 24000 | 80000 | |
| | 6 mois | 1 an | 3 – 5 ans | Révision | |

Tableau 7-3. Objets de la maintenance pour la construction générale.
Construction générale

| Objet de la maintenance | L1 | L2 | L3 | L4 | Vérification / Test |
|------------------------------|-----|-----|-----|-------|--|
| Fonctionnement de la machine | V/T | V/T | V/T | V/T | Démarrage, arrêt, mesure des vibrations, point de non charge, vibration measurement, point de non chargement |
| Installation et fondations | V | V/T | V/T | V/T/D | Fissures, rouille, alignement |
| Excitateur | V | V | V | V | Rouille, fuite, état |
| Éléments de serrage | V | V/T | V/T | V/T | Niveau de serrage de toutes les pièces |

Tableau 7-4. Objets de la maintenance pour les connexions de câbles.

| Objet de la maintenance | L1 | L2 | L3 | L4 | Vérification / Test |
|-------------------------|----|-----|-----|-------|---|
| Câblage | V | V/T | V/T | V/T/D | Usure, serrage |
| Raccords | V | V/T | V/T | V/T/D | Oxydation, serrage |
| Boîter de raccordement | V | V | V | V | Condition générale |
| Transit des câbles | V | V | V | V | Condition des câbles en entrée et à l'intérieur de la machine |

Tableau 7-5. Objets de la maintenance pour stator et rotor. Stator et rotor

| Objet de la maintenance | L1 | L2 | L3 | L4 | Vérification / Test |
|---------------------------------|----|-----|-------|-------|---|
| Cœur du stator | V | V | V | V/C | Fixations, fissures, soudures |
| Isolation du bobinage du Stator | V | V/T | V/T/C | V/T/C | Usure, propreté, résistance d'isolation, (essai à tension élevée) |
| Extrémité bobine stator | V | V | V | V | Dommmages isolation |
| Support bobine stator | V | V | V | V | Dommmages isolation, serrage |
| Fente de calage stator | V | V | V | V | Mouvement, serrage |

| | | | | | |
|--|---|-----|-------|-------|---|
| Plaques de cuivre raccord stator | V | V | V | V | Fixation, isolation |
| Éléments de serrage et pinces extrémités câbles stator | V | V/T | V/T | V/T | Serrage, état |
| Appareils | V | V | V | V | Etat des câbles et fixations câbles |
| Isolation bobinage rotor | V | V/T | V/T/C | V/T/C | Usure, propreté, résistance d'isolation, essai chute de tension |
| Support bobine rotor | V | V | V | V | Mouvement, torsion |
| Poids d'équilibre rotor | V | V | V | V | Mouvement, fixation |
| Bandes d'amortissement | V | V/T | V/T | V/T | Fissures, corrosion, essais aux ultrasons et chocs |
| Arbre | V | V | V | V | Fissures, corrosion |
| Trou d'aération | V | V | V | V | Propreté, homogénéité |
| Connexions dans le rotor | V | V | V/T | V/T | Fixations, état général |

Tableau 7-6. Objets de la maintenance pour système d'excitation. Système d'excitation, contrôle et protection

| Objet de la maintenance | L1 | L2 | L3 | L4 | Vérification / Test |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| Pont de redressement exciteur | V | V/T/C | V/T/C | V/T/C | Propreté, fonctionnement |
| Semi conducteur exciteur | V | V/T/C | V/T/C | V/T/C | Fonctionnement, fixations |
| Raccords exciteur | V | V/T/C | V/T/C | V/T/C | Fixations, état général |
| Isolation bobinage exciteur | V | V/T | V/T | V/T | Usure, propreté, résistance d'isolation |
| Trou d'aération exciteur | V | V/T | V/T/D | V/T/D | Propreté, homogénéité |
| Régulateur automatique de voltage (RAV) | V | V/T | V/T | V/T | Fonctionnement, réglages, essai de stabilité |
| Transformateur de courant pour opérations en parallèle | V | V | V/T | V/T | Fonctionnement, propreté |
| Senseurs de température | V | V/T | V/T | V/T | Fonctionnement, résistance |
| Chauffage anti-condensation | V | V/T | V/T | V/T | Fonctionnement, résistance d'isolation |

| | | | | | |
|--------------------------------|---|-----|-----|-----|---------------------------------------|
| Bornes de raccords auxiliaires | V | V/T | V/T | V/T | Etat général, bornes, état du câblage |
| Excitateur stator | V | V | V | V | Etat général, fissures |

Tableau 7-7. Objets de la maintenance pour paliers. Paliers

| Objet de la maintenance | L1 | L2 | L3 | L4 | Vérification / Test |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|
| Ensemble roulement | V | V/T | V/T | V/T | Etat général |
| Lubrification | V/R | V/R | V/R | V/R | Nouvelle lubrification |
| Roulements anti-friction | V | V | V/R | V/R | Etat, remplacement du roulement |

Tableau 7-8. Objets de la maintenance pour système de refroidissement.
Système de refroidissement

| Objet de la maintenance | L1 | L2 | L3 | L4 | Vérification / Test |
|-------------------------|----|-----|-----|-----|--|
| Ventilateur | V | V | V | V | Fonctionnement, état général, fissures |
| Arrivée d'air | V | V/C | V/C | V/C | Propreté, fonctionnement |
| Expulsion d'air | V | V/C | V/C | V/C | Propreté, fonctionnement |

7.4 Maintenance de la structure générale

Afin de garantir la durée de vie de la structure générale de la machine, l'extérieur de la machine doit être maintenu propre et la présence de rouille, de fuites et autres défauts doit être régulièrement vérifiée. La poussière externe de la machine expose celle-ci à la corrosion et peut affecter le refroidissement de la machine.

7.4.1 Inspections lorsque la machine est en marche

Il est important lors du premier jour de marche de la machine d'observer une surveillance très attentive en cas de changement de niveau de vibration ou de température ou d'émission de bruits anormaux.

Pendant le fonctionnement, prêtez une attention particulière aux niveaux de température et de vibrations. Voir le *Chapitre 7.4.2. Vibrations et bruits* et le *Chapitre 7.4.3. Niveaux de température*.

7.4.2 Vibrations et bruits

Des niveaux de vibration élevés ou en augmentation signifient que certaines conditions de la machine ont changé. Les niveaux normaux varient de façon importante selon l'application, le type et les fondations de la machine. Ces mesures et les niveaux de vibration sont mentionnés en détail au *Chapitre 5, Mise en service*. Certaines causes typiques responsables de hauts niveaux de vibration ou de bruit peuvent être les suivantes :

- L'Alignement, voir *Chapitre 3, Installation et alignement*
- Espace d'air, voir *Chapitre 3, Installation et alignement*

- Usure ou endommagement d'un roulement
- Vibration émanant d'une machine connectée, voir *Chapitre 5, Mise en service*
- Fixations lâches, voir *Chapitre 3, Installation et alignement*
- Déséquilibre rotor
- Couplage

Niveaux de vibration normaux

Les instructions suivantes constituent des extraits des deux normes ISO :

1. ISO 10816-3:1998 Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes - Partie 3: Machines industrielles de puissance nominale supérieure à 15 kW et de vitesse nominale entre 120 r/min et 15 000 r/min.
2. ISO 8528-9:1995 Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à combustion interne : Partie 9 : Mesurage et évaluation des vibrations mécaniques.

Procédures de mesure et conditions de régime

Les procédures générales décrites dans la norme ISO 10816-1 sont utilisées, et sujettes aux recommandations listées ci-dessous.

Les mesures sont généralement effectuées lorsque le rotor et les roulements principaux ont atteint une température de régime normal stable et que la machine fonctionne sous les conditions spécifiées, par exemple à une vitesse, tension, flux, pression et charge nominales.

Si les vibrations mesurées dépassent les critères tolérés et en cas de suspicion de vibrations excessives de fond, les mesures doivent être réalisées, machine à l'arrêt, afin de déterminer le degré d'influence externe. Si les vibrations de la machine en mode statique dépassent de 25% les valeurs mesurées lorsque la machine est en marche, des mesures de correction doivent être entreprises afin de réduire les effets des vibrations de fond.

Appareils de mesure

Les appareils de mesure doivent être capables de mesurer une vibration moyenne quadratique à fréquence large avec une réponse plate pour une gamme de fréquences d'au moins 10 Hz à 1000 Hz, conformément à la norme ISO 2954. En fonction des critères de vibration, ceci peut nécessiter la mesure de déplacement ou de vitesse ou leur combinaison (voir ISO 10816-1).

Endroit où effectuer les mesures

Utilisez un endroit exposé et accessible lorsque la machine est en marche. Vérifiez qu'il n'y a pas de résonances ou amplifications locales afin que les mesures finales représentent correctement les vibrations du logement des roulements. L'endroit et l'orientation des mesures de vibration doit offrir une sensibilité appropriée pour les forces dynamiques de la machine. Ceci nécessite souvent deux points de mesure orthogonale et radiale sur le capot des roulements ou le châssis. Les orientations verticales et horizontales sont généralement préférées dans le cas de machines montées horizontalement. Dans certains cas il est recommandé de mesurer également les vibrations sur une orientation axiale. Lorsque vous

enregistrez les résultats des mesures, notez également les endroits et orientations spécifiques avec les valeurs réelles.

Evaluation des groupes électrogènes à moteur alternatif à combustion interne (RIC)

La gamme de fréquences principales des moteurs RIC (alternatifs à combustion interne) se situe entre 2 Hz et 300 Hz. Cependant, en considérant la structure et les composants de la majeure partie des groupes électrogènes, une gamme de 2 Hz à 1000 Hz est requise pour l'évaluation des vibrations.

L'expérience a démontré que pour une structure et des composants de groupe électrogène standard, il y a peu de risques d'endommagement lorsque le niveau de vibrations reste en dessous de la valeur 1 (Voir *Tableau 7-3, Vitesse de vibration, V_{rms}* ci-dessous)

Si les niveaux de vibration tombent entre les valeurs 1 et 2, une estimation de la structure et des composants du groupe électrogène est requise accompagnée d'un accord entre le fabricant du groupe électrogène et le fournisseur des composants afin de garantir la fiabilité de fonctionnement.

Dans certains cas, les niveaux de vibration peuvent se situer au-dessus de la valeur 2 mais uniquement en cas de construction spéciale de la structure et des composants du groupe électrogène.

Dans tous les cas le fabricant du groupe électrogène est responsable de la compatibilité des composants du groupe (voir norme ISO 8528-5:1993, 15.10).

| Vitesse déclarée du moteur [tpm] | Valeur 1 [mm/s] | Valeur 2 [mm/s] |
|---|------------------------|------------------------|
| ≥ 1300 mais < 2000 | 20 | 28 |
| > 720 mais < 1300 | 18 | 22 |
| ≤ 720 | 15 | 20 |

Tableau 7-2 Vitesse de vibration, V_{rms}

Information complémentaires

Pour de plus amples détails concernant la mesure des vibrations, consultez les Normes Internationales suivantes :

- ISO 2954 Vibrations mécaniques des machines tournantes ou alternatives - Spécifications des appareils de mesure de l'intensité vibratoire
- ISO 5348 Vibrations et chocs mécaniques - Fixation mécanique des accéléromètres
- ISO 7919 Vibrations mécaniques - Évaluation des vibrations des machines par mesures sur les arbres tournants
- ISO 8528 Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à combustion interne
- ISO 10816 Vibrations mécaniques - Évaluation des vibrations des machines par mesures sur les parties non tournantes

7.4.3 Niveaux de température

Les températures des roulements, bobinages stator et de l'air de refroidissement doivent être vérifiées lorsque la machine est en marche.

Lorsqu'ils sont à plein régime, les roulements n'atteignent pas leur température de régime avant plusieurs heures (de 2 à 6 heures).

La température de bobinage du stator dépend de la charge de la machine. S'il est impossible d'atteindre une charge pleine pendant ou peu après la mise en service, la température de chargement réel doit être notée et incluse dans le rapport de mise en service.

7.4.4 Serrage des fixations

Le serrage de toutes les fixations doit être vérifié régulièrement. Une attention particulière est requise pour les fixations des parties du rotor, celles-ci doivent être correctement serrées en permanence. Des fixations lâches sur ces éléments peuvent entraîner de très brusques et graves endommagements de la machine dans son ensemble.

Les valeurs générales des couples de serrage sont présentés au *Tableau 7-10, Couples de serrages généraux*.

Tableau 7-10 Couples de serrage généraux

| Couples de vis | | | |
|-----------------------|--------------------------|----------|-----------|
| | Catégories de propriétés | | |
| | 4.8 | 8.8 | 10.9 |
| Vis | Couple de serrage [Nm] | | |
| M8 | 10~12 | 22~30 | 30~36 |
| M10 | 20~25 | 45~59 | 65~78 |
| M12 | 36~45 | 78~104 | 110~130 |
| M14 | 55~70 | 124~165 | 180~210 |
| M16 | 90~110 | 193~267 | 280~330 |
| M18 | 120~150 | 264~354 | 380~450 |
| M20 | 170~210 | 376~502 | 540~650 |
| M22 | 230~290 | 512~683 | 740~880 |
| M24 | 300~377 | 656~868 | 940~1120 |
| M27 | 450~530 | 952~1269 | 1400~1650 |

NOTE : Les valeurs du *Tableau 7-2, Couples de serrage généraux* constituent des généralités et ne s'appliquent pas à certains éléments tels les diodes, l'isolation des états, les roulements, bornes de câbles, ou éléments de serrage polarisés, disjuncteur de surtension, condensateurs, transformateurs de courant, redresseur et pont de redressement à thyristor ou encore lorsque d'autres valeurs sont indiquées ailleurs dans ce manuel ou dans les schémas mécaniques et électriques, voir *Schémas mécaniques et électriques*.

7.4.5 Surveillance de la construction du rotor

Une attention particulière à la construction du rotor doit être observée, car même de petits endommagements du rotor peuvent conduire à de graves endommagements du stator. De plus, les problèmes mécaniques des parties en mouvement comme le rotor ont tendance à se développer plus rapidement que ceux des parties statiques de la machine.

C'est pourquoi la construction du rotor doit faire l'objet d'une inspection annuelle, de préférence à l'aide d'un endoscope et d'appareils ultrasoniques. L'état et le serrage doivent être inspectés avec une attention particulière.

7.5 Maintenance des roulements

Cette partie concerne la tâche d'entretien la plus importante concernant les roulements. La durée de vie calculée des roulements figure dans les spécifications techniques. La durée de vie réelle des roulements dépend en grande partie des conditions de fonctionnement et les valeurs calculées ne sont données qu'à titre indicatif.

En général, la durée de vie des paliers côté commande et côté opposé est plus courte que celle d'une machine électrique. Les paliers doivent donc être remplacés régulièrement. La maintenance des paliers à roulement demande une attention, des outils et une préparation spécifiques, afin d'assurer une longue durée de vie aux nouveaux paliers. Pendant la maintenance des paliers, assurez-vous que :

- Des débris ou des corps étrangers ne peuvent pas pénétrer dans les paliers au cours de la maintenance.
- Les paliers ont été lavés, séchés et pré-graissés avec une graisse pour paliers à roulement haute qualité avant de les monter.
- Le démontage et le montage des paliers n'endommagent pas les paliers. Les paliers doivent être démontés à l'aide d'extracteurs et installés en les chauffant ou en utilisant des outils spécialement prévus à cet effet.

REMARQUE : S'il est nécessaire de remplacer les paliers, contactez le Service après-vente d'ABB. Consultez les coordonnées du Service après-vente dans le *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après vente*.

REMARQUE : LORS DU DEMONTAGE DE LA MACHINE, TOUJOURS REMPLACER CES ROULEMENTS FERMES.

REMARQUE : Souvenez-vous de serrer les vis correctement. Lors du serrage des vis, la procédure suivante doit être toujours observée :

- Nettoyez le filetage de la vis
- Utilisez l'agent de blocage de vis adéquat
- Serrez les boulons en ordre croisé en deux phases avec la clé de torsion (voir le *Tableau 7-10. Couples de serrages généraux*)

Pour de plus amples informations voir le *Chapitre 7.4.4. Serrage de la visserie*.

7.5.1 Construction des paliers

Paliers à roulements fermés

Les paliers fermés à roulements ne peuvent être re-lubrifiés et la seule maintenance régulière à entreprendre consiste en la vérification de la propreté des roulements, le maintien de leur propreté, la protection de la surface des roulements contre la corrosion et des inspections visuelles de l'état des roulements.

Paliers à roulements re-lubrifiables

Pour fonctionner de façon fiable, les roulements doivent être bien lubrifiés afin de prévenir de tout contact métallique direct entre les éléments de roulement, les

roulements eux-mêmes et leur cage, ceci permet d'éviter toute usure et de protéger les surfaces de la corrosion.

Le choix du lubrifiant et des intervalles de lubrification et de nettoyage doit être scrupuleusement respecté. Toutes ces informations figurent sur la plaque signalétique de lubrification.

Les meilleures températures de fonctionnement sont obtenues lorsque les roulements ont reçu la quantité minimum de lubrifiant permettant d'assurer une lubrification fiable. Il est important de respecter les instructions du fabricant.

Un excès de lubrifiant fait augmenter rapidement la température de fonctionnement, en particulier à grande vitesse de rotation.

Lorsque vous devez changer de type de lubrifiant pour une raison ou une autre, vous devez prendre en considération la mélangeabilité des lubrifiants. Si des lubrifiants incompatibles sont mélangés, la consistance est susceptible de varier de façon importante et la température maximale d'utilisation du lubrifiant risque de chuter au point de provoquer des incidents de roulement.

Tout lubrifiant neuf doit être ajouté aux roulements lorsqu'ils sont encore lubrifiés suffisamment et toujours lorsque la machine est en marche. Le lubrifiant doit être ajouté conformément aux instructions de la plaque signalétique de lubrification.

Comme toutes les parties essentielles de la machine, les roulements doivent être régulièrement inspectés et nettoyés. La fréquence et la procédure à suivre dépend avant tout des conditions de fonctionnement.

Pour le nettoyage il est préférable d'utiliser du white spirit, une huile de paraffine de bonne qualité, de l'essence ou du benzoïne. Une fois le nettoyage terminé, toutes les parties doivent être immédiatement enduite d'huile ou de lubrifiant contre la corrosion.

7.5.2 Intervalles de graissage

Le graissage des paliers non fermés peut être effectué manuellement ou à l'aide d'un système automatique. Dans les deux cas, vérifiez que les paliers reçoivent à intervalles appropriés une quantité de graisse suffisante et adéquate. Les intervalles de re-graissage sont indiqués sur la plaque signalétique du palier.

REMARQUE : la graisse est susceptible de provoquer des irritations de la peau et inflammation des yeux. Observez toutes les précautions de sûreté spécifiées par le fabricant.

REMARQUE : Quel que soit l'intervalle de graissage, les paliers doivent être graissés au moins une fois par an.

Les intervalles de re-graissage sont calculés pour des températures de fonctionnement de 70 °C (160 °F). Si les températures de fonctionnement diffèrent de cette valeur, les intervalles de graissage doivent être ajustés en conséquence. Une température de fonctionnement plus élevée réduit l'intervalle de graissage.

REMARQUE : Une augmentation de la température ambiante augmente également la température des paliers. Les valeurs des intervalles de graissage doivent être diminuées de moitié pour toute augmentation de 15 °C (30 °F) de la température des paliers et inversement, elles peuvent être doublées pour toute diminution de 15 °C (30 °F).

Intervalles de re-graissage pour entraînements à convertisseur de fréquence

Des vitesses d'exploitation plus élevées, comme par exemple dans les applications avec convertisseur de fréquence, ou plus basses mais avec des charges lourdes, demandent des intervalles de lubrification plus courts ou des lubrifiants spéciaux. Contactez le Service après-ventes d'ABB pour en savoir plus à ce sujet.

REMARQUE : La vitesse maximum de la machine définie en usine ne doit jamais être dépassée. Vérifiez également que les paliers utilisés sont adaptés à des applications à haute vitesse.

7.5.3 Graissage des paliers à relubrification

Certains paliers à roulement des machines électriques tournantes doivent être re-graissés côté commande. Reportez-vous au *Chapitre 7.5.2 Intervalles de re-graissage*. Ce graissage peut être effectué manuellement ou automatiquement. Dans les deux cas, vérifiez que les paliers reçoivent à intervalles appropriés une quantité de graisse suffisante et adéquate.

REMARQUE : la graisse est susceptible de provoquer des irritations de la peau et inflammation des yeux. Observez toutes les précautions de sûreté spécifiées par le fabricant.

Graissage manuel des paliers

Les machines conçues pour être graissées manuellement sont équipées d'embouts de graissage. Afin d'empêcher les corps étrangers d'entrer dans les paliers, nettoyez les embouts de graissage et les surfaces avoisinantes avant de procéder au graissage.

Graissage manuel lorsque la machine est en marche

- Vérifiez que la graisse à utiliser est adaptée.
- Nettoyez les embouts de graissage et les surfaces avoisinantes.
- Vérifiez que le canal de lubrification est ouvert ; s'il est équipé d'un embout, ouvrez-le.
- Injectez la quantité de graisse spécifiée dans le palier.
- Laissez la machine tourner pendant 1 ou 2 heures pour que la graisse en excès soit évacuée des paliers. La température des paliers peut augmenter temporairement lors de cette procédure.
- Si le canal possède un embout, fermez-le.

REMARQUE : Au cours du graissage, faites attention aux pièces en rotation.

Graissage manuel lorsque la machine est arrêtée

Il est préférable de graisser la machine lorsque celle-ci est en marche. Si cela s'avère impossible ou dangereux, le graissage doit être effectué lorsque la machine est arrêtée. Pour ce faire :

- Vérifiez que la graisse à utiliser est adaptée.
- Arrêtez la machine.
- Nettoyez les embouts de graissage et les surfaces avoisinantes.
- Vérifiez que le canal de lubrification est ouvert ; s'il est équipé d'un embout, ouvrez-le.
- Injectez uniquement la moitié de la quantité de graisse spécifiée dans le palier.
- Faites tourner la machine à pleine vitesse pendant quelques minutes.
- Arrêtez la machine.
- Une fois la machine arrêtée, injectez la quantité de graisse spécifiée dans le palier.
- Laissez la machine tourner pendant 1 ou 2 heures pour que la graisse en excès soit évacuée des paliers. La température des paliers peut augmenter temporairement lors de cette procédure.
- Si le canal possède un embout, fermez-le.

Graissage automatique

Un grand nombre de dispositifs de graissage automatique se vendent sur le marché. Cependant, ABB recommande d'utiliser uniquement des dispositifs de graissage électromécaniques. La qualité de la graisse entrant dans les paliers doit être contrôlée au moins une fois par an : la graisse doit avoir l'aspect d'une graisse neuve. Toute séparation de l'huile de base et du savon est inacceptable.

REMARQUE : Si vous utilisez un dispositif de graissage automatique, doublez la quantité de graisse indiquée sur la plaque signalétique.

7.5.4 Plaque signalétique de palier

Toutes les machines à option de re-lubrification sont livrées avec une plaque signalétique fixée sur le châssis. Cette plaque donne les informations suivantes :

- Type de palier.
- Lubrifiant utilisé.
- Intervalles de graissage.
- Quantité de graisse à utiliser.

Pour de plus amples informations concernant la plaque signalétique de palier, voir le *Chapitre 2.1.5. Plaque signalétique de palier*.

REMARQUE : Il est essentiel que les informations fournies sur la plaque signalétique soient prises en compte lors de l'utilisation et de la maintenance de la machine.

7.5.5 Graisse des paliers

La graisse utilisée doit être absolument de bonne qualité et contenir un savon de base correct. Les paliers dureront ainsi plus longtemps et fonctionneront sans problème. La graisse utilisée lors des graissages doit avoir les propriétés suivantes :

- Graisse spécifiques aux paliers à roulement.
- Graisse de bonne qualité contenant un savon complexe de lithium et une huile minérale ou PAO.
- Huile de base ayant une viscosité de 100 à 160 cSt à 40 °C (105 °F).
- Consistance entre 1,5 et 3 (classe NLGI). Pour les machines utilisées verticalement ou dans un environnement très chaud, une classe NLGI de 2 ou 3 est recommandée.
- Plage de températures continue entre -30 °C (-20 °F) et au moins +120 °C (250 °F).

Les graisses possédant toutes ces caractéristiques peuvent être achetées chez les principaux fabricants de lubrifiants. Si la constitution de la graisse a changé ou que vous n'êtes pas sûr de sa compatibilité, contactez l'usine ABB qui a livré la machine. Reportez-vous au *Chapitre 9.1.5 Coordonnées du Service après-ventes*.

REMARQUE : Ne mélangez pas différentes graisses, sauf si vous avez vérifié que celles-ci sont compatibles.

REMARQUE : Les additifs de graisse sont recommandés. Cependant, une garantie écrite doit être obtenue du fabricant de lubrifiant, certifiant que les additifs utilisés n'endommagent pas les paliers et n'altèrent pas les propriétés de la graisse, dans la plage de température d'exploitation spécifiée. Cette recommandation concerne tout particulièrement les additifs EP.

REMARQUE : Les lubrifiants contenant des additifs EP ne sont pas recommandés.

Graisse pour paliers à roulement recommandée

ABB recommande les graisses hautes performances suivantes :

- Esso Unirex N2, N3 (base complexe de lithium)
- Mobilith SHC 100 (base complexe de lithium)
- Shell Albida EMS 2 (base complexe de lithium)
- Klüber Klüberplex BEM 41-132
- Lubcon Turmogrease Li 802 EP
- Total Multiplex S 2 A
- Fag Arcanol TEMP 110

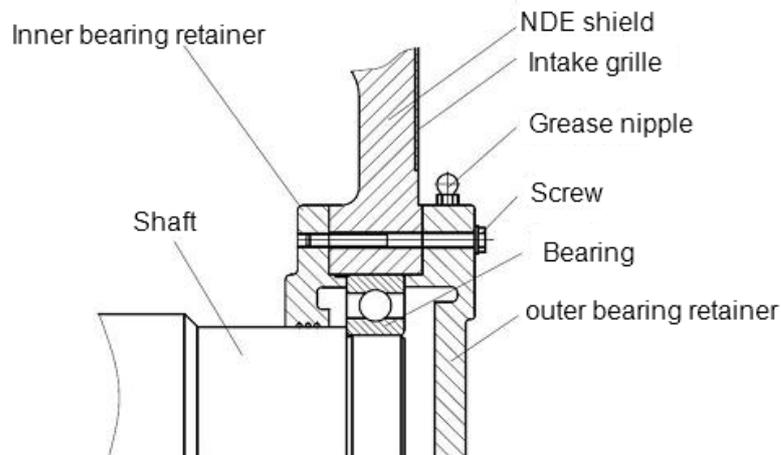
Les intervalles de graissage pour des graisses possédant les caractéristiques requises mais ne figurant pas sur la liste donnée ci-dessus doivent être raccourcis de moitié.

Graisse pour paliers à roulement spéciale températures extrêmes

Si la température de service des paliers est supérieure à 100 °C (210 °F), contactez l'usine ABB pour connaître les graisses correctes à utiliser.

7.5.6 Installation et remplacement du roulement arrière

| | |
|-------------------|--------------------------------|
| Flasque intérieur | Ecran protecteur arrière |
| | Grille arrivée d'air |
| | Trou d'injection de lubrifiant |
| Arbre | Vis |
| | Roulement |
| | Flasque extérieur |



Retrait de roulement

1. Retirez la grille d'entrée d'air de l'écran protecteur arrière.
2. Retirez les 4 vis du flasque intérieur.
3. Retirez les 8 vis de l'écran de protection arrière du stator.
4. Retirez l'écran de protection arrière avec l'excitateur du stator.
5. Retirez le roulement à bille à l'aide d'un tire-palier. (voir: *Figure 7-1. Tire-palier*).

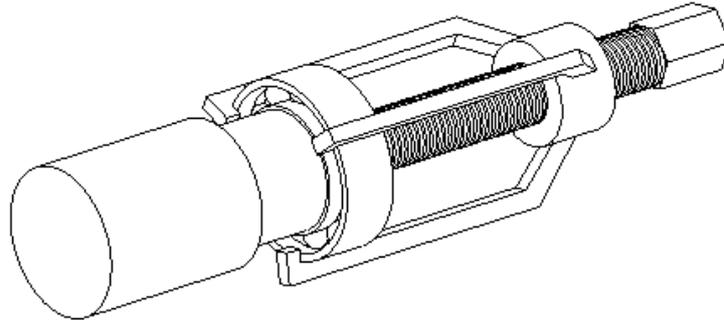


Illustration 7-1 Arrache-roulement

6. Vérifiez le joint torique et la rondelle de précharge et remplacez-les (si nécessaire)

Mise en place d'un nouveau roulement

1. Nettoyez l'extrémité de l'arbre.
2. Mettez en place le nouveau roulement, après l'avoir chauffé à 80°C au maximum à l'aide d'un système à induction.

NOTE : Ne pas frapper ou appuyez sur la bague extérieure durant le montage, il y a risque d'endommagement des billes.

3. Avant d'installer les flasques de roulement, enduisez les roulements de lubrifiant.
4. Installez les flasques de roulement, if needed.
5. Fixez l'écran arrière
6. Fixez l'écran arrière au stator à l'aide de 8 vis.
7. Fixez les 4 vis au flasque intérieur.
8. Fixez la grille d'arrivée d'air à l'écran arrière.

NOTE : Souvenez-vous de serrer correctement les vis. Lorsque vous serrez les vis suivez la procédure suivante :

1. Nettoyez le filetage des vis
2. Utilisez le dispositif adéquat de verrouillage des vis
3. Serrez les boulons à l'aide d'une clé dynamométrique (pour les couples de serrage consultez le *Tableau 7-2 Couples de serrage généraux*)

Pour de plus amples informations, voir le *Chapitre 7.4.1 Serrage des fixations*.

7.5.7 Mise en place et remplacement du palier fermé côté opposé commande

SI le générateur est livré avec un PMG optionnel (Génératrice à aimant permanent), la procédure de retrait du palier est légèrement différente.

Extraction du roulement

1. Retirez la grille d'entrée d'air de l'écran protecteur côté opposé commande.
2. Retirez les 8 vis de l'écran de protection côté opposé du stator.
3. Retirez l'écran de protection côté opposé, et le stator du PMG optionnel le cas échéant, avec l'écran d'excitateur du stator (si l'excitateur se trouve à l'écran côté opposé).

4. Retirez le rotor côté opposé avec un boulon et un goujon. Pour de plus amples informations à propos de l'appareil optionnel PMG, voir l'*Annexe 9 Guide de Système d'excitation PMG*.
5. Retirez le roulement à billes à l'aide d'un extracteur.
6. Vérifiez le joint torique et la rondelle de précharge et remplacez-les (si nécessaire)

Mise en place du nouveau palier

1. Nettoyez l'extrémité de l'arbre.
2. Mettez en place le nouveau palier après l'avoir chauffé à 80°C au maximum à l'aide d'un système à induction.

NOTE : Ne pas frapper ou appuyez sur la bague extérieure durant le montage, il y a risque d'endommagement des billes.

3. Installez les flasques de palier si nécessaire.
4. Vérifiez la rondelle ondulée de préchargement et remplacez-la si nécessaire.
5. Fixez l'écran côté opposé avec le stator PMG optionnel.
6. Fixez l'écran côté opposé au stator à l'aide de 8 vis.
7. Fixez le rotor PMG optionnel, voir l'*Annexe 9 Guide de Système d'excitation PMG*.
8. Fixez la grille d'arrivée d'air à l'écran côté opposé.

7.6 Maintenance des bobinages stator et rotor

Les bobinages des machines électriques à parties tournantes sont sujets aux tensions électriques, mécaniques et thermiques. Les bobinages et leur isolation vieillissent et se détériorent en raison de ces tensions. C'est pourquoi la durée de vie de la machine dépend souvent de la durabilité de l'isolation.

Un certain nombre de processus conduisant à des dommages peuvent être évités ou ralentis grâce à un entretien adéquat et à l'exécution d'essais périodiques. Ce chapitre offre une description générale de l'entretien de base et des essais à effectuer.

Dans de nombreux pays, les services ABB proposent un pack complet de maintenance incluant la série complète des essais à effectuer.

Avant d'effectuer tout travail d'entretien sur les bobinages électriques, les précautions générales de sécurité électrique doivent être adoptées et les réglementations locales respectées afin d'éviter tout accident de personnel. Voir le *Chapitre 7.2, Précautions de sécurité* pour de plus amples informations.

Des instructions d'entretien et d'essais peuvent également être trouvées auprès des normes internationales suivantes :

1. IEEE Std. 43-2000, IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machines
2. IEEE Std. 432-1992, IEEE Guide for Insulation Maintenance for Rotating Electrical Machinery (5 hp to Less Than 10 000 hp)

7.6.1 Instructions particulières de sécurité pour l'entretien des bobinages

L'entretien des bobinages est sujet à certains dangers parmi lesquels :

- La manipulation de solvants, vernis et résines dangereux. Certaines substances dangereuses sont requises pour le nettoyage et le re-vernissage des bobinages. Ces substances peuvent être dangereuses lorsqu'elles sont inhalées, avalées ou en contact avec la peau ou certains organes. En cas d'accident dépêchez une aide médicale appropriée.
- La manipulation de solvants et vernis inflammables. Leur manipulation doit toujours faire l'objet d'une autorisation du personnel et les procédures de sécurité doivent toujours être observées.
- Les essais à haute tension (HT). Les essais à haute tension doit être effectués uniquement par un personnel autorisé et les procédures de sécurité doivent toujours être respectées.

Les substances dangereuses utilisées à l'entretien des bobinages sont :

- White spirit : solvant
- Trichloroéthane: solvant
- Vernis de finition : solvant et résine
- Résine adhésive : résine epoxy

NOTE : Il existe des instructions spéciales relatives à la manipulation des substances dangereuses pendant les travaux d'entretien. D'importantes instructions concernant leur manipulation peuvent être trouvées sur les étiquettes de mise en garde présentes sur l'emballage.

Les mesures générales de sécurité pendant l'entretien des bobinages sont les suivantes :

- Evitez de respirer les émanations; assurez une ventilation suffisante de l'endroit où vous travailler et portez un masque de protection.
- Portez des éléments de protections tels que des lunettes, chaussures, casque, gants et des vêtements appropriés afin de protéger votre peau. Une crème de protection doit toujours être utilisée.
- Les outils de pulvérisation de vernis, le châssis de la machine et les bobinages doivent toujours être reliés à la masse durant la pulvérisation de vernis.
- Prenez les précautions nécessaires lorsque vous travaillez dans un endroit étriqué ou en contre-bas.
- Les essais à haute tension doivent être conduits uniquement par un personnel formé aux travaux de haute tension.
- Ne pas fumer, manger ou boire sur le lieu de travail.

7.6.2 Agenda de la maintenance

Il existe trois principes majeurs concernant l'agenda de la maintenance des bobinages :

- L'entretien des bobinages doit être planifié de façon concordante à l'entretien des autres machines.

- L'entretien ne doit être effectué que lorsque nécessaire.
- Les machines principales doivent être entretenues plus souvent que les machines secondaires. Ceci s'applique également aux bobinages qui se salissent rapidement et aux dispositifs moteurs à lourde charge.

NOTE : Règle incontournable, un essai de résistance d'isolation doit être pratiqué au moins une fois par an. Ceci est suffisant pour la plupart des machines. Les autres essais doivent être conduits lorsque des problèmes surviennent.

Le programme de maintenance de la machine complète, incluant les bobinages, est présenté au *Chapitre 7.3, Programme de maintenance*. Ce programme doit toutefois être adapté aux circonstances particulières de l'utilisateur, par ex. l'entretien des autres machines et des conditions de fonctionnement peut être pratiqué tant que les intervalles entre deux entretiens de maintenance ne sont pas dépassés.

7.6.3 Température correcte de fonctionnement

La température correcte des bobinages peut être assurée en maintenant propres les surfaces externes de la machine, en assurant le bon fonctionnement du système de refroidissement et en surveillant la température de l'air de refroidissement.

Pour les machines à refroidissement par air il est important de surveiller la propreté des arrivées et expulsions d'air.

Si la machine est équipée de sondes de température, la température de régime du stator doit être surveillée. Des différences significatives de température entre les sondes ou de hautes températures peuvent être le signe d'un endommagement des bobinages.

7.6.4 Essai de résistance d'isolation

Durant les travaux de maintenance générale et avant que la machine soit mise en marche pour la première fois, la résistance d'isolation du stator, du rotor et des bobinages doit être mesurée.

La mesure de résistance d'isolation fournit des informations sur l'humidité et le niveau d'encrassement de l'isolation. A partir de ces informations vous pouvez déterminer le nettoyage et séchage appropriés.

Pour les machines neuves équipées de bobinages secs, la résistance d'isolation est très élevée. La résistance peut cependant être extrêmement faible si la machine a été sujette à de mauvaises conditions de transport, de stockage et de protection contre l'humidité ou si elle est utilisée de façon incorrecte.

NOTE : Les bobinages doivent être mis à la masse rapidement après mesurage afin d'éviter tout risque de choc électrique.

7.6.4.1 Conversion des valeurs de résistance d'isolation mesurées

Afin de pouvoir comparer les valeurs de résistance d'isolation mesurées, les valeurs de base sont exprimées à 40 °C. Les mesures réelles sont converties à une valeur correspondant à 40°C à l'aide du diagramme ci-dessous (voir *Illustration 7-2, Corrélation entre la résistance d'isolation et la température*). L'utilisation de ce diagramme doit être limitée à des températures voisines de la valeur standard de 40 °C, car des écarts importants sont susceptibles d'engendrer des erreurs.

Coefficient K pour la résistance d'isolation

Température de bobinage en degrés Celsius C°

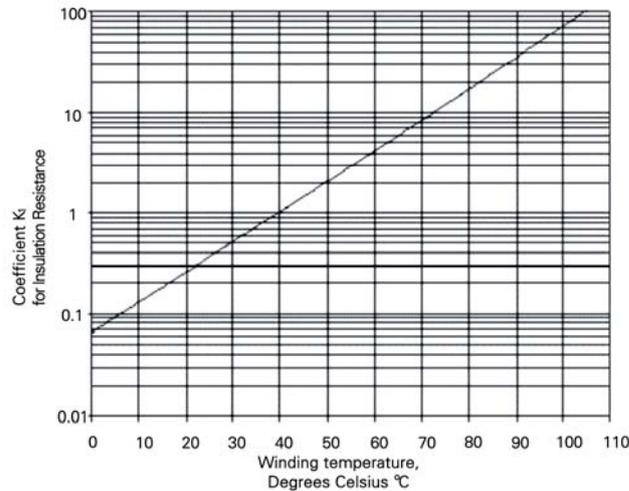


Illustration 7-3 Corrélation entre la résistance d'isolation et la température

R = Valeur de résistance d'isolation à une température spécifique

R40 = Equivalent résistance d'isolation à 40 °C

$$R_{40} = k \times R$$

Exemple :

R = 30 MΩ mesuré à 20 °C

$$k = 0.25$$

$$R_{40} = 0.25 \times 30 = 7.5 \text{ M}\Omega$$

Tableau 7-10. Valeurs de température en degrés Celsius (°C) et degrés Fahrenheit (°F).

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| °C | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
| °F | 32 | 50 | 68 | 86 | 104 | 122 | 140 | 158 | 176 | 194 | 212 | 230 |

Considérations d'ordre général

Les considérations suivantes doivent être notées avant toute action basée sur les essais de résistance d'isolation :

- Si les valeurs mesurées sont considérées comme trop faibles, les bobinages doivent être nettoyés et/ou séchés, voir *Chapitre 7.6.8, Séchage* pour de plus amples détails. Si les mesures sont insuffisantes, vous devriez faire appel à un expert.
- Les machines suspectées de problème d'humidité doivent être séchées qu'importe les valeurs des mesures de résistances d'isolation obtenues.
- Les valeurs de résistance d'isolation décroissent lorsque la température de bobinage augmente.
- La résistance diminue de moitié pour chaque augmentation de température de 10 - 15 K.

NOTE : La résistance d'isolation indiquée dans le rapport d'essai est normalement considérablement plus élevée que les valeurs mesurées sur site.

Valeurs minimales de résistance d'isolation

Les critères suivants s'appliquent aux bobinages en conditions normales.

D'une façon générale, les valeurs de résistance d'isolation pour des bobinages secs doivent dépasser de façon significative les valeurs minimum. Des valeurs précises sont impossible à donner car la résistance varie selon le type de machine et les conditions locales. De plus, la résistance d'isolation est affectée par l'âge et l'utilisation de la machine. C'est pourquoi les valeurs suivantes ne sont données qu'à titre indicatif.

Les limites de résistance d'isolation données ci-dessous sont valables à 40°C et lorsque la tension d'essai a été appliquée pendant au moins une minute.

Rotor

Pour les rotors : $R(1 - 10 \text{ min at } 40 \text{ }^\circ\text{C}) > 1.5 \text{ M}\Omega$

La présence de poussière de carbone sur des surfaces en cuivre nu abaisse la valeur de résistance d'isolation du rotor.

Stator

Pour un stator neuf : $R(1 - 10 \text{ min at } 40 \text{ }^\circ\text{C}) > 1000 \text{ M}\Omega$

Pour un stator ancien : $R(1 - 10 \text{ min at } 40 \text{ }^\circ\text{C}) > 100 \text{ M}\Omega$

Si les valeurs indiquées ne sont atteintes, la cause de faible résistance d'isolation doit être déterminée. Une faible valeur de résistance d'isolation est souvent liée à un excès d'humidité ou de poussière, l'isolation réelle étant intacte.

Mesurage de la résistance d'isolation de stator

La résistance d'isolation est mesurée à l'aide d'un appareil de mesure de résistance d'isolation. La tension d'essai est de 1000 VDC. L'essai dure 1 minute, à la suite de quoi la valeur de résistance mesurée est notée. Avant d'effectuer l'essai de résistance d'isolation, vérifiez que :

- Les raccordements secondaires du transformateur de courant (CT's), comprenant les bobines de rechange ne sont pas ouverts. Voir *Illustration 7-3, Raccordement des bobinages du stator pour les mesures de résistance d'isolation, partie a.*
- Tous les câbles d'alimentation sont débranchés.
- Le châssis de la machine et les bobinages stator non testés sont mis à la masse.
- Tous les senseurs de température sont mis à la masse.
- Les éventuelles mises à la masse des transformateurs de courant (peu commun) sont retirées.

Le mesurage de résistance d'isolation doit être réalisé dans la boîte de bornes. L'essai est généralement effectué sur l'ensemble des bobinages en tant que groupe, auquel cas l'appareil de mesure est connecté entre le châssis de la machine et le bobinage. Voir *partie a* et *partie b* de l'*Illustration 7-3, Raccordement des bobinages du stator pour les mesures de résistance d'isolation*. Le châssis est mis à la masse et les trois phases de bobinage du stator restent connectées au point neutre, voir *partie A* de l'*Illustration 7-3, Raccordement des bobinages du stator pour les*

mesures de résistance d'isolation. Dans l'illustration, $M\Omega$ représente l'appareil de mesure de résistance d'isolation.

Si le mesurage de résistance d'isolation de l'ensemble du bobinage est inférieur aux valeurs spécifiées et que les bobinages de phase peuvent facilement être débranchés les uns des autres, chaque phase doit être mesurée séparément. Ceci n'est pas possible sur toutes les machines. Lors de ces mesurages, l'appareil de mesure est branché entre le châssis de la machine et l'un des bobinages. Le châssis et les deux phases non mesurées sont mis à la masse, voir *partie c* de l'Illustration 7-3, *Raccordement des bobinages du stator pour les mesures de résistance d'isolation*. Sur l'illustration, $M\Omega$ représente l'appareil de mesure de résistance d'isolation.

NOTE : Lorsque les phases sont mesurées séparément, tous les points neutres du système de bobinage doivent être retirés. Si les points neutres ne peuvent être retirés des composants, comme dans un transformateur de tension triphasé classique, le composant entier doit être retiré.

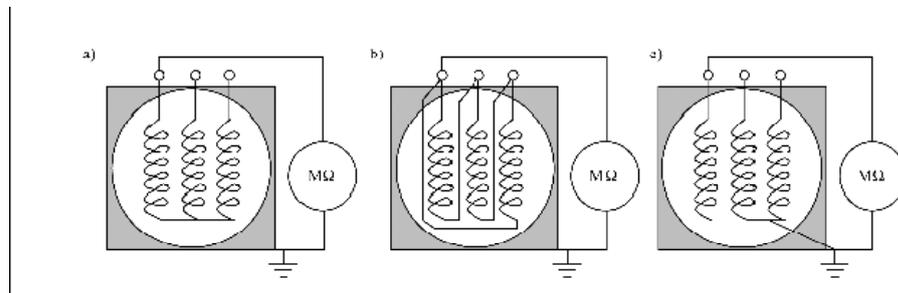


Illustration 7-3 Raccordement des bobinages du stator pour les mesures de résistance d'isolation.

Dans la Figure 7-3. :

- a. Mesurage de résistance d'isolation pour bobinages en connexion étoile
- b. Mesurage de résistance d'isolation pour bobinages en connexion delta
- c. Mesurage de résistance d'isolation pour une phase de bobinage. $M\Omega$ représente l'appareil de mesure de résistance d'isolation

NOTE : Après le mesurage de la résistance d'isolation les phases de bobinage doivent être mises à la terre afin de les décharger.

Mesurage de résistance d'isolation du bobinage rotor et de l'excitateur

La tension d'essai pour les bobinages rotor et de l'excitateur est de 500 VDC.

Lorsque vous effectuez un essai sur les bobinages du rotor :

- Court-circuitez le redresseur avant mesurage.
- Mesurez la température de bobinage du rotor si possible ou évaluez d'une autre façon la température de bobinage du rotor.
- Branchez l'appareil de mesure de résistance d'isolation entre les bobinages rotor et l'arbre de rotor comme le montre l'Illustration 7-4, *Raccordement pour*

les mesures de résistance d'isolation. Le courant de mesure ne doit pas passer à travers les roulements.

- Une fois le mesurage de résistance d'isolation effectué, déchargez les bobinages en les mettant à la masse.

Lorsque vous effectuez l'essai du bobinage rotor et de l'excitateur :

- Débranchez les câbles d'alimentation de leur source de tension.
- Branchez l'appareil de mesure de résistance d'isolation entre le bobinage rotor et le châssis de la machine comme le montre l'Illustration 7-4, Raccordement pour les mesures de résistance d'isolation.

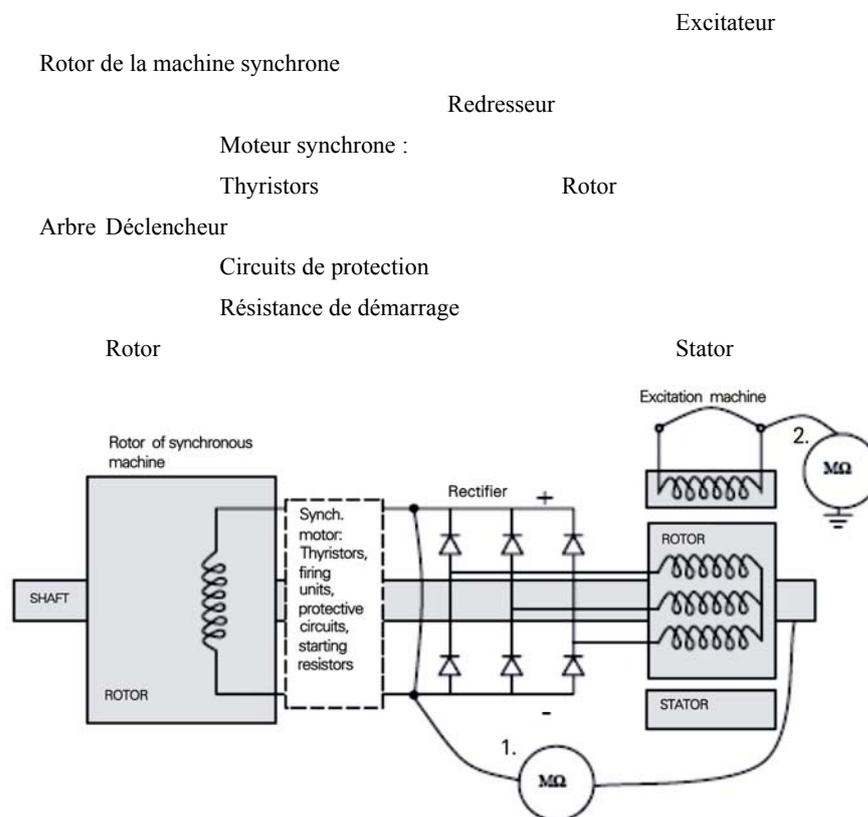


Figure 7-4 Raccordements pour le mesurage de résistance d'isolation

1. Mesurage des bobinages des rotors
2. Mesurage du bobinage stator de l'excitateur. MΩ représenté l'appareil de mesure de résistance d'isolation

7.6.5 Index de polarisation

Pour l'essai d'index de polarisation, la résistance d'isolation est mesurée à 15 secondes et 1 minute de tension appliquée (ou 1 minute et 10 minutes). L'index de polarisation est dépendant (par comparaison avec la température) de la résistance d'isolation. Lorsque la température de bobinage est en dessous de 50 °C (122 °F), il peut être considéré qu'il est indépendant de la température. Les hautes températures peuvent provoquer des changements imprévisibles d'index de polarisation ; c'est pourquoi l'essai ne doit pas être réalisé à des températures supérieures à 50 °C (122 °F).

L'accumulation de saleté et d'humidité dans le bobinage réduit généralement la résistance d'isolation et l'index de polarisation ainsi que leur dépendance à la température. Ainsi la droite de l'*Illustration Figure 7-3, Corrélation entre la résistance d'isolation et la température* devient moins abrupte. Les bobinages à distances de cheminement ouvertes sont très sensibles aux effets de la poussière et de l'humidité.

Il existe plusieurs règles dans la détermination de la plus faible valeur tolérée à laquelle la machine peut être mise en marche en toute sécurité. Pour l'index de polarisation (PI), la valeur se situe généralement entre 1 et 4. Les valeurs proches de 1 indiquent que les bobinages sont humides et sales.

La valeur minimum PI pour un bobinage stator de classe H est de plus de 2 lorsque

$$PI = \frac{R_{1\min}}{R_{15s}} \text{ ou } \frac{R_{10\min}}{R_{1\min}}$$

NOTE : Si la résistance d'isolation du bobinage est dans une amplitude de plusieurs milliers de $M\Omega$, l'index de polarisation n'est plus un critère valable quant à l'état de l'isolation et peut être négligé.

7.6.6 Essai de haute tension

L'essai de tension est utilisé pour vérifier la présence de points de faiblesse électrique dans les bobinages susceptibles d'engendrer un défaut d'isolation pendant l'entretien. Il est effectué lors des inspections majeures et la résolution de problèmes.

La tension AC est utilisée pour des essais de haute tension et la tension d'essai est de 1500 V.

7.6.7 Inspection visuelle du bobinage

L'inspection des bobinages nous donne des informations sur :

- Le taux de pollution ; la présence de poussière et d'humidité
- La stabilité des attaches, les traces de vibration et les fissures
- Traces de surchauffe
- Traces de mouvement
- Serrage des fentes de calage
- Extrémités et supports bobines

Lors de la vérification de la pollution, une attention particulière doit être observée aux surfaces de cheminement ouvertes, car la résistance d'isolation est facilement affectée par l'accumulation de poussière à cet endroit.

L'accumulation de poussière obstrue les espaces des bobinages et les conduits d'aération, ce qui diminue les capacités de refroidissement de la machine. La température de bobinage augmente alors et leur vieillissement est accéléré.

Les contraintes mécaniques, vibrations et chocs peuvent causer des fissures à l'extrémité des supports, bandes d'attache et autour des extrémités des fentes de calage. Des supports et fentes lâches sont signe de détérioration avancée. Inspectez les traces d'abrasion et de poudre près des supports, bandes d'attache et aux

extrémité des fentes. Un desserrage complet des fentes et bobines constituent un sérieux problème devant être corrigé immédiatement.

Craquelures et fissures dans les parties en métal tels les boulons de soutien et bobines d'amortissement sont également un signe de détérioration, cependant ils mettent plus de temps à engendrer des défauts.

L'humidité des bobinages provoque souvent l'apparition de rouille sur l'acier, de traces de gouttes, de goutte-à-gouttes et des traces d'humidité sur les couches de poussière. Des motifs en forme de nuage sont souvent laissés par les fuites d'électricité et constituent le signe d'un défaut à venir. Dans de rares cas les conducteurs sont érodés.

Les traces laissées par l'électricité (traces de fuite d'électricité à part) sont souvent cachées à l'intérieur des fentes et sur l'isolation des conducteurs.

Les températures sur-élevées qui ne durent qu'un bref moment peuvent laisser des traces sur toute la machine.

Voici des exemples de traces de surchauffe :

- Le cuivre des bobinages amortisseurs devient plus foncé (la couleur foncée est peut être due au gaz environnants) et s'oxyde.
- Le laminage du coeur du rotor devient bleu (à plus de 350 °C [662 °F])
- Différences de couleurs dans les boulons de serrage des machines synchrones.
- L'isolation se contracte ou se casse (en général à plus de 200 °C [392 °F]), les bandages se fissurent (plus de 220 °C [428 °F]), et les fibres ou membranes de polyester peuvent fondre (plus de 250 °C [482 °F]).
- Il peut également y avoir gonflement de l'isolation des fentes.

Des périodes prolongées de surchauffe engendrent un vieillissement précoce. Les matériaux d'isolation se fragilisent et deviennent sombres. Les bobinages finissent par se fendre, se casser et se désagréger.

7.6.8 Séchage

Les bobinages doivent être secs :

- Après lavage (en particulier le lavage et rinçage à l'eau)
- S'il deviennent humides pendant l'utilisation ou en mode veille.

Le séchage doit toujours être débuté à l'aide d'un séchoir à air ou à l'aide d'air chaud. Tout autre moyen ne peut être tenté uniquement si le séchoir ou l'air chaud ne sont pas suffisants.

Durant le séchage, le taux d'augmentation de la température des bobinages ne doit pas dépasser 5 K (9 °F) par heure, et la température finale ne doit pas dépasser 105 °C (220 °F). Une augmentation brusque de température ou une température finale trop élevée peut engendrer une formation de vapeur dans les cavités des bobinages, qui, à terme, peut détruire les bobinages. Durant le processus de séchage la température doit être surveillée périodiquement et la résistance d'isolation mesurée à intervalles réguliers.

Une machine très humide doit être démontée et les bobinages séchés au four. Chaque partie doit être inspectée. Si la machine n'est pas trop humide, les bobinages peuvent être séchés en faisant passer un courant à travers.

Si les bobinages sont séchés en faisant passer un courant à travers, un fer à souder peut être utilisé comme source d'alimentation.

NOTE : Le courant continu ou alternatif peut être utilisé. Le courant ne doit pas dépasser 25 % du courant nominal indiqué sur la plaque signalétique de la machine. La température de bobinage doit être surveillée continuellement.

Pour un séchage au four, l'augmentation de température et la température maximum doivent être surveillées avec attention. La température du four doit être d'environ 90 °C (194 °F) entre 12 et 16 heures puis de 105 °C (220 °F) de six à huit heures. Ces durées peuvent varier et la durée correcte doit être contrôlée par un essai de résistance d'isolation.

Lorsque le séchage est obtenu grâce à de bons réglages de température et de ventilation. La ventilation de la machine doit être maximale.

Le séchage dans un four avec une bonne ventilation est la méthode la plus efficace. Malheureusement, ceci est impossible à réaliser sur le site de la machine. Il faut alors utiliser un séchage par souffle d'air chaud ou par chauffage des bobinages. Une bonne circulation de l'air est essentielle, quelle que soit la méthode de chauffage utilisée.

Un essai de résistance d'isolation doit toujours être pratiqué après séchage des bobinages. Au début du séchage, la résistance d'isolation décroît en raison de l'augmentation de température. Ensuite, elle augmente jusqu'à atteindre une valeur stable.

7.6.9 Autres opérations de maintenance

Généralement, les bobinages ABB sont exempts de problèmes et en plus des contrôles périodiques ils ne nécessitent qu'un nettoyage ou séchage occasionnel comme de décrit ci-dessus. En cas de circonstances particulières nécessitant d'autres types de maintenance, il est préférable de faire appel à une aide professionnelle. Le service après vente ABB se fera un plaisir de vous assister pour toute question de maintenance des bobinages de machines électriques, vous trouverez les informations de contact au *Chapitre 9, Après vente et pièces de rechange*.

7.7 Maintenance concernant les performances électriques, l'excitation, le contrôle et la protection

Les performances électriques d'une machine synchrone sont fonction de l'état des bobinages du rotor et du stator ainsi que du fonctionnement du système d'excitation. La maintenance de bobinage de la machine principale est décrite au *Chapitre 7.6, Maintenance de bobinage rotor et stator*. Ce chapitre se concentre sur la maintenance du système d'excitation et de systèmes de contrôle et de protection. Pour l'appareil optionnel PMG, voir l'*Annexe 9 Guide de Système d'excitation PMG*.

7.7.1 Mesurage de la résistance d'isolation du système d'excitation

La résistance d'isolation de l'excitateur peut être testée à l'aide de l'essai de résistance d'isolation de bobinage. La procédure est décrite en détails au *Chapitre 7.6, Maintenance de bobinage stator et rotor*. La tension d'essai pour le stator de

l'excitateur doit être de 500 VDC et le test doit être réalisé dans un boîtier de bornes après avoir débranché les câbles.

La résistance du rotor de l'excitateur est mesurée conjointement au rotor de la machine principale, voir *Chapitre 7.6.4. Essai de résistance d'isolation*. La résistance du rotor de l'excitateur peut également être mesurée séparément, mais cela nécessite quelques arrangements particuliers.

7.7.2 Déclenchements de protection

Les machines synchrones nécessitent l'utilisation d'alarmes et de déclencheurs en cas de dysfonctionnement, aussi bien électriques que mécaniques. Certaines de ces protections peuvent être réinitialisées et la machine peut être remise en marche directement une fois l'anomalie localisée.

7.7.3 Régulateur automatique de tension (AVR)

Le Régulateur de Tension Automatique (AVR) est important pour le contrôle et la protection de la machine. Les problèmes de connexion ou de réglage de l'AVR sont susceptibles d'induire différents types de défauts de fonctionnement. Comme par exemple de déviations de performance et pertes d'excitation. Pour de plus amples détails concernant le branchement et les réglages de l'AVR voir l'*Annexe 3. Schéma des connexions principales*. Et l'*Annexe 6. Manuel de l'utilisateur AVR*.

7.7.4 Mesurage de résistance d'isolation des appareils auxiliaires

L'état de la protection des machines et des appareils auxiliaires peut être déterminé par essai de résistance d'isolation afin de garantir leur fonctionnement normal, toutefois nous vous le déconseillons. Contactez le Service Après-vente pour de plus amples informations.

7.7.5 Dysfonctionnement des diodes

En cas de dysfonctionnement d'une diode dans le redresseur rotatif, le générateur doit être déclenché. Afin de déterminer et localiser la diode défectueuse :

Ouvrez le capot côté opposé à l'entraînement et mesurez la résistance d'isolation à l'aide d'un ohmmètre sur l'une des diodes.

En cas de dysfonctionnement de diode, déconnectez toutes les diodes et testez-les séparément jusqu'à ce que vous trouviez celle qui est défectueuse.

NOTE : Ne pas ouvrir le clapet d'entretien ou les flasques à moins d'être certain que la machine est séparée de sa source d'entraînement.

Pour remplacer une diode défectueuse :

- Ouvrez les clapets de maintenance côté opposé à l'entraînement de la machine.
- Débranchez les câbles connectés aux diodes et les câbles de raccord au bobinage d'excitation.
- Vérifiez l'état des diodes en mesurant la résistance de la diode dans les deux directions.
- Remplacez la/les diode(s) défectueuse(s).
- Nettoyez les surfaces de contact et appliquez une pâte de contact électrique.

- Serrez les diode(s). Connectez les bornes de raccordement des diodes selon le montage original.
- Vérifiez les serrages et verrouillages de tous les éléments du pont de redressement.
- Assurez-vous qu'aucun outil ou objet étranger n'est laissé à l'intérieur puis refermez les clapets de maintenance.

Une fois les diodes remplacées, l'état des diodes peut être vérifié en comparant le courant d'excitation sans charge avec les valeurs de mise en service. Un dysfonctionnement de diode engendre une augmentation significative du courant d'excitation.

7.8 Maintenance relative aux performances thermiques et au système de refroidissement

L'augmentation de la température de la machine est généralement causée par :

- Une baisse d'efficacité du système de refroidissement ou
- Une production excessive de chaleur par la machine.

Si la température de la machine dépasse les valeurs normales, déterminez laquelle des deux causes précédentes est responsable de l'augmentation de la température. Une production excessive de chaleur peut être également le résultat d'un problème de bobinage ou d'un déséquilibre réseau et dans ces cas toute action entreprise sur le système de refroidissement se révélera inefficace ou susceptible d'endommager la machine.

7.8.1 Système de refroidissement

La machine est refroidie à l'aide d'un ventilateur monté sur arbre. L'air de refroidissement provient de l'air environnant côté opposé à l'entraînement et est soufflé du haut et des côtés de la machine vers le côté entraînement (IC 0A1). L'air de refroidissement doit être aussi propre que possible car la poussière qui pénètre la machine l'encrasse et réduit l'efficacité du refroidissement.

Si les senseurs de température d'air ou les bobinages présentent une température anormale, le système de refroidissement doit être vérifié. L'une des raisons suivantes est peut être la cause du problème du système de refroidissement :

- Problèmes de filtres à air (si applicable)
 - ⇒ Vérifiez l'état des filtres à air.
- Problème de circulation de l'air dans la machine
 - ⇒ Assurez une bonne circulation de l'air dans la machine. L'intérieur de la machine doit être nettoyé et inspecté durant la maintenance ou en cas de problème.

Parmi les autres causes susceptibles d'affecter les performances du système de refroidissement nous trouvons une température ambiante trop élevée ou une température d'arrivée d'air trop élevée. De plus, le dysfonctionnement des roulements peut également constituer une cause de forte température des roulements.

En cas de détection de hausse anormale de température, vérifiez également que le système de mesure de température fonctionne correctement.

Chapitre 8 Problèmes

Ce chapitre offre une aide en cas de fonctionnement défectueux de la machine livrée par ABB. Les tableaux ci-dessous peuvent vous aider à localiser et à réparer des problèmes mécaniques, électriques et thermiques ainsi que des problèmes relatifs au système de lubrification. Les vérifications et corrections mentionnées doivent toujours être effectuées par un personnel qualifié. En cas de doute, le service Après-vente ABB doit être contacté pour de plus amples informations ou pour une assistance technique concernant les problèmes et la maintenance.

Pour l'appareil optionnel PMG, voir l'Annexe 9 Guide de Système d'excitation PMG.

8.1 Performances mécaniques

Tableau 8-1. Problèmes de performances mécaniques.

Problèmes Performances mécaniques

| Défaut | | | | |
|-----------|-------|---|--|---|
| Vibration | Bruit | Cause possible | | Solution |
| x | x | Incident système de lubrification | | Vérifier la qualité du lubrifiant, la quantité et le fonctionnement du système de lubrification |
| x | x | Roulement défectueux | Parties roulement endommagées | Vérifier l'état des roulements et remplacer les parties défectueuses |
| x | x | | Mauvais montage roulement | Vérifier alignement |
| x | x | Ventilateur refroidissement défectueux | Ventilateur(s) déséquilibré ou endommagé | Vérifier et réparer le(s) ventilateur(s) |
| | x | Incident système de refroidissement | | Vérifier et réparer le système de refroidissement |
| | x | Incident système d'excitation | | Vérifier et réparer le système d'excitation |
| x | x | Mauvais alignement machine | | Vérifier l'alignement de la machine |
| x | x | Déséquilibre rotor ou arbre | | Rééquilibrer le rotor |
| x | x | Parties lâches dans rotor | | Vérifier fentes de calage rotor, pôles etc. réparer et rééquilibrer le rotor |
| x | x | Vibrations provenant d'une machine connectée | | Vérifiez l'équilibre de la machine connectée et le type de couplage |
| x | x | Charge axiale provenant d'une machine connectée | | Vérifier alignement, fonction et type de couplage |
| x | x | Couplage défectueux ou mauvais montage | | Vérifier fonction couplage |
| x | | Fondations faibles | | Renforcer les fondations tel que décrit dans les instructions ABB |
| | x | Défaut bobinage machine principale ou exciteur | | Vérifier bobinages machine principale et exciteur |
| x | x | Déséquilibre réseau excessif | | Vérifier que l'équilibre réseau répond aux |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | | | exigences |
| x | x | Désalignement roulements | Vérifier alignement supports roulements |
| | x | Présence corps étranger, humidité ou poussière dans la machine | Vérifier et nettoyer l'intérieur de la machine, sécher les bobinages |
| x | x | Espace d'air non uniforme | Mesurer et ajuster l'espace d'air |

8.2 Système de lubrification et palier à roulement

Tableau 8-2. Problèmes de lubrification et de palier à roulement.

| Défaut | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|--|--|--|
| Forte température de palier | Fuite de lubrifiant | Bruits ou vibrations de palier | Cause possible | | Solution |
| | | | | | |
| • | | • | Lubrification insuffisante | Quantité de graisse insuffisante | Vérifiez l'état du palier et ajoutez de la graisse |
| • | • | • | Mauvaise qualité ou viscosité de lubrifiant | | Vérifier les recommandations ABB en lubrifiant |
| • | | | Charge axiale excessive | Mauvais accouplement ou montage | Vérifier accouplement, montage et alignement |
| • | | • | Baisse de qualité lubrifiant | Mauvaise période de changement de lubrifiant | Vérifier les recommandations ABB en lubrifiant |
| • | | • | | Mauvaises conditions d'utilisation | Vérifier les recommandations ABB en utilisation et en lubrifiant |
| • | • | | Quantité de lubrifiant excessive | | Nettoyer roulement et ajouter quantité correcte de lubrifiant |
| • | | • | Parties de palier endommagées | Impuretés dans lubrifiant | Changer graisse, vérifier état du palier |
| • | | • | | Courant de roulement | Vérifiez l'isolation du palier |
| • | | • | | Roulement entièrement défectueux | Changer le palier |
| • | | • | | Usure normale | Changez les parties usées |
| • | | | Défaut appareil | Défaut de senseur température | Vérifier système de mesure température de palier |
| | • | • | Défaut de scellement de palier | | Vérifier scellement du palier et quantité de lubrifiant |
| • | | | Palier assemblé de façon incorrecte | | Changer le palier et effectuer un montage correcte |
| • | | • | L'anneau externe tourne en raison d'une charge déséquilibrée | | Ré-équilibrer la machine, réparer alésage de palier et changer le palier |
| | | • | Bruit de palier dû à une déformation de billes | | Changer le palier |
| | | • | Corps étranger dans le palier | | Nettoyez l'ensemble palier, vérifiez l'état de scellement et changez le palier |

8.3 Performances thermiques, système de refroidissement par air

Tableau 8-3. Problèmes de performances thermiques.

Problème

Performances thermiques, système de refroidissement par air

| Défaut | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|
| Haute température de bobinage | Haute température de refroidissement par air | Cause possible | | Solution |
| | | x | x | Haute température d'arrivée d'air |
| x | x | Haute température d'arrivée d'air | L'air expulsé est aspiré à l'intérieur | Maintenir une distance suffisante entre les machines environnantes |
| x | x | | Source de chaleur à proximité | Eloigner les sources de chaleur, vérifier ventilation |
| x | x | | Intérieur machine sale | Nettoyer parties machine et espaces d'air |
| x | x | Flux d'air défectueux | Mauvais agencement refroidissement | Vérifier les conditions de refroidissement et effectuer un montage correct |
| x | x | | Blocage arrivée d'air | Nettoyer les arrivées |
| x | x | | Filtre à air obstrué | Nettoyer ou remplacer filtres à air |
| x | x | Ventilateur(s) endommagé(s) | | Remplacer ventilateur(s) |
| x | x | Ventilateur de refroidissement tournant dans le mauvais sens | | Remplacer ventilateur (s) ou changer sens de rotation du ventilateur extérieur |
| x | | Surcharge | Réglage système de contrôle | Vérifier commandes machines, éliminer la surcharge |
| x | x | Vitesse trop rapide | | Vérifier vitesse réelle et lire les recommandations ABB concernant la vitesse |
| x | | Déséquilibre réseau | | Vérifier que l'équilibre réseau répond aux exigences |
| x | x | Défaut appareils ou système de mesurage | | Vérifier mesures, senseurs et câblage |
| x | | Défaut bobinage machine principale ou exciteur | | Vérifier bobinages machine principale ou exciteur |

8.4 Performances électriques et système d'excitation des générateurs

Tableau 8-4. Problèmes de performances électriques.

Problèmes

Performances électriques et système d'excitation de générateurs à excitation de transformateur

| Perte d'excitation | Défaut | | | | | Cause possible | Solution | |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|---|--|---|
| | Augmentation du courant d'excitation | Dysfonctionnement au démarrage | Ecart de performance | Fonctionnement non réglable | Opération parallèle défectueuse | | | |
| | x | | x | | | Vitesse Anormale | Défaut contrôle vitesse | Vérifier contrôle de vitesse de la machine en marche |
| | | x | x | | | Déséquilibre réseau | | Vérifier que l'équilibre réseau répond aux exigences |
| | | | x | | | Variation de vitesse machine en marche | | Vérifier contrôle de vitesse de la machine en marche |
| x | | x | | | | Défaut champ magnétique excitation | Réglages défectueux | Vérifier relais planche à bornes excitation et réglages régulation de tension |
| x | | x | | | | | Mauvais câblage | Vérifier boîtier contrôle excitation et générateur |
| x | | x | | | | | Aimant excitation démagnétisé | Voir diagramme raccordement principal afin de restaurer excitation permanent aimant |
| x | x | | x | x | | Transformateur tension défectueux | | Vérifier résistance d'isolation et raccords bobinage du transformateur |
| x | x | | x | x | x | Défaut transformateur opérations parallèles | | Vérifier résistance d'isolation et raccords bobinage du transformateur |
| x | | | x | | | Défaut transformateur courant | | Vérifier résistance d'isolation et raccords bobinage du transformateur |
| x | x | | | | | Défaut système excitation court-circuit | | Vérifier fonctionnement système excitation court-circuit |
| | | | x | | | Défaut bobinage générateur principal | | Vérifier résistance d'isolation et bobinage machine principale |
| x | | | x | | | Défaut bobinage système excitation | | Vérifier résistance d'isolation et bobinage exciteur |
| x | x | x | x | x | | Défaut redresseur à parties tournantes | | Vérifier raccords et état des composants du redresseur |
| x | | x | x | x | | Mauvais câblage système excitation | | Vérifier raccords électriques système excitation |
| x | | | | x | | Défaut équipements d'excitation | Equipements planche à bornes excitation | Vérifier et remplacer équipement planches à bornes excitation |
| x | x | x | x | x | x | Mauvais réglages RAV | | Vérifier et régler régulateur tension |
| | | | x | | | Mauvais paramètres de réglage RAV | Oscillation de tension, réponses faibles | Vérifier réglage RAV (paramètres PID) |

| | | | | | | parameters | |
|---|---|---|---|---|---|--|---|
| x | x | x | x | x | x | RAV défectueux | Vérifier et remplacer régulateur tension |
| x | x | x | x | x | x | Mauvais câblage RAV ou raccordements incorrects | Vérifier câblage RAV ou raccordements |
| | | | x | | | Variations facteur de puissance au delà des valeurs permises | Vérifier état RAV |
| | | | x | x | x | Système de référence tension externe défectueux | Vérifier raccordements et état des références de tension |
| x | | x | | | | Pas d'information de valeur RAV | Vérifier le système de mesurage des valeurs actuelles et les raccords électriques |

Chapitre 9 Service Après-vente et pièces de rechange

9.1 Service Après-vente

Le service après vente des machines électriques à parties tournantes fabriquées par ABB.

9.1.1 Services sur site

Le département services propose :

- Installation et mise en service
- Maintenance et inspections
- Résolution des problèmes
- Mise à jour et modifications.

9.1.2 Pièces de rechange

Packs pièces de rechange livrés avec la machine

Vente de pièces de rechange authentiques une fois la machine livrée.

9.1.3 Garantie

Le département services prend en charge les cas de garantie concernant les machines.

9.1.4 Service Après Vente

Le centre de services offre une aide concernant les constructions mécaniques ainsi que concernant les problèmes électromagnétiques et de technologies d'isolation.

9.1.5 Contact Après-vente

Contactez le département services au :

Téléphone 08h30 – 17h30 +86 791 835 0869

(GMT+8)

Fax +86 791 835 0814

e-mail: aftersales.generator@cn.abb.com

9.2 Pièces de rechange

9.2.1 Généralités concernant les pièces de rechange

Les machines fabriquées par ABB sont conçues et fabriquées pour fournir un fonctionnement fiable et exempt de problèmes pendant des décennies. Ceci exige toutefois que les machines soient correctement entretenues et utilisées. La maintenance comprend le remplacement d'éléments sujets à l'usure.

Il existe toujours un certain nombre de pièces sujettes à l'usure. Le taux d'usure de ces éléments varie de façon importante selon les applications, l'environnement

et les conditions particulières. C'est pourquoi, l'état de ces éléments doit être inspecté régulièrement et un nombre suffisant de pièces de rechange doit être tenu à disposition en stock. Ces pièces permettent une économie de temps en cas de besoin. L'importance des stocks doit être évaluée en fonction de l'importance des applications, de la disponibilité des pièces de rechange et de l'expertise du personnel local de maintenance.

9.2.2 Remplacement périodique des pièces

Il existe toujours une usure mécanique lorsque deux surfaces en mouvement sont en contact. Dans les machines électriques, la plupart des usures mécaniques se produisent entre l'arbre tournant et les éléments immobiles. Les parties roulement peuvent éventuellement s'user et nécessiter un remplacement, même lorsque correctement lubrifiées. Les autres éléments sujets à l'usure sont les bandes de scellement constamment en contact avec l'arbre tournant.

Les éléments mentionnés ci-dessus font partie d'une liste non exhaustive d'éléments mécaniques sujets à l'usure. Ces éléments ont une durée de vie estimée, cependant comme nous venons de le mentionner, leur durée de vie réelle peut varier de façon importante. Pour cette raison, des pièces de rechange doivent être tenues à disposition pour au moins ces éléments. Il faut également noter que le remplacement de ces éléments, dû à une usure normale, n'est pas couvert par la garantie.

9.2.3 Besoin de pièces de rechange

D'autres types d'usure sont relatives à des températures élevées, des interférences électriques et des réactions chimiques. L'usure des diodes du pont de redressement est généralement relative à des conditions de fonctionnement électrique anormales. Il s'agit généralement d'un processus lent, mais il est intimement lié aux conditions de fonctionnement des machines et à des interférences système.

Les bobinages électriques des machines ABB sont bien protégées contre l'usure, néanmoins uniquement lorsque une maintenance et des conditions de fonctionnement correctes sont observées. La température correcte de fonctionnement ne doit pas être dépassée et les bobinages doivent être nettoyés régulièrement. Les bobinages sont également sujets à une usure accélérée relative à un nombre important d'interférences électriques.

9.2.4 Choix du pack pièces de rechange adéquat

ABB propose trois niveaux de packs pièces de rechange prêt à l'emploi. Le personnel le plus informé des conditions de fonctionnement des machines doit choisir le pack le plus adapté en se basant sur les applications et sur les risques financiers liés à la mise à l'arrêt des machines et la perte de production.

Pièces de rechange fonctionnelles pour la mise en service et afin de garantir le bon fonctionnement des machines

Il s'agit des pièces de rechange essentielles que vous devriez toujours avoir à disposition.

Pièces de maintenance recommandées en cas de problème ou nécessaire à l'agenda de maintenance

Ces pièces doivent être disponibles pour la maintenance à moyen terme.

Ces pièces permettent une remise en état de marche rapide en cas de problème.

Pièces de rechange cruciales afin de réduire la durée nécessaire à la réparation en cas de grave endommagement

Ces pièces de rechange sont recommandées lorsque la machine constitue une partie d'un processus essentiel.

Ces pièces de rechange permettent une remise rapide en marche en cas de grave endommagement.

9.2.5 Pièces de rechange typiques recommandées des différents packs

Nous présentons ci-dessous des recommandations générales concernant des pièces de rechange typiques des différents packs. Pour recevoir un devis concernant des pièces particulières sur une machine particulière, contactez l'organisation du Service Après-vente ABB.

Notez que bien que ABB a conçu les packs de pièces de rechange pour correspondre exactement aux besoins des machines, il se peut qu'ils contiennent certaines références à des accessoires qui ne se trouvent pas sur les machines.

9.2.5.1 Pack pièces de rechange fonctionnelles

| Pièce de rechange | Quantité |
|---|----------|
| Régulateur automatique de voltage (RAV) | 1 |
| Redresseur | 1 |
| Varistor | 1 |
| Roulement côté entraînement (si existant) | 1 |
| Roulement côté opposé à l'entraînement | 1 |
| Plaque de cuivre de raccordement | 1 |

9.2.5.2 Pack pièces de rechanges recommandées

Pack de sécurité plus éléments suivants :

| Pièce de rechange | Quantité |
|-----------------------------|----------|
| Chauffage anti-condensation | 1 |
| Pack de sécurité | 1 |

9.2.5.3 Pack pièces détachées cruciales

| Pièce de rechange | Quantité |
|----------------------|----------|
| Rotor exciteur | 1 |
| Stator exciteur | 1 |
| Pont de redressement | 1 |
| Rotor (complet) | 1 |
| Stator avec cadre | 1 |

9.2.6 Information pour les commandes

Afin de garantir une livraison rapide et correcte, notre personnel du Service Après-vente doit être informé du numéro de série de la machine concernée. Ce numéro peut être trouvé soit sur la plaque signalétique fixée au châssis de la machine, ou imprimé sur la châssis, il figure également dans ce manuel.

Donnez également au personnel les informations détaillées concernant les pièces commandées (les informations de contact avec le Service Après-vente ABB figurent au *Chapitre 9*,