

## GUIDE D'APPROVISIONNEMENT EN BOBINES PRÉFORMÉES POUR MOTEURS ET GÉNÉRATRICES

Par Manuel Garcia Jr.  
Consultant, moteurs rotatifs électriques  
Miami, Floride (États-Unis)

Le présent guide porte sur l'approvisionnement en bobines préformées destinées aux moteurs et génératrices de tension moyenne, jusqu'à 7 kV.

Puisque chaque fabricant d'équipement de machines d'origine présente ses propres critères de conception, seuls certains paramètres de l'enroulement déjà en place peuvent être présumés.

Au moment de commander un ensemble de bobines préformées, il s'avère de la plus haute importance de communiquer au fabricant tous les détails précis au sujet de l'enroulement (consulter la fiche technique EASA n° 33: Comment prendre les mesures des moteurs et génératrices à enroulement). Inscrire les données sur le formulaire de la fiche technique n° 33, puis faire parvenir le tout au fabricant de bobines, accompagné de vos exigences.

S'assurer que le fabricant choisi consente à respecter les directives énumérées ci-dessous et à obtenir votre accord avant d'apporter toute modification suggérée.

### VÉRIFIER LA PRÉSENCE D'UN SYSTÈME QUALITÉ

Confirmer que le fabricant de bobines utilise un système qualité comme ISO 9000 ou EASA-Q.

Il est également recommandé de demander :

- Quels matériaux entrent dans la fabrication de chaque type de bobine?
- Quel type de bobine servira à remplir votre commande?
- À quelles méthodes d'essais le fabricant a-t-il recours?
- Quelle tension d'essai recommande-t-il pour les bobines non traitées?

### SYSTÈMES D'ISOLEMENT DES BOBINES

Chaque fabricant utilise différents noms pour désigner son système d'isolement de bobines, selon le procédé d'imprégnation choisi. Préciser le type de procédé qui sera utilisé après le réenroulement [par exemple, imprégnation globale sous vide et pression, trempage et cuisson, vaporisation (second enrobage) et cuisson], ainsi que le type de résine ou de vernis.

Aussi, spécifier que le système d'isolement doit être compatible au procédé, résine ou vernis utilisés.

#### Les systèmes d'isolement des bobines comprennent :

- Inhibiteur en phase vapeur (imprégnation globale sous vide et pression) des bobines non traitées, hermétique, conventionnel;
- Bobines entièrement traitées par trempage et cuisson, système scellé, trempage et cuisson conventionnels;

- Bobines sous presse à chaud, section droite entièrement traitée et extrémités non traitées (sujet qui sera possiblement abordé dans une prochaine édition du présent guide).

Préciser le système d'isolement désiré (par exemple, classe F ou classe H).

### RENSEIGNEMENTS SUR LES BOBINES ET CARACTÉRISTIQUES DE BASE

Informez le fabricant sur les matériaux qui composent les bobines et leurs caractéristiques de base.

**Dimensions des fils.** Donner la largeur et l'épaisseur du fil nu, mesurées avec une précision de 0,001 po (0,025 mm), pour chacun des conducteurs en cuivre. Indiquer que le fabricant doit obtenir votre approbation avant d'effectuer toute réduction relative aux conducteurs d'origine.

**Isolement des conducteurs.** L'isolation des conducteurs s'avère importante, en raison des exigences de résistance à une tension uniforme et transitoire. Les types de conducteurs comprennent :

- Émail (pellicule simple, lourde, triple ou quadruple)
- Verre (simple ou double) ou polyester (fondu ou non)
- Verre ou polyester sur émail ou Kapton
- Isolant toronné de mylar fondu
- Kapton
- Ruban de mica
- Nomex
- Ruban de collage en polyester et Nomex
- Ruban de collage en polyester et ruban de mica

**Isolation des spires.** Déterminer l'isolement approprié pour les spires s'avère crucial, puisqu'on ne connaît pas tous les paramètres du concept original. Pour se faire, le fabricant de bobines doit avoir en main toutes les données nominales de l'ensemble et les caractéristiques de l'enroulement, y compris :

- Tension de fonctionnement maximale
- Type de connexions (étoile ou triangle)
- Nombre de bobines, de circuits et de spires par bobine (afin de calculer le nombre de volts par spire, en vue d'établir la nécessité d'isoler les spires).

On devrait aussi informer le fabricant de toute défaillance de l'enroulement associée à des surtensions transitoires (provenant par exemple de démarreurs à vide, de réenclenchements ou de chocs de foudre).

**Couche d'isolant mise à la terre.** Certains fabricants utilisent du ruban adhésif pour isoler la mise à la terre,

tandis que d'autres appliquent des couches de ruban sur le conducteur, puis une enveloppe ou une bande, selon la tension et l'espace disponible dans l'encoche. Quel que soit le système utilisé, il doit comprendre un nombre suffisant de couches de bande adéquate ou de matériau enveloppant pour produire une épaisseur de protection finale après pressage qui convienne aux exigences de la tension de fonctionnement.

Note : La préoccupation principale au sujet de la couche d'isolant de mise à la terre porte sur la contrainte de tension en volts/mm ou volts/mil (0,001 po) entre le cuivre et le côté de l'encoche. Dans certains cas, ce calcul tient compte de l'isolement du conducteur.

Les différences de capacité de divers matériaux isolants en termes de contrainte de tension (par exemple, le mica comparativement à la fibre de verre) sont aussi des facteurs à considérer.

Pour les bobines isolées par inhibiteur en phase vapeur, il est recommandé d'utiliser un ruban de mica poreux ou un matériau enveloppant. Confirmer avec le fabricant que le mica ou l'enveloppe qu'il utilise ne réduira pas la pénétration de résine de ce type de bobines.

Dans le cas des bobines isolées par trempage et cuisson ou entièrement traitées, on utilise fréquemment du ruban de papier de mica ou un matériau enveloppant.

Le Tableau 1 se veut un guide général de l'épaisseur de la couche d'isolant de mise à la terre pour certaines bobines de tension moyenne, à laquelle on peut s'attendre d'un fabricant de bobines.

<b>TABLEAU 1 : ÉPAISSEUR TYPIQUE DE COUCHE D'ISOLANT DE MISE À LA TERRE POUR BOBINES DE TENSION MOYENNE</b>			
	<b>2,3 kV</b>	<b>4 kV</b>	<b>6,9 kV</b>
Par côté	0,060 po (1,5 mm)	0,070 po (1,8 mm)	0,090 po (2,3 mm)
Total	0,120 po (3,0 mm)	0,140 po (3,6 mm)	0,180 po (4,6 mm)

Certains fabricants de bobines utiliseront une quantité plus ou moins grande d'isolant selon la capacité de résistance à la tension des matériaux qui composent leur propre système d'isolement.

Des fabricants d'équipement d'origine utilisent un degré de contrainte de tension relativement élevé pour leur système d'isolement, de sorte que la couche d'isolant de mise à la terre est plus mince que celle de plusieurs fabricants de bobines de rechange. Le cas échéant, tout accroissement de l'épaisseur de l'isolant par le fabricant, et la réduction de la section cuivre qui en découle, réduirait le transfert de chaleur et augmenterait la perte de cuivre, ce qui entraînerait une température de fonctionnement plus élevée.

La couche d'isolant de mise à la terre pourrait également comprendre un caniveau d'encoche. Préciser que l'on

utilisera un caniveau d'encoche (généralement non recommandé pour une tension supérieure à 4,2 kV).

**Isolant sur dépassement.** Le dépassement ou diamant de la bobine devrait être isolé par du ruban de mica. On utilisera généralement moins d'isolant dans cette section que dans celle de l'encoche, puisqu'il ne s'établit aucun contact avec la terre. Quelques fabricants mettent davantage d'isolant sur les bobines d'extrémité de chaque groupe.

**Isolation des conducteurs d'enroulement.** L'isolement des conducteurs d'enroulement devrait être plus épais que celui des développantes de bobines. Si le fabricant utilise une gaine isolante plutôt qu'un ruban de mica, s'assurer que la tension nominale de la gaine soit au moins le double de la tension composée nominale de la machine et que cette gaine soit doublée.

**Ruban métallique.** On doit appliquer un ruban de protection ou métallique sur le matériau enveloppant ou le ruban de mica afin de protéger ce dernier durant le processus d'enroulement et la manutention. Parmi les rubans utilisés à cet effet, le polyester Dacron et les bandes de fibre de verre s'avèrent les plus populaires.

**Protection contre l'effet de couronne (décharge partielle).** Mentionner au fabricant tout besoin de protection contre l'effet de couronne ou antieffluve.

Cette protection comporte deux éléments, soit :

- Ruban conducteur (ou peinture) appliqué sur le compartiment de bobine le long de la section de l'encoche.
- Ruban de garde (ou peinture) qui régularise le passage du courant de décharge entre les développantes et la terre.

Un fabricant de moteurs et de génératrices aura recours à ce type de protection seulement pour les appareils dont la tension est supérieure à 7 kV, tandis qu'un autre l'utilisera pour les versions de 6 kV et plus. (Note : Tous les enroulements à tension moyenne, alimentés par entraînement à fréquence variable, devraient être pourvus d'une protection contre l'effet de couronne).

Demander les spécifications du fabricant relatives à cette protection.

Note : Lorsqu'on utilise ce genre de protection, cette dernière doit établir un bon contact avec la semelle du stator; par conséquent, on ne devrait utiliser aucun caniveau d'encoche isolé.

**Matériel d'enroulement supplémentaire.** Préciser tout autre article nécessaire à l'enroulement (par exemple, connecteurs, coins, supports).

#### **ESSAIS DIÉLECTRIQUES ET DE SURTENSION**

Les tests effectués sur les bobines varient d'un fabricant à l'autre. Les essais de contrainte de tension à la terre et de surtension devraient respecter les normes suivantes :

- NEMA MG1
- CEI 60034-1
- IEEE 522
- CEI 60034-15

S'entendre avec le fabricant sur la tension d'essai diélectrique à être utilisée, soit CA ou CC. Les bobines IPV non traitées devraient être testées à des valeurs inférieures à celles des versions entièrement traitées. Si les essais

finaux visent à tester le stator à deux fois la tension nominale plus 1 000 pour le CA (ou 1,7 fois celle de l'essai CC), le fabricant devrait effectuer ses tests à une tension supérieure de 15 %.

En outre, si le fabricant ne procède pas à des essais diélectriques sur toutes les bobines (option préférée), s'assurer d'être avisé et de se mettre d'accord sur le pourcentage de bobines testées.

La plupart des fabricants de bobines possèdent leurs propres critères d'essai d'isolement des spires. Vérifier que ces critères soient conformes ou supérieurs aux normes d'essais IEEE 522 ou CEI 60034-15.

### LIVRAISON DES BOBINES

Le fabricant devrait emballer les bobines de manière à restreindre au minimum leur mouvement et à les protéger contre l'humidité durant le transport.

Il devrait également produire un rapport pour chaque envoi de bobines identifiant les bobines testées et le type d'essai effectué sur chacune d'elles (par exemple, essais diélectriques, de surtension, etc.).

À la réception des bobines, utiliser un micromètre pour mesurer la largeur et la hauteur de 3 ou 4 sections séparées à égale distance de la section droite d'environ 5 à 10 % des nouvelles bobines. Toute variation supérieure à 10 mils (0,25 mm) par rapport aux dimensions fournies peut être imputable à un isolement insuffisant ou excessif de la section droite de la bobine. Il pourrait s'agir d'une installation irrégulière de ruban sur la bobine.

Noter son emplacement à la Section 5,  
« Fiches techniques à venir »

Insérer la présente fiche technique dans la Section 3 de votre *Manuel technique EASA* pour consultation future.



## Electrical Apparatus Service Association, Inc.

1331 Baur Boulevard • St. Louis, MO 63132 U.S.A. • (314) 993-2220 • Fax (314) 993-1269

For English Version Tech Note No. 44

[www.easa.com](http://www.easa.com)

Fiche technique no. 44 Version française

[www.easa.ca](http://www.easa.ca)

Version 0608

*Des solutions fiables maintenant !*

Tous droits réservés © 2008