

CAHIER DE CHARGE

Demonstrateur CE2I N°1

L'objectif est de fabriquer une machine synchrone multiphase pouvant tourner à une vitesse maximale de 4500trs/min et délivrer un couple maximal de 100Nm. La machine sera équipée de caloducs et devra pouvoir accueillir deux convertisseurs d'électronique de puissance intégrés aux extrémités de la machine.

La réponse à l'appel d'offre devra répondre au cahier des charges sur différents points.

A- CAHIER DES CHARGES

Point P1. La tolérances :

Les toles du stator et du rotor devront être du type M235-35A (ou équivalent). Tôles isolées entre elles. Dimension selon les plans fournis. La longueur du paquet de tôles de l'ordre de 150mm.

Stator : toles avec 40 dents selon le plan fourni, insertion de cales d'encoche. Diamètre interne 150mm, diamètre externe 220mm.

Rotor : rotor sera de diamètre inférieure à 150mm. Il devra comporter 18 emplacements radiaux de forme parallélépipédique pour insérer les aimants. 18 trous équi-répartis de diamètre inférieur à 5mm seront pratiqués au sein des tôles rotoriques afin d'y placer tirants et/ou caloducs (voir point P7 sur les caloducs).

Point P2 : les Aimants

Dans le rotor sont insérés des aimants terre rare haute température (à préciser), avec un champ rémanent de 1T à 1.3T. Les aimants seront fractionnés en aimants parallélépipédique d'environ 4mmx13mmx30mm (soit 15 aimants dans un logement rotorique, et $15 \times 18 = 270$ aimants au total). Revêtement des aimants à préciser dans la réponse.

Point P3 : les bobines du stator

bobines en cuivre avec isolants (double imprégnation) permettant de supporter une température de 200°C et des tensions de 700V. Elles comporteront entre 10 et 20 spires avec un ou deux fils en main en fil rond ou méplat. La section totale d'une spire est comprise entre 3 et 5mm². 40 bobines seront insérées dans le stator final. Un dispositif permettant l'alimentation par connectique standard sera demandée pour un certain nombre d'entre elles.

Le bobinage est de type concentrique autour des dents (autour d'une dent ou autour de 2 dents) et double couche. 40 bobines sont à insérer au sein du stator avec isolant de fonds d'encoche et interbobine. Les bobines seront mises en série par paire.

Deux types de cales d'encoche pourront être envisagés: l'un avec isolant thermique amagnétique et non conducteur électrique et un deuxième magnétique (type magnoval).

Au sein de chaque encoche l'espace disponible entre chaque bobine pourra être occupé par un caloduc (voir point P7 sur le caloducs).

Les deux connexions de chaque paire de bobine seront sorties de façon symétrique des deux cotés de la machine. Sur chaque extrémité de la machine, on a 20 connexions qui seront raccordées à un dispositif appelé « Connexion » de forme annulaire afin de permettre le passage du rotor. Ce dispositif de « Connexion » devra pouvoir être connecté à un onduleur de tension également de forme annulaire comportant vingt bras. Le raccordement à chacun des deux onduleurs annulaires par le dispositif « Connexion » pourra se faire par exemple avec la mise en place de straps. Les 2x20 connexions devront pouvoir être connectées ou non entre elles par câblage externe afin de pouvoir réaliser si nécessaire une machine à 5 phases (par connexion de plusieurs paires de bobines entres elles pour réaliser une phase) alimentée par un onduleur de tension externe à 5 bras.

Point P4 :Le rotor

- Les toles rotoriques seront montées sur un arbre de diamètre 56mm. Le découpage des toles sera réalisé au laser Yag selon un plan fourni. La nature de l'assemblage mécanique du rotor et l'insertion de l'arbre mécanique est à préciser dans la réponse.

-Le rotor sera à aimants insérés radialement (plusieurs aimants élémentaires seront utilisés pour réaliser les 18 pôles, voir point P2 sur les aimants).

-La rigidité mécanique du rotor et la valeur constante de l'entrefer seront garantis par un choix adéquat d'une épaisseur de tôle (appelé « pont d'entrefer ») existant entre l'entrefer et la partie supérieure des aimants.

-Un équilibrage du rotor par enlèvement de matière est à prévoir.

Point P5: Assemblage mécanique et métrologie

-Le rotor sera inséré au sein du stator par un dispositif fourni avec la machine afin de pouvoir effectuer montage et démontage ultérieur de la machine. Les roulements devront permettre le démontage du rotor selon procédure à préciser.

- L'épaisseur de l'entrefer sera de 1mm

- La machine sera équipée d'un codeur optique à monter sur l'arbre extérieur, fourni par le client. La vitesse maximale à laquelle l'information issue du codeur sera utilisée est de 5000 tr/min.

- Fixations sur patte, et hauteur d'axe de 160mm.

- Longueur et diamètre des sorties d'arbre claveté à préciser en tenant compte du fait qu'aux deux extrémités de la machine est prévu de positionner deux onduleurs annulaires.

- le stator sera équipé a minima de 10 sondes de température de type PT100 2 ou 4 fils à définir. Un palier sera également équipé d'une sonde PT100.

- Le stator sera également équipé d'au moins 10 sondes de flux (capteurs bobinés)

- La machine devra pouvoir être entraînée jusqu'à une vitesse de 5000 tr/min
- Le couple maximum crête que pourra développer la machine sera de 100Nm

Point P6 : Carcasse

Le stator sera inséré à l'intérieur d'une carcasse en aluminium avec ailettes axiales et qui disposera sur les extrémités d'ouvertures latérales et radiales afin de pouvoir permettre des circulations d'air au sein de la machine. Il est à prévoir que seront insérés aux deux extrémités, des dispositifs d'électronique de puissance (onduleur). L'intégration de système de refroidissement type caloduc est à prévoir (voir point P7 sur les caloducs).

Les distances entre chaque onduleur annulaire et les têtes de bobines seront minimales et définie par le dispositif « Connexion » du point P3 ainsi que par le système de refroidissement situé à chaque extrémité axiale de la machine

Point P7 : Caloducs

La machine comportera des caloducs au stator et au rotor dans une direction axiale.

- Chaque caloduc du stator sera logé dans l'espace disponible entre les conducteurs des deux bobines présentes dans chaque encoche.
- Chaque caloduc du rotor sera logé en une zone du rotor où le champ magnétique sera faible en fonctionnement. Par ailleurs chaque caloduc du rotor sera équipé aux extrémités de pâles permettant un brassage de l'air.
- Les caloducs seront fournis par le client mais définis avec lui et une entreprise spécialisée dans la fabrication de systèmes de refroidissement.

Point P8 : les convertisseurs électroniques

La machine doit pouvoir être alimentée par deux convertisseurs électroniques placés de chaque cotés de la machine. La connexion aux bobines se fait via les anneaux « connexion » (voir point P3). Il conviendra de prévoir la place nécessaire aux extrémités et prévoir la fixation des convertisseurs sur la carcasse. La machine devra pouvoir être montée sans la présence des convertisseurs. Les convertisseurs seront fournis et montés par le client.

Point P9 : Test et mesures de la machine

- Mesure des résistances d'isolement sous 1500V et test de à l'onde de choc sous 1200V
- Mesure des résistances des différentes bobines à froid et à chaud
- Relevés expérimentaux des forces électromotrices à vide qui devront avoir une dispersion en amplitude entre phases inférieure à 2%. Les relevés seront opérés à différentes vitesses : 1000, 2000, 3000 et 4000 tr/min. (prise de connexion sur l'anneau « connexion »)

- Relevés expérimentaux des tensions et courant à 2000 tr/min, 4000 tr/min pour le prototype fonctionnant en génératrice sur charge électrique globale minimale de 8 kW préalablement à mise en place des onduleurs en anneaux.
- Relevé des sorties du signal codeur à la vitesse de rotation utilisée pour le relevé des forces électromotrices à vide

B LISTE DES LIVRABLES

- La Machine et les outils réalisés pour son assemblage
- Dessins techniques (côtés) des pièces réalisées,
- Relevés des tests du point P9
- 20 Bobines supplémentaires avec connexions terminales pouvant être insérées dans paquets de tôles
- Pièces individuelles des éléments ayant servi à la fabrication de la machine : 10 tôles rotor, 10 toles stator, 3 aimants, 1 caloduc rotor, 1 caloduc stator, 2 feuilles de chaque isolant;
- Procédure de démontage du rotor

C OPTION

Il est demandé de répondre séparément à cette variante optionnelle : dispositif de mesure de températures au rotor

Au point P5 sont définis les dispositifs permettant de mesurer la température en différents point du stator, le complément optionnel demandé consistera à prévoir un dispositif permettant de mesurer la température en un ou plusieurs points du rotor et de retourner l'information au niveau du stator.

ANNEXE : Plan transversal

(approximatif - cotes à re-confirmer)

