

Code : EC

Durée : 3 jours

Personnes concernées : Ingénieurs et techniciens concepteurs ou utilisateurs de systèmes faisant intervenir des actionneurs électriques et désirant en appréhender précisément les fonctionnements statiques et dynamiques

Pré requis : Personnes possédant des connaissances de bases en électricité (par exemple : $U = R \cdot I$, ou calcul des tensions en série). Pour la modélisation des moteurs électriques, la connaissance de la dynamique des systèmes (cours Sherpa ACLT11) est préférable.

Lieu : Paris

Dates : 25/26/27 Mars, 23-24-25 sept 2025 (pour d'autres dates, nous consulter)

Prix : Stage INTER : 1800€ HT par personnes ; Stage INTRA (nous consulter)

Stage Intra : Possible

Le contenu du cours et des exercices pourra être personnalisé pour répondre à des attentes spécifiques

LE CONTENU DE LA FORMATION

➤ Introduction

- Tour de table pour la présentation des participants et le recueil de leurs attentes.
- Présentation du plan de la formation
- Information générale : base de la mécanique rotationnelle, unités utilisées

➤ Phénomènes électromagnétiques de base dans les moteurs électriques.

Le but de ce chapitre est de montrer les phénomènes électromagnétiques entrant en jeu dans le fonctionnement d'un moteur : Force de Laplace pour la création du couple ; force contre-électromotrice ; induction propre et mutuelle dans les bobinages.

Les phénomènes qui affectent ce fonctionnement (variation d'entrefer, saturation magnétique) sont également abordés, ainsi que les pertes d'origines magnétiques (hystérésis, courant de Foucault).

Ce chapitre ne rentre pas, en détail, dans les circuits magnétiques (réductances ...) mais donne les notions nécessaires pour comprendre le fonctionnement d'un moteur électrique.

➤ Le moteur à courant continu (moteur CC).

Après un rappel des avantages, des applications et de la gamme de puissance des moteurs, son principe de fonctionnement standard est étudié en détail : Constitution, création du couple et de la f_{cem} , ainsi que le rôle et le fonctionnement du collecteur. Introduction des constantes de couple et de f_{cem} .

La commande du moteur est abordée sur la base du PWM pour faire varier la tension d'alimentation.

Une courte discussion sur les matériaux sera ainsi abordée.

➤ Le moteur asynchrone

Le principe de fonctionnement de ce moteur est étudié en détail : constitution du rotor (rotor à cage ou rotor bobiné), alimentation triphasée du stator et création d'un courant induit au rotor, marche asynchrone de la machine (« Pourquoi l'appelle-t-on moteur asynchrone ? ») et comparaison avec le moteur synchrone.

Application classique du moteur synchrone en milieu industriel : branché directement sur le réseau ou à travers une commande scalaire ; courbe caractéristique et zone de fonctionnement.

La modélisation du moteur asynchrone est présentée brièvement avec le schéma équivalent de Steinmetz en régime permanent et un modèle dynamique avec transformation de Park.

Une courte discussion sur les matériaux sera ainsi abordée.

➤ Le moteur synchrone

Le principe de fonctionnement de ce moteur est étudié en détail : constitution du rotor et du stator, alimentation triphasée du stator et création d'un champ magnétique tournant, marche synchrone de la machine (« Pourquoi l'appelle-t-on moteur synchrone ? »).

Application classique du moteur synchrone en petite et moyenne puissance : le servomoteur synchrone avec sa commande : Comparaison avec un moteur CC, courbes et grandeurs caractéristiques ; commande vectorielle

Sans rentrer dans le détail, le modèle du moteur synchrone avec transformation de Park sera abordé.

Une courte discussion sur les matériaux sera ainsi abordée.

➤ Introduction au moteur à courant continu sans balais

Le principe de fonctionnement de ce moteur est présenté : constitution du rotor et du stator, alimentation triphasée (en crêteau) du stator et commutation électronique.

Présentation des avantages et inconvénients comparés aux servomoteurs CC avec balais ou aux servomoteurs synchrones (sans balais).

Une courte discussion sur les matériaux sera ainsi abordée.

➤ La machine pas à pas.

Après un rappel des avantages, des applications et de la gamme de puissance des machines pas à pas, son principe de fonctionnement standard est étudié en détail pour la compréhension des champs magnétiques. Les matériaux seront ainsi discutés.

➤ Electronique de Puissance & Etage de Puissance

Une courte introduction sur les composants semi-conducteurs, les principaux circuits électroniques utilisés pour le control commande d'une machine électrique (Hacheur, Onduleur, Redresseur. La commande MLI sera introduite.

➤ Commande des machines électriques

Après l'introduction de l'étage de puissance, les commandes nécessaires pour chaque machine (cc, cc sans balais, synchrones scalaire et vectorielle, asynchrones u/f, scalaire et vectorielle) seront présentées.

➤ Propriétés des machines électriques

Brief information sur le refroidissement & l'échauffement des machines, protection des machines électriques (IP et classe d'isolation) ainsi que les standards seront introduits.

➤ TP & Exemples

Exemples pour machine CC (avec et sans balais)

Exemples pour machine asynchrone

Exemples pour machine synchrone

Dimensionnement d'une machine électrique pour un véhicule électrique

Présentation d'un cas de conception d'une machine électrique & quelques images de production & banc d'essai

MÉTHODE PÉDAGOGIQUE ET EXEMPLES

Cette formation comportera systématiquement un volet théorique et un volet pratique, uniformément répartis sur la durée de la session. Le volet pratique permettra d'illustrer les concepts théoriques par des exercices et des exemples spécifiques

Chaque chapitre est accompagné d'exemples didactiques tirés de problèmes réelles rencontrées par les ingénieurs SHERPA lors d'études. Ces exemples sont développés sur des outils informatiques métiers. Aucune notion d'informatique n'est nécessaire.

A la fin de formation, un exemple de dimensionnement systémique d'une machine électrique sera présenté.

Si le temps de la formation le permet, un cas de conception d'une machine électrique sera présenté.

LES OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Connaître les principes de fonctionnement et technologie des différents types des moteurs électriques rotatifs et leurs applications. Savoir dimensionner et contrôler une machine électrique pour une application voulue. Apprendre à modéliser des machines électriques.

CONTACT

Patrick CHEVRIER
Responsable formation

Tel: 01 47 82 08 23 – formation@sherpa-eng.com
SHERPA Engineering – Le Gaïa
333 avenue Georges Clemenceau – CS 50297
92741 Nanterre Cedex