

## Validation des compétences

Notions et contenus

Capacités exigibles = « Je dois être capable de... »

### Conversion de puissance

#### 1. Puissance électrique en régime sinusoïdal

|   |  |
|---|--|
| Puissance moyenne, facteur de puissance.      | Définir le facteur de puissance, faire le lien avec la représentation des tensions et des courants sur un diagramme de Fresnel.<br>Citer et exploiter la relation $P = U_{eff} I_{eff} \cos(\varphi)$ .        |
| Puissance moyenne absorbée par une impédance. | Citer et exploiter les relations $P = \operatorname{Re}(\underline{Z}) i_{eff}^2 = \operatorname{Re}(\underline{Y}) U_{eff}^2$ . Justifier qu'un dipôle purement réactif n'absorbe aucune puissance en moyenne |

#### 2. Transformateur

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Modèle du transformateur idéal. | Citer les hypothèses du transformateur idéal. Établir les lois de transformation des tensions et des courants du transformateur idéal, en respectant l'algébrisation associée aux bornes homologues.<br><br>Relier le transfert instantané et parfait de puissance à une absence de pertes et à un stockage nul de l'énergie électromagnétique.   |
| Pertes.                         | Citer les pertes cuivre, les pertes fer par courant de Foucault et par hystérésis. Décrire des solutions permettant de réduire ces pertes.  |
| Applications du transformateur. | Expliquer le rôle du transformateur pour l'isolement.<br><br>Établir le transfert d'impédance entre le primaire et le secondaire.<br><br>Expliquer l'intérêt du transport de l'énergie électrique à haute tension afin de réduire les pertes en ligne. Expliquer l'avantage d'un facteur de puissance élevé.<br><br><b>Mettre en œuvre un transformateur et étudier son rendement sur charge résistive.</b> |

#### 3. Conversion électro-magnéto-mécanique

##### Contacteur électromagnétique en translation

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Énergie et force électromagnétique. | Exprimer l'énergie magnétique d'un enroulement enlaçant un circuit magnétique présentant un entrefer variable. |
|-------------------------------------|--|

|               |  |
|---------------|--|
|               | Calculer la force électromagnétique s'exerçant sur une partie mobile en translation en appliquant l'expression fournie $F = \frac{\partial E}{\partial x}$ |
| Applications. | Sur l'exemple du relais, expliquer le fonctionnement d'un contacteur électromagnétique.  |

### Machine synchrone

|   |   |
|---|---|
| Structure d'un moteur synchrone à pôles lisses et à excitation séparée. | Décrire la structure d'un moteur synchrone diphasé et bipolaire : rotor, stator, induit, inducteur.   |
| Champ magnétique dans l'entrefer.                                       | Pour une machine de perméabilité infinie à entrefer constant, exprimer le champ magnétique dans l'entrefer généré par une spire passant dans deux encoches opposées. Expliquer qualitativement comment obtenir un champ dont la dépendance angulaire est sinusoïdale dans l'entrefer en associant plusieurs spires décalées.  |
| Champ glissant statorique.  | Justifier l'existence d'un champ glissant statorique lorsque les deux phases sont alimentées en quadrature.   |
| Champ glissant rotorique.   | Justifier l'existence d'un champ glissant rotorique associé à la rotation de l'inducteur.   |
| Énergie et couple.  | Exprimer l'énergie magnétique totale stockée dans l'entrefer en fonction de la position angulaire du rotor.<br><br>Calculer le moment électromagnétique s'exerçant sur le rotor en exploitant l'expression fournie $\Gamma = \frac{\partial E}{\partial \theta}$  |
| Condition de synchronisme.  | Justifier la condition de synchronisme entre le champ statorique et le champ rotorique afin d'obtenir un moment moyen non nul.<br><br>Discuter qualitativement la stabilité du système en fonction du déphasage entre les deux champs glissants.<br><br>Identifier la difficulté du démarrage d'un moteur synchrone, décrire qualitativement le principe de l'autopilotage.                       |
| Modèle électrique de l'induit.  | En admettant les expressions des coefficients d'inductance, établir les équations électriques vérifiées par les phases de l'induit et donner les représentations de Fresnel associées.<br><br>À l'aide d'un bilan énergétique où seules les pertes cuivre sont envisagées, justifier l'égalité entre la puissance électrique absorbée par les f <sub>cem</sub> et la puissance mécanique fournie. |
| Fonctionnement réversible.  | Décrire les conditions d'utilisation de la machine synchrone en alternateur.  |
| Applications.   | Citer des exemples d'application de la machine synchrone.   |

## Machine à courant continu

|   |   |
|---|---|
| Structure d'un moteur à courant continu à pôles lisses. | Décrire la structure d'un moteur à courant continu bipolaire à excitation séparée : rotor, stator, induit, inducteur.   |
| Collecteur.   | Par analogie avec le moteur synchrone, expliquer que le collecteur établit le synchronisme entre le champ statorique stationnaire et le champ rotorique quelle que soit la position angulaire du rotor.   |
| Couple et $f_{cem}$ .                                   | <p>Citer l'expression du moment du couple <math>\Gamma = \phi \cdot i</math>, établir l'expression de la <math>f_{cem}</math> induite <math>e = \phi \cdot \Omega</math> par un argument de conservation énergétique.</p> <p>Décrire qualitativement les pertes existant dans une machine réelle : pertes cuivre, pertes fer, pertes mécaniques.</p> <p>Établir les équations électrique et mécanique.<br/>Tracer la caractéristique <math>(\Omega, \Gamma)</math> à tension d'induit constante. Analyser le démarrage d'un moteur entraînant une charge mécanique exerçant un moment <math>-f \cdot \Omega</math></p> <p><b>Mettre en œuvre un moteur à courant continu.</b></p> |
| Fonctionnement réversible.                              | Décrire les conditions d'utilisation de la machine à courant continu en génératrice. Choisir des conventions d'orientation adaptées.  |
| Applications.   | Citer des exemples d'application de la machine à courant continu.   |

## Conversion électronique statique

|  |   |
|--|---|
| Formes continue et alternative de la puissance électrique. | Citer des exemples illustrant la nécessité d'une conversion de puissance électrique.  |
| Structure d'un convertisseur.                              | Décrire l'architecture générale d'un convertisseur électronique de puissance : générateur, récepteur, processeur de puissance utilisant des interrupteurs électroniques, commande des fonctions de commutation.         |
| Fonction de commutation spontanée.                         | Décrire la caractéristique idéale courant-tension de la diode.  |
| Fonction de commutation commandée.                         | Décrire la caractéristique idéale courant-tension du transistor.  |
| Sources.   | Définir les notions de sources de courant et de tension. Expliquer le rôle des condensateurs et des bobines comme éléments de stockage d'énergie assurant le lissage de la tension ou de l'intensité à haute fréquence. |
| Réversibilité.   | Caractériser les sources par leur réversibilité en tension, en intensité, en puissance. Citer des exemples.   |
| Interconnexion.  | Citer les règles d'interconnexions entre les sources.   |

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Cellule de commutation élémentaire. | Expliquer le fonctionnement d'une cellule élémentaire à deux interrupteurs assurant le transfert d'énergie entre une source de courant et une source de tension.  |
| Hacheur.                            | <p>Tracer des chronogrammes, exploiter le fait que la moyenne d'une dérivée est nulle en régime périodique établi, calculer des moyennes de fonctions affines par morceaux, utiliser un bilan de puissance moyenne pour établir des relations entre les tensions et les intensités.</p> <p>Justifier le choix des fonctions de commutation pour un hacheur série assurant l'alimentation d'un moteur à courant continu à partir d'un générateur idéal de tension continue. Exprimer les valeurs moyennes des signaux. Calculer l'ondulation en intensité dans l'approximation d'un hachage haute fréquence réalisant une intensité affine par morceaux.</p> |
| Onduleur.                           | Décrire la structure en pont à quatre interrupteurs et les séquences de commutation pour une fréquence de commutation fixe.   |
| Convertisseur Statique              | <b>Mettre en œuvre un convertisseur statique.</b>   |