

Programme de colles de Physique
--

Compétences exigibles :Machine synchrone

- Structure d'un moteur synchrone à pôles lisses et à excitation séparée : décrire la structure d'un moteur 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 (c'est-à-dire déphasées de $\frac{\pi}{2}$).
- Champ glissant rotorique : justifier l'existence d'un champ glissant rotorique associé à la rotation de l'inducteur.
- Energie et couple : exprimer l'énergie magnétique totale stockée dans l'entrefer en fonction de la position angulaire du rotor. Calculer le moment du couple électromagnétique s'exerçant sur le rotor, en exploitant l'expression fournie $\Gamma = \frac{\partial E_m}{\partial \theta}$.
- Condition de synchronisme : justifier la condition de synchronisme entre le champ statorique et le champ rotorique afin d'obtenir un moment moyen de couple non nul. Discuter rapidement de la stabilité du système en fonction du décalage angulaire entre les deux champs glissants. Identifier la difficulté du démarrage d'un moteur synchrone, décrire qualitativement le principe de l'alimentation de la machine à fréquence variable.

Machine à courant continu

- Structure d'un moteur à courant continu à pôles lisses : décrire la structure d'un moteur 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 fcém : citer l'expression du couple $\Gamma = \phi_0 i$, établir l'expression de la fcém induite $e = \phi_0 \omega$ par un argument de conservation énergétique. Décrire qualitativement les pertes existant dans une machine réelle : pertes cuivre, pertes fer, pertes mécaniques. Etablir les équations électrique et mécanique. Tracer la caractéristique (ω, Γ) à tension d'induit constante. Analyser le démarrage d'un moteur entraînant une charge mécanique exerçant un moment $-f \omega$.

Transformateur monophasé

- Modèle du transformateur idéal : citer les hypothèses de ce modèle ; établir les lois de transformation des tensions et des courants du transformateur idéal, en respectant l'algébrisation associée aux bornes homologues. Relier le transfert instantané et parfait de puissance à une absence de pertes et de stockage de l'énergie électromagnétique.
- Pertes : citer les pertes cuivre, les pertes fer par courants de Foucault et par hystérésis. Décrire des solutions permettant de réduire ces pertes.
- Etablir le transfert d'impédance entre le primaire et le secondaire.
- Expliquer le rôle du transformateur pour l'isolement galvanique.
- Expliquer l'intérêt du transport de l'énergie électrique à haute tension afin de réduire les pertes en ligne.

Ondes électromagnétiques dans le vide :

Citer les domaines du spectre des ondes électromagnétiques et leur associer des applications.

Etablir les équations de propagation dans une région sans charge ni courant.

Structure d'une onde plane progressive harmonique : utiliser la notation complexe ; représenter le trièdre $(\vec{u}, \vec{E}, \vec{B})$. Etablir la relation entre les amplitudes des champs (« relation de structure »).

Identifier les différents termes de l'équation locale de Poynting. Interpréter le vecteur de Poynting comme le vecteur densité de flux de puissance électromagnétique.

Associer la direction du vecteur de Poynting et la direction de propagation de l'onde. Associer le flux du vecteur de Poynting à un flux de photons en utilisant la relation d'Einstein-Planck.

Citer quelques ordres de grandeur de flux énergétiques surfaciques moyens (laser hélium-néon, flux solaire, ...)

Utiliser le principe de superposition d'ondes planes progressives harmoniques.

Identifier l'expression d'une onde électromagnétique plane progressive polarisée rectilignement.

Interpréter le vecteur densité de courant surfacique \vec{j}_s comme un modèle pour décrire un déplacement de charges à travers un domaine d'épaisseur faible devant l'échelle de description.

Utiliser les relations de passage du champ électromagnétique fournies.

Réflexion d'une onde électromagnétique polarisée rectilignement sur un conducteur parfait en incidence normale : justifier que les champs électrique et magnétique sont nuls dans le conducteur. Exploiter la continuité de la composante tangentielle du champ \vec{E} pour justifier l'existence d'une onde réfléchie et calculer celle-ci. Calculer le champ \vec{B} dans le vide, en déduire le courant surfacique sur le conducteur. Calculer le coefficient de réflexion en puissance.

Déterminer la pression de radiation à l'aide de l'expression fournie de la force de Laplace en présence d'un courant électrique surfacique.