# Machines electriques (60 H)

## Objectifs

Au terme de cette partie du cours, l’étudiant sera capable de :

– Définir le circuit magnétique en courant continu, et énumérer ses différents constituants.

– Déterminer la force magnétomotrice nécessaire à la production du flux magnétique.

## Contenu

Chapitre 1   
Théorie des circuits magnétiques en c.c.

1.1 Flux magnétique

1.2 Induction magnétique dans l’air

1.3 Induction magnétique dans un milieu ferromagnétique

1.4 Perméabilité magnétique absolue

1.5 Théorème d’Ampère

1.6 Force électromagnétique, Loi de Laplace

1.7 Travail des forces électromagnétiques

1.8 Force électromotrice induite. Loi de Lenz

1.9 Circuit magnétique

1.9.1 Divers aspects d’un circuit magnétique

1.9.2 Circuit magnétique parfait

1.9.3 Circuit magnétique avec entrefer étroit

1.9.4 Circuit magnétique avec entrefer large

1.10 Loi d’Hopkinson et force magnétomotrice

1.11 Fuites magnétiques. Coefficient d’Hopkinson

Chapitre 2

Génératrices à courant continu

2.1.1 Constitution.

2.1.2 Principe de fonctionnement

2.1.3 F.E.M. d’une dynamo bipolaire

2.1.5 Couple électromagnétique d’une génératrice

2.2.1 Génératrice à excitation séparée (indépendante)

2.2.1.1 Caractéristiques à vide

2.2.1.2 Caractéristiques en charge (externe)

2.2.1.4 Chute de tension en charge

2.2.2 Génératrice à excitation shunt (en dérivation).

2.2.3 Conditions d’auto excitation; Amorçage

2.2.3.1 Caractéristiques à vide

2.2.3.2 Caractéristiques en charge (externe)

2.2.3.4 Point de fonctionnement à vide

2.2.3.5 Compensation de la chute de tension en charge

2.2.4 Génératrice à excitation série

2.2.4.1 Amorçage

2.2.4.2 Caractéristiques en charge

2.2.6 Problèmes d’application

2.3.2 Pertes principales :

2.3.2.1 Les pertes mécaniques

2.3.2.2 Les pertes dans le fer

2.3.2.3 Les pertes dans le cuivre

2.3.2.3 Les pertes dans les contacts, balais - collecteur et balais bagues

2.3.3 Pertes totales - Bilan des puissances

2.3.4 Rendement

2.3.5 Variation du rendement avec la charge et rendement maximal

2.3.6 Problèmes d’application

Chapitre 3   
Moteurs à courant continu

2.4.1 Principe de la réversibilité des machines électriques

2.42 Marche en moteur - Rhéostat de démarrage

2.43 Classification des moteurs à c.c.

2.4.4 Equations de F.E.M. dans un moteur

2.4.5 Equations des couples d’un moteur - sens de la rotation

2.4.6 Equations de la vitesse

2.4.7 Démarrage des moteurs à c.c.

2.4.7.1 Calcul du rhéostat de démarrage

2.4.7.2 Par tension d’alimentation réduite

2.4.8 Problèmes

Chapitre 4

4.1 Caractéristiques de démarrage

4.2 Caractéristiques de fonctionnement des moteurs

4.3 Caractéristiques mécaniques

4.4 Caractéristiques de freinage

4.5 Caractéristiques de réglage - Réglage de la vitesse de rotation

4.5.1 Par variation du courant d’excitation

4.5.2 Par variation de la tension du réseau

4.6 Caractéristiques des moteurs à courant continu

4.6.1 Cas d’un moteur shunt:

4.6.1.1 Caractéristiques de vitesse

4.6.1.2 Caractéristiques de couple

4.6.1.3 Caractéristiques mécaniques

4.6.1.4 Applications

4.6.2 Cas d’un moteur série:

4.6.2.1 Caractéristiques mécaniques

4.6.2.2 Caractéristiques de couple

4.6.2.3 Caractéristiques de vitesse

4.6.2.4 Applications

4.6.2.5 Comparaison avec le moteur

4.7 Pertes-Bilan des puissances

4.8 Rendement

4.9 Problèmes d’application

Chapitre 5  
Transformateurs monophasés et triphases

5.1.1 Théorie en négligeant la résistance des enroulements et les fuites magnétiques.

5.1.1.1 Fonctionnement à vide

5.1.1.2 Fonctionnement en charge

5.1.1.3 Diagrammes des tensions et des courants, rapport de transformation.

5.1.2 Théorie en considérant les résistances internes et les fuites magnétiques.

5.1.2.1 Equations générales

5.1.2.2 Diagrammes des tensions et des courants

5.1.3 Diagramme de kapp

5.1.3.1 Equations ramenées au secondaire

5.1.3.2 Diagramme de Kapp

5.1.3.3 Détermination de la chute de tension : détermination graphique, calcul par la méthode approchée, calcul par la méthode précise, détermination graphique par le cercle circonscrit au triangle de Kapp.

5.1.4 Rendement, rendement maximal, rendement en énergie.

5.1.5 Transformation triphasée

5.1.5.1 Couplages des transformateurs, rapports de transformation

5.1.5.2 Couplages avec neutre au secondaire

5.1.5.3 Fonctionnement en charges, problèmes d’application

5.1.5.4 Autotransformateurs et transformateurs des mesures

5.1.5 Problèmes d’applications.

Chapitre 6  
Alternateurs monophasés et triphases

6.2.1 Alternateur à pôles saillants et à pôles lisses :

3.2.1.1 Constitution des inducteurs et des induits

3.2.1.2 schémas simplifiés des enroulements

6.2.2 Fonctionnement à vide :

6.2.2.1 Champs dans l’entrefer

6.2.2.2 F. é. M : principe, formule, coefficients de bobinage et d’Hopkinson

6.2.2.3 Fréquence

6.2.2.4 Caractéristique à vide

6.2.3 Fonctionnement en charge : principe, diagramme et mesures

6.2.4 Alternateur triphasés

6.2.4.1 Constitution et principe

6.2.4.2 Montage étoile

6.2.4.3 Montage triangle

6.2.5 Puissance en triphasé

6.2.6 Fonctionnement en charge : Diagramme de Behn – Eschenburg

6.2.7 Pertes joules en triphasé

6.2.8 Réaction de l’induit

6.2.9 Réglage de la f.é.m. aux bornes de l’alternateur :

3.3.8.1 Réglage automatique Electronique

3.3.8.2 Réglage automatique électronique (sans bagues ni balais)

6.2.10 Problèmes d’application

Chapitre 7  
Moteurs asynchrones triphasés

7.1 Champ magnétique tournant : bipolaire et multipolaire

7.1.1 Etude expérimentale

7.1.2 Théorèmes de Le Blanc et de Ferraris

7.2 Moteur à cage d’écureuil

7.2.1 Constitution

7.2.2 Principe de fonctionnement : courants induits, rotation du rotor, glissement, fréquence des courants rotoriques

7.2.3 Puissances et rendement

7.2.4 Couple moteur

7.3 Moteur à rotor bobiné, caractéristiques, démarrage

7.4 Moteur à double cage, caractéristiques, démarrage

7.5 Démarrage des moteurs asynchrones en fonction de leurs puissances et du couple moteur.

7.5.1 Démarrage direct, démarrage étoile – triangle, démarrage avec résistances statoriques, démarrage avec auto - transformateur, démarrage par alimentation

7.6 Du stator d’un secteur de fréquence variable.

7.6.1 Problèmes d’applications

7.8 Moteur monophasé

7.8.1 Constitution et principe de fonctionnement et démarrage des moteurs asynchrones monophasés, moteurs séries universelles.

### Chapitre 8 Moteur pas à pas

8.1 Définition.

8.2 Structure d’un actionneur pas à pas.

8.3 Etude de l’élément moteur.

8.4 Cas du stator à circuit magnétique multiple (multi-stock).

8.5 Etude de l’alimentation.

8.6 Etude de la commande.

8.7 Étude du fonctionnement dynamique de l’ensemble ; domaine de fonctionnement.