

MODULE : MACHINES ELECTRIQUES

COEF : 2

CLASSE : 3^{ème} ANNEE

SPECIALITE : ELEQ

NOM DU PROFESSEUR : ETIENNE WILFRIED BATJOCK

GRADE : PLET-ELECTROTECHNIQUE

Compétence du module : Appréhender la constitution, le fonctionnement et l'utilisation des machines électriques.

TRAVAUX DIRIGES MACHINES ELEQ3

TRAVAUX DIRIGÉS : MAGNÉTISME

1) Questions de cours :

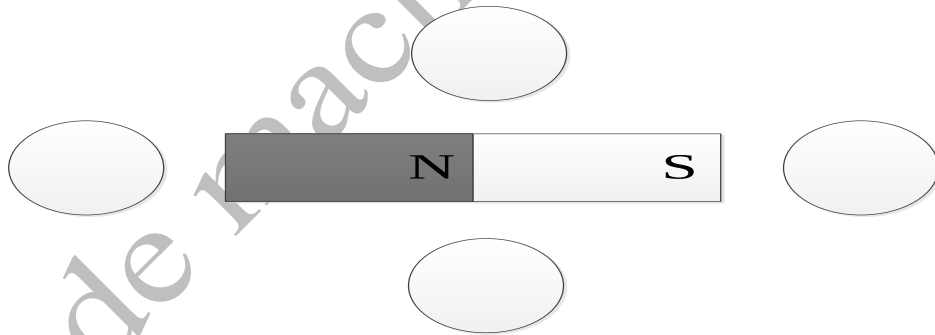
a- Définir les termes suivants :

Magnétisme – Aimant – Champ magnétique – Spectre magnétique

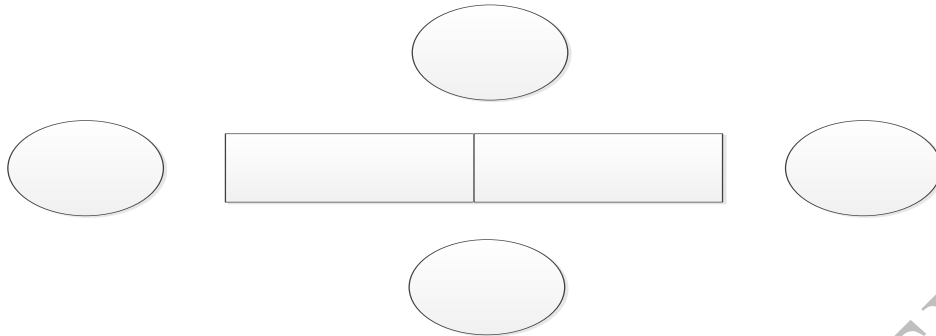
- b- Citer les différents types d'aimant ?
- c- Etablir la différence entre un aimant temporaire et un aimant permanent
- d- Comment peut-on déterminer la polarité nord – sud d'un barreau aimanté sans aucun appareil magnétique ?
- e- Deux pôles magnétiques semblables s'attirent-ils ?
- f- Enumérer trois propriétés des lignes de champ
- g- Donner deux applications des aimants permanents
- h- Au pôle nord de la terre (pôle géographique) se trouve le pôle sud magnétique. Expliquer !

2) Exercices

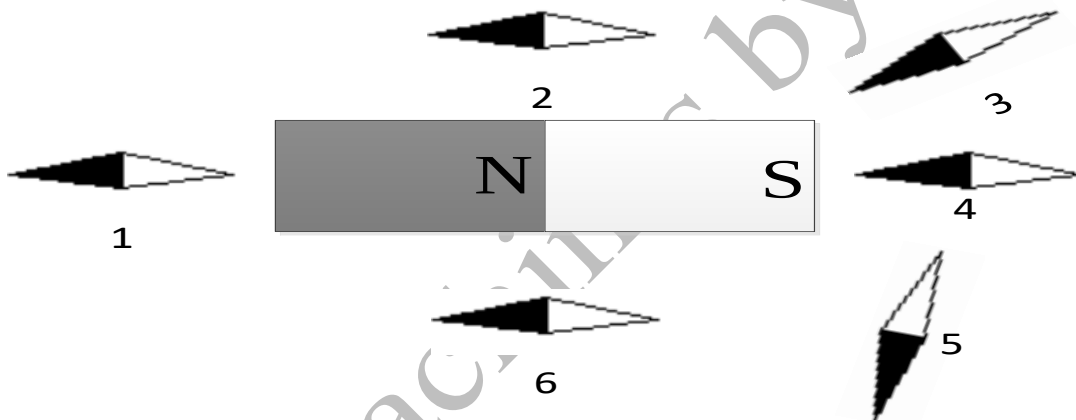
Exercice 1 : Dessiner les flèches des boussoles dans les cercles autour de l'aimant suivant



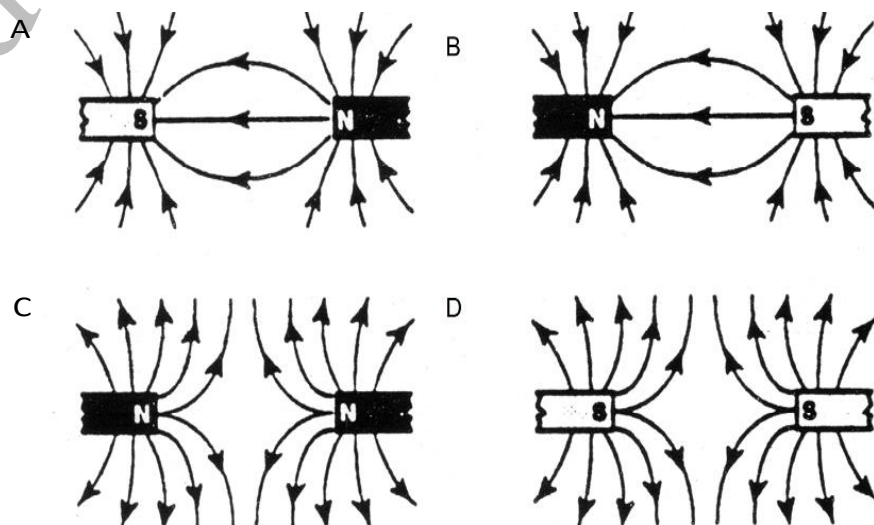
Exercice 2 : Placer le pôle nord (N) et le pôle sud (S) sur l'aimant droit ci-dessous et compléter les cercles vides avec les aiguilles des boussoles



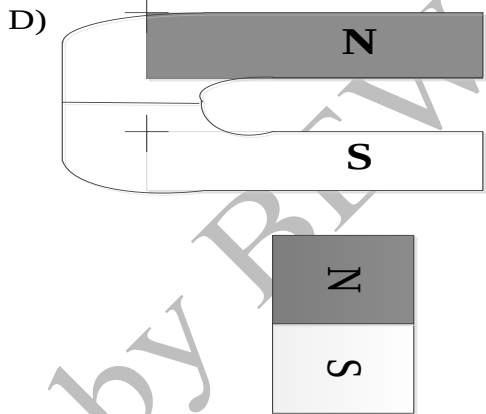
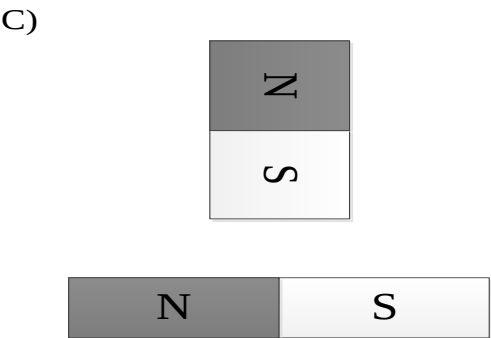
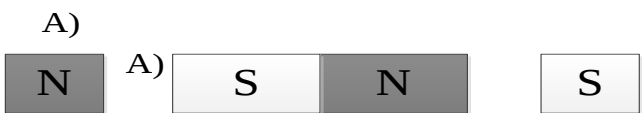
Exercice 3 : Quelles sont les orientations possibles d'une aiguille aimantée placée dans le champ magnétique de l'aimant droit ci-dessous



Exercice 4 : Lequel des schémas suivants illustre correctement les lignes de champ magnétique ?



Exercice 5 : Représenter les lignes de champ magnétiques dans les situations suivantes



TRAVAUX DIRIGÉS : CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE

1) Questions de cours :

- a) Définir les termes : électromagnétisme, champ électromagnétique, flux magnétique
- b) Quelles sont les caractéristiques du vecteur champ magnétique en un point ?
- c) Énoncer les deux règles appliquées pour déterminer le sens du vecteur champ magnétique créé autour d'un conducteur rectiligne et d'une bobine plate ?
- d) Énoncer les deux règles appliquées pour déterminer le sens du vecteur champ magnétique créé autour d'une bobine longue ?
- e) Quel autre nom peut-on donner au champ magnétique ?
- f) Quel autre nom peut-on donner :
 - Une bobine plate
 - Une bobine longue

2) Exercices :

Exercice 1 : champ magnétique créé autour d'une spire circulaire et induction magnétique

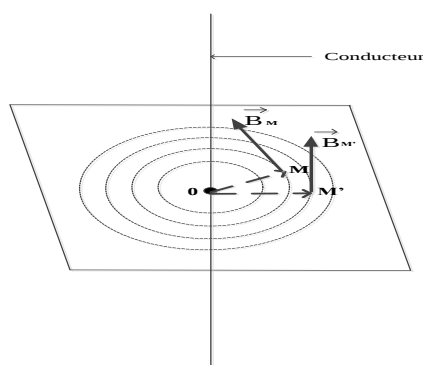
Une bobine plate comportant 500 Spires de rayon moyen 4cm est parcourue par un courant d'intensité 40A déterminer pour $\theta=30^\circ$

- a) Le champ magnétique au centre de la bobine plate
- b) Le flux embrassé par une spire
- c) Le flux total embrassé par la bobine plate

Exercice 2 : champ magnétique créé autour d'un conducteur

A. Calculer l'intensité du champ magnétique d'un conducteur électrique parcouru par un courant de 10A situé à une distance de 2cm

B. Soit la figure ci-dessous tel que $I=60\text{A}$



Figure

- a) Le champ magnétique au point M sachant que $OM=5\text{cm}$
- b) Le champ magnétique au point M' sachant que $OM'=1\text{cm}$
- c) Comparer les deux champs B_M et $B_{M'}$ et conclure !

Exercice 3 : Champ magnétique d'un solénoïde parcouru par le courant

A. Un solénoïde (bobine longue) est branché à un générateur de courant.

- a) Effectuer un schéma du montage et y insérer le générateur, le courant électrique à travers la bobine, les lignes de champ magnétique ainsi que les pôles des deux faces de la bobine.
- b) Déterminer la valeur du champ magnétique si le solénoïde a une longueur de 5cm, contient 1000 spires et est parcourue par un courant de 6 A.

B. Un solénoïde de longueur $L=25\text{ cm}$ est formé d'une seule couche de spires jointives de diamètre $D=5\text{ cm}$ faite de fil conducteur de diamètre $d=0,4\text{ mm}$ et parcouru par un courant $I=0,5\text{ A}$

- a) Représenter le solénoïde en indiquant le sens du courant électrique, les lignes de champ magnétique ainsi que les pôles.
- b) Calculer N le nombre de spires.
- c) Déterminer la valeur du champ magnétique au centre du solénoïde.
- d) Déterminer l'excitation magnétique au centre du solénoïde.
- e) Calculer flux embrassé à l'intérieur du solénoïde.

TRAVAUX DIRIGES : LE FERROMAGNÉTISME

- 1) Qu'est-ce que le ferromagnétisme ?
- 2) Quand est-ce qu'on dit qu'un milieu est ferromagnétique ?
- 3) Quelle différence faites-vous entre une aimantation rémanente et un électro-aimant ?
- 4) Citer deux types d'aimantation qui existent ?
- 5) Quels sont les facteurs qui peuvent influencer l'aimantation ?
- 6) Quand est-ce qu'on parle de la courbe de première aimantation ?
- 7) Quelle différence pouvez-vous ressortir entre l'hystérésis et un cycle d'hystérésis ?

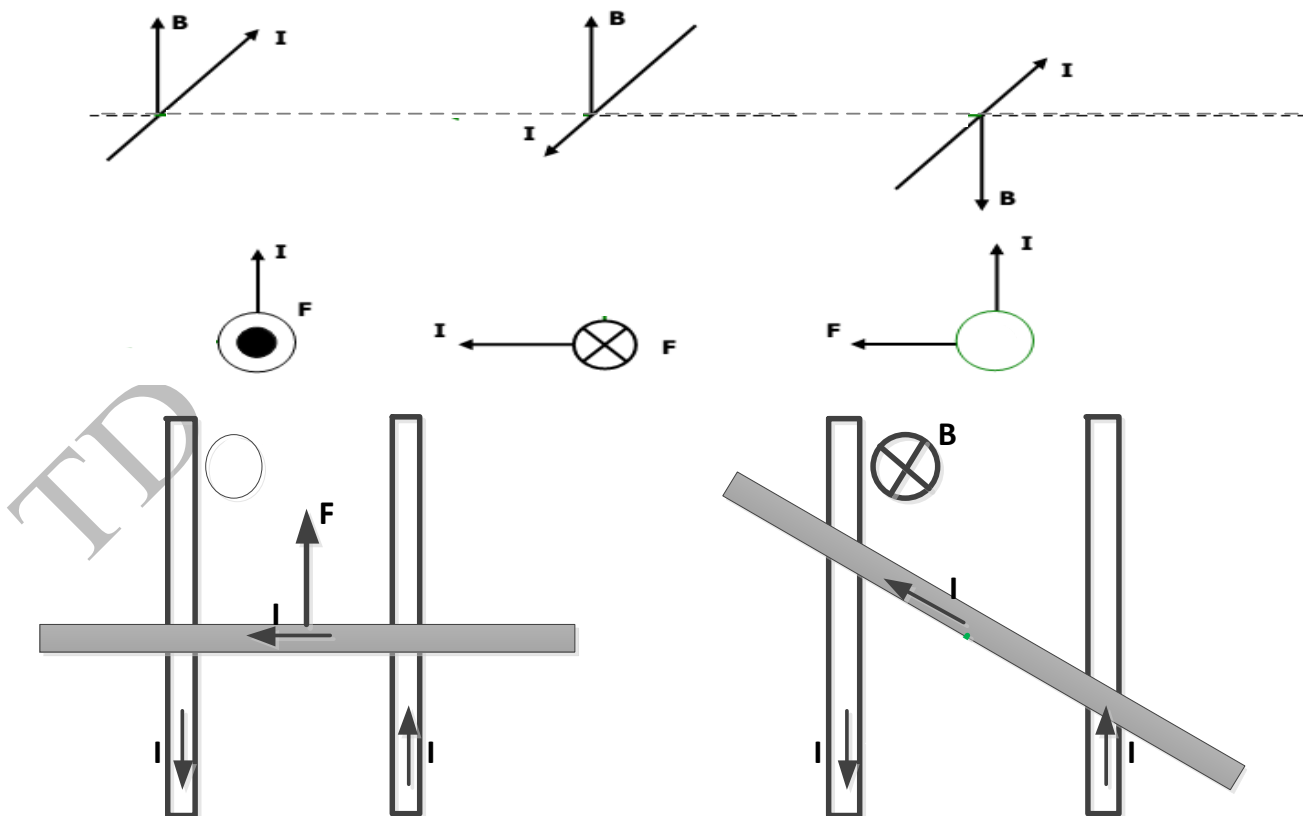
TRAVAUX DIRIGES : FORCES ELECTROMAGNETIQUES

1) Questions de cours

- Enoncer les lois de Laplace et de Maxwell
- Quelles sont les caractéristiques d'une force électromagnétique ?
- Dans la règle des trois doigts de la main droite appliquée pour déterminer le sens de la force de Laplace que représente : le pouce, l'index et le majeur ?
- Quand est-ce qu'on dit que la force de Laplace est maximale ?
- Expliquer l'existence des forces d'attraction et de répulsion entre deux conducteurs parallèles !

2) Exercices

Exercice 1 : dessinez l'élément manquant en respectant la règle des trois doigts de la main droite.

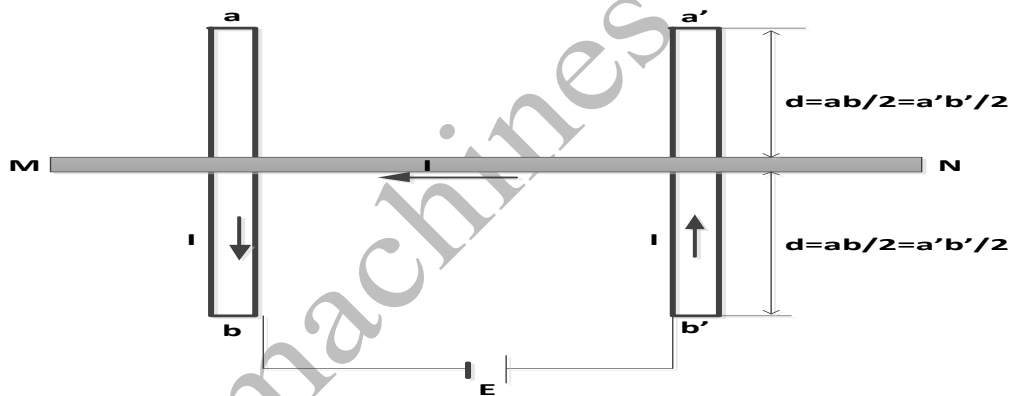


Exercice 2 : un solénoïde fournit un champ magnétique de 15 T à un autre solénoïde traversé par un courant de 5 A. Calculer la force de Laplace résultante si $\beta = 90^\circ$ et si la longueur de la spire soumise au champ magnétique est de 5 cm.

Exercice 3 : La force nécessaire pour fermer un contacteur est de 20 mN et le courant traversant le solénoïde est de 0,5 A. Calculer le champ magnétique nécessaire si $\beta = 90^\circ$ et si la longueur de la spire soumise au champ magnétique est de 14 mm.

Exercice 4 : Un solénoïde en forme de U fournit un champ de 19 T perpendiculaire à une barre d'aluminium de 10 cm de long. Calculer le courant auquel on doit soumettre cette barre pour avoir une force de Laplace de 12 N.

Exercice 5 : soit la figure ci-après où on donne $ab = a'b' = 200 \text{ mm}$; $r = 4\Omega$; $B = 1,5\text{T}$; $MN = L = 10\text{cm}$;

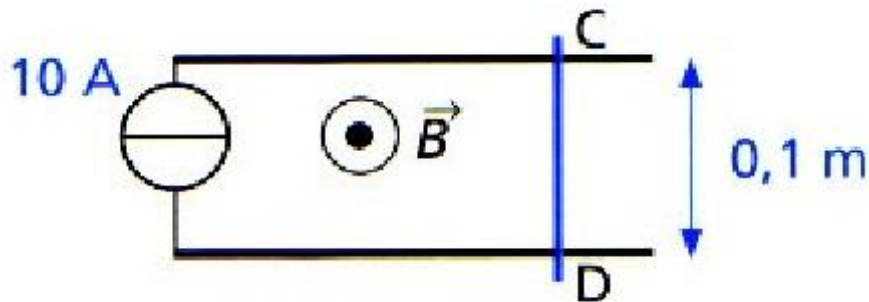


Les rails ab et a'b' ont une même résistance qui est nulle et ils sont fixes. La barre en cuivre MN est mobile et libre de manière à glisser librement sur les rails et elle possède une résistance de $r = 4\Omega$ on vous demande :

- 1- Compléter la figure ci-dessus en indiquant le sens de la force $\vec{F}$ et celui du champ magnétique sur la barre MN
- 2- Déterminer l'intensité du courant I dans le circuit
- 3- Déterminer le module de la force $\vec{F}$
- 4- Calculer le travail à fournir par la barre à l'extrémité des rails

Exercice 6: rail de Laplace

On considère les rails de Laplace (dispositif vu en cours) que l'on regarde par le dessus.



- 1- Tracer sur le schéma la force de Laplace qui agit sur la barre CD pour que celle-ci se déplace vers la droite.
- 2- Donner l'expression de cette force en fonction des vecteurs $\mathbf{I}$ et $\mathbf{B}$, et de la longueur de la barre CD. Déterminer alors sur le schéma le sens du courant $\mathbf{I}$.
- 3- Donner le module de la force de Laplace si le module de $\mathbf{B}$ est de 100 mT.

TRAVAUX DIRIGES : INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

1) Questions de cours

- a) Enoncer les lois de Faraday et de Lenz
- b) Comment détermine-t-on le sens du courant induit lorsque la loi de Lenz n'est pas pratique ?
- c) Dans la règle des trois doigts de la main gauche appliquée pour déterminer le sens de la force électromotrice induite ($\mathcal{E}$), que représente : le pouce, l'index et le majeur ?
- d) Qu'entend-t-on par courants de Foucault ?
- e) Donner un avantage et un inconvénient des courants de Foucault !

2) Exercices

Exercice 1 : Une bobine de 270 spires est soumise à des variations de flux magnétique de 35 mWb dans un temps de 20 ms. Déterminer la force électromotrice induite !

Exercice 2 : Un conducteur de longueur 40 cm coupe perpendiculairement les lignes d'un champ magnétique uniforme de 0,3 T à une vitesse de 2 m/s. Déterminer :

- La force électromotrice induite
- Le flux coupé en 0,35 s
- La valeur de la force électromotrice induite grâce au flux coupé

Exercice 3 : Un conducteur a une longueur de 2 cm et est coupé par un champ magnétique de 0,6 T. Calculer sa vitesse de déplacement si la fém induite est de 120 V

Exercice 3 : Un aimant permanent ayant une section de 100 cm² produit un champ magnétique de 0,5 T entre ses pôles. Calculer la fém induite entre les extrémités d'un conducteur traversant le champ en 0,1s

Exercice 4 : Une bobine comportant 2000 spires est traversée par un flux de 5 mWb provenant d'un aimant permanent. L'aimant est alors éloigné de la bobine en 1/10 s et le flux à l'intérieur de la bobine baisse à 2 mWb

- Quel est respectivement l'élément induit et inducteur ? justifier
- Quel est la valeur moyenne de la fém induite ?

TD de machines by BEW

TRAVAUX DIRIGES : AUTO-INDUCTION

- 1) Quand est-ce que l'on parle d'auto-induction ?
- 2) Donner les relations respectives qui permettent de déterminer :
 - La valeur d'une inductance propre
 - La valeur de fém d'auto-induction
 - La valeur de l'énergie emmagasinée

Exercice 1 : Une bobine d'induction de 45 mH est traversée par un courant de 4 A. Déterminer :

- a) Le flux embrassé par la bobine
- b) Le temps dont le flux est annulé est de 0,01 s, quel la fém moyenne auto-induite ?

Exercice 2 : Une bobine possède une longueur de 100 cm et un diamètre de 20 cm. Quelle est la valeur de son inductance si elle contient 1200 spires ?

Exercice 3 : Une bobine possédant une inductance de 4 H est traversée par un courant de 40 A. Quelle est la valeur de l'énergie emmagasinée dans le champ magnétique ?

Exercice 4 : Une bobine en forme de tore comporte 2000 spires de 12 cm² de section la longueur de la circonférence moyenne de la bobine est de 1,4 m. Calculer :

- a) L'induction de la bobine
- b) La valeur moyenne de la fém auto-induite pendant 0,3 s que dure l'établissement d'un courant de 4 A
- c) En déduire l'énergie emmagasinée

TRAVAUX DIRIGES : GÉNÉRALITÉS SUR LES MACHINES À COURANT CONTINU

Questions de cours :

- 1) Définissez une machine à courant continu
- 2) Etablir la différence entre une génératrice à courant continu et un moteur à courant continu
- 3) Expliquer pourquoi on parle de la réversibilité des machines à courant continu
- 4) Donner la constitution d'une machine à courant continu en donnant le rôle de chaque organe et les parties qui s'y trouvent.

Exercice : l'induit d'une machine bipolaire tourne à $n = 1500$ tr/min dans un flux de $0,01$ Wb, il comporte 600 conducteurs actifs et sa résistance entre balais est $0,15\Omega$; calculer :

- a) La fém de la machine
- b) La tension aux bornes si la machine débite un courant de 60 A dans un circuit de charge
- c) La puissance électrique fournie par l'induit

TRAVAUX DIRIGES : GENERATRICES A COURANT CONTINU

Exercice 1 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante fournit une fem de 220 V pour un courant d'excitation de 3,5 A. La résistance de l'induit est de 90 mΩ. Calculer :

- a) La tension d'induit U lorsqu'elle débite 56 A dans le circuit de charge.
- b) Déterminer le rendement de la machine sachant que la tension d'alimentation pour la source d'alimentation du circuit d'excitation est égale à 220 V

Exercice 2 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante délivre une fem constante de 210 V pour un courant inducteur de 2 A. Les résistances des enroulements induit et inducteur sont respectivement 0,6 Ω et 40 Ω. Les pertes « constantes » sont de 400 W.

Pour un débit de 45 A, calculer :

- 1) La tension d'induit U
- 2) La puissance utile P_u
- 3) Les pertes Joule induit et inducteur
- 4) La puissance absorbée P_a
- 5) Le rendement η

Exercice 3 : génératrice à courant continu à excitation parallèle

Une génératrice shunt est entraînée à vitesse constante de 960 tr/min. Elle débite un courant de 47,5 A dans un circuit extérieur sous une tension de 115 V. Sachant que l'induit dont la résistance entre balais est 0,1 Ω porte 600 conducteurs actifs et que l'inducteur a une résistance de 46 Ω, calculer :

- 1) La force électromotrice E
- 2) Le flux utile dans l'induit ϕ
- 3) Les pertes Joule induit et inducteur
- 5) Le rendement η si les pertes constantes représentent 10% des pertes joule

Exercice 3 : génératrice à courant continu à excitation parallèle

L'induit d'une génératrice à excitation shunt est entraîné par un moteur à une vitesse de rotation de 1200 tr/min, la résistance du circuit induit est de $0,4\ \Omega$ et celle du circuit inducteur est de $125\ \Omega$; le courant fourni à la charge est de 50 A sous une tension de 250 V. Si les pertes constantes sont évaluées à 800 W, calculer après avoir fait le schéma de montage :

- 1) La résistance de la charge R_{ch}
- 2) Les courants dans les circuits inducteur et induit
- 3) La force électromotrice
- 4) Les pertes joule totales
- 5) La puissance utile
- 6) Les rendements de la machine