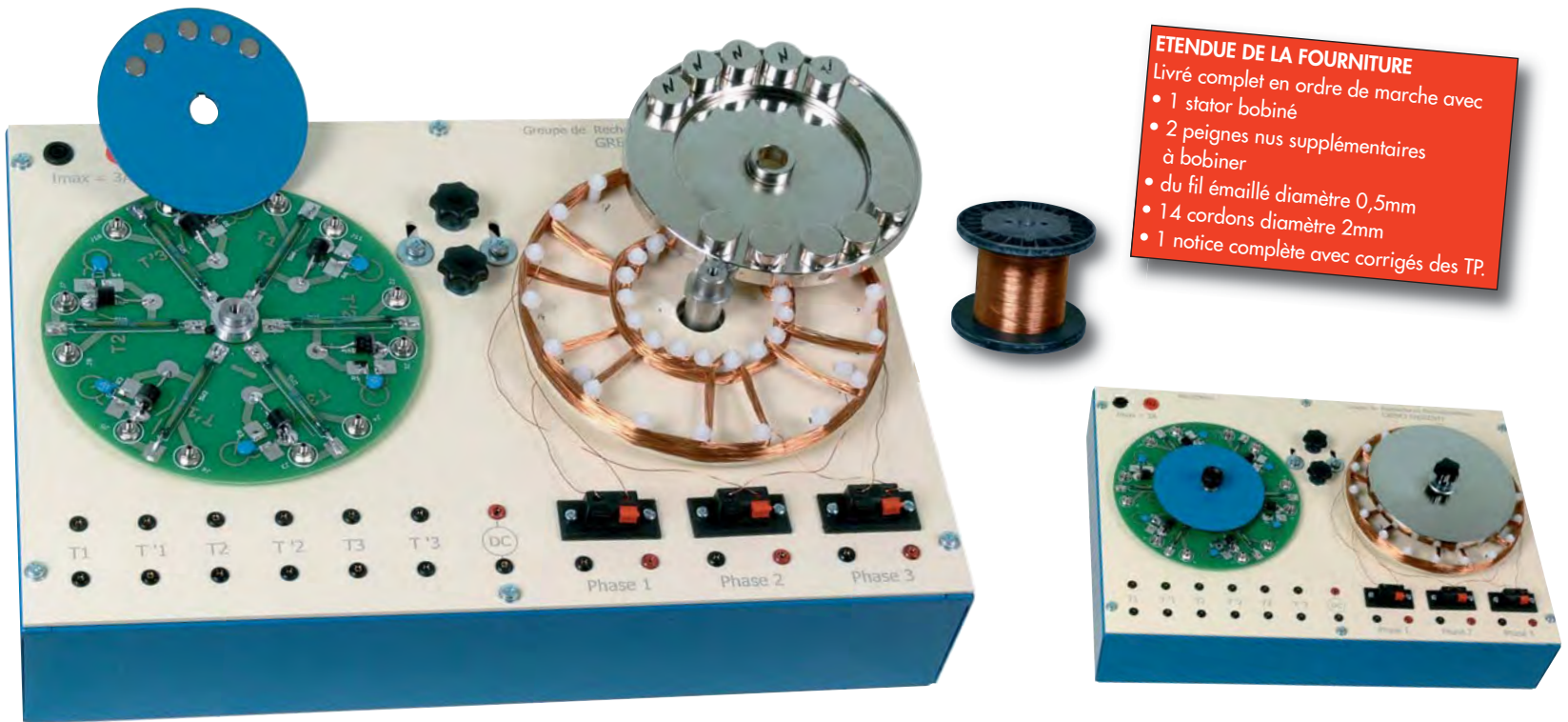




Machine synchrone autopilotée



ref. MICROMAG

MICROMAG est une maquette élaborée par le **Groupe de Recherche en Electrodynamique pour le département de Génie Electrique et Automatique de l'ENSEEIH**. A l'inverse d'une machine industrielle qui apparaît comme une boîte noire, ce moteur est entièrement ouvert, et démontable. L'élève peut en identifier chaque composant, réaliser lui-même un (des) bobinage(s) et régler le commutateur. Ce dernier utilise exclusivement des contacts secs (aucun circuit électronique complexe) afin de rendre son fonctionnement accessible à tous. A travers cette maquette, l'étudiant découvre pas à pas les différents éléments constitutifs d'une machine synchrone autopilotée, et plus généralement d'un moteur, selon deux aspects, théorique et pratique. L'approche théorique est accessible à trois niveaux d'étude : **Bac pro, IUT ou BTS, école d'ingénieurs**. Au niveau bac, le couple, la f.e.m., le nombre de spires du bobinage sont obtenus en appliquant simplement des formules. Pour l'élève ingénieur, son bagage mathématique lui permet d'établir ces relations à partir des lois de l'électromagnétisme (loi de Laplace, théorème d'Ampère, loi de Faraday), appliquées à la machine MICROMAG. MICROMAG est fourni avec un manuel rappelant l'ensemble des lois fondamentales nécessaires à la compréhension des TP. Chaque fois que nécessaire un dessin en couleurs illustre le commentaire. Les diagrammes angulaires, les chronogrammes, les schémas de principe illustrent pas à pas le fonctionnement et/ou les étapes de mise en œuvre.

En plus des TP accessibles à tous, des questions + TP pour les élèves du supérieur sont proposés, avec leurs corrigés.

La conduite de l'ensemble des TP nécessite en outre :

- une alimentation continue 30V 2A
- un oscilloscope à mémoire
- un dynamomètre
- un gaussmètre - non indispensable - permet une vérification de l'intensité du champ
- du fil émaillé pour bobiner le(s) stator(s) fourni

TP ACCESSIBLES A TOUS NIVEAUX DE FORMATION

Le moteur étant ouvert, on remarque l'entrefer, l'orientation du champ magnétique, le sens du courant, le sens de rotation, la partie de bobinage « active », la culasse.

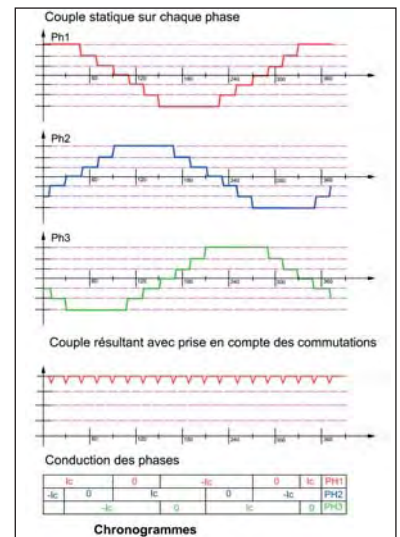
MICROMAG est utilisable en moteur ou en générateur. En faisant tourner manuellement le rotor, la machine fonctionne en générateur. L'élève relève à l'oscilloscope la f.e.m. aux bornes de deux phases. Cette tension témoigne indirectement de l'ondulation du couple lorsque la machine travaille en moteur.

EXEMPLE 1

L'élève établit pour chacune des 3 phases le diagramme du couple statique (ou des f.e.m. de chaque phase) en fonction de la position angulaire du rotor. Il en vérifie expérimentalement les valeurs en mesurant les couples à l'aide d'un dynamomètre et les f.e.m. à l'oscilloscope.

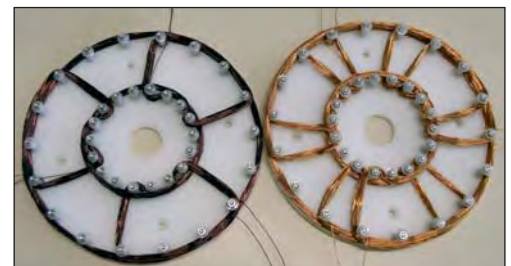
Il trace sur un graphique, et vérifie expérimentalement, les couples (respectivement les f.e.m.) lorsque 2 phases sont connectées en anti-série, ou 3 phases en anti-série et parallèle.

Il construit le diagramme d'alimentation des phases en fonction de la position angulaire du rotor.



EXEMPLE 3

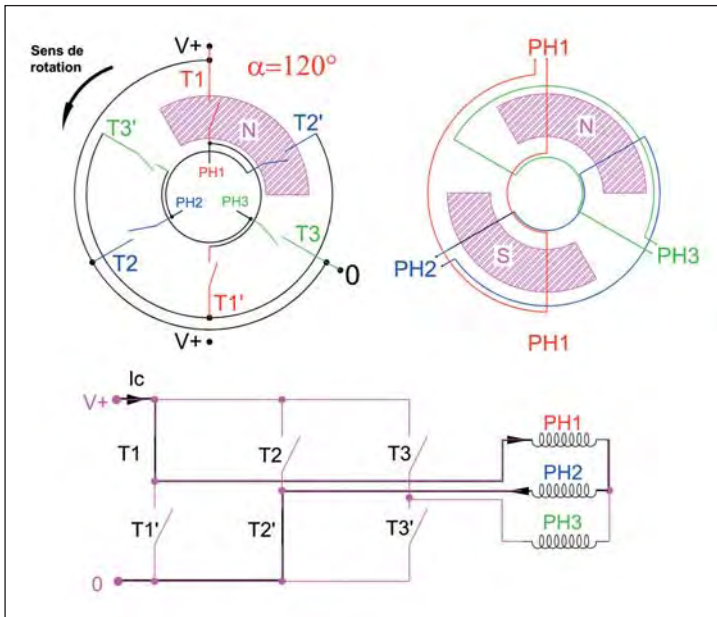
Le bobinage de MICROMAG peut comporter 1 ou 2 ou 3 encoches par pôle et par phase. L'étudiant calcule théoriquement le nombre d'encoches et de spires du bobinage pour obtenir un couple fixé par le professeur. Il réalise ensuite ce bobinage sur un peigne à l'aide de fil émaillé. Il vérifie ensuite en pratique avec un dynamomètre le couple statique obtenu.





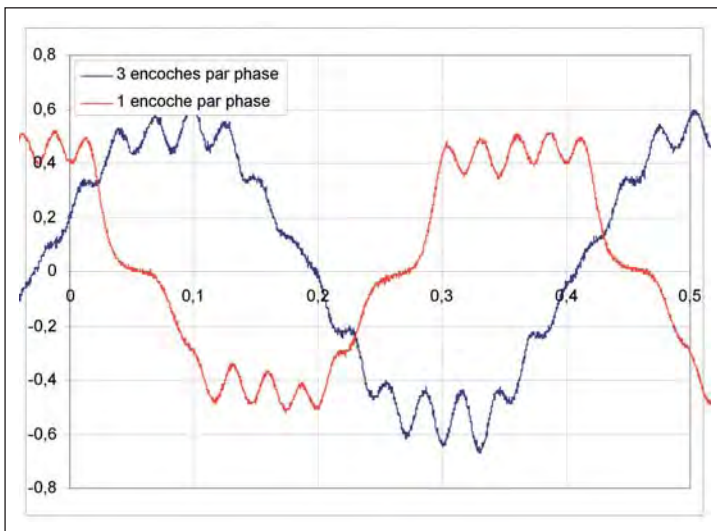
EXEMPLE 2

A partir de ces diagrammes l'élève étudie le principe du commutateur, permettant d'alimenter séquentiellement les phases d'une machine synchrone, selon la position angulaire de son rotor. Ce commutateur comprend un « capteur de position » et une « commutation électrique » réalisés dans MICROMAG par un disque tournant, synchrone du rotor, et portant des aimants. Ces derniers actionnent des interrupteurs reed, en série avec les bobinages. L'élève doit lui-même placer les aimants sur le disque du commutateur sur un secteur angulaire de 120° afin d'alimenter deux phases. Il est également possible de réaliser une commande 180° avec une phase en anti-série et les deux autres en parallèle. En actionnant manuellement le disque, il vérifie à l'ohmmètre si la séquence ouverture/fermeture des interrupteurs est bien conforme au diagramme - précédemment établi - d'alimentation des phases selon la position du rotor.



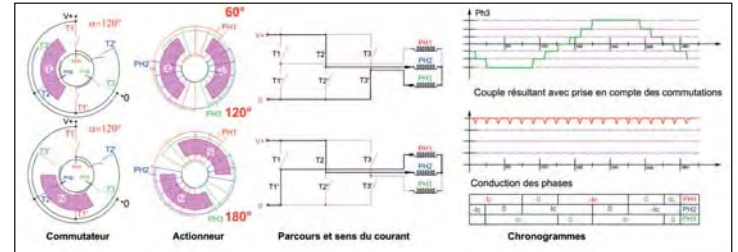
EXEMPLE 4

L'étudiant place le bobinage qu'il a réalisé dans le moteur. En alimentant manuellement une phase après l'autre, il en vérifie d'abord le branchement. Il connecte ensuite les interrupteurs du commutateur avec les trois phases du stator. En débrayant l'entraînement rotor/commutateur il vérifie que la rotation de ce dernier entraîne le rotor en synchronisme. Enfin en rétablissant l'entraînement du commutateur par le rotor il teste la machine en fonctionnement autopiloté. L'élève relève à l'oscilloscope les courants dans deux phases successives et leurs diagrammes de conduction.



EXEMPLE 5

Les TP décrits ont pour but d'attirer l'attention de l'élève sur les différentes stratégies d'alimentation, en vue de créer un champ tournant. A cet effet il dispose d'un document à compléter, où figurent les positions angulaires successives du commutateur et du rotor, l'état des interrupteurs, le courant dans les bobinages et les diagrammes angulaires pour chacune des phases. Il doit déterminer l'allure du couple pour chaque phase, et le couple résultant



TP ET QUESTIONS DIVERSES POUR NIVEAU BAC+2 ET ECOLES D'INGENIEURS

- Principe du moteur axial
- Principaux paramètres μ_a et J_a d'un aimant permanent
- Droite de recul.
- Ampères-tours d'une bobine équivalente à un aimant
- Hypothèses sur le champ et sur les matériaux
- Lois de la magnétostatique utilisées
- Calcul du champ B et comparaison avec la mesure
- Calcul du couple en moteur. Calcul de la f.e.m. en générateur.
- Relation entre f.e.m. et couple
- Calcul d'un nombre de spires pour un couple donné
- Forme d'onde de la f.e.m. pour un bobinage à une encoche
- Forme d'onde du couple pour un bobinage à une encoche
- Calcul de la résistance d'une phase. Vérification pratique.
- Pour chaque stratégie d'alimentation des phases
 - établir les séquences d'ouverture et fermeture des interrupteurs
 - câbler le circuit de commande.
 - déterminer à partir des formes d'onde des couples de chaque phase la forme d'onde des courants et du couple résultant
 - déterminer l'arc polaire optimal

DYNAMOMETRE FG5000

- Calibre 5000 gf
- Résolution : 1gf
- Précision 0,2% + 1dgt
- Arrêt automatique
- Dimensions 240x80x40mm
- Poids : 440g

ref. FG5000



GAMME MOTEURS DÉMONTABLES

PRODUIT ASSOCIÉ CONSEILLÉ