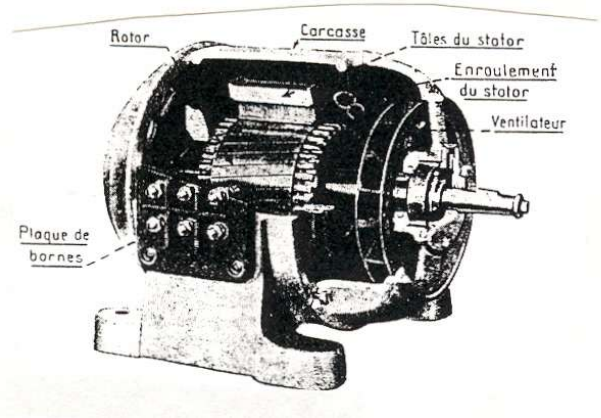


LE MOTEUR ASYNCHRONE

1. Généralité :

Les moteurs asynchrones à cage sont les plus utilisés pour l'entraînement des machines, en raison de leurs robustesses, simplicité d'entretiens, facilité de mise en œuvre et prix.



2. principe de fonctionnement :

Le principe de fonctionnement du moteur asynchrone repose sur la création de courant induit dans un conducteur lorsque celui-ci coupe les lignes de force d'un champ magnétique, d'où le nom de « moteur à induction »

2.1. Champ magnétique tournant au stator :

Pour simplifier nous envisageons le cas d'un stator bipolaire. Le bobinage est schématisé figure 1 ; les axes des bobines correspondant aux trois phases sont à 120° l'une de l'autre.

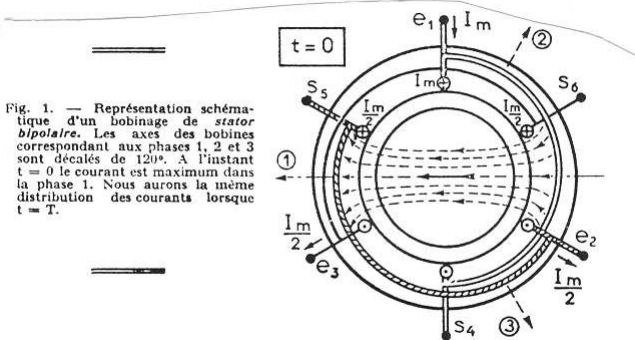


Fig. 1. — Représentation schématique d'un bobinage de stator bipolaire. Les axes des bobines correspondant aux phases 1, 2 et 3 sont décalés de 120° . A l'instant $t = 0$ le courant est maximum dans la phase 1. Nous aurons la même distribution des courants lorsque $t = T$.

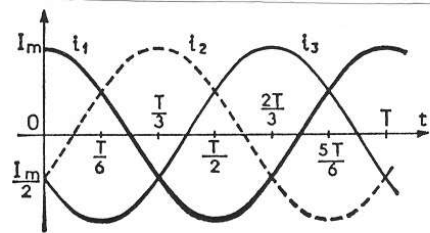


Fig. 2. — Représentation de la variation en fonction du temps des courants dans les phases 1, 2 et 3. Lorsque le courant est maximum dans une phase, il est égal à $I_m : 2$ et de sens contraire dans les deux autres phases.

Ces bobines sont parcourues par des courants triphasés. Si nous choisissons comme origine des temps l'instant où l'intensité est maximum dans la phase 1 ; les courants étant compté positivement dans le sens entrée sortie des bobines .

Lorsque nous examinons la distribution des conducteurs à la périphérie de l'entrefer, nous constatons qu'ils engendrent un champ magnétique dirigé selon l'axe de la bobine 1.

L'évolution de l'amplitude des courants dans le temps entraînent une rotation de 60° du champ magnétique (figure 4). L'ensemble effectue un tour sur une période.

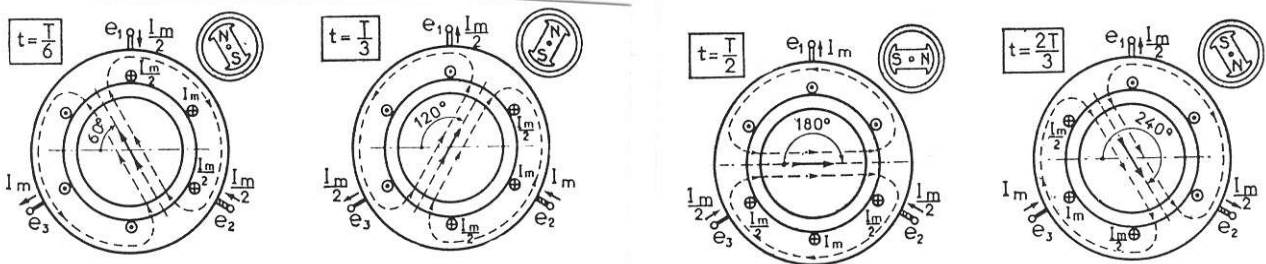


Fig. 4 -5-6 et 7. — A l'instant $T : 6$ les courants ont tourné de 60° par rapport à la figure 1 (temps $t = 0$) ; le champ magnétique aussi. La distribution des courants dans les conducteurs tourne régulièrement de 60° en $1/6$ de période. Remarque que les lignes d'induction entourent les conducteurs parcourus par des courants de même sens. Il en est de même sur la figure 3.

Pour une machine bipolaire, à la fréquence de 50 périodes par seconde (Hz), la vitesse de rotation est de 50 tr/s, soit 3000 tr/mn. On définit ainsi la vitesse de rotation de synchronisme Tel que :

$$\Omega_s = \frac{2 \times \pi \times f}{p}$$

avec Ω_s = vitesse en rd/s , f = fréquence des courants statorique en Hz et p = nombre de paires de pôles de la machine

Si on intervertit les courants dans les bobines 2 et 3, on se rend compte facilement que le champ tournant tourne en sens inverse du cas précédent.

2.2. Production des courants induits au rotor

Les conducteurs du rotor, balayés par le champ tournant d'entrefer produit par les enroulements du stator, sont siège de f.e.m induites, *Le rotor étant en court circuit, ces f.e.m produisent des courants induits.*

Ces courants placés dans le champ tournant sont soumis à des forces électromagnétiques. Ces forces produisent un couple qui fait tourner le rotor. Le sens de rotation est tel que, d'après la loi de Lenz, *la rotation s'oppose à la cause qui lui donne naissance.* Cette cause est le déplacement du champ par rapport aux conducteurs du rotor. *Le rotor tourne donc pour rattraper le champ, soit dans le même sens que le champ. ; car il n'y aurait plus déplacement du champ par rapport au rotor, donc plus de courants induits et plus de couple moteur.*

C'est parce que le mouvement du rotor n'est pas synchrone a celui du champ que le moteur est dit asynchrone.

On définit la vitesse de rotation du rotor par rapport à la vitesse du champ tournant :

$$\Omega = (1 - g) \times \Omega_s$$

avec g = glissement ($0 \leq g \leq 1$)

Le rotor n'a aucune liaison conductrice avec le stator, il constitue en quelque sorte le secondaire d'un transformateur dont le primaire serait le stator. Comme dans un transformateur les courant induit dans le secondaire (rotor) ont une action magnétisante :

Le champ magnétique d'entrefer et crée par l'action simultanée des ampères tour du stator et du rotor.

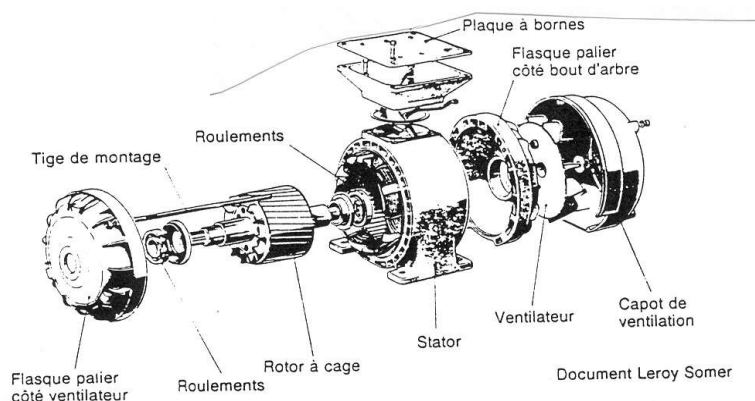
Le champs d'entrefer étant indépendant de la charge ,il garde la même vitesse et la même amplitude que l'on soit a vide ou en charge. Au démarrage, le champ n'est crée que par les courant statorique, ceux-ci sont important puis leur amplitude décroît a fur est à mesure que les courant rotorique deviennent de plus en plus grand.

Michael Faraday (1791-1867) Physicien anglais né a Newington. Il a énoncé les lois de l'électrolyse, et découvert les phénomènes d'induction électromagnétique

Henri Frédéric Lenz (1804-1865) physicien balte né a Petrograd (devenu Leningrad en 1924) auteur en 1833 de la loi qui donne le sens du courant induit.

Léon Foucault (1819-1868) physicien français né a Paris,, .il inventa le gyroscope, démontra le mouvement de rotation de la terre grâce au pendule, et découvrit les courants induits dans les masses métalliques.

3. Constitution :



3.1. Solution commune au stator et au rotor :

- canalisation du flux par des tôles magnétiques placées dans le sens radial. Utilisation de tôle mince en acier au silicium, d'épaisseur 0,35 à 0,5 mm. Les tôles sont isolées entre elles par oxydation ou par vernis isolant. Le « feuilletage » du circuit magnétique permet de réduire les pertes par hystérésis et courant de Foucault.

3.2. le stator :

Une carcasse en fonte ou en alliage léger renferme la couronne de tôle mince. Les tôles sont munies d'encoches dans lesquelles prennent place les enroulements statoriques. Chaque enroulement est constitué de plusieurs bobines. Pour les faibles et moyennes puissances, on emploie de préférence l'enroulement à bobine enchevêtrée (ou imbriquée). Pour les moteurs de forte puissance ou haute tension, on utilise un enroulement à phases séparées à deux étages (ou ondulé).

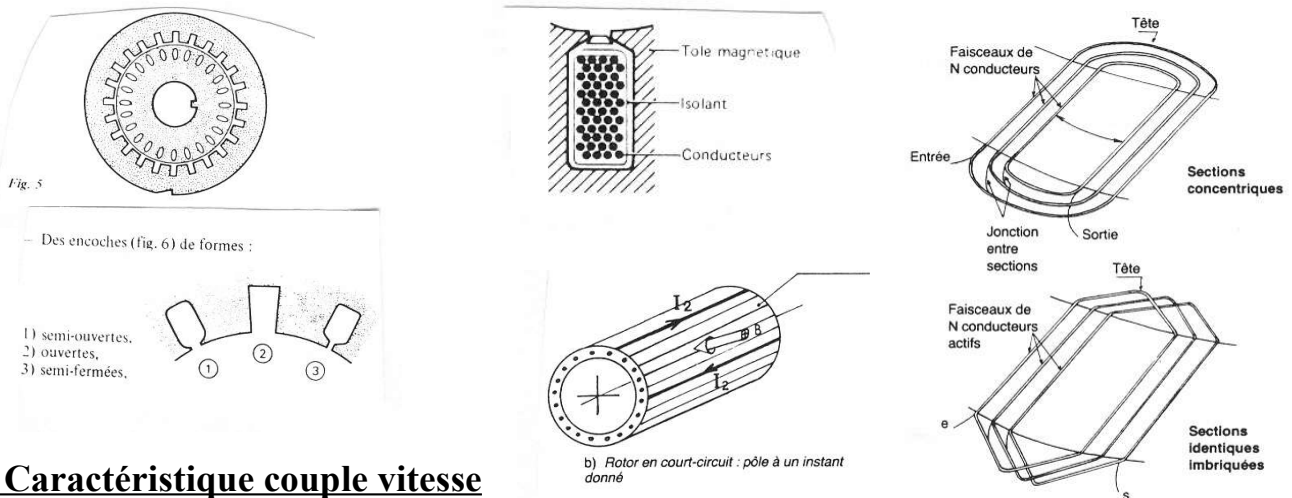
Le mode de couplage de ces bobines entre elles définit le nombre de paires de pôles du moteur, donc sa vitesse de rotation.

3.3. le rotor :

Les encoches sont inclinées par rapport à l'axe longitudinal pour améliorer le démarrage et obtenir un couple constant. Dans les encoches sont logées des barres, la plupart du temps en aluminium coulé, reliées entre elles à chaque extrémité par un anneau métallique.

Les barres reliées entre elles par les 2 anneaux constituent « la cage d'écurie ».

L'entrefer entre le rotor et le stator est le plus réduit possible, de l'ordre de 0,3 à 0,4 mm pour les puissances inférieures à 10 kW.



4. Caractéristique couple vitesse

$$C = \frac{2 \times C_m}{\frac{g}{g_m} + \frac{g_m}{g}}$$

C = couple électromagnétique

$$C_m = 3 \cdot p \cdot V^2 / 2 \cdot l_2 \cdot (2\pi f)^2$$

$$g_m = R_2 / l_2 \cdot 2\pi f$$

R_2 = résistance des conducteurs du rotor

l_2 = Inductance de fuite du rotor

C_d = couple de démarrage

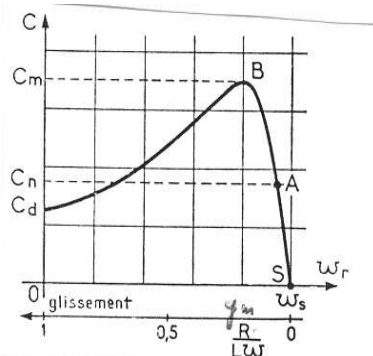
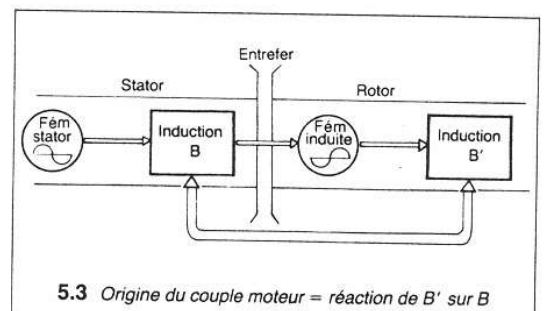


Fig. 12. — Variations du couple d'un moteur asynchrone en fonction de sa vitesse ω_r ou en fonction du glissement g ; les deux échelles ω_r de 0 à ω_s et g de 1 à 0 sont en sens inverses.

5.8 Bobines à sections concentriques et imbriquées



5.3 Origine du couple moteur = réaction de B' sur B

5. moteur à double cages et moteur à encoche profonde :

5.1. moteur à double cage :

Le stator n'a rien de particulier.

Le rotor possède deux cages d'écureuil concentrique qui n'ont pas toujours le même nombre de barres.

La cage extérieure est plus résistante que l'autre, (5 à 6 fois plus).

Les encoches sont percées très près de l'entrefer, elles ne sont pas fermées : l'inductance des barres qui y passe est faible.

La cage intérieure est peu résistante . les barres sont entourées par le fer du rotor : leur inductance est grande.

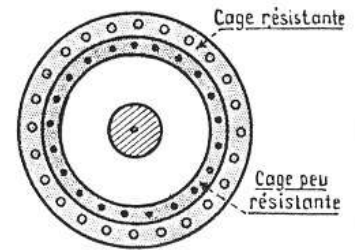


Fig. 8.
Rotor de moteur à double cage.

Au début du démarrage , c'est la cage extérieure qui joue le rôle principal. Elle produit, parce qu'elle est résistante sont couple maximum quand le glissement est grand.

En marche normale, la pulsation des courants dans le rotor, proportionnel au glissement, est faible : l'inductance de la cage intérieure n'a plus qu'une faible valeur, les courants y sont intenses et c'est cette cage qui produit surtout le couple.

La pointe d'intensité de démarrage direct dans un moteur à double cage est plus faible que pour un moteur à cage simple. Ces types de moteurs conviennent pour les démarrages en charge ou pour la commande d'engins à grande inertie

5.2. moteur à encoches profondes :

On substitue de plus en plus au moteur à double cage, le moteur à encoches profondes de même caractéristiques mais de fabrication plus simple.

Son principe est l'accroissement de la résistance de la résistance apparente d'un conducteur rectangulaire (étroit et profond)

lorsqu'il est parcouru par un courant alternatif et noyé dans du fer.

Cet accroissement est très marqué au décollage. La forme trapézoïdale accroît l'effet d'augmentation, pour des facilités de fabrication, on juxtapose deux barres rectangulaires de hauteurs différentes

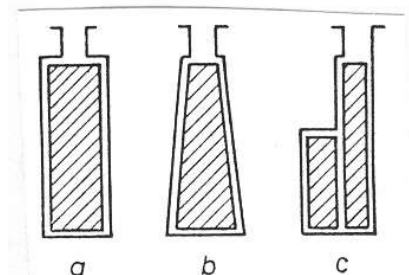


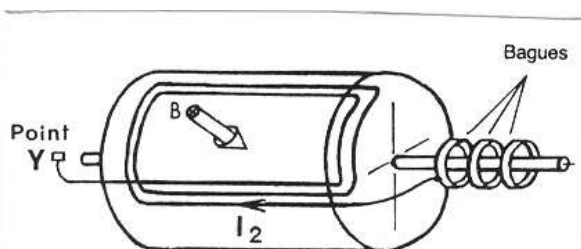
Fig. XII-13.

6. moteur à rotor bobiné (moteur à bagues) :

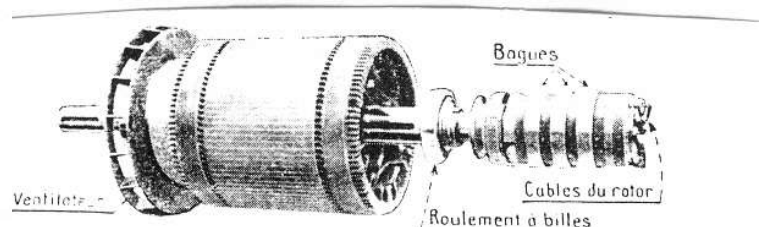
On remplace les barres de la cage au rotor par un bobinage associé a des

bagues et balais pour avoir un accès extérieur et pouvoir ainsi contrôler la valeur des courants rotorique.

Le rotor est généralement bobiné en barre à enroulement imbriqué.



a) Rotor bobiné : vue d'une bobine et du pôle à un instant donné



— Rotor bobiné. Les trois câbles connectant les enroulements rotoriques aux bagues passent à l'intérieur de l'arbre.

Les moteurs à rotor bobiné sont construits surtout pour les moyennes et grandes puissances