

ALTERNATEUR , MOTEUR SYNCHRONES

1. Alternateur :

C'est un Générateur synchrone triphasé

Pour les alternateurs de grandes puissance, l'induit est fixe et se situe au stator et l'inducteur alimenté en courant continu est mobile. Pour cette inducteur , il existe deux forme : rotor à pôles saillant pour les faible vitesse et à pole lisse (turbo alternateur) pour les vitesse importante.

1.1. Description d'un alternateur à pôles saillant .

Inducteur (partie mobile). Il est formé de noyaux polaire dont la forme est calculer pour donner une F.e.m . sinusoïdal, fixé sur la jante d'un volant en acier. Ces noyaux sont entouré de bobines connecté en série recevant du courant continu par deux frotteur fixes et deux bagues isolé tournant avec le rotor. Les pôles sont alternativement nord et sud.

De l'hydrogène froid est admis dans le fut du rotor, circule par des canaux axiaux située sous les tête de bobine et est déchargé dans l'entrefer par des événements latéraux.

Induit (partie fixe). La carcasse contenant le stator est une structure en tôle mecasoudé capable de résisté a la pression développé par l'explosion du mélange air hydrogène

Le stator est un assemblage de tôles magnétiques à cristaux orientés isolées entre elles par émaillage au four pour limité les courant de Foucault.

Pour atténuer la transmission des vibration radiales de la carcasse et au fondation (vibration de fréquence 100 Hz) les barreaux d'empilage de tôle sont fixé a la carcasse par un dispositif découpeur de vibration.

Un écran de cuivre protège du flux magnétique développé par les tête de bobines.

Chaque encoche reçoit deux barre isolée pour la tension maximum de phase (20 à 30 kV) à l'aide d'un ruban constitué de soie de verre et de papier mica, préimprégné au moyen de résine synthétique époxydes.

L'enrubanage est polymérisé a chaud et sous pression.

Les barre sont constitué par un ensemble de brin de cuivre mixte plein et creux. Le conducteur creux autorise la circulation de l'eau de refroidissement, la température de l'eau est limité a 85°C.

Chaque phase comprend deux enroulement en parallèle et les 3 phases sont couplé en étoile. Les bornes de sortie sont logé dans un caisson refroidie par circulation d'hydrogène

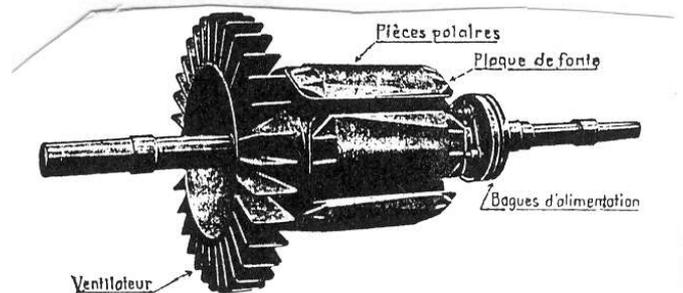


Fig. 17. — Rotor de l'alternateur des figures 15 et 16. Remarquer la forme des surfaces polaires, des deux bagues amenant le courant d'excitation et le ventilateur cûlé sur l'arbre.

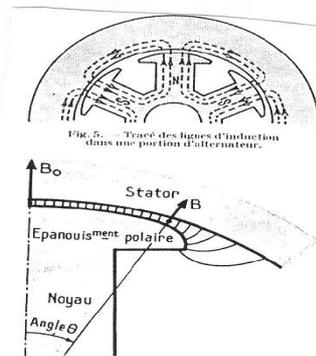


Fig. 5. — Tracé des lignes d'induction dans une portion d'alternateur.

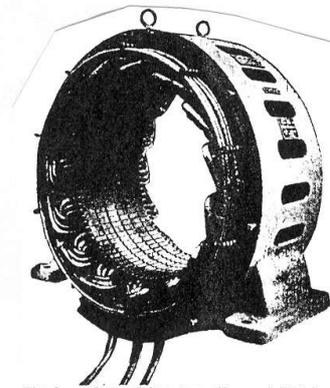


Fig. 3. — Stator d'alternateur. Observez à l'intérieur du bâti en acier coulé l'anneau formé de tôles empilées, avec des intervalles de ventilation; et dans les encoches à l'intérieur de cet anneau l'enroulement mobile.

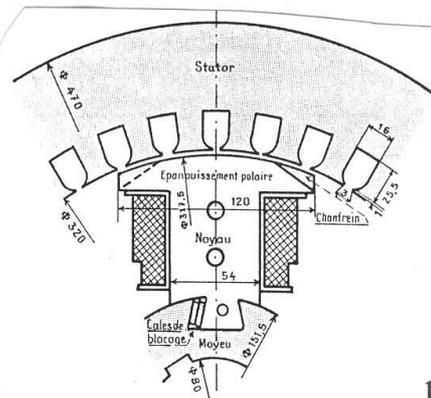


Fig. 15. — Stator et rotor d'un alternateur de 50 kVA à 6 pôles.

1.2. description du turbo alternateur (alternateur a pole lisse)

Le stator est à peu près identique à celui d'un pôle saillant

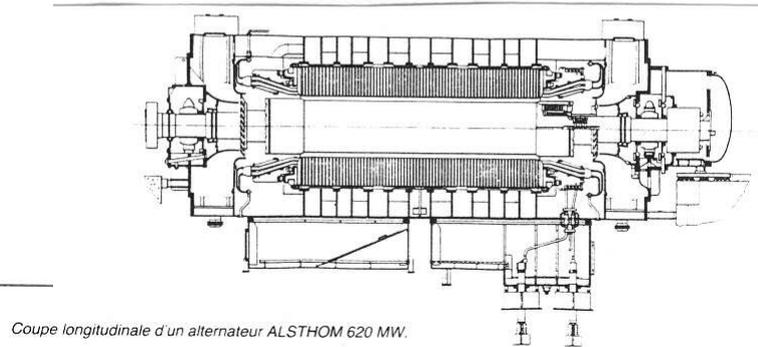
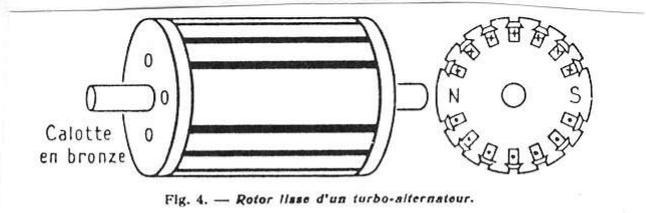
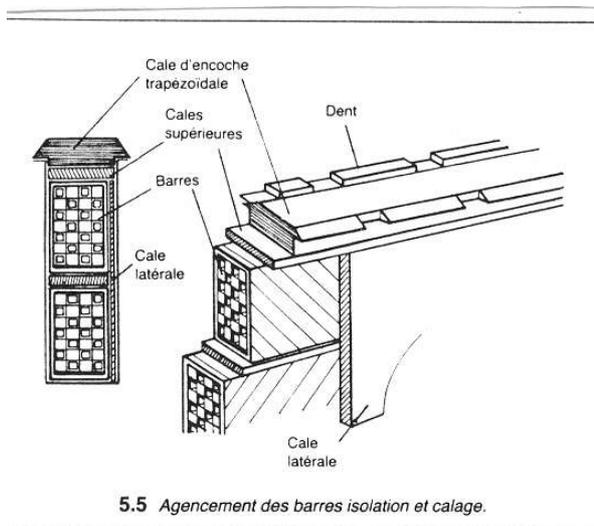
Le rotor est un arbre usiné dans une pièce de forge unique en acier au nickel chrome. (250 tonne).

Dans cet arbre des entailles constituent les encoches qui reçoivent les enroulements bipolaires inducteurs, dont le nombre et la disposition déterminent la forme sinusoïdale de la f.e.m.

Ces enroulements sont disposés en bobines concentriques de conducteurs plats en cuivre, isolés entre spires par des entretoises à base stratifiée en verre époxy.

Le rotor est muni d'un enroulement amortisseur formant une cage d'écureuil complète analogue au MAS. La cage de l'amortisseur canalise une grande partie des courants de fréquence supérieure, induits à la surface du rotor, elle permet de réduire les pertes et autorise en partie le fonctionnement en régime déséquilibré.

Les turbo alternateurs ont un diamètre relativement faible (1 m) pour une grande longueur (6 m) ce qui les oblige à être constamment en rotation.



1.3. Fonctionnement d'un alternateur

Un courant continu passe dans l'inducteur et aimante les pôles. L'induction dans l'entrefer est radiale. La courbure de la surface des pièces polaires lorsqu'elles sont saillantes ou la répartition des conducteurs dans les encoches lorsque les pôles sont lisses fait que l'on obtient une répartition sinusoïdale de l'induction magnétique.

Lorsque l'inducteur tourne, il entraîne avec lui le champ magnétique, on obtient un champ magnétique tournant. Par suite de sa rotation le champ inducteur coupe les conducteurs de l'induit. Une f.e.m. est induite dans chaque conducteur. Puisque la vitesse est constante, la f.e.m. induite dans un conducteur à un instant donné est proportionnelle à l'induction dans l'entrefer en face du conducteur à cet instant.

L'induction magnétique ayant une répartition sinusoïdale le long de l'entrefer, la f.e.m. induite est une fonction sinusoïdale du temps.

2. Moteur synchrone

2.1. Principe de fonctionnement, expérience

3 bobines identiques sont disposées de sorte à créer un champ tournant lorsqu'elles sont alimentées par un courant triphasé.

Sur l'axe, on place une aiguille aimantée. Elle reste immobile.
Lançon la dans le même sens que le champ tournant, lorsque sa vitesse initiale atteint celle du champ tournant, elle « s'accroche » et continue de tourner.

Lancer dans l'autre sens, sa rotation s'arrête.

Un alternateur triphasé est donc réversible, mais un couple moteur ne peut se produire que si le rotor tourne à la même vitesse que le champ tournant, c'est pourquoi on le nomme *moteur synchrone*

2.2. constitution :

Son stator est identique à celui d'un moteur asynchrone ou à celui d'un alternateur à pôle lisse pour les fortes puissances.

Son rotor est le même que les alternateurs à pôles lisses, toutefois pour les faibles puissances, il est constitué d'un aimant permanent.

La propriété essentielle de ces moteurs est d'avoir une *vitesse constante* et ce jusqu'au couple de décrochage

2.3 Démarrage d'un moteur synchrone

Le moteur synchrone ne possédant un couple non nul qu'à la vitesse de synchronisme, il ne pourra pas démarrer en « moteur synchrone » directement sur le réseau d'alimentation.

Solution :

- Entraîner la machine en alternateur à vide grâce à un moteur auxiliaire jusqu'à la vitesse de synchronisme.
- Alimenter le moteur à fréquence variable (variateur de vitesse).
- Démarrer la machine en moteur asynchrone en utilisant la masse de la roue polaire et les conducteurs inducteurs câblés en court circuit pour constituer un rotor de machine asynchrone bobiné.

Généralement, on combine ensemble les deux derniers procédés.

3. Moteur synchrone à aimant

Le stator reste identique. Le rotor ou roue polaire possède le même nombre de pôle que le stator produit le flux inducteur. Pour éviter tous contact frottant, on place des aimants permanents de type terre rare en forme de tuile sur une jante en fer doux ou sectoriellement.

Ce type de moteur est généralement associé à un capteur de position et de vitesse monté sur l'arbre et à un onduleur triphasé pour alimenter les enroulements du stator, on parle alors de *moteurs synchrone autopiloté*, l'ensemble se comporte alors comme un moteur à courant continu sans balais.

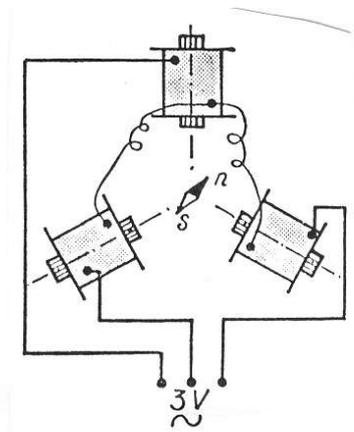
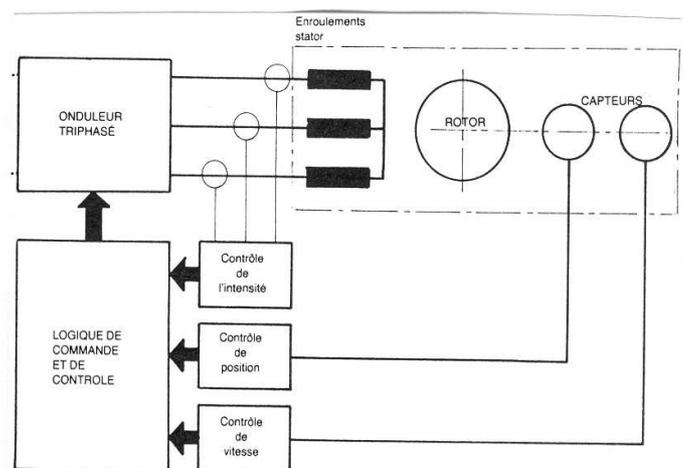


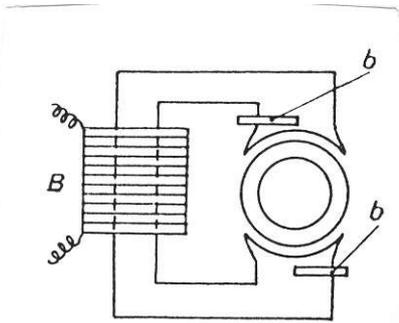
Fig. 2. — Les trois bobines à 120°, parcourues par des courants triphasés, font tourner l'aiguille aimantée après qu'on l'a lancée dans le sens convenable.



7.2 Alimentation d'un moteur synchrone autopiloté.

4. Micromoteur synchrone à hystérésis

moteur de puissance de l'ordre du watt, utilisé en horlogerie, dans les appareils photographique et les magnétophones



Le stator est constitué par un circuit magnétique parcouru par un flux alternatif du a une bobine. Ce flux par l'action de deux bagues de déphasage b (spires de Frager) se comporte comme un flux glissant vis-à-vis d'un rotor annulaire massif. Celui-ci est constitué par un matériau magnétique a large cycle hystérésis. L'hystérésis crée un couple ainsi que des courants de Foucault (uniquement dans la marche asynchrone) induit dans la masse du rotor. Le rotor approche ainsi de très près la vitesse synchrone. Il se polarise et devient aiment unidirectionnel pendant un temps assez long pour s'accrocher spontanément. En surcharge, il décroche, mais se raccroche automatiquement dès que la surcharge a disparu.

Quelques repères historiques :

1820 *Hans-Christian Oersted* (1777 1851), physicien danois, découvre l'existence du champ magnétique créer par un courant.

1832 *Hypolyte Pixii* (1776 1861) construit un générateur de courant alternatif en faisant tourner un aimant permanent en regard d'un solénoïde.

1882 *Nikola Tesla* (1856 1943), physicien yougoslave puis naturalisé américain, crée un champ magnétique tournant, la base de toutes les machines tournantes alternatives et développe le principe de la distribution électrique en alternatif, Améliore le transformateur de *Lucien Gaulard*. En 1883, il fabrique le premier moteur a induction (asynchrone).

Autres célébrités :

Werner von Siemens (1816-1892) Industriel allemand, inventeur de la première dynamo, Il construit la première locomotive électrique en 1879. Il fonda en 1847 avec J.H Halske la firme Siemens.

Zenobe Gramme (1826 1901) Menuisier belge, développe et perfectionne la génératrice a courant continu.

Pierre Simon de Laplace, (1749 - 1827) Mathématicien et astronome français. Ses travaux ont essentiellement porté sur les probabilités et la mécanique céleste.(Transformée de Laplace, Force de Laplace)

Joseph Fourier, (1768-1830) Mathématicien français qui donna son nom au théorème sur les fonctions sinusoïdales et sur les séries géométriques (série de Fourier).

Réflexion d'Hubert Rebas : Les gastronomes savent bien que lorsque l'on rencontre un panier à salade, les poulets ne sont pas loin.