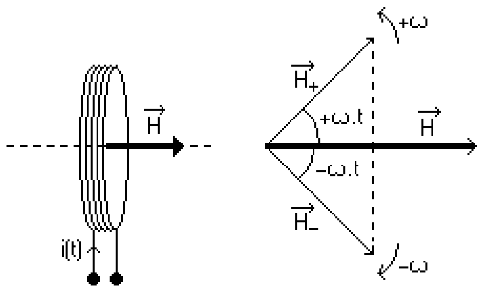
Machines à courant alternatif

I. Rappel sur les champs tournants.

Nous allons définir la notion de champ tournant. Ces champs sont à la base du principe de fonctionnement des machines électriques tournantes à courants alternatifs. Nous allons nous intéresser à la façon de produire de tels champs à partir d'un courant alternatif, puis à partir d'un système triphasé équilibré de courants.

I.1. Théorème de Leblanc.

Considérons un bobinage d'axe Ox parcouru par un courant $i(t) = I.\sqrt{2}.\cos(\omega.t)$. Ce dispositif permet de créer un champ sur l'axe Ox défini par $\vec{H} = H_m.\cos(\omega.t).\vec{u}_x$



Considérons deux champs H_+ et H_- de norme constante $H_m/2$ qui tournent en sens inverse à des vitesses ω et -ω. On constate alors que

$$\vec{H}_+ + \vec{H}_- = \left[\frac{H_m}{2}.\cos(\omega t).\vec{u}_x + \frac{H_m}{2}.\sin(\omega t).\vec{u}_y\right] + \left[\frac{H_m}{2}.\cos(-\omega t).\vec{u}_x + \frac{H_m}{2}.\sin(-\omega t).\vec{u}_y\right]$$

soit

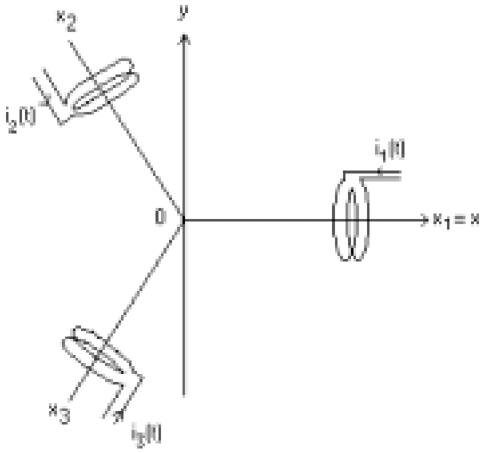
$$\vec{H}_+ + \vec{H}_- = H_m.\cos(\omega t).\vec{u}_x = \vec{H}$$

<u>Théorème de Leblanc:</u> Un bobinage alimenté par un courant $i(t) = I.\sqrt{2}.\cos(\omega.t)$ crée un champ $\vec{H} = H_m.\cos(\omega.t).\vec{u}_x$ qui est équivalent à la somme de deux champs de norme constante $H_m/2$ qui tournent en sens inverse aux vitesses ω et -ω.

<u>Conclusion:</u> Ce théorème permet de comprendre comment obtenir un champ tournant au moyen d'un seul bobinage. Nous verrons que cela permet d'expliquer le fonctionnement des machines monophasées.

I.2 Théorème de Ferraris.

Considérons trois bobinages répartis dans l'espace de telle sorte que l'on passe de l'un d'entre eux à son voisin par une rotation de centre O et d'angle 2π/3. Ces bobinages sont alimentés par un système triphasé équilibré de courants. La structure se présente sous la forme suivante



Courant et champ H résultant étant proportionnels, on a les champs suivants, dans l'axe de chaque bobine:

$h_1(t) = H.\cos(\omega.t)$ dans la direction Ox_1.

$h_2(t) = H.\cos(\omega.t - \frac{2.\pi}{3})$ dans la direction Ox_2.

$h_2(t) = H.\cos(\omega.t - \frac{4.\pi}{3})$ dans la direction Ox_3.

En travaillant en complexes pour faire une somme de vecteurs, on va alors avoir

$$\begin{cases} \overline{h_1} = H.\cos(\omega t).e^{j.0} \\ \overline{h_2} = H.\cos(\omega t - \frac{2.\pi}{3}).e^{j.\frac{2.\pi}{3}} \\ \overline{h_3} = H.\cos(\omega t - \frac{4.\pi}{3}).e^{j.\frac{4.\pi}{3}} \end{cases}$$

Globalement, on trouve que

$$\overline{h(t)} = \overline{h_1(t)} + \overline{h_2(t)} + \overline{h_3(t)} = \frac{3}{2}.H.e^{j.\omega.t}$$

La partie réelle donne la composante suivant l'axe Ox et la partie imaginaire la composante suivant l'axe Oy. On trouve donc un champ H qui tourne dans le plan Oxy autour de O.

<u>Théorème de Ferraris.</u>

Trois bobinages décalés de $2\pi/3$, alimentés par des courants sinusoïdaux triphasés équilibrés de pulsation ω permettent de créer un champ tournant à la vitesse ω. Ce champ, équivalent à un rotor fictif, passe par l'axe d'une bobine quand le courant y est extremum.

rq: Si on inverse deux phases, le sens de rotation est inversé. C'est de cette façon qu'on modifiera le sens de rotation de la machine.

rq: On ne s'est intéressé qu'à la résultante de la composante des champs créés dans l'axe des bobinages. Dans la pratique, on ne peut se contenter de s'intéresser à un champ tournant uniquement au voisinage du point O. De par la structure des machines (entrefer fin entre rotor et stator ferromagnétiques), le champ tournant va se retrouvé localisé dans l'entrefer (si le matériau est de perméabilité quasi infinie, H est quasi nul dans les parties ferromagnétiques). De plus, en répartissant les bobinages du stator judicieusement, on va pouvoir faire en sorte que la composante radiale de H dans l'entrefer évolue sinusoïdalement en fonction de la position angulaire θ à un instant donné.

II. Machine synchrone.

- La machine synchrone est un système électrique permettant de convertir de l'énergie mécanique en énergie électrique (génératrice) et inversement (moteur).
- C'est ce type de machine qui fournit l'énergie électrique appelée par le réseau de distribution dans les centrales électriques (on parle d'alternateur). Elle a également été utilisée en traction ferroviaire (rôle moteur) dans le TGV atlantique…
- Néanmoins, on la rencontre peu dans les applications domestiques, car elle est plus coûteuse à fabriquer et moins robuste que la machine asynchrone que nous verrons par la suite et elle ne peut pas démarrer simplement de façon autonome...

II.1. Structure.

Comme dans toutes les machines tournantes, on distingue la partie fixe appelée stator, de la partie tournante appelée rotor. Le stator permet de créer un champ tournant au moyen de courants alternatifs alors que le rotor va créer un champ continu qui va tourner lors de la rotation de la machine. Le couplage entre les deux champs nous permettra d'expliquer le fonctionnement du système.

II.1.1 Le rotor.

Le rotor va permettre de créer un moment magnétique **M**, soit à partir d'un aimant permanent (matériau dur) soit à partir d'un bobinage. Dans les deux cas, le rotor comprend un circuit magnétique (matériau doux) qui permet de canaliser le flux, afin d'avoir un meilleur couplage possible entre rotor et stator.

rq: Nous verrons que, quand la machine fonctionne, le rotor tourne à la même vitesse que le champ tournant créé par le stator. Il n'y a donc pas de phénomènes inductifs à prendre en compte dans la partie massive du rotor, qui n'a pas besoin d'être feuilleté (fabriqué à partir de tôles isolées), ce qui augmente la solidité de l'ensemble.

rq: On distingue les machines à pôles lisses, pour lesquelles l'ensemble rotor-stator présente une réluctance pratiquement constante, des machines à pôles saillants pour lesquelles cette réluctance varie notablement.

II.1.2. Le stator.

Il porte le bobinage triphasé qui permet de créer un champ tournant.

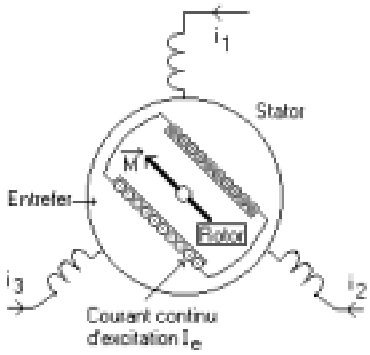
rq: Contrairement au rotor, le stator est siège de variations temporelles de flux magnétique. Pour éviter les courants de Foucault, il va devoir être **feuilleté** (Cf cours sur le transfo).

rq: la partie séparant rotor et stator est appelé **entrefer**.

rq: les stators sont conçus (circuit magnétique, bobinages…), de telle sorte que le champ créé dans l'entrefer soit radial à répartition spatiale sinusoïdale, i.e. qu'il soit de direction radiale, quelle que soit la position angulaire dans l'entrefer et qu'à tout instant, il prenne le plus possible la forme d’une fonction sinusoïdale de la position angulaire. De ce fait, on évite de créer des champs tournants harmoniques qui sont préjudiciables au bon fonctionnement des machines (pertes supplémentaires occasionnées au rotor…).

II.1.3. Vue d'ensemble.

Sur la figure suivante, nous nous sommes placés dans le cas particulier d'une machine à pôles saillants à excitation bobinée.



• Dans le cas d'une machine à aimants, il n'y a plus de bobinage au rotor (ce qui simplifie la réalisation de la machine).

• Dans le cas d'une machine à pôles lisses, le rotor est pratiquement cylindrique.

rq: La réalisation du bobinage au stator est très complexe. En fait, le bobinage d'une phase est réparti dans des encoches réalisées sur toute la surface en regard avec le rotor. La position et le nombre de conducteurs des encoches sont calculés pour obtenir un champ à répartition spatiale sinusoïdale.

II.1.4. Remarque sur la vitesse de rotation.

Sur la figure, nous avons supposé que la machine ne fonctionnait qu'avec deux pôles (1 nord et 1 sud). Dans la pratique, pour limiter la vitesse des machines, on peut augmenter le nombre de paires de pôles. Nous verrons que la vitesse de rotation Ω de la machine est proportionnelle à la pulsation ω des courants au stator et que la relation entre elles est

$$\boxed{\Omega = \frac{\omega}{p}}$$

où p est le nombre de paires de pôles de la machine.

Pour une machine à 1 paire de pôles alimentée par des courants à 50 Hz, on a $\Omega=100.\pi$ rad/s soit 3000 t/min. Pour une machine à 2 paires de pôles, la vitesse de rotation sera de 1500 t/min.

rappel: 1 t/min = $2.\pi/60$ rad/s

II.2. Condition d'existence d'un couple moyen non nul.

Pour mettre en évidence les différentes conditions pour mettre la machine synchrone en rotation, on va procéder de la façon suivante:

- On alimente le circuit stator par des courants qui forment un système triphasé équilibré de pulsation ω_0 (on supposera que la machine n'a qu'une paire de pôles pour simplifier).

- On lance le rotor à la vitesse ω (nous verrons plus tard que la machine synchrone ne peut pas démarrer de façon autonome).

On va alors distinguer deux cas:

• si $\omega\neq\omega_0$, alors le moment magnétique créé au rotor **M** et l'induction **B** résultant du champ tournant créé par le stator **H** ne tournent pas à la même vitesse. Ils vont faire entre eux un angle θ qui va varier au cours du temps. On aura $\theta(t)=(\omega_0-\omega).t + \theta_0$.

Le moment du couple électromagnétique résultant de ce couplage est donné par:

$$C_{em} = \left\|\vec{M} \wedge \vec{B}\right\| = M.B.\sin\theta$$

La valeur moyenne temporelle de C_{em} est donc nulle. Il n'y aura pas de couple moteur moyen dans ce cas. Le rotor va finir par s'arrêter à cause des frottements.

• Si $\omega=\omega_0$, on aura alors $\theta = \theta_0$ et le moment moyen du couple électromagnétique pourra être non nul. On aura

$$\boxed{\langle C_{em} \rangle = M.B.\sin\theta_0}$$

Suivant la puissance appelée, l'angle θ_0 entre **M** et **B** va varier.

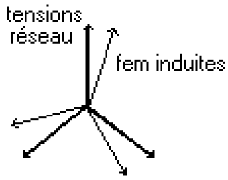
II.3. Lancement de la machine, réversibilité.

II.3.1. Mise en service.

• Le démarrage de la machine synchrone n'est pas autonome. Dans la pratique, pour mettre la machine en fonctionnement, alors qu'elle n'est pas raccordée au réseau, on la lance par une autre machine (moteur électrique ou turbine) à une vitesse très proche de la vitesse de synchronisme $\Omega=\omega_0/p$. Des f.e.m. induites vont apparaître aux bornes du stator (aucun courant n'est pour l'instant débité) .

• On va alors contrôler ces f.e.m. en agissant sur l'excitation pour obtenir des valeurs maximales de tensions égales à celles du réseau.

• Néanmoins, cela n'est pas suffisant pour connecter la machine au réseau. Il faut encore faire en sorte que les tensions réseau et les f.e.m induites soient pratiquement de même fréquence et en phase. En raison de la différence de vitesse par rapport au synchronisme, le système triphasé des fem induites glisse légèrement par rapport au système des tensions du réseau. Pour mieux comprendre, on peut s'aider de la figure suivante en imaginant que les vecteurs réseau sont fixes et que les vecteurs représentant les fem induites tournent lentement.



En contrôlant la tension variable entre une borne réseau et la borne stator correspondante, on connecte lorsque cette tension est quasiment nulle (contrôle au moyen d'ampoules dans une salle de TP).

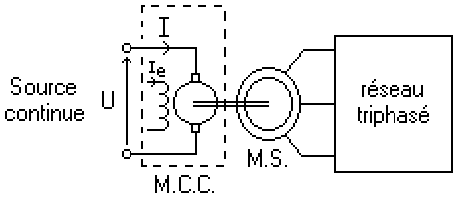
II.3.2. Réversibilité.

• Une fois la machine connectée, elle fonctionnera soit en moteur soit en génératrice suivant son environnement.

• Si par exemple une turbine lui apporte de l'énergie mécanique, alors elle va la convertir en énergie électrique (fonctionnement en génératrice, on parle d'alternateur). En revanche si la source d'énergie mécanique passe à l'état de charge, la conversion est réalisée dans l'autre sens. La machine synchrone fonctionne en moteur et transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.

exemple:

Nous allons nous intéresser à un ensemble (machine synchrone-machine à courant continu) dans lequel chaque machine jouera alternativement le rôle de moteur ou de génératrice. Nous supposons que la machine synchrone a déjà été connectée au réseau.



La f.e.m. à vide de la MCC est donnée $E = K(I_e).\Omega$. (I_e est le courant inducteur de la MCC, c'est à dire celui qui crée le flux dans la machine).

La valeur de tension fournie par la source continue supposée constante. On la note U.

La valeur de la vitesse de rotation de l'arbre est Ω, imposée par la machine synchrone. Pour modifier E, la seule solution est d'agir sur I_e.

- Si I_e est tel que E est inférieure à U, alors la MCC fonctionne en moteur (I est positif). La machine synchrone fourni alors de l'énergie électrique au réseau.
- Si I_e impose E supérieur à U, alors cette fois, I est négatif et la machine à courant continu est une génératrice. La machine synchrone lui apporte de l'énergie mécanique et fonctionne par conséquent en moteur. Elle consomme de l'énergie électrique sur le réseau.

Pour illustrer ce qui se passe, on pourrait installer un compteur électrique entre la MS et le réseau. On observerait bien un sens de rotation du disque différent dans chaque cas.

rq : pour limiter le courant, on peut avoir intérêt à installer un rhéostat supplémentaire entre la source U et la MCC.

II.4. Avantages et inconvénients.

L'inconvénient principal de la machine synchrone est que son démarrage n'est pas autonome. Elle est également plus coûteuse à réaliser que la plupart des machines asynchrones.

Ses principaux avantages sont de tourner à vitesse constante et de pouvoir fournir des tensions triphasées équilibrées de fréquence stable. De plus, elle peut fournir du réactif (comme une capacité).

III. Les machines asynchrones triphasées.

Les machines asynchrones sont les machines à courant alternatif les plus répandues. On les utilise dans de nombreux dispositifs domestiques (machines à laver, sèche linge, tondeuse électrique…etc), ainsi que dans des dispositifs industriels (machine outil…). Elles sont également utilisées pour la traction ferroviaire dans les derniers modèles de TGV (TGV nord).

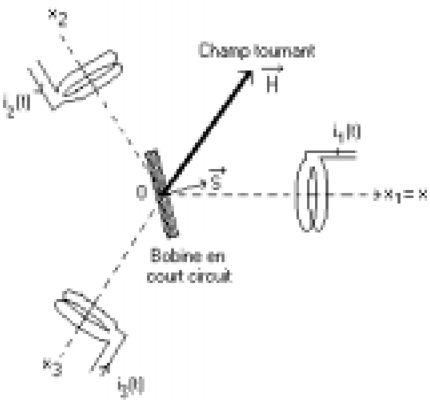
Le principal avantage de ces machines est leur faible coût de fabrication et leur grande robustesse.

rq: Dans un premier temps, nous allons nous intéresser exclusivement aux machines asynchrones triphasées. Les machines monophasées, pour lesquelles le champ tournant doit être produit différemment, seront évoquées dans le chapitre suivant. Les remarques précédentes concernent aussi les machines monophasées (surtout utilisées pour les applications domestiques…peu de particuliers disposent d'un abonnement triphasé).

III.1. Expérience préliminaire.

III.1.1. Aspect qualitatif.

On place une bobine plate dans une zone dans laquelle on a créé un champ tournant H. Cette bobine a pour axe de rotation l'axe du champ tournant (perpendiculaire au plan de la figure). Elle a pour résistance R et pour inductance L.



• Considérons la spire initialement au repos. En raison du champ tournant, elle va intercepter un flux variable dans le temps et sera par conséquent siège de f.e.m. induites. On va donc avoir apparition d'un courant induit qui va s'opposer à la cause qui lui a donné naissance, i.e. la variation de flux. La spire va donc se mettre en mouvement et tendre vers la vitesse de rotation du champ tournant.

• Cependant, en se rapprochant de cette vitesse, la variation de flux diminue et le couple à l'origine de l'accélération décroît progressivement. La spire va finir par se stabiliser à une vitesse proche de la vitesse de rotation du champ tournant (vitesse fixée par les frottements sur l'axe de rotation). La vitesse à laquelle la spire finit par tourner est fixée par le couple de frottement vu par la bobine…

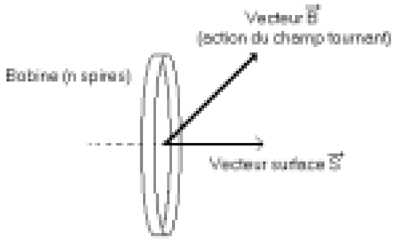
rq : Si la spire avait été initialement lancée à une vitesse supérieure à celle du champ tournant, on aurait eu apparition d'un couple de freinage et elle aurait été ralentie. Dans le cas d'une vitesse rigoureusement égale à la vitesse de synchronisme, il n'y a plus d'induction dans la spire et le moment du couple est nul.

III.1.2. Aspect quantitatif: allure du couple moyen appliqué à la bobine.

• Flux dans une spire.

Supposons que le champ tournant **H** (rotation à ω_0) soit à l'origine d'une induction **B** dans la zone de la bobine. Si cette dernière comporte n spires, le flux à travers l'une d'entre elles, de surface S, sera de la forme

$$\Phi = \iint_S \vec{B}.\overrightarrow{dS}$$



Pour simplifier, nous allons supposer que **B** est homogène sur toute la surface S. On notera $\theta(t)$, l'angle entre les vecteurs **B** et **S** (on prend θ nul à l'instant initial). La spire tourne à la vitesse ω. On peut alors écrire que :

$$\boxed{\Phi(t) = B.S.\cos\theta(t) = \Phi_0.\cos[(\omega_0 - \omega).t]}$$

• Fem induite dans la bobine.

La force électromotrice induite dans la bobine plate est alors donnée par

$$e(t) = -n.\frac{d\Phi}{dt} = n.\Phi_0.(\omega_0 - \omega).\sin[(\omega_0 - \omega).t] = \Phi_m.(\omega_0 - \omega).\sin[(\omega_0 - \omega).t]$$

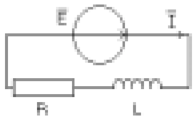
rq : pour travailler en complexes par la suite, on notera plutôt

$$\boxed{e(t)=\Phi_m.(\omega_0-\omega).\cos\left[(\omega_0-\omega).t-\frac{\pi}{2}\right]}$$

rq : On constate que la pulsation de cette fem est donnée par le glissement angulaire du champ tournant sur la bobine. En absence de glissement, il n'y a pas de fem induite.

• Courant induit.

On est alors ramené à l'étude d'un circuit électrique simple fonctionnant en régime sinusoïdal à la pulsation $[\omega_0\text{-}\omega]$.



En travaillant en notations complexes, on peut déterminer le courant i(t) induit. En effet, la loi des mailles donne

$$\bar{E}=R.\bar{I}+j.L.(\omega_0-\omega).\bar{I} \qquad \text{soit} \qquad -j.\Phi_m.(\omega_0-\omega)=[R+j.L.(\omega_0-\omega)].\bar{I}$$

Si on note $i(t)=I_m.\cos[(\omega_0-\omega).t+\varphi]$, on aura donc

$$\boxed{I_m=\frac{\Phi_m.|\omega_0-\omega|}{\sqrt{\left(R^2+L^2.(\omega_0-\omega)^2\right)}}} \qquad \text{et} \qquad \boxed{\sin\varphi=\left(\frac{\omega_0-\omega}{|\omega_0-\omega|}\right).\frac{-R}{\sqrt{\left(R^2+L^2.(\omega_0-\omega)^2\right)}}}$$

• Moment magnétique équivalent.

La bobine parcourue par le courant induit i(t) est équivalent à un moment magnétique **M**. Si **S** est le vecteur surface de la bobine plate, on a

$$\boxed{\vec{M}=n.i(t).\vec{S}(t)}$$

• Moment du couple.

Le moment du couple électromagnétique de la bobine de Moment **M** plongée dans une zone soumise à une Induction **B** (résultant du champ tournant) est noté C_{em} et

$$\overrightarrow{C_{em}}=\vec{M}\wedge\vec{B}=n.i(t).\vec{S}\wedge\vec{B}$$

On a donc

$$C_{em}=M.B.\sin\theta(t)$$

où θ est l'angle défini en début de paragraphe.

$$C_{em}=n.B.S.I_m.\cos[\theta(t)+\varphi].\sin\theta(t)=\frac{1}{2}.\Phi_m.I_m.[\sin(2.\theta(t)+\varphi)-\sin\varphi]$$

Nous obtiendrons donc un couple moyen

$$\langle C_{em}\rangle=-\frac{\Phi_m.I_m.\sin\varphi}{2}=\frac{-\Phi_m}{2}.\frac{\Phi_m.|\omega_0-\omega|}{\sqrt{\left(R^2+L^2.(\omega_0-\omega)^2\right)}}.\left(\frac{\omega_0-\omega}{|\omega_0-\omega|}\right).\frac{-R}{\sqrt{\left(R^2+L^2.(\omega_0-\omega)^2\right)}}$$

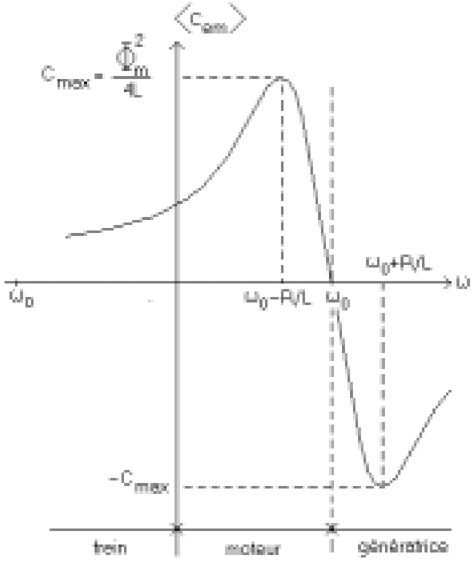
soit plus simplement

$$\langle C_{em}\rangle=\frac{\Phi_m^2.R}{2}.\frac{(\omega_0-\omega)}{R^2+L^2.(\omega_0-\omega)^2}$$

On peut aussi écrire que

$$\boxed{\langle C_{em}\rangle=\frac{\Phi_m^2.}{2.L}.\frac{1}{\frac{R/L}{(\omega_0-\omega)}+\frac{(\omega_0-\omega)}{R/L}}.}$$

L’allure du moment moyen du couple en fonction de ω est la suivante



Cette fonction appelle plusieurs remarques :

• On constate que R doit être la plus faible possible si on veut que la zone quasi-linéaire autour de ω_0 soit la plus pentue possible (variation de vitesse la plus faible possible quand la charge mécanique évolue).

• En revanche, le couple de démarrage (à ω=0) sera d’autant plus important que R est élevé En effet, dans le cas où la courbe de couple est très pentue au voisinage de ω_0, on montre que le couple de démarrage (quand ω=0) s’écrit

$$\boxed{C_d = \frac{\Phi_m^2}{2.L^2.\omega_0}.R}$$

C’est en fonction de ces remarques que l’on comprendra la raison des différentes astuces techniques permettant d’avoir un R important au démarrage et faible en régime permanent.

• Le moment maximum du couple ne dépend pas de la résistance de la bobine mais seulement de son inductance et du flux dans la spire. On cherchera donc à maximiser ce dernier, d’où l’intérêt de canaliser les lignes de champ magnétique vers le circuit rotorique dans les machines réelles...

rq : La structure que nous venons de décrire n’est pas celle des machines asynchrones industrielles. Nous verrons que le circuit siège des courants induits est plus complexe dans ce cas. Cependant, on pourra toujours se ramener à un circuit de type (R,L), même si ces grandeurs ne déterminent pas facilement en fonction des paramètres de construction.

III.2. Structure de la machine asynchrone triphasées.

Une fois encore, on va distinguer le stator et le rotor. Comme dans les machines synchrones, le champ tournant est créé par le stator. En revanche, nous allons voir que la structure du rotor est très différente.

III.2.1. Le stator.

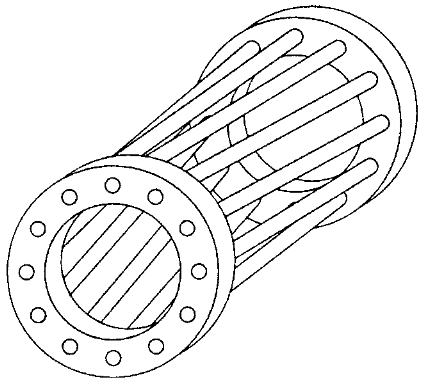
Le stator a une structure proche de celle des machines synchrones avec un bobinage triphasé distribué dans des encoches creusées dans un circuit magnétique doux destiné à canaliser le flux magnétique. C'est lui qui va créer le champ tournant.

III.2.2. Le rotor.

Le bobinage du rotor est le siège des courants induits. Il s'agit d'un circuit fermé supportant de très forts courants On distingue principalement deux types de structures de rotors.

• Il peut être réalisé à partir de **bobinages** (on a alors des bornes qui donnent accès à ce circuit, afin de pouvoir en modifier la résistance, ce qui est utile notamment au démarrage). En pratique, il faut donc faire le court-circuit soi-même. C'est la structure qui ressemble le plus à celle qui a été décrite précédemment.

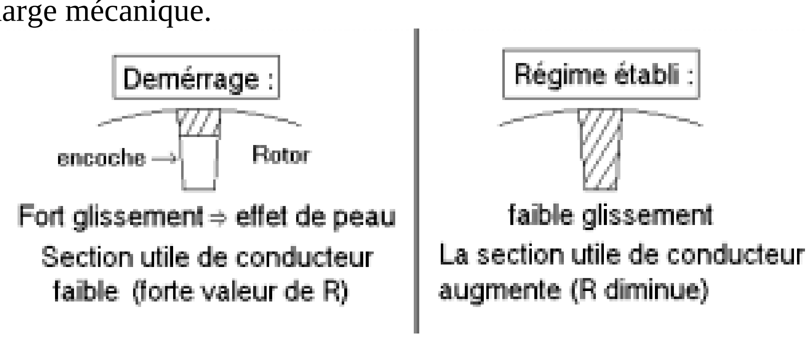
• Il peut être également formé par une **cage,** réalisée à partir de barres en aluminium fixées entre deux anneaux.



C'est la structure la plus robuste. Elle est utilisée dans les machines de faible puissance (moins de 10 kW), c'est à dire essentiellement destinées aux applications domestiques.

• Dans les deux cas, le circuits est associé à un circuit magnétique qui doit canaliser le flux.

rq: Il faut noter que dans le cas de certaines machines à cage, cette dernière est réalisée afin de présenter une résistance qui dépend de l'état de la machine. Au démarrage, le glissement est important, ce qui occasionne un effet de peau sur le rotor. Seule la partie externe de la barre va intercepter des variations de flux et donc être le siège de courants induits. la cage présente donc une résistance importante (section moindre). Lorsque la machine est en régime permanent (faible glissement), l'effet de peau est moins important et la barre est disposée dans le circuit magnétique afin de conduire électriquement sur toute sa section. On utilise cette astuce afin d'avoir une résistance de l'induit importante au démarrage, ce qui assure un meilleur couple à cet instant. En régime permanent, on a au contraire intérêt à avoir une cage de résistance la plus faible possible, afin d'avoir une vitesse de rotation qui dépend le moins possible de la charge mécanique.



rq : Dans le cas d'une machine synchrone à rotor bobiné, on doit associer un rhéostat de démarrage triphasé, de quelques Ohms sur chaque phase pour pouvoir avoir un couple de démarrage important et pour limiter les courants induit au rotor. Ce rhéostat est ramené à zéro une fois la machine en régime permanent.

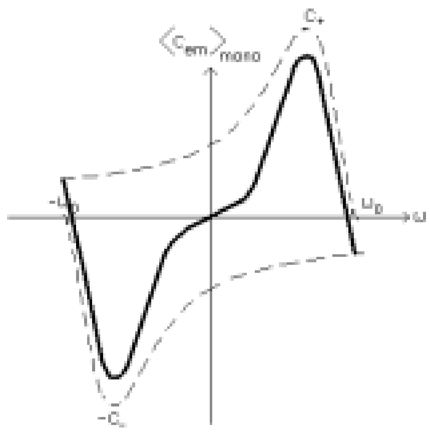
rq: L'existence de phénomènes inductifs au stator et au rotor impose que les deux circuits magnétiques soient feuilletés.

rq: la structure du rotor sera identique sur les machines monophasées. Seul le stator sera différent.

IV. Les machines asynchrones monophasées.

Ces machines fonctionnent sur le même principe que les machines triphasées, sauf que cette fois, il va falloir créer le champ tournant avec une seule phase.

On se rappelle, d'après le théorème de Leblanc, qu'une bobine alimentée en régime sinusoïdal (pulsation ω_0) crée un champ qui est la somme de deux champs de même norme constante tournant en sens inverses, à la même vitesse ω_0. On peut donc considérer que la machine monophasée est la superposition de deux machines triphasés de vitesses de synchronisme ω_0 et $-\omega_0$. Elles fournissent chacune un moment de couple C_+ et C_- tendant à faire tourner la machine dans des sens opposés. Le moment global est donc la différence des deux, ce qui conduit à la caractéristique suivante :



Rq : Ce type de machine ne peut pas démarrer seule (couple de démarrage nul !). Elle devra donc être assistée lors de son démarrage. Pour cela, on associe au bobinage principal, un second bobinage. Il permet d'avoir un fonctionnement proche d'un régime diphasé et qui permet le lancement de l'ensemble. Il ne s'agit pas pour autant d'une vraie machine diphasée dans la mesure où le bobinage de démarrage n'est pas dimensionné comme le bobinage principal et ne joue un rôle notable qu'au lancement.

- Les machines monophasées ont des rendements médiocres (champ tournant glissant en sens inverse du sens de rotation qui implique l'existence de courants de Foucault importants). C'est pourquoi elles ne sont utilisées que pour des faibles puissances. Leur principal intérêt, est qu'elles sont adaptées à la forme de distribution d'énergie chez les particuliers.