

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière :ELECTROTEHNIQUE
Option :**ENERGIE RENOUVLABLE**

Réf:.....

**Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:**

MASTER

Thème

*Effet des différents types d'enroulements sur le comportement
du moteur asynchrone*

Présenté par :
NOUADJI Redha
Soutenu le : 04 Juin 2015

Devant les jurys composés de :

Mr KIYYOUR Brahim

Mr DANDOUGA Abdelhakim.

Mr REZIG Mohamed

MAA

MCB

MAA

Président

Encadreur

Examineur

Année universitaire : 2014 / 2015

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : ELECTROTEHNIQUE
Option : **ENERGIE RENOUVLABLE**

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

*Effet des différents types d'enroulements sur le comportement
du moteur asynchrone*

Présenté par :

NOUADJI Redha

Avis favorable de l'encadreur :

DANDOUGA Abdelhakim

Signature

Avis favorable du Président du Jury

KIYYOUR Brahim

Signature

Cachet et signature



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : ELECTROTEHNIQUE
Option : **ENERGIE RENOUVLABLE**

Thème :

Effet des différents types d'enroulements sur le comportement du moteur asynchrone

Proposé par : DANDOUGA Abdelhakim

Dirigé par : DANDOUGA Abdelhakim

RESUMES

Après avoir calculer et déterminer tous les paramètres concernant le bobinage de notre moteur asynchrone triphasé 1kw.

On va procède au rebobinage de notre moteur et au teste de ces performances par les différentes mesures électriques et mécanique au laboratoire du bobinage électrique on a conclu que notre moteur fonctionne d'une manière juste et efficace

بعد أن قمنا بمختلف الحسابات النظرية الخاصة بتأليف محرك لتزامني بقفص سنجاب يمكن القول بأننا نجحنا في تأليف هذا المحرك و إجراء مختلف الاختبارات الكهربائية و الميكانيكية عليه بمخبر التأليف الكهربائي و عليه فإن هذا المحرك تشغيله بنجاح وفعالية

- Dédicaces
- Remerciements
- Liste des Tableaux
- Liste des Figures
- Liste des abréviations
- Résumés (bilingue)

Sommaire :

- * Introduction générale
- * Chapitre 1, 2, 3...
(Chaque chapitre **commence** par une Introduction **et se termine** par une conclusion)
- * Conclusion générale et perspectives
- * Bibliographie
- * Annexe

Type d'écriture:

- Times new Roman 12
- Les titres en Gras
- Interligne 1.5
- Formules et Figures sont numérotées par chapitre :
exp. Fig. n°Chap. n°figure (Fig. I.1) ou (Equ. I.1)

Remarques :

- Eviter le glaçage de la page de garde.
- Respecter le contenu par ordre d'apparition.
- Ecrire les résumés bilingues dans une seule page...

- عدم تجليد الصفحة الأولى
- احترام المحتوى المذكور أعلاه
- كتابة ملخص للمذكرة باللغتين
(العربية والفرنسية) و في صفحة
واحدة... الخ

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma très chère mère source de tendresse

A mon très cher père, qui m'encourage

Dans les instants délicats

A mes chers frères

A mes chères sœurs

A mes tantes et oncles

A toute ma famille

A tous mes amis

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le bon Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Puis, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre Cher encadreur

Dr. DANDOUGA Abdelhakim pour avoir d'abord proposé ce thème, pour suivi continuel tout le long de la réalisation de ce mémoire et qui n'a pas cessé de nous donner ses conseils.

Nous tenons à remercier vivement toutes personnes qui nous ont aidé à élaborer ce modeste travail nous citons le collègue BENOOUAKHEIR Aziz, ainsi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour l'accomplissement de ce travail.

Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants de département d'Electrotechnique qui ont contribué à notre formation par ailleurs, Nos remerciements à tous les membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à nos chers amis Hassa, ,Djihad,Thamer, Oussama, amin, Mahda, Houssam, Fika, Amin, Hamza, Lotfi, Hamz, Tarek ,Youcef , Majda ,Zoulikha ,Moussa et Houssein .

En fin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien moral et matériel...

Introduction générale

Le but essentiel des machines électriques est la transformation de l'énergie d'une forme dans une autre, l'une au moins de ces formes étant électrique, l'autre pouvant être électrique ou mécanique.

Les machines électriques font intervenir comme éléments fondamentaux : les courants électriques et les champs magnétiques.

Le fonctionnement est donc basé sur les lois de l'électromagnétisme, Car c'est de l'interaction des courants électriques et des champs magnétiques que résulte leur fonctionnement.

Le moteur asynchrone est le moteur le plus utilisé dans l'industrie. Il est peu coûteux, on le fabrique en grande série. Il est robuste et son entretien est très limité. Ce type de moteur équipe la quasi totalité des machines-outils, tours, fraiseuses, scies bobineuses, tapis roulants, pompes, compresseurs, perceuses, etc...).

Fonctionnant directement sur le secteur alternatif, sans transformation préalable de l'énergie électrique qui l'alimente, c'est le moteur industriel par excellence qui ne possède pas d'organe délicats . Les courants qui circulent dans le stator constituent l'unique source externe de champ magnétique : le rotor n'a pas à être relié à une source d'énergie électrique. Il existe bien des courants rotoriques qui participent, eux aussi, à la création du champ magnétique, mais ce sont des courants induits. C'est de là que vient le nom parfois donné au moteur asynchrone : "moteur d'induction"

C'est pour cette raison que notre travail est consacré à la réparation du bobinage d'un moteur électrique asynchrone triphasé de 1kw.

I-1-Introduction :

On appelle machines asynchrones toute machines moteur ou génératrice qui ayant $2p$ pôles et étant reliée à un réseau de fréquence f , ne tourne pas exactement à la vitesse synchrone N définie par :

$$N = f/p \quad (I-1)$$

On peut distinguer deux types de machines asynchrones :

- Les machines à cage d'écureuil (induction) : Une des armatures le rotor d'ordinaire n'est pas alimenté les courant qui y circulent sont induits par l'autre armature.
- Les machines à bagues: l'armature tournante est reliée au réseau par un collecteur, ce qui permet d'apporter ou de prélever de la puissance au rotor sans imposer la fréquence des courants dans celui-ci.

Les moteurs d'induction est tellement plus utilisé que les autres que lorsqu'on parle de moteur asynchrone on sous-entend d'induction.les autres sont appelés moteurs à courants alternatifs à collecteur.

Dans les deux cas on parle de moteurs car ces machines sont destinées à fournir de la puissance mécanique à partir du réseau électrique. Elles ne fonctionnent en génératrices que lors du freinage en récupération.

Nous étudierons dans ce chapitre le moteur asynchrones d'induction triphasé et, beaucoup plus rapidement, le moteur asynchrones monophasé. [1]

I-2-Historique :

Historiquement le dix-neuvième siècle fût l'époque des grandes découvertes en Electrotechnique dont les bases fondamentales ont été établies (1820--1830) par des hommes de science parmi lesquels on peut citer, OERSTED, AMPERE, BIOT, SAVART, LAPLACE, OHM, FARADAY; Plus tard en (1873) MAXWELL formalisa les lois de l'électromagnétisme moderne dans son ouvrage fameux;" Treatise on Electricité and Magnétisme ".[6]

Mais ce n'est qu'à partir de (1870) que l'électrotechnique industrielle s'affirma notamment grâce a la production d'énergie électrique par les génératrices a courant continu (dynamos) de gramme et de siemens. Ensuite, dans les années (1880), furent conçus-les alternateurs et les transformateurs polyphasés. Les premiers devaient concurrencer et détrôner les dynamos pour la production de l'électricité, enfin les travaux du yougoslave TESLA et de l'italien FERRARIS complétèrent les systèmes a courants alternatifs polyphasés par la conception et la construction des machines d'induction ou asynchrones en (1888). [6]

Les machines asynchrones couvrent actuellement l'essentiel de besoins de la transformation d'énergie électrique en énergie mécanique, A titre d'exemple, elles sont utilisées pour la quasi-totalité des fonctions auxiliaires d'une centrale de production électrique ; ils sont généralement de même dans les procédés industrielles. L'étude de ces machines acquit donc une grande importance.

I-3- Constitution. Nature des courants secondaires :

Le moteur asynchrone est formé [1] :

I-3-1-Le stator : anneau de tôles encoché à l'intérieur et portant un enroulement triphasé semblable à celui d'un alternateur. Cet enroulement est presque toujours relié à la source et constitue le primaire.

I-3-2-Le rotor : anneau de tôles rainuré à l'extérieure, concentrique au premier et séparé de lui par un entrefer étroit d'épaisseur constante. Le rotor porte un enroulement polyphasé mis en court-circuit constituant le secondaire.

Les deux enroulements peuvent avoir des nombres de phases différents mais ils doivent avoir le même nombre de pôles $2P$.

- Le primaire recevant des courants de pulsation ω crée un flux tournant à la vitesse angulaire synchrone $\Omega_s = \omega/p$. Ce flux balayant les enroulements secondaires y induit des f.e.m et donc des courants puisque ce bobinage est en court-circuit. Le couple est dû à l'action du flux sur les courants secondaires qu'il a lui-même induits.

- Si le rotor tournait à la vitesse synchrone, le flux à travers ses bobines ne varierait plus, d'où plus de courants secondaires ni de couple. Le moteur tourne à une vitesse Ω d'autant plus inférieure à Ω que le couple résistant sur son arbre est plus grand.

I-3-3-Types de rotor :

Si le primaire est toujours bobiné avec un enroulement en bobine ou en section pour chaque phase, les phases étant ensuite groupées en étoile ou en triangle, le rotor peut être bobiné ou à cage. [1]

I-3-3-1-Rotor bobiné (à bagues) :

Constitué de bobinage en court circuit enroulés sur la surface extérieure du rotor (en ferromagnétique). Les bornes du rotor sont accessibles, sont sortie au moyen de balais frottant sur les bagues. [2]

Un rotor bobiné (Figure I -1) portant un enroulement du même type que celui du stator permet en reliant les trois bornes (si le bobinage est triphasé) à trois bagues sur lesquelles appuyant trois balais d'avoir accès aux phases rotorique pour en modifier les caractéristiques. [1]

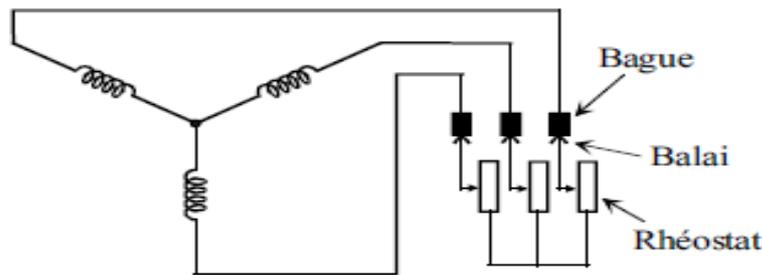


Figure I -1 Principe d'un rotor bobiné [5]

I-3-3-2-Rotor à cage :

L'enroulement est remplacé par des barres de cuivre ou d'aluminium logées dans des encoches, et réunie à leurs extrémités par deux couronnes de cuivre ou d'aluminium (fig 1.2). Ces cages comportant généralement des barreaux décalés afin de réduire les harmoniques d'encoches, il en résulte une légère diminution de la f.e.m induite par le champ tournant statorique dans ces barreaux. Un tel rotor est très robuste, de plus sa construction est particulièrement économique.

La cage étant généralement réalisée avec l'aluminium (Figure I -2) que l'on coule dans les encoches préparées à l'avance. En effet il n'est pas nécessaire d'isoler les barres et la masse du rotor, car les courants induits s'établissent surtout dans les barres, et leur étude théorique est identique à celle des moteurs à bagues. [4]

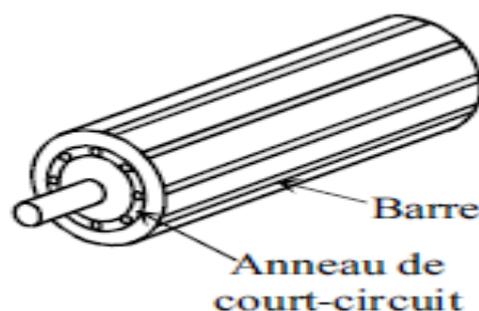


Figure I -2 Principe d'une cage d'écureuil [5]

Le nombre de phase dans le rotor est donné par :

$$N_{\text{phr}} = \frac{N_b}{2P} \quad \text{Avec } N_b : \text{Le nombre de barres rotorique.} \quad (\text{I-2})$$

$2P$: Le nombre de pôles.

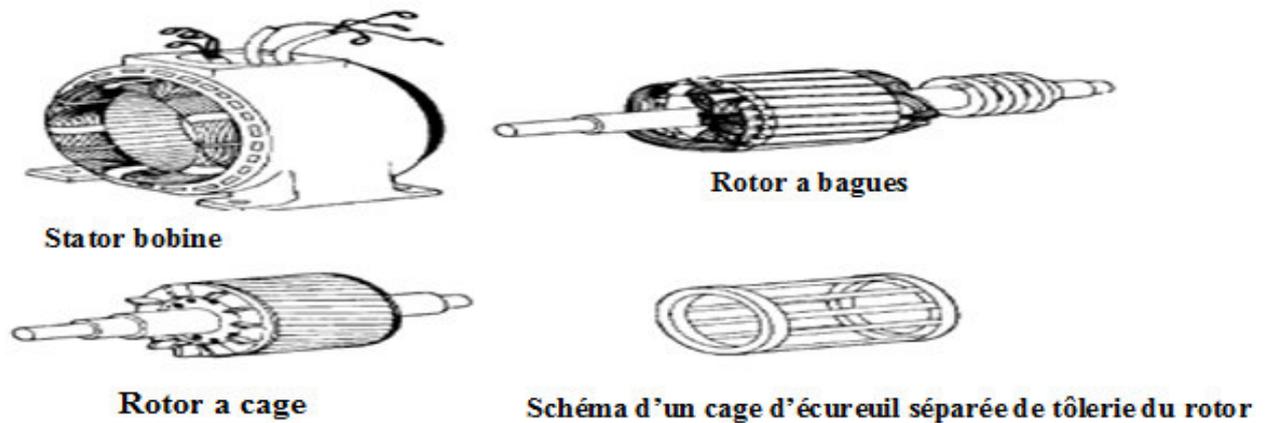


Figure I-3 Parties principales de la machine asynchrone [3]

I-3-3-3- Rotor à double cage :

Boucherot a proposé trois types spéciaux de moteurs à cage permettent d'avoir un courant de démarrage plus faible tout en ayant un bon couple de démarrage. Il les a appelés moteurs *et β et γ* . Seul le dernier le moteur à double cage est d'une utilisation fréquente.

Le rotor porte première série d'encoches, voisines de l'entrefer, contenant les barres de la première cage, puis une série d'encoches plus profondes reliées ou non aux premières par un étroit passage. [1]

La cage extérieure (de démarrage) est plus résistance que la cage intérieure (cage de fonctionnement). Autre section plus grande est donc une résistance plus faible. [2]

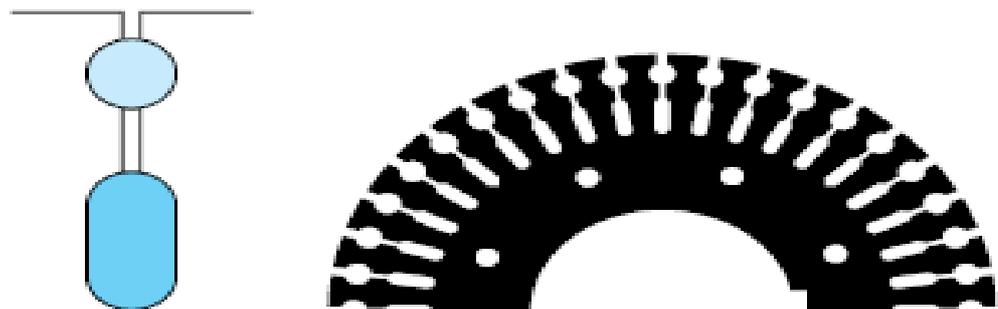


Figure I-4 Rotor à double cage [4]

I-3-4-l'entrefer :

On appelle entrefer l'espace entre la partie primaire de la machine (stator) et la partie secondaire (rotor).

I-4-Les symboles :

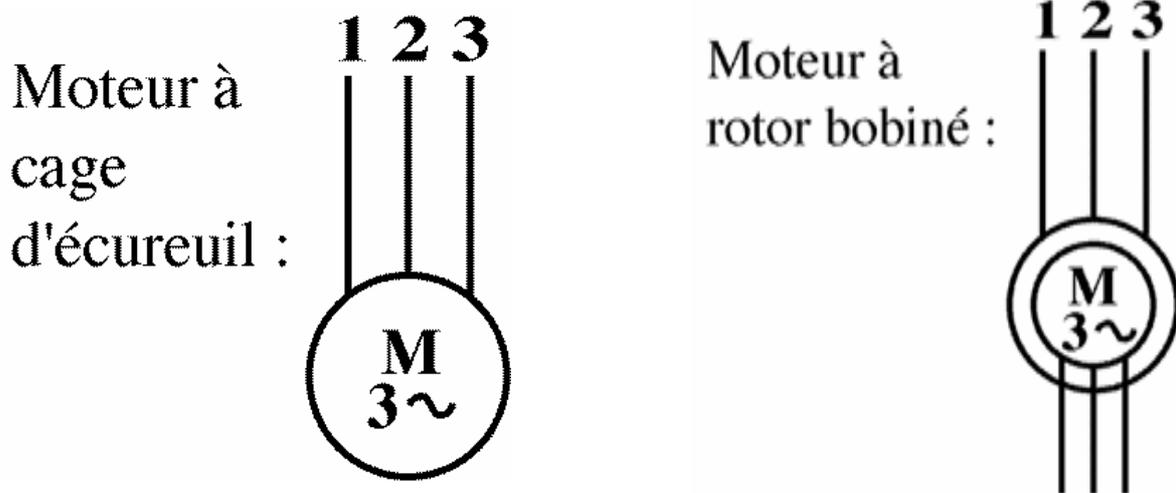


Figure I-5 Les symboles d'une machine asynchrone [5]

I-5-Principe de fonctionnement du moteur asynchrone :

Trois bobines, fixées sur un circuit magnétique (Figure I-6) appelé stator, sont alimentées par un réseau de tension triphasé. Ces trois tensions étant déphasées chacune de 120° , elles produisent au travers des bobinages statorique un champ magnétique tournant s'exerçant sur un cylindre appelé rotor.

Le rotor se met alors à tourner dans le même sens que le champ tournant mais à une vitesse légèrement plus faible d'où le terme asynchrone. [3]

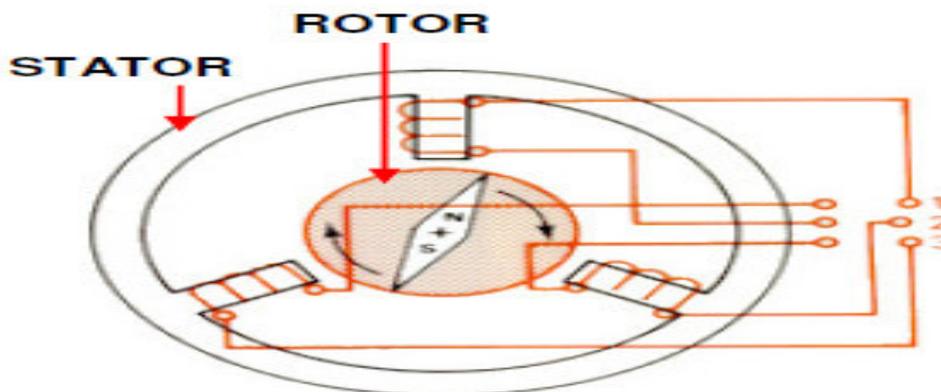


Figure I-6 Principe de fonctionnement [3]

I-5-1-Le glissement :

On appelle glissement l'écart des vitesses angulaires synchrones Ω_s et réelle Ω_r rapporté à la vitesse angulaire synchrone. On peut comparer les pulsations correspondant à ces vitesses

$$\omega_s = P\Omega_s \text{ et } \omega_r = P\Omega_r, \text{ ou les vitesses en tours par seconde } N_s = \frac{\Omega_s}{2\pi} \text{ et } N_r = \frac{\Omega_r}{2\pi}. [1]$$

D'où les diverses définitions du glissement g :

$$g = (\Omega_s - \Omega_r) / \Omega_s = (N_s - N_r) / N_s \tag{I-3}$$

Examinons les différents cas possibles : [4]

- $g = 0$ pour $N_r = N_s$ il n'y a pas de couple.
- $g < 0$ pour $N_r > N_s$ la machine fonctionne en génératrice.
- $g > 0$ pour $N_r < N_s$ la machine fonctionne en moteur.
- $g = 1$ pour $N_r = 0$ la machine est à l'arrêt ou à l'instant du début du démarrage.

I-5-2-Bilan de puissance :

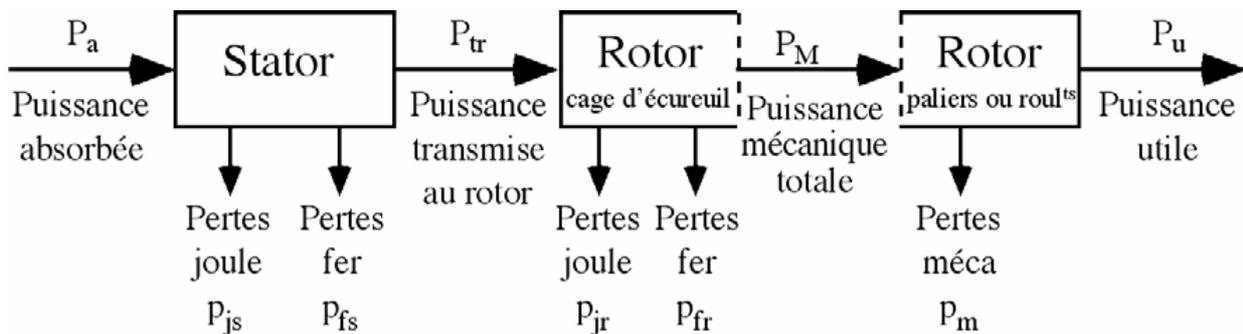


Figure I-7 Bilan de puissance du moteur asynchrone[4]

- la puissance absorbée [2]

Le moteur absorbe au réseau la puissance $P_a = 3V_1 I_1 \cos\phi_1 = \sqrt{3} U_1 I_1 \cos\phi_1$ (I-4)

- La puissance transmise au rotor

Une partie de la puissance absorbée 1% à 2% est perdue dans le stator sous forme de pertes dans le fer P_{fs} et de pertes dans le cuivre dues à l'effet joule P_{js} . [5]

La puissance restante la puissance transmise au rotor $P_{tr} = P_a - (P_{fs} + P_{js})$ (I-5)

- La puissance électromagnétique [2]

Une partie de la puissance transmise est perdue dans le rotor sous forme de pertes dans le fer P_{fr} (généralement négligeable car la fréquence rotorique est faible en fonctionnement nominale) et des pertes dans le cuivre dues à l'effet joule P_{jr} . [2]

$$P_e = P_{tr} - (P_{fr} + P_{jr}) \quad (I-6)$$

- La puissance utile

Une partie de la puissance électromagnétique perdue comme des pertes mécanique. La puissance restante est la puissance utile $P_U = P_e - P_m$ (I-7)

- La relation entre la puissance transmise et les pertes joule rotorique

$$P_{jr} = g \cdot P_{tr} \quad (I-8)$$

- Le couple électromagnétique

$$C_e = \frac{P_e}{\Omega_r} \quad (I-9)$$

- Le couple utile

$$C_U = C_e - C_P = C_e - \frac{P_m}{\Omega_r} = \frac{P_U}{\Omega_r} \quad (I-10)$$

I-5-3-le Rendement :

Le rendement d'un moteur asynchrone est la puissance de sortie sur la puissance d'entrée alors est le rapport de la puissance utile à la puissance absorbée.

$$\eta = \frac{P_U}{P_1} \quad (I-11)$$

I-6- Caractéristique du moteur asynchrone :

I-6-1- Fonctionnement à vide :

Supposons q 'on ouvre les circuits secondaires ; c'est d'ailleurs possible pour certains types d moteurs, ceux à rotor bobiné.

Si le primaire (stator) est relié à la source il y a des courants primaires mais il ne peut y avoir de courant secondaire donc de couple. Le moteur ne tourne pas; il se comporte comme un transformateur à vide.

Remarque :

- le glissement à vide est nul ($g=0$).
- le facteur de puissance à vide est très faible.
- Le courant absorbé est fort (P est petit et Q est grand). On parle alors de courant réactif ou magnétisant.

I-6-2- Fonctionnement en charge :

Quand les enroulements secondaires en court-circuit, les **f.e.m** induits un système de courants secondaires.

Au démarrage ($\Omega_r = 0$), les f.e.m et les courants rotoriques ont la même fréquence f que les tensions et les courants primaires. Mais quand le moteur prend de la vitesse, la vitesse relative de f.m.m primaire par rapport au rotor diminue ; il en est de même de la fréquence f_R de grandeurs rotoriques. [1]

Si Ω_s la vitesse synchrone, Ω_r la vitesse du rotor, la vitesse relative est $\Omega_s - \Omega_r$; la pulsation de grandeurs rotorique est $\omega_R = P(\Omega_s - \Omega_r) = \omega_s - \omega_r$ et leur fréquence

$f_R = (\omega_s - \omega_r)/2\pi$ Puisque $g = \omega_s - \omega_r / \omega_s$ donc :

$$\omega_R = g\omega_s \quad f_R = gf \quad (I-12)$$

Les courants rotoriques de pulsation ω_R créent une f.m.m. dont la vitesse par rapport au rotor est $\Omega_s - \Omega_r$. Par rapport au stator, cette f.m.m à une vitesse $\Omega_r + (\Omega_s - \Omega_r) = \Omega_s$. [1]
Les deux f.m.m tournants statorique et rotorique tournent par rapport au stator (Figure I-8) à la vitesse Ω_s .

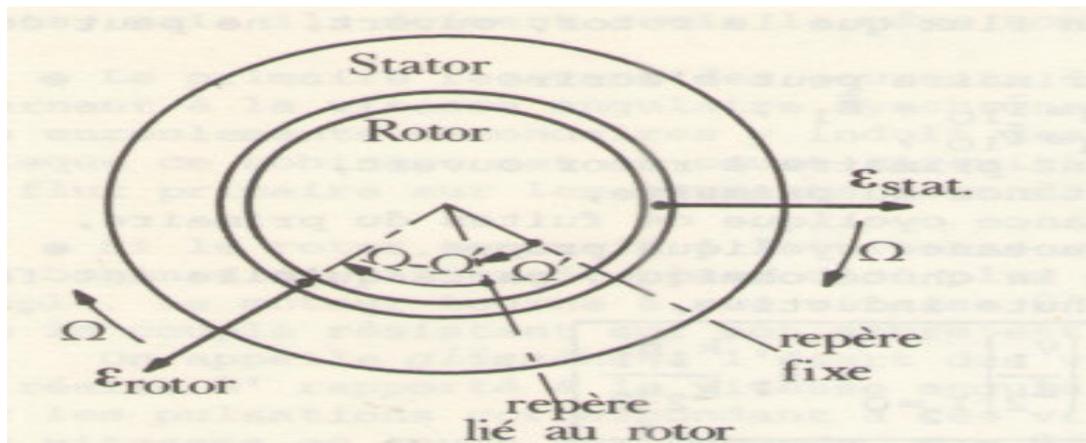


Figure I-8 La vitesse de différents f.m.m

Remarque :

- Le moteur fournit en charge la puissance active, le stator appelle un courant actif

I-6-3- Caractéristique mécanique $C_u = f(n)$: [4]

La figure suivant représente la caractéristique mécanique du moteur asynchrone

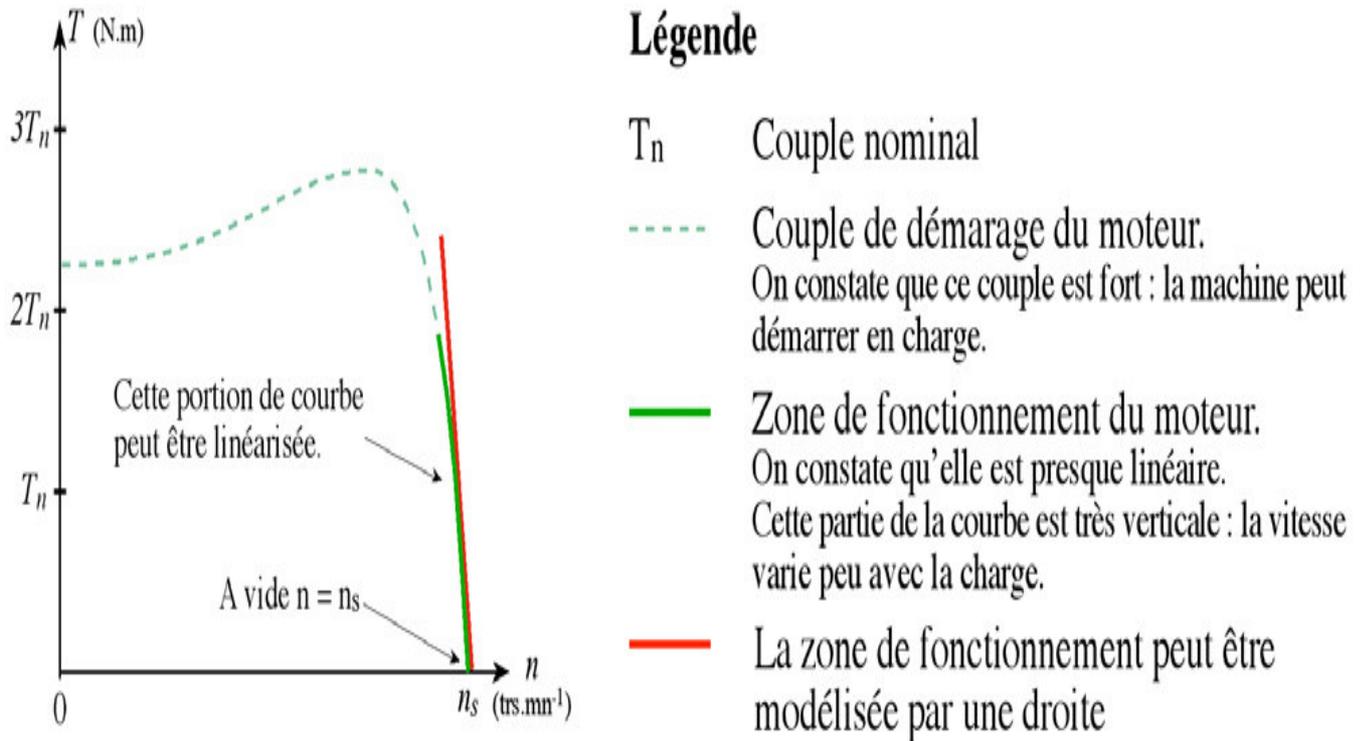
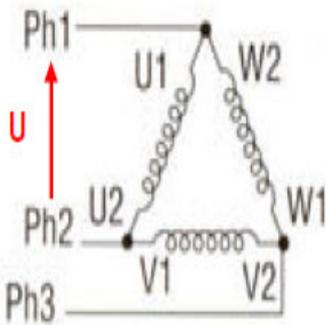


Figure I-9 Caractéristiques mécaniques du moteur asynchrone

I-6-4- Résumé des caractéristiques :

- A vide, le courant est faible, mais la puissance absorbée est surtout réactive (Q).
- le couple et le courant de démarrage sont importants.
- La machine asynchrone peut démarrer en charge.
- La vitesse du champ tournant est : $N_s = f/p$ (f la fréquence du courant et p le nombre de paires de pôles).
- Le glissement est le rapport entre la vitesse du champ et celle du rotor : $g = N_s - N_r / N_s$
- le glissement à vide est nul ($g=0$).

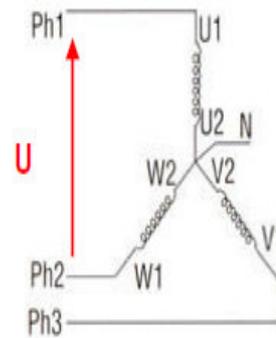
I -7-les couplages moteur : [3]



La tension U d'alimentation triphasée du réseau alimente **UN SEUL ENROULEMENT**



Le couplage triangle sera réalisé lorsque la tension triphasée du réseau sera identique à celle supportée par UN ENROULEMENT



La tension U d'alimentation triphasée du réseau alimente **DEUX ENROULEMENTS**



Le couplage étoile sera réalisé lorsque la tension triphasée du réseau sera identique à celle supportée par DEUX ENROULEMENTS

Pour un moteur 230V / 400V



1^{er} chiffre : Indique la tension maximum supportée par un enroulement



Couplage Δ si la tension du réseau est de 230V



2^{ème} chiffre : Indique la tension maximum supportée par deux enroulements



Couplage λ si la tension du réseau est de 400V

Figure I-10 les types de couplage

I-8-la plaque signalétique d'un moteur asynchrone :

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone (moteur électrique) est la carte d'identité du moteur. [4]

IP 55	I cl. F	40 °C	S3	40 %	6 d/h
V	Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A
Δ 230	50	1427	17	0.88	57
Y 400	50	1427	17	0.88	33

ROTOR : I = 42A U = 250V TR
 GRAISSE ESSO UNIREX N3
 DE 6310 C3 15 cm³
 NDE 6310 C3 11000 h

Figure I-11 la plaque signalétique d'un moteur asynchrone

I-9-Modification et variation de la vitesse du moteur asynchrone triphasé : [1]

Le moteur alimenté par des tensions de fréquence f . Le moteur triphasé ayant $2P$ pôles tourne normalement à une vitesse

$$N_r = \frac{f}{p}(1 - g) \quad (I-13)$$

Peu inférieure à la vitesse synchrone $N_s = \frac{f}{p}$.

Pour changer la vitesse à f donné il faut changer le nombre de pôles.

Pour obtenir une variation continue de N_r il faut faire varier sans discontinuité le glissement ou, ce qui est préférable la fréquence ce d'alimentation.

I-9-1-Modification de la vitesse par enroulement de pole :

On peut modifier le nombre de pôles $2P$ d'un enroulement en modifiant les connexions de ses bobines. La multiplication ou la division par deux de $2P$.

On peut construire aussi des moteurs à quatre vitesses grâce à deux enroulements statorique séparé, donnant chacun deux vitesses.

Remarque :

Les moteurs à plusieurs vitesses sont des moteurs à cage. [2]

I-9-2-variation de la vitesse :

Puisque la vitesse N_r est égale à $\frac{f}{p}(1 - g)$, pour la faire varier de façon continue on peut

- Soit faire varier le glissement g .
- Soit faire varier la fréquence f d'alimentation.

I-9-2-1-variation du glissement :

- ❖ Pour le moteur à cage

La seule façon de faire varier le glissement g c'est de varier la tension d'alimentation. [2]

- Les inconvénients de cette méthode

- L'intervalle de variation de la vitesse est limité.
- En augmentant le g on augmente les pertes joule rotorique ($P_{jr} = g \cdot P_{tr}$)
- Instabilité de la machine.

- ❖ Pour le moteur à rotor bobiné :

La façon la plus simple de faire varier la vitesse en charge du moteur à rotor bobiné est d'utiliser un rhéostat secondaire. [1]

- Les inconvénients de cette méthode :[2]

- L'intervalle de variation de la vitesse est limité.
- En augmentant le g on augmente les pertes joule rotorique ($P_{jr} = g \cdot P_{tr}$)

I-9-2-2 réglage de la vitesse par convertisseur de fréquence :

Généralement dans les systèmes d'entraînement a vitesse variable on utilise des convertisseur de fréquence notamment les onduleurs MLI les cyclconvertisseurs

I-10- Les avantages et les inconvénients du moteur asynchrone :

Si l'on compare le moteur asynchrone au moteur shunt à courant continu, on constate que les caractéristiques dans leur partie stable, sont identiques, ce qui conduit aux mêmes applications industrielles. En ce qui concerne le choix d'un moteur pour une application donnée, il est intéressant de signaler les avantages et les inconvénients de ces deux moteurs. [4]

I-10-1 avantages :

Comparé au moteur shunt, le moteur asynchrone a l'avantage d'être alimenté directement par le réseau triphasé. Son prix d'achat est moins élevé, il est beaucoup plus robuste car il ne nécessite pratiquement pas d'entretien.

Ses deux qualités fondamentales (prix et solidité) résultent du fait qu'il n'a pas de collecteur. En effet, le collecteur est un organe coûteux et fragile qui nécessite un entretien fréquent : changement des balais.

I-10-2 inconvénients :

A l'exception du démarrage et de l'inversion du sens de marche que l'on peut résoudre de façon satisfaisante, le moteur asynchrone a des performances très médiocres par rapport à celles du moteur shunt. En effet jusqu'à ces dernières années, l'entraînement idéal était réalisé par le léonard formé un moteur shunt alimenté par un convertisseur de tension.

I-11- Conclusion :

Dans ce chapitre on a donné un historique sur les machines asynchrone et nous Avons exposé une étude générale sur les moteurs asynchrones triphasés et monophasé (constitution, principe de fonctionnement, caractéristique, méthodes de variation et modification de la vitesse..), plus on a donné utilisation de ce type de moteur, et ses avantages et ses inconvénients

II.1. Introduction :

Les différents type de moteur asynchrone ne se distinguent que par le rotor ; dans tous les cas le stator est resté identique, au moins dans son principe. Il est constitué d'un enroulement réparti dans les encoches du circuit magnétique statorique dont l'objectif est de créer un champ 6 tournant. Ce circuit magnétique est constitué d'un empilage de tôles dans les quelles sont découpées des encoches parallèles à l'axe de la machine et canalisées le flux magnétique.

II.2. Rappel sur les paramètres des enroulements :

L'enroulement dans toutes les machines électriques est la pièce maîtresse nécessaire pour la création de champ électromagnétique.

Tout enroulement électrique est défini par les paramètres suivants :

Z : nombre d'encoche

$2P$: nombre de pôles

P : nombre de paires de pôles

m : nombre de phases

q : nombre d'encoche par pôle et par phase défini par la formule suivante : $q = \frac{Z}{2p \cdot m}$ (II.1)

La caractéristique essentielle de tout enroulement à courant alternatif est le nombre d'encoche qu'occupe une phase chaque pôle, celui-ci détermine le nombre de bobines dans un groupe.

Le pas de l'enroulement y ; c'est le nombre d'encoche par section. Il peut être ;

$$y = q \cdot m = \frac{Z}{2p} : \text{Appelé pas diamétral}$$

On appelle « pas diamétral » un pas d'enroulement égal à la longueur du pas polaire nombre d'encoche logée sous l'influence d'un pôle. Il équivaut à la distance périphérique comprise entre deux lignes neutres consécutives

$$y < q \cdot m = \frac{Z}{2p} : \text{appelé par raccourci}$$

$$y > q \cdot m = \frac{Z}{2p} : \text{Appelé par allonge}$$

Pour concevoir l'enroulement il faut obligatoirement se référer à l'étoile de phase.

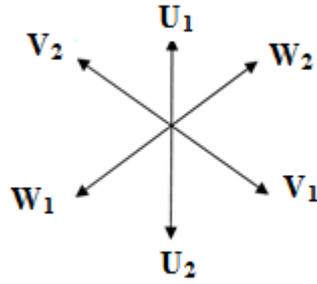


Fig. II.1 Etoile de phase

La vitesse du champ (vitesse synchrone) est liée directement au nombre de pôles d'enroulement et de la fréquence du réseau c'est-à-dire :

$$N = \frac{60f}{p} \quad (II.2)$$

II.3. Représentation des enroulements à courant alternatif :

Un enroulement est exécuté dans de encoche présenté sue la surface intérieur du stator. Tous les enroulements électriques sont constitués de groupe de bobine. [7]

Le groupe de bobine peut être composé de

a)- Bobine concentrique reliées en séries :

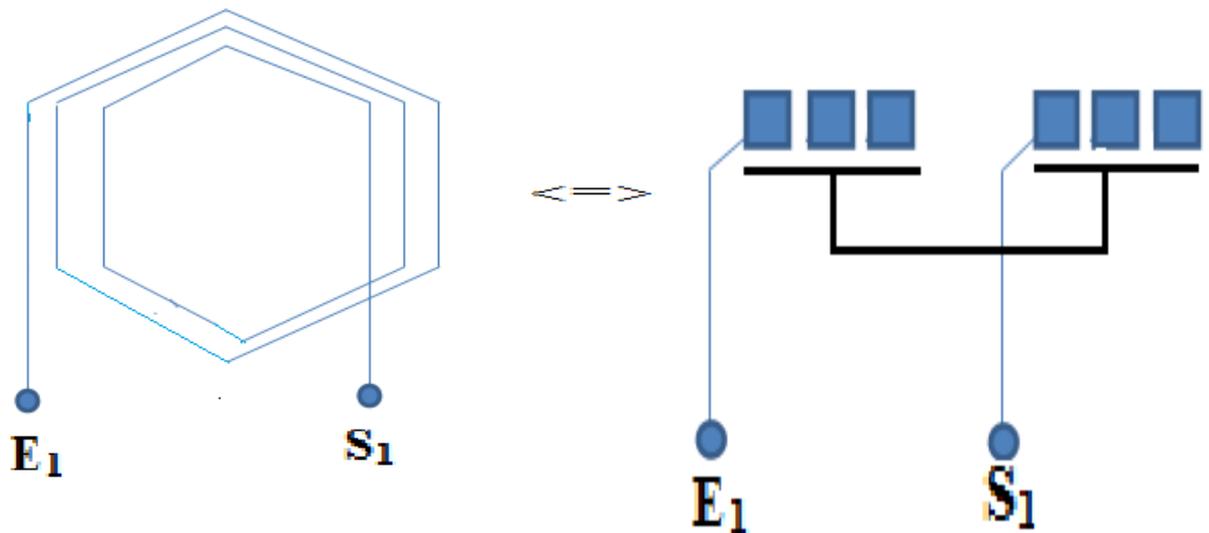


Figure II.2 bobine concentriques reliées en série

b)-bobines identique ou "section" reliées en série

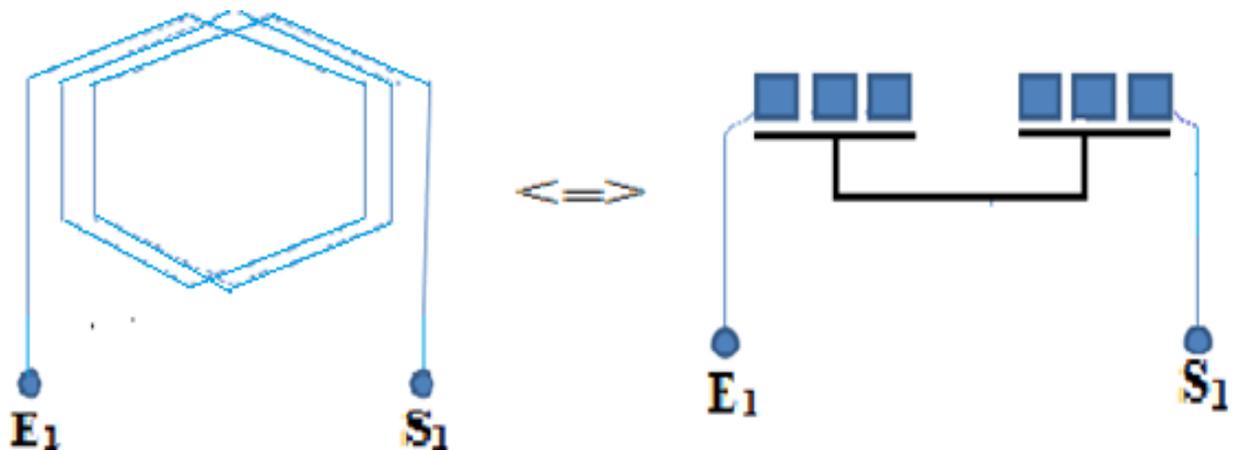


Figure II.3 bobines identique ou "section" reliées en série

II.4. Enroulements triphasé :

II.4.1 Enroulement triphasé à une couche :

Pour les machines de faible ou moyenne puissance et les grosses machines à nombre de pôles élevé. On utilise des enroulements à une seule couche de bobine ou de section par encoche ce qui caractérise essentiellement un tel bobinage c'est le nombre d'encoche par pôles et par phase "q". Il permet en effet de placer les cotes des bobines ou des sections en précisant à quelle phase ils appartiennent et dans y passent les courant.

$3 \cdot 2q = 6q$ pas dentaires correspondent à une double distance polaire ou 360° électrique. Les phase 2 et 3 sont identique à la phase 1 à 120° et 240° prés donc à $2q$ et $4q$ pas dentaire prés l'ouverture moyenne d'une bobine est de 180° donc de $3m$ pas dentaire on trouve donc successivement.

q encoche pour l'aller de la phase 1 : 0°

q encoche pour le rotor de la phase 3 : $(240^\circ + 180^\circ = 360^\circ + 60^\circ)$

q encoche pour l'aller de la phase 2 : 120°

q encoche pour l'aller de la phase 1 : 180°

q encoche pour l'aller de la phase 3 : 240°

q encoche pour l'aller de la phase 2 : 120°

On précise comment sont connectés les faisceaux allé et les faisceaux retour d'une phase en indiquant si le bobinage est en bobines ou en sections et par pole ou par pôles conséquent.

L'enroulement est en bobines si on utilise plusieurs bobines concentrique pour réaliser le bobinage d'une phase correspondent à une distance polaire simple et double, les bobines élémentaires sont réalisée sur de gabarits différent.

L'enroulement en section utilise des éléments identiques, le bobinage d'une phase est formé de section décalée.

L'enroulement est par pôles si chaque phase compte une bobine ou un groupe de section et par pôles consécutif, si chaque phase compte une bobine ou un groupe de sections par paire de pôles.[8]

II.4.1.1 Enroulement à une couche par pôles consécutif : [7]

Dans un enroulement a une couche par pole consécutif, le nombre de groupes de bobines dans une phase est égal a **p**

Chaque groupe de bobines crée une paire de pôles pour former des branches parallèles il faut s'assurer de l'égalité des résistances dans toutes les branches parallèles des trois phases, dans le cas contraire, tous les groupes de bobines de chaque phase sont reliés en série (a=1).

Dans le but de s'accommoder avec la méthode de représentation de l'enroulement ; et pour une première fois, on représente les encoches.

Considérons un exemple très simple d'enroulement ayant comme paramètres :Z=24 ;2P=4 ;m=3

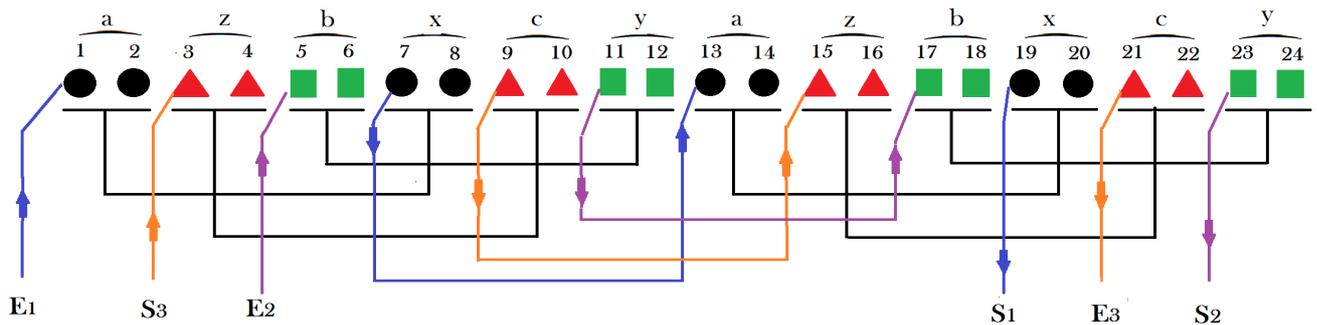


Figure II.4 Enroulement à une couche par pole consécutif

II.4.1.2 Enroulement à une couche par pôles : [7]

Pour concevoir un enroulement à une couche par pole il faut obligatoirement que le nombre d'encoches par pole et par et par phase soit supérieur à l'unité ($q > 1$), si cette condition est vérifiée, on divise les groupes de bobines en demi-groupes ; c'est-à-dire qu'on doit concevoir

$$l'enroulement avec \quad q' = \frac{q}{2} \quad (II.3)$$

Un tel enroulement a toujours un pas raccourci $y = \tau - q/2$, ce qui permet de diminuer les dimensions des groupes de bobines et par conséquent de réduire le poids du cuivre utilise il est utilise dans les machines électrique de faibles puissance de ,le nombre de groupes de bobines dans une phase pour ce type d'enroulement est égal a $2P$

Considérons un exemple très simple d'enroulement ayant comme paramètres :Z=24 ;2P=4 ;m=3

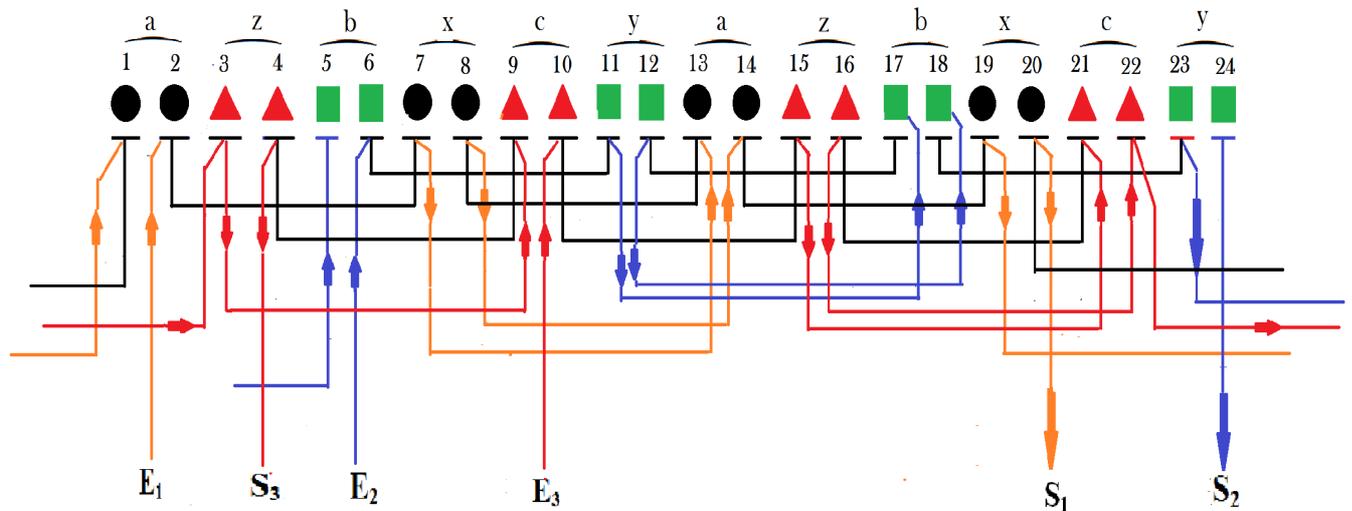


Figure II.5 Enroulement à une couche par pôle

II.4.2 Enroulement triphasé à deux couches :

L'enroulement à deux faisceaux par encoche n'est utilisé qu'avec des sections. On trouve donc deux côtes, de section par encoche comme dans les machines à courant continu.

Le premier avantage est que les têtes des sections forment un ensemble très régulier, il est plus facile à frotter s'il s'agit d'un armateur tournant (cas des moteurs asynchrones à rotor bobiné) ; plus facile à brider (cas du stator de toutes les machines de forte ou très forte puissance ou des efforts considérables peuvent s'exercer sur les développantes, en cas de court-circuit notamment).

Le second avantage est la possibilité de former des sections à pas raccourci et de réduire ainsi certaines harmoniques. [8]

II.5. Calcul des paramètres des enroulements statorique :

Pour déterminer les paramètres de l'enroulement statorique, il est nécessaire de connaître les données suivantes :

U : tension nominale phase (v)

P : nombre de paires de pôles

Z : nombre d'encoches statorique

D : diamètre intérieure statorique (mm)

D_{ex} : diamètre extérieur statorique (mm)

L_δ : longueur du paquet statorique (mm)

b_z : épaisseur minimale de la dent (mm)

- h_1 : hauteur de la culasse (le dos statorique) (mm)
- h_2 : hauteur de l'encoche statorique (mm)
- F_c : surface de l'encoche (mm²)
- bent : largeur de l'entrée de l'encoche (mm)

Les paramètres géométriques sont déterminés par les mesures directes sur le stator. Ainsi que la surface de l'encoche peut être déterminée en prenant l'empreinte de l'encoche sur un papier millimétré tout en la décomposant, en triangle identique.

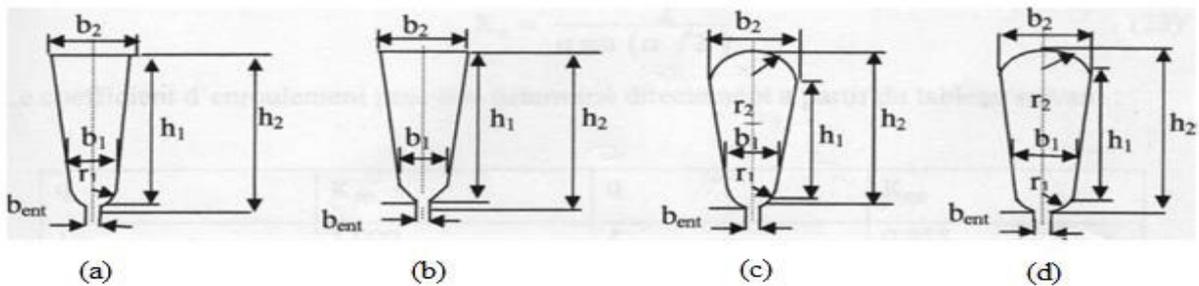


Figure II.6 Différentes configuration des encoches

a- trapézoïdale

$$F_a = 1.57r_1^2 + 0.5 (h_1 - h_2) (b_1 + b_2) \tag{II.4}$$

b- Trapezoidal

$$F_b = 0.5h_2 (b_2 + bent) + 0.5 (h_1 - h_2) (b_1 + b_2) \tag{II.5}$$

C-oval

$$F_c = 1.57 (r_1^2 + r_2^2) + 0.5 (h_1 - r_1) (b_1 + b_2) \tag{II.6}$$

d- Trapezoidal

$$F_d = 1.57 (r_1^2 + r_2^2) + 0.5 (h_1 - r_1) (b_1 + b_2) + (b_2 - 2r_2) \tag{II.7}$$

Le calcul de l'enroulement statorique consiste sur la détermination du nombre de spires dans l'encoche et le diamètre du conducteur.[7]

II.5.1. Calcul du nombre de spires dans le stator :

A partir de l'expression de f.é.m. d'une phase de l'enroulement statorique suivante :

$$E = 4.44 \frac{f}{p} * W_b * N_s * K_{en} * B_{\&} * I_{\delta} \tag{II.8}$$

Avec :

N_s : nombre de bobines en séries dans une branche parallèle suivant le schéma de l'enroulement

W_b : nombre de spire dans une bobine

l: longueur du paquet statorique

B : induction

K_{en} : coefficient d'enroulement

$$K_{en} = K_r * K_d \quad (II.9)$$

K_d : Coefficient de distribution et donné par :

$$K_d = \frac{\sin(\frac{q*\alpha}{2})}{q \sin(\alpha/2)} \quad (II.10)$$

Le coefficient d'enroulement peut être déterminé directement à partir du tableau suivant :

q	1	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	3	3 ^{1/2}
K _{en}	1.000	0.960	0.960	0.957	0.960	0.956
q	4	4 ^{1/2}	5	6	8	-
K _{en}	0.958	0.955	0.957	0.957	0.956	-

Tableau II.1 Coefficient d'enroulement triphasé à une couche

On peut déterminer le nombre de spires dans une bobine par :

$$W_b = \frac{M * K_e * U * P}{3.487 * f * K_{rp} * K_{en} * B_\delta * I_\delta * D * Z} \quad (II.11)$$

$$K_E = \frac{E}{U} = 0.96$$

A partir du tableau (2) on prend la valeur maximale de :

2p	pour B _δ (T) pour τ			B _c (T)	B _z (T)
	3 -6	6 - 11	12 - 30		
2	-	0.45 - 0.50	0.65 - 0.70	1.2 - 1.7	1.3 - 1.7
4	0.55 - 0.65	-	0.7 - 0.75	1.0 - 1.5	
6 et plus	-	-	0.71 - 0.77	-	

Tableau II. 2 Valeurs des inductions

K_{rp} : le coefficient de remplissage de l'encoche est déterminé à partir du tableau suivant

Enroulement	Encoche	K_{rp} pour une puissance KW		
		< à 1	1 – 10	10 – 100
Une couche	Figure (a.b.c)	0.37	0.4	0.43
	Figure (c)	0.42	0.46	0.50
Deux couches	Figure (a.b.c)	0.36	0.37	0.40
	Figure (c)	0.37	0.40	0.43

Tableau II.3 Coefficient de remplissage

II.5.2. Calcule l'induction dans la dent :

$$B_z = \frac{3.14 * D * B_\delta}{K_c * b_z * Z} \quad (\text{II.12})$$

K_c : 0.91-0.95 coefficient de remplissage du paquet statorique par l'acier, lorsque la saturation dans les dents n'est pas forte on peut admettre que, avec suffisamment d'exactitude, tout le flux correspondant à un pas dentaire passe par la dent, dans ce cas B_z l'induction dans la dent doit être inférieure à 1.7 T.

II.5.3. Calcule l'induction dans la culasse :

Pour calculer l'induction dans la culasse, on suppose que le flux est uniformément reparti dans la section droite de celui-ci. Si l'on considère φ le flux pénétrant dans la culasse, le flux traversant la section droite est égale à $\varphi/2$

$$B_\delta = \frac{\varphi}{2 * K_c * h_a * l_\delta} = \frac{D * B_\delta}{2P * K_c * h_a} \quad (\text{II.13})$$

$$\varphi = \alpha_\delta * B_\delta * l_\delta * \tau \quad (\text{II.14})$$

avec :

$$\alpha_\delta = \frac{2}{3.14} \quad (\text{II.15})$$

$$\varphi = \frac{B_\delta * l_\delta * D}{P} \quad (\text{II.16})$$

$$h_a = 0.5 (D_{ex} - D - 2h_2) \quad (\text{II.17})$$

Si les valeurs des inductions dans la dent et la culasse ne sont pas dans les domaines admissibles. On doit augmenter ou diminuer la valeur de l'induction dans l'entrefer et recalculer B_b

II.5.4. Calcule du diamètre de conducteur le bobinage :

Le diamètre du conducteur de bobinage isolé :

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} * \frac{k_{rp} * F}{w_b}} \quad (\text{II.18})$$

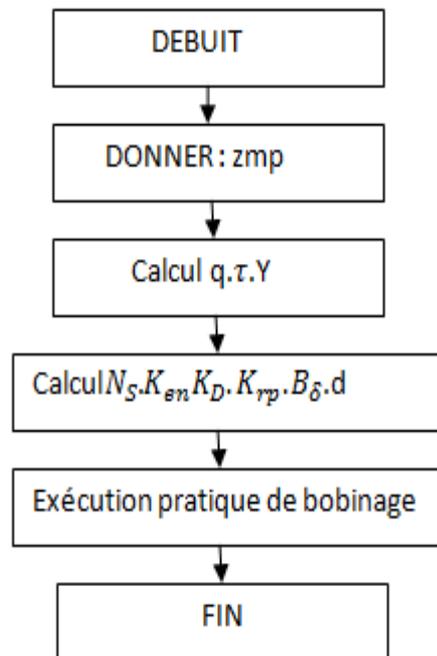
II.6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons représenté le type des enroulements des machine asynchrone et le type des encoches et la méthode calcule la surface F, ainsi que le calcul du nombre de spires N et le diamètre du conducteur (d).

III.1.Introduction :

Dans ce chapitre on va calculer les paramètres de la machine puis on va en tamier le bobinage de cette machine (moteur asynchrone 3ph1 KW a cage) le type de bobinage est : concentrique par pole conséquent d'une couche. et deux couche avec les même paramètre

III.2. Organigramme de bobinage d'un moteur asynchrone :



III.3. Calcule les caractéristiques de bobinage :

L'encoche du moteur considéré a une forme ovale. En tenant compte l'obtention d'une meilleure insertion des conducteurs et meilleurs coefficients de remplissage de l'encoche. Afin de commencer le calcul de bobinage. Puisque lors de la mise en encoche des enroulements, les conducteurs n'occupent pas tout l'espace qui leur ai réservé.

Le rapport entre de surface des conducteurs et la surface d'encoches est appelé coefficient de remplissage. Ce rapport varie selon la capacité des ouvriers spécialisés dans la mise en place du bobinage.

Pour déterminer la surface d'encoche on pose un papier millimétré et on prenne de celle-ci sur un, a fin de mesuré des dimensions b_2 , b_1 , r_1 , r_2 , h_1 , et h_2 . On obtient les valeurs $b_2 = 6 \text{ mm}$, $b_1 = 4.5 \text{ mm}$, $r_1 = 1.75 \text{ mm}$, $r_2 = 3 \text{ mm}$, $h_1 = 12$, $h_2 = 8.2 \text{ mm}$, $l = 59 \text{ mm}$
 $D = 50 \text{ mm}$, $bent = 1 \text{ mm}$

les dimension l et D son mesurées directement Alors la surface d'encoche Trapézoïdal

$$F_b = 0.5h_2(b_2 + bent) + 0.5(h_1 - h_2)(b_1 + b_2)$$

$$F_b = 0.5 \cdot 8.2(6+1) + 0.5(12-8.2)(4.5+6)$$

$$F_b = 48.65 \text{ mm}^2$$

III.3.1 Calcul de nombre de spire :

$$W_b = \frac{M \cdot K_e \cdot U \cdot P}{3.487 \cdot f \cdot K_{rp} \cdot K_{en} \cdot B_g \cdot l_g \cdot D \cdot Z}$$

$$U = 220 \text{ (v)}$$

$$k_e = 0.96$$

$$\varphi = 0.015 \text{ wb}$$

$$p = 2 \quad (\text{nombre de paire de pole})$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$k_{rp} = 0.42 \quad (\text{tableaux 3})$$

$$k_{en} = 0.957 \quad (\text{tableaux 1})$$

$$B_g = 0.7 \quad (\text{tableaux 2})$$

$$L = 59 \quad (\text{mm})$$

$$D = 50 \quad (\text{mm})$$

$$Z = 24$$

Donc :

$$N = W_b = 92 \text{ spire}$$

$$S_{en} = 48.65 \text{ mm}^2$$

$$S_{cu} = k_{rp} \cdot S_{en} \Rightarrow S_{cu} = 0.42 \cdot 48.65 = 20.43 \text{ mm}^2$$

$$S_{fil} = \frac{S_{cu}}{N} = \frac{20.43}{92} = 0.22 \text{ mm}^2$$

$$N \cdot S_{LABO} = 20.43$$

$$S_{LABO} = \pi \left(\frac{0.61}{2} \right)^2$$

$$S_{LABO} = 0.29 \text{ mm}^2$$

$$N_2 = \frac{20.43}{0.22}$$

$$N_2 = 71 \text{ spire}$$

III.4. Schéma de bobinage à une couche :

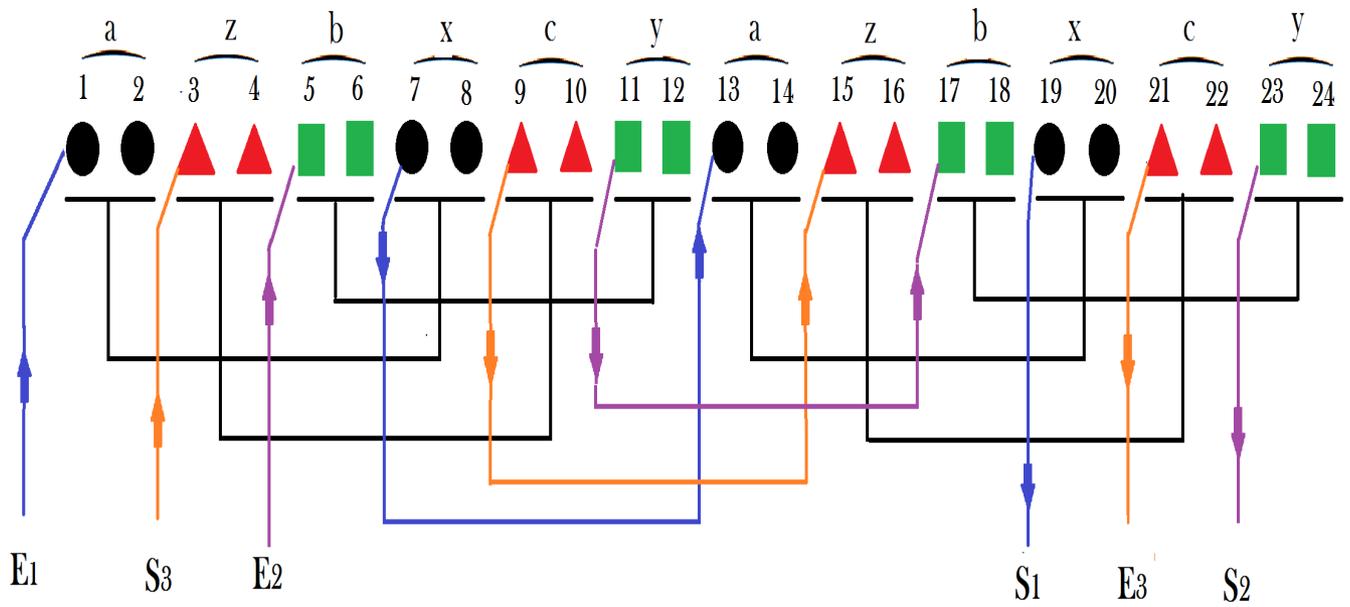


Figure III.1 Enroulement à une couche par pole conséquent

III.5. Schéma de bobinage à deux couches :

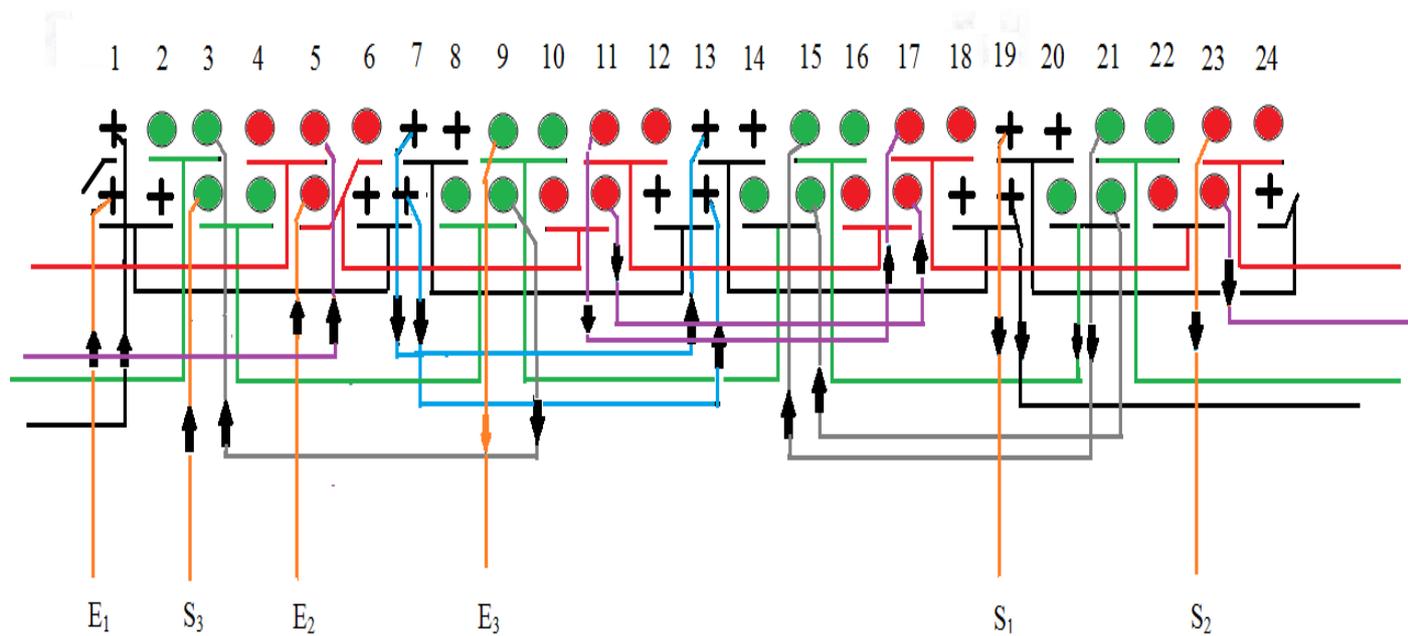


Figure III.2 Enroulement à deux couches asymétriques

III.6. Isole les bobines au circuit magnétique :

Pour isoler électriquement les bobines par rapport au circuit magnétique, nous devons monter des isolations d'encoche. Il existe plusieurs qualités d'isolants ou chaque type correspond à une classe que l'on retrouve sur la plaquette du moteur.

Pour cela nous avons préparé ces isolations par un papier isolant



Figure III.3 Montage d'une isolation d'encoche

III.7. Préparation des bobines :

Les groupes sont fabriqués directement grâce à gabarits



Figure III.4 Préparation des bobines

III.8. Test-1- continuité des bobines :

A l'aide d'un ohmmètre, on mesure la résistance de chaque phase et la position des fils sur la plaque à borne. On obtient le résultat suivant

Entre U_1 et U_2 = 9.2 (Ω)

Entre V_1 et V_2 = 9.2 (Ω)

Entre W_1 et W_2 = 9.2 (Ω)

III.8.1. Test -2- Isolation entre les bobines :

A l'aide d'un ohmmètre, on mesure l'isolement des phase (test des isolement de phases)

La valeur mesurée en résultats :

Entre U_1 et V_1 = résistance infinie (∞)

Entre V_1 et W_1 = résistance infinie (∞)

III.9.Montage :



Figure III.5 Montage machine asynchrone

III.9.1 Couplage

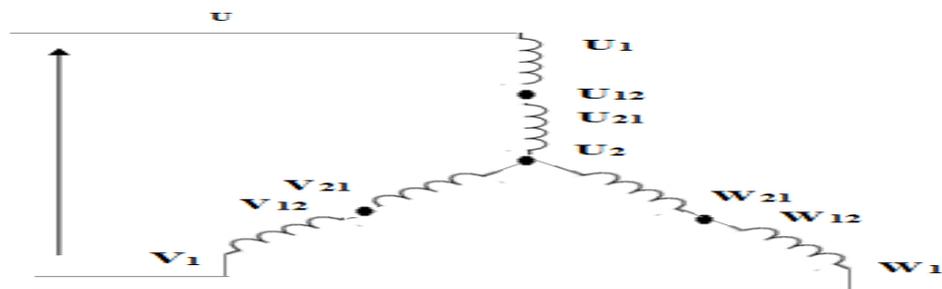


Figure III.6 Montage étoile

III .9.2 couplage : / Hybride

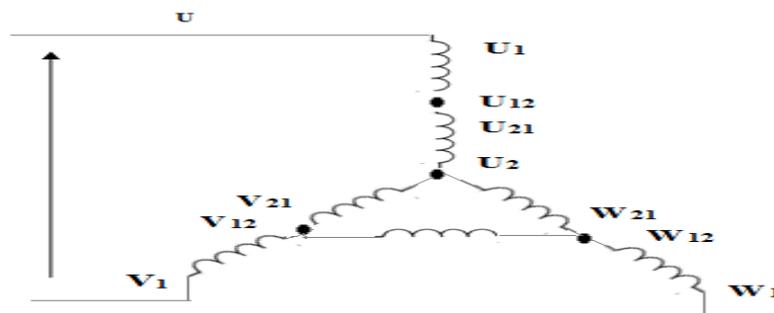


Figure III.7 Montage étoile/triangle

III.9.2.1 Essai A vide :

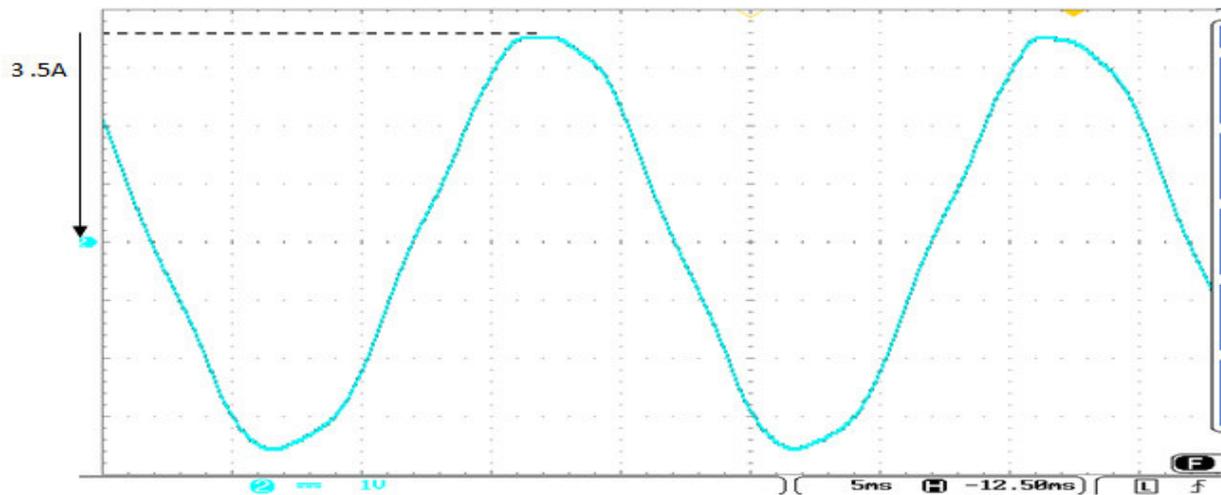
Régime permanent : \star / \triangle Hybride

Figure III.8 Courant en régime permanent (étoile / triangle)

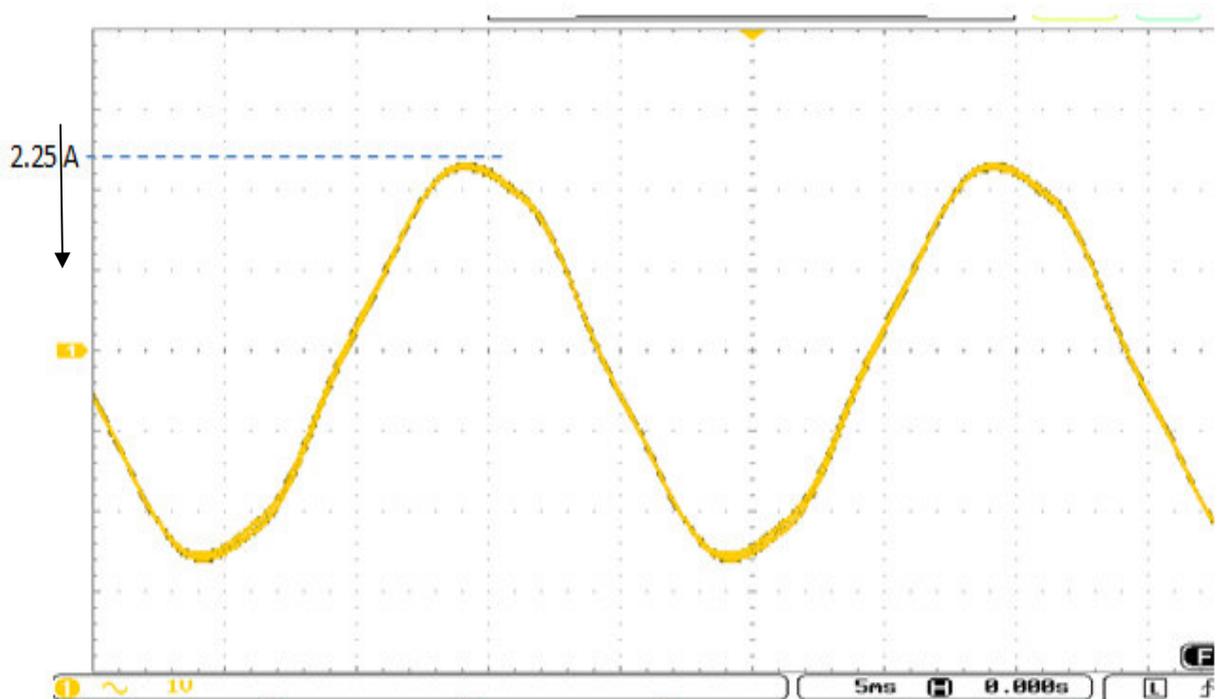
Régime permanent : \star 

Figure III.9 Courant en régime permanent étoile

Régime transitoire : \triangle / \triangle Hybride

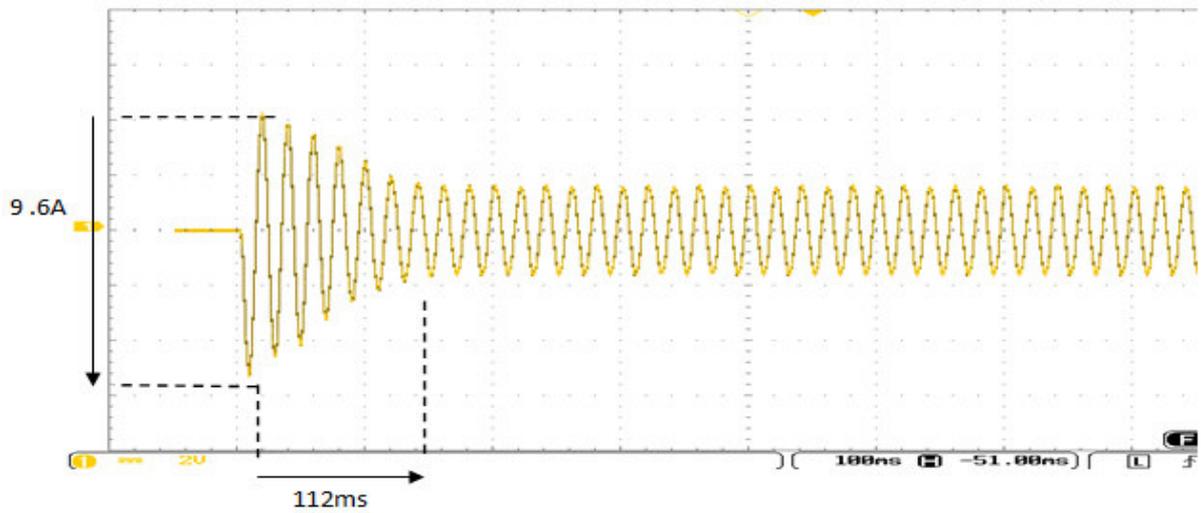


Figure III.10 Courant en régime transitoire (étoile triangle)

Régime transitoire : \triangle

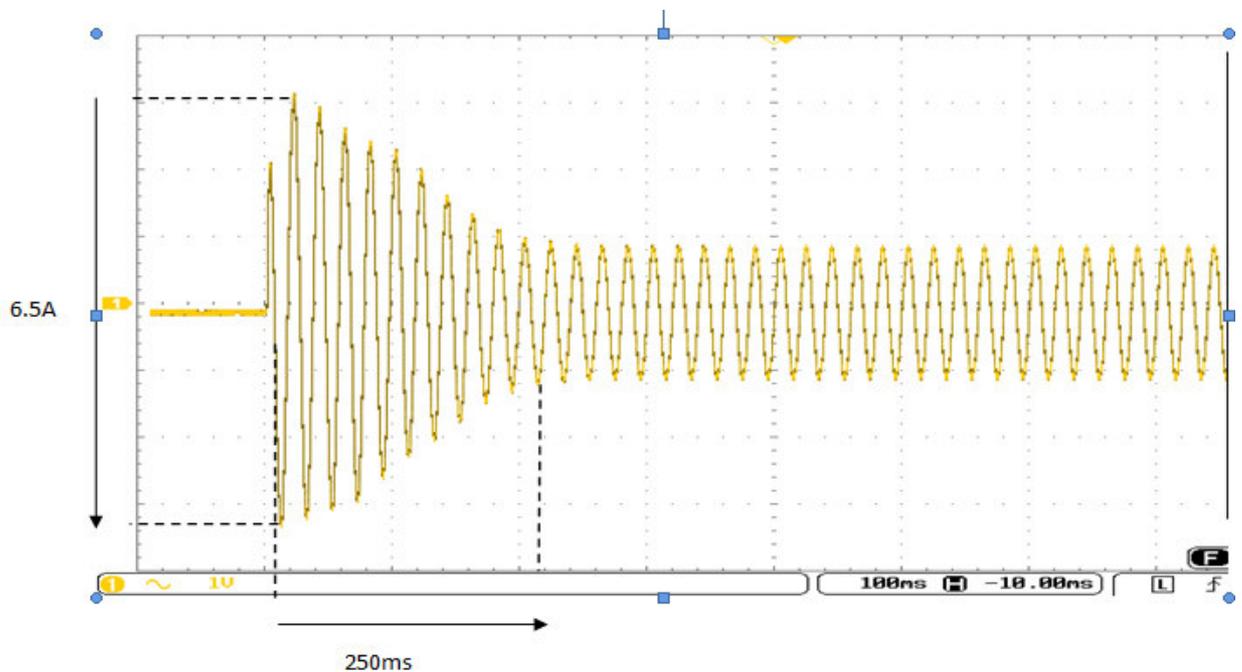


Figure III .11 Courant en régime transitoire étoile

Régime transitoire : Δ / Δ Hybride

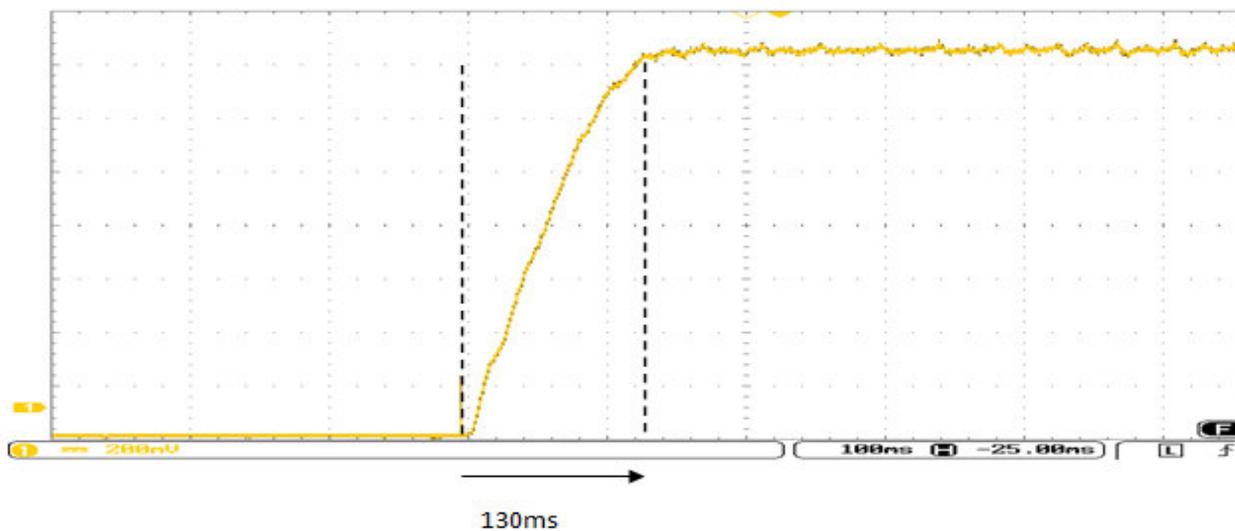


Figure III.12 La vitesse en régime transitoire (étoile/triangle)

Régime transitoire : Δ

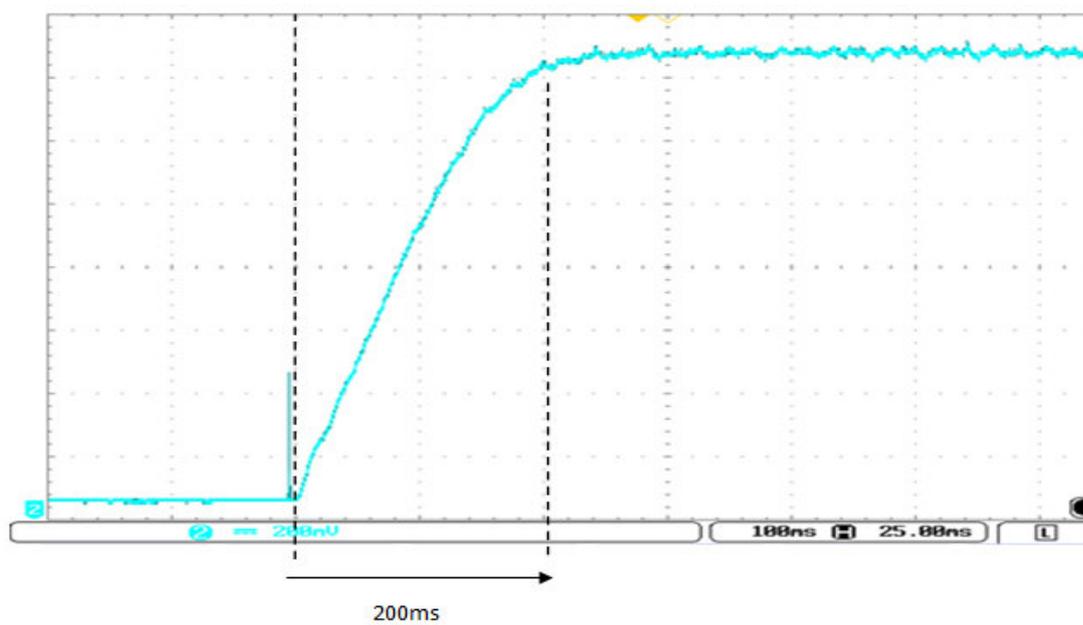


Figure III.13 La vitesse en régime transitoire en étoile

III.9.2 .2 Essai en charge :

Caractéristique (couple et vitesse) : Δ / Δ Hybride

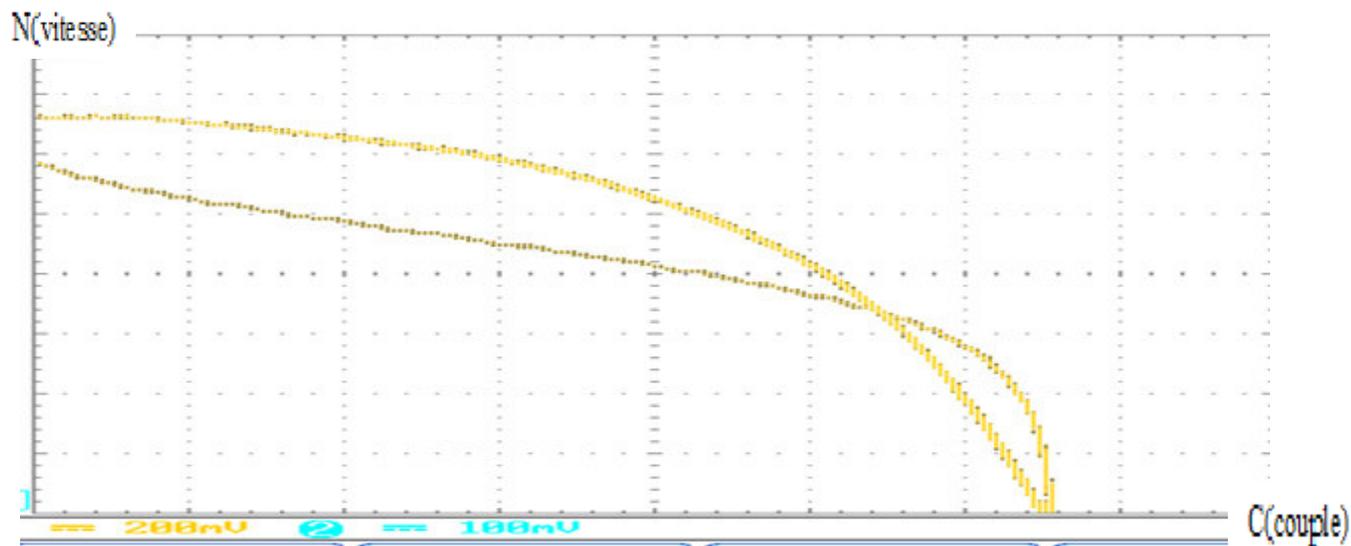


Figure III.14 Caractéristique mécanique de la (couple et vitesse)

Caractéristique couple et vitesse : Δ

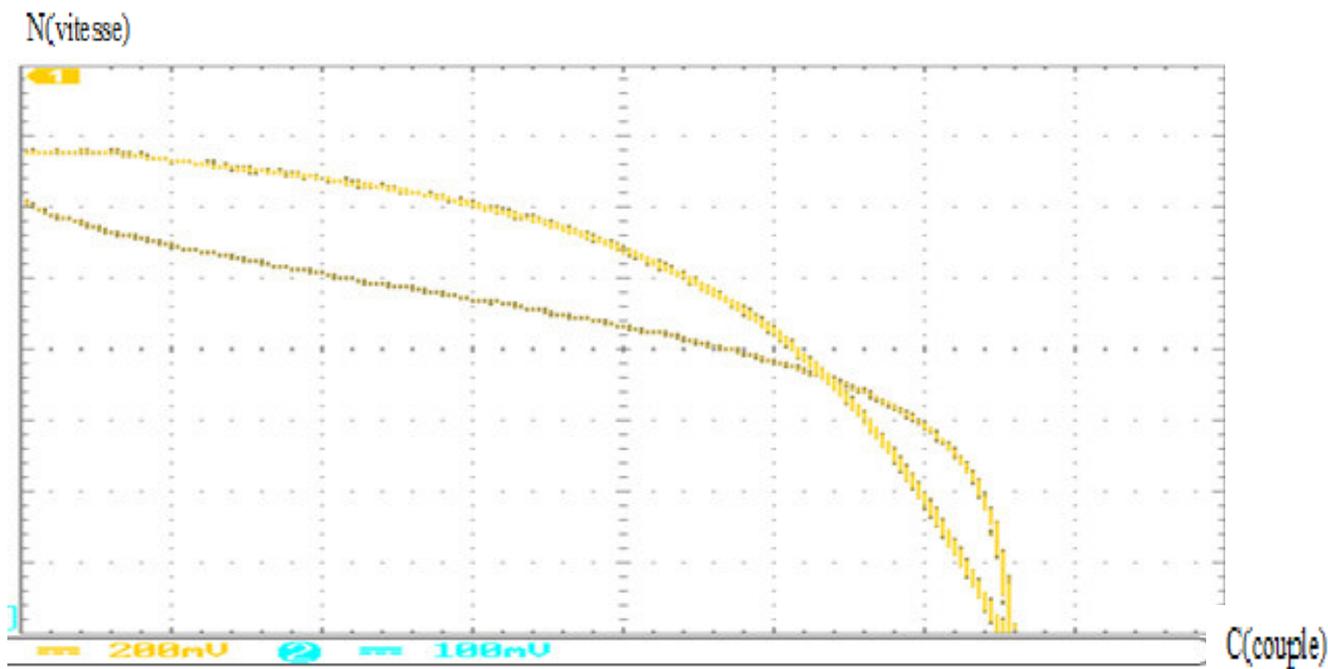


Figure III.15 Caractéristique mécanique de la (couple et vitesse)

III.10 Interpretation :

- **Essai A vide du courant en regime permanent couplage étoile triangle hybride et couplage étoile :**

Les figures III.8 et III.9 montrent appel de courant est plus fort dans le montage étoile triangle « hybride » que ce lui dans l'autre cas , la forme du courant dans les deux cas est sinusoïdale

- **Essai A vide du courant en regime permanent couplage étoile triangle hybride et couplage étoile :**

Les figures III.10 et III.11 montrent que le pic de courant en régime transitoire du montage étoile est plus grand que celui du montage étoile triangle « «hybride » .

- **Essai A vide de la vitesse Régime transitoire couplage étoile triangle hybride et couplage étoile :**

Les figures III.12 et III.13 montrent que le temps démarrage du montage étoile est plus grand que celui du montage étoile triangle « hybride »

- **Essai en charge Caractéristique mécanique(couple vitesse) :**

Figures III.14 et III.15 montrent que la caractéristique mécanique (couple et vitesse) est la même pour les deux cas.

III.11 Conclusion :

Après avoir terminé le bobinage ou moteur asynchrone, on a procédé aux essais de ce dernier : alimentation électrique, et relève des différents valeurs au régime transitoire est permanent (étoile /triangle) « courant, vitesse et caractéristique mécanique » .

Conclusion générale

Conclusion générale

Nous terminons ce travail en dégagant les conclusions suivantes :

Lors de l'établissement de ce projet, le rebobinage est un concept qui demeure en permanence le soucieux pour assurer la longévité du moteur.

La conception est un bon moyen de réaliser, d'optimiser, du fait de la participation active de l'opérateur au déroulement du calcul. Celui-ci a toutes les possibilités d'étudier l'influence d'un paramètre quelconque sur les caractéristiques qui l'intéressent.

Dans ce travail nous avons mis l'accent sur l'étude des enroulements des moteurs asynchrones triphasés, ces derniers sont les utilisés à cause des avantages qu'ils représentent

Ce travail est composé de deux parties essentielles :

La première partie a été l'objet de réalisation du bobinage du moteur électrique triphasé de 1KW- 380V -1480T/mn :

- Relevé dimensionnel du moteur.
- Calcul de paramètres.
- Fabrication et montage des bobines.
- Essais du moteur.

La deuxième partie est consacré aux relevés sur l'oscilloscope des courants du régime transitoire et du régime permanent de deux couplages étoile et étoile /triangle hybride.

En fin, nous espérons qu'avec notre travail, nous venons d'approfondir nos connaissances théoriques, et que ce travail pourra nous servir comme base dans le domaine de l'élaboration et la conception des machines électriques dans notre vie professionnelles.

N_s : La vitesse synchrone

PL : e nombre de paire de pôles

Ω_s : La vitesse angulaire synchrone

ω_s : Pulsation statorique

N_{phr} : Le nombre de phase dans le rotor

NB : Le nombre de barres rotorique

$2P$: Le nombre de pôles

Ω_r : La vitesse angulaire réelle

G : Le glissement

La puissance absorbée

P_{js} Les pertes joule statorique

P_{jr} Les pertes joule rotorique

P_{fer} Les pertes fer rotorique

P_{tr} La puissance transmise

P_{fs} Les pertes fer statorique

P_e La puissance électromagnétique

P_U La puissance utile

$P_{méc}$ Les pertes mécaniques

C_e Le couple électromagnétique

C_U Le couple utile

C_P Le couple des pertes

$\cos\varphi$ Facteur de puissance

I Le courant absorbé

η Le rendement

Z : nombre d'encoche

m : nombre de phase

q : nombre d'encoche par pôle et par phase

Z: nombre d'encoches statorique

D : diamètre intérieure statorique (mm)

D_{ex} : diamètre extérieur statorique (mm)

L_δ : longueur du paquet statorique (mm)

b_z : épaisseur minimale de la dent (mm)

h₁ : hauteur de la culasse (le dos statorique) (mm)

h₂ : hauteur de l'encoche statorique (mm)

F_c : surface de l'encoche (mm²)

W_b : nombre de spire dans une bobine

B : induction (T)

K_{en} : coefficient d'enroulement

K_d : coefficient de distribution

d=diamètre de file (mm)

f : la fréquence (HZ)

B_δ : induction magnétique dan entrefer

K_r :coefficent de remplissage (T)

LISTE DE FIGURE

Chapitre- I

Figure I -1 Principe d'un rotor bobiné	Erreur ! Signet non défini.
Figure I -2 Principe d'une cage d'écureuil	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-3 Parties principales de la machine asynchrone	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-4 Rotor à double cage	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-5 Les symboles d'une machine asynchrone	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-6 Principe de fonctionnement.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-7 Bilan de puissance du moteur asynchrone	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-8 La vitesse de différents f.m.m	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-9 Caractéristiques mécaniques du moteur asynchrone.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-10 les types de couplage	Erreur ! Signet non défini.
Figure I-11 la plaque signalétique d'un moteur asynchrone.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre- II

Fig. II.1 Etoile de phase.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.2 bobine concentriques reliées en série.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.3 bobines identique ou "section" reliées en série	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.4 Enroulement à une couche par pole conséquent	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.5 Enroulement à une couche par pole	Erreur ! Signet non défini.
Figure II.6 Différentes configuration des encoches.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre- III

Figure III.1 Enroulement à une couche par pole conséquent	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.2 Enroulement à deux couches asymétriques	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.3 Montage d'une isolation d'encoche	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.4 Préparation des bobines.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.5 Montage machine asynchrone	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.6 Montage étoile	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.7 Montage étoile triangle	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.8 Courant en régime permanent (étoile / triangle)	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.9 Courant en régime permanent étoile.....	Erreur ! Signet non défini.

Figure III.10 Courant en régime transitoire (étoile triangle) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure III .11 Courant en régime transitoire étoile..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure III.12 La vitesse en régime transitoire (étoile/triangle)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure III.13 La vitesse en régime transitoire en étoile **Erreur ! Signet non défini.**

Figure III.14 Caractéristique mécanique de la (couple et vitesse' Δ / Δ **Erreur ! Signet non défini.**

Figure III.15 Caractéristique mécanique de la (couple et vitesse' Δ **Erreur ! Signet non défini.**

LISTE DE TABLEAU

Tableau II.1 Coefficient d'enroulement triphasé à une couche **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau II.3 Coefficient de remplissage **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau II. 2 Valeurs des inductions..... **Erreur ! Signet non défini.**

sommaire

Introduction générale

Chapitre- I- généralités sur les machines asynchrone

I-1-Introduction	Erreur ! Signet non défini.
I-2-Historique.....	Erreur ! Signet non défini.
I-3- Constitution. Nature des courants secondaires.....	Erreur ! Signet non défini.
I-3-1-Le stator	Erreur ! Signet non défini.
I-3-2-Le rotor	Erreur ! Signet non défini.
I-3-3-Types de rotor.....	Erreur ! Signet non défini.
I-3-3-1-Rotor bobiné (à bagues)	Erreur ! Signet non défini.
I-3-3-2-Rotor à cage.....	Erreur ! Signet non défini.
I-3-3-3- Rotor à double cage.....	Erreur ! Signet non défini.
I-3-4-l'entrefer	4
I-4-Les symboles	Erreur ! Signet non défini.
I-5-Principe de fonctionnement du moteur asynchrone.....	Erreur ! Signet non défini.
I-5-1-Le glissement	Erreur ! Signet non défini.
I-5-2-Bilan de puissance	Erreur ! Signet non défini.
I-5-3-le Rendement	Erreur ! Signet non défini.
I-6- Caractéristique du moteur asynchrone	Erreur ! Signet non défini.
I -6-1- Fonctionnement à vide	Erreur ! Signet non défini.
I -6-2- Fonctionnement en charge.....	Erreur ! Signet non défini.
I -6-3- Caractéristique mécanique $C_u = f(n)$	Erreur ! Signet non défini.
I -6-4- Résumé des caractéristiques	Erreur ! Signet non défini.
I -7-les couplages moteur	Erreur ! Signet non défini.
I -8-la plaque signalétique d'un moteur asynchrone	Erreur ! Signet non défini.
I -9-Modification et variation de la vitesse du moteur asynchrone triphasé.....	Erreur ! Signet non défini.
I -9-1-Modification de la vitesse par enroulement de pole.....	Erreur ! Signet non défini.
I -9-2-variation de la vitesse	Erreur ! Signet non défini.
I -9-2-1-variation du glissement	Erreur ! Signet non défini.
I -9-2-2 réglage de la vitesse par convertisseur de fréquence	Erreur ! Signet non défini.

I -10- Les avantages et les inconvénients du moteur asynchrone	Erreur ! Signet non défini.
I -10-1 avantages	Erreur ! Signet non défini.
I -10-2 inconvénients	Erreur ! Signet non défini.
I -11- Conclusion	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre- II- les enroulements de la machine asynchrone

II.1. Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
II.2. Rappel sur les paramètres des enroulements.....	Erreur ! Signet non défini.
II.3. Représentation des enroulements à courant alternatif.....	Erreur ! Signet non défini.
II.4. Enroulements triphasé	Erreur ! Signet non défini.
II.4.1 Enroulement triphasé à une couche	Erreur ! Signet non défini.
II.4.1.1 Enroulement à une couche par pôles conséquent.....	Erreur ! Signet non défini.
II.4.1.2 Enroulement à une couche par pôles.....	Erreur ! Signet non défini.
II.4.2 Enroulement triphasé à deux couches	Erreur ! Signet non défini.
II.5. Calcule des paramètres des enroulements statorique	Erreur ! Signet non défini.
II.5.1. Calcule du nombre de spires dans le stator	Erreur ! Signet non défini.
II.5.2. Calcule l'induction dans la dent.....	Erreur ! Signet non défini.
II.5.3. Calcule l'induction dans la culasse	Erreur ! Signet non défini.
II.5.4. Calcule du diamètre de conducteur le bobinage	Erreur ! Signet non défini.
II.6. Conclusion :	Erreur ! Signet non défini.

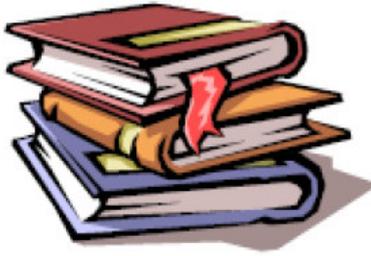
Chapitre- III -rebobinage de moteur asynchrone triphasé

III.1.Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
III.2. Organigramme de bobinage d'un moteur asynchrone	Erreur ! Signet non défini.
III.3. Calcule les caractéristiques de bobinage	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1 Calcule de nombre de spire.....	Erreur ! Signet non défini.
III.4. Schéma de bobinage à une couche.....	Erreur ! Signet non défini.
III.5.Schéma de bobinage à deux couches.....	Erreur ! Signet non défini.
III.6. Isole les bobines au circuit magnétique	Erreur ! Signet non défini.
III.7.Préparation des bobines	Erreur ! Signet non défini.
III.8.Test-1- continuité des bobines	Erreur ! Signet non défini.
III.8.1. Test -2- Isolation entre les bobines	Erreur ! Signet non défini.
III.9.Montage	Erreur ! Signet non défini.
III.9.1 Couplage 	Erreur ! Signet non défini.
III .9.2 couplage 	Erreur ! Signet non défini.

III.9.2.1Essai A vide	Erreur ! Signet non défini.
III.9.2 .2 Essai en charge.....	Erreur ! Signet non défini.
III.10 Interpretation :	Erreur ! Signet non défini.
III.11Conclusion	Erreur ! Signet non défini.

conclusion générale

Bibliographie



BIBLIOGRAPHIE

[1] GUY SEGUIER «électrotechnique industrielle»

[2] Cours machines asynchrones «département de génie électrique- université Mohamed Khider -Biskra –professeur Golea.2013

[3] PDF téléchargé par internet sur les machines asynchrones. (Maintenance des Equipements Industriel du Lycée Latécoère d'ISTRES www.mei-latecoere.com)

[4] HERRACHE SAID et KHALFAOUI KHALED « étude et analyse des procédés de démarrage des moteurs asynchrones triphasés» mémoire d'ingénieur-université M'SILA.2006

[5] Guy Chateigner, Michel Boës, Daniel Bouix Jacques Vaillant, Daniel Verkindère«Manuel de génie électrique (livre) » DUNOD 2005

[6] J. P. CARON et J.P. HAUTIER ; « Modélisation et commande de la machine asynchrone »Editions Technip, Paris [1995].

[7] R.ABDESSEMED ,VERA TOMACHEVITCH LES ENROULEMENT DES MACHINES ELECTRIQUE UNIVERSITE DE BATNA (2012)

[8] GUY SEGUIER.F RANCIS NOTELET ELECTROTECHNIQUE INDUSTRIELLE (PARIS)