



République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère
de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji - Laghouat

FACULTE : Technologie

DEPARTEMENT : Electrotechnique

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : **Gasselaoud Khaled**

SAOUDI Abdelaziz

DOMAINE : Sciences et techniques

FILIERE : Electrotechnique

OPTION : Electrotechnique Industrielle

Thème

**Etude de l'impact des variations brusques de la
fréquence et de la tension sur les performances d'un
moteur à induction triphasé**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Ameur Aissa	Professeur	Président
Djekidel Rabah	Professeur	Examineur
Boufligha Messaoud	MCA	Encadreur

Promotion : 2024 – 2025

Dédicaces

Nous dédions ce travail à la mémoire du père de Abdelaziz, « Ahmed », décédé à fleur d'âge, que nous n'oublierons jamais.

À nos mères respectives, pour leur amour, leur patience et leur soutien tout au long de notre éducation.

À mon père, pour sa sagesse, ses encouragements et sa présence constante à mes côtés.

À tous nos enseignants et instituteurs, pour les connaissances transmises et les valeurs inculquées.

À nos frères et sœurs, à toute notre famille, pour leur encouragement constant.

À nos amis sincères, pour leur présence et leur motivation.

Nous exprimons également notre profonde gratitude à Monsieur Boufligha Massoud, notre encadrant, pour sa disponibilité, ses conseils précieux et son accompagnement tout au long de ce travail.

Bref, à tous ceux qui nous aiment et croient en nous.

Remerciements

*Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrant, **Monsieur BOUFLIGHA Messaoud**, pour ses conseils précieux, sa disponibilité et son accompagnement tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury qui nous ont honorés par leur présence, et dont les remarques et conseils ont grandement enrichi notre travail.

Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude à nos familles, pour leur soutien constant, leur patience et leurs encouragements tout au long de notre parcours universitaire.

Enfin, un grand merci à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

دراسة تأثير التغيرات المفاجئة في التردد والتوتر على أداء محرك حثي ثلاثي الطور

ملخص :

يتناول هذا البحث على دراسة تأثير التغيرات المفاجئة في التوتر والتردد على أداء محرك حثي ثلاثي الطور بقدرة 70 كيلوواط . تعتمد الدراسة على تجربتين أساسيين: تجربة بدون حمل وتجربة الدوار المقفول، واللذان ساهما في تحديد معالم الدارة المكافئة للمحرك. تم استخدام مخطط الدائرة لتقدير خصائص المحرك تحت ظروف تشغيل مختلفة. كما تم تطوير برنامج باستخدام ماتلاب لمحاكاة تأثير هذه الاضطرابات على العزم الكهرومغناطيسي و سرعة الدوران و الكفاءة وتعد هذه المقاربة فعالة بشكل خاص في حالة المحركات ذات القدرة العالية، حيث يصعب في العادة إجراء اختبارات تجريبية مباشرة عليها.

Study of the Impact of Sudden Variations in Frequency and Voltage on the Performance of a Three-Phase Induction Motor

Abstract:

This thesis focuses on studying the impact of sudden variations in voltage and frequency on the performance of a three-phase induction motor rated at 70 kW. The study is based on two fundamental tests: the no-load test and the blocked rotor test, which allowed for the determination of the parameters of the motor's equivalent circuit. The circle diagram was used to estimate the motor's characteristics under various operating conditions. A MATLAB program was developed to simulate the effects of these disturbances on electromagnetic torque, rotational speed, and efficiency. This approach proves to be particularly effective for high-power motors where direct experimental testing is often difficult to perform.

Etude de l'impact des variations brusques de la fréquence et de la tension sur les performances d'un moteur à induction triphasé

Résumé:

Ce mémoire porte sur l'étude de l'impact des variations soudaines de la tension et de la fréquence sur les performances d'un moteur asynchrone triphasé d'une puissance de 70 kW. L'étude s'appuie sur deux essais fondamentaux : l'essai à vide et l'essai à rotor bloqué, qui ont permis de déterminer les paramètres du schéma équivalent de la machine. Le diagramme de cercle a été utilisé pour estimer les caractéristiques du moteur dans différents régimes de fonctionnement. Un programme a été développé sous Matlab afin de simuler l'effet de ces perturbations sur le couple électromagnétique, la vitesse de rotation et le rendement. Cette approche se révèle particulièrement efficace pour les moteurs de forte puissance, où les essais expérimentaux directs sont souvent difficiles à réaliser.

Table des matières

Résumé.	
Sommaire Générale.	
Liste des figures.	
Liste des tableaux.	
Liste des abréviations et des symboles.	
Introduction générale.	

Sommaire Générale :

CHAPITRE I Généralités SUR LES MOTEUR ASYNCHRONE

I-1 Introduction	4
I-2 Classification de machines électriques tournantes	4
I-3 Constitution de la machine asynchrone	4
I-3-1 Stator	5
I-3-2 Rotor	6
I-3-3 l'entrefer	7
I-4 Principe de fonctionnement	7
I-5 Bilan de puissance	8
I-5-1 Puissance électrique absorbée Pa	8
I-5-2 Puissance mécanique PM	8
I-6 Avantages et inconvénients de la machine asynchrone	8
I.6.1 Avantages	9
I.6.2 Inconvénients	9
I-7 Conclusion	9

Chapitre II Schéma équivalent D'un moteur asynchrone

II.1 Introduction	11
II.2 Schéma équivalent du moteur asynchrone à rotor ouvert	11
II.3 Schéma équivalent du moteur asynchrone à rotor en court-circuit	12
II .4 Essais pour la détermination des paramètres du schéma équivalent	14
II .4.1 Essais a Vide	14
II .4.2 Essais a Rotor bloqué	15
II .4.3 Mesure des résistances statorique R1 et rotorique R2	15
II .4.4 Mesure de Rapport de Transformation	16
II .5 Paramètres typiques du moteur à rotor bobiné choisi	16
II .6 Résultats des essais	17

II .6.1 Résultats de l'essais a Rotor bloqué	17
II .6.2 Résultats de l'essais a Vide	17
II .6.3 Valeurs mesurées de R1,R2 et m	17
II .7 Calcul des différents Paramètres du schéma équivalent	18
II .8 Détermination de l'expression du couple électromagnétique	19
II .9 Conclusion	20

Chapitre III Analyses des effets de variation de la tension et de la fréquence sur le fonctionnement d'un moteur asynchrone

III.1 Introduction.....	22
III.2 perturbations issue du réseau	22
III.2.1 définition	22
III.2.2 perturbations de la tension	22
III.2.3 les perturbations de la fréquence	23
III.3 Relevé de quelques caractéristiques du fonctionnement	23
III.3.1 Introduction.....	23
III.3.2 généralités sur la méthode du diagramme de cercle normalisé par l'U.T. E	24
III.3.3. cas ou la tension est maintenue constante	27
III.3.4. cas de variation de la tension et fréquence est maintenue constante	30
III.4 Conclusion	34
Conclusion générale	36
Bibliographie	

Liste des figures :

Liste des figures de chapitre I :

- Figure I-1** : classification de machines électriques tournantes.
- Figure I-2** vue éclatée d'un moteur asynchrone montrant sa construction
- Figure I-3** stator d'un machine asynchrone
- Figure I-4** rotor bobiné d'un moteur asynchrone.
- Figure I-5** le rotor à cage d'un moteur asynchrone.
- Figure I-6** illustration du principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone
- Figure I-7** *illustration du bilan de puissance d'un moteur asynchrone.*

Liste des figures de chapitre II :

- Fig II.1** Schéma équivalent du moteur asynchrone à rotor ouvert.
- Fig.II.2** Schéma équivalent du moteur asynchrone à rotor en court-circuit.
- Fig.II.3** autre forme du schéma équivalent du moteur asynchrone.
- Fig.II.4** Schéma équivalent du moteur asynchrone ramené au stator.
- Fig.II.5** Schéma équivalent du moteur asynchrone ramené au stator avec Décomposition de la puissance électromécanique et des pertes joules rotoriques.
- Fig.II.6** Schéma équivalent approximatif ramenée au stator du moteur asynchrone.
- Fig. II.7** schéma de mesure de la résistance statorique
- Fig. II.8** illustration du schéma de la mesure de la résistance d'un enroulement du rotor couplé en étoile

Liste des figures de chapitre III :

- Figure III.1** Creux et coupures de tension
- Figure III.2** Fluctuation d'amplitude de la tension
- Figure III.3** Organigramme du programme Matlab
- Figure III.4** Variation du rendement en fonction du couple électromagnétique
- Figure III.5** Variation du facteur de puissance en fonction du couple électromagnétique
- Figure III.6** Variation du couple électromagnétique en fonction de la vitesse
- Figure III.7** Variation de la puissance électromagnétique en fonction du couple électromagnétique
- Figure III.8** Variation du couple électromagnétique en fonction du glissement
- Figure III.9** Variation du couple électromagnétique en fonction de la puissance électromagnétique

Figure III.10 Variation du facteur de puissance en fonction de la puissance utile

Figure III.11 Variation du rendement en fonction de la puissance utile

Figure III.12 Variation de la perte joule statorique en fonction du glissement

Figure III.13 Variation du couple électromagnétique en fonction du glissement avec tension variable

Figure III.14 Variation du couple électromagnétique en fonction de la vitesse

Figure III.15 Variation des pertes joules rotorique en fonction du glissement

Figure III.16 Variation de la puissance absorbée en fonction du glissement

Figure III.17 Variation de la puissance absorbée en fonction du courant absorbé

Liste des tableaux :

Liste des tableaux de chapitre II :

Tableau.II.1 Paramètres du moteur à rotor bobiné choisi.

Tableau.II.2 Mesures relevées lors d'un essai à vide.

Tableau.II.3 Mesures relevées lors de l'essai à rotor bloqué.

Tableau.II.4 Valeurs des résistances à la température de service.

Tableau.II.5 Paramètres du schéma équivalent issus des essais à vide et à rotor bloqué.

Liste des abréviations et des symboles :

n_s : est vitesse de synchronisme.

n : Vitesse de rotation.

f : est la fréquence d'alimentation.

p : est le nombre de paire de pôles.

g : Glissement.

I_{10} : le courant statorique à rotor ouvert.

R_f : résistance fictive représentant les pertes fer.

X_μ : réactance réelle servant à représenter la puissance réactive requise pour produire la magnétisation.

R_2 : la résistance d'une phase rotorique.

X_2 : la réactance d'une phase rotorique.

R'_2 : la résistance ramenée au stator d'un enroulement rotorique.

X'_2 : La réactance ramenée au stator d'un enroulement rotorique.

R_c : Une résistance fictive variable qui représente le taux de la conversion d'énergie électromécanique.

E_2 : Force électromotrice induite rotorique du moteur.

V : Tension simple.

U : Tension composée entre deux phases.

φ : Déphasage.

$\cos \varphi$: facteur de puissance.

ω_s : Pulsation des courants statoriques.

ω : Pulsation des courants rotoriques.

P_a : Puissance absorbée.

P_u : Puissance utile.

P_0 : Puissance à vide.

P_{cc} : Puissance active en court-circuit.

Q_{cc} : Puissance réactive en court-circuit.

C_e : Couple électromagnétique.

Introduction générale

Introduction générale

Les variations brutales et involontaires de la tension d'alimentation et de la fréquence en dessous et au-dessous des valeurs nominales constituent une perturbation du fonctionnement d'un moteur asynchrone triphasé. Plus le moteur est gros plus ces caractéristiques sont sensibles à ses variations.

La prédétermination des caractéristiques qui nous renseignent sur les performances d'un moteur asynchrone est donc d'une importance considérable. Dans ce contexte, l'utilisation de la méthode de diagramme de cercle est très utile pour les moteurs asynchrones ayant une puissance élevée ou les essais expérimentaux sont difficiles et même impossibles. Cette méthode permet d'obtenir rapidement les diverses caractéristiques rapidement et à n'importe quel régime de fonctionnement, à partir d'essais à puissance réduite. Dans notre travail nous avons basé sur des résultats d'essais typiques d'un moteur de 70Kw en marche continue. Les simulations sont accomplies en utilisant un code Matlab développé. Nous essayons de montrer l'effet des variations brusques de la tension et de la fréquence sur les performances de ce moteur

Après une introduction générale nous diviserons notre mémoire en trois chapitres comme suit :

Au Chapitre 1 : Nous présenterons les principes généraux de la machine asynchrone, en particulier sa construction, le principe de fonctionnement et le bilan de puissance.

Au Chapitre 2 : Nous mènerons une étude détaillée du schéma équivalent, nous rappelant les paramètres typiques du moteur choisi, nous identifierons les essais pratiques à effectuer les résultats de ces essais, nous terminerons par le calculer des différents paramètres de ce schéma et la détermination de l'expression du couple électromagnétique

Au Chapitre 3 : Nous commencerons par un rappel des perturbations de la tension et de la fréquence. Avant de s'engager au relevé des différentes caractéristiques, nous procéderons à donner un aperçu sur la méthode de diagramme de cercle, suivi d'une présentation de l'organigramme du code Matlab utilisé en simulation.

Enfin, notre mémoire est clôturée avec une conclusion générale

CHAPITRE I

Généralités Sur Les Moteurs Asynchrones

I-1 Introduction

Une machine asynchrone est une machine dont la rotation de l'arbre est différente de la vitesse de rotation du champ tournant. Nous focalisons dans ce chapitre sur la machine asynchrone triphasé à induction.

Une machine asynchrone est une machine dont la rotation de l'arbre est différente de la vitesse de rotation du champ tournant, largement utilisée en industrie pour sa simplicité, sa robustesse et son faible coût.

I-2 Classification de machines électriques tournantes

Les moteurs électriques sont généralement classés selon le type du réseau électrique dans le quelle le moteur est relié. On distingue les moteurs à courant continue et les moteurs à courant alternatif.

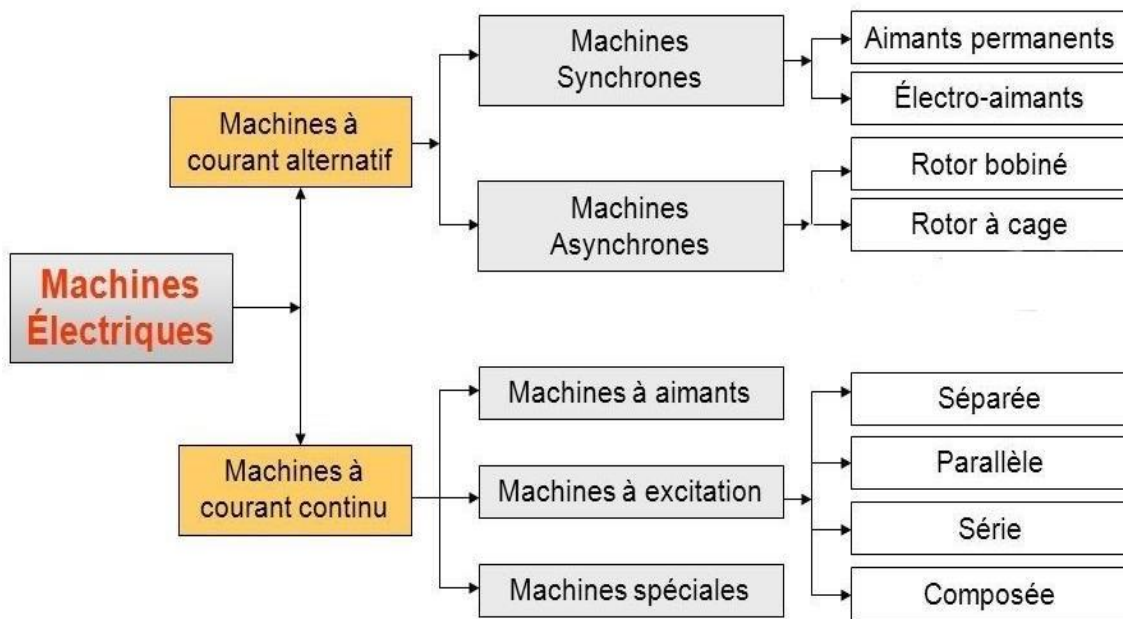


Figure I-1 : classification de machines électriques tournantes

I-3 Constitution de la machine asynchrone

La machine asynchrone comporte une partie fixe constituée d'une carcasse à l'intérieur de laquelle est logés le circuit magnétique et le bobinage du stator d'une part, et d'une partie mobile appelée rotor d'autre part.

La construction générale d'une machine asynchrone peut être montrée par **Fig. I-2**

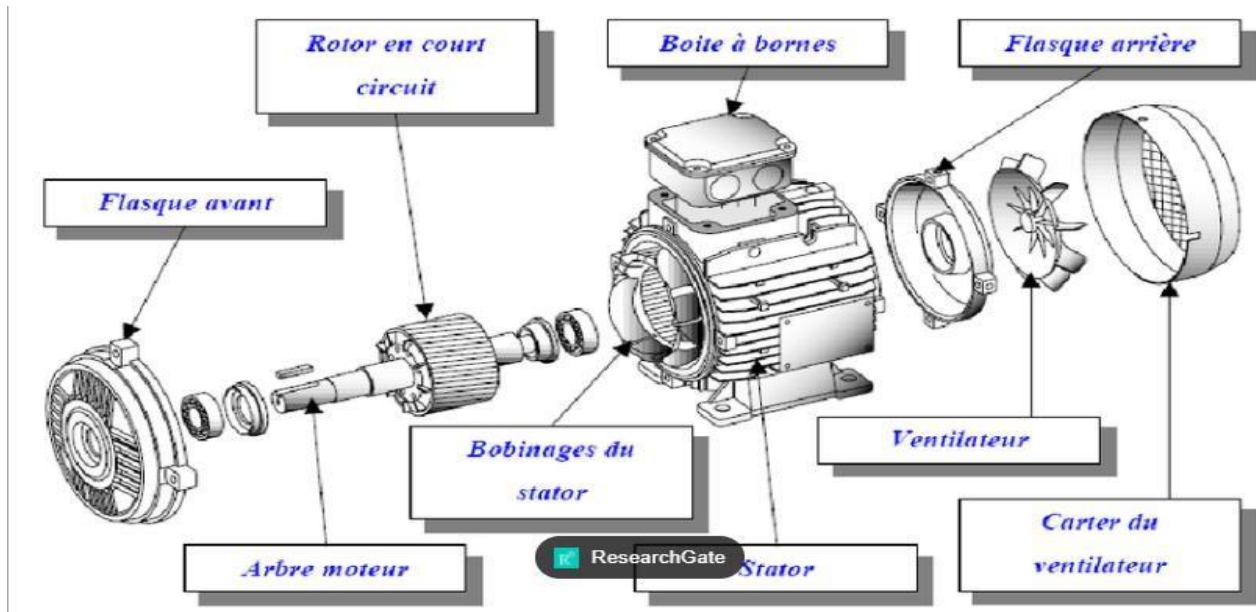


Figure I-2 : vue éclatée d'un moteur asynchrone montrant sa construction.

I-3-1 Stator

C'est la partie fixe du moteur. Une carcasse en fonte ou en alliage léger renferme une couronne de tôles minces (de l'ordre de 0,5 mm d'épaisseur) en acier au silicium. Les tôles sont isolées entre elles par oxydation ou par un vernis isolant. Le « feuilletage » du circuit magnétique réduit les pertes par hystérésis et par courants de Foucault. Les tôles sont munies d'encoches dans les quelles prennent place les enroulements statoriques destinés à produire le champ tournant (trois enroulements dans le cas moteur triphasé). Chaque enroulement est constitué de plusieurs bobines. Le mode de couplage de ces bobines entre elles définit le nombre de paires de pôles du moteur, donc la vitesse de rotation.

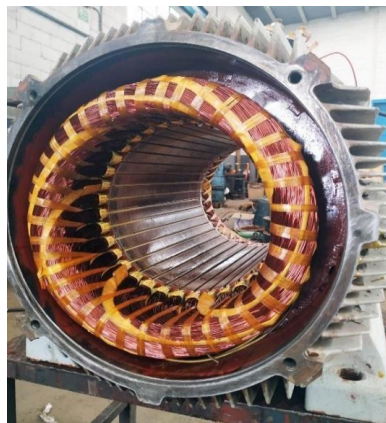


Figure I-3: stator d'un machine asynchrone.

I-3-2 Rotor

Le rotor c'est la partie mobile de la machine n'est relié à aucune source de tension extérieure on distingue deux familles : ceux dont le rotor est dit bobiner et ceux dont le rotor est dit à cage :

I-3-2-1 Rotor bobiné

Le bobinage rotorique est toujours couplé en étoile et il est accessible à l'extérieur grâce à un système de bagues et de balais, ce qui permet soit le court-circuiter soit le relier à un circuit permettant d'agir sur les caractéristiques du moteur dans certains fonctionnement.

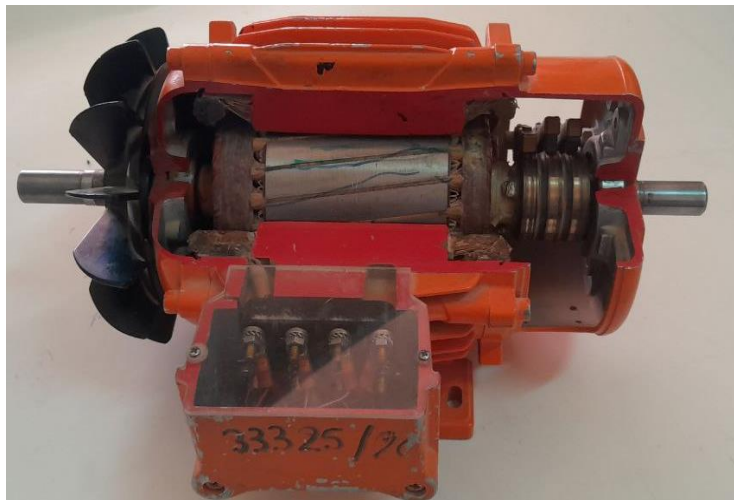


Figure I-4: rotor bobiné d'un moteur asynchrone.

I-3-2-2 Rotor à cage d'écureuil

La grande majorité des moteurs sont à cage. Ces encoches contiennent des barres en alliage d'aluminium pour les machines de petite et moyenne puissance, en cuivre pour les moteurs de forte puissance, reliés aux deux extrémités par des anneaux de court-circuit.



Figure I-5 : rotor à cage d'un moteur asynchrone.

I-3-3 l'entrefer

C'est l'espace entre le stator et le rotor. Les performances de la machine asynchrone sont très dépendantes de l'épaisseur de cet entrefer elle varie de quelques dixièmes de millimètres pour les machines de faible puissance à quelque millimètres pour celles de forte puissance

I-4 Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement repose entièrement sur les lois de l'induction : le moteur asynchrone est un transformateur à champ magnétique tournant dont le rotor est en court-circuit.

Un ensemble de trois bobines parcourues par des courants triphasés induisent un champ tournant statorique de vitesse de rotation en tours par minute donné par

$$n_s = 60 \frac{f}{p} \quad (I-1)$$

'p' : étant le nombre de paires de pôles Et f EST LA FREQUANCE. Le rotor est constitué de conducteurs (des bobinages ou carrément des barres métalliques) disposés le long du rotor et court-circuités. Lorsque le champ tournant balaye ces conducteurs, il induit des courants qui entrent en interaction avec le champ et permettent à un couple moteur de se créer. Le rotor se met alors à tourner et se stabilise à une vitesse toujours légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme.

Il est impossible pour le rotor de tourner à la vitesse de synchronisme puisqu'il serait alors baigné dans un champ fixe, et donc parcouru par un courant induit nul. En l'absence de courant, le couple serait nul, et la machine décélèrerait

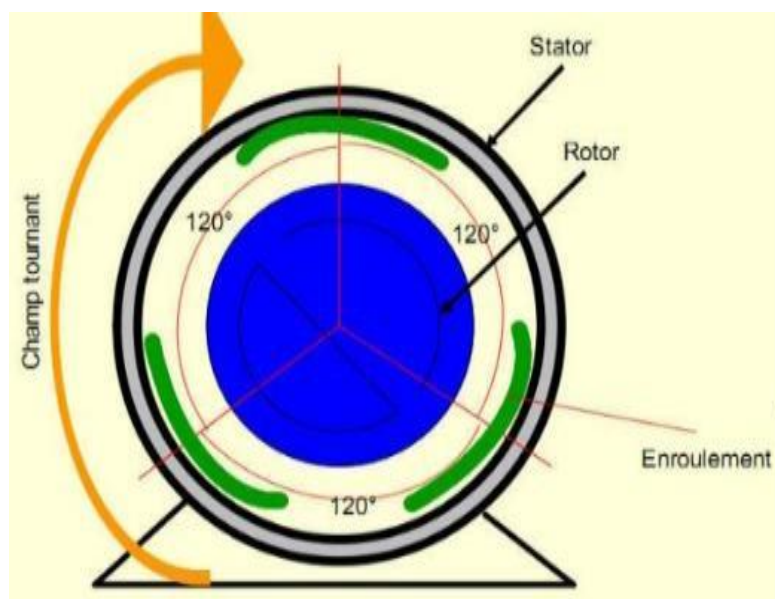


Figure I-6 : illustration du principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone.

I-5 Bilan de puissance

Le moteur asynchrone absorbe une puissance électrique (absorbé), qu'il transforme en puissance mécanique (utile) comme il est montré par la figure ci-dessous :

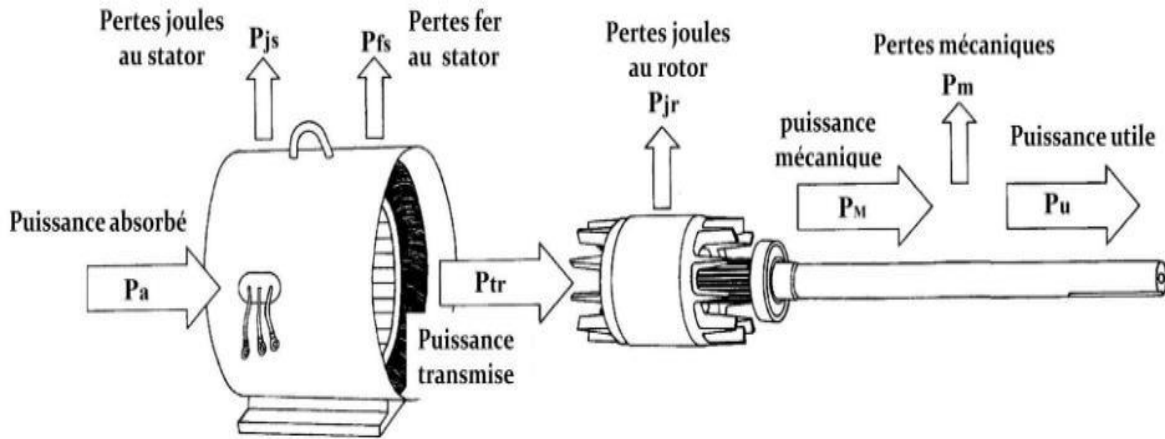


Figure I-7 : illustration du bilan de puissance d'un moteur asynchrone.

I-5-1 Puissance électrique absorbée Pa

La puissance absorbée par un moteur asynchrone est une puissance active électrique est notée **p** ou **pa** et s'exprime en watts (W). Lorsque le moteur est connecté à un réseau triphasé, Pa vérifie la relation

$$P_a = \sqrt{3} U \cdot I \cdot \cos(\phi) \tag{I-2}$$

- Quelque-soit le couplage.
- U : est la tension entre phase
- I : est le courant de ligne
- ϕ : est le déphasage entre le courant et la tension

I-5-2 Puissance mécanique PM

La puissance mécanique **PM** développée par le moteur est égale à la puissance transmise au rotor moins les pertes Joule dans celui-ci. Ainsi :

$$P_M = P_r - P_{jr} = P_r - g \cdot P_r \tag{I-3}$$

$$P_M = P_r (1 - g) \tag{I-4}$$

- PM** : Puissance mécanique.
- Pr** : Puissance transmise au rotor.
- Pjr** : Les pertes joule rotorique.
- g** : glissement.

I-6 Avantages et inconvénients de la machine asynchrone

Comme les autres machines électriques, la MAS présente quelques avantages et inconvénients qui sont liés à plusieurs facteurs : sa structure, sa stratégie de commande et ses applications.

I.6.1 Avantages

Parmi les avantages de la machine asynchrone et notamment en fonctionnement moteur, on peut citer

- Sa robustesse mécanique.
- Son faible coût.
- L'absence d'entretien constant.

I.6.2 Inconvénients

- Bruit et vibrations
- Le courant de démarrage plus élevé (5 à 8 fois le courant nominal).
- Difficile de contrôler la vitesse.

I-7 Conclusion

Les moteurs asynchrones triphasés sont très employés dans l'industrie pour les différents avantages qu'ils présentent, dans ce chapitre on a présenté quelques généralités sur la machine asynchrone ses classifications des machines électriques tournantes et constituants ainsi que son principe de fonctionnement. Dans le deuxième chapitre on va étudier les différents schémas équivalents de la machine asynchrone

Chapitre II
Schéma équivalent
D'un moteur asynchrone

II.1 Introduction

Le schéma équivalent d'un moteur asynchrone est un modèle simplifié de son circuit électrique. Selon le cas, on peut établir un schéma ramené au stator ou au rotor. Les éléments de ce schéma sont déterminés par des essais expérimentaux.

II.2 Schéma équivalent du moteur asynchrone à rotor ouvert

Lorsque le circuit du rotor (secondaire) est interrompu, comme illustré dans la (Fig.II.1), le moteur reste à l'arrêt et adopte un comportement similaire à celui d'un transformateur.

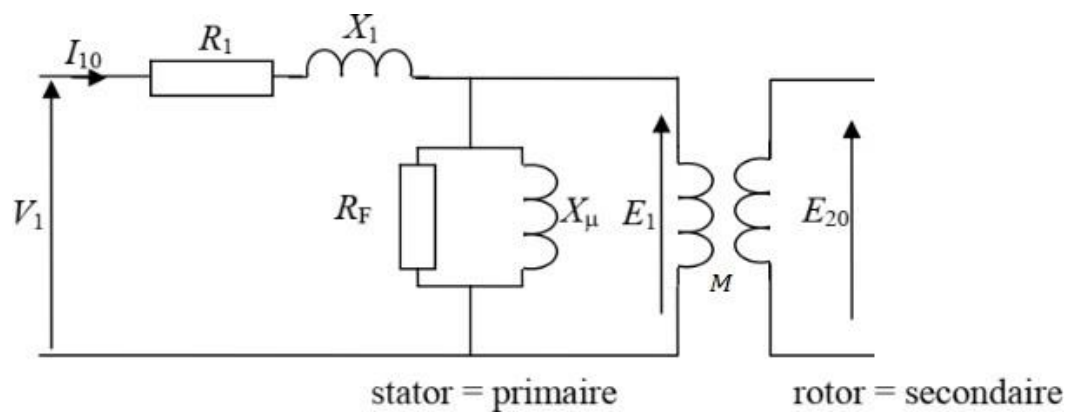


Figure II.1 Schéma équivalent du moteur asynchrone à rotor ouvert.

L'équation d'une phase primaire peut s'écrire :

$$V_1 = R_1 I_{10} + j\omega L_{11} I_{10} + E_1 \tag{II.1}$$

Où R_1 est la résistance de l'enroulement d'une phase du stator et $X_1=j\omega L_{11}$ est la réactance de fuite de ce même enroulement.

I_{10} : le courant statorique à rotor ouvert.

R_F : résistance fictive représentant les pertes fer.

X_μ : réactance réelle servant à représenter la puissance réactive requise pour produire la magnétisation.

II.3 Schéma équivalent du moteur asynchrone à rotor en court-circuit

Dans cette configuration, le rotor est mis en court-circuit comme il est présenté par la figure (Fig.II.2)

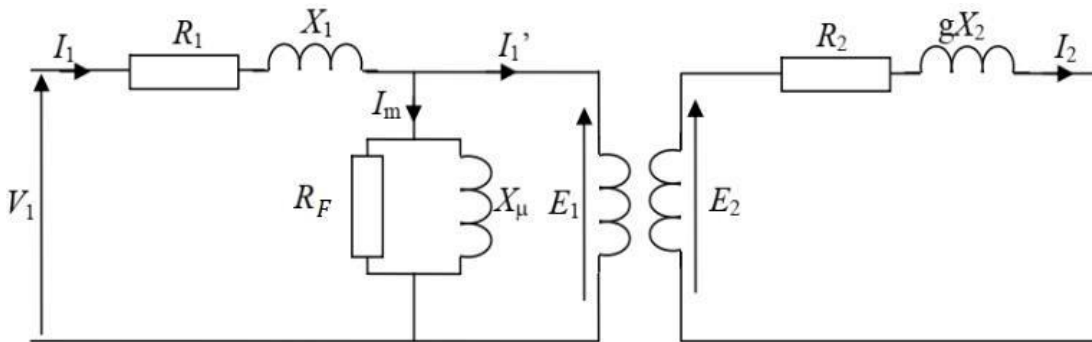


Fig.II.2 Schéma équivalent du moteur asynchrone à rotor en court-circuit.

Où

R_2 : est la résistance d'une phase rotorique.

$X_2 = j l_2 \omega_2$: est la réactance d'une phase rotorique.

I_m : correspond au courant de magnétisation.

La fréquence des courants induits dans le rotor, notée f_2 , varie en fonction du glissement g , selon l'expression suivant :

$$f_2 = g \cdot f \tag{II.2}$$

Cette fréquence variable a un effet direct sur la réactance X_2 qui selon l'équation (II.2) prendra la valeur $g X_2$

De la même manière, cette fréquence modifiée affecte aussi la force électromotrice induite au rotor (**f.é.m.**), comme suit :

$$E_2 = g \cdot E_{20} \tag{II.3}$$

Pour le stator (une phase) :

$$V_1 = R_1 I_1 + j l_1 \omega I_1 + E_1 = (R_1 + j X_1) I_1 + E_1 \tag{II.4}$$

Et pour le rotor (une phase également), on a

$$V_2 = 0 = E_2 - R_2 I_2 - j g X_2 I_2 \tag{II.5}$$

En divisant cette dernière équation par g , on obtient :

$$E_2 = (R_2 + j g X_2) \cdot I_2 = g \cdot E_{20} \tag{II.6}$$

Une expression de E_{20} et donnée par :

$$E_{20} = \frac{R_2}{g} I_2 + j X_2 \cdot I_2 \tag{II.7}$$

Et le schéma équivalent précédent peut être représenté par (Fig.II.3).

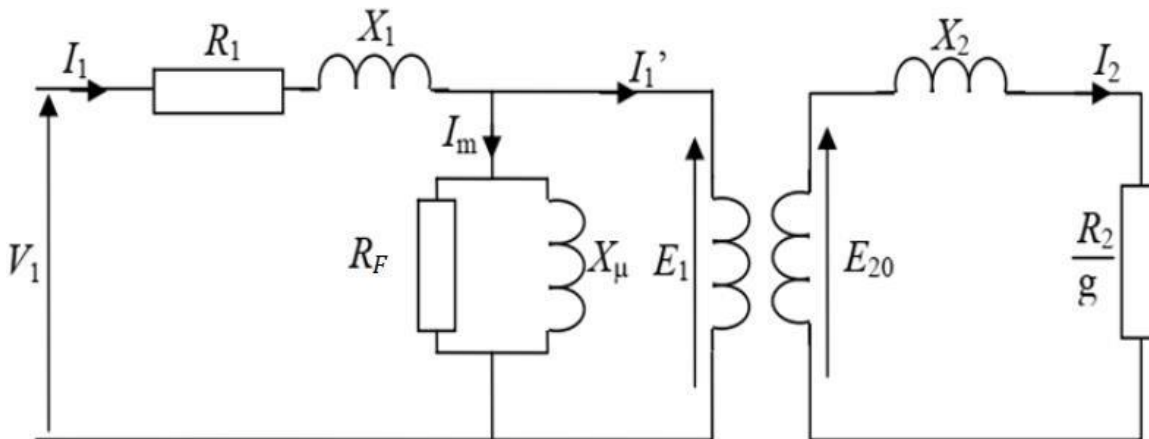


Fig.II.3 autre forme du schéma équivalent du moteur asynchrone.

En transposant les éléments du rotor côté stator, on obtient le modèle équivalent représenté dans la figure (Fig.II.4).

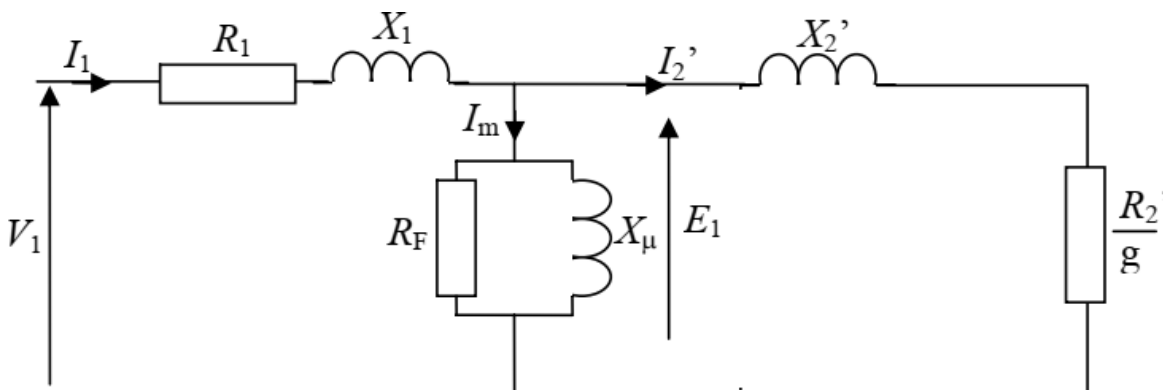


Fig.II.4 Schéma équivalent du moteur asynchrone ramené au stator.

$R_2' = \frac{R_2}{m^2}$: est la résistance ramenée au stator d'un enroulement rotorique.

$X_2' = \frac{X_2}{m^2}$: est la réactance ramenée au stator d'un enroulement rotorique.

m : est le rapport de transformation.

La séparation de la résistance du rotor correspondant aux pertes joules de la résistance liée

à la conversion d'énergie nous permet de donner une autre forme du schéma équivalent qui peut être représenté par (Fig.II.5).

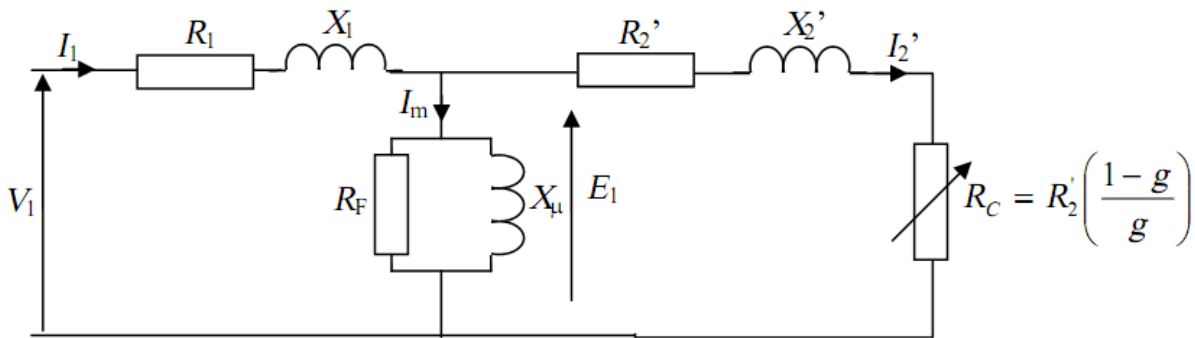


Fig.II.5 Schéma équivalent du moteur asynchrone ramené au stator avec décomposition de la puissance électromécanique et des pertes joules rotoriques.

$R_c = \frac{R_2'(1-g)}{g}$: est une résistance fictive variable qui représente le taux de la conversion d'énergie électromécanique.

Finalement, un circuit équivalent approximatif peut être représenté par (Fig.II.6). Ou V_1 est la tension simple statorique moins la chute aux bornes de l'impédance d'un enroulement du stator.

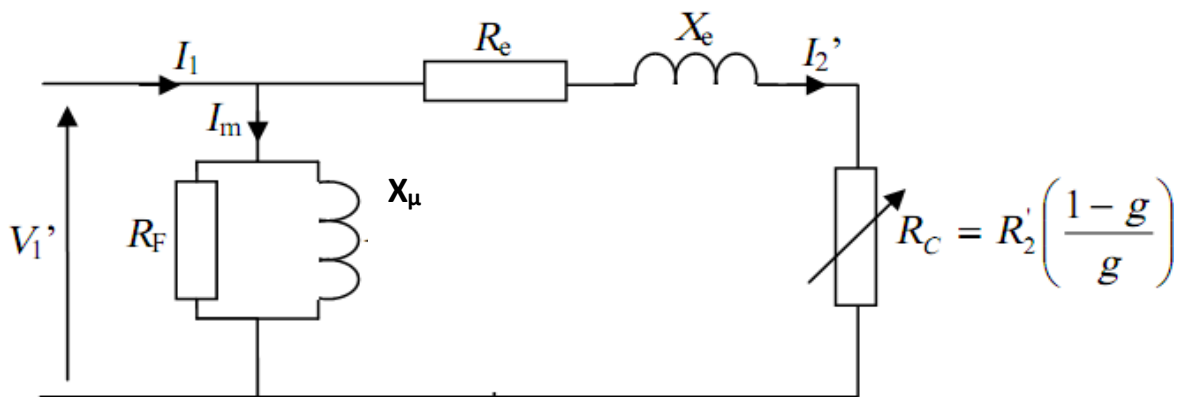


Fig.II.6 Schéma équivalent approximatif ramené au stator du moteur asynchrone.

Où

$$R_e = R_1 + R_2' \quad \text{et} \quad X_e = X_1 + X_2'$$

II .4 Essais pour la détermination des paramètres du schéma équivalent

II .4.1 Essais à Vide :

L'essai à vide consiste à faire fonctionner le moteur sous sa tension nominale U , sans charge mécanique. On mesure la tension U , le courant à vide I_0 , et la puissance absorbée P_0 . Ces mesures permettent de calculer la résistance fer R_F et la réactance de magnétisation X_μ , qui caractérisent le circuit magnétisant du moteur. Contrairement à l'essai en court-circuit, l'essai à vide se réalise à

tension nominale car le courant reste faible, ce qui évite tout risque d'endommagement.

II .4.2 Essais à Rotor bloqué

L'alimentation sous tension nominale U ne peut se faire à rotor bloqué pour les moteurs très puissants car les intensités seraient très élevées. On alimente donc le moteur sous une tension réduite U_{cc}' après avoir bloqué le rotor de telle sorte que le courant de court-circuit ne dépasse pas le courant nominal du moteur. On mesure ainsi, P_{cc}' , I_{cc}' , U_{cc}' qui seront ramenés à la tension nominale U et prendront respectivement les valeurs suivantes.

$$I_{cc} = I'_{cc} \frac{U}{U'_{cc}}$$

$$P_{cc} = P' \left(\frac{U}{U'_{cc}} \right)^2$$

II .4.3 Mesure des résistances statorique R1 et rotorique R2

Plusieurs méthodes sont employées pour la mesure des résistances. Nous mentionnons que ces mesures sont faites à chaud par méthode volt-ampérométrique en continu.

- **Mesure de la résistance d'une phase du stator**

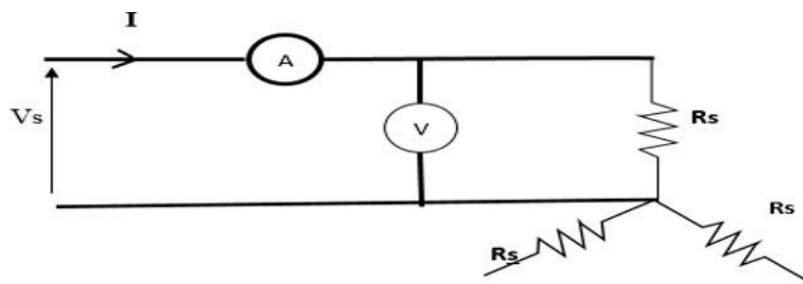


Fig. II.7 schéma de mesure de la résistance statorique

On mesure les valeurs de V et I plusieurs fois sans dépasser I_n . On mesure la résistance d'un enroulement du stator correspondant à chaque couple (V_i, I_i) . La valeur de R1 sera donnée par

$$R_1 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i}{I_i} \right) / n$$

Ou n est le nombre de répétition de la mesure.

- **Mesure de la résistance d'une phase du rotor**

Dans le cas du rotor, on ne peut pas mesurer directement la résistance des enroulements, comme le cas du stator. On a donc recours à la mesure des deux résistances des enroulements du rotor couplé en étoile comme il est représenté par la figure ci-dessous.

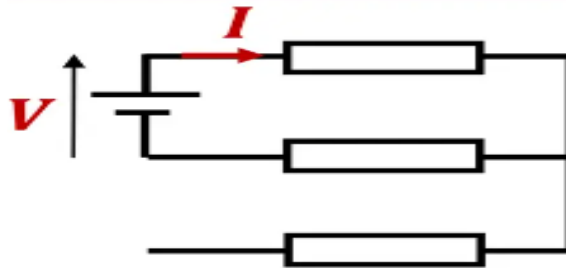


Fig. II.8 illustration du schéma de la mesure de la résistance d'un enroulement du rotor couplé en étoile

En effectuant la même procédure de mesure, la valeur de R2 peut être donnée par :

$$R_2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i}{I_i} \right) / 2n$$

Les valeurs des résistances des enroulements du stator et du rotor, R_{am} mesurées à température ambiante T_{am} , seront corrigées comme suit

$$R_0 = R_{am} (1 + \alpha(T_0 - T_{am}))$$

α : C'est une constante donnée ($\alpha = 4.0141 \cdot 10^{-3}$)

II.4.4 Mesure de Rapport de Transformation

Le rapport de transformation d'un transformateur est défini comme le rapport entre la tension primaire

$$V_1 \text{ et la tension secondaire } V_2 \quad m = \frac{V_1}{V_2}$$

II.5 Paramètres typiques du moteur à rotor bobiné choisi

Le moteur asynchrone choisi a les paramètres groupés dans le tableau suivant

Tension nominale (U)	500 V
Puissance utile (Pu) (voulue)	70 kW
Fréquence (f)	50 Hz
Nombre de pôles	8 pôles
Type de marche	Continue
Rapport de Transformation m	500/200

Tableau.II.1 Paramètres du moteur à rotor bobiné choisi.

II.6 Résultats des essais

II.6.1 Résultats de l'essais a Rotor bloqué

Les résultats de l'essai à rotor bloqué sont groupés dans le tableau ci-dessous

Tension statorique U_{cc}'	160 V
Courant de court-circuit I_{cc}'	115 A
Puissance absorbée P_{cc}'	7500 W

Tableau.II.2 Mesures relevées lors de l'essai à rotor bloqué.

II.6.2 Résultats de l'essais à Vide

On fait tourner le moteur à vide sous sa tension nominale. On mesure ainsi P_0 , I_0 et U_0 . Les résultats de l'essai à vide sont groupés dans le tableau ci-dessous.

Tension composée statorique (U)	500 V
Courant à vide (I_0)	29 A
Puissance absorbée (P_0)	2100 W

Tableau.II.3 Mesures relevées lors d'essai à vide.

II.6.3 Valeurs mesurées de R1,R2 et m

Les valeurs des deux résistances respectivement aux températures correspondantes sont groupées dans le tableau suivant :

La valeur de résistance à 20°C	La valeur de résistance à 90°C
$R_1 = 0.13 \Omega$ (entre bornes)	$R_1 = 0.166 \Omega$
$R_2 = 0.042 \Omega$ (entre bagues)	$R_2 = 0.053 \Omega$

Tableau.II.4 Valeurs des résistances à la température de service.

$$m = \frac{V_1}{V_2} = \frac{500}{200} = 2.5$$

II.7 Calcul des différents Paramètres du schéma équivalent

Connaissant R_1 , il est très facile d'en tirer les valeurs de R'_2 , X'_2 , R_e et X_e de la façon suivante

$$R_f = \frac{V_0}{I_0 \cdot \cos \phi_0}$$

$$R_f = \frac{288.675}{29 \cdot 0.0836} = 119.070 \Omega$$

$$X_\mu = L_\mu \omega = \frac{V_0}{I_0 \cdot \sin \Phi_0}$$

$$X_\mu = \frac{288.675}{29 \cdot 0.9964} = 9.894 \Omega$$

$$L_\mu = 0.031 \text{ H}$$

La puissance active absorbée P_{cc} est entièrement perdue par effet joule au stator et au rotor donc

$$R'_2 = \frac{P_{cc}}{3I_{cc}^2} - R_1/2$$

$$P_{cc} = \sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot I_{cc} \cdot \cos \Phi_{cc} = 73137.57 \text{ W}$$

$$R'_2 = \frac{73137.57}{3(359.37)^2} - 0.166/2$$

$$R'_2 = 0.1089 \Omega$$

En négligeant l'influence de l'inductance de fuites stator, on détermine la réactance X'_2 comme suit

$$x'_2 = \frac{Q_{cc}}{3I_{cc}^2}$$

$$Q_{cc} = \sqrt{3} U_{cc} I_{cc} \sin \Phi_{cc}$$

$$= \sqrt{3} \cdot 500 \cdot 359 \cdot 0.971$$

$$Q_{cc} = 302198.066 \text{ VAR}$$

$$X'_2 = \frac{302198.066}{3(359.37)^2}$$

$$X'_2 = 0.779 \Omega$$

$$R_e = R_1 + R'_2 = 0.166 + 0.1089$$

$$R_e = 0.2749$$

$$X_e = X_1 + X_2$$

On néglige X_1 , C'est à dire

$$X_e = X'_2 = 0,779 \Omega$$

Les valeurs des différents paramètres sont groupées dans le tableau suivant

R_F	119,070 Ω
X_μ	9,894 Ω
L_μ	0,031 H
R'_2	0,1089 Ω
X'_2	0,779 Ω
R_e	0,2749 Ω
X_e	0,779 Ω

Tableau.II.5 Paramètres du schéma équivalent issus des essais à vide et à rotor bloqué.

II.8 Détermination de l'expression du couple électromagnétique

Afin d'estimer la caractéristique couple-vitesse, supposons qu'une tension sinusoïdale est appliquée à la machine. En rappelant que le schéma équivalent représente la machine en régime monophasé, le courant absorbé par le circuit est donné par

$$I_1 = \frac{V_1}{(R_1 + \frac{R'_r}{g}) + j(X_1 + X'_2)} \tag{II-8}$$

V_s est le vecteur de tension de phase et I_s est le vecteur de courant. Le courant d'aimantation est négligé. Comme ce courant circule à travers R'_r / g , la puissance au niveau de l'entrefer est donnée par

$$P_{cm} = |I_1|^2 \frac{R'_r}{g}$$

$$P_{cm} = \frac{V_1}{(R_1 + \frac{R'_r}{g})^2 + (X_1 + X'_2)^2} \frac{R'_r}{g} \tag{II-9}$$

La puissance mécanique de sortie a été montrée comme étant $(1-g) P_{cm}$ (la puissance dissipée dans R'_r / g). Le couple est obtenu en divisant cette puissance par la vitesse angulaire de l'arbre ω_m . Ainsi, nous avons

$$\frac{P_{cm}(1-g)}{\omega_m} = \frac{P_{cm}(1-g)}{\omega_1(1-g)} = |I_1|^2 \frac{R'_r}{g\omega_1} \tag{II-10}$$

où ω_m est la vitesse synchrone en radians par seconde, et g est le glissement. De plus, ceci représente le couple produit par phase. Ainsi, le couple total est donné par

$$C_{em} = \frac{3}{\omega_1} \frac{V_1^2}{\left(R_1 + \frac{R'_r}{g}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2} \frac{R'_r}{g} \quad (\text{II-11})$$

II.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié en détail le schéma équivalent de la machine asynchrone, en mettant en évidence ses différents composants électriques : résistances, réactances. À travers les essais à vide et à rotor bloqué, nous avons pu déterminer expérimentalement les paramètres caractéristiques du schéma équivalent.

Chapitre III

Analyse des effets de variation de la tension et de la fréquence sur le fonctionnement d'un moteur asynchrone

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous commencerons par un rappel sur les différentes perturbations brutales issues du réseau d'alimentation d'une installation industrielle. Nous focaliserons sur les creux de tension, les surtensions ainsi que les fluctuations de la fréquence. Ensuite, et en utilisant un code Matlab basé sur la méthode de diagramme de cercle, nous procéderons à relever quelques caractéristiques de fonctionnement en charge d'un moteur asynchrone triphasé dont les paramètres typiques sont présentés au chapitre II.

Le moteur est alimenté par un réseau électrique soumis aux perturbations brusques citées ci-dessus

III.2 perturbations issue du réseau

III.2.1 définitions

Les perturbations sont tous les phénomènes internes ou externes, ayant un pouvoir de modifier d'une manière transitoire ou permanent un fonctionnement.

III.2.2 perturbations de la tension

III.2.2.1 Creux et coupures de tension

On appelle creux de tension une diminution brutale de l'amplitude de la tension à une valeur située entre 10 et 90% de sa valeur nominale (Fig III.1). Un creux de tension est caractérisé par une profondeur ΔV et une durée ΔT prise conventionnellement supérieure à 10 ms et usuellement inférieure à 3 min

- Les coupures brèves, de durée comprise entre 1s et 3 min
- Les coupures longues, de durée supérieure ou égale à 3 min

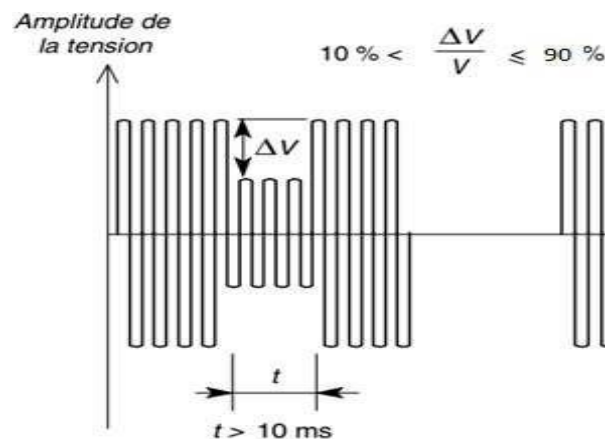


Figure III.1 Creux et coupures de tension

III.2.2.2 Surtensions

La surtension est toute tension appliquée à un équipement dont la valeur de crête dépasse les limites d'une plage ($U_n + 10\%$).

Les surtensions ont trois natures :

- 1) Surtension temporaires à fréquence industrielle :

C'est une augmentation brutale de la valeur efficace de la tension sur une ou plusieurs phases

(plus de 110 % de la tension nominale) pour une durée de 3 sec à 1 min, elles sont à la même fréquence que celle du réseau.

➤ 2) Surtension de manœuvre

Les surtensions de manœuvre découlent d'une modification de la structure du réseau électrique, mise en service de condensateur, d'une ligne à vide.

➤ 3) Surtension d'origine atmosphérique

Les réseaux de distribution aériens sont les plus affectés par les surtensions et surintensités d'origine atmosphérique (la foudre).

III.2.2.3 Variation de tension lente et rapide

III.2.2.3.1 Variations lentes de la tension

Augmentation ou diminution de tension provoquée par une variation lente de la charge totale du réseau de distribution ou une partie de ce réseau

III.2.2.3.2 Variations rapide de la tension-Flicker

Les fluctuations de tensions sont des variations rapides et répétitives de la valeur efficace de la tension. Ces variations ont une amplitude modérée (généralement $\pm 10\%$), mais peuvent se produire plusieurs fois par seconde, et peuvent être cycliques ou aléatoires. Cette fluctuation de tension est observée à travers le phénomène du Papillotement (**flicker**) Fig III.2 , qui reflète une impression d'instabilité de la tension visuelle due à un stimulus lumineux dont la luminosité ou la répartition spectrale fluctuent dans le temps.

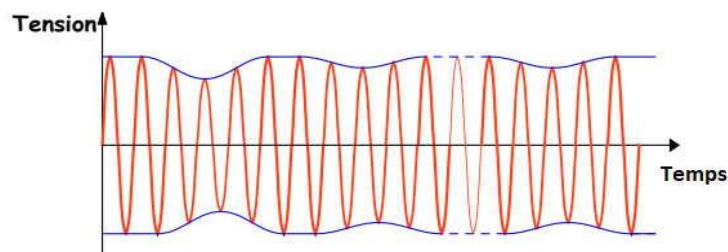


Figure III.2 Fluctuation d'amplitude de la tension

III.2.3 les perturbations de la fréquence

Les fluctuations de fréquence sont observées le plus souvent sur des réseaux non interconnectés ou des réseaux sur groupe électrogène.

III.3 Relevé de quelques caractéristiques du fonctionnement

III.3.1 Introduction

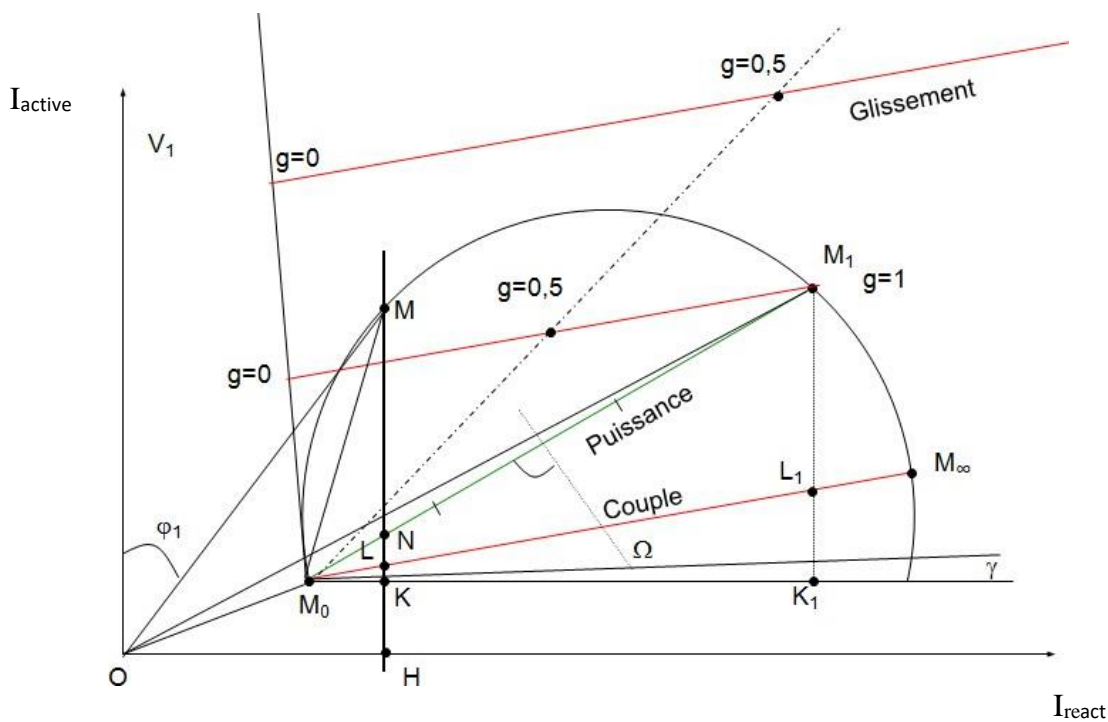
Dans ce chapitre nous intéresserons à l'analyse du comportement d'un moteur asynchrone triphasé, lorsqu'il est alimenté par un réseau électrique soumis à des perturbations brusques de la tension et de la fréquence séparément. Nous utiliserons la méthode du diagramme de cercle, qui constitue un outil puissant permettant d'étudier les principales caractéristiques de fonctionnement du moteur.

III.3.2 généralités sur la méthode du diagramme de cercle normalisé par l'U.T. E (Union technique des électriques).

- On choisit une échelle de courant convenable

On représente le point M_0 (qui correspond à l'essai à vide) tel que

$$\overrightarrow{OM_0} = \vec{I}_0 \quad \text{et} \quad \varphi_0 = (\vec{I}_0, \vec{V}_1)$$



- On peut représenter le point M_1 (qui correspond à l'essai à rotor bloqué) tel que :

$$\vec{I}_{cc} = \overrightarrow{OM_1} \quad \text{et} \quad \varphi_{cc} = (\vec{I}_{cc}, \vec{V}_1)$$

- Le centre du cercle est décalé par rapport à l'horizontale passant par M_0 d'un petit angle γ donné par la relation suivante

$$\sin \gamma \approx \text{tg} \gamma = \frac{2R_1 I_0 \sin \varphi_0}{V_1}$$

Remarque :

L'angle γ est négligeable pour les moteurs de grandes puissances. ($P \geq 15 \text{kW}$)

- Le centre du cercle :

Est l'intersection entre la médiatrice de M_0M_1 et la droite décalée de l'angle γ par rapport à l'horizontale passant par M_0 .

On représente la droite des puissances utiles par la droite M_0M_1 , $M_0(g=0$ synchronisme) et $M_1(g=1$ démarrage).

On représente la droite des couples par la droite $M_0M_\infty, M_0(g=0)$ et $M_\infty(g \rightarrow \infty)$.

- Détermination de cette droite :

On trace la verticale passant par M_1 ; l'intersection de cette verticale avec l'horizontale passant par M_0 est K_1 .

On calcule L_1K_1 tel que L_1 appartient à la droite des couples : $L_1K_1 = \frac{R_1 I_D^2}{V_1} = \frac{R_1 I_{cc}^2}{V_1}$

On joint le point M_0 avec L_1 ce qui donne la droite des couples.

Représentation de la droite des glissements :

Toute droite parallèle à M_0M_∞ (droite des couples) peut être gradué linéairement en glissement en commençant par $g=0$ appartenant à la tangente au point M_0 .

- **Exploitation du diagramme de cercle :**

Si on a un point de fonctionnement M qui appartient au cercle, On trace une verticale passant par un point de fonctionnement quelconque M et on peut localiser les différentes composantes de la puissance absorbée

- MH : représente la puissance absorbée P_a .
- MN : représente la puissance utile P_u .
- ML : représente la puissance électromagnétique P_e .
- $NL=ML-MN=Pe-Pu=$ pertes rotoriques.
- KH : pertes mécaniques.
- LK : pertes statoriques.
- $\eta = \frac{p_u}{p_a} = \frac{MN}{MH}$

Pour relever des caractéristiques de fonctionnement du moteur soumis aux perturbations de la tension ou de la fréquence nous avons développé un code Matlab basé sur la méthode de diagramme de cercle décrit ci-dessus en s'aidant de l'organigramme suivant

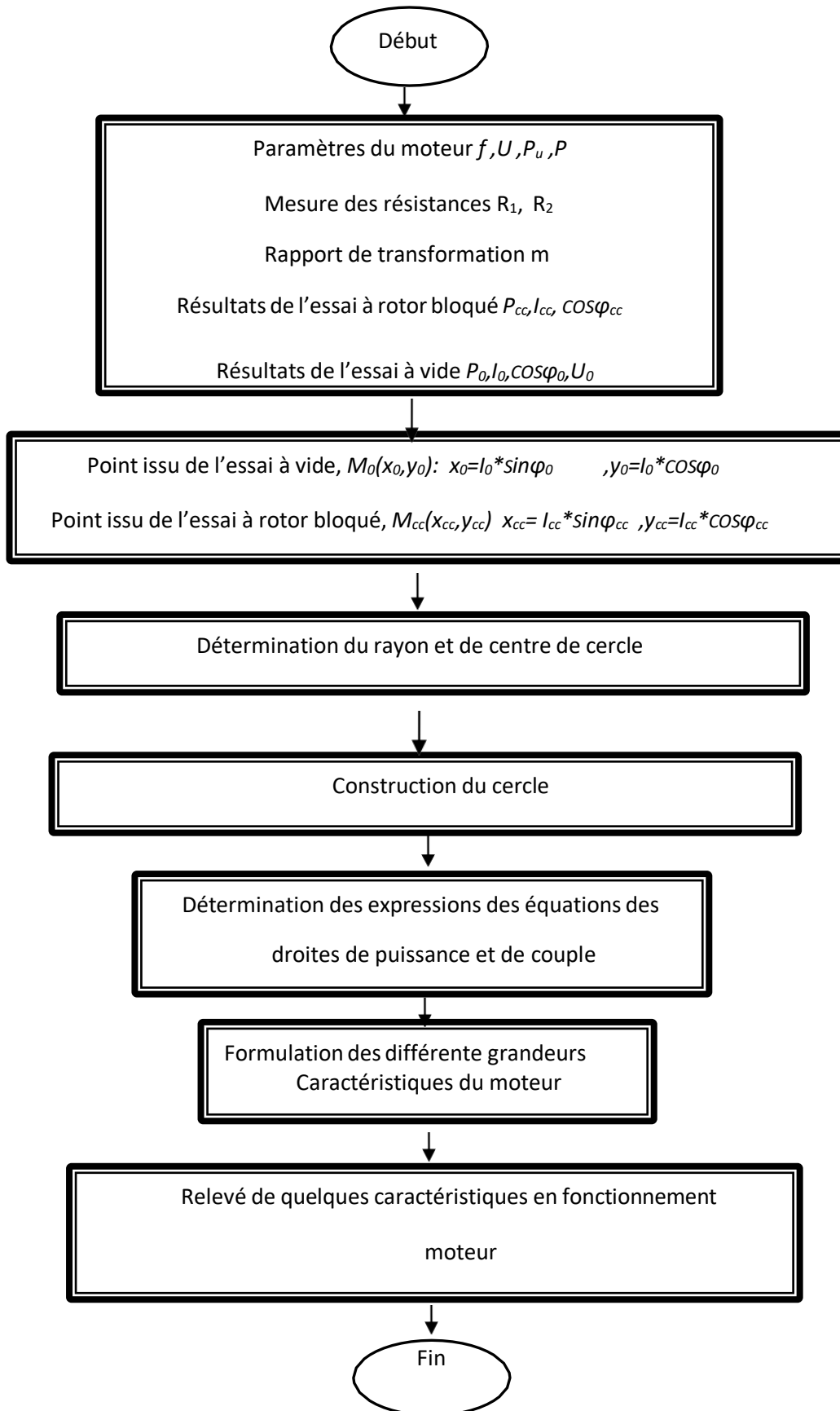


Fig.III.3 Organigramme du programme Matlab.

III.3.3. Cas ou la tension est maintenue constante

Dans ce cas la tension $V=V_n$ et la fréquence $f=f_0 \pm \Delta f$

III.3.3.1 Variation du rendement en fonction du couple électromagnétique

La figure ci-dessous (**Fig. III.4**) représente la variation de rendement en fonction du couple électromagnétique pour trois valeurs différentes de la fréquences (40 Hz, 50 Hz, 60 Hz). Le rendement augmente avec le couple jusqu'à une un valeur maximum, puis diminue.

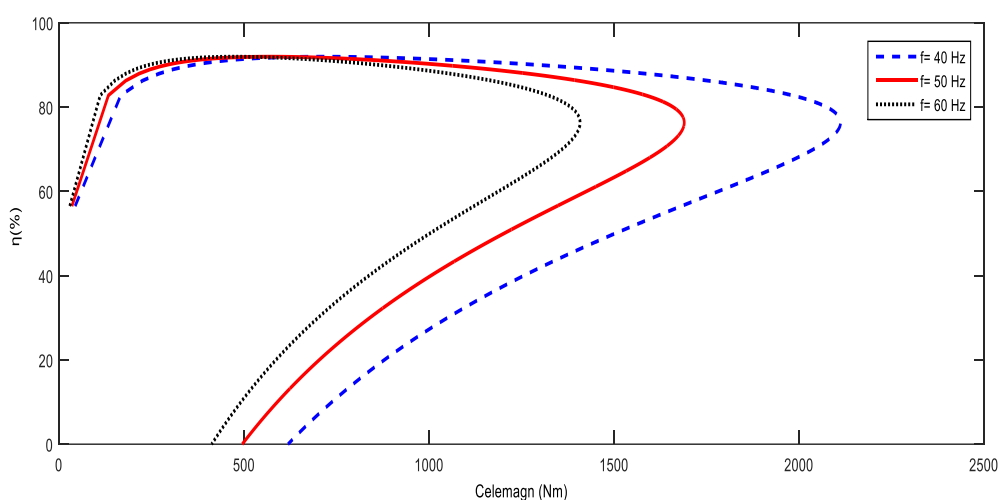


Figure III.4 variations du rendement en fonction du couple électromagnétique, pour trois valeurs différentes de la fréquences .la tension étant maintenue constante

III.3.3.2 Variation du facteur de puissance en fonction du couple électromagnétique

La figure ci-dessous (**Fig. III.5**) représente la variation du facteur de puissance en fonction du couple électromagnétique pour trois fréquences d'alimentation différentes Le facteur de puissance augmente avec le couple, atteint un maximum, puis diminue.

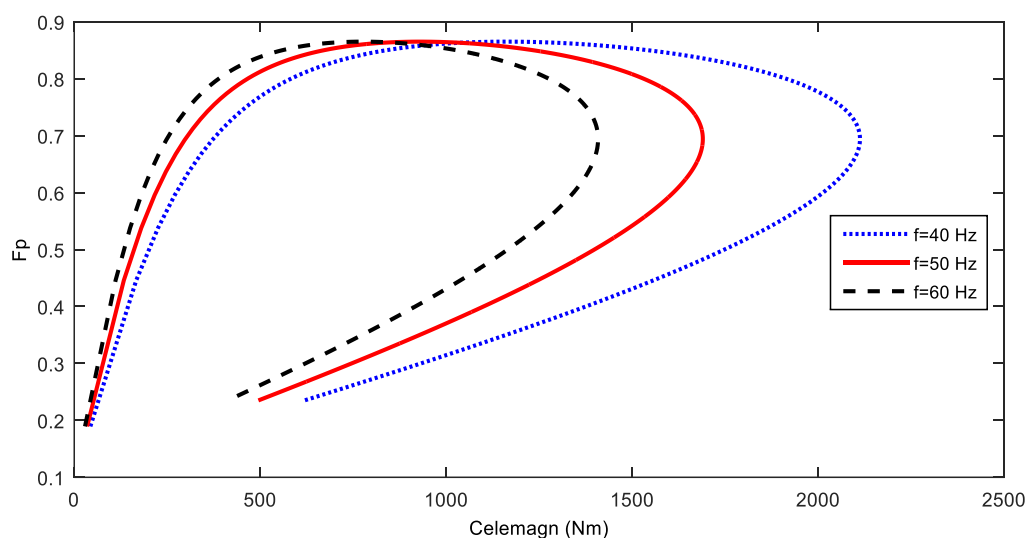


Figure III.5 variations du facteur de puissance en fonction du couple électromagnétique, pour trois valeurs différentes

de la fréquences .la tension étant maintenue constante

III.3.3.3 Variation du couple électromagnétique en fonction de la vitesse

La figure ci-dessous (**Fig III.6**) représente la variation du couple électromagnétique (en Nm) en fonction de la vitesse de rotation (en trs/min) pour trois valeurs différentes de la fréquence. Le couple augmente avec la vitesse jusqu'à une valeur maximum, puis diminue. Ce comportement est typique des moteurs asynchrones.

- **Pour 40 Hz**, le couple maximal est le plus élevé, mais atteint à une vitesse relativement basse
- **Pour 50 Hz**, c'est le régime nominal
- **Pour 60 Hz**, le couple est moins élevé mais il y a une survitesse

Une augmentation de la fréquence entraîne une augmentation de la vitesse, mais engendre une diminution du couple.

La diminution de la fréquence permet une diminution de la vitesse mais entraîne une augmentation du couple

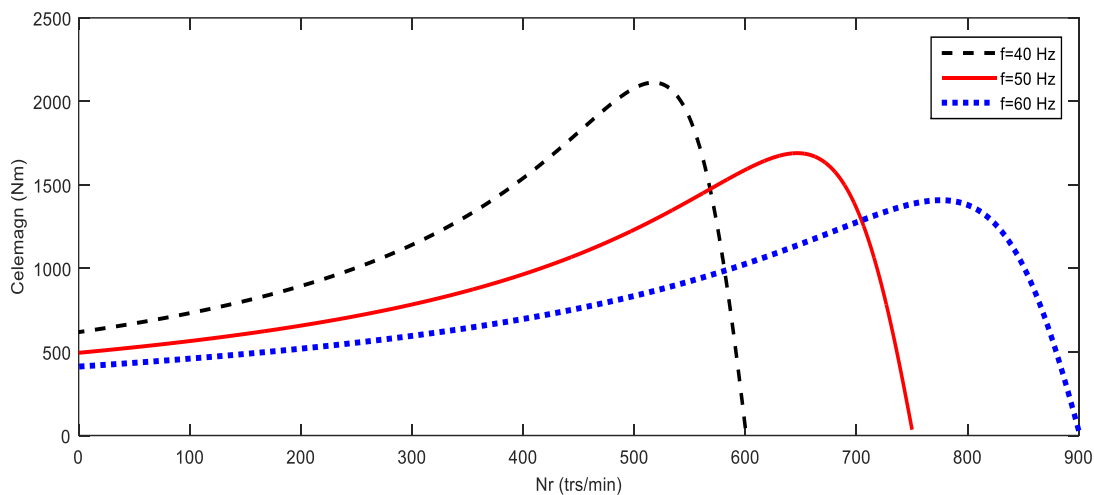


Figure III.6 variations du couple électromagnétique en fonction de la vitesse, pour trois valeurs différentes de la fréquences .la tension étant maintenue constante

III.3.3.4 Variation de la puissance électromagnétique en fonction du couple

La **figure III.7** présente les variations de la puissance électromagnétique en fonction du couple électromagnétique, pour trois valeurs différentes de la fréquence (40 Hz, 50 Hz, 60 Hz). On observe que la puissance augmente linéairement avec le couple, mais elle dépend de la fréquence.

- Dans le cas où $f = 60 \text{ Hz}$, la puissance produite est plus élevée pour la même valeur du couple, alors que pour $f = 40 \text{ Hz}$ elle est plus faible.

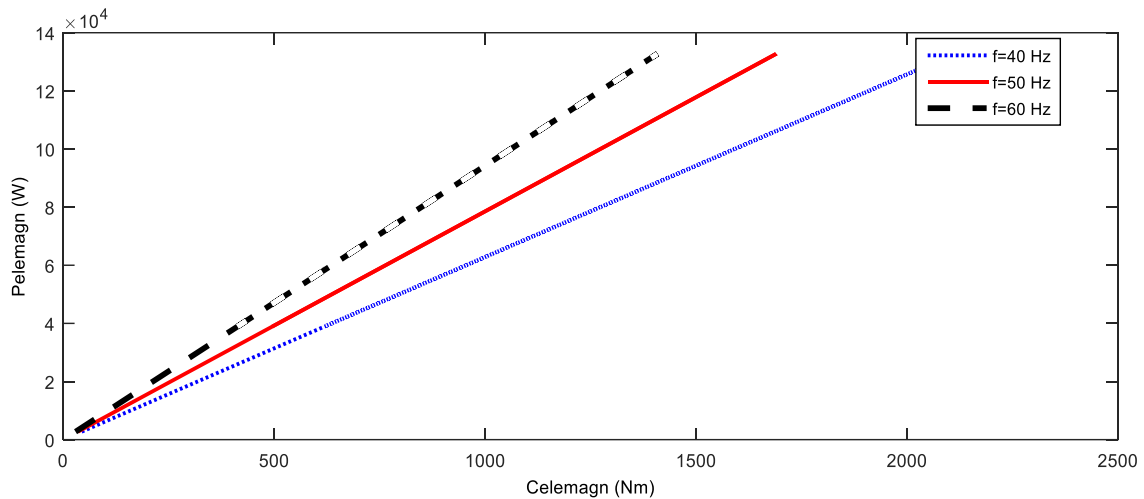


Figure. III.7 variations de la puissance électromagnétique en fonction couple électromagnétique pour trois Valeurs différentes de la fréquence .la tension est maintenue constante

Une fréquence élevée entraîne une surconsommation d'énergie, alors que pour une fréquence basse il y a une diminution de la puissance fournie

III.3.3.5 Variation du couple électromagnétique en fonction du glissement

Fig III.8 représente l'évolution du couple électromagnétique d'un moteur asynchrone en fonction du glissement pour trois fréquences différentes. Le couple augmente rapidement avec le glissement jusqu'à une valeur maximale puis diminue progressivement.

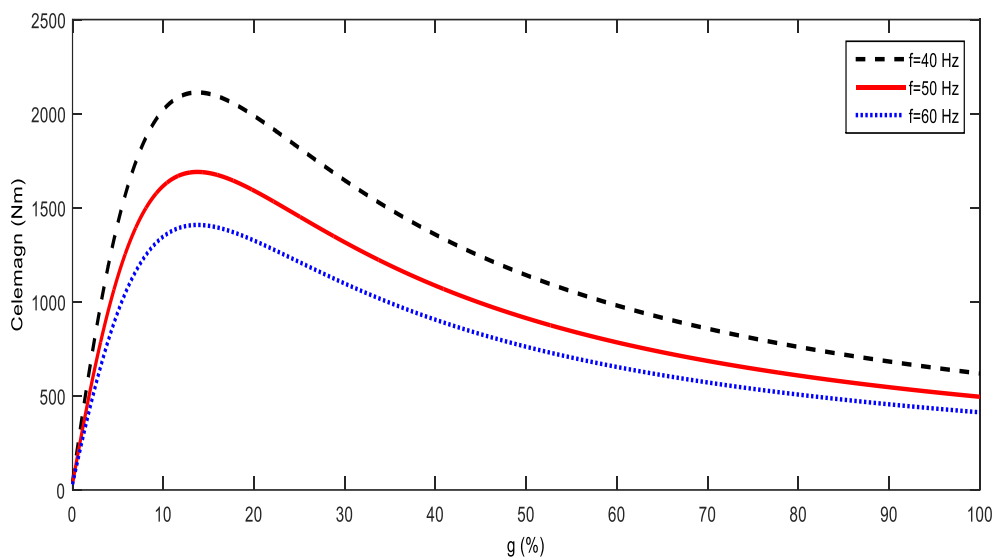


Figure. III.8 Variation du couple électromagnétique en fonction du glissement pour trois Valeurs de la fréquence. La tension est maintenue constante

Plus la fréquence est faible, plus le couple élevé.

III.3.3.6 Variation du couple électromagnétique en fonction de la puissance électromagnétique

Figure. III.9 représente l'évolution du couple électromagnétique typique d'un moteur asynchrone en fonction de la puissance électromagnétique pour trois valeurs différentes de la fréquence. On peut observer que pour une même puissance électromagnétique, le couple diminue lorsque la fréquence augmente et le moteur développe un couple plus élevé à 40 Hz qu'à 60 Hz pour une même valeur de puissance.

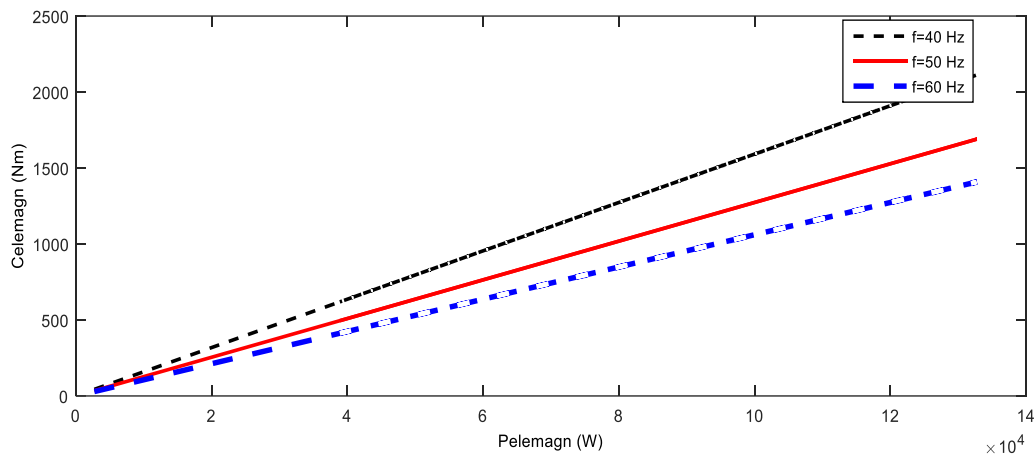


Figure. III.9 Variation du couple électromagnétique en fonction de la puissance électromagnétique pour trois valeurs différentes de la fréquence. La tension est maintenue constante.

III.3.4. cas de variation de la tension et la fréquence est maintenue constante

Dans ce cas $V=V_n \pm \Delta V$ et la fréquence est constante $f=50$ Hz

III.3.4.1 Variation du facteur de puissance en fonction de la puissance utile

Fig III.10 représente la variation du facteur de puissance en fonction de la puissance utile, pour trois valeurs différentes de la tension. Le facteur de puissance est faible. Il augmente rapidement avec l'augmentation de la puissance.

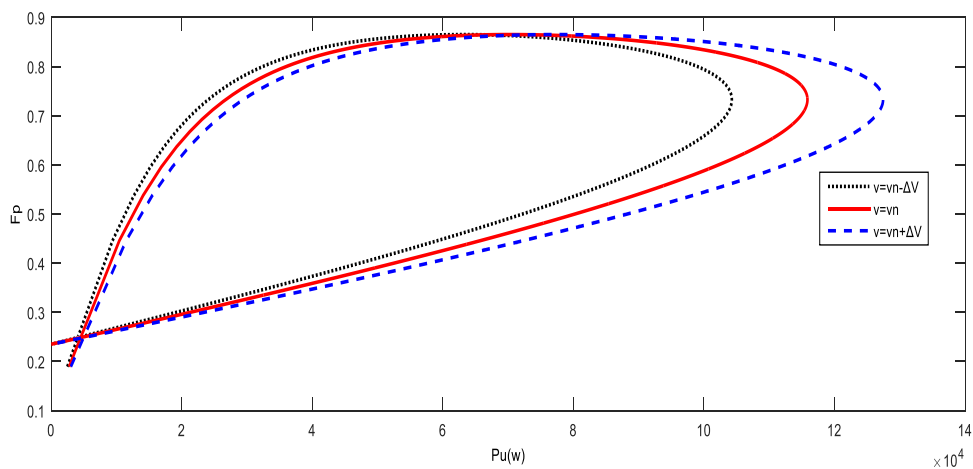


Figure. III.10 Variation du facteur de puissance en fonction de la puissance utile, avec variation de la tension et la fréquence est maintenue constante $f=50$ Hz

III.3.4.2 Variation du rendement en fonction de la puissance utile

Figure. III.11 représente la variation du rendement en fonction de la puissance utile, pour trois valeurs différentes de la tension. Le rendement augmente fortement avec la puissance utile jusqu'à une valeur maximum, puis diminue.

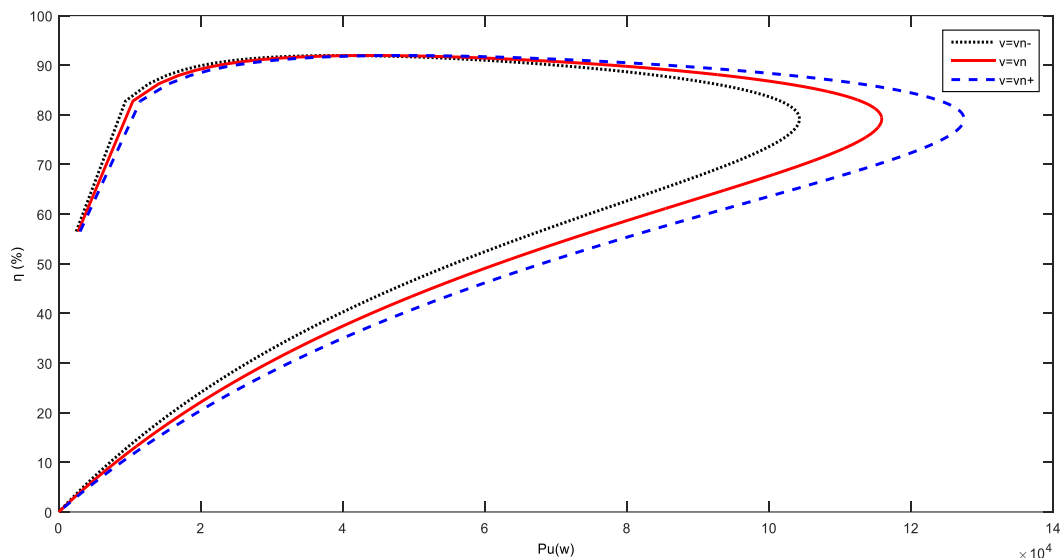


Figure. III.11 Variation du rendement en fonction de la puissance utile, avec variation de la tension

et la fréquence est maintenue constante $f=50$ Hz

III.3.4.3 Variation des pertes joules statoriques en fonction du de glissement

Figure. III.12 représente l'évolution des pertes de Joule dans le stator en fonction du glissement, pour trois valeurs différentes de la tension. On observe que les pertes augmentent avec le glissement jusqu'à atteindre une valeur maximale, puis commencent à diminuer. Il est également clair que l'augmentation de la tension entraîne une élévation des pertes.

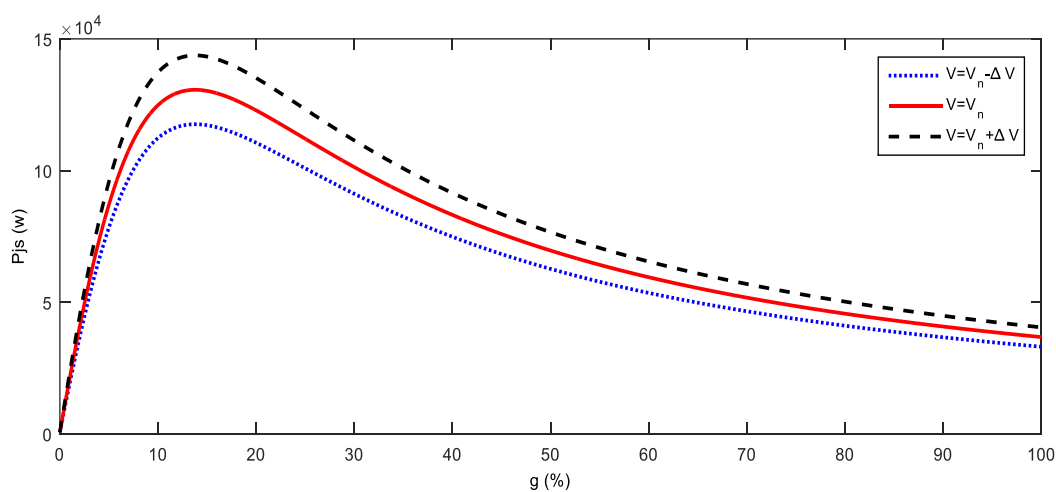


Figure. III.12 variations des pertes joules statoriques en fonction de glissement, avec variation

de la tension et la fréquence est maintenue constante $f=50$ Hz

III.3.4.4 Variation du couple électromagnétique en fonction de glissement

Figure III.13 représente l'évolution du couple électromagnétique en fonction du glissement pour un moteur asynchrone dans le cas de l'application de trois valeurs différentes de tension. On observe que le couple augmente avec le glissement jusqu'à une valeur maximale, puis diminue progressivement.

L'augmentation de la tension entraîne une augmentation du couple.

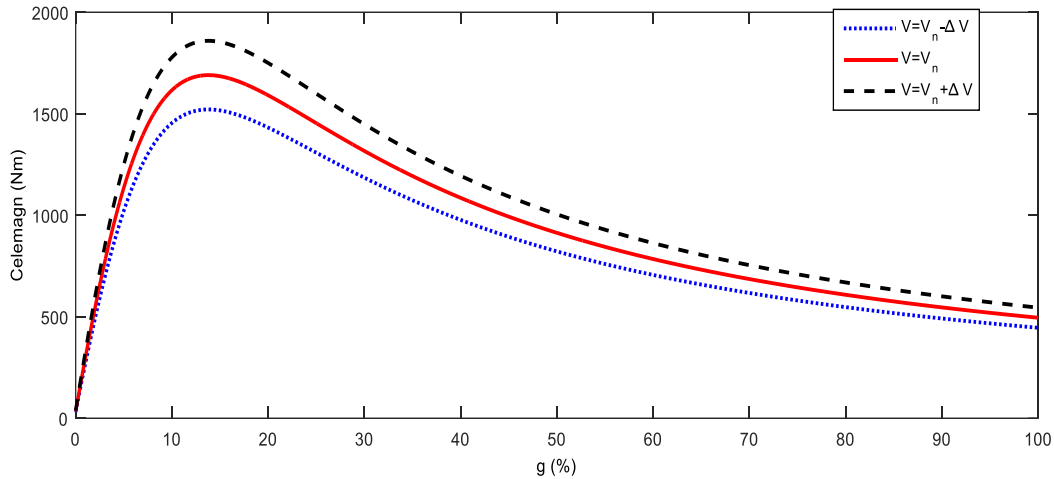


Figure.III.13 variation de couple électromagnétique en fonction de glissement avec variations de la tension. La fréquence est maintenue constante $f=50\text{Hz}$

III.3.4.5 Variation du couple électromagnétique en fonction de la vitesse

Figure.III.14 représente l'évolution du couple électromagnétique en fonction de la vitesse de rotation (tr/min) pour un moteur asynchrone pour trois valeurs de la tension appliquée.

On observe que le couple augmente avec la vitesse jusqu'à atteindre une valeur maximale, puis diminue rapidement à l'approche de la vitesse synchrone. On remarque également qu'une augmentation de la tension entraîne une diminution du couple électromagnétique.

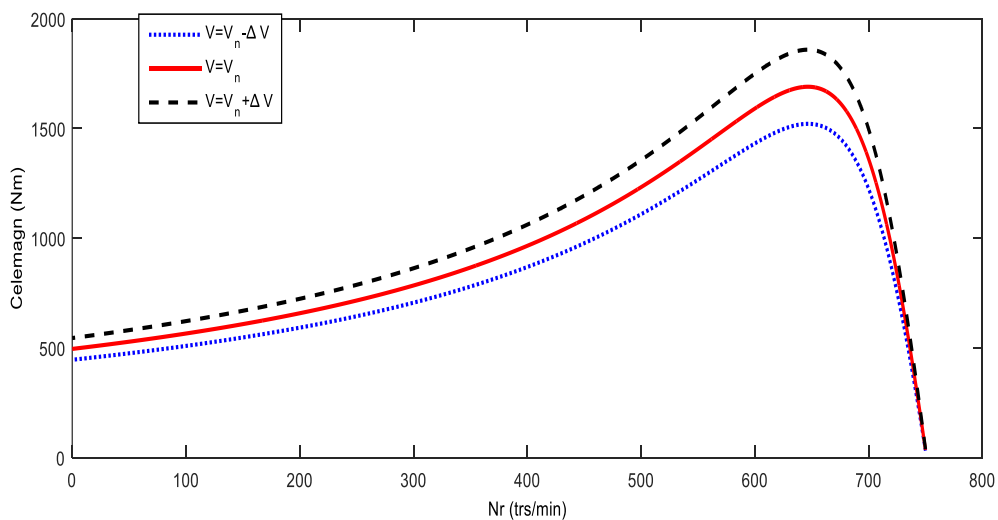


Figure.III.14 variations du couple électromagnétique en fonction de la vitesse pour trois valeurs de la tension d'alimentation différentes

III.3.4.6 évolutions des pertes joules rotorique en fonction de glissement

Figure. III.15 représente l'évolution des pertes joules rotorique en fonction du glissement (%) pour un moteur asynchrone triphasé.

On observe que les pertes joules augmentent avec le glissement, puis tend à se stabiliser à des valeurs élevées pour des valeurs importante du glissement. On remarque aussi que plus la tension augmente, plus les pertes augmente. Ce qui provoque un échauffement excessif et important.

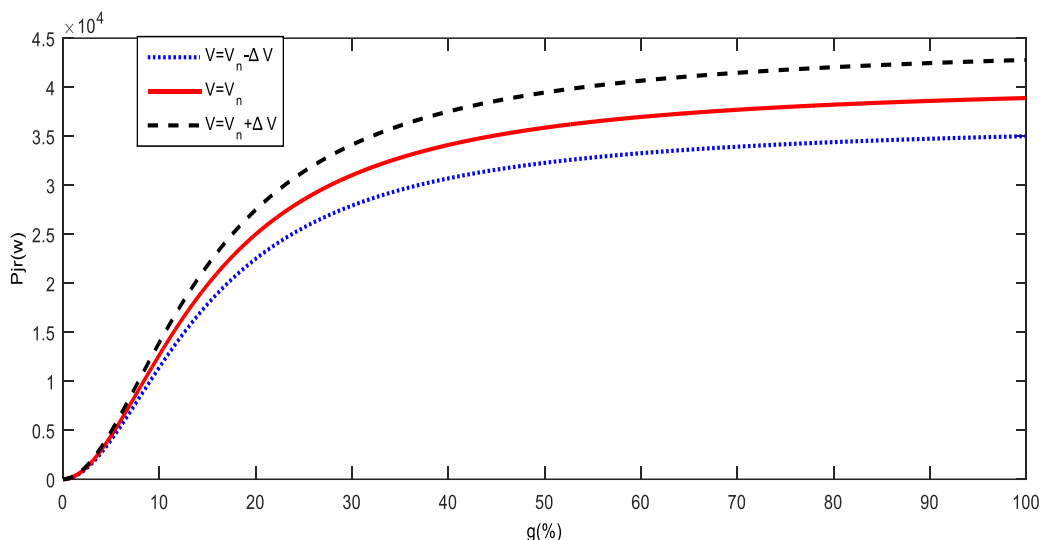


Figure.III.15 variations des pertes joules rotoriques en fonction du glissement avec une tension variable et la fréquence est maintenue constante $f = 50\text{Hz}$.

III.3.4.7 Variation de la puissance absorbée en fonction du glissement

Figure III.16 représente l'évolution de la puissance absorbée (en watts) en fonction du glissement en (%) pour un moteur asynchrone triphasé pour les trois niveaux de la tension ($V_n - \Delta V$, V_n , $V_n + \Delta V$)

On observe que la puissance absorbée augmente avec le glissement. Il est également clair que plus la tension est élevée, plus la puissance absorbée est importante, ce qui peut provoquer une surcharge thermique.

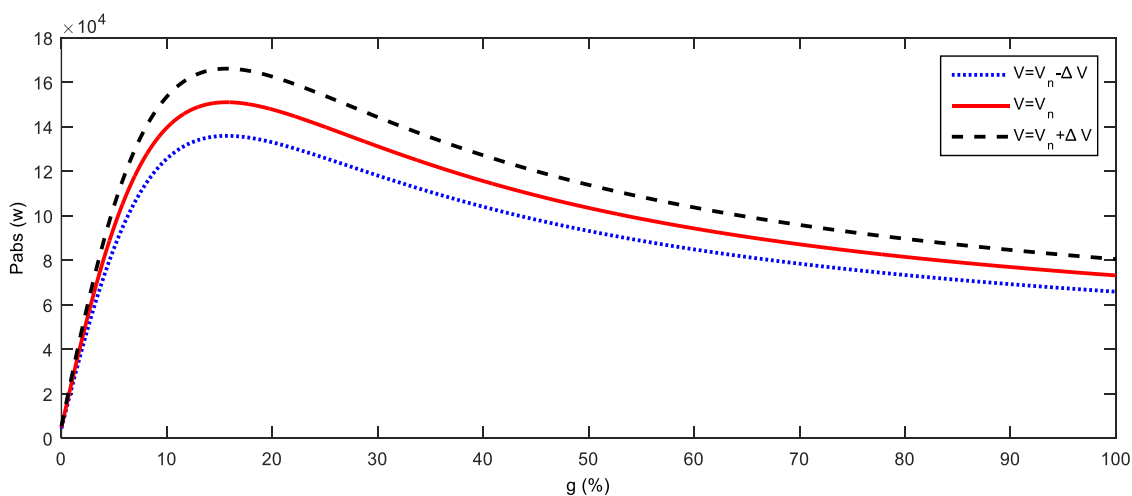


Fig III.16 Variation de la puissance absorbée en fonction du glissement pour trois valeurs différentes de la tension.

la fréquence étant maintenue constante $f = 50\text{Hz}$

III.3.4.8 Variation de la puissance absorbée en fonction de courant absorbée

Fig. III.17 représente la variation de la puissance absorbée (P_{ab}) pour un moteur asynchrone triphasé en fonction du courant absorbé (I_{abs})

On constate que la puissance augmente avec le I_{abs} puis diminue. Une tension élevée entraîne une puissance importante, ce qui peut engendrer un échauffement.

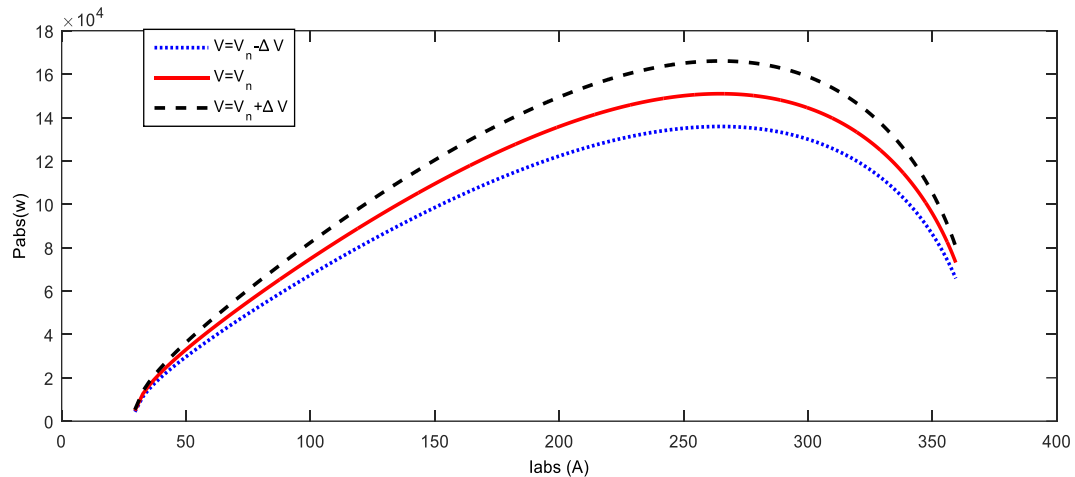


Fig. III.17 Variation de la puissance absorbée avec augmentation ou diminution de la tension.
La fréquence est maintenue constante $f = 50\text{Hz}$

III.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'effet des variations brusques de la tension et de la fréquence issue du réseau.

Nous avons mis en évidence les conséquences néfastes de ces perturbations, qui peuvent perturber la continuité de service de production, l'échauffement du moteur, une dégradation des caractéristiques qui peut entraîner la diminution de la durée de vie du moteur.

Conclusion générale

Conclusion générale

À terme de ce travail nous avons étudié l'effet des variations brusques de la tension et de la fréquence sur les performances d'un moteur asynchrone triphasé .nous avons relevé quelques caractéristiques de ce moteur en fonctionnement en charge. Ce relevé est effectué en utilisant un code Matlab développé basé sur la méthode de diagramme de cercle qui se caractérise par sa simplicité et sa rapidité.

Les perturbations citées ci-dessus peuvent réellement entraîner, un ralentissement du moteur, une augmentation ou une diminution du couple électromagnétique. Ce qui engendre des surcharges provoquant un échauffement. En effet, ces perturbations peuvent perturber la continuité de service de production, une dégradation des caractéristiques qui peut entraîner la diminution de la durée de vie du moteur.

Cette analyse permet de mieux comprendre l'importance de la stabilité et le bon fonctionnement du réseau d'alimentation, et la nécessité d'une régulation et protection adéquates. L'objet est d'assurer un fonctionnement optimal des installations électriques industrielles.

Malgré l'intérêt accordé à ce travail théorique et expérimental basé sur des simulations, il nécessite une amélioration et un développement.

Bibliographie

- [1] Feddag Mohamed Ramzi et djkaidel Teyeb « étude des paramètres de la plaque signalétique d'une machine asynchrone Avec la méthode de diagramme du cercle », mémoire de Master, université Saad Dahlab de Blida, 2016/2017
- [2] A.Abbad et A.Gherba ; « commande d'un moteur asynchrone par logique floue adaptative » ; mémoire ; université de Bouira ;
- [3] M.ZEGRARI ; « machines électriques » ; Cours ; Université Hassan II de Casablanca.
- [4] Caron et Hautier ; « Modélisation et commande de la machine asynchrone » ; 1995
- [5] Saouli Youcef et Kahli Omar «étude et simulation d'un moteur asynchrone » , mémoire de Master, université Badji Mokhtar- Annaba, 2020/2021
- [6] <https://www.bme-machines-tournantes.fr/bobinage> , 27/07/2025
- [7] Mayé Pierre ; « Moteurs électriques industriels » ; 2005
- [8] <https://newautoinsurance.review/> , 27/07/2025
- [9] René Le Doeuff ; Mohammed El-Hadi Zaim ; « Machines électriques tournantes : de la modélisation matricielle à la mise en œuvre » ; 2009
- [10] Luc Lasne ; «Exercices et problèmes d'électrotechnique .Notions de base, réseaux et machines électriques » ; 2e édition
- [11]http://lycees.acrouen.fr/maupassant/site2/BEPME/sujet03_04/com_tech/moteur_asynchrone.pdf ,27/07/2025
- [12] Z.Ait Ouali , « Application de FPGA à la commande d'un moteur asynchrone » mémoire magister, université Mouloud Mammerie de Tizi-Ouzou ,2015.
- [13] ANDRE Fouillé. TOME 2 : "Machines électriques, Problèmes d'électrotechnique à l'usage des ingénieurs", Dunod,1978.