LE MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE ( MAS )

1. Moteurs asynchrones en régime statique
2. **Bref historique**

Emigré croate, Nikola Tesla travail, à son arrivée aux Etats-Unis en 1884 pour Thomas Edison. Ce dernier détenait un brevet pour sa dynamo et était un fervent défenseur du courant continu. Pourtant Tesla avait l’intuition que l’avenir de la fabrication et du transport de l’électricité était dévolu au courant alternatif d’autant, que la même année, Lucien Gaulard inventait le transformateur et montrait son intérêt dans le transport de l’électricité alternative. Encore fallait-il pouvoir créer de la force motrice grâce à l’alternatif, donc un moteur.

Le principal point faible des moteurs électriques à courant continu a toujours été le système mécanique collecteur-balais, cher et fragile, source de pannes fréquentes.

Cherchant à concevoir un moteur électrique sans collecteur Nikola Tesla découvrit en 1882 les champs magnétiques tournants engendrés par un système de courants polyphasés.

En 1883 il construisit son premier moteur à champ magnétique tournant.

Fort de cette découverte, Tesla la présente à Edison qui la rejète. Tesla se tourne alors vers son concurrent direct, George Westinghouse, qui fort de l’invention de Gaulard, améliorée par John Dixon Gibbs, des courants triphasés et du moteur à induction de Tesla montre tous l’intérêt du courant alternatif et remporte la « bataille de l’électricité » face à Edison en exploitant les chutes du Niagara en 1888.

1. **Principe et description du moteur asynchrone triphasé**
	1. **Principe**

Dans ce genre de moteur, dit à induction, le stator comprend des \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ et régulièrement disposées qui engendrent un \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ lorsqu'elles sont parcourues par les diverses "phases".

Le champ tournant \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ des courants dits de Foucault dans un \_\_\_\_\_\_\_\_\_ ; l'interaction du champ magnétique et des courants du rotor exerce sur celui-ci un \_\_\_\_\_\_\_\_\_ qui tend à lui faire rattraper le champ tournant.

Si le rotor tournait à la même vitesse que le champ statorique il n'y aurait plus de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, donc plus de \_\_\_\_\_\_\_\_\_.

En régime normal le rotor tourne donc à une vitesse inférieure au \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ d'où son autre nom de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Ne nécessitant que très peu d'entretien les moteurs asynchrones sont de loin les plus employés dans l'industrie.

Leur seul désavantage par rapport aux moteurs à courant continu se situe dans le \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Pour les premiers il suffit de faire varier la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ tandis que pour les seconds il faut faire varier la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ des courants alternatifs.

Le développement de l'électronique de puissance a aujourd'hui permis de surmonter cette difficulté.

* 1. **Description**
		1. **Stator ou inducteur**

Des conducteurs logés dans des encoches autour de la carcasse sont reliés pour former un \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Suivant leur distribution autour du stator, ils forment *\_\_\_* bobines placées à *\_\_\_\_\_\_\_\_* les unes par rapports aux autres.

Alimenté par un réseau triphasé de fréquence *\_\_*, le stator crée *\_\_\_* pôles inducteurs et un champ tournant à la fréquence de synchronisme *\_\_\_* telle que :

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Avec *ns* en *\_\_\_\_\_* , *f* en *\_\_\_* et *p* : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Exercice n°1 : Un moteur asynchrone tétrapolaire est alimenté par réseau triphasé *50 Hz*. Calculer en *tr/s* et en *tr/min* la fréquence de synchronisme de ce moteur.

Exercice n°2 : Pour une fréquence d’alimentation de 50 Hz, remplir le tableau ci-dessous :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nombre de paire de pôle | p=1 | p=2 | p=3 | p=4 | p=5 |
| Préfixe | \_\_\_polaire | \_\_\_polaire | \_\_\_polaire | \_\_\_polaire | \_\_\_polaire |
| Fréquence de synchronisme en tr/s |  |  |  |  |  |
| Fréquence de synchronisme en tr/min |  |  |  |  |  |
| Vitesse de synchronisme en rad/s |  |  |  |  |  |

Couplage sur le réseau :

Le stator comporte 6 bornes :

Suivant le type de réseau et la tension nominale aux bornes d’un enroulement du moteur, on utilisera le couplage \_\_\_\_\_ (Y) ou \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ().

Exercice n°3 : On dispose du réseau basse tension EDF *230 V / 400 V / 50 Hz*. Sur la plaque signalétique du moteur asynchrone, on lit les indications suivantes : *230 V / 400 V / 50 Hz.*

1. Donner la signification des 3 indications relatives au réseau.
2. Donner la signification des 3 valeurs portées sur la plaque signalétique.
3. Choisir le couplage adapté.
4. Dessiner le couplage du moteur et son raccordement au réseau.

Exercice n°4 : On dispose du réseau basse tension EDF *230 V / 400 V / 50 Hz*. Sur la plaque signalétique du moteur asynchrone, on lit les indications suivantes : *400 V / 690 V / 50 Hz.*

1. Donner la signification des 3 indications relatives au réseau.
2. Donner la signification des 3 valeurs portées sur la plaque signalétique.
3. Choisir le couplage adapté.
4. Dessiner le couplage du moteur et son raccordement au réseau.
	* 1. **Rotor ou induit**

Il existe deux types de rotors :

* Rotor à cage d’écureuil :

Des barres métalliques sont court-circuitées par deux couronnes de faible résistance.

Avantage : facile à construire et faible coût.

Inconvénient : pas d’accès électrique au rotor.

Symbole :

MAS

3~

* Rotor bobiné :

Des conducteurs, logés dans des encoches du rotor, forment un enroulement triphasé comportant \_\_\_ pôles, comme au \_\_\_\_\_\_\_\_\_. Les extrémités sont soudées à 3 bagues solidaires de l’arbre de rotation. Des balais frottant sur ces bagues permettent l’accès électrique au rotor.

Avantage : accès électrique au rotor.

Inconvénient : coût plus important.

Symbole :

MAS

3~

Rotor

Stator

1. **Le glissement**

La rotation étant asynchrone, la fréquence de rotation du moteur *\_\_* est inférieure à la fréquence de synchronisme *\_\_* : *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Cette relation peut également s’écrire grâce aux vitesses de rotation :

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Exercice n°5 : Un moteur asynchrone hexapolaire tourne pour son fonctionnement nominale à la fréquence de rotation de 950 tr/min alors qu’il est alimenté sous 50 Hz.

1. Calculer la fréquence de synchronisme
2. Calculer le glissement du moteur

Remarque : Au point nominal, le glissement d’un moteur asynchrone est faible (de l’ordre de 2 à 8%).

1. **Fonctionnement à vide**

Exercice n°6 : Sur la plaque signalétique d’un moteur asynchrone, on lit les indications suivantes : *230 V / 400 V / 50 Hz* ; *53,7 A / 31 A* ; *16 kW* ; *950 tr/min* ; *cos = 0,86*.

On dispose du réseau *400 V / 50 Hz*. Lors d’un essai à vide, on mesure :

Intensité du courant en ligne *IV = 6,00 A*

Puissance absorbée *PV = 450 W*

Fréquence de rotation *nV = 998 tr/min*.

1. Déduire de la plaque signalétique, le nombre de pôle de la machine.
2. Déterminer le couplage.
3. Calculer le facteur de puissance à vide. Comparer avec celui de la plaque signalétique.
4. Calculer le glissement à vide. Que pensez-vous de sa valeur.
5. Comparer la valeur du courant de ligne à vide avec celui de la plaque signalétique. Avec laquelle des deux valeurs faut-il faire cette comparaison ? Que pensez-vous du résultat ?

Généralisation :

A vide, le rotor tourne pratiquement au \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, *\_\_\_\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*.

A vide, l’intensité du courant en ligne n’est pas négligeable contrairement au moteur à courant continu. Il vaut de l’ordre de \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_ du courant nominal. Le facteur de puissance est \_\_\_\_\_\_\_ : *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*. Le courant à vide est essentiellement un courant \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ qui crée le \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ dans l’entrefer.

1. **Fonctionnement en charge**

Exercice n°7 : A partir de la plaque signalétique donnée à l’exercice n°6,

1. Donner la valeur nominale du courant de ligne.
2. Donner la valeur du facteur de puissance nominal du moteur.
3. Donner la valeur de la fréquence de rotation nominale du moteur.
4. Calculer le glissement nominal.

Conclusions :

Le glissement n’est plus négligeable. Le facteur de puissance devient important car le moteur fournit de la puissance, donc le stator appelle du courant \_\_\_\_\_.

1. **Caractéristiques**
	1. **Caractéristique mécanique**

C’est la courbe donnant les variations du couple utile *\_\_* en fonction de la fréquence de rotation *\_\_*: *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*. Cette caractéristique est obtenue à condition de conserver la tension entre phases *U* \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ et la fréquence *f* \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

*U = \_\_\_*

*f = \_\_\_\_*

*0*

Le moment du couple utile :

* Est important au démarrage : \_\_\_\_
* Présente une valeur max. *\_\_\_\_\_\_.*
* Varie de façon presque \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ au voisinage de la fréquence de rotation nominale. Cette zone correspond au \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ du moteur.

A vide, la fréquence de rotation est égale à la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, donc le glissement est \_\_\_\_.

Ainsi, au niveau du point de fonctionnement nominal, la caractéristique est confondu avec une \_\_\_\_\_\_\_\_ passant par *g=\_\_* et croissante avec *\_\_* ⇒ le couple utile est \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ au glissement : *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* où *k* est une \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

* 1. **Point de fonctionnement**

*Tr (Nm)*

*Tu (Nm)*

*U = UN*

*f = 50 Hz*

*ns*

*n (tr/min)*

*0*

Lorsqu'un moteur entraîne une charge mécanique, le groupe moteur-charge \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ si le couple utile du moteur est supérieur au couple résistant de la charge, \_\_\_\_\_\_\_\_\_ si le couple utile du moteur est inférieur au couple résistant de la charge. Par contre, si le moment du couple utile est égal au moment du couple de charge, il y a \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ et l'ensemble tourne à vitesse \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Pour résoudre le problème de l'équilibre mécanique, il suffit de tracer la caractéristique du moteur et celle de la charge sur le même graphique. Le point d'intersection des deux caractéristiques s'appelle \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, ses coordonnées permettent de déterminer la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ et le moment du \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ du moteur.

* 1. **Caractéristique *I = f(n)***

Lorsque la charge augmente, la fréquence de rotation \_\_\_\_\_\_\_\_\_ (voire caractéristique mécanique) et le courant \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ car le moteur appelle plus de courant pour pouvoir réaliser le \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Ainsi, à tension d’alimentation constante (valeur efficace et fréquence), quand la vitesse augmente, la valeur efficace de l’intensité du courant de ligne \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ :

*U = \_\_*

*f = \_\_\_\_*

La caractéristique commence au point de fonctionnement \_\_\_\_\_\_\_\_.

Si on prolonge la courbe vers *n=0*, on obtient au \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ un courant d’intensité très important.

1. **Bilan de puissance**
	1. **Puissance absorbée**

Il s’agit de la puissance électrique que fournit le réseau au moteur :

*Pa = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

On la mesure par la méthode des deux wattmètres.

* 1. **Puissance utile**

Il s’agit de la puissance mécanique fournit par le moteur tournant à la vitesse ** à sa charge :

*Pu = \_\_\_\_\_\_\_*

* 1. **Puissance transmise au rotor**

La puissance électrique absorbée par le moteur au stator est transmise au rotor. Cette puissance transmise *\_\_\_* est égale à la puissance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ au stator moins les \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ : *Ptr = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Les pertes statoriques sont :

* Les pertes Joule au stator

*pJs =\_\_\_\_\_* si *R* est la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

*pJs = \_\_\_\_* si *R* est la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, le moteur étant couplé en \_\_\_\_\_\_\_\_\_.

*pJs = \_\_\_\_\_* si *R* est la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, le moteur étant couplé en \_\_\_\_\_\_\_\_\_.

* Les pertes magnétique ou pertes fer au stator, *\_\_\_* , ne dépendent de *\_\_* et *\_\_* constant ici.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Cette puissance est transmise par l’intermédiaire du \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ à la vitesse de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ **. Il lui correspond un couple électromagnétique de moment *\_\_\_\_* tel que : *Ptr = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

* 1. **Puissance totale du rotor**

Le transfert de puissance électrique en puissance mécanique s’effectue par l’intermédiaire du \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. La puissance transmise du stator au rotor *Ptr* utilise le champ magnétique tournant à la vitesse de synchronisme *S* et le couple électromagnétique *Tem*. Ce couple électromagnétique est utilisé par le rotor pour tourner à la vitesse *.*

Si la puissance transmise s’écrit *Ptr = Tem.s;* la puissance du rotor s’écrit *Pr = \_\_\_\_\_\_\_\_*

⇒

*Pr < Ptr*  à cause des \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

* 1. **Pertes rotoriques**
* Les pertes fer rotoriques :

Les pertes fer rotoriques *\_\_\_* dépendent de la fréquence des \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Ces courants sont créés par \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ électromagnétique à conditions que le rotor voit \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ le champ tournant du stator. La fréquence des courants rotoriques vérifie la relation :

La fréquence des courants négligeables est donc \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ car le glissement est généralement \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Ainsi, les pertes fer rotoriques sont \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ si le glissement est faible : *\_\_\_\_\_\_\_\_*

* Les pertes Joule rotoriques :

Ainsi, les seules pertes du rotor sont les pertes Joule rotoriques. Un bilan de puissance permet d’écrire :

* 1. **Pertes mécaniques**

Elles sont dues aux frottements des paliers sur l’arbre et de l’air sur le rotor. Elles dépendent de la fréquence de rotation, qui reste ici presque \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Les pertes mécaniques sont donc considérées \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ : *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

* 1. **Moment du couple utile et rendement**

Par un bilan de puissance, on obtient la relation suivante sur la puissance utile :

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Le moment du couple utile se calcule à partir de la puissance utile par la relation :

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

On obtient le rendement par : **

* 1. **Arbre des puissances**

L’arbre des puissances donne le bilan de puissance complet de la machine :

* 1. **Détermination expérimentale des pertes constantes (ou pertes collectives)**

Les pertes collectives ou pertes constantes sont la somme des \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ et des \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ : *pc = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

On détermine expérimentalement la valeur des pertes collectives lors d’un \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ où l’on mesure :

* *Pav* la puissance \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.
* *Iv* la valeur efficace de l’intensité du \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Par un bilan de puissance, on peut écrire à vide : *Pav = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

Car, à vide, la puissance utile est \_\_\_\_\_\_. De plus, à vide, le glissement est très \_\_\_\_\_\_, donc les pertes Joule rotoriques sont \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Ainsi : *pc = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

* 1. **Exercice n°8**

Sur la plaque signalétique d’un moteur asynchrone, on lit les indications suivantes : *230 V / 400 V / 50 Hz* ; *53,7 A / 31 A* ; *16 kW* ; *950 tr/min* ; *cos = 0,86*.

On dispose du réseau *400 V / 50 Hz*.

Lors d’un essai à vide, on mesure :

Intensité du courant en ligne *IV = 6,00 A*

Puissance absorbée *PV = 450 W*

Fréquence de rotation *nV = 998 tr/min*.

La résistance mesurée entre deux bornes du stator couplé vaut *R = 0,2 .*

1. Evaluer, à partir de la plaque signalétique, le nombre de pôles de la machine.
2. En déduire la valeur de la fréquence de synchronisme en tr/s.
3. Calculer la puissance absorbée pour le fonctionnement nominale.
4. Calculer les pertes Joule statoriques pour le fonctionnement nominale.
5. Calculer les pertes collectives. En déduire la valeur des pertes fer statoriques et des pertes mécaniques en supposant que celles-ci sont égales.
6. Calculer la puissance transmise au rotor pour le fonctionnement nominale.
7. En déduire la puissance du rotor ainsi que les pertes Joule rotoriques.
8. Calculer la puissance utile du moteur pour le fonctionnement nominal, ainsi que le moment du couple utile.
9. Calculer le rendement du moteur.
10. **Réglage de la vitesse de rotation**
	1. **Alimentation du moteur à fréquence constante et tension variable**

Contrairement au moteur à courant continu, pour le moteur asynchrone, la variation de la valeur de la tension d’alimentation n’entraîne quasiment pas de variation de vitesse. La conséquence de la variation de la valeur efficace de la tension d’alimentation est une variation du moment du couple utile maximum disponible, comme le montre la figure ci-dessous :

*Tu (Nm)*

*n (tr/min)*

*0*

*ns*

*Tud*

*Tumax*

Si on divise la valeur efficace de la tension d’alimentation par 2, le moment du couple utile maximum et du couple de démarrage est divisé par \_\_. Le moment du couple utile est proportionnel au \_\_\_\_\_\_ de la valeur efficace de la tension entre phases :

*Tu = \_\_\_\_\_\_\_*

Le seul intérêt d’alimenter le moteur à tension variable et fréquence fixe est de limiter la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, comme pour le démarrage étoile-triangle, mais il faudra veiller à ce que le moment du couple de démarrage quand la tension est réduite, soit \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ au moment du couple résistant.

* 1. **Les différents paramètres de réglage de la vitesse de rotation**

De la relation *n = nS.(1-g)*, et donc *n = \_\_\_\_\_\_\_\_*, on déduit que le réglage de la vitesse de rotation

peut se faire par l’intermédiaire de :

* *\_\_*, le \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ de la machine. Cette solution est utilisée dans les machines \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Il s’agit en fait de deux moteurs différents, avec deux nombre de paires de pôles différents placés dans la même machine. La vitesse n’est pas réellement réglable par ce biais, mais peut prendre deux valeurs différentes.
* *\_\_*, le \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Cette solution n’est envisageable qu’avec les moteurs à \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. On modifie alors le glissement en modifiant la puissance rotorique. Cette solution est, à part quelques cas très particuliers, obsolète.
* *\_\_*, la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ des tensions l’alimentation. Cette solution est celle la plus courant utilisée, notamment avec les \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Elle sera détaillée dans le paragraphe suivant.
	1. **Alimentation du moteur sous fréquence variable**
		1. **Conditions expérimentales**

Pour faire varier la fréquence de rotation d’un moteur asynchrone, l’idéal consiste à faire varier la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, donc la \_\_\_\_\_\_\_\_ des tensions d’alimentations.

On peut assimiler une phase du stator et la phase correspondante du rotor à un transformateur monophasé parfait dont le secondaire est \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Au stator, comportant *\_\_* spires par phase, on écrit la formule de Boucherot :

*V = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*max = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.*

Afin de faire fonctionner le circuit magnétique dans les meilleures conditions possibles, il est souhaitable de maintenir le flux magnétique \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, pour cela, il faut que le rapport de la valeur efficace de la tension entre phase et neutre et la fréquence, *\_\_* soit maintenu constant.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

* + 1. **Caractéristiques mécaniques**

Afin de régler *V et f tel que = cte* , on utilise un \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ appelé « \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ » pour alimenter le moteur (c’est l’étage de sortie des variateurs de vitesse).

On relève les caractéristiques mécaniques pour différente valeur de *f* en maintenant constant. Seules les parties utiles des caractéristiques sont représentées (ici pour un moteur hexapolaire de tension entre phase et neutre nominale 230 V) :

*Tu (Nm)*

*TuN*

*n (tr/min)*

*0*

Les caractéristiques se décalent \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ à elles-mêmes comme pour le moteur à courant continu à \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ et tension d’induit \_\_\_\_\_\_\_\_\_. C’est un fonctionnement quasiment \_\_\_\_\_\_\_\_, car le couple utile nominale est \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ quelque soit la vitesse de rotation et pour une valeur constante du couple utile, la différence *ns = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* reste identique.

* + 1. **Démarrage du moteur**

Pour démarrer le moteur sous son couple utile nominal, il faut se placer sur la caractéristique \_\_\_\_\_\_\_. On lit graphiquement *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* donc *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* et *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*.

* + 1. **Réglage de la vitesse**

Pour augmenter la vitesse de rotation, il suffit d’augmenter proportionnellement *\_\_* et *\_\_*.

* + 1. **Conclusion**

Alimenter à *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*, le moteur asynchrone se comporte comme un moteur à courant continu à excitation indépendante constante et tension d’induit réglable, sans présenter les inconvénients dus au système \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Ainsi, pour la traction, dans les systèmes modernes le moteur asynchrone remplace avantageusement le moteur à courant continu.