

I.1. Introduction

La machine asynchrone à double alimentation (MASDE) a fait l'objet de vastes recherches dans les laboratoires d'électrotechnique, et dans le but d'apporter un éclairage permettant au lecteur de mieux connaître les étapes franchies qui ont marqué son évolution et les domaines où elle est utilisée.

Ce chapitre dresse un état de l'art sur la MASDE. Il permet ainsi de mettre en évidence l'évolution qu'a connue cette machine depuis que les progrès tangibles ont été réalisés dans divers domaines tels que : les matériaux d'électrotechnique, l'informatique et l'électronique de puissance.

I.2. Caractéristiques des machines multi-phase

Suivant le nombre de phases qu'on peut avoir dans le stator (les phases statoriques), on discerne deux types des machines multi-phases) celles dont le nombre de phases est multiple de trois et l'autre type [02].

On peut avoir plusieurs configurations possibles dans une machine à nombre de phases donné suivant le décalage angulaire α entre deux bobines adjacentes, c'est-à-dire le décalage entre les étoiles) ; par exemple une machine double étoile (6 phases) de $\alpha = 0^\circ$ a des caractéristiques différentes de celle d'une machine double étoile à $\alpha = 30^\circ$.

Pour la prise en compte de ces différentes dans une machine et pouvoir différencier entre les configurations possibles, un autre terme est introduit est le nombre de phases équivalent. il est défini comme suit :

$$n_{ph} = 180 / \alpha$$

I.2.1. Machines multi phases de type 1

Les machines multi-étoiles sont des machines dont le nombre de phases est un multiple de trois $n_{ph} = 3\eta$ ($\eta = 1, 2, 3, \dots$)

I.2.2. Machines multi phases de type 2

Toutes les machines dont le nombre de phases statoriques (n_{ph}) est un nombre impair sont groupées dans les machines multi-phase de type 2.

Alors les phases sont régulièrement décalées de $2\pi / n_{ph} = 2\alpha$ (α représente le décalage angulaire entre deux bobinages).

I.3. Applications des Machines Multi phases

Les machines multi phases sont utilisées beaucoup plus dans les applications de puissances élevées. Parmi ces applications on cite les pompes, les ventilateurs, les compresseurs, les moulins des compresseurs, les moulins du ciment, etc. [3].

Une autre application concerne l'utilisation des machines multi phases dans les systèmes de production de l'énergie éolienne : la machine double étoile génère de l'énergie à travers deux systèmes triphasés connectés à un transformateur pour adapter les tensions des six phases aux tensions des réseaux.

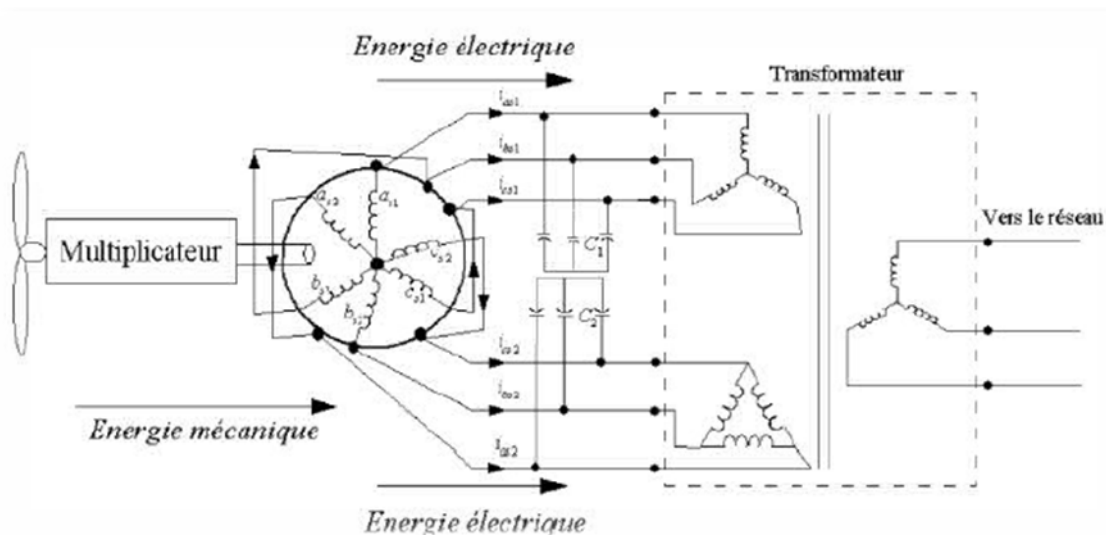


Figure I.1 : Représentation de la machine asynchrone double étoile dans la chaîne de production de l'énergie éolienne

I.4. Avantages des Machines Multi-phases

Les machines multi-phases ont plusieurs avantages tels que :

1. La minimisation des ondulations du couple électromagnétiques lorsque la machine est alimentée par des convertisseurs statiques (onduleur).
2. La minimisation des pertes rotoriques.
3. La segmentation de puissance.

4. La fiabilité [10].

I.4.1. Segmentation de puissance

Par l'augmentation du nombre de phases, la puissance est automatiquement augmentée. L'une des solutions pour réduire les courants de phases sans réduire les tensions d'alimentations, est d'augmenter le nombre de phases statoriques.

La puissance totale demandée par une machine est alors réduite dans chaque phase. Avec cette puissance, on peut alimenter la machine par un onduleur dont les composants semi-conducteurs de calibre inférieur peuvent fonctionner à des fréquences de commutation plus élevées. Cela permet de minimiser les ondulations des courants et du couple.

La segmentation de puissance est l'avantage principal des machines multi-phases, que l'on met le plus en avant de nos jours.

I.4.2. Minimisation des ondulations du couple et des pertes rotoriques

Les machines polyphasées permettent la réduction des ondulations de couple (période et amplitude) parce que les harmoniques cinq et sept sont naturellement minimisés dans ces machines. Pratiquement, une machine multi-phases a des pertes rotoriques moindre qu'une machine triphasée.

I.4.3. Fiabilité

Le régime dégradé (par la perte de l'une des phases par la défection des éléments de semi-conducteurs dont est constitué l'onduleur alimentant la machine) engendre une perte de contrôle de la machine, ainsi que des ondulations du couple de fortes amplitudes. L'une des solutions pour pouvoir commandé la machine dans ce régime consiste à relier le neutre de la machine au point milieu de la source de tension continue.

Dans les machines multi-phases, cette contrainte peut être évitée tant qu'au moins trois phases restent actives, on peut avoir jusqu'à $(n_{ph} - 3)$ phases ouvertes sans que la solution concerne la connexion du neutre au point milieu de la source de tension continue. Plus le nombre de phases augmente, plus on a de degrés de liberté pour commander la machine.

I.5. Inconvénients des machines multi-phases

Le coût : le nombre d'éléments semi-conducteurs dont est constitué le convertisseur statique augmente avec l'augmentation du nombre de phases statoriques de la machine, ce qui augmente le coût de l'ensemble convertisseur-machine

Il est nécessaire de développer des techniques de commande rapprochée pour les convertisseurs statiques spécifiés et adapté pour les machines multi-phase de type 2, puisque les méthodes élaborées pour les systèmes triphasés ne peuvent pas directement être appliquées aux systèmes à nombre de phases impaires tel que (5 phases, 7 phases, etc.) [10].

I.6. Conclusion

Ce chapitre a été consacré aux machines multi-phases et ce qu'elles pourraient apporter de plus que les machines triphasées. On s'intéresse aux machines les plus courantes, les machines double étoile (MASDE) et vu ses avantages, il est très intéressant de pouvoir étudier cette dernière en ces deux modes de fonctionnement (moteur). Par la suite nous passons tout d'abord à la modélisation de la MASDE alimenté par deux onduleur et sa commande vectorielle indirect.