

---

# **Introduction générale**

---

## **Introduction générale**

Le développement récent des semi-conducteurs de puissance, d'une part, et des techniques numériques d'autre part, ont donné un essor considérable à l'automatisation des processus industriels, dont la conduite est généralement assurée à l'aide des machines électriques.

Les machines à courant continu étaient les plus utilisées du fait de la simplicité de leur commande. Cependant, ces machines présentent un grand problème de fiabilité et leur coût est relativement cher. Récemment, on a pensé à les remplacer dans beaucoup d'applications par les machines synchrones, qui présentent l'avantage d'être plus robustes, peu coûteuses et de simple construction [1].

Lors de ces dernières années, grâce à son faible coût d'exploitation, la commande scalaire [2] a montré une grande efficacité. Elle consiste à contrôler le couple par la régulation de l'amplitude des courants statoriques. Pour ce faire, l'amplitude de la référence des courants triphasés est générée par le régulateur proportionnel-intégrateur (PI) de la vitesse. Cependant, cette stratégie de contrôle souffre d'un handicap majeur. En effet, ses performances dynamiques sont limitées à cause du couplage entre le flux et le couple électromagnétique. En plus, ce mode de contrôle n'offre pas de moyen pour réduire le flux d'excitation engendré par l'aimant, ce qui limite la vitesse de rotation à la vitesse nominale.

Pour remédier à ce problème, on fait appel à la commande vectorielle [3], [4]. C'est une approche de commande qui est élaborée à partir du modèle de Park (d, q). Ainsi, elle consiste à choisir et à orienter le référentiel (d, q) de manière à linéariser au mieux le modèle de la machine, ce qui rend le comportement de la machine synchrone à aimants permanents analogue à celui de la machine à courant continu.

Pourtant, le principe du contrôle vectoriel reste d'une très grande efficacité pour la synthèse d'une loi de commande simple et moins coûteuse, car il conduit à la linéarisation du modèle de la machine, et de ce fait, à la facilité de la mise en œuvre d'une structure de contrôle. En général, il existe une grande diversité d'approches

possibles pour développer la commande d'une machine synchrone à aimants permanents.

Nous y trouvons presque toute la panoplie de la commande linéaire; à savoir : Le régulateur PI ([5], [6]), la commande  $H_\infty$  [7], le mode glissant ([8], [9]), la commande optimale [10]... , par ailleurs, l'aspect non linéaire du moteur synchrone à aimants permanents a conféré une grande place dans la communauté des automaticiens pour évaluer et tester les nouvelles méthodologies de l'automatique non linéaire. Parmi ces approches, il y a lieu de noter la linéarisation exacte entrée-sortie [11] et la commande par platitude [12].

Une autre approche a montré son efficacité pour les systèmes non linéaires : La commande basée sur la logique floue. Depuis les travaux de Lofti Zadeh [13], la logique floue a connu un réel succès non seulement dans le cadre de la modélisation de systèmes mais aussi dans le cadre de la commande de systèmes complexes non linéaires. Plusieurs applications utilisant les systèmes flous ont été développées dans plusieurs domaines de génie électrique. Les modèles flous de Takagi-Sugeno [14] ont la propriété d'approximer n'importe quelle fonction non linéaire, tout en s'en passer de modèles explicites du procédé.

Les lois de commande couramment utilisées pour les modèles flous de Takagi-Sugeno sont de type retour d'état statique non linéaire appelé commande PDC (Parallel Distributed Compensation) [15]. Ce type de loi de commande utilise les mêmes fonctions non linéaires permettant d'interpoler les modèles linéaires des modèles TS. L'étude de la stabilité et de la stabilisation de ces types de modèles fait appel, dans la grande majorité des cas, à la deuxième méthode de Lyapunov (méthode directe). De façon quasiment généralisée, c'est une fonction de Lyapunov de type quadratique qui est utilisée. Cela est dû principalement au fait de pouvoir résoudre les conditions de stabilité/stabilisation. Effectivement, l'une des principales difficultés est de pouvoir écrire ces conditions sous la forme de contraintes LMI (Linear Matrix Inequalities) [16]. Les LMIs, s'il s'avère qu'elles admettent une solution, peuvent être résolues à l'aide d'outils issus du domaine de l'optimisation convexe [17].

Dans ce contexte, notre projet est consacré à la commande d'une machine synchrone à aimants permanents via des modèles flous de type Takagi-Sugeno.

Le mémoire est structuré en quatre chapitres comme suit :

Dans le premier chapitre, nous présenterons la modélisation de machine synchrone à aimants permanents (MSAP).

Le deuxième chapitre est consacré aux notions et aux outils utilisés pour obtenir le modèle flou TS de la MSAP à partir des équations qui décrivent sa dynamique.

Dans le troisième chapitre, nous rappellerons quelques définitions de stabilité au sens de Lyapunov et la stabilisation des modèles TS par retour d'état. Nous présenterons également l'outil d'Inégalités Matricielles Linéaires.

Dans le quatrième chapitre, nous étudierons le problème de stabilisation de la machine synchrone à aimants permanents (MSAP), ainsi que le problème de suivi de trajectoire avec observateur.

Enfin, nous présenterons, dans la conclusion, le bilan de notre travail et les perspectives envisagées.