



Commande moteur

***Problématique, solutions et
tendances futures***

Copyright 2014 ECA EN



Sommaire:

- ***Vue d'ensemble des applications commande moteur.***
- ***Problématiques et solutions actuelles.***
- ***Tendances futures pour les applications à haute valeur ajoutée.***
- ***Discussion libre.***



Vaste domaine d'application

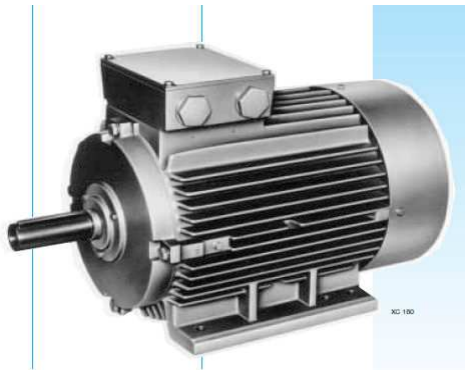
- Applications dans tous les domaines: industrie, robotique, automobile, aéronautique, médical, militaire, etc.





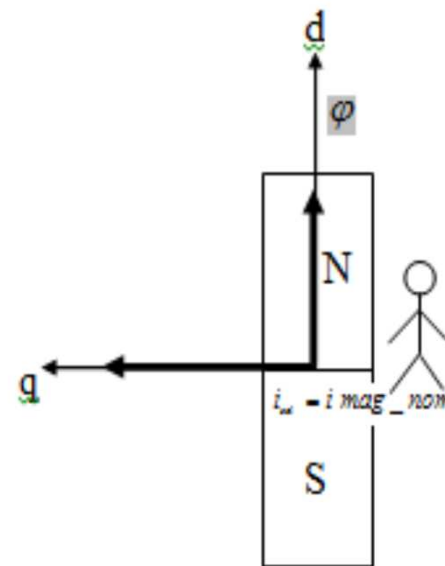
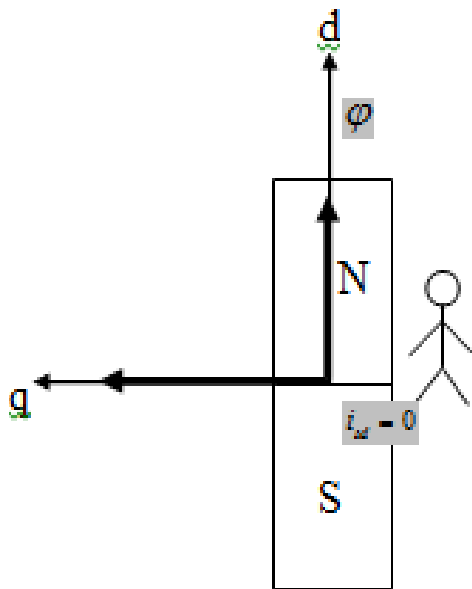
Grande variété de moteurs

- ... pour mieux accompagner cette diversité dans les applications



Malgré toute cette diversité:

- Des points communs: Le couple et le mouvement de ces moteurs résultent principalement de l'interaction des flux statoriques et rotoriques.





Problématiques du contrôle de couple

- Mesure ou estimation de la position du flux rotorique (capteur de position, modèle interne du moteur, compensation des variations paramétriques, notamment pour le moteur asynchrone)
- Contrôle précis du courant statorique pour minimiser les ondulations de couple (auto-tuning). Minimisation des bruits.
- Optimisation du rendement



Problématiques du contrôle de vitesse et position

- Mesure (et surtout estimation).
Problématique du contrôle sensorless.
- Modèle interne de la chaîne cinématique (identification automatique des paramètres)
- Amortissement des oscillations (couplages élastiques, etc.)
- Maintenance préventive (détection des problèmes des roulements, charge, etc.)
- Sécurité de fonctionnement

Schéma de principe d'un contrôle vectoriel pour moteur asynchrone

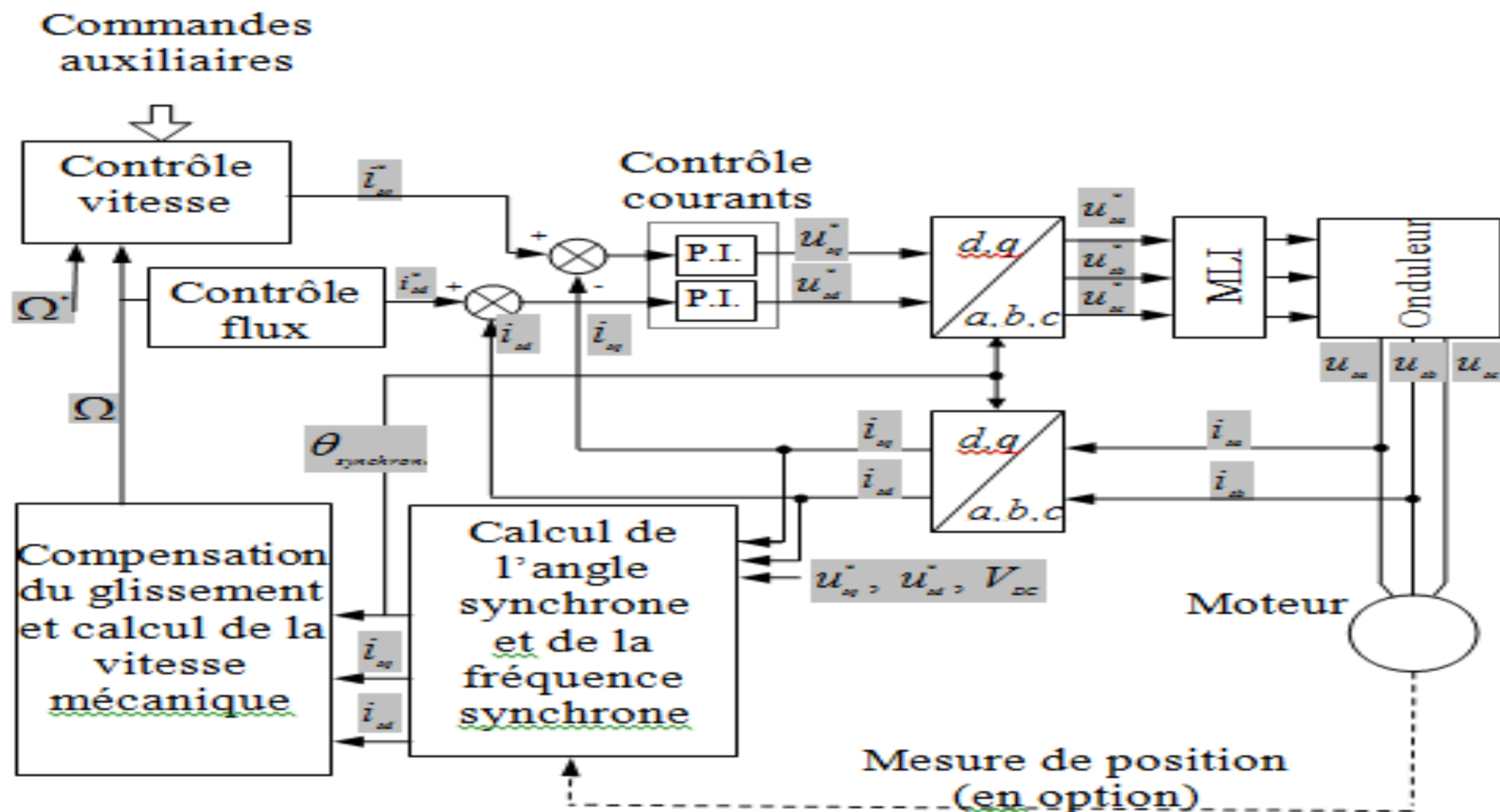




Image d'ensemble

- Technologies qui existent conceptuellement depuis des années dans les milieux de la recherche.
- Assimilation et transformation graduelle des différentes briques technologiques par l'industrie. Pas de révolution mais un processus d'amélioration continue à l'échelle industrielle.
- Investissements de milliers d'années/ingénieur.
- Prix en continuelle baisse pour les produits standard mais un marché du spécifique robuste qui soutient l'innovation à connotation industrielle.



Quelles tendances?

- S'il faut résumer en un mot l'ensemble des évolutions qui se préfigurent, lequel serait-il?



INTEGRATION

DOMAINE CONTRÔLE MOTEUR	SON ENVIRONNEMENT
Identification automatique des paramètres	Intégration de la couche « MOTION CONTROL », automate programmable
Réduction des bruits (MLI aléatoire)	Commutation à très haute fréquence (utilisation des SiC, GaN) et rendements élevés
Techniques de contrôle moteur très basse vitesse voir à vitesse nulle « sensorless »	Utilisation de plus en plus répandues des topologies multi-niveaux.
Maintenance préventive du moteur et de l'installation en général	Miniaturisation du convertisseur et intégration du convertisseur dans le moteur (boîte à bornes, etc.)
Intégration des contrôles-moteur pour différents types de machines	Intégration de la couche communication Ethernet (ModBus TCP/IP, Profinet, IoT...)
Un seul « cerveau »/commande pour plusieurs moteurs simultanément.	Intégration du redresseur MLI avec filtre LCL

DOMAINE CONTRÔLE MOTEUR	SON ENVIRONNEMENT
Mise à disposition des solutions contrôle moteur « clefs en main »	Mise à disposition des piles de protocole gratuites (liées à un composant)
Croissance significative d'abstraction du logiciel, complexité.	Intégration des IHM conviviales et évoluées.
Accent de plus en plus important sur les règles de codage et sur la sécurité	Maintenance à distance par serveur web
Outils de développement (codage, test) en perpétuelle mutation visant des niveaux SIL 2 et 3.	Forte présence des systèmes à base de Linux embarqué
Pénétration croissante des solutions à base de FPGA et hybrides (FPGA+ARM)	Systèmes bi voir multiprocesseur
Puissance de calcul découplée et standardisation autour des architectures ARM	Logiciels libres et développement participatif



Challenges

- Imbrication des couches logicielles
- Syndrome de « boîte noire »
- Le modèle traditionnel de développement est bouleversé
- Les fabricants de microprocesseurs se recentrent sur leur métier et laissent/abandonnent de plus en plus les activités de support à la communauté



Conclusions

- Dans le domaine industriel les techniques de contrôle moteur et contrôle convertisseur sont des techniques matures.
- La principale source de différenciation est l'industrialisation et l'intégration des techniques existantes pour créer des produits polyvalents.
- Cette démarche n'est pas exempte de risques/challenges.



Je vous remercie pour votre
attention!

- Questions?



Bibliographie

- **Images:** Source Internet
- **Peter Vas:** Sensorless Vector and Direct Torque Control, Oxford University Press 1998
- **Ahmet M. Hava, Lipo et al:** A High Performance Generalized PWM Algorithm, IAS 1998
- ...

Copyright 2014 ECA EN.