



## Note technique

### Les différents modes de contrôle

**Delta Electronics (Netherlands) BV**

Automotive Campus 260, 5708JZ, Helmond, Pays-Bas

Contact pour l'assistance technique : [iatechnicalsupport@deltaww.com](mailto:iatechnicalsupport@deltaww.com)

[www.delta-emea.com](http://www.delta-emea.com)

## Historique

Rev.	Commentaires	Date
V1.0	Première publication	14 <sup>th</sup> Septembre 2022

# Table des matières

---

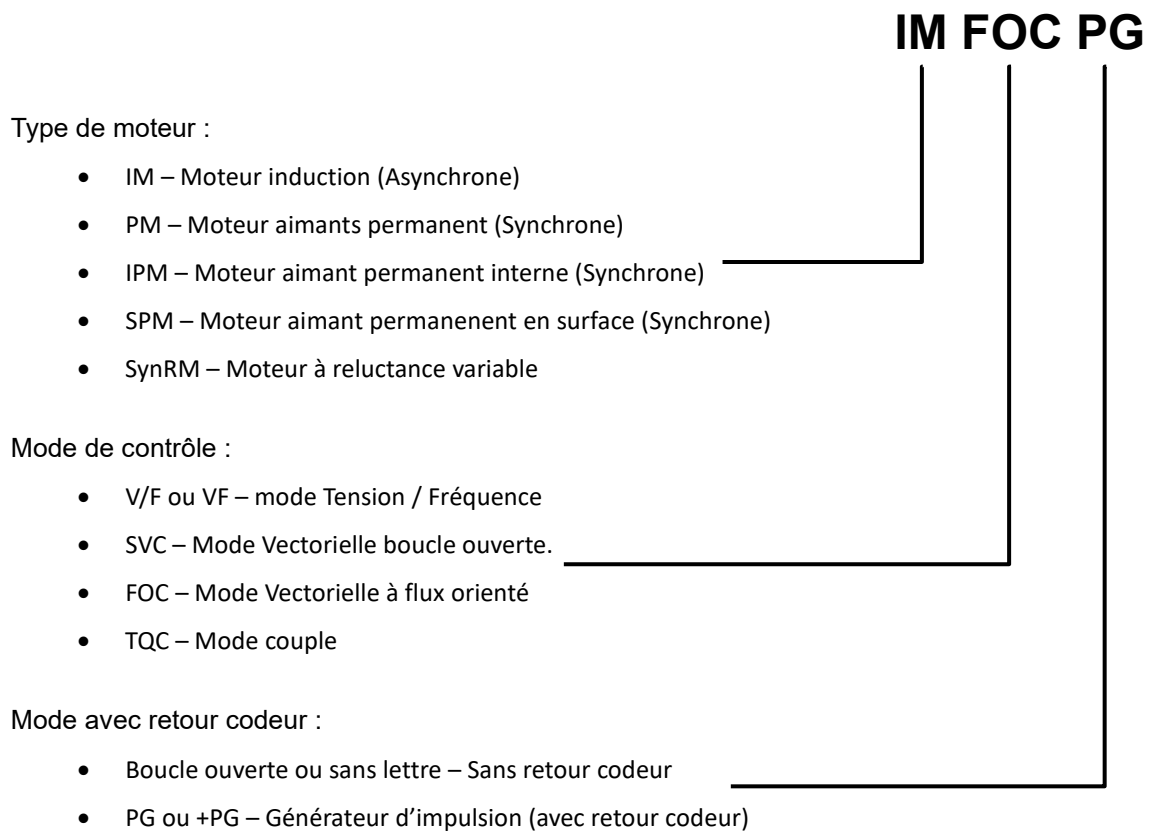
1	Introduction .....	4
2	Abréviation des modes de contrôle .....	5
2.1	Type de moteur .....	6
2.2	Mode de contrôle du moteur .....	7
2.3	Mode avec retour codeur .....	8
3	Propriétés des différents modes de contrôle. ....	9

## 1 Introduction

Cette note technique clarifie la signification des abréviations telles que IM VF + PG, IPM FOC, PM TQC et autres. Elle explique également comment fonctionnent les modes associés et quand les utiliser.

Ce document s'adresse à des personnes qualifiées et ne peut remplacer une formation technique approfondie.

## 2 Abréviation des modes de contrôle



Toutes les combinaisons de modes ne sont pas possibles. La disponibilité des modes dépend du modèle d'entraînement et est susceptible d'être modifiée. Veuillez vérifier auprès de votre contact Delta ou dans le manuel d'utilisation correspondant.

### 2.1 Type de moteur

Les moteurs à induction IM sont les types de moteurs les plus courants. Ils sont faciles à fabriquer et à se procurer, sont robustes et se vendent à des prix raisonnables. Jusqu'à récemment, les utilisateurs considéraient leur rendement comme satisfaisant. Les nouvelles réglementations et législations exigent des rendements plus élevés. Les moteurs à induction se heurtent à des limites physiques lorsqu'il s'agit d'apporter de nouvelles améliorations dans ce domaine.

Un autre inconvénient est qu'ils souffrent de glissement. Cela signifie que la vitesse du rotor dépend de la charge et n'est pas synchrone avec la vitesse du champ électrique.

Les moteurs à aimants permanents PM sont les moteurs synchrones classiques. Ils offrent un meilleur rendement que les moteurs à induction, mais les aimants en terres rares qu'ils contiennent les rendent plus coûteux. Ils nécessitent des algorithmes de contrôle avancés, ce qui demande plus d'efforts lors de la mise en service.

Les moteurs à commutation électronique EC, également connus sous le nom de moteurs à courant continu sans balais, se comportent comme les moteurs PM. Les mêmes modes de contrôle leur sont adaptés.

Les moteurs à aimants permanents internes IPM ont leurs aimants à l'intérieur du rotor. Cette conception est plus difficile à fabriquer et augmente le prix de ce type de moteur.

Les moteurs à aimants permanents montés en surface SPM sont équipés d'aimants à l'extérieur du rotor, ce qui rend leur fabrication plus facile et moins coûteuse. La précision de fabrication des aimants est inférieure à celle de l'acier. Par conséquent, l'entrefer entre le stator et le rotor doit être plus important que dans les moteurs IPM. Par conséquent, les moteurs SPM ont un rendement légèrement inférieur à celui des moteurs IPM.

Les moteurs synchrones à réluctance SynRM sont actuellement les champions du rendement. Leur coût de fabrication et de matériel est faible, car ils ne nécessitent pas d'aimants ou d'enroulements en cuivre sur le rotor. L'inconvénient est que ce type de moteur a une très faible capacité de surcharge, ce qui ne le rend adapté qu'aux applications avec une faible demande de surcharge, par exemple les pompes centrifuges.

Les moteurs SynRM nécessitent des algorithmes de contrôle avancés, en particulier pour leur démarrage. Par conséquent, seuls quelques variateurs peuvent contrôler les moteurs SynRM au moment de la rédaction de cette note.

## 2.2 Mode de contrôle du moteur

Le mode de contrôle tension/fréquence  $V/f$  est le mode de contrôle par défaut de la plupart des variateurs de vitesse.

En fonction des paramètres  $V/f$ , le variateur crée une table qui définit une valeur de fréquence pour chaque valeur de tension. Le variateur produit une tension et une fréquence de sortie correspondantes sans tenir compte de la vitesse réelle du rotor. Les moteurs à induction tourneront plus lentement que la fréquence de sortie du variateur en raison du glissement, qui résulte de leur principe de fonctionnement.

Le mode  $V/f$  est le mode de choix pour les applications qui ne nécessitent pas un contrôle précis de la vitesse et du couple, par exemple les pompes centrifuges ou les ventilateurs.

Le mode de contrôle vectoriel sans capteur SVC ne nécessite pas de table  $V/f$ . Il part de l'hypothèse d'une courbe linéaire entre les fréquences et les tensions les plus élevées et les plus basses. En fonction du courant du moteur, le contrôleur estime la vitesse réelle du rotor. Si la vitesse ne coïncide pas avec la commande de vitesse, le variateur modifie la tension de sortie jusqu'à ce que le rotor atteigne la vitesse souhaitée.

Ce mode active la compensation automatique du glissement. Pour les moteurs asynchrones, cela signifie que la fréquence de sortie du variateur peut être supérieure au réglage de la fréquence maximale, car la fréquence maximale se réfère à la fréquence du rotor et non à la fréquence de sortie du variateur.

Le mode SVC convient aux applications qui nécessitent une vitesse et un couple légèrement plus précis à faible vitesse, par exemple les convoyeurs ou les pompes volumétriques.

Le Mode Vectorielle à flux orienté FOC offre un comportement semblable à celui d'un servomoteur. Les transformées de Clarke-Park permettent un calcul précis de l'état réel du moteur et des commandes de tension et de fréquence nécessaires pour contrôler le comportement du moteur.

Le retour d'information de ce mode est basé sur des mesures de courant, ce qui le rend plus précis que les modes  $V/f$  et SVC, en particulier à très faible vitesse du moteur.

Les modes FOC peuvent être utilisés pour des applications nécessitant un couple de démarrage élevé à très faible vitesse, comme les concasseurs de pierre ou les ascenseurs. Ils sont également bien adaptés au contrôle précis de la vitesse, du couple et de la position.

Le mode couple TQC permet de faire fonctionner le variateur comme un contrôleur de couple au lieu d'un contrôleur de vitesse, par exemple pour les applications de contrôle de la tension. Il est basé sur le mode FOC.

### 2.3 Mode avec retour codeur

Les modes avec retour codeur PG fonctionnent selon les mêmes principes que les modes sans codeur.

La différence réside dans le fait que, pour les modes sans PG, la fréquence de sortie du variateur sert de retour de vitesse. En revanche, avec la fonction PG, c'est la vitesse réelle mesurée par le codeur qui est utilisée par le variateur.

La figure 2.3.1 illustre la différence en prenant pour exemple les modes V/f et V/f + PG.

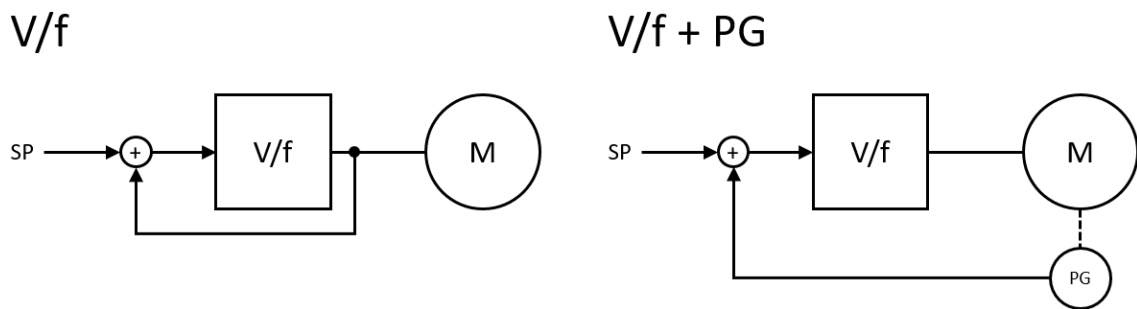


Figure 2.3.1 Diagrammes de blocs V/f simplifiés

Dans les modes PM FOC, le codeur détermine également l'angle du rotor afin d'optimiser le contrôle du moteur.



### 3 Propriétés des différents modes de contrôle.

Tableau 3.1 Performances des différents modes.

Mode	Plage de vitesse	Couple de démarrage
IM VF IM VF + PG IM SVC	1:50	150% à 3 Hz
PM SVC	1:20	100% @ $\frac{\text{Parametre 01-01 (Fréquence nom moteur)}}{20}$
IM FOC Sans capteur	1:100	200% à 0,5 Hz
IPM FOC Sans capteur	1:100	150% à 0 Hz
PM FOC Sans capteur	1:50	100% @ $\frac{\text{Parametre 01-01 (Fréquence nom moteur)}}{50}$
IM FOC + PG	1:100	200% à 0 Hz
PM FOC + PG	1:1000	200% à 0 Hz
SynRM Sans capteur	1:20	100% @ $\frac{\text{Parametre 01-01 (Fréquence nom moteur)}}{20}$

Les valeurs ci-dessus dépendent d'un réglage correct ainsi que des circonstances extérieures, et peuvent ne pas être atteignables tout le temps.

La plage de vitesse se rapporte au paramètre 01-00 (vitesse maximale). En utilisant le mode V/f comme exemple, un réglage de vitesse maximale de 100 Hz conduirait à une plage de vitesse utilisable de 1:50, de 2 Hz à 100 Hz.

Cela ne signifie pas que le moteur ne fonctionnera pas du tout en dessous de 2 Hz, mais la qualité de contrôle ne sera pas aussi bonne qu'entre 2 Hz et 100 Hz.

Dans les applications pratiques, les exigences à une vitesse aussi basse seront souvent moins rigoureuses, de sorte que la qualité de contrôle est souvent acceptable.

Il en va de même pour le couple de démarrage. Le moteur pourra fonctionner en dessous de 3 Hz, mais seulement si la demande de couple est faible, par exemple pour les pompes, les ventilateurs ou les convoyeurs.

Le couple de démarrage se réfère au couple nominal du moteur à 100 %. Pour les applications nécessitant un couple de démarrage élevé à très basse vitesse, assurez-vous de choisir le mode de contrôle moteur adéquat.