

Répondre simplement à votre question n'est pas facile. La bonne réponse a été donnée le 27-06-2003 par M. David CROCHET. Après quelques rappels élémentaires, examinons cette réponse avec un plus de détail.

1 Utilisation du démarrage étoile - triangle

Ce type de démarrage est réservé aux moteurs démarrant à vide, ou entraînant un organe mécanique dont le couple résistant est faible :

- machines outils : tours, fraiseuse, scies, etc.
- groupes convertisseurs.
- Machines à caractéristique $C=f(N)$ de type parabolique : ventilateurs, pompe centrifuges ($P \leq 30kW$).

2 Choix des tensions alimentant le moteur

Le principe du démarrage étoile - triangle s'applique aux moteurs asynchrones triphasés (rotor en court-circuit) de type mono vitesse pouvant être alimenté sous deux tensions dans le rapport $\sqrt{3}$ par une simple modification du couplage de ses enroulements (Y ou Δ).

Deux conditions doivent cependant être réunies pour que ce mode de démarrage puisse être mis en œuvre :

- le moteur, dans la configuration de couplage triangle, doit être bobiné pour la tension du réseau.
- les 6 extrémités de l'enroulement statorique doivent être sortis dans la boîte à bornes.

Exemple : Réseau triphasé 220 V
Moteur bobiné 220 V couplage triangle 6 bornes sorties
Réseau triphasé 380 V
Moteur bobiné 380 V couplage triangle 6 bornes sorties

3 Principe

Le démarrage étoile - triangle consiste à alimenter le moteur, dans la phase initiale du démarrage, en couplant les enroulements en étoile (Y) et dans la phase finale en couplant les enroulements en triangle (Δ).

Pour un tel démarrage, on a besoin, soit d'un commutateur manuel étoile - triangle, soit d'un démarreur automatique permettant de passer de la position étoile à la position triangle. Reportez vous à votre cours de schéma.

Dans la première phase du démarrage (en couplage Y), la tension appliquée à chaque enroulement sera limitée à la valeur de la tension nominale du réseau divisée par $\sqrt{3}$ comme si, par exemple, un moteur de tension nominale 380V était alimenté sous une tension réduite à 220 V.

Le courant et le couple de démarrage sont alors limités à respectivement environ 30% et 25% des valeurs obtenues en démarrage direct.

4 Contrôle du temps de démarrage

L'emploi de la méthode de démarrage Etoile -Triangle suppose que l'on se soit préalablement assuré que le couple de démarrage du moteur est suffisant pour l'application concernée. Comme le montre la figure N°1 ci-dessous que j'ai tracé à votre attention, au cours de la première phase de démarrage (couplage Y), le couple résistant de la machine entraînée est quelle que soit la vitesse, inférieur au couple moteur. En outre l'allure des courbes de couple moteur et résistant en fonction de la vitesse doit être telle qu'elle n'implique pas une commutation en position triangle trop tôt, ce qui conduirait à l'établissement d'un courant trop important. Si par exemple la commutation a lieu au couple maximum du moteur, le courant qui s'établira

alors sera de l'ordre de 50 à 80% du courant de démarrage direct (74% dans le cas de la figure N°1). Il est donc essentiel qu'en couplage Y on puisse atteindre une vitesse qui soit la plus proche possible de la pleine vitesse. Dans le cas étudié le passage de la position Y à la position Δ doit s'effectuer dans les conditions idéales lorsque : $C_r = C_m$ correspondant à la vitesse N_1 .

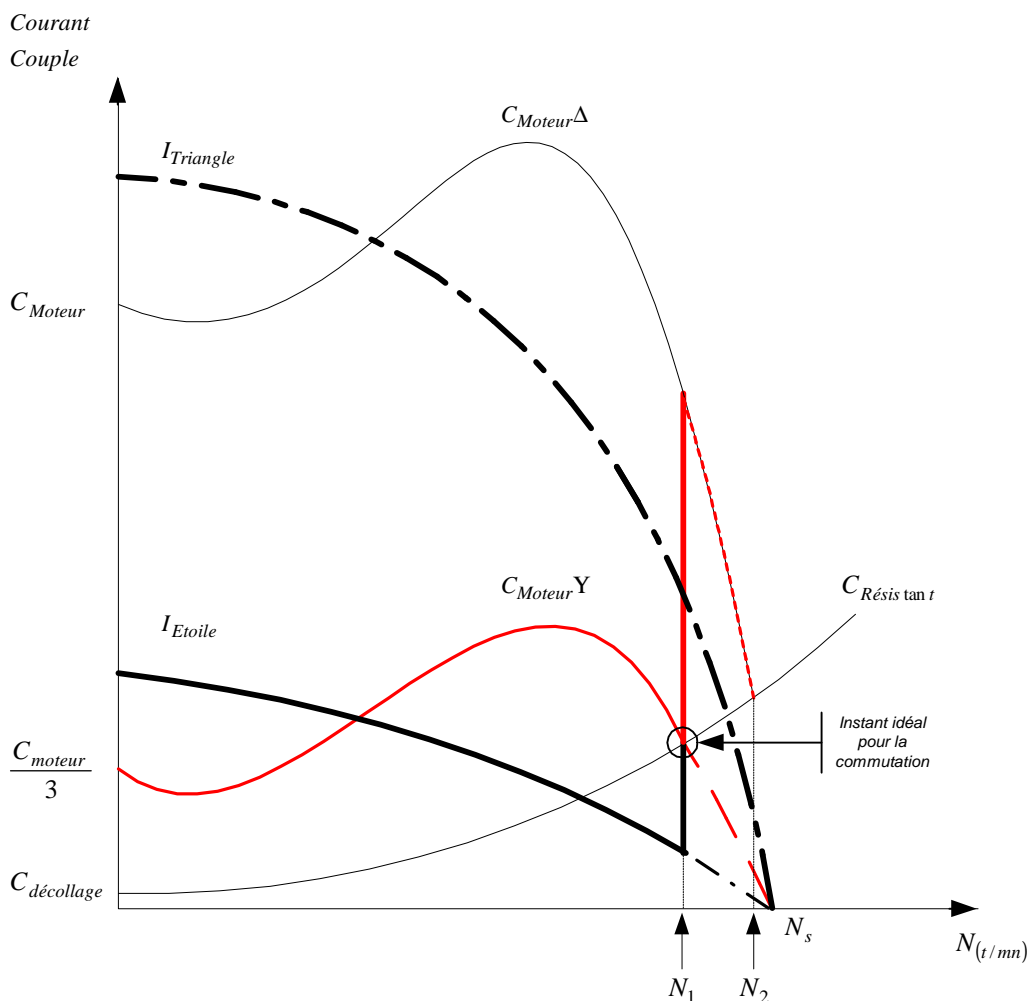


Figure 1

Dessiné JMB

Si l'on compare les courbes de couple d'un moteur, respectivement en démarrage direct et en démarrage Etoile -Triangle (Figure 1), on observe que le couple d'accélération ($C_{acc} = C_{moteur} - C_{résis\ tan t}$) est nettement plus élevé dans le premier cas que dans le deuxième. Le temps de démarrage variant en fonction inverse du couple d'accélération, il s'accroît considérablement lors d'un démarrage Etoile -Triangle. Un temps de démarrage trop long peut entraîner des échauffements anormaux et par suite une diminution de la durée de vie des isolants du bobinage, voire une détérioration de ceux-ci. Les isolants entrant dans la conception des conducteurs sont sensibles à la température, il convient de toujours contrôler le temps de démarrage d'un moteur quelle que soit la méthode de démarrage adoptée.

De ce fait, le démarrage Etoile -Triangle est souvent à proscrire dans les applications pouvant conduire à des couples d'accélération faibles, notamment pour les moteurs à grande vitesse (2 pôles) destinés à l'entraînements de pompes, de ventilateurs et autres machines dont le couple résistant augmente proportionnellement au carré de la vitesse.

Le temps de commutation peut varier selon la nature de l'organe mécanique entraîné de quelques secondes à 180 secondes.

5 Pointe de courant lors de la commutation

Dans la phase initiale de démarrage (couplage Y) on atteint en général une vitesse de l'ordre de 80 % de la vitesse nominale du moteur. Il apparaît, lors de la commutation, qui fait passer brutalement le point de fonctionnement du réseau de courbes I, C (Y) au réseau I, C (Δ) - voir Figure 1 une pointe de courant et de couple dont l'amplitude est fonction de la vitesse prise par le moteur à l'instant de la commutation. Cette surintensité peut être représenté comme indiqué sur la figure N°2.

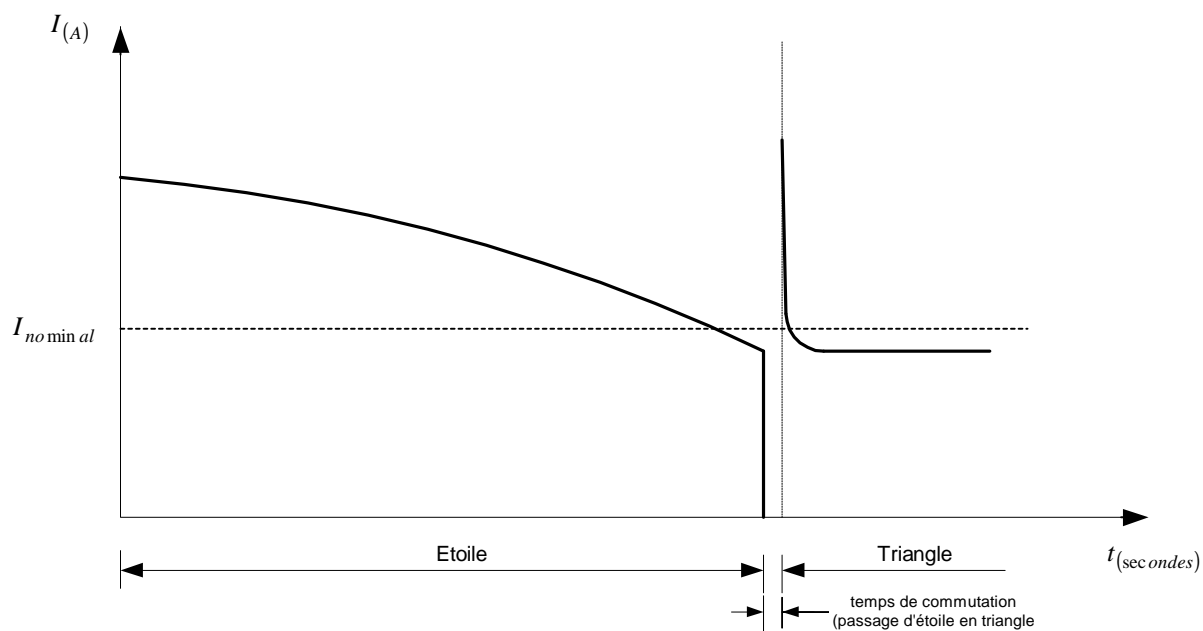


Figure 2

Dessiné JMB

Cette commutation s'accompagne de phénomènes transitoires qui peuvent avoir des répercussions sur l'organe entraîné (rupture d'arbre), sur le moteur lui-même et sur l'appareillage électrique (Reprise à la volée). Un moteur électrique se comporte comme un générateur lorsque l'alimentation à ses bornes est interrompue pendant un très court instant (**le flux inducteur n'est pas éteint**), ici pendant la phase de commutation. L'alimentation étant rétablie au passage en position triangle, celle-ci peut être, soit en phase, soit en opposition avec celle du générateur. La surintensité est assimilable à un faux couplage (voir votre cours sur les alternateurs), pouvant atteindre une valeur double de celle d'un démarrage normal et entraîner le déclenchement des dispositifs de protection contre les surintensités.