

CHAPITRE N° 4

TITRE: DEMARRAGE DES MOTEURS ASYNCHRONES

FONCTION : Commander la puissance par Tout Ou Rien
 (II 2.3.5)

COMPETENCES VISEES:

démarrage des moteurs_V2k6.doc

- Le cahier des charges de l'application étant fourni, ainsi que les caractéristiques de la source, et la nature des protections :
- Choisir et mettre en œuvre l'appareil de commande à l'aide des documents constructeurs

Si le convertisseur d'énergie électrique en énergie mécanique est le moteur électrique, il faut lui adjoindre des éléments de commande ,(démarrage et freinage) et de protection . Ces éléments sont réalisés par

- L'appareillage électrique de commande en Tout Ou Rien, _____
- La modulation d'énergie par gradateur ou autre dispositif qui ne sera traité que plus tard en terminal. A remarquer que le moteur asynchrone se retrouve sur la plupart des systèmes en ESTI :FRAPPAZ ; CONDILIS ; HABILIS ; MALAXEUR ; STATION DE POMPAGE ;ARMOIRICC

1 - RAPPELS D'ELECTROTECHNIQUE :

Le moteur asynchrone d'induction possède un fort couple de démarrage, mais il a l'inconvénient d'absorber de _____, pour réduire cet appel de courant on dispose de différents procédés de démarrage.

1.1 Couplage des enroulements :

Les moteurs asynchrones standards comportent 3 enroulements reliés à une plaque à bornes comportant _____. Ces moteurs sont bitension selon le couplage étoile (Y), ou triangle (Δ), des enroulements (voir document page10 et page 12) Couplage des enroulements

1.2 Caractéristiques de démarrage

a) Conditions de démarrage :

Un moteur asynchrone triphasé doit satisfaire aux conditions :

- Le couple _____ doit être supérieur _____

$$T_D > T_R$$

- L'intensité de démarrage ne doit pas provoquer de perturbation sur le réseau , (déclenchement de protection, chute de tension inférieure à 10 % de la tension assignée)

b) Diminution de l'intensité au démarrage :

En réduisant _____ on diminue l'intensité absorbée au démarrage .

$$I_{rd} = I_d \times \frac{U_d}{U_n}$$

avec

U_d = Tension réduite au démarrage

U_n = Tension nominale

I_{rd} = Intensité réduite au démarrage sous tension U_d

I_d = Intensité au démarrage sous tension U_n

ÉQUIPEMENTS DE FORCE MOTRICE PROCÉDÉS DE DÉMARRAGE DES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASÉS

La réduction de la tension à pour effet de réduire le couple ,d'autant que le couple est proportionnel au carré de la tension :

$$T = k \cdot U^2$$

En réduisant la tension de démarrage la valeur du couple devient: $T_{rd} = T_d \times (U_d / U_n)^2$

T_{rd} = Couple sous tension réduite U_d

T_d = Couple de démarrage sous tension nominale

$$T_{rd} = T_d \times (U_d / U_n)^2$$

2 - DEMARRAGE DIRECT :

2.1 Principe :

C'est le procédé de démarrage le plus simple , les enroulements du stator sont couplés directement sur le réseau, le moteur démarre et atteint sa vitesse nominale

2.2 Caractéristiques :

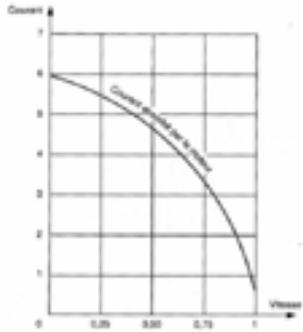


Fig1

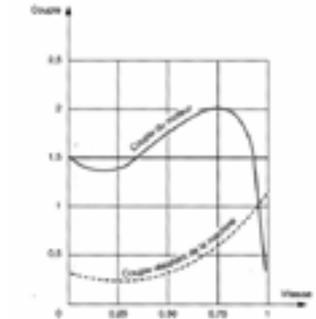


Fig2

La courbe (fig. 1) indique une surintensité

(fig. 1) Courbes du couple et de l'intensité en démarrage direct

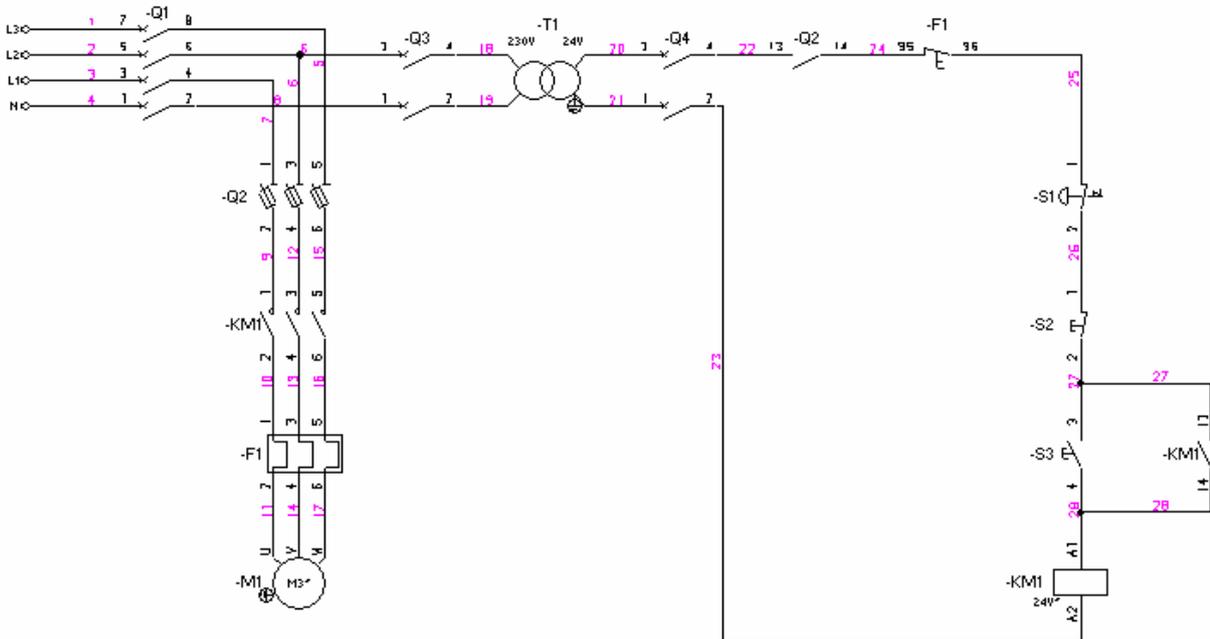
b) Couple :

Au moment du démarrage, _____

a) Intensité :

2.3 Démarrage à contacteur

Démarrage direct semi automatique 1 sens de marche



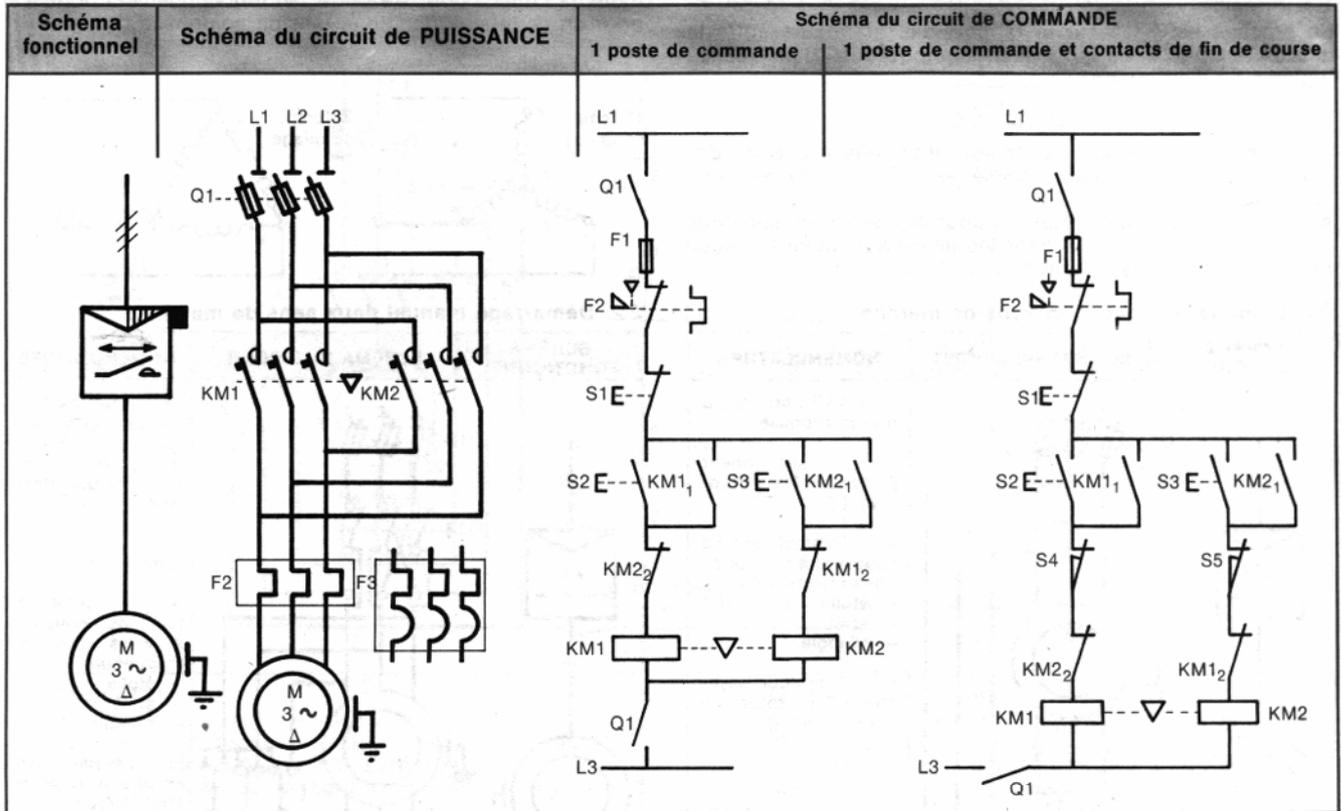
Circuit de puissance: ci-dessus

Circuit de commande

Le moteur est alimenté en triphasé par un contacteur pour la commande, le sectionnement est assuré

PROCÉDÉS DE DÉMARRAGE DES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASÉS

1.7. Démarrage direct semi-automatique, deux sens de marche.



NOMENCLATURE

L1, L2, L3 : arrivée du réseau triphasé.
 Q1 : sectionneur porte-fusibles tripolaire équipé avec 2 contacts à fermeture.
 KM1, KM2 : contacteurs tripolaires équipés avec un contact à fermeture (F) et un contact à ouverture (O).
 F2 : relais de protection thermique.
 F3 : relais de protection magnéto-thermique.

F1 : fusible.
 S1 : boutons-poussoirs à ouverture et à retour automatique.
 S2, S3 : boutons-poussoirs à fermeture et à retour automatique.
 S4, S5 : interrupteurs de position, contact à ouverture.
 M3~Δ : moteur asynchrone triphasé à rotor à cage avec les enroulements statoriques couplés en triangle.

DÉCODAGE

Schéma fonctionnel.

La flèche bi-directionnelle précise les deux sens de marche.

Schéma du circuit de puissance.

L'équation logique de ce circuit est :
 $M = Q1 \cdot (KM1 + KM2)$

L'inversion du sens de marche est obtenue par le croisement de deux fils de phase :

L1 et L3 sont inversés

La protection peut être assurée par :

- relais thermique (F2),
- ou relais magnéto-thermique (F3).

Schéma du circuit de commande.

• **Circuit avec un poste de commande** : équipé avec trois boutons-poussoirs :

- S1 : bouton-poussoir « ARRÊT ».
- S2 : bouton-poussoir « MARCHÉ AVANT » (MA AV),
- S3 : bouton-poussoir « MARCHÉ ARRIÈRE » (MA AR).

Les contacts à ouverture KM1₂ et KM2₂ assurent le verrouillage électrique des deux sens de marche.

---▽---

Ce symbole traduit un verrouillage mécanique entre les deux contacteurs (à un instant donné, un seul des deux contacteurs peut être fermé).

• **Circuit avec un poste de commande et des contacts de fin de course** : si l'inversion du sens de marche du moteur se traduit par l'inversion du sens de déplacement d'un mobile.

Exemples :

- déplacement vers la gauche ou la droite d'une table de machine-outil,
- déplacement vers l'avant ou l'arrière de la broche d'une tête d'usinage.
- montée ou descente d'un palan,

Il est nécessaire de prévoir des interrupteurs de position qui provoquent l'arrêt automatique du moteur dès qu'ils sont actionnés.

Ils se branchent toujours en série sur la bobine du contacteur à commander :

- si KM1 est le contacteur de marche avant, S4 est le fin de course avant et S5 le fin de course arrière.

Équations :

$$KM1 = Q1 \cdot \overline{F2} \cdot \overline{S1} (S2 + KM1_1 \overline{S4} \overline{KM2_2})$$

$$KM2 = Q1 \cdot \overline{F2} \cdot \overline{S1} (S3 + KM2_1) \overline{S5} \overline{KM1_2}$$

$$M_{AV} = KM1$$

$$M_{AR} = KM2$$

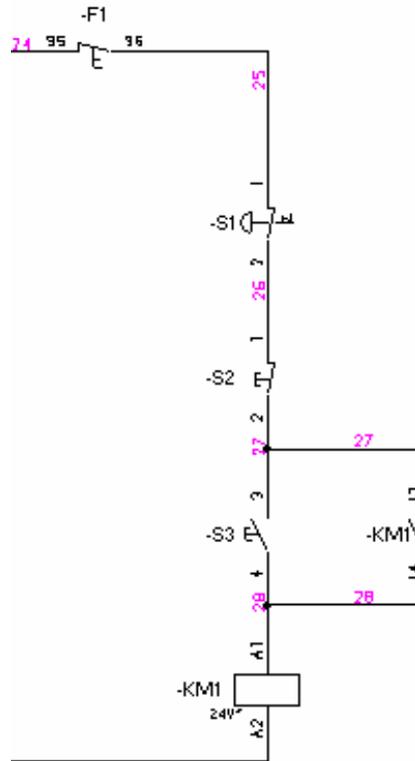
① contact de position

② contact de verrouillage électrique

par un sectionneur, la protection par des _____ pour les courts-circuits, et un _____ pour les surcharges.
 (page 3) Démarrage direct par contacteur, un sens de marche.

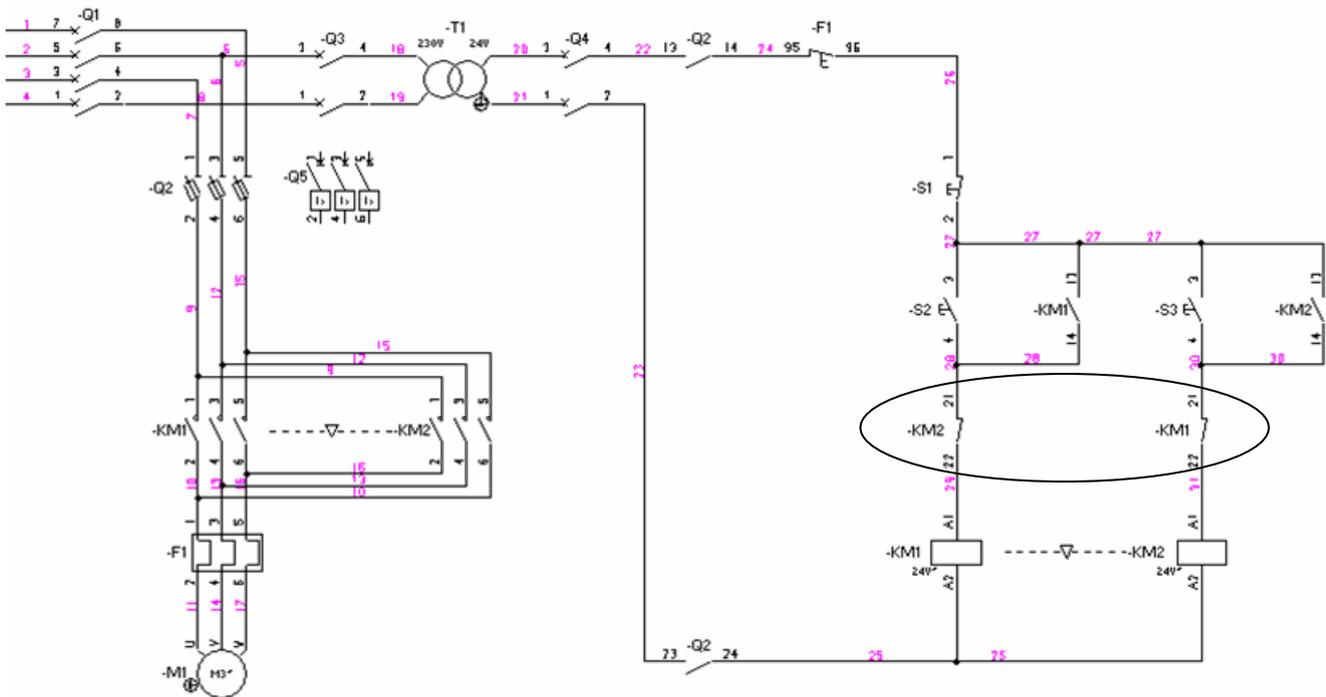
b) Circuit de commande : (page 5)
 L'action sur S3 enclenche KM1 qui s'auto-alimente, l'arrêt est provoqué par S2. C'est la fonction mémoire
 voir les schémas du circuit de commande ainsi que les équations électriques en page 2 et page 4.
 Le contact KM1 _____

 de la bobine du contacteur.



2.4 Inversion du sens de marche :

a) Circuit de puissance :
 On inverse _____ pour inverser le sens de rotation du moteur. Un verrouillage mécanique est nécessaire pour éviter le court-circuit entre les deux phases dans le cas où les contacteurs KM1 et KM2 seraient fermés ensemble, il existe aussi le verrouillage électrique. (page 6) Démarrage direct semi automatique , deux sens de marche.



PROCÉDÉS DE DÉMARRAGE DES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASÉS

2. Démarrage ÉTOILE-TRIANGLE

2.1. Principe.

Ce procédé est basé sur le rapport des grandeurs entre la tension simple V et la tension composée U d'un réseau triphasé de distribution.

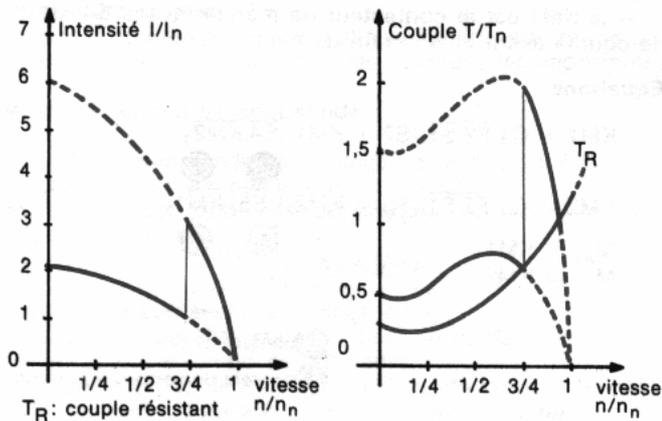
$$U = V \sqrt{3}$$

Dans un premier temps, la tension appliquée à chacun des enroulements du moteur couplé en ÉTOILE (Y) est une TENSION SIMPLE.

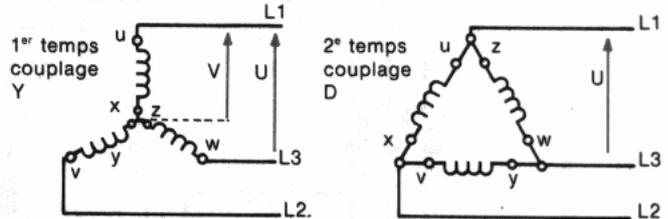
A l'issue de ce premier temps, au couplage étoile est substitué le couplage TRIANGLE (D) dans lequel est appliquée à chacun des enroulements la TENSION COMPOSÉE.

2.4. Caractéristiques techniques.

La tension réduite dans le rapport $\sqrt{3}$ qui est appliquée au moteur dans le premier temps du démarrage entraîne une réduction du tiers des grandeurs Couple et Intensité par rapport au démarrage direct.



Ce procédé de démarrage ne peut être utilisé que pour des moteurs conçus pour supporter en fonctionnement normal et pour un couplage triangle la tension composée du réseau.



Ce démarrage convient aux machines démarrants à vide ou à couple résistant très faible. La valeur typique du couple de décollage C_d est la moitié du couple nominal C_n .

Pendant toute la phase « étoile » le couple reste faible, si le couple résistant est relativement élevé, la vitesse en fin de ce premier temps peut se trouver à des valeurs assez faibles :

- il en résulte alors des pointes de courant et de couple importantes au moment du changement de couplage.

Par ailleurs, l'interruption d'alimentation qui se produit au passage du couplage étoile au couplage triangle, se traduit, du fait des caractéristiques inductives des enroulements, par des phénomènes transitoires de grande amplitude :

- ce procédé de démarrage ne convient pas pour des puissances élevées ($P > 37 \text{ kW}$)

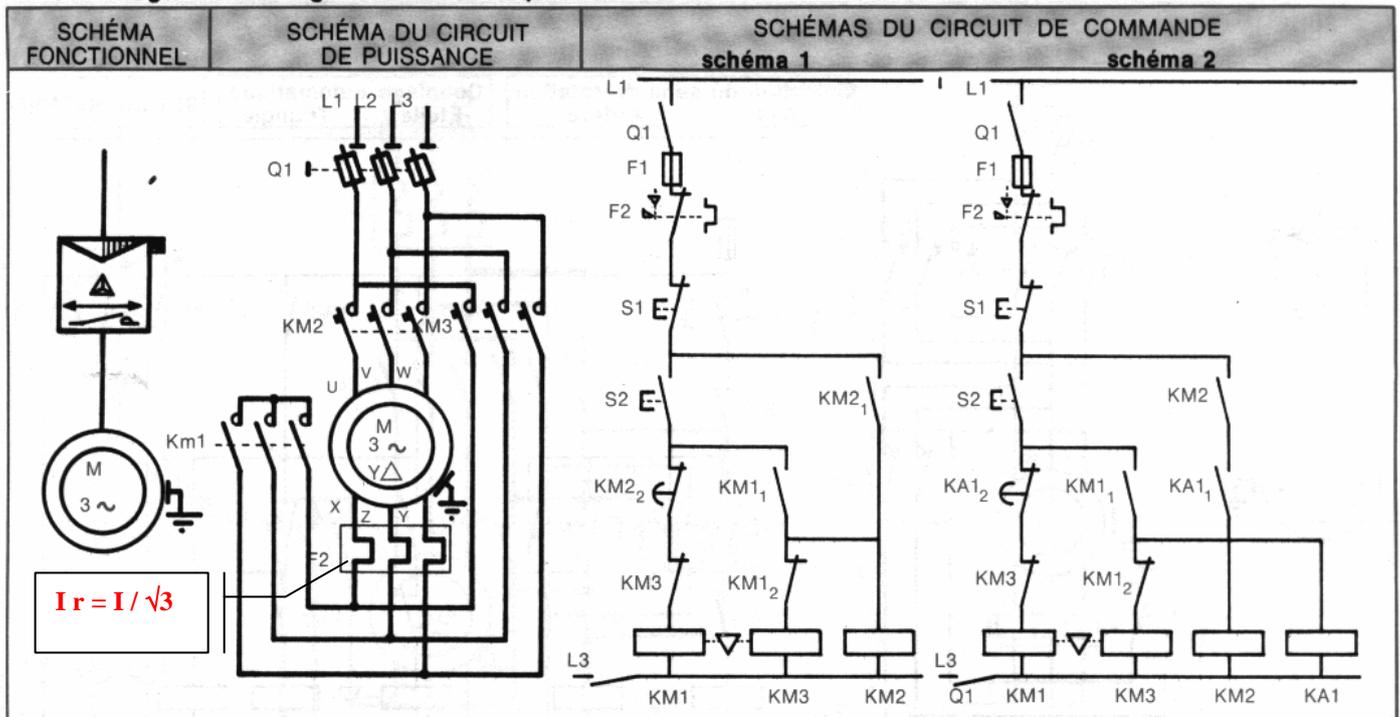
Seuls, les moteurs dont le couplage triangle accepte la tension du réseau peuvent être démarrés par ce procédé.

Exemple :

Sur un réseau triphasé 380 V, le moteur doit comporter sur sa plaque signalétique :

380/660 V

2.5. Démarrage étoile-triangle semi-automatique. Un sens de marche.



Un verrouillage électrique par les contacts à ouverture $KM1$ et $KM2$ permet de compléter le verrouillage mécanique. Il est possible de faire intervenir des contacts de fin de course ou de sur-course.

Remarque : Ce procédé de démarrage est simple, le couple important donne un temps de démarrage très court, mais le courant d'appel étant très important, dans le réseau, ce _____.

3 - DEMARRAGE ETOILE - TRIANGLE :

Ce procédé ne peut s'appliquer qu'aux moteurs dont toutes les extrémités d'enroulements sont sorties sur la plaque à bornes et dont le couplage triangle correspond à la tension du réseau soit : - Pour un réseau 230 V entre phases moteur 230/400 V.

- Pour un réseau 400 V entre phases moteur 400/700 V.

3.1. Principe et formule (fig. du haut page 6)

Le démarrage s'effectue en deux temps :

- 1^{er} temps : mise sous tension et couplage étoile des enroulements. Le moteur démarre à tension réduite

- 2^e temps : suppression du couplage étoile et mise en couplage triangle. Le moteur est alimenté à pleine tension.

3.2 Caractéristiques :

a) Intensité :

La courbe $I = f(N)$ montre que l'appel de courant est réduit dans le rapport $\sqrt{3}$ des tensions, par rapport au démarrage direct (voir 2.4 de la page 6) Courbes du couple et de l'intensité en démarrage Y/D

b) Couple

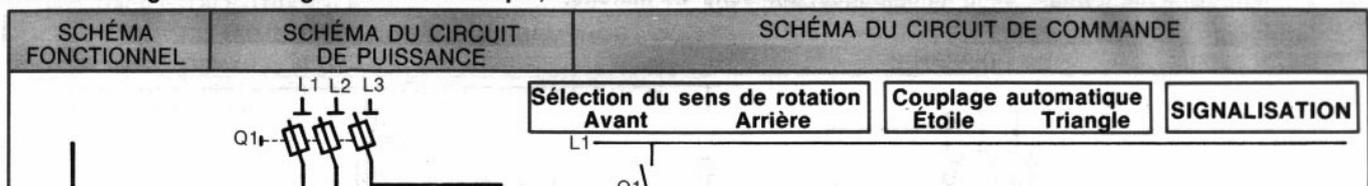
Le couple est 3 fois plus faible qu'en démarrage direct

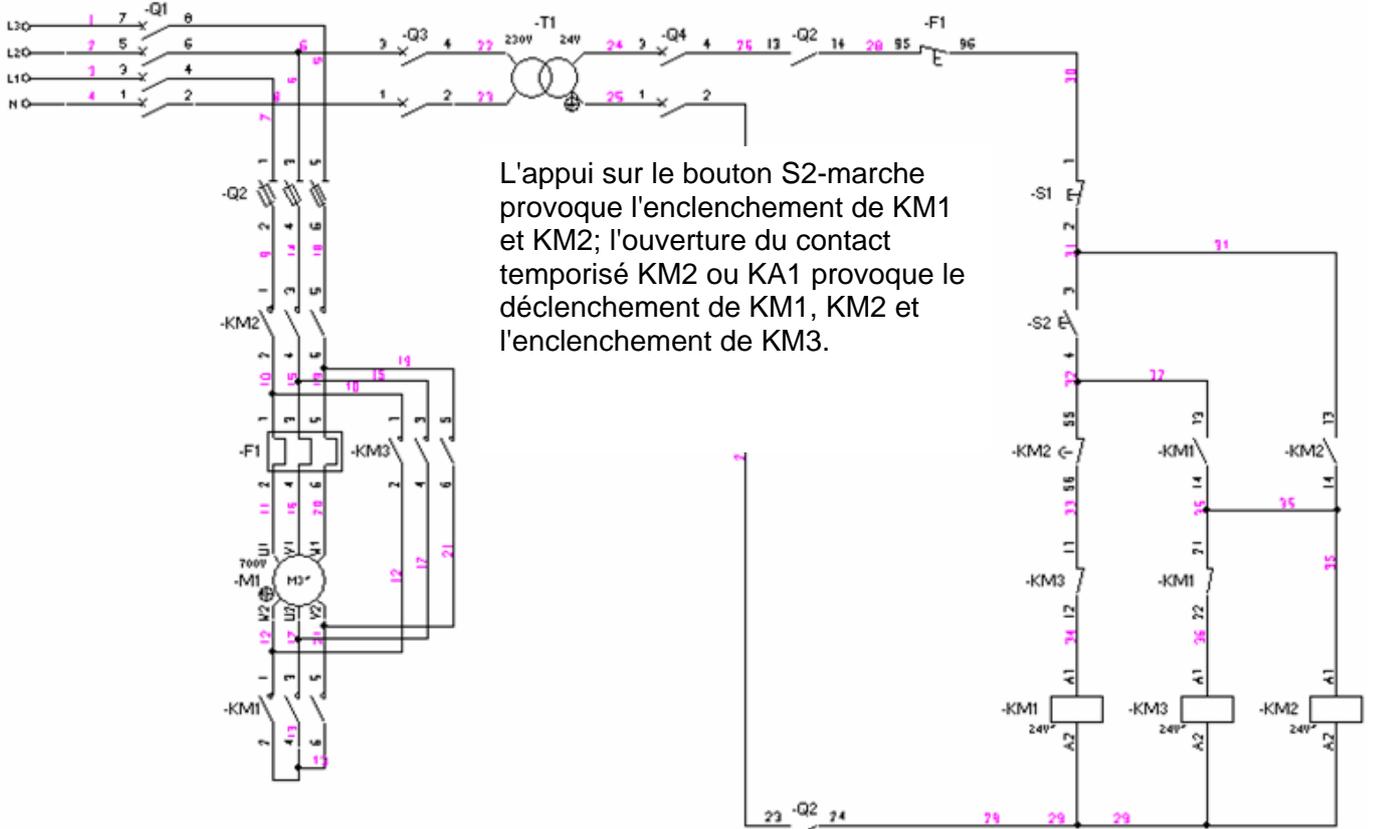
I_d de 1,3 à 2,6 I_n T_d de 0,2 à 0,5 T_n

3.3 Démarrage par contacteurs

PROCÉDÉS DE DÉMARRAGE DES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASÉS

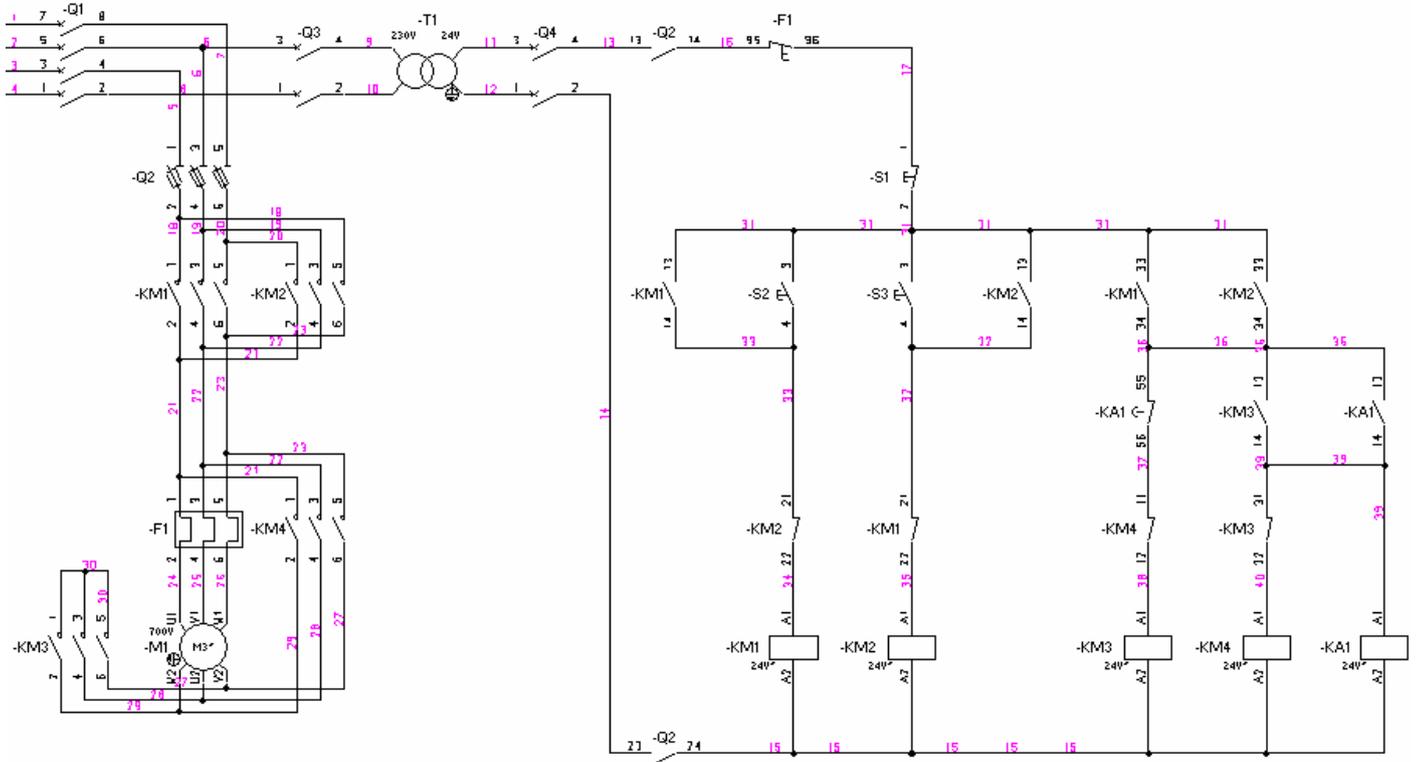
2.6. Démarrage étoile-triangle semi-automatique, deux sens de marche.





L'appui sur le bouton S2-marche provoque l'enclenchement de KM1 et KM2; l'ouverture du contact temporisé KM2 ou KA1 provoque le déclenchement de KM1, KM2 et l'enclenchement de KM3.

Schéma de puissance et de commande pour un démarrage étoile triangle 1 sens de marche. Le contacteur KM1 établit _____, alors que le contacteur KM3 réalise les liaisons des trois enroulements _____. Chacun de ces deux contacteurs remplace les barrettes sur la plaque à bornes de moteur schéma du circuit de puissance étoile triangle semi- automatique : 1 sens de marche



a) Circuit de commande (page 6)

Couplage pour un moteur asynchrone triphasé

RESEAU ELECTRIQUE (EDF) :
Réseau triphasé avec neutre
 L1 _____
 L2 _____
 L3 _____
 N _____

Réseau triphasé
 L1 _____
 L2 _____
 L3 _____

L1-L2-L3 représentent les trois phases :
 N : Conducteur de neutre
 U : tension entre 2 phases (tension composée)
 V : tension entre la phase et le neutre (tension simple)

$$U = V \times \sqrt{3}$$

PLAQUE A BORNE D'UN MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE ET EMLACEMENT DES ENROULEMENTS

U1 ○	V1 ○	W1 ○
○	○	○
W2	U2	V2

COUPLAGE EN ETOILE

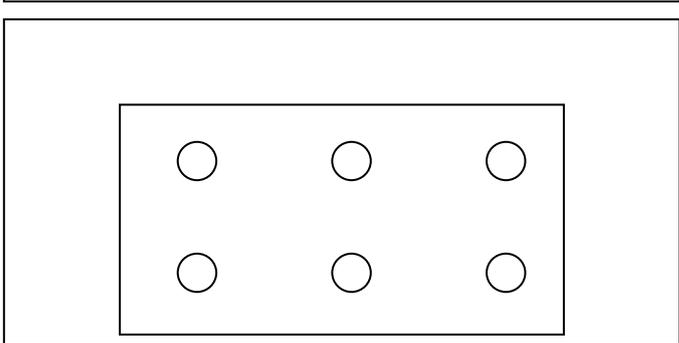
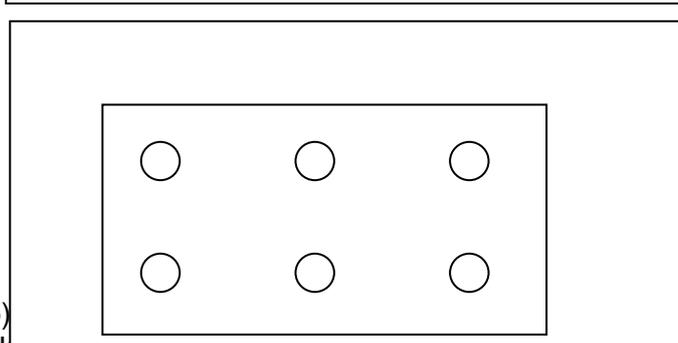
U : tension composée entre 2 phases
 Ve : tension pour un enroulement du moteur
 (ex : Moteur 130 / 230 V ⇒ Ve = 130 V)

COUPLAGE EN TRIANGLE

I : courant pour une phase
 Je : courant pour un enroulement

FORMULES

FORMULES



b) Un _____ en debut du circuit de puissance permet d'inverser le sens de marche.

3.4. Conclusions :

Ce montage permet de _____ en utilisant un appareillage assez simple. Néanmoins, il présente deux inconvénients: le couple est très réduit et il y a _____ au moment du passage d'étoile en triangle avec une nouvelle pointe d'intensité. On emploie ce procédé surtout pour les machines qui démarrent à vide, ventilateurs, machines à bois, etc.

4 - DEMARRAGE STATORIQUE :

4.1. Principe

L'alimentation _____ est obtenue dans un premier temps par la mise en série d'une résistance dans le circuit, cette résistance est ensuite court-circuitée

4.2. Caractéristiques (voir page 14)

a) Intensité :

Elle n'est réduite que proportionnellement à la tension appliquée au moteur.

b) Couple moteur :

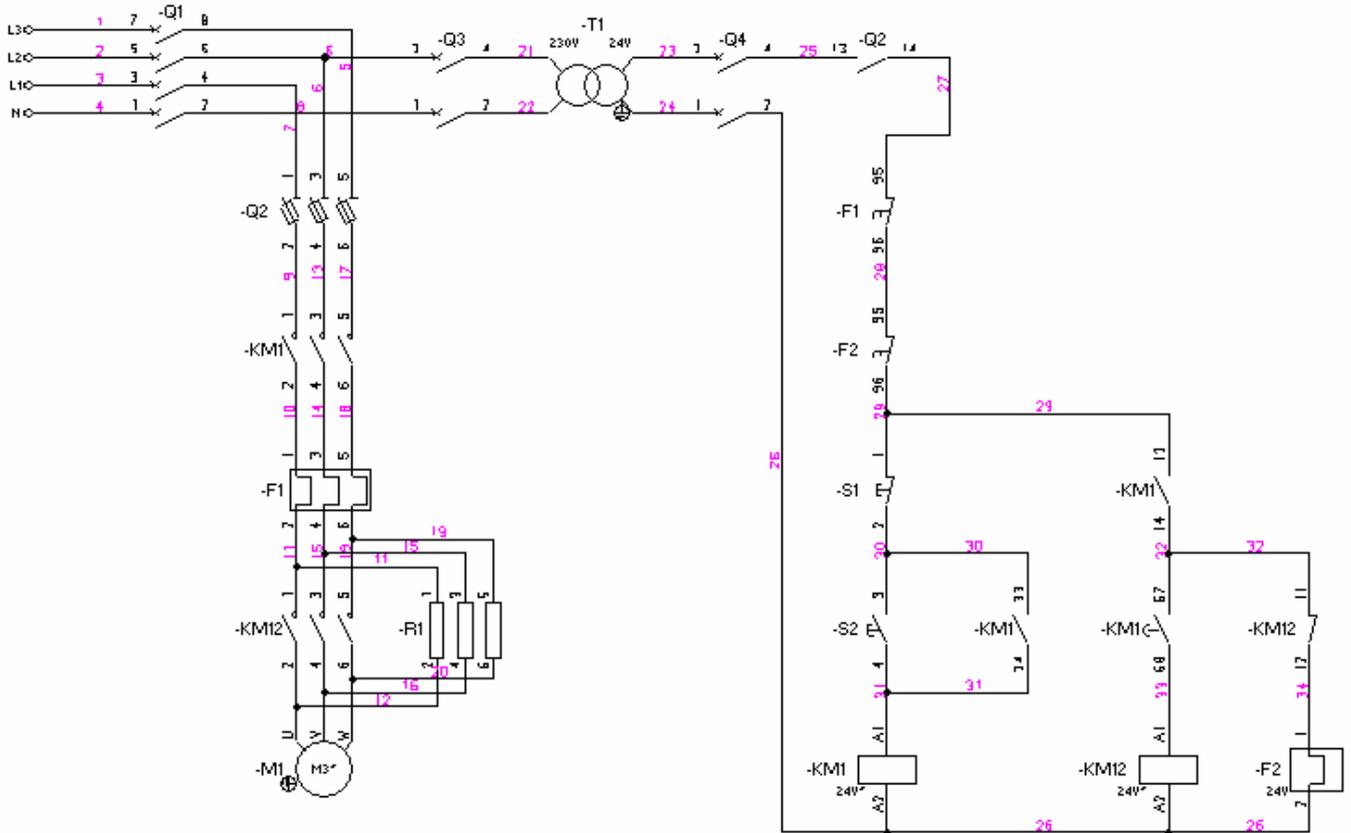
Il est réduit, et diminue comme le carré de la diminution de tension.

4.3. Démarrage à contacteurs :

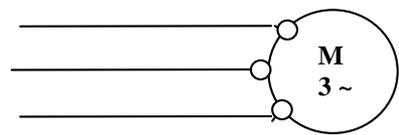
a) Circuit de puissance : (voir page 13)

Le contacteur _____ . Il assure le court-circuit des résistances.

Démarrage statorique 1 sens de marche schéma de puissance et de commande



RESEAU 130 / 230 V



MOTEUR 130 / 230 V

Démarrateur-inverseur statorique

Fonctionnement du circuit de puissance

Fermeture manuelle de Q1.

Fermeture de KM1 ou de KM2 : mise sous tension du moteur, résistances insérées.

Fermeture de KM11 : court-circuitage des résistances.

Couplage direct du moteur sur le réseau d'alimentation.

• Particularités :

Q1 : calibre In moteur.

KM1-KM2 : calibre In moteur.

KM11 : calibre In moteur.

F1 : calibre In moteur.

Fonctionnement du circuit de commande

Impulsion sur S2 ou S3.

Fermeture de KM1 ou de KM2.

Verrouillage de KM2 ou de KM1 (61-62).

Auto-maintien de KM1 ou KM2 (13-14).

Fermeture de KA1 par KM1 ou KM2 (53-54) et alimentation du relais temporisateur thermique F2.

Fermeture de KM11 par KA1 (67-68).

Elimination de F2 par KM11 (21-22)

Arrêt : impulsion sur S1.

• Particularités :

Condamnations mécanique et électrique entre KM1 et KM2.

F2 : relais temporisateur thermique, assurant la protection des résistances contre les démarrages trop fréquents ou incomplets.

Matériel nécessaire :

Q1 : 1 sectionneur porte-fusibles tripolaire (facultatif), calibre In moteur,

type GK1-, DK1-

3 cartouches fusibles, calibre In moteur

KM1-KM2 : 1 fonction préassemblée comprenant : 2 contacteurs 3P + NC + 2NO, verrouillés mécaniquement entre eux, calibre In moteur, type LC2- ; ou 2 contacteurs type LC1- verrouillés mécaniquement

KM11 : 1 contacteur 3P + NC, calibre In moteur, type LC1-

KA1 : 1 contacteur auxiliaire avec additif temporisé à l'action, type CA2-D ou CA2-K. Temporisation habituelle : 7 à 20 secondes

Q2 : 1 disjoncteur contrôle, type GB2

F1 : 1 relais de protection thermique, calibre In moteur, type LR2-

F2 : 1 relais temporisateur thermique pour protection de la résistance de démarrage, type LT2-TK (facultatif). Temporisation habituelle : 2 à 3 démarrages consécutifs

RU, RV, RW : 1 résistance de démarrage. Valeur en fonction de la puissance du moteur. Section en fonction de la durée de sa mise sous tension

• Auxiliaires de commande :

S1 à S3 : unités de commande, type XB2-B, XA2-B, Domino 22 ; boîtes à boutons, type XAL- ; boîtes pendantes, type XAC-

• Auxiliaires d'équipements :

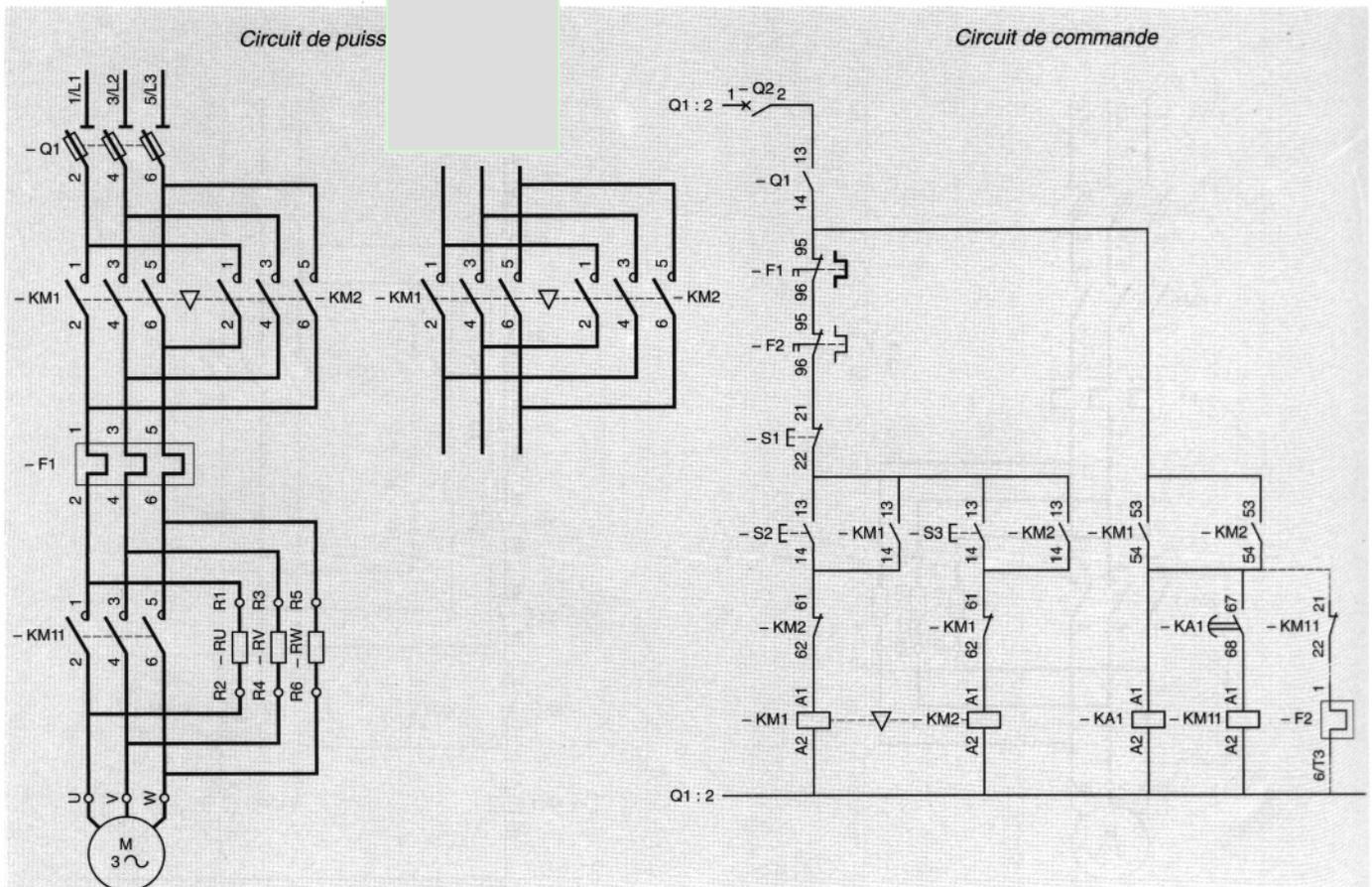
- enveloppes, type AC3-, AC4-, ACM-, AA2-, AA3-

- répartiteurs de puissance, type AK2-, AK3-, AK5-

- auxiliaires de montage, type DZ6-, AM1-, AM3-, AF1-

- auxiliaires de câblage, type AK2-

- auxiliaires de raccordement, type AB1-, AB3-, DB6-, DZ5-, AT1-, AR1-, ABR-, ABS-, ABA-, ABE-, ABL-



Démarrateur-inverseur statique

Fonctionnement du circuit de puissance

Fermeture manuelle de Q1.

Fermeture de KM1 ou de KM2 : mise sous tension du moteur, résistances insérées.

Fermeture de KM11 : court-circuitage des résistances.

Couplage direct du moteur sur le réseau d'alimentation.

• Particularités :

Q1 : calibre In moteur.

KM1-KM2 : calibre In moteur.

KM11 : calibre In moteur.

F1 : calibre In moteur.

Fonctionnement du circuit de commande

Impulsion sur S2 ou S3.

Fermeture de KM1 ou de KM2.

Verrouillage de KM2 ou de KM1 (61-62).

Auto-maintien de KM1 ou KM2 (13-14).

Fermeture de KA1 par KM1 ou KM2 (53-54) et alimentation du relais temporisateur thermique F2.

Fermeture de KM11 par KA1 (67-68).

Elimination de F2 par KM11 (21-22).

Arrêt : impulsion sur S1.

• Particularités :

Condamnations mécanique et électrique entre KM1 et KM2.

F2 : relais temporisateur thermique, assurant la protection des résistances contre les démarrages trop fréquents ou incomplets.

Matériel nécessaire :

Q1 : 1 sectionneur porte-fusibles tripolaire (facultatif), calibre In moteur, type GK1-, DK1-

3 cartouches fusibles, calibre In moteur

KM1-KM2 : 1 fonction préassemblée comprenant : 2 contacteurs 3P + NC + 2NO, verrouillés mécaniquement entre eux, calibre In moteur, type LC2- ; ou 2 contacteurs type LC1- verrouillés mécaniquement

KM11 : 1 contacteur 3P + NC, calibre In moteur, type LC1-

KA1 : 1 contacteur auxiliaire avec additif temporisé à l'action, type CA2-D ou CA2-K. Temporisation habituelle : 7 à 20 secondes

Q2 : 1 disjoncteur contrôle, type GB2

F1 : 1 relais de protection thermique, calibre In moteur, type LR2-

F2 : 1 relais temporisateur thermique pour protection de la résistance de démarrage, type LT2-TK (facultatif). Temporisation habituelle : 2 à 3 démarrages consécutifs

RU, RV, RW : 1 résistance de démarrage. Valeur en fonction de la puissance du moteur. Section en fonction de la durée de sa mise sous tension

• Auxiliaires de commande :

S1 à S3 : unités de commande, type XB2-B, XA2-B, Domino 22 ; boîtes à boutons, type XAL- ; boîtes pendantes, type XAC-

• Auxiliaires d'équipements :

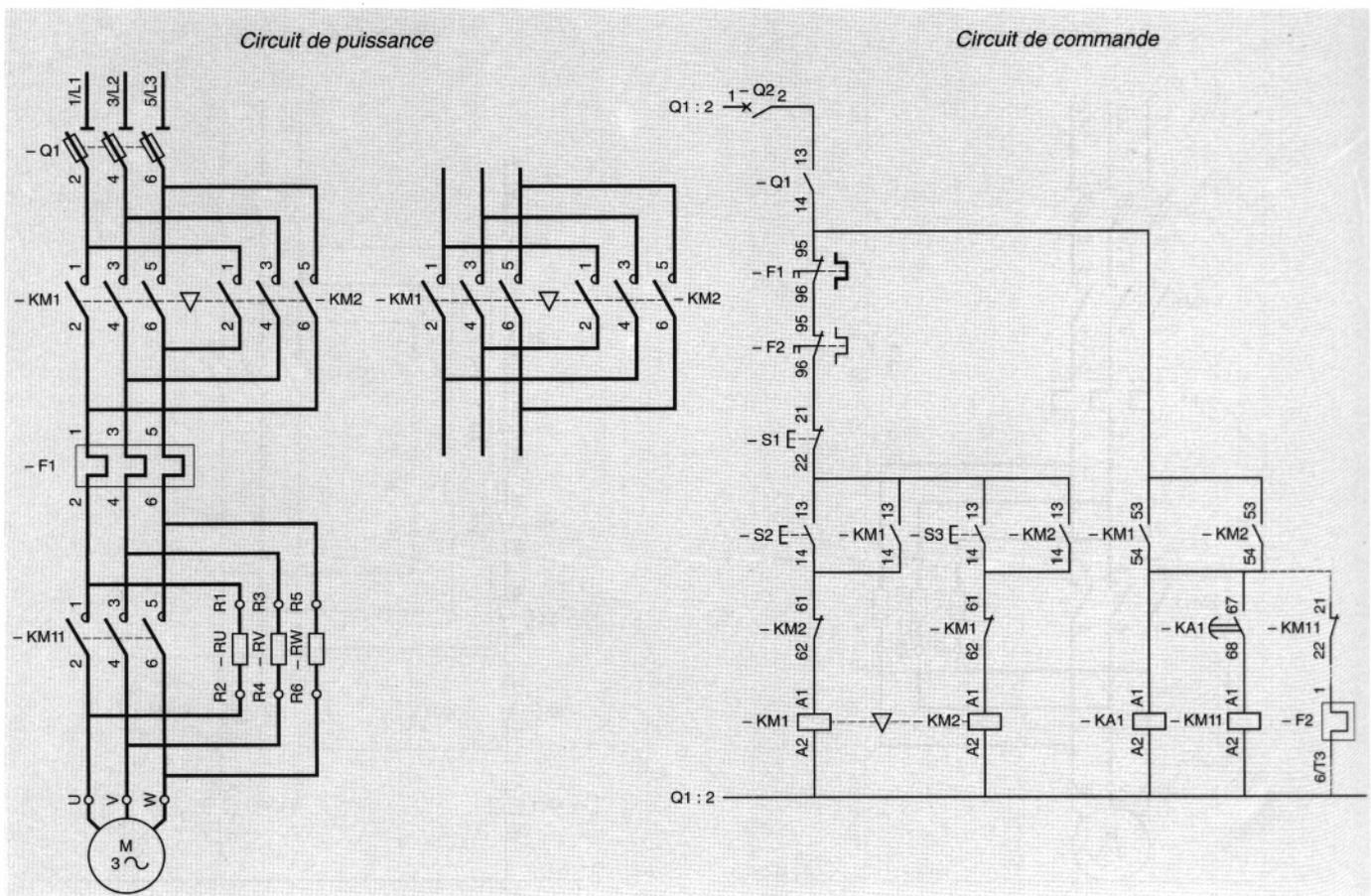
- enveloppes, type AC3-, AC4-, ACM-, AA2-, AA3-

- répartiteurs de puissance, type AK2-, AK3-, AK5-

- auxiliaires de montage, type DZ6-, AM1-, AM3-, AF1-

- auxiliaires de câblage, type AK2-

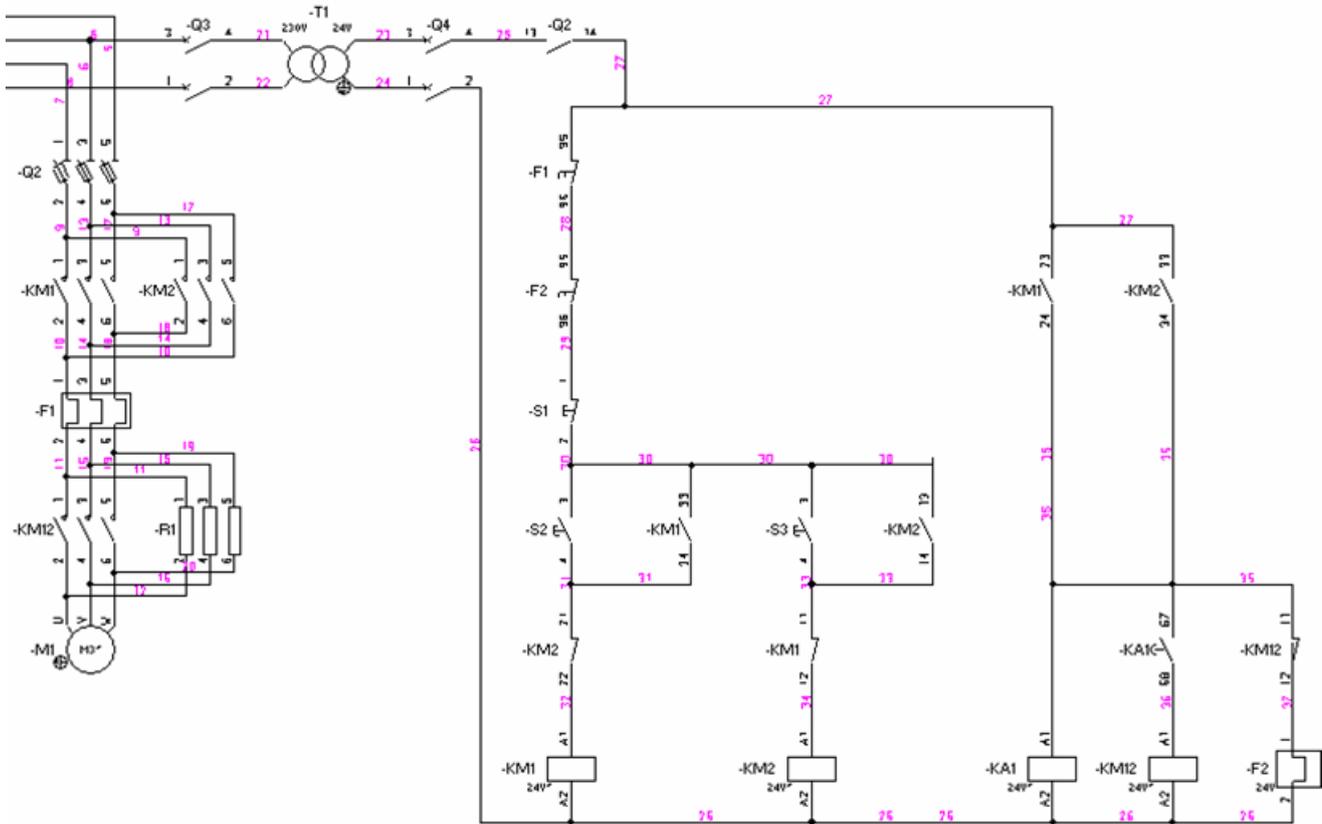
- auxiliaires de raccordement, type AB1-, AB3-, DB6-, DZ5-, AT1-, AR1-, ABR-, ABS-, ABA-, ABE-, ABL-



b) Circuit de commande :

- Le sectionneur Q1 étant fermé, une impulsion sur le bouton poussoir S2 enclenche le contacteur KM 1 qui s'auto-alimente ; le moteur démarre avec les résistances _____ sur le stator.
- Lorsque le contact temporisé KA1 se ferme, KM11 s'enclenche et _____ les résistances.
- Une impulsion sur S1 provoque l'arrêt.

c) Démarrage statorique 2 sens de marche circuit de puissance et de commande



4.4. Conclusion :

Ce montage présente un meilleur équilibre entre les deux temps de démarrage, mais comme le montage étoile triangle, la faible réduction d'intensité au démarrage entraîne une forte réduction du couple de démarrage.

5. - DEMARRAGE ROTORIQUE :

Ce procédé de démarrage exige l'emploi d'un moteur asynchrone triphasé _____ avec sortie de l'enroulement rotorique sur trois bagues.

5.1. Principe : (voir page 16)

On _____, ce qui s'effectue en montant en série dans le circuit du rotor des résistances que l'on élimine, au fur et à mesure que le moteur prend de la vitesse.

5.2. Caractéristiques

a) Intensité : _____ nominale .

b) Couple : Le couple de démarrage est de _____ excessive.

5.3. Démarrage à contacteurs :

a) Circuit de puissance :

C'est le cas du démarrage en 3 temps. Les contacteurs KM11 puis KM12 se ferment avec un temps de retard par rapport à KM1.

d) Circuit de commande

Une impulsion sur S2 enclenche KA1 , puis KM1 qui s'auto-alimente. La fermeture du contact temporisé KA1 enclenche KM11 qui court-circuite une partie des résistances. La fermeture du contact temporisé KM11, enclenche KM12 qui court-circuite la totalité des résistances.

Démarrage rotorique à résistances des moteurs à bagues

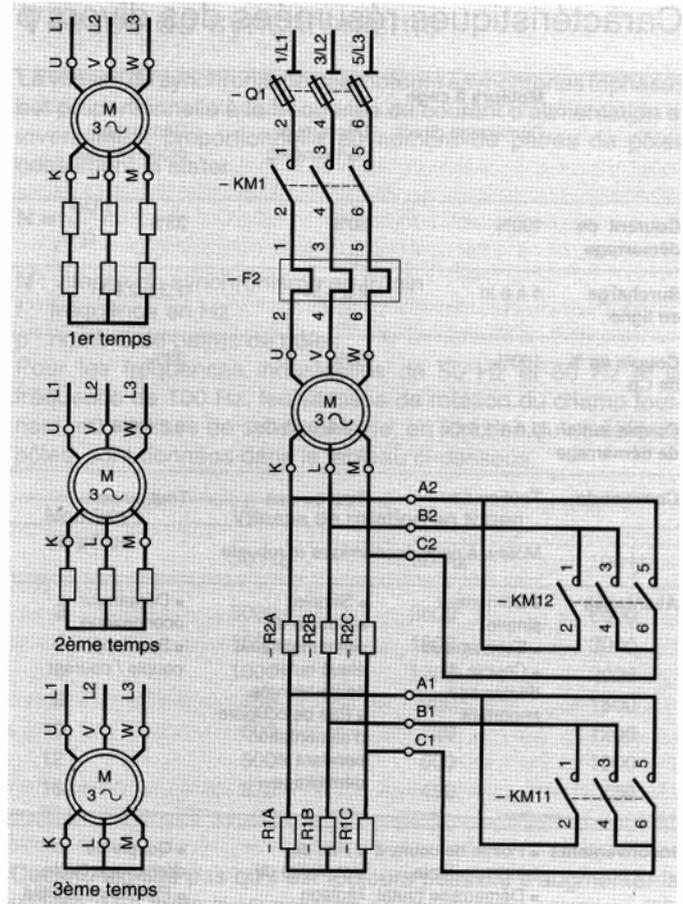
Un moteur à bagues ne peut démarrer en direct, enroulements rotoriques court-circuités, sans provoquer des pointes de courant inadmissibles. Il est nécessaire, tout en alimentant le stator sous la pleine tension du réseau, d'insérer dans le circuit rotorique des résistances qui sont ensuite court-circuitées progressivement.

Le calcul de la résistance insérée dans chaque phase permet de déterminer de façon rigoureuse la courbe couple-vitesse obtenue : pour un couple donné, la vitesse est d'autant plus basse que la résistance est élevée. Il en résulte que celle-ci doit être insérée en totalité au moment du démarrage et que la pleine vitesse est atteinte lorsqu'elle est entièrement court-circuitée.

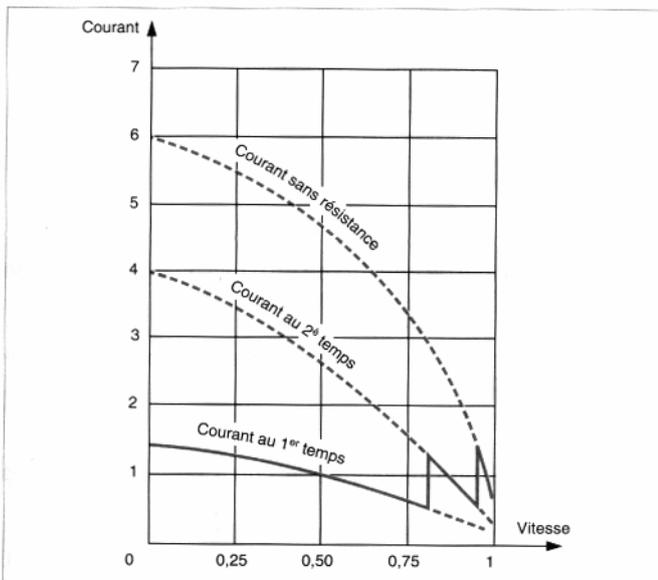
Le courant absorbé est sensiblement proportionnel au couple fourni, ou, du moins, n'est que peu supérieur à cette valeur théorique.

Par exemple, pour un couple de démarrage égal à $2 C_n$, la pointe de courant est d'environ $2 I_n$. Cette pointe est donc considérablement plus faible et le couple maximal de démarrage plus élevé qu'avec un moteur à cage pour lequel les valeurs typiques sont de l'ordre de $6 I_n$ pour $1,5 C_n$. Le moteur à bagues, avec un démarrage rotorique, s'impose donc dans tous les cas où les pointes de courant doivent être faibles et pour des machines démarrant à pleine charge.

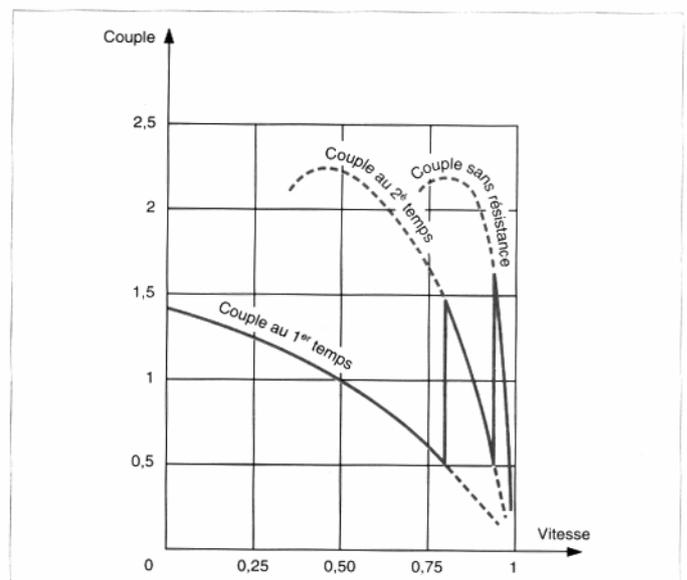
Par ailleurs, ce type de démarrage est extrêmement souple, car il est facile d'ajuster le nombre et l'allure des courbes représentant les temps successifs aux impératifs mécaniques ou électriques (couple résistant, valeur d'accélération, pointe maximale de courant, etc.).



Démarrage rotorique à résistances



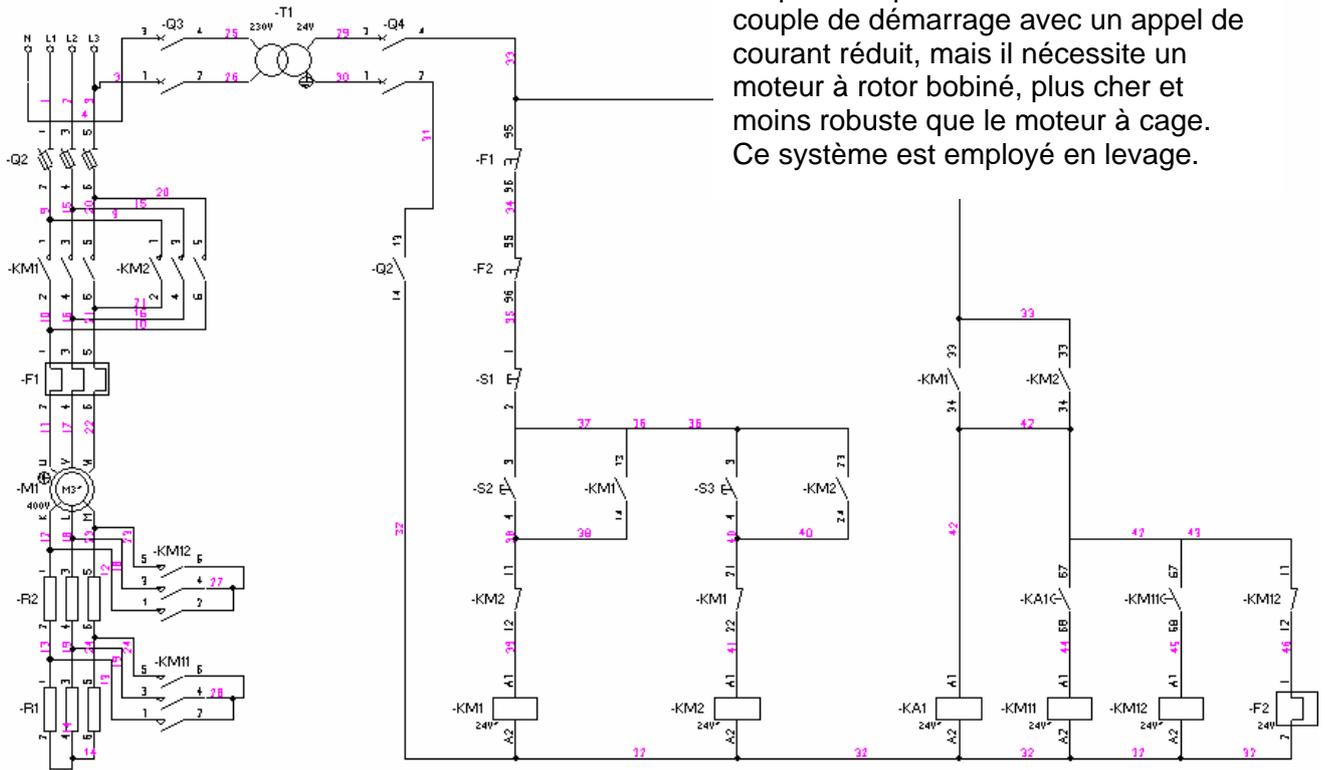
Courbe courant/vitesse en démarrage rotorique à résistances



Courbe couple/vitesse en démarrage rotorique à résistances

5.4. Conclusion :

Ce procédé permet d'obtenir un bon couple de démarrage avec un appel de courant réduit, mais il nécessite un moteur à rotor bobiné, plus cher et moins robuste que le moteur à cage. Ce système est employé en levage.



6 - MOTEUR A 2 VITESSES : donné pour information

Certains moteurs sont conçus pour tourner à deux vitesses différentes :

- soit avec deux enroulements séparés; Dans ce cas les deux vitesses sont obtenues indépendamment l'une de l'autre .
- soit avec le même enroulement dans lequel on connecte à l'envers une bobine sur deux de chaque phase, on obtient deux vitesses dont l'une est le double de l'autre .

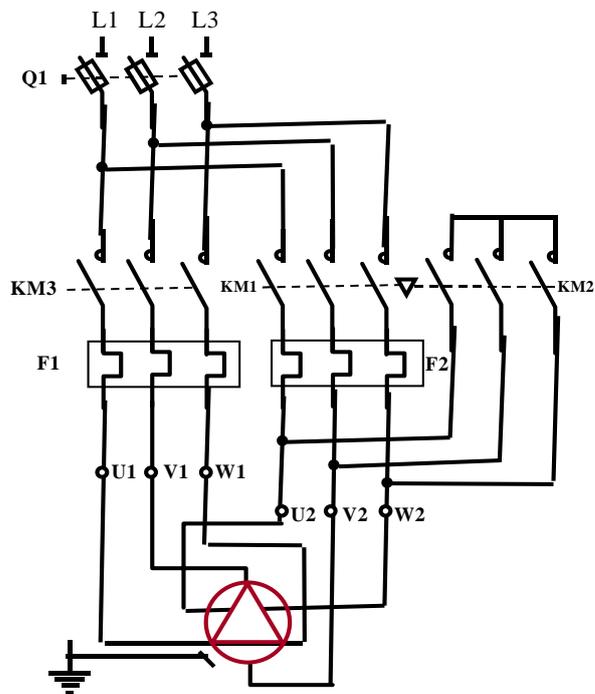
6.1 Principe : (voir page 20)

- En petite vitesse (PV) couplage triangle-série
 - En grande vitesse (GV) couplage étoile-parallèle.
- (Couplages des enroulements dans les moteurs deux vitesses (_____))

Ces deux couplages permettent d'avoir une tension adaptée des enroulements dans les deux vitesses. La plaque à bornes ne comporte que six bornes .

Plaque à 6 bornes pour moteur à 2 vitesses

Démarrage d'un moteur à 2 vitesses , à couplage de pôles . Couple constant Dahlander



Démarrateur rotorique à 3 temps

Fonctionnement du circuit de puissance

Fermeture manuelle de Q1.
 Fermeture de KM1 : mise sous tension du moteur.
 Fermeture de KM11 : court-circuitage d'une partie de la résistance.
 Accélération.
 Fermeture de KM12 : court-circuitage total de la résistance.
 Fin du démarrage.

• Particularités :

Q1 : calibre In moteur.
 KM1 : calibre In moteur.
 KM11 : nombre de pôles et calibre en fonction du couplage (tri ou tétra), de I rotorique du moteur à l'instant considéré, et du service du contacteur.
 KM12 : nombre de pôles et calibre en fonction du couplage et de I rotorique nominale du moteur.
 F1 : calibre In moteur.

Fonctionnement du circuit de commande

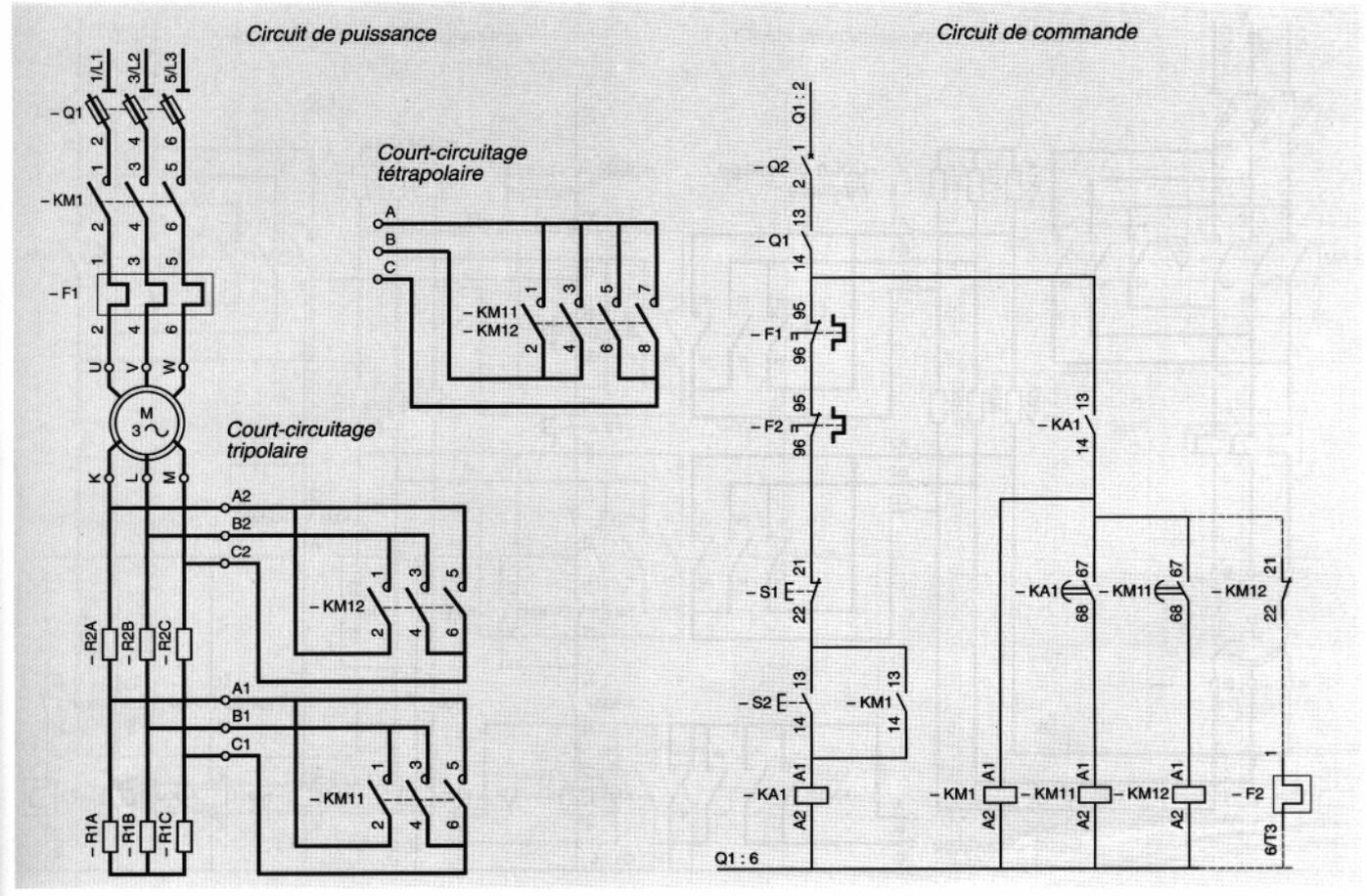
Impulsion sur S2. Fermeture de KA1.
 Fermeture de KM1 et alimentation du relais temporisateur thermique F2 par KA1 (13-14).
 Auto-maintien de KA1 par KM1 (13-14).
 Fermeture de KM11 par KA1 (67-68).
 Fermeture de KM12 par KM11 (67-68).
 Elimination de F2 par KM12 (21-22).
 Arrêt : impulsion sur S1.

• Particularités :

F2 : relais temporisateur thermique assurant la protection des résistances contre les démarrages trop fréquents ou incomplets. Le contacteur auxiliaire avec additif KA1 doit être utilisé lorsqu'il n'est pas possible de monter un bloc de contacts temporisés sur le contacteur KM1.

Matériel nécessaire :

- Q1 : 1 sectionneur porte-fusibles tripolaire (facultatif), calibre In moteur, type GK1-, DK1-
- 3 cartouches fusibles, calibre In moteur
- KM11 : 1 contacteur 3P + NO, calibre In moteur, type LC1-
- KA1 : 1 contacteur auxiliaire avec additif temporisé à l'action, type CA2-D ou CA2-K
- Temporisation habituelle 3 à 7 s
- KM11 : 1 contacteur 3 ou 4P, type LC1- + bloc de contacts temporisés à l'action, type LA2- Temporisation habituelle 1 à 3 s
- KM12 : 1 contacteur 3 ou 4P + NC, type LC1-D (voir "Particularités")
- Q2 : 1 disjoncteur contrôle, type GB2
- F1 : 1 relais de protection thermique, calibre In moteur, type LR2-
- F2 : 1 relais temporisateur thermique (facultatif), type LT2-TK, pour protection de la résistance de démarrage. Temporisation habituelle 2 à 3 démarrages consécutifs
- RA-RB-RC : 1 résistance de démarrage. Valeur en fonction de la puissance du moteur et de ses caractéristiques rotoriques. Section en fonction de la durée de sa mise sous tension
- Auxiliaires de commande :
 S1-S2 : unités de commande, type XB2-B, XA2-B, Domino 22 ; boîtes à boutons, type XAL-
- Auxiliaires d'équipements :
 - enveloppes, type AC3-, AC4-, ACM-, AA2-, AA3-
 - répartiteurs de puissance, type AK2-, AK3-, AK5-
 - auxiliaires de montage, type DZ6-, AM1-, AM3-, AF1-
 - auxiliaires de câblage, type AK2-, de raccordement, type AB1-, AB3-, DB6-, DZ5-, AT1-, AR1-, ABR-, ABS-, ABA-, ABE-, ABL-



REMARQUE :

Dans les moteurs à deux vitesses à couplage des enroulements , le rapport des vitesses est toujours de 1 à 2, par exemple, 3 000 à 1 500 tr/min ou 1 500 à 750 tr/min .

7 – TABLEAU RECAPITULATIF DES PROCEDES DE DEMARRAGE :

Pour réduire l'appel de courant au démarrage du moteur asynchrone d'induction on dispose de différents procédés :

MODE DE DEMARRAGE	DIRECT	ETOILE TRIANGLE	STATORIQUE	ROTORIQUE
COURANT DE DEMARRAGE	4 à 8 In	1,3 à 2,6 In	4,5 In	2,5 In
COUPLE DE DEMARRAGE	0,6 à 1,5 Tn	0,2 à 1,5 Tn	0,6 à 0,85 Tn	2,5 Tn
DUREE MOYENNE	2 à 3s	3 à 7s	7 à 12s trop long	2,5 à 5 s
AVANTAGES	Démarrage Couple de démarrage important	Bon rapport couple courant	Pas de coupure d'alimentation Réduction des pointes de courant	Très bon rapport couple/courant Pas de coupure d'alimentation.
INCONVENIENTS	Démarrage assez violent	Couple de démarrage faible cours de démarrage.	Nécessité de résistances Faible réduction de la pointe d'intensité	Nécessité de résistances
APPLICATIONS	Petits moteurs jusqu'à 5 kW	ou avec de faibles charges P= 37 kW max	Machines à forte inertie	Démarrage progressif Levage

Le freinage d'un moteur peut se faire par action mécanique (frein à disque électromagnétique), électrique (contre courant, ou injection de courant continu) .

Utilisation de variateur à la place de ces deux types de démarrage

Démarrage d'un moteur à 2 vitesses, à couplage de pôles. Couple constant Dahlander

Fonctionnement du circuit de puissance

Fermeture manuelle de Q1.
 Fermeture de KM1 : démarrage du moteur en PV ou
 Fermeture de KM2 : couplage étoile des bornes PV du moteur.
 Fermeture de KM3 : démarrage du moteur en GV.

● Particularités :

Q1 : calibre In moteur la plus élevée.
 KM1 : calibre In moteur en PV.
 KM2-KM3 : calibre In moteur en GV.
 Verrouillages électrique et mécanique entre KM1 et KM2.
 F1 : calibre In moteur en PV.
 F2 : calibre In moteur en GV.

Fonctionnement du circuit de commande

Impulsion sur S2.
 Fermeture de KM1.
 Verrouillage de KM2 et KM3 par KM1 (61-62).
 Auto-maintien de KM1 (13-14),
 ou :
 Impulsion sur S3.
 Fermeture de KM2.
 Verrouillage de KM1 par KM2 (61-62).
 Fermeture de KM3 par KM2 (13-14).

Verrouillage de KM1 par KM3 (61-62).
 Auto-maintien de KM2 et KM3 par KM3 (13-14).
 Arrêt : impulsion sur S1.

● Particularité :

Condamnations mécanique et électrique entre KM1 et KM2.

Matériel nécessaire :

- Q1 : 1 sectionneur porte-fusibles tripolaire (facultatif), calibre In moteur la plus élevée, type LS1-, GK1-, DK1-
- 3 cartouches fusibles, calibre In moteur la plus élevée
- KM1 : 1 contacteur 3P + NC + NO, calibre In moteur en PV, type LC1-
- KM2 : 1 contacteur 3P + NC + NO calibre In moteur en GV, type LC1-
- Verrouillage mécanique entre KM1 et KM2 conseillé
- KM3 : 1 contacteur 3P + NC + NO, calibre In moteur en GV, type LC1-
- Q2 : 1 disjoncteur contrôle, type GB2
- F1 : 1 relais de protection thermique, calibre In moteur en PV, type LR2-
- F2 : 1 relais de protection thermique, calibre In moteur en GV, type LR2-
- Auxiliaires de commande :
 S1 à S3 : unités de commande, type XB2-B, XA2-B, Domino 22 ; boîtes à boutons, type XAL-
- Auxiliaires d'équipements :
 - enveloppes, type AC3-, AC4-, ACM-, AA2-, AA3-
 - répartiteurs de puissance, type AK2-, AK3-, AK5-
 - auxiliaires de montage, type DZ6-, AM1-, AM3-, AF1-
 - auxiliaires de câblage, type AK2-
 - auxiliaires de raccordement, type AB1-, AB3-, DB6-, DZ5-, AT1-, AR1-, ABR-, ABS-, ABA-, ABE-, ABL-

