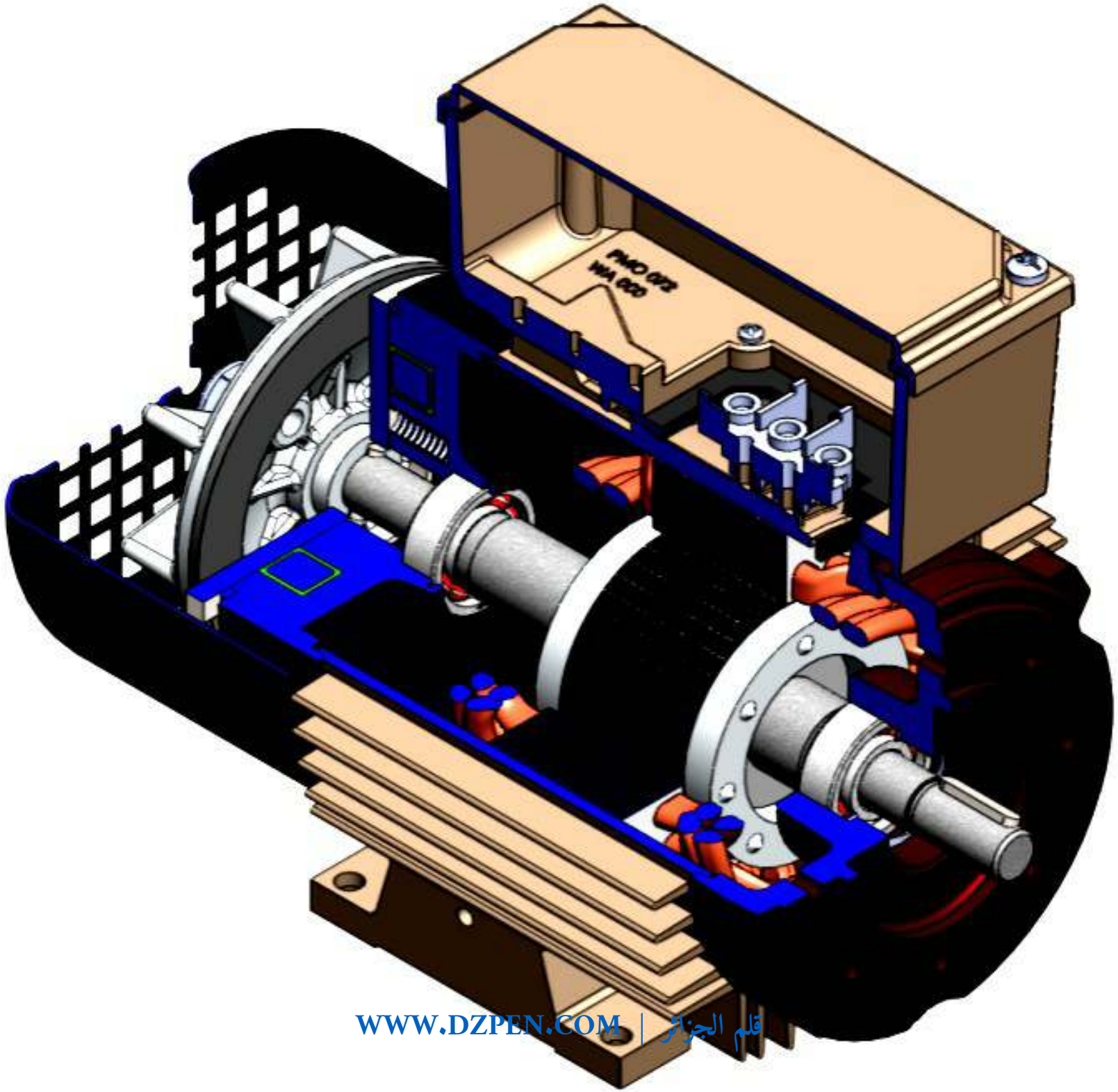


WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre 3 **Freinage des moteurs asynchrones**

I. Introduction

Il existe plusieurs procédés de freinage pour moteurs asynchrones; il faut distinguer :

- Le freinage avec arrêt immédiat obtenu à l'aide de moteurs spéciaux (moteur frein),
- Le freinage par ralentissement applicable à tous les types de moteurs asynchrones.

II. Utilisation d'un moteur Frein : Action sur le rotor

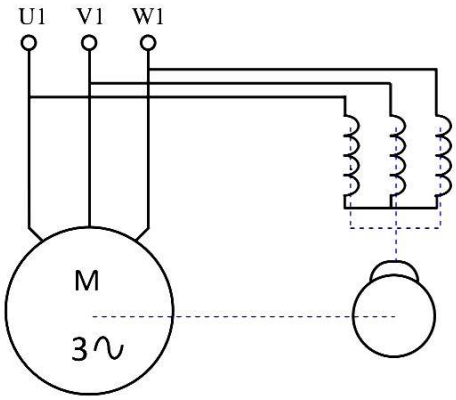
II.1 Principe

Ce sont des moteurs comportant un dispositif de freinage mécanique (mâchoires, disques, etc.) commandé par un électro-aimant. Il en existe deux types :

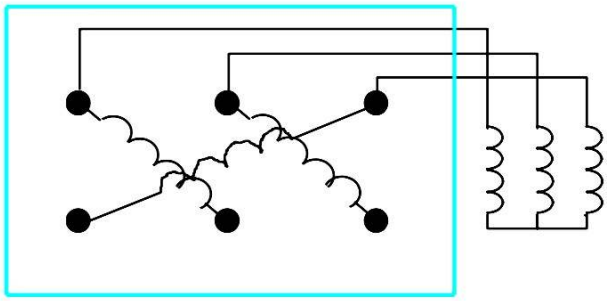
A appel de courant : nécessite une alimentation électrique indépendante de celle du moteur.

A manque de courant : le frein est actionné mécaniquement (système de ressorts au repos), il est souvent utilisé pour des raisons de sécurité : lorsque le moteur n'est pas alimenté (arrêt normal ou arrêt d'urgence) le freinage est réalisé.

L'électroaimant est alimenté en triphasé, branché en parallèle sur les enroulements statoriques.



Symbole



Plaque à bornes

Remarque :

On obtient avec ce dispositif un freinage brutal avec un maintien en position (blocage).

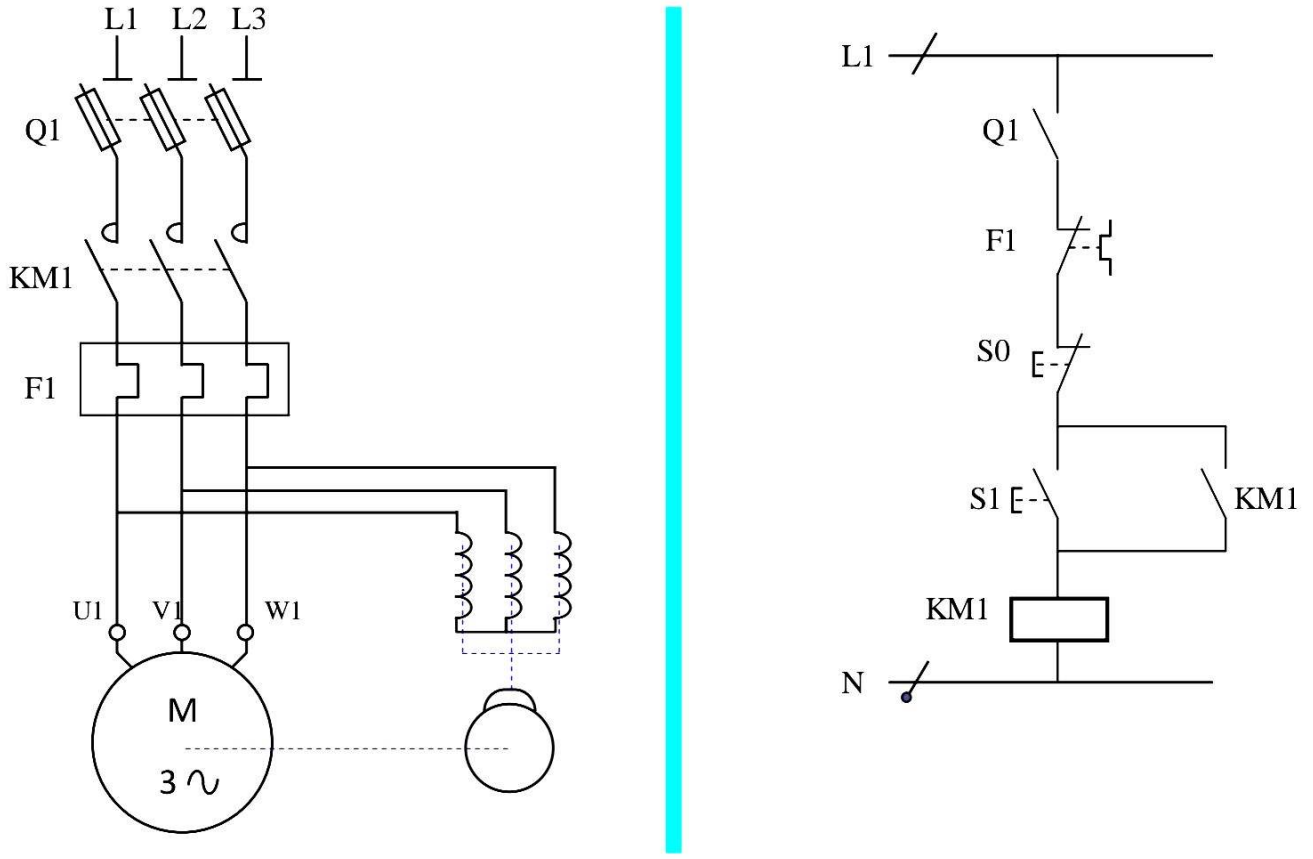
Il existe des moteurs frein avec un électroaimant alimenté en courant redressé par l'intermédiaire d'un pont de diodes.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

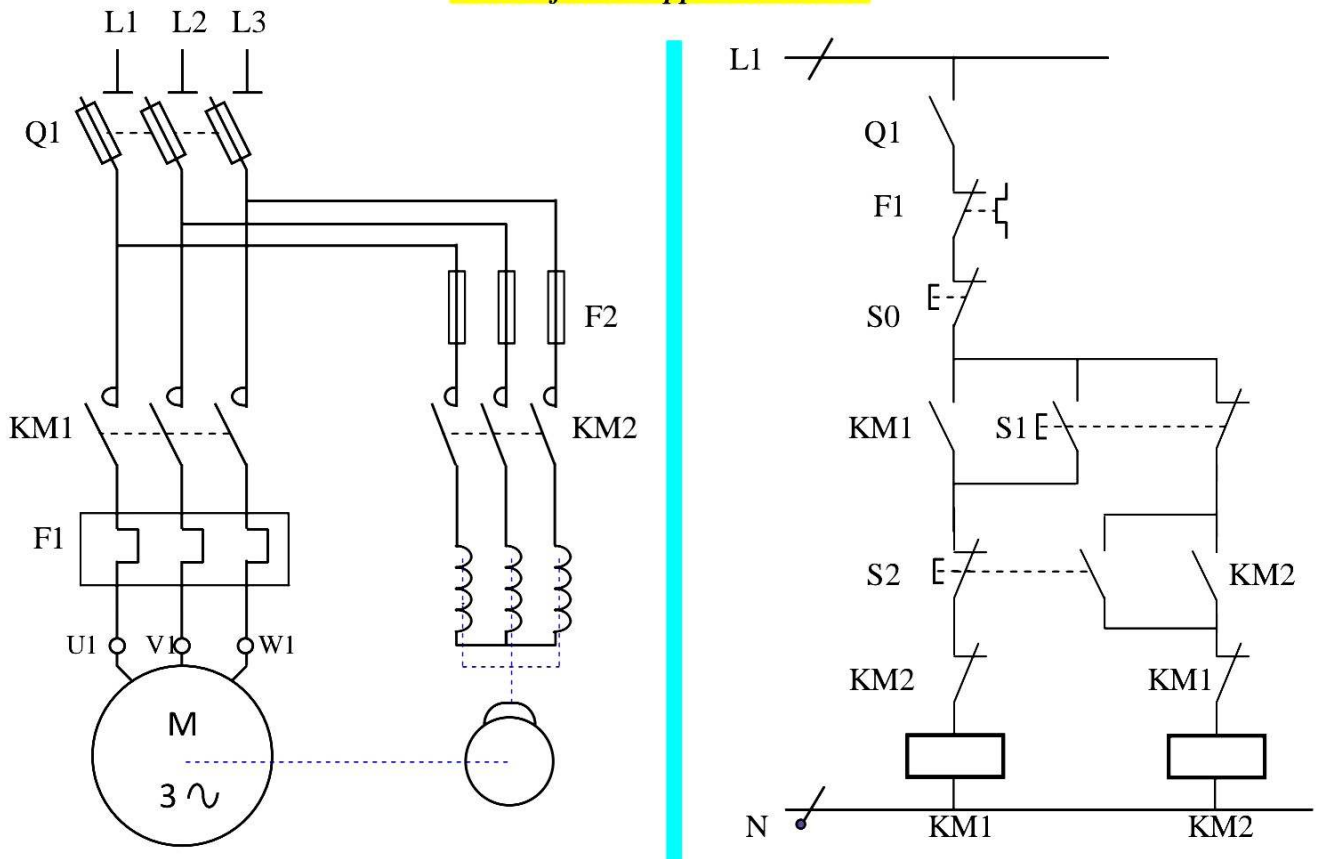
II.2. Schémas des circuits de puissance et de commande

Circuit de puissance **Circuit de commande**

Moteur frein à manque de courant



Moteur frein à appel de courant

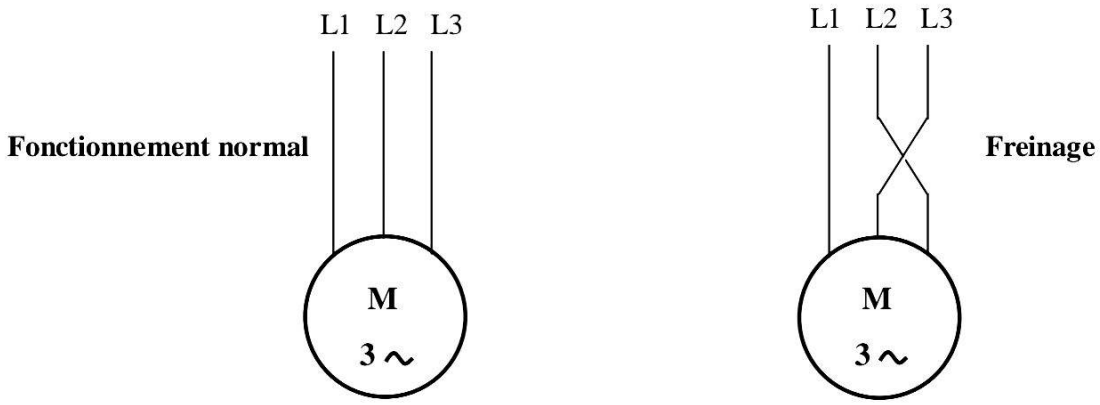


WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

III. Freinage par contre courant: Action sur le stator

III.1. Principe

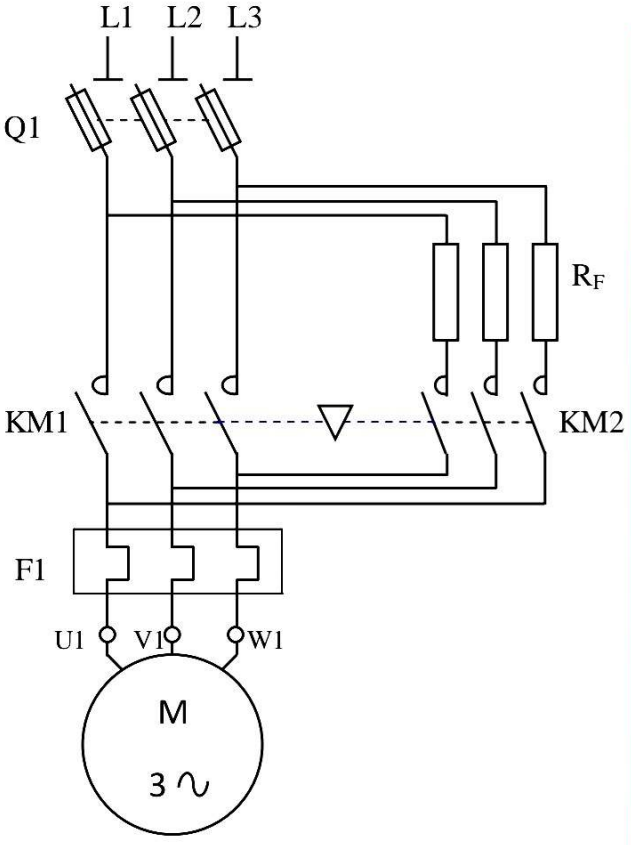
Après avoir coupé l'alimentation, pour arrêter plus rapidement le rotor, on inverse 2 phases pour l'inversion du champ tournant donc ralentissement du rotor.



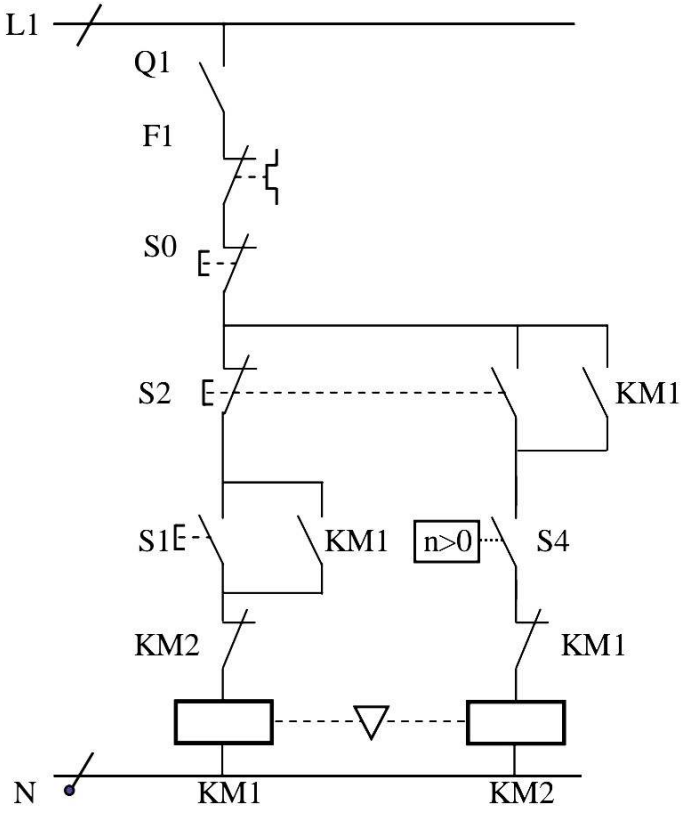
III.2. Remarques

- C'est un mode de freinage très efficace. Le ralentissement est violent.
- Ce freinage doit être interrompu dès l'arrêt du rotor sinon risque de redémarrer dans le sens inverse.
- Il n'y a pas de blocage.

III.3. Schémas de puissance et de commande dans le cas d'un moteur en court-circuit



R_F : groupe de résistances de freinage permettant de limiter le courant de freinage



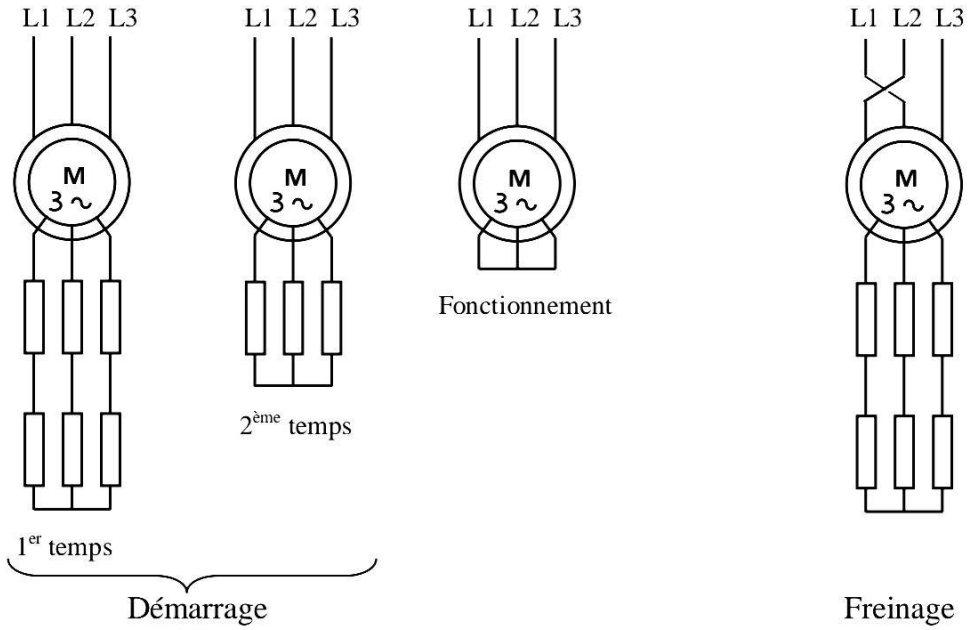
S4 : se ferme lorsque le moteur se met en rotation (n>0) et s'ouvre pour n = 0.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

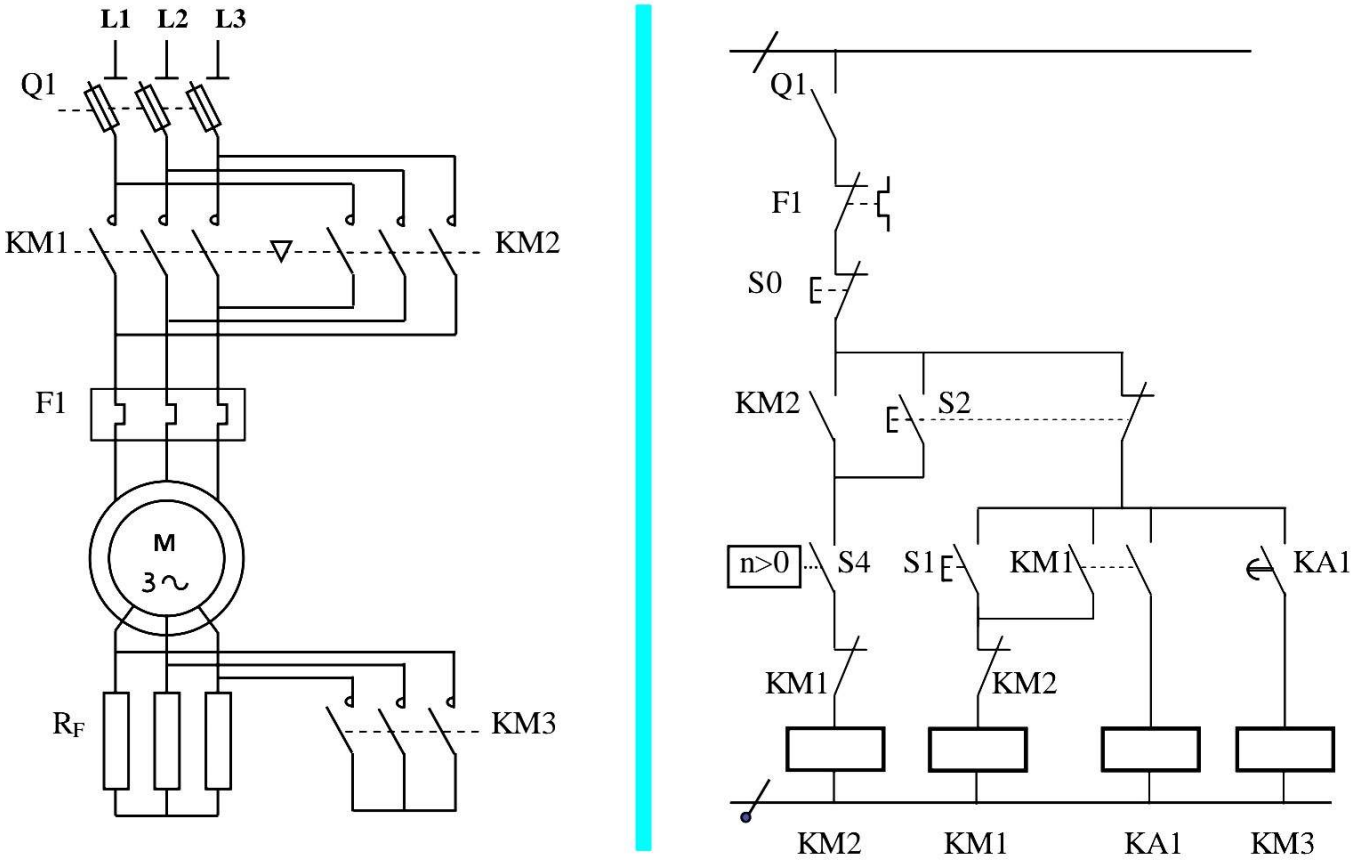
III.4. Schémas de puissance et de commande dans le cas d'un moteur à bagues

Tout comme pour le démarrage, les résistances rotoriques sont mises en service, durant le freinage, afin de limiter le courant absorbé par le moteur.

III.4.1. Schéma de principe



III.4.2. Schémas des circuits de puissance et de commande



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

IV. Freinage par injection de courant continu

IV.1. Principe

On déconnecte les enroulements du stator, puis on les alimente avec une source de tension redressée.

Le champ tournant est remplacé ainsi par un champ fixe (créé par la source de tension redressée) qui provoque le ralentissement du rotor.

IV.2. Remarque

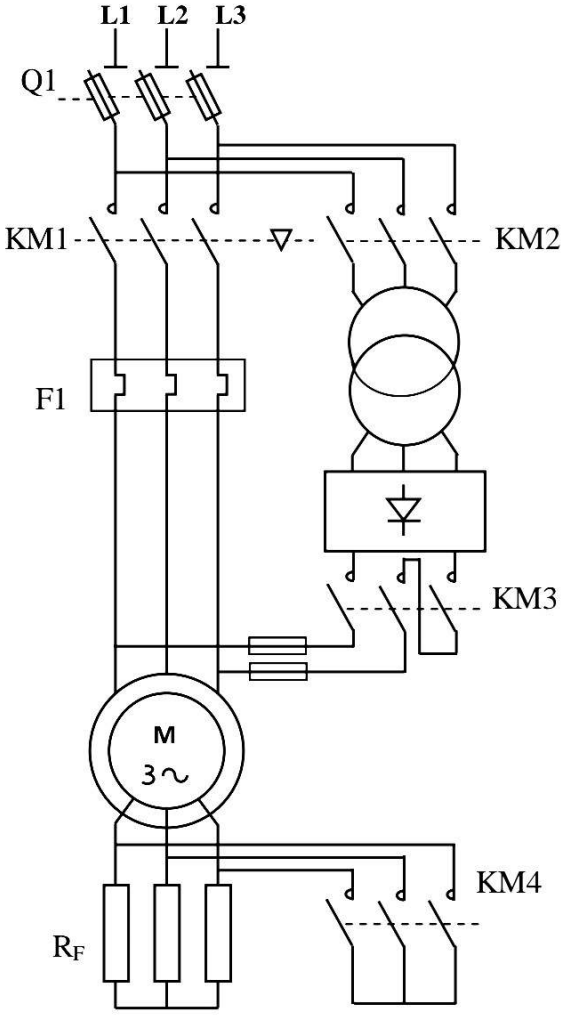
- Il n'ya toujours pas de blocage.
- Le courant de freinage est de l'ordre de 1,3 In. La valeur moyenne de la tension redressée dépasse rarement 20V pour ne pas provoquer d'échauffement excessif.
- Les résistances rotoriques sont remises en service.

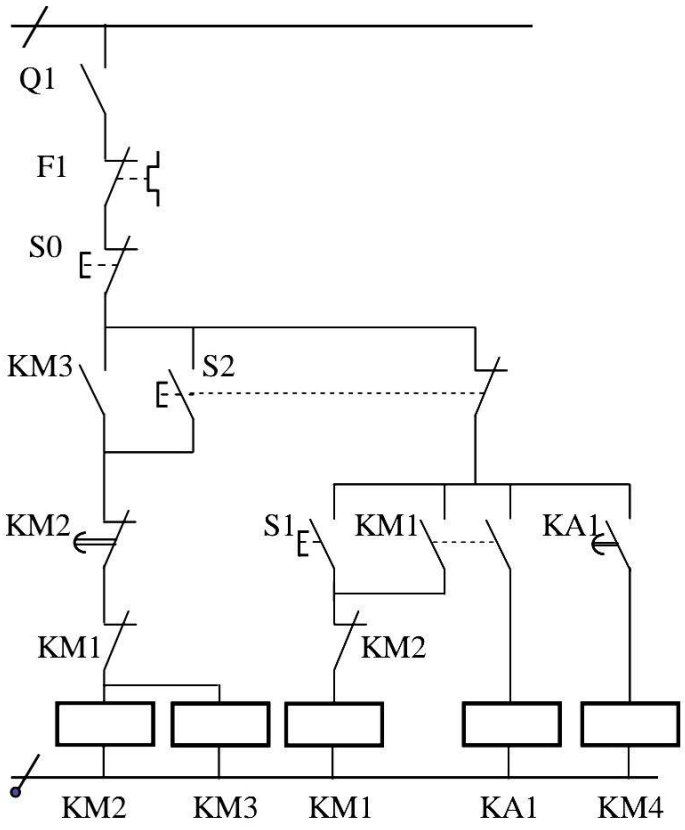
IV.3. Critique

Avantage : pas de risque de démarrage dans l'autre sens.

Inconvénient : il faut couper le courant dans le stator pour éviter l'échauffement.

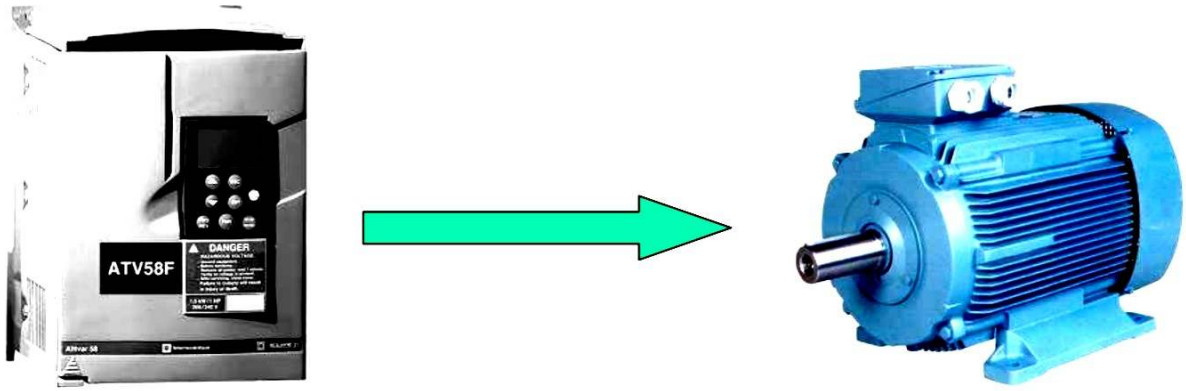
IV.4. Schémas des circuits de puissance et de commande





WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre 4 : **Variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones**



I. Principe de la variation de vitesse

La vitesse de synchronisme d'un moteur asynchrone triphasé est fonction de la fréquence (alimentation) et du nombre de paires de pôles : $N_S = f / p$

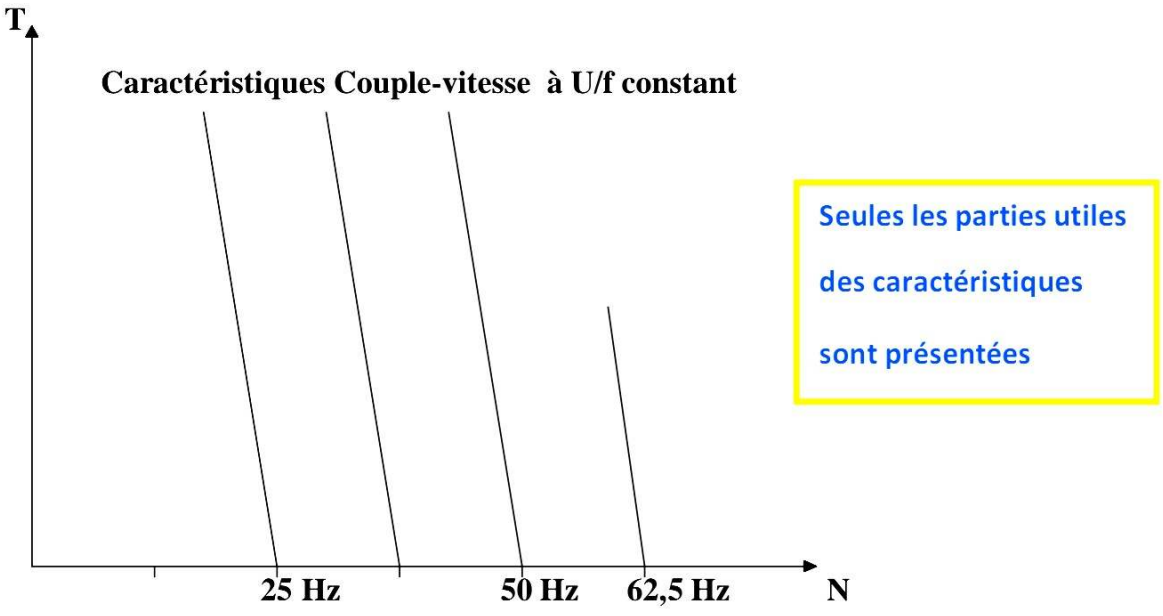
Pour un moteur tétrapolaire à 50 Hz : $N_S = 50 / 2 = 25$ tr/s soit 1500 tr/mn

Le moteur aura une vitesse de rotation inférieure à N_S . Pour exprimer l'écart entre vitesse de synchronisme et vitesse rotor, on définit le glissement :

$$g = (N_S - N) / N_S$$ g est voisin de 5%

Pour varier la vitesse du moteur asynchrone, on pourra faire varier la fréquence des courants d'alimentation.

Les caractéristiques mécaniques Couple-vitesse du moteur asynchrone à rapport **U/f constant** et pour différentes fréquences sont données ci-après :

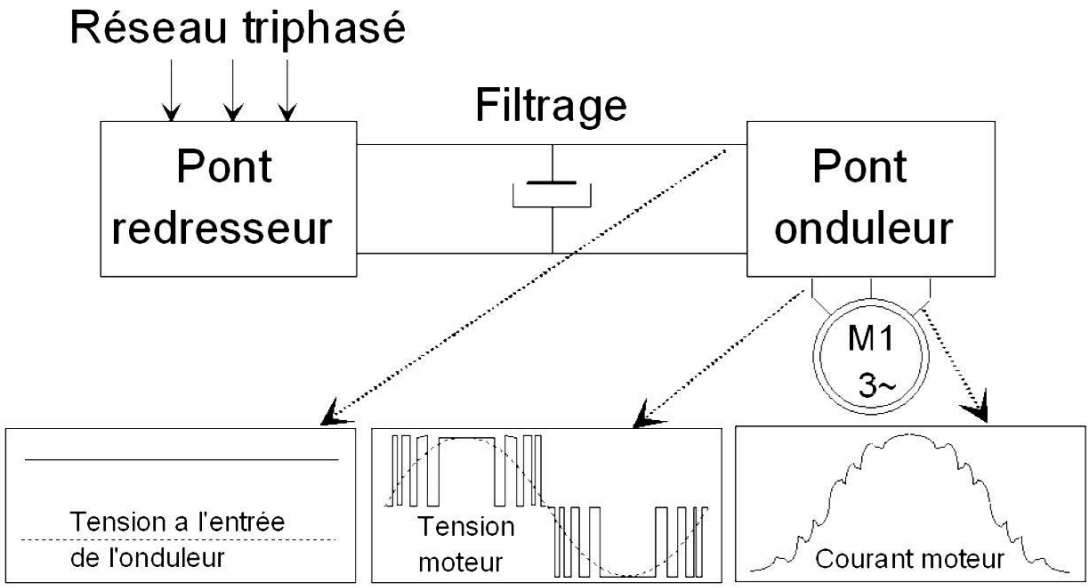


Seules les parties utiles des caractéristiques sont présentées

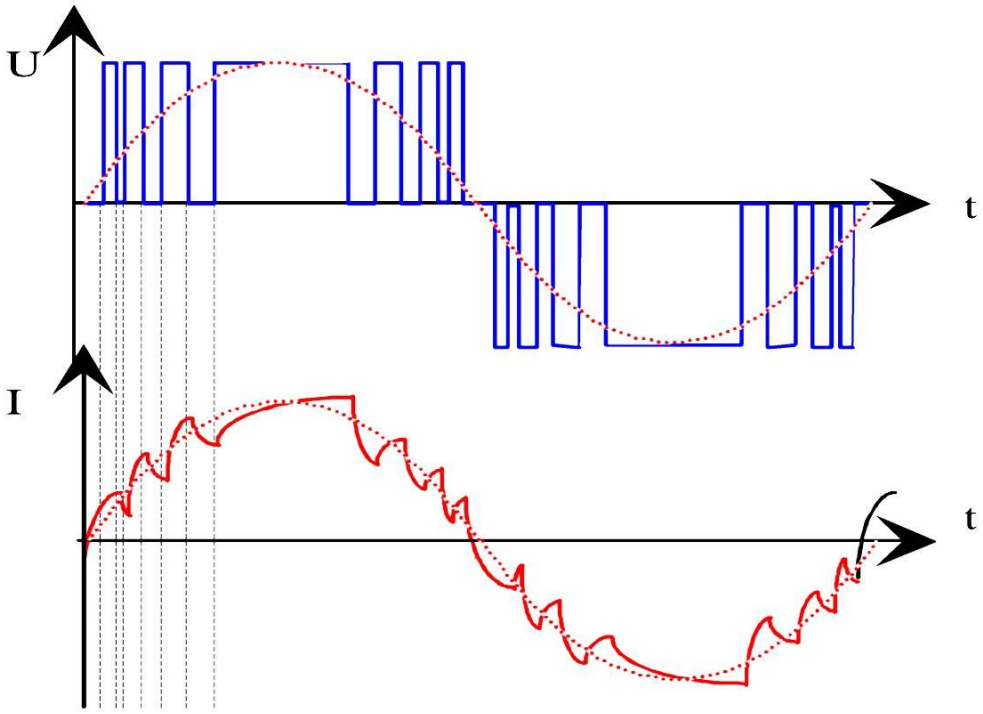
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

II. Principe de la variation de fréquence

Pour faire varier **la fréquence** et la **valeur efficace** entre phases de la tension, on utilise la procédure suivante:



L'onduleur découpe la tension continue intermédiaire suivant le principe MLI (**M**odulation de **L**argeur d'**I**mpulsions) de façon à ce que le courant moteur soit quasi sinusoïdal.



Cette technique assure une rotation des moteurs régulières et sans à-coups, même à basse vitesse.

Avec les variateurs de dernière génération, on peut fonctionner dans des gammes de fréquence (si le moteur et la charge le permettent…) de 0,1Hz à 500Hz.

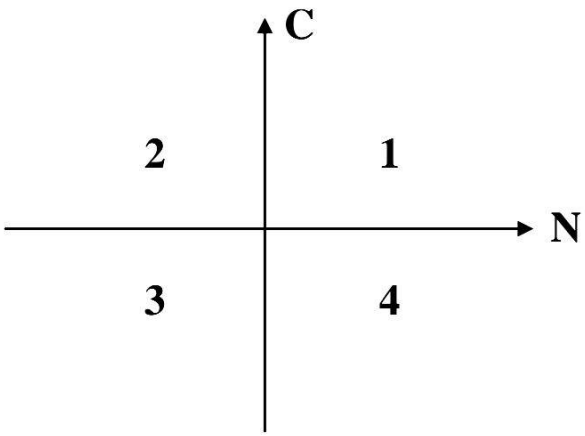
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

III. Fonctionnalités des variateurs

Pour sélectionner le variateur à utiliser en fonction de l'application, il faudra prendre en compte un certain nombre de paramètres :

- Nombre de quadrants de fonctionnement,
- Gamme de fréquence (directement liée à la gamme de vitesse),
- Possibilité de fonctionner en boucle fermée par utilisation d'une dynamo tachymètrique.

Quadrants couple-vitesse



1 et 3 : quadrants moteur

2 et 4 : quadrants génératrice

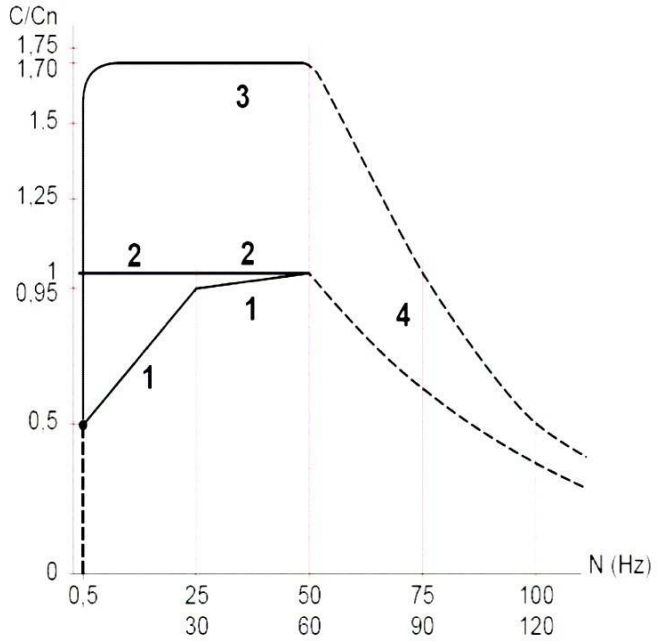
Exemple d'application mono quadrant : Un convoyeur avec un seul sens de translation.

Exemple d'application 4 quadrants : Une application de positionnement dans les 2 sens de rotation nécessitant un contrôle dynamique des décélérations et des accélérations.

IV. Ensemble moteur-variateur

On commence par dimensionner le moteur en tenant compte d'un éventuel déclassement.

En boucle ouverte



1 : moteur auto-ventilé, standard en régime permanent.

2 : moteur moto-ventilé en régime permanent.

3 : régime transitoire, accélération.

4 : régime de survitesse.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Exemple:

Soit un Moteur standard, auto-ventilé tétrapolaire entrainant une charge de couple résistant **10 Nm**. Si on le fait fonctionner jusqu'à **75 Hz**, le coefficient **C/Cn** vaut environ **0,6**.

Le couple nominal du moteur est donc:

$$Cn = 10 / 0,6 = 16,7 \text{ Nm.}$$

Soit une puissance utile voisine de :

$$Pu = 16,7. \pi . 1500 / 30 = 2,6 \text{ kW.}$$

Remarque :

En **survitesse** la tension ne peut plus évoluer avec la fréquence, **le couple chute rapidement**. De plus il faut vérifier que le moteur peut fonctionner en survitesse.

V. Choix d'un variateur

On choisit la gamme de variateurs suivant les fonctionnalités recherchées, par exemple l'ALTIVAR ATV61 permettra de fonctionner dans les 4 quadrants, avec des fonctions de dialogue évoluées et une protection thermique intégrée.

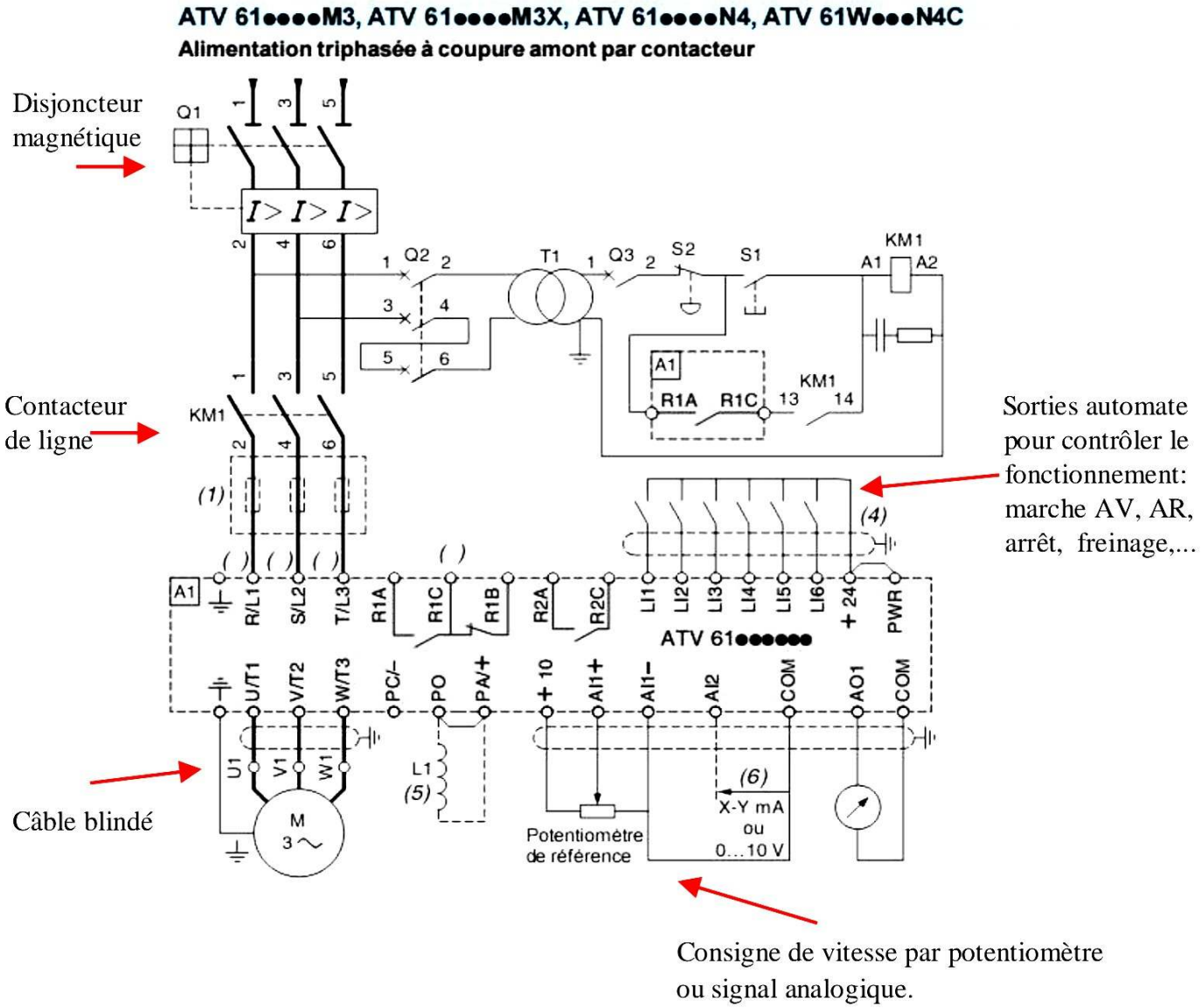
Le choix du variateur se fait principalement en fonction de la tension réseau et de la puissance (utile) du moteur.

Variateurs UL Type 1/IP 20

Moteur		Réseau				Altivar 61				
Puissance indiquée sur plaque *(1)*		Courant de ligne *(2)*		Puissance apparente	Icc ligne présumé maxi	Courant maximal permanent *(1)*		Courant transitoire maxi pendant 60 s	Référence *(3)*	Masse
		380 V	480 V	380 V		380 V	460 V			
kW	*HP*	A	A	kVA	kA	A		A		kg
Tension d'alimentation triphasée : 380...480 V 50/60 Hz										
0,75	*1*	3,7	3	2,4	5	2,3	2,1	2,7	**ATV 61H075N4** *(4)*	3,000
1,5	*2*	5,8	5,3	3,8	5	4,1	3,4	4,9	**ATV 61HU15N4** *(4)*	3,000
2,2	*3*	8,2	7,1	5,4	5	5,8	4,8	6,9	**ATV 61HU22N4** *(4)*	3,000
3	–	10,7	9	7	5	7,8	6,2	9,3	**ATV 61HU30N4** *(4)*	4,000
4	*5*	14,1	11,5	9,3	5	10,5	7,6	12,6	**ATV 61HU40N4** *(4)*	4,000
5,5	*7,5*	20,3	17	13,4	22	14,3	11	17,1	**ATV 61HU55N4** *(4)*	5,500

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

VI. Mise en œuvre d'un variateur



VII. Applications

VII.1 Introduction

On se propose de mettre en œuvre un variateur de vitesse (**ATV32** de **Schneider**) pour des applications simples.

Remarque

Schneider livre les variateurs pré-paramétrés de façon identique. Ce jeu de paramètre est appelé 'Réglage usine'. Il est possible de retourner au réglage usine à tout moment :

Menu : **1.3 CONFIGURATION** *(CONF)* **Réglages usine** *(FCS)* **Config .source** (FCSI) = Macro-config *(InI)*

Groupes paramètres *(FrY)* = **Tous** *(ALL)*

Retour aux réglages usine *(GFS)* = **OUI** *(Yes) (le paramètre repasse à No à la fin)*

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

VII.2 Exemples d'applications simples

VII.2.1 Faire tourner le moteur en avant ou en arrière

a- Câblage

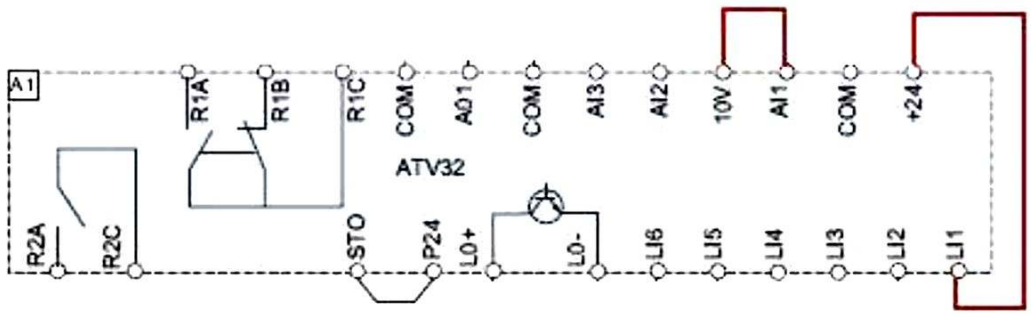
- Relier la borne **AI1** (consigne analogique) à la borne **10V**.
- Relier la borne **LI1** à la borne **+24V**.

b- Fonctionnement

Marche avant :

Dès que **LI1** sera reliée, le variateur va démarrer immédiatement le moteur dans le **sens Avant** et lui faire atteindre la vitesse écrite dans le paramètre **HSP** (High Speed) soit : **50 Hz ~ 1500 tr/mn** pour un moteur classique.

Quelque soit le sens, le variateur respectera les rampes d'accélération et de décélération des paramètres **ACC** et **DEC** préalablement réglées.



Si réglages USINE, pas de configuration nécessaire

Pour diminuer ou augmenter la vitesse, les rampes d'accélération et de décélération

> Menu **1.3 CONFIGURATION** (CONF) => **FULL**=> **SIMPLY START** (SIM-) => modifier les paramètres : Petite vitesse (**LSP**), Grande vitesse (**HSP**), Accélération (**ACC**), Décélération (**DEC**).

Exemple pour le paramètre HSP :

> Menu **1.3 CONFIGURATION** (CONF) => **FULL**=> **SIMPLY START** (SIM-) => Grande vitesse (**HSP**) = 40 (si la vitesse souhaitée est 40 Hz).

Marche arrière :

LI2 est affectée à la Marche arrière.

Remarque : Au lieu de lier **LI1** et la polarité, on peut utiliser le contact d'un bouton poussoir ou d'une sortie automate.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

VII.2.2 Faire varier la vitesse avec un potentiomètre

a- Paramétrage

- Vérifier si le paramètre **LSP** est à la valeur 0 (0 Hz est la valeur du réglage usine)

- Vérifier si le paramètre **HSP** est la valeur 50 (50 Hz est la valeur du réglage usine)

Ces deux paramètres sont accessibles sous :

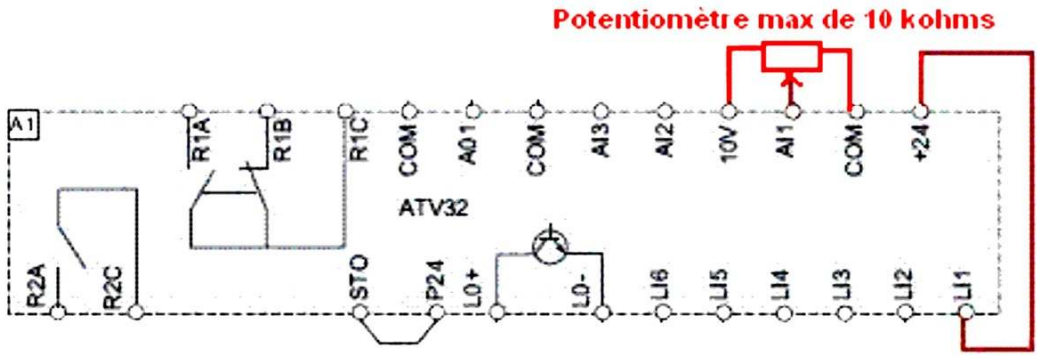
Menu **1.3 CONFIGURATION** (CONF) => **FULL**=> **SIMPLY START** (SIM-)

b- Câblage

- Utiliser un potentiomètre de valeur maximum **10 kΩ**, (Exemple : 2,2 kΩ).

- Connecter le potentiomètre de la façon suivante : résistance complète entre les bornes **10V** et **COM** et le point milieu sur la borne **AI1**.

- Lier la borne **LI1** (Marche avant) à la borne + **24V**



Si réglages USINE, pas de configuration nécessaire

c- Fonctionnement

Dès que **LI1** sera lié, le variateur va démarrer immédiatement le moteur dans le sens Avant et lui faire atteindre la vitesse définie par l'entrée analogique **0-10 V** correspondant à **0-50 Hz**.

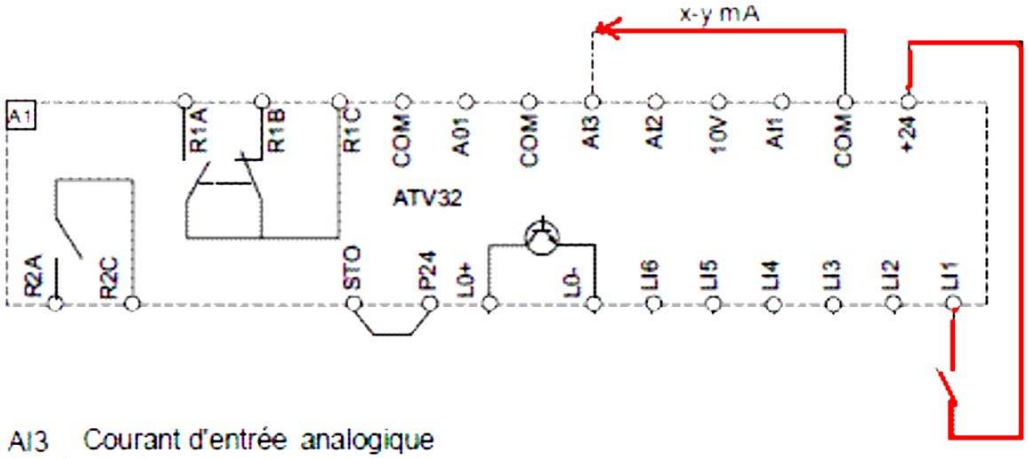
Le variateur démarre suit les rampes d'accélération et atteint sa consigne de vitesse déterminée par le potentiomètre, L'opérateur peut alors faire évoluer très aisément la consigne vitesse.

Pour arrêter, rompre la liaison **LI1-24V.**

Remarque : Au lieu de lier LI1 et la polarité, utiliser le contact d'un bouton poussoir ou d'une sortie automate.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

VII.2.3 Faire varier la vitesse avec un signal analogique courant 0-20mA ou 4-20 mA



AI3 Courant d'entrée analogique
Entrée analogique 0-20 mA (ou 4-20 mA, X-20 mA, 20-Y mA). X et Y peuvent être programmés de 0 à 20 mA
- Impédance de 250 Ω
- Résolution : 10 bits
- Précision ±0,5 % à 50/60 Hz pour 25 °C, ±0,2 % à 50/60 Hz pour -10 à +60 °C à $\Delta\theta$ = 60 °C
- Linéarité ±0,2 % (max. ±0,5 %), de la valeur max.
- Temps d'échantillonnage 2 ms

L'unique entrée analogique courant est l'entrée **AI3**

a- Paramétrage

Affectation de l'entrée analogique au canal consigne **FR1**

Menu 1.3 **CONFIGURATION** *(CONF)* => **FULL** => **COMMANDE** (CtL) => **Canal Réf.1** *(Fr1)* = AI3 *(AI3)*

Menu 1.3 **CONFIGURATION** *(CONF)* => **FULL** => **ENTREES / SORTIES** *(I-O)* => **CONFIGURATION AI3**

(AI3) => Type AI3 *(AI3t)* = Courant *(0A)*

Menu 1.3 **CONFIGURATION** *(CONF)* => **FULL** => **ENTREES / SORTIES** *(I-O)* => **CONFIGURATION AI3**

(AI3) => **Valeur mini AI3** *(CrL3)* = couramment 0 ou 4 mA,

Menu 1.3 **CONFIGURATION** *(CONF)* => **FULL** => **ENTREES / SORTIES** *(I-O)* => **CONFIGURATION AI3**

(AI3) => **Valeur maxi AI3** *(CrH3)* = couramment 20 mA.

b- Câblage

- Connecter l'entrée analogique **4-20 mA** ou **0-20 mA** entre les bornes **COM** et **AI3**.

c- Fonctionnement

- Lier la borne LI1 (*Marche avant*) du bornier à la borne + **24V**

Le variateur démarre suit les rampes d'accélération et atteint la consigne de vitesse déterminée par l'entrée courant.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

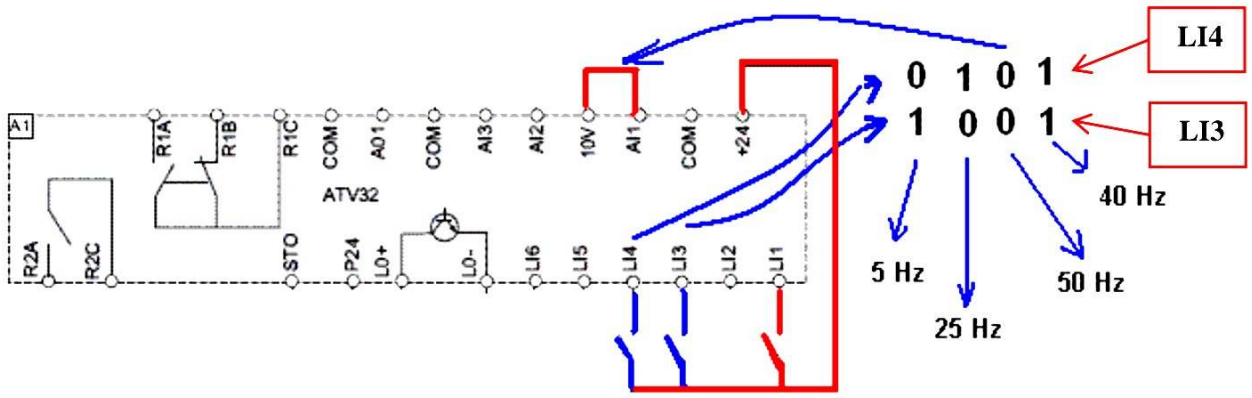
VII.2.4 Utilisation des vitesses présélectionnées

Quelque soit la vitesse choisie, il est **nécessaire** que l'ordre de Marche Sens Avant **LI1** ou l'ordre de Marche sens arrière **LI2** soient **activées**.

a- Cahier des charges

Il spécifie 4 vitesses présélectionnées

- **vitesse lente** de **5 Hz** si l'entrée **LI3 est activée (SP2)**
- **vitesse moyenne** de **25 Hz** si l'entrée **LI4** est **activée (SP3)**
- **vitesse rapide** de **40 Hz** si **LI3 et LI4** sont **activées (SP4)**
- il faudra rajouter la vitesse de **50 Hz** lorsque **LI3** et **LI4** seront désactivées.



b- Paramétrage

Vérifier que les paramètres **LSP** = 0 et **HSP** = 50 (réglages usine), dans :

Menu 1.3 **CONFIGURATION** *(CONF)* => FULL=> **SIMPLY START** (SIM-)

Pour obtenir les vitesses de **5**, **25** et **40** Hz avec les entrées **LI3** et **LI4**, on procède comme suit :

1.3 **CONFIGURATION** *(CONF)* => FULL=> **FONCTIONS D'APPLI.** *(FUN)* **=> VITESSES PRESELECT.** *(PSS)*

=> **2 vitesses présélectionnées** (PS2) = LI3

=> **4 vitesses présélectionnées** (PS4) = LI4

=> **Vitesse présélectionnée 2** (SP2) = 5 Hz

=> **Vitesse présélectionnée 3** (SP3) = 25 Hz

=> **Vitesse présélectionnée 4** (SP4)= 40 Hz.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر