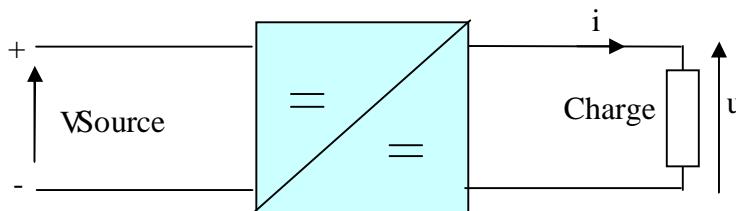


I. Hacheur série à transistor

I.1. Définition

Un hacheur est un convertisseur statique permettant d'alimenter une charge (moteur à courant continu) sous tension de valeur moyenne réglable à partir d'une source de tension constante (réseau alternatif redressé et filtré, batterie d'accumulateurs, alimentation stabilisée...), avec un très bon rendement.

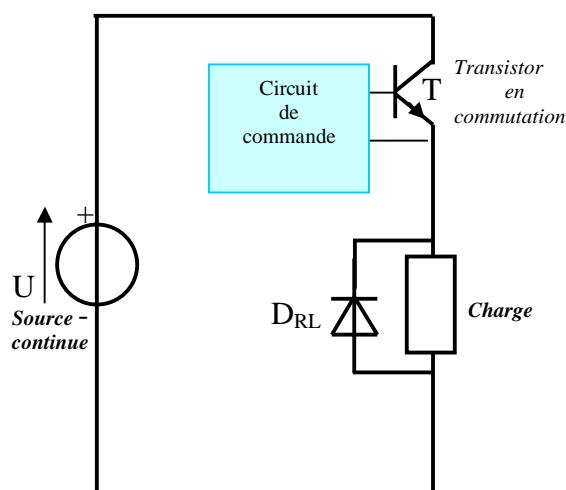


I.2. Principe de fonctionnement

I.2.1. Interrupteur électronique

Le principe du hacheur consiste à établir puis interrompre périodiquement la liaison source- charge à l'aide d'un interrupteur électronique. Celui ci doit pouvoir être fermé ou ouvert à volonté, ce sera un thyristor ou un transistor de puissance fonctionnant en régime de commutation.

I.2.2. Schémas



Le transistor fonctionne en commutation (tout ou rien), il est donc :

- soit **bloqué**
- soit **saturé**

La tension de commande du transistor (réliée à la base) est une tension créneaux, de fréquence et rapport cyclique variables indépendamment l'une de l'autre. Lorsque cette tension de commande est positive, elle rend le transistor passant et saturé. Lorsque cette tension est nulle (ou de préférence faiblement négative), elle bloque le transistor.

T : est la période de fonctionnement.

α : est le rapport cyclique. Il est égal au rapport :

$$\frac{\text{Durée de fermeture}}{\text{Période}} = \frac{t_f}{T} = \alpha.$$

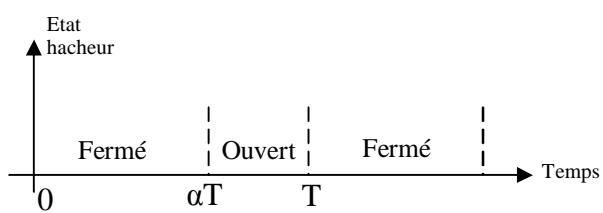
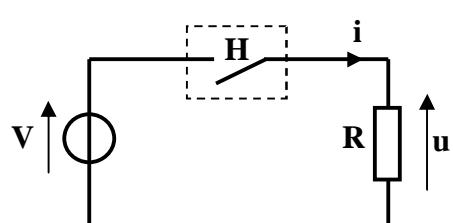
Remarque :

La diode de roue libre D_{RL} assure la continuité du courant dans la charge si celle-ci est inductive (bobine ou moteur à courant continu) quand le transistor est bloqué.

I.3. Caractéristiques électriques

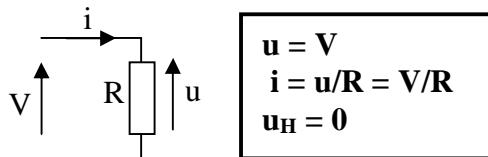
I.3.1. Débit sur une charge résistive

I.3.1.1. Schémas de montage

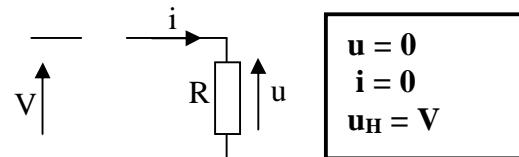


I.3.1.2. Analyse de fonctionnement

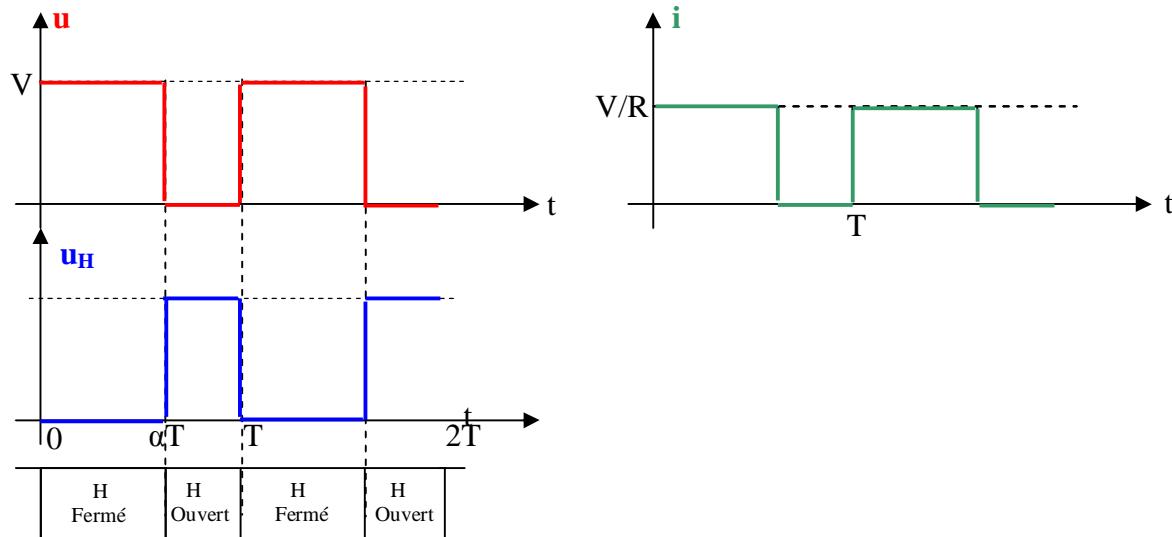
- $0 < t < \alpha T$: H est fermé



- $\alpha T < t < T$: H est ouvert



On appelle α le rapport cyclique. Il est égal au rapport $\frac{\text{Durée de fermeture}}{\text{Période}} = \frac{t_f}{T} = \alpha$.



II. 1.3. Valeur moyenne de la tension en sortie du hacheur

Exprimons la valeur moyenne de u en fonction du rapport cyclique α .

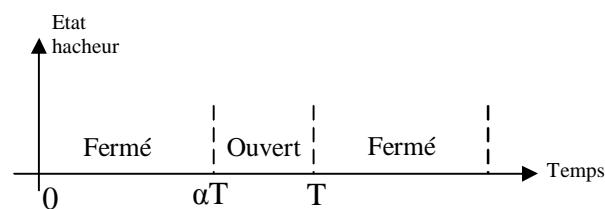
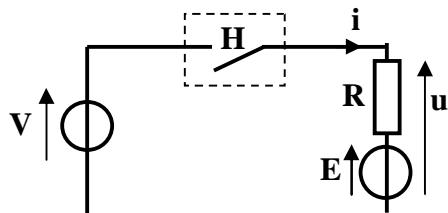
Pour cela nous calculons sa valeur moyenne sur une période : $\bar{u} \cdot T = V \cdot \alpha T$ soit :

$$\text{Valeur moyenne : } \bar{u} = \alpha \cdot V$$

Remarque : En réglant α de **0** à **1**, on fait varier la tension aux bornes de la résistance de **0** à **V**.

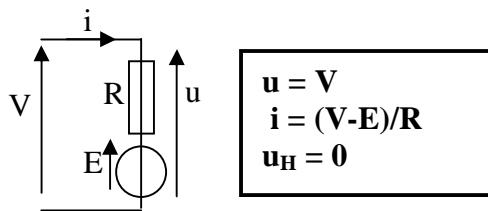
I.3.2. Débit sur une charge R,E

I.3.2.1. Schémas de montage

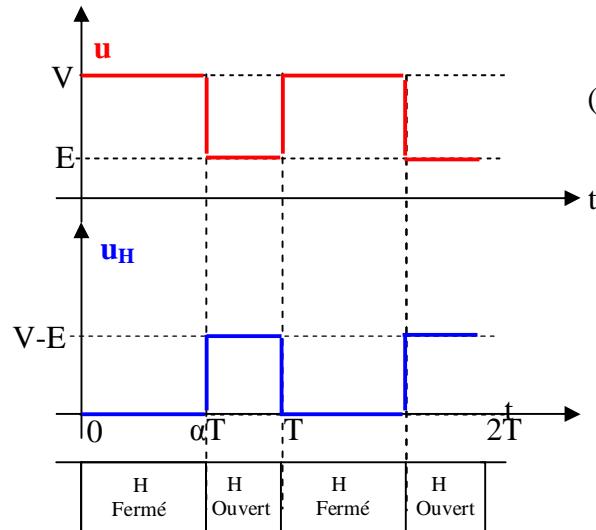
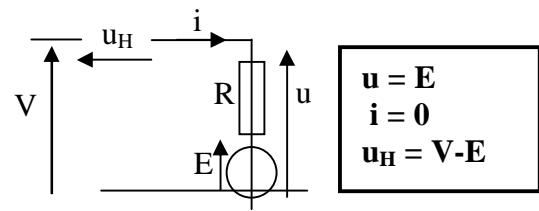


I.3.2.2. Analyse de fonctionnement

- $0 < t < \alpha T$: H est fermé



- $\alpha T < t < T$: H est ouvert



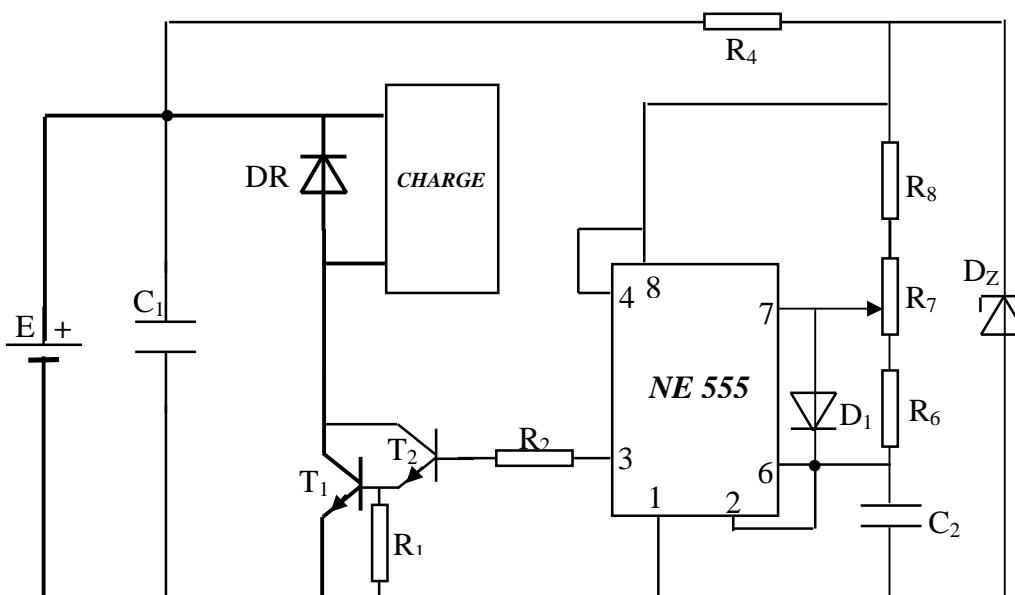
I.3.2.3. Valeur moyenne de la tension en sortie du hacheur

Exprimons la valeur moyenne de u en fonction du rapport cyclique α .

Valeur moyenne : $\bar{u} = \alpha \cdot T \cdot V + (T - \alpha \cdot T) E$ Soit : $\bar{u} = \alpha \cdot V + (1 - \alpha) E$

I.4. Exemple de circuit de commande

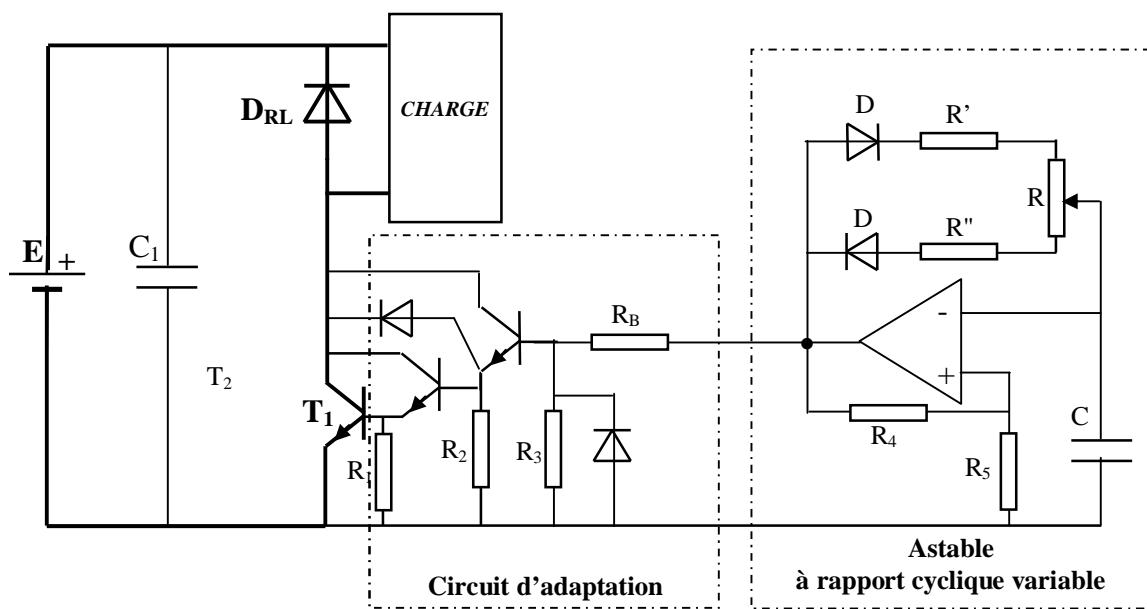
I.4.1 Circuit de commande à base de NE 555



Composants utilisés :

$R_1 = 4,7 \Omega$
 $R_2 = 220 \Omega$
 $R_4 = 100 \Omega - 5W$
 $R_6 = 4,7 K\Omega$
 $R_7 = 47 K\Omega$
 $R_8 = 4,7 K\Omega$
 $C_1 = 1000 \mu F - 50V$
 $C_2 = 2,2 nF$
 $T_1 = 2N 3055$
 $T_2 = 2N 1711$
 $DRL = BYX \text{ ou } BY$
 $(Id \leq 10A)$
 $D_1 = 1N 4148$
 $Dz = 6V - 1W$

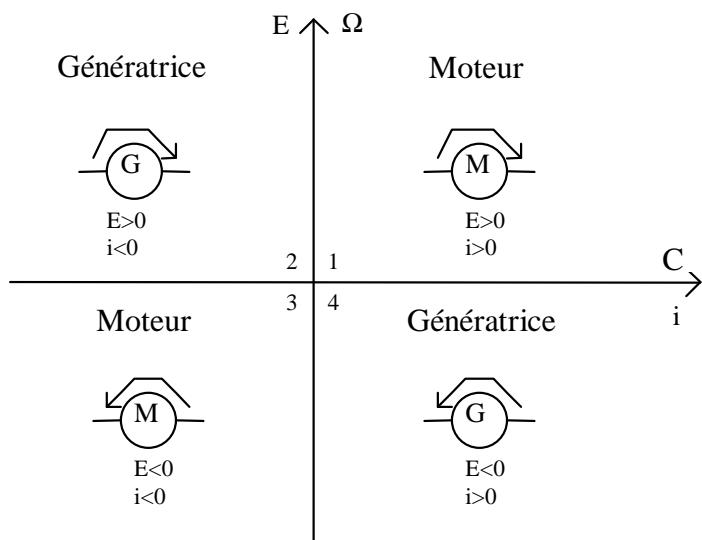
I.4.1 Circuit de commande à base de l'amplificateur opérationnel



I.5. hacheur réversible

Ce fonctionnement n'est possible que si la charge est un moteur à courant continu qui est une machine réversible.

I.5.1. Réversibilité



Ω : vitesse angulaire de la machine

E : sa fém. ($E = K\Omega$)

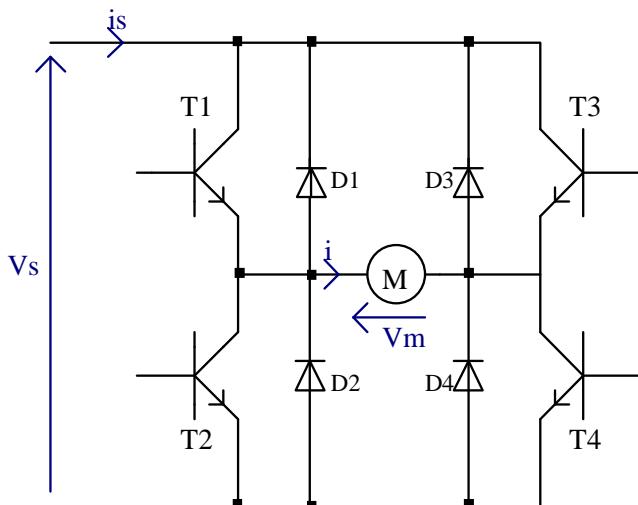
i : Intensité du courant qui la traverse

C : Moment du couple $C_{em}=K \cdot i$

Si la machine est un moteur de traction fonctionnant normalement dans le **quadrant 1**, on doit pouvoir freiner celui-ci : au lieu d'utiliser pour cela des moyens mécaniques, on peut utiliser des moyens électriques qui économisent de l'énergie. Il suffit en effet de faire fonctionner la machine en génératrice, et, tant qu'elle tourne ($E > 0$), de lui faire renvoyer de l'énergie dans sa source d'alimentation. La figure ci-dessus montre alors que le courant change de signe et on passe dans le **quadrant 2**.

Après la phase de freinage, on peut être conduit à demander à la machine de reprendre son fonctionnement en moteur, mais avec un sens de rotation différent du premier ($\Omega < 0$). L'explication des deux autres quadrants se fait de manière identique à la précédente.

I.5.2. Hacheur "quatre quadrants"



Fonctionnement:

- à chaque période T , on commande la fermeture de T_1 et T_4 pendant αT ;
- on commande la fermeture de T_2 et T_3 pendant le reste de la période.

Pour $0 < t < \alpha T$, on commande la fermeture de T_1 et T_4 :

- si $i > 0$, il passe par T_1 et T_4 et $V_m = V_s$;
- si $i < 0$, il passe par D_1 et D_4 et $V_m = V_s$.

Pour $\alpha T < t < T$, on commande la fermeture de T_2 et T_3 :

- si $i > 0$, il passe par D_2 et D_3 et $V_m = -V_s$;
- si $i < 0$, il passe par T_2 et T_3 et $V_m = -V_s$.

II. Variateurs de vitesse pour moteur à courant continu

Les variateurs de vitesse sont des préactionneurs **analogiques** c'est-à-dire qu'ils permettent de commander des actionneurs électriques (moteurs) par **modulation de l'énergie**.

II.1. Principe

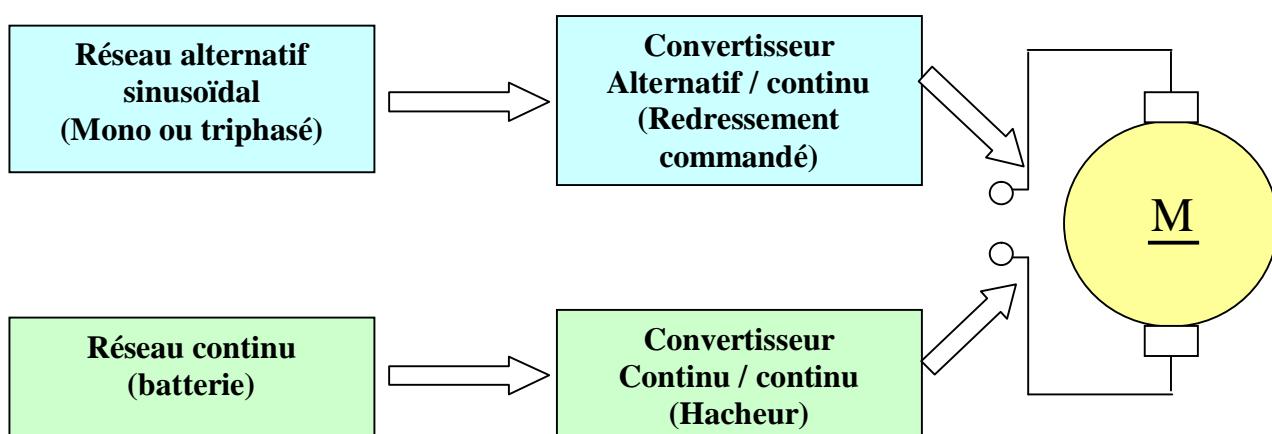
D'après les principes des moteurs à courant continu, on fait varier sa vitesse :

- Par variation de la tension moyenne aux bornes de l'induit.
- Par variation du flux inducteur (variation de la tension d'inducteur).

Pour faire varier les tensions d'induit ou d'inducteur, le variateur utilise des convertisseurs statiques constitués de composants électroniques.

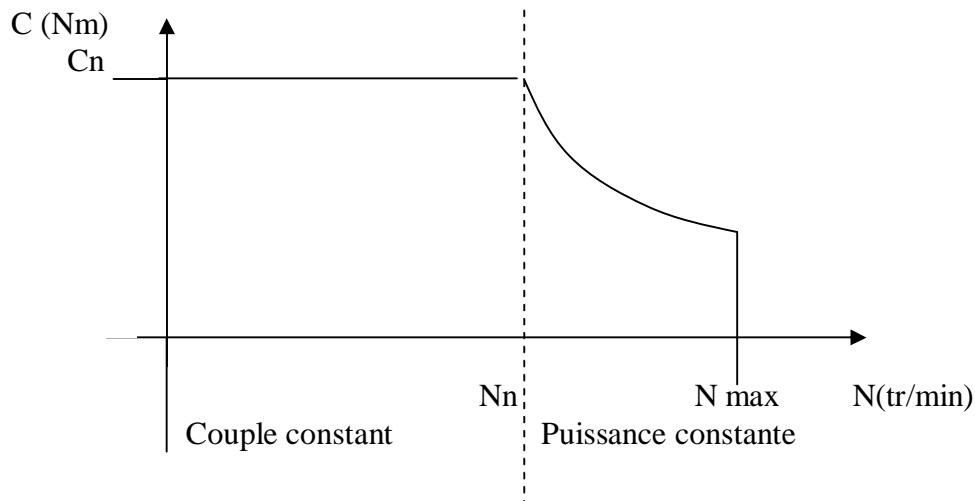
II.3. Constitution

En fonction de la nature de la source électrique, il existe deux types de convertisseur :



II.4. Variateur pour moteur à courant continu dans l'industrie

II.4.1. Caractéristique de l'association moto-variateur



De 0 à la vitesse nominale (N_n) :

- fonctionnement à couple constant.
- Variation de vitesse par variation de la tension d'induit
- Fonctionnement à flux constant

De la vitesse nominale à la vitesse maximale (N_{max}) :

- Fonctionnement à puissance constante
- Variation de vitesse par diminution du flux inducteur (defluxage).

Les variateurs de vitesse permettent une gamme de vitesse de 1 à 200.

$$\text{(Gamme de vitesse} = \frac{\text{Vitesse max}}{\text{Vitesse min}} \text{)}$$

II.4.2. Présentation de variateur de vitesse industriel



Schneider télemécanique
RECTIVAR 4

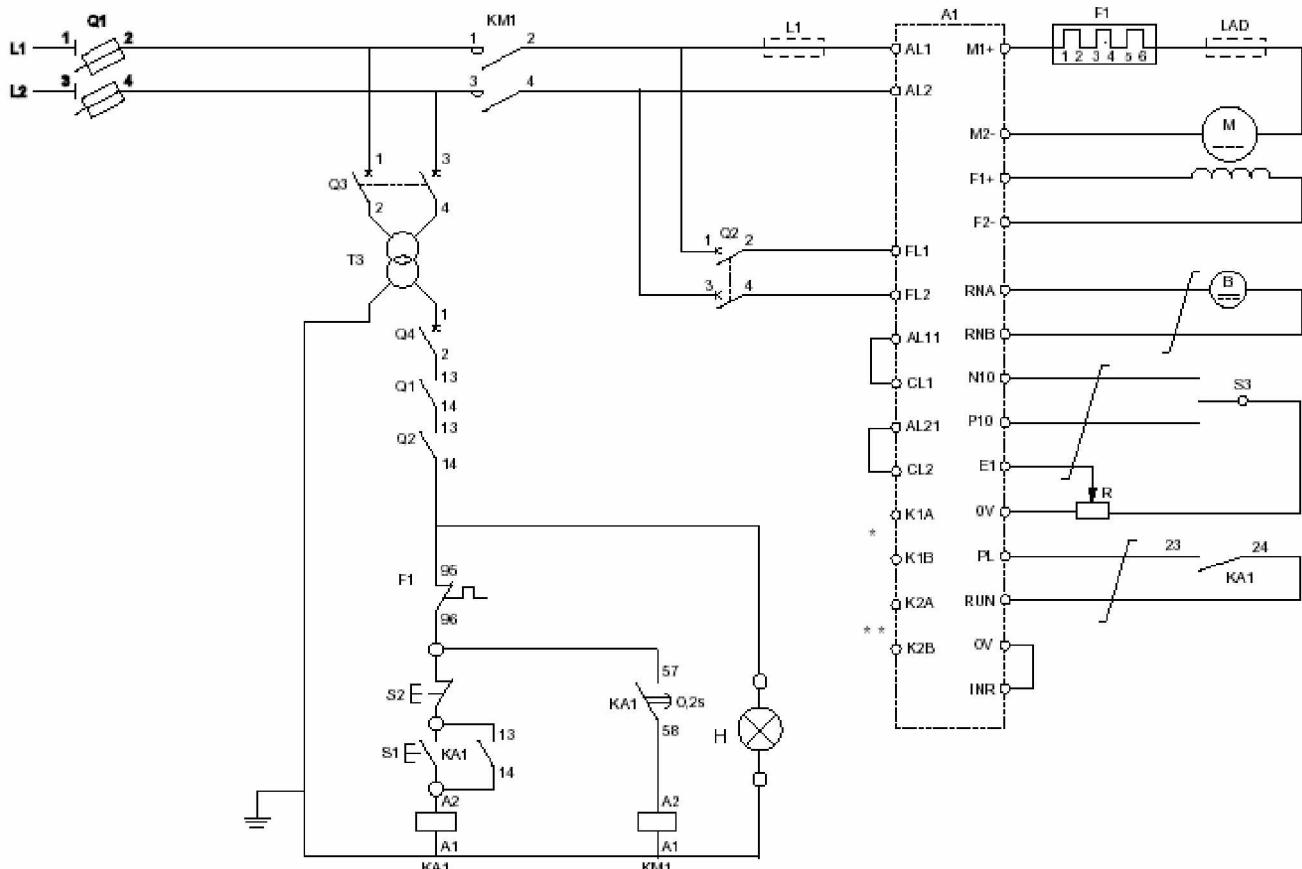
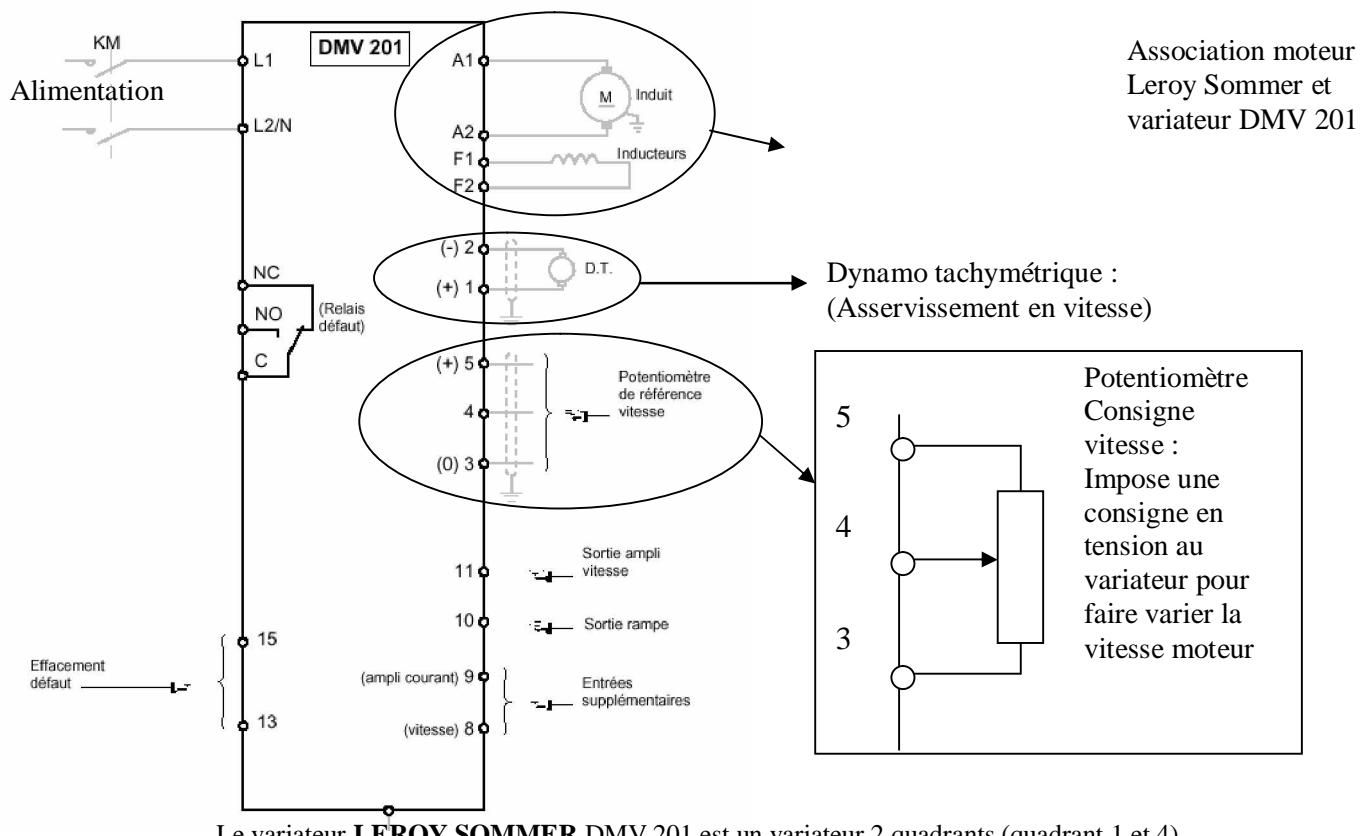


CEGELEC WNTC



Eurotherm

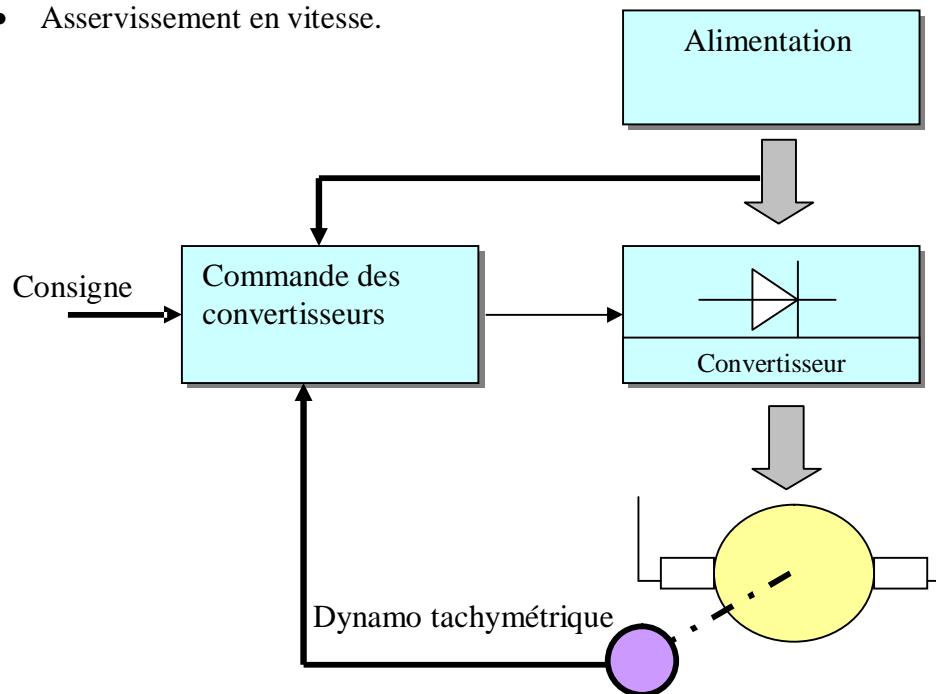
II.4.3. Présentation des schémas de câblage



Le variateur RECTIVAR 4 série 44 est un variateur 4 quadrants

II.4.4. Fonctions disponibles sur les variateurs.

- Limitation de courant Rôle : protection thermique du moteur
Réglage : $1,5 \times I_n$
- Asservissement en vitesse.



La vitesse du moteur est régulée, en fonction :

- La consigne.
- L'image de la vitesse donnée par la dynamo tachymétrique.
- Rampe d'accélération et de décélération réglable

