

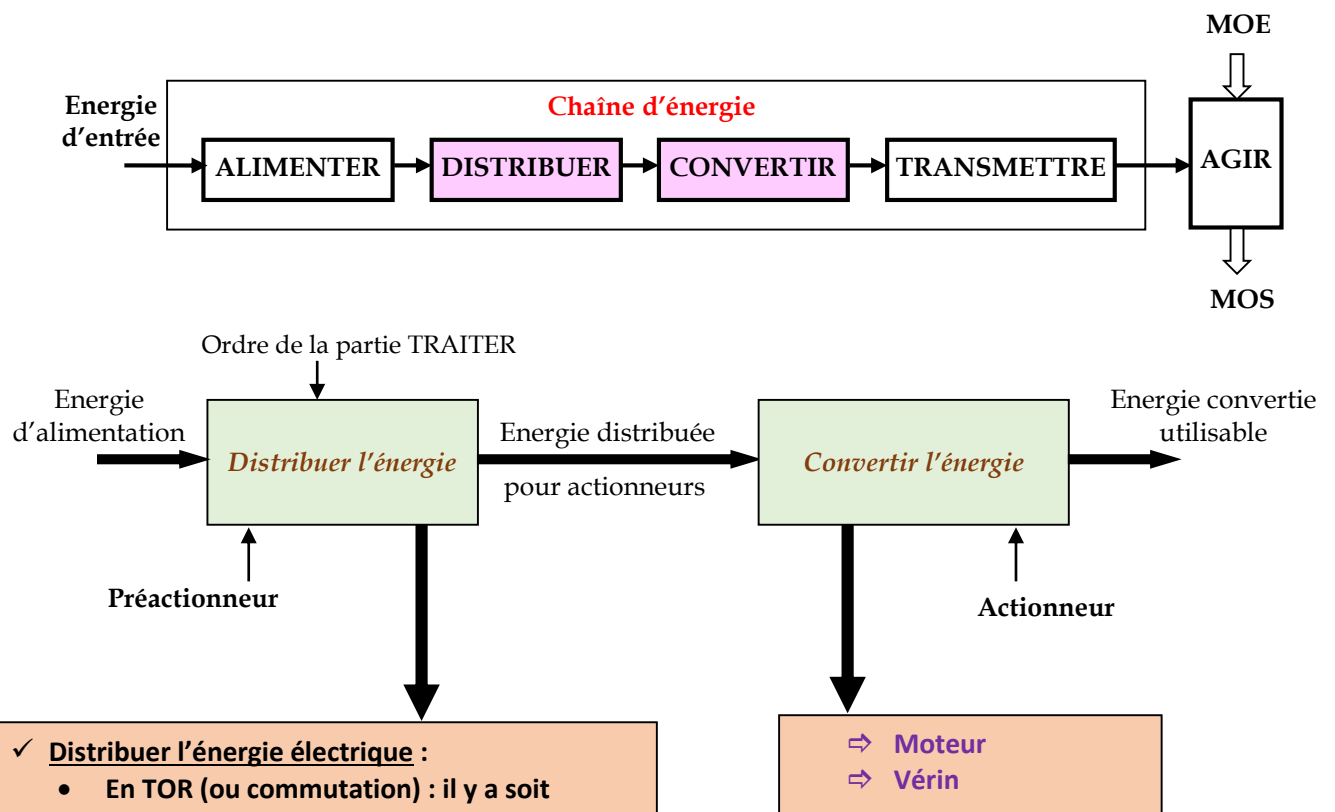
Les fonctions Distribuer et Convertir

Mise en situation

Le store automatique étant alimenté par l'énergie électrique,

- La mise en mouvement de ses éléments nécessite que l'énergie électrique soit convertie en énergie mécanique : c'est le rôle de la fonction **CONVERTIR**. Cette fonction est matérialisée par des composants dits **actionneurs**
- Mais avant, l'énergie électrique doit être convenablement acheminée vers le moteur afin d'obtenir l'action attendue (arrêt, montée ou descente du store) : c'est le rôle de la fonction **DISTRIBUER**. Cette fonction est matérialisée par des composants dits **préactionneurs**

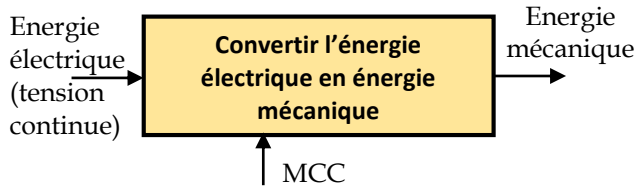
La position des fonctions DISTRIBUER et CONVERTIR dans la chaîne d'énergie est représentée par la suivante figure :



- ✓ **Distribuer l'énergie électrique :**
 - En TOR (ou commutation) : il y a soit établissement soit interruption de l'énergie
 - ⇒ Relais/contacteur
 - ⇒ Relais statique (électronique)
 - Par modulation : l'énergie est distribuée de façon graduelle
 - ⇒ Redresseur commandé
 - ⇒ Gradateur
 - ⇒ Hacheur
 - ⇒ Variateur de vitesse
- ✓ **Distribuer l'énergie pneumatique/hydraulique :**
 - ⇒ Distributeur

Convertir l'énergie

Moteur à courant continu MCC



Principe

Le MCC comporte deux parties, appelées stator (partie fixe) et rotor (partie mobile).

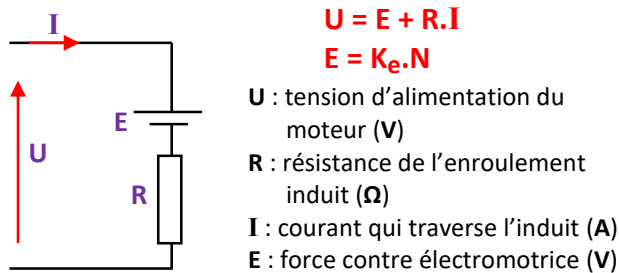
Le **stator**, aussi appelé **inducteur**, crée un champ magnétique.

Le **rotor**, aussi appelé **induit**, est alimenté par une tension continue U.

Les conducteurs du rotor, traversés par le courant et immergés dans le champ magnétique, sont soumis à la force de Laplace qui va faire tourner le rotor



Modèle équivalent de l'induit



K_e : constante du moteur

N : vitesse de rotation (tr/min)

Rendement

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

$$P_u = P_a - \text{Pertes}$$

$$P_u = C_u.\omega$$

$$\omega = \frac{2\pi.N}{60}$$

η : rendement du moteur (%)

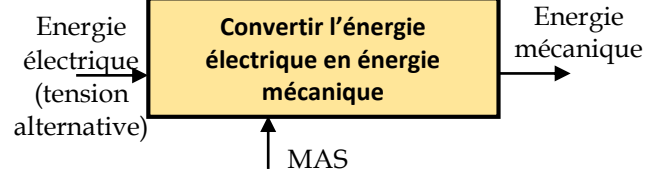
P_a : puissance absorbée (W)

P_u : puissance utile (W)

C_u : couple utile (Nm)

ω : vitesse de rotation (rd/s)

Moteur asynchrone MAS



Principe

Le stator, constitué de 3 bobines alimentées en triphasé, produit un champ magnétique tournant à la **vitesse de synchronisme N_s** .

Le rotor est le siège de courants induits et est alors soumis aux forces de Laplace, qui l'entraînent à une **vitesse de rotation N** légèrement inférieure à la vitesse N_s , d'où le nom de moteur **asynchrone**

On définit le glissement g (en %)

$$g = \frac{N_s - N}{N_s}$$

$$N_s = \frac{f}{p} \quad (\text{en tr/s})$$

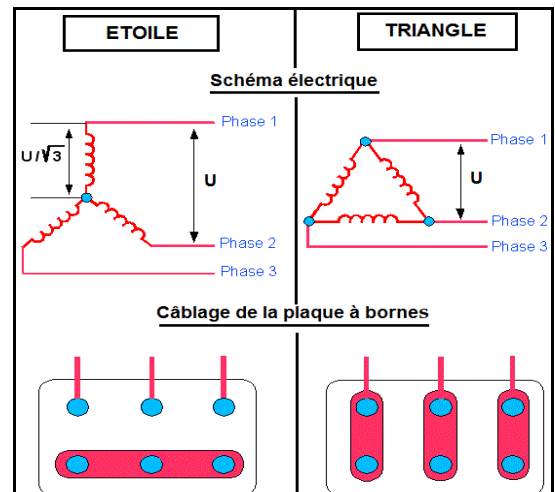
f : fréquence (Hz)

p : nombre de paires de pôles du stator



Couplage des enroulements statoriques

Le couplage des trois enroulements du stator peut être en **étoile Y** ou en **triangle Δ** . Il dépend des caractéristiques du réseau et du moteur



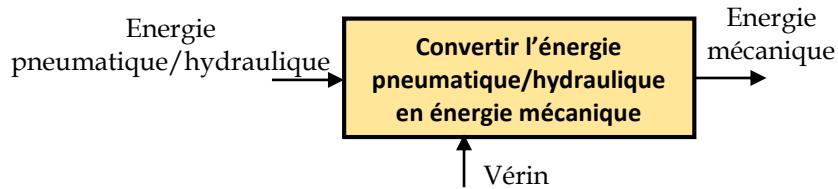
Moteur	Réseau (tension entre phases U)		
	230 V	400 V	690 V
127/230 V	Y	-	-
230/400 V	Δ	Y	-
400/690 V	-	Δ	Y

Rendement

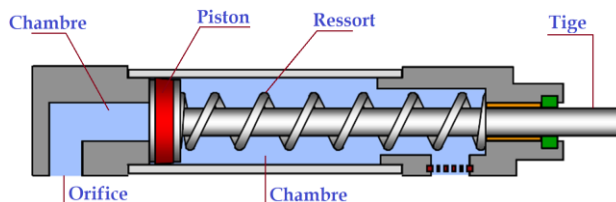
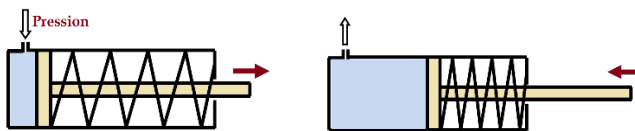
$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \quad P_a = \sqrt{3}UI \cos\phi \quad P_u = C_u.\omega$$

U et I : Tension d'alimentation et courant absorbé

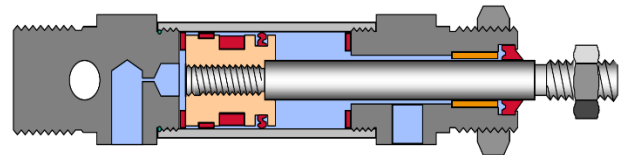
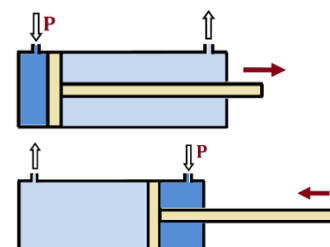
$\cos\phi$: facteur de puissance du moteur

Vérin pneumatique/hydraulique**Vérin simple effet**

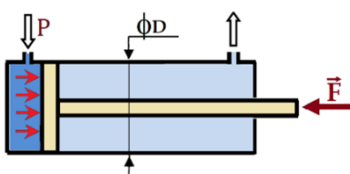
Un vérin est dit simple effet quand l'un des mouvements est obtenu grâce au fluide sous pression, tandis que l'autre est obtenu grâce à l'effet d'un ressort de rappel

Positions de la tige du vérin (rentrée et sortie)**Vérin double effet**

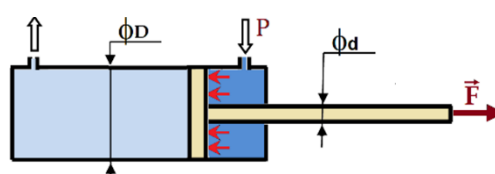
Dans un vérin double effet, la sortie et la rentrée de la tige s'effectue par l'application de la pression alternativement, de part et d'autre du piston

Positions de la tige du vérinCaractéristiques d'un vérin

Compte tenu de la relation $F = p \cdot S$, l'effort F développé pendant la sortie et la rentrée de la tige sont :



$$F = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$



$$F = p \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

p : pression de service (en Pa)
 d : diamètre de la tige (en m)
 D : diamètre du piston (en m)

Puissance utile

$$P_u = F \cdot V$$

(P_u en W, F en N et V vitesse en m/s)

Vitesse de déplacement de la tige

$$V = \frac{Q_v}{S}$$

(Q_v : débit volumique (en m³/s), S : surface utile (en m²))

Puissance absorbée

$$P_A = Q_v \cdot p$$

(P_A en W, Q_v en m³/s et p pression en Pa)

Exercices

1. La plaque signalétique d'un moteur à courant continu à aimant permanent indique :
 $P_u = 26,3 \text{ kW}$, $n = 1150 \text{ tr/min}$, $U = 440 \text{ V}$ et $I = 68,5 \text{ A}$
 La résistance de l'enroulement induit est **$R = 0,5 \Omega$**
- a. Calculer, en régime nominal, la f.c.é.m **E** , le couple utile **C_u** , la puissance absorbée **P_a** et le rendement **η** .
- b. Calculer l'intensité **I_d** qui serait absorbée au moment d'un démarrage direct
2. Un moteur asynchrone tourne à **965 tr/min** avec un glissement de **$3,5 \%$** .
 Déterminer la vitesse de synchronisme **N_s** et le nombre de pôles du moteur sachant que la fréquence du réseau est **$f = 50 \text{ Hz}$** .
3. La plaque signalétique d'un moteur asynchrone porte les indications suivantes :
- Le moteur est alimenté par un réseau triphasé 50 Hz, 380 V entre phases.
- | | | |
|----------|-------------|-----------------------|
| 3 ~ | 50 Hz | 3kW |
| Δ | 220 V | 11 A |
| Y | 380 V | 6,4 A |
| | 1455 tr/min | $\cos \varphi = 0,80$ |
- a. Quel doit être le couplage de ses enroulements pour qu'il fonctionne normalement ?
- b. Quelle est la vitesse de synchronisme **N_s** ? (remarquer que **$N = 1455 \text{ tr/min}$**)
- c. En déduire le nombre de pôles du moteur
- d. En régime nominal, calculer le glissement **g** , la puissance absorbée **P_a** , les pertes, le rendement **η** et le couple utile **C_u**

58	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LES FONCTIONS DISTRIBUER ET CONVERTUR	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

Distribuer l'énergie

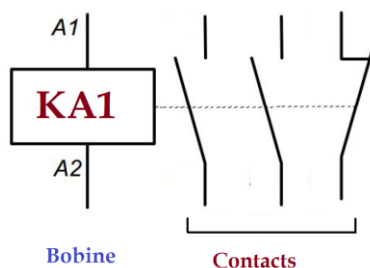
Distribuer l'énergie électrique

Relais

Un relais est constitué d'une bobine qui, sous l'ordre la partie Traiter, s'excite et attire une armature ferromagnétique qui déplace un ou plusieurs contacts



Symbole

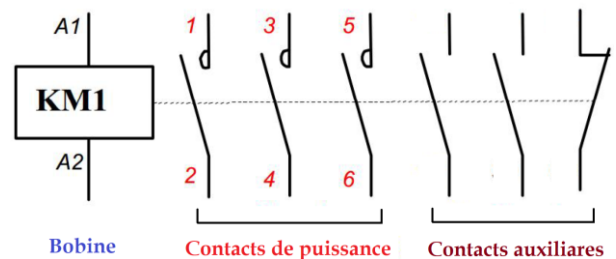


Contacteur

le contacteur repose sur le même principe qu'un relais, mais le courant mis en jeu est important.

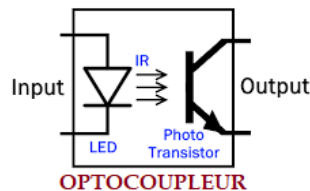


Symbole



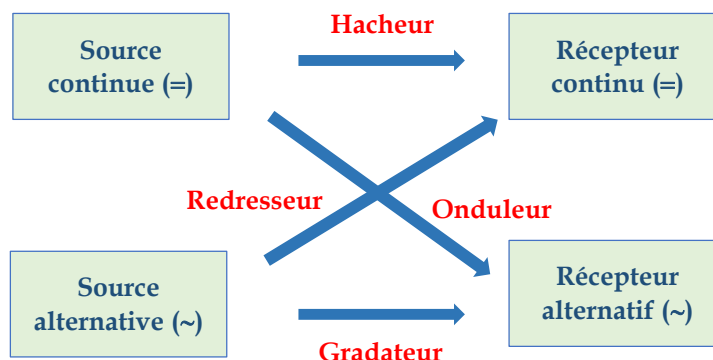
Relais statique

Par opposition au relais électromagnétique, le relais statique ne possède pas de pièces en mouvement ; la commutation est assurée par un dispositif électronique (optocoupleur) constitué d'une LED et d'un phototransistor



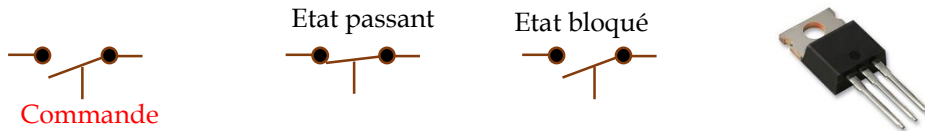
Convertisseurs

Un convertisseur statique est un montage utilisant des interrupteurs à semi-conducteurs (transistor, thyristor, triac, IGBT...) permettant, par une commande convenable de ces derniers, d'adapter une source d'énergie à un récepteur



Interrupteur statique

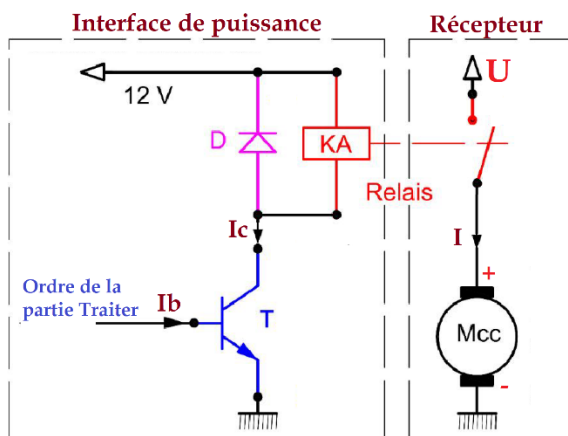
C'est un composant électronique à semi-conducteurs dont on peut commander l'état (passant ou bloqué).
Un interrupteur statique peut être transistor, thyristor, triac, IGBT...



Transistor bipolaire	Thyristor	Triac	IGBT
B : base (entrée de commande) C : collecteur E : émetteur	G : gâchette (entrée de commande) A : anode K : cathode	G : gâchette (entrée de commande) A1 et A2 : anodes	G : gâchette (entrée de commande) C : collecteur E : émetteur

Convertisseurs statiques et leurs fonctions

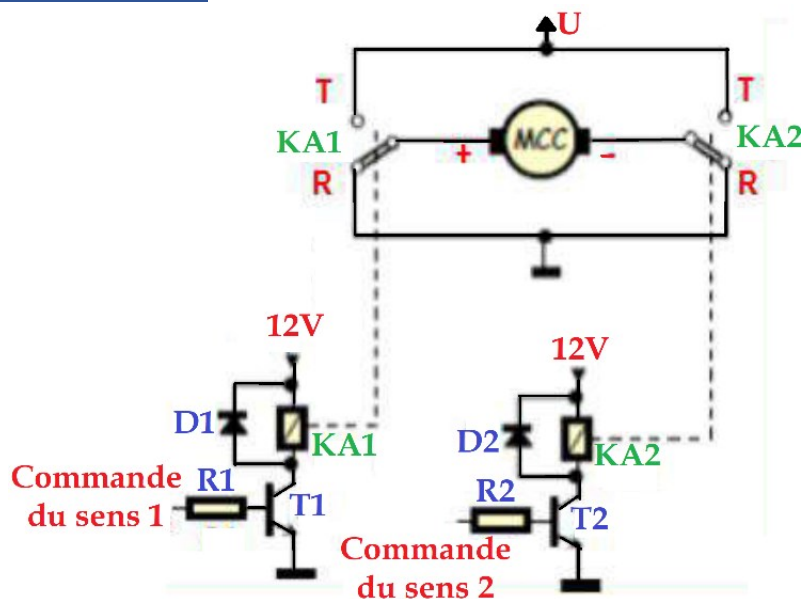
Convertisseur	Symbole	Tension d'entrée	Tension de sortie
Redresseur Transformer une tension alternative sinusoïdale en une tension redressée de valeur moyenne fixe			
Redresseur commandé Transformer une tension alternative sinusoïdale en une tension redressée de valeur moyenne réglable			
Hacheur Transformer une tension continue fixe en une tension de valeur moyenne réglable			
Onduleur Transformer une tension continue fixe en une tension périodique			
Gradateur Transformer une tension sinusoïdale de valeur efficace constante en une Tension alternative de valeur efficace réglable			

Commande d'un moteur via une interface de puissance

La commande du moteur ne provient pas directement de la partie Traiter, mais via un relais piloté par un transistor. En effet, sous un ordre du module de traitement, le transistor **T** est saturé et le relais **KA** s'excite. Le contact du relais est aussitôt fermé, le moteur se met en marche. Les courants mis en jeu sont tels que $I_b \ll I_c \ll I$.

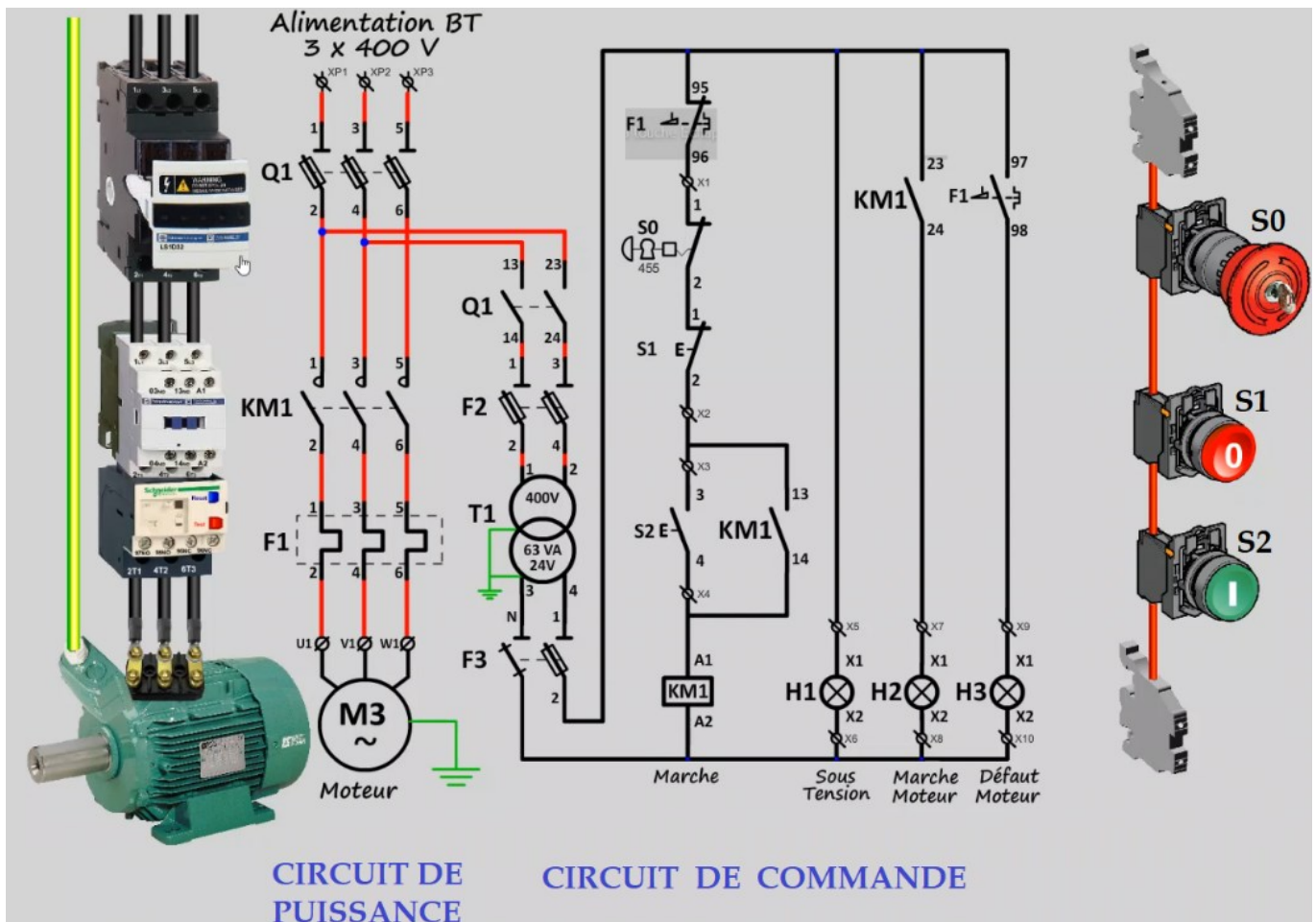
La diode **D**, dite diode de **roue libre**, protège le transistor **T**, lorsque celui-ci passe à l'état bloqué, contre les surtensions dues à l'énergie emmagasinée dans la bobine.

Ainsi, cette énergie emmagasinée est évacuée à travers la diode **D** lorsque le transistor se bloque.

Inversion de sens de rotation d'un MCC

L'inversion du sens de rotation d'un MCC est obtenue en inversant le courant dans l'induit donc en inversant les polarités.

- Un ordre de commande du sens 1 excite le relais KA1 (position T) ; le moteur est alors sous tension et tourne dans le sens 1.
- Un ordre de commande du sens 2 excite le relais KA2 ; le moteur est alimenté avec polarités inversées et tourne dans le sens 2.

Commande d'un moteur asynchrone triphasé en un seul de marche

Q1 : sectionneur porte-fusibles

KM1 : contacteur

F1 : relais thermique

T1 : transformateur

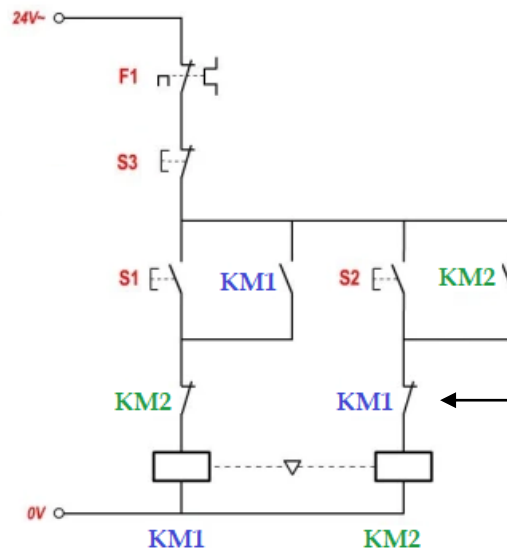
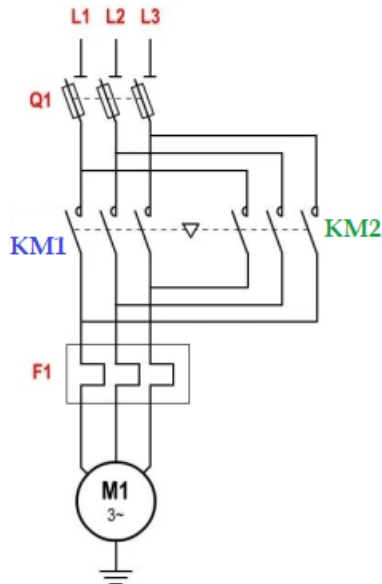
S0, S1, S2 : respectivement bouton arrêt d'urgence, bouton arrêt et bouton marche

H1, H2, H3 : voyants de signalisation ; respectivement signalisation de mise sous tension, signalisation de marche du moteur et signalisation de défaut de surcharge

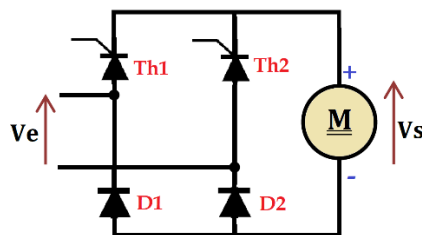
- Un appui sur le bouton **S2** enclenche la bobine (repère A1-A2) du contacteur **KM1** ; tous les contacts de **KM1** sont alors fermés, le moteur tourne
Si on relâche **S2**, le moteur continue à tourner car la bobine **KM1** reste excitée grâce à son contact **d'auto-maintien** KM1 (repère 13-14)
 - Une impulsion sur **S2** provoque la désexcitation de la bobine **KM1** ; les contacts **KM1** sont alors ouverts ; le moteur s'arrête
- Le bouton arrêt d'urgence **S1** permet d'arrêter le moteur en cas de danger
- En cas de surcharge, le relais thermique **F1** intervient pour ouvrir son contact **F1** (repère 95-96) qui provoque l'arrêt et fermer son contact **F1** (repère 97-98) qui allume le voyant **H3** signalant ce défaut
- Le sectionneur porte-fusibles permet d'isoler l'installation (la séparer de l'alimentation) ; les fusibles protègent contre les courts-circuits

Commande d'un MAS triphasé en deux sens de marche

Pour inverser le sens de marche d'un MAS triphasé, il suffit d'inverser deux des trois phases

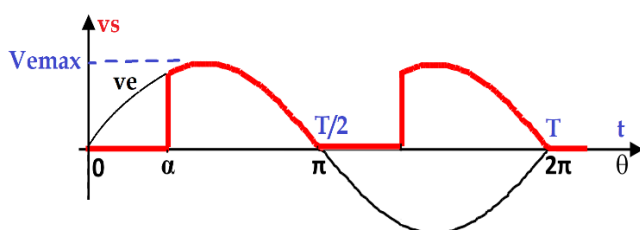


Contact de verrouillage qui empêche KM2 de se fermer pendant que KM1 fonctionne

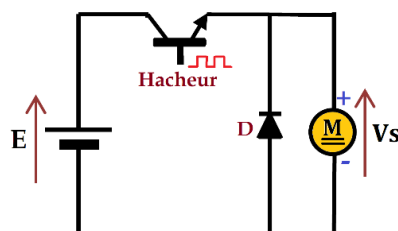
Variation de la vitesse d'un MCC par redresseur à thyristors (commandé)

Ci-contre un redresseur commandé fait par un pont mixte composé de deux diodes et de deux thyristors.

Le retard à l'amorçage α du thyristor permet de régler la valeur moyenne $\langle vs \rangle$ de la tension aux bornes du moteur et donc sa vitesse

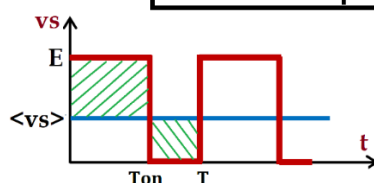


$$\langle vs \rangle = \frac{V_{max}}{\pi} \cdot (1 + \cos \alpha)$$

Variation de la vitesse d'un MCC par hacheur

Avec une commande appropriée, le hacheur (ici transistor) s'ouvre et se referme de façon périodique

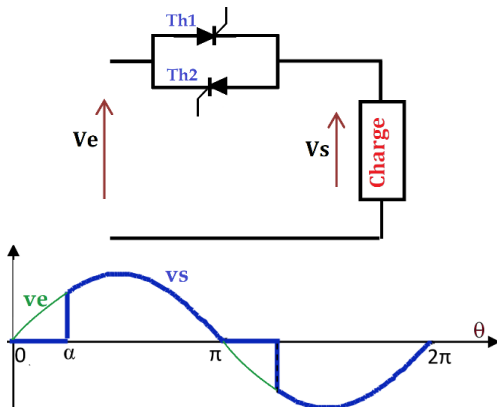
En agissant sur le temps de fermeture T_{on} , on arrive à régler la valeur moyenne $\langle vs \rangle$ de la tension aux bornes du moteur et donc sa vitesse



On définit le rapport cyclique par

$$\alpha = \frac{T_{on}}{T} \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

$$\langle vs \rangle = \alpha \cdot E$$

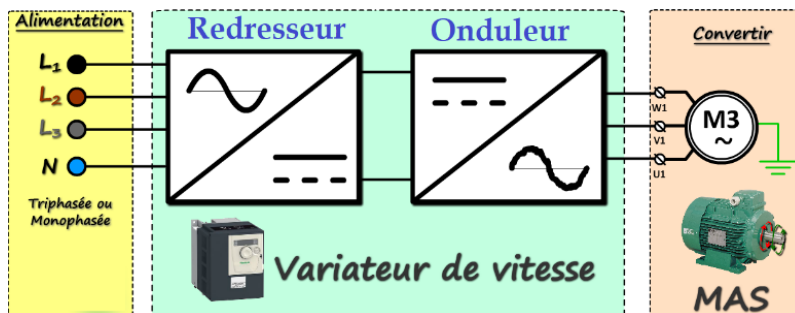
Variation de la tension efficace aux bornes d'une charge

Ci-contre un gradateur constitué par deux thyristors montés en tête-bêche

En agissant sur l'angle de retard à l'amorçage α , on arrive à régler la valeur efficace V_{seff} de la tension aux bornes du de la charge

$$V_{\text{seff}} = V \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} - \frac{\sin 2\alpha}{2}} \quad (V \text{ étant la valeur efficace de } v_e)$$

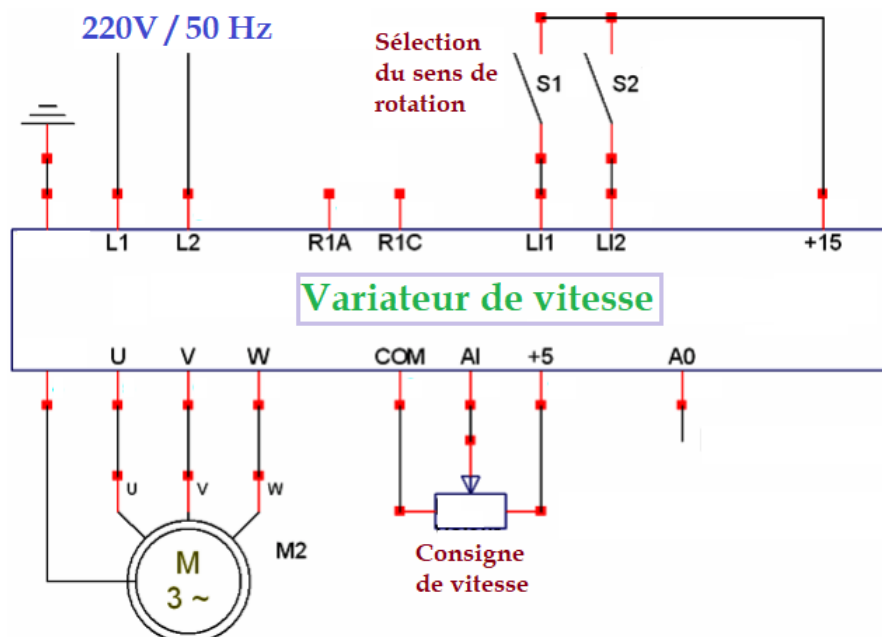
Utilisation du gradateur : contrôle de la luminosité d'une lampe, de la puissance d'un appareil de chauffage....

Contrôle de la vitesse d'un MAS triphasé par variateur de vitessePrincipe

$$N = N_s(1 - g) = \frac{f}{p}(1 - g)$$

La variation de la vitesse N du moteur peut donc être obtenue par variation de la fréquence f de la tension d'alimentation

A partir de la tension du secteur **50 Hz**, on produit une tension continue moyennant un redresseur, puis une tension triphasée de **fréquence réglable** moyennant un onduleur

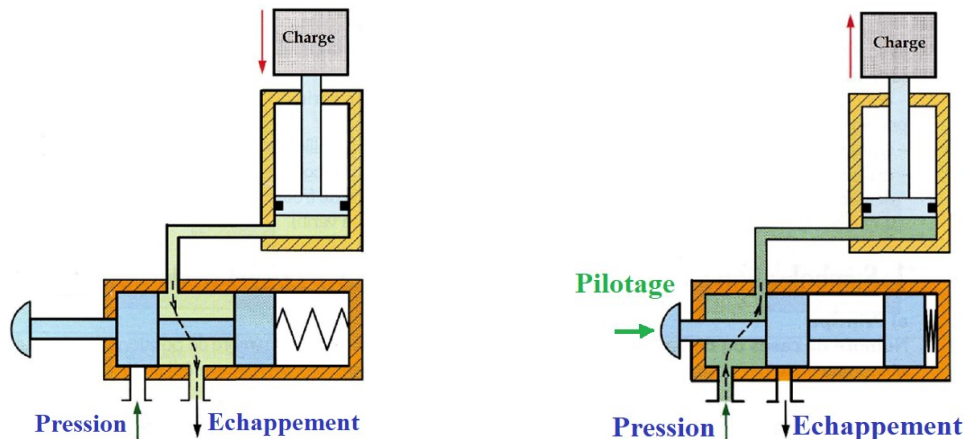


Distribuer l'énergie pneumatique/hydraulique

Distributeur

Le distributeur est un dispositif de commutation qui met les chambres d'un vérin à la pression ou à l'échappement selon l'ordre de pilotage provenant de la partie Traiter

Le distributeur abrite une partie mobile appelée tiroir qui, sous un ordre de commande, se déplace pour fermer et ouvrir des orifices de fluide et ainsi piloter les différents états d'un vérin

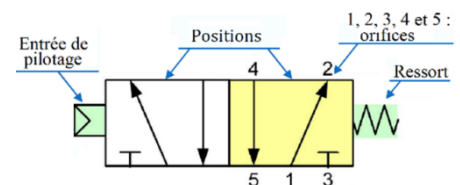


Désignation des distributeurs

Un distributeur est caractérisé par :

- Le nombre d'orifices (2, 3, 4, ou 5)
 - Le nombre de position du tiroir (2 ou 3 en général)
 - Le type de commande (pilotage) : manuel, électrique, pneumatique
- Dans un distributeur monostable, un ressort de rappel ramène le dispositif à sa position initiale dès que le signal de commande (pilotage) est interrompu
- Dans un distributeur bistable, chacune des deux positions est obtenue par un signal appliqué à une entrée de pilotage

Exemple : ci-contre, un distributeur **5/2** (5 orifices / 2 positions)
monostable à **pilotage pneumatique**



Désignation	Symbole	Désignation	Symbole
Distributeur 2/2		Distributeur 4/3	
Distributeur 3/2		Distributeur 5/2	
Distributeur 4/2		Distributeur 5/3	

66	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LES FONCTIONS DISTRIBUER ET CONVERTIR	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

Commande (Pilotage)		Symbole
Manuel	Bouton poussoir	
	Levier	
	Pédale	
Mécanique	poussoir	
	Galet	
	Ressort	

Commande (Pilotage)	Symbole
Electrique	
Pneumatique	
Hydraulique	
Electro-pneumatique	

Accessoires d'une installation pneumatique / hydraulique

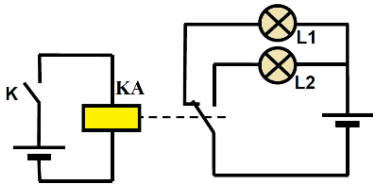
Symbole	Composant
	Réservoir
	Source de pression pneumatique
	Source de pression hydraulique
	Echappement
	Manomètre
	Débitmètre
	Lubrificateur
	Filtre
	Purgeur manuel

Symbole	Composant
	Groupe de conditionnement
	Groupe de conditionnement (schéma simplifié)
	Vanne (Robinet)
	Limiteur de pression (Soupape de sécurité)
	Régulateur de pression
	Clapet de non-retour
	Réducteur de débit
	Réducteur de débit réglable
	Réducteur de débit unidirectionnel réglable (Clapet de non-retour à étranglement)

Symbole	Composant
	Compresseur
	Pompe hydraulique
	Moteur hydraulique
	Moteur pneumatique
	Silencieux
	Fonction OU (sélecteur de circuit)
	Fonction ET (sélecteur à deux entrées)

Exercices

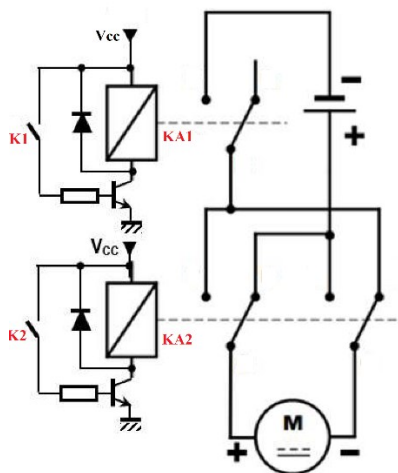
1. Compléter le tableau de fonctionnement du montage



Etat du l'interrupteur k	Etat de la lampe L1 (allumée ou éteinte)	Etat de la lampe L2 (allumée ou éteinte)
Ouvert		
Fermé		

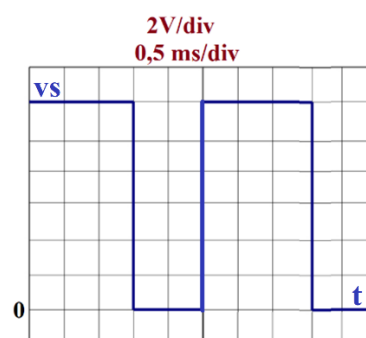
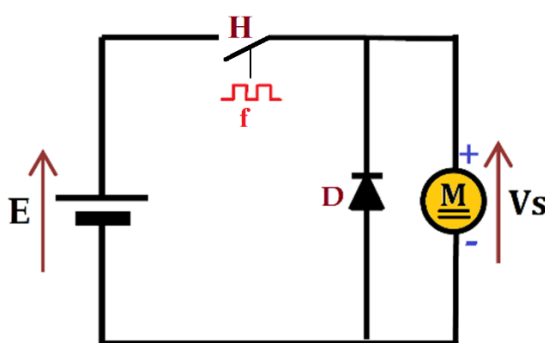
2. Inversion du sens de marche d'un MCC.

Compléter le tableau de fonctionnement



K1 (Ouvert / Fermé)	K2 (Ouvert / Fermé)	Relais KA1 (Excité / déexcité)	Relais KA2 (Excité / déexcité)	Moteur (Arrêt / sens1 / sens2)
O	O	.....	.....	.....
O	F	.....	.....	.....
F	O	.....	.....	Sens 1
F	F	.....	.....	.....

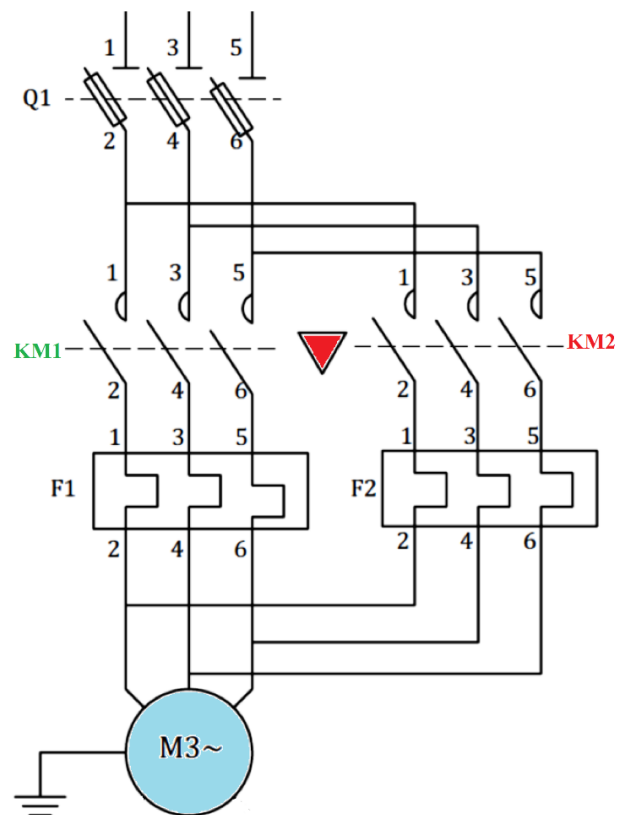
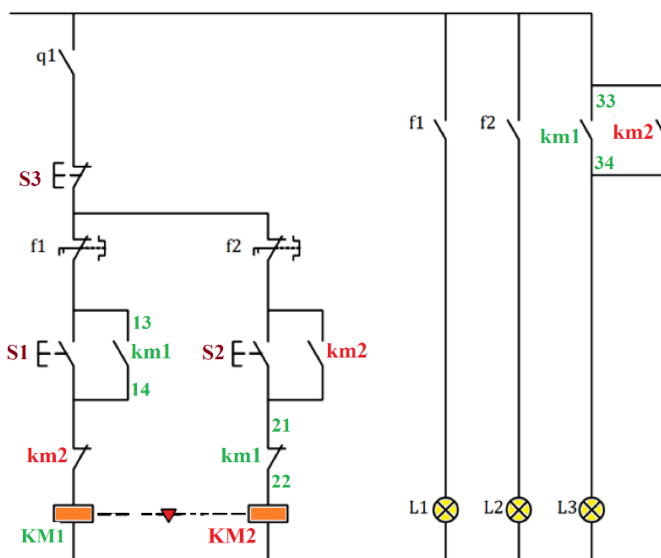
3. Hacheur



- Que représente H ?
- Préciser le rôle de la diode D
- Déterminer la valeur de la fréquence de hachage f
- Déterminer la valeur du rapport cyclique α
- Déterminer la valeur de la f.é.m. E
- En déduire la valeur de la tension moyenne $\langle v_s \rangle$

4. Inversion du sens de marche d'un MAS triphasé.

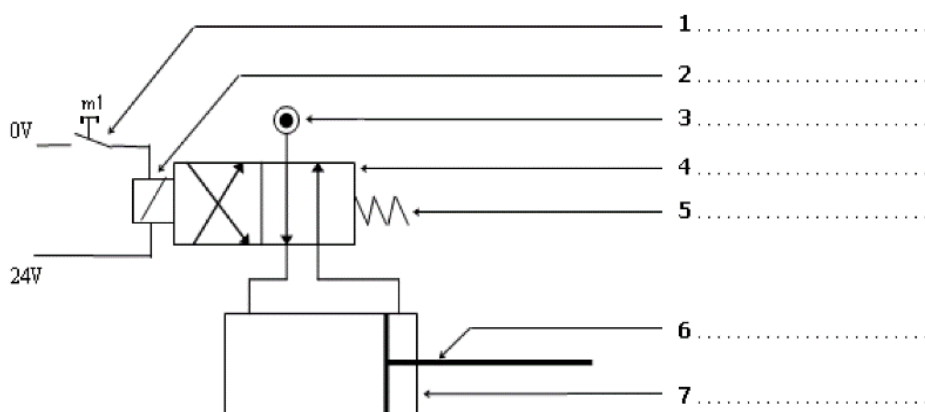
Compléter le tableau



69	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LES FONCTIONS DISTRIBUER ET CONVERTIR	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

Repère	Désignation	Fonction
Q1		
F1		
M		
KM1		
S1, S2 et S3		
L1, L2 et L3		
km1 (13-14)		
km1 (33-34)		
km1 (21-22)		

5. Commande électrique d'un vérin pneumatique



- Compléter la légende
- Le préactionneur est-il Monostable ☐ ou Bistable ☐ ?
- Repasser en rouge le circuit en pression, en vert le circuit à l'échappement et en bleu le circuit de commande

70	Chaîne d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LES FONCTIONS DISTRIBUER ET CONVERTIR	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

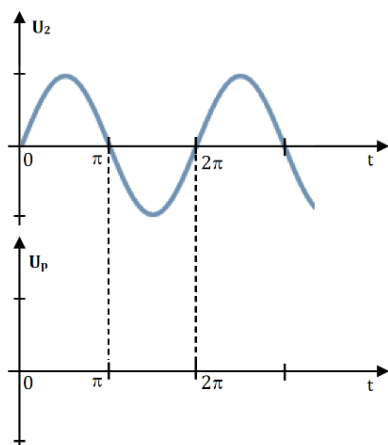
6. Exercice (extrait d'u sujet national)

Le système présenté dans ce sujet est une tête de coupe

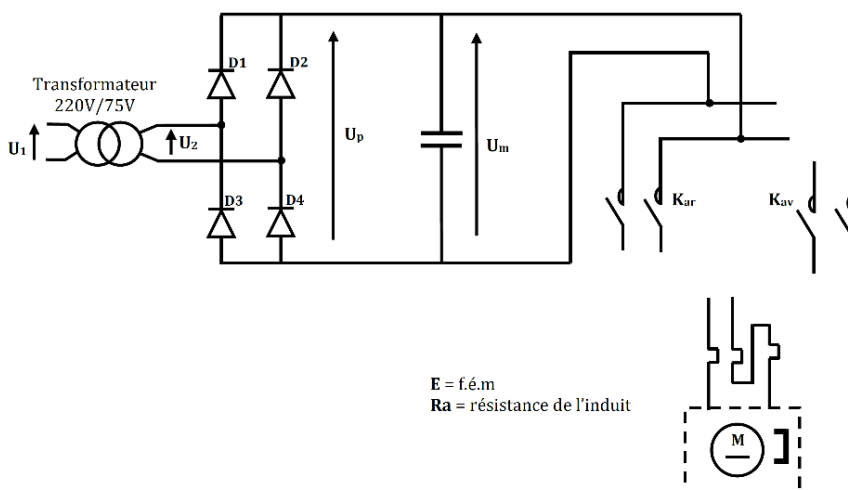
On se limite à la partie qui concerne la chaîne d'énergie concernant l'affûtage de la lame qui est composée d'un moteur à courant continu à aimant permanent et de deux contacteurs **Kav** et **Kar** (inversion de sens de rotation).

- a. Sur quel paramètre électrique peut-on agir pour faire varier la vitesse de rotation d'un moteur à courant continu ?
-

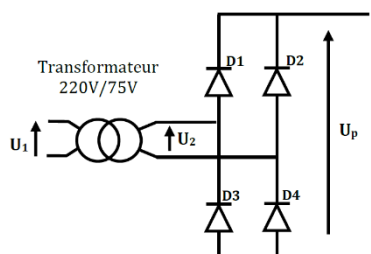
- b. En utilisant le **D.Res 1**, tracer la tension **Up** à la sortie du pont de diodes et donner sa valeur moyenne



- c. Sachant que le moteur d'affûtage tourne dans les deux sens de rotation, compléter le schéma de câblage des contacteurs **Kav** et **Kar**.



- d. Calculer la constante de vitesse **Ke**, sachant que pour une vitesse de rotation **N = 2500 tr/min**, la f.é.m. **E = 46,25 V**.
- e. Calculer la f.é.m. **E** et le courant dans l'induit **In**, lorsque le moteur tourne à la vitesse de rotation nominale **Nn = 3000 tr/min** (on prend : **Um = 70 V**, **Ra = 11,82 Ω**).
- f. Calculer les pertes par effet Joules **Pj** dans l'induit.
- g. Calculer le rendement **η** du moteur. La somme des pertes autres que les pertes Joules est **Pc = 8 W**.
- h. Choisir sur l'extrait du catalogue **SANYO DENKI** du **D.Res 1**, la référence du moteur adéquat.

Document ressources : D. Res 1Redressement monophaséExtrait du catalogue SANYO DENKI

DESIGNATON	SYMBOLE	UNITE	REFERENCE MOTEUR				
			T404	T406	T506	T511	T720
Puissance utile	Pu	W	40	60	60	110	200
Vitesse nominale	Nn	tr/min	3000	3000	3000	3000	3000
Couple utile	Cu	Nm	0,08	0,137	0,156	0,270	0,605
Tension nominale	Un	V	72	70	75	75	80
Courant nominal	In	A	1,0	1,4	1,2	2,0	3,4
Constante de vitesse	Ke	V/(tr.min ⁻¹)	0,0182	0,0185	0,0191	0,0216	0,0242
Constante de couple	Kc	Nm/A	0,174	0,177	0,183	0,21	0,23
Résistance de l'induit	Ra	Ω	18,6	11,8	12,1	5,1	2,8

Expression de la valeur instantanée

$$U_2(t) = U_2\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t)$$

72	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LES FONCTIONS DISTRIBUER ET CONVERTIR	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

7. Exercice

Un MAS tétrapolaire (4 pôles) portes les indications suivantes : $f = 50 \text{ Hz}$ $U = 400\text{V}$ $N = 1400 \text{ tr/min}$

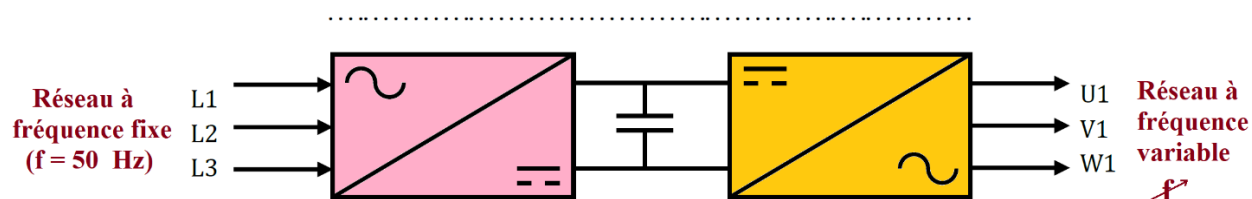
- a. Calculer la vitesse de synchronisme N_s et le glissement g au fonctionnement nominal

.....

.....

.....

- b. La figure suivante représente le dispositif utilisé pour commander ce moteur. Indiquer, sur la figure, son nom ainsi que les noms de ses constituants



Grâce à l'onduleur, on varie la fréquence de l'alimentation du moteur tout en imposant le rapport $U/f = \text{constante}$.

- c. Pour les fréquences $f_1 = 20 \text{ Hz}$ et $f_2 = 30 \text{ Hz}$, calculer les vitesses de synchronismes N_{s1} et N_{s2}
- d. Calculer les tensions U_1 et U_2 appliquées au moteur pour les deux cas

.....

.....

.....

.....

.....

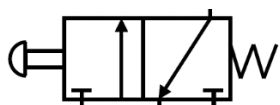
.....

.....

8. Identifier les composants suivants :

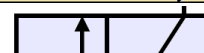
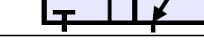


.....

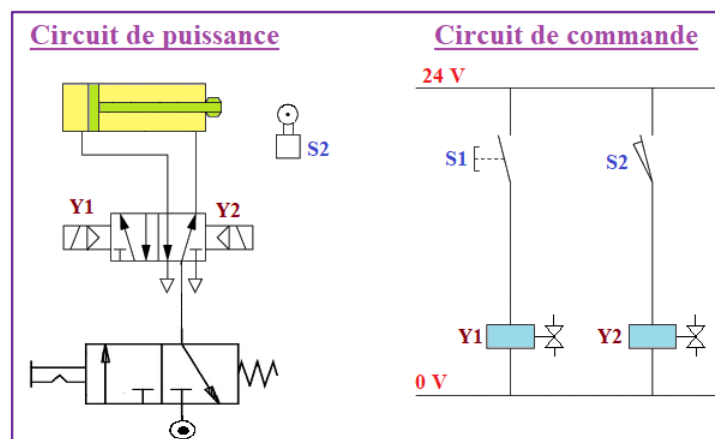


.....

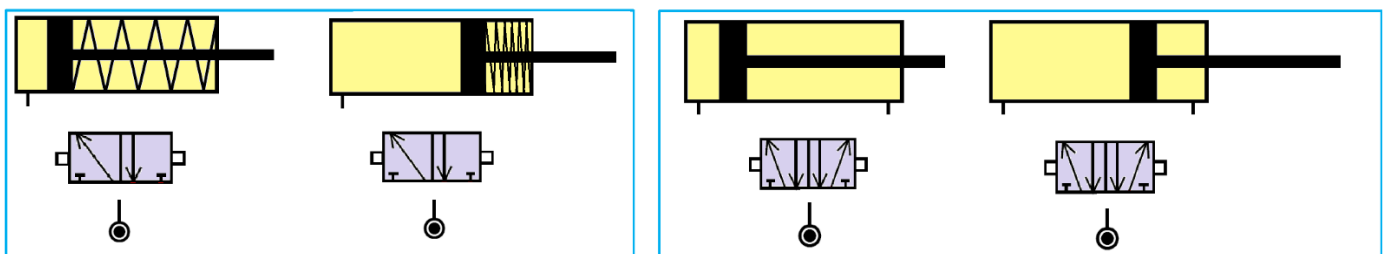
9. A partir de la désignation du distributeur, dessiner les entrées de pilotage

Monostable, piloté par pédale	Bistable à commande pneumatique	Bistable à commande hydraulique
		
Monostable, piloté par galet	Bistable à commande pneumatique et électrique	Bistable à commande électrique
		

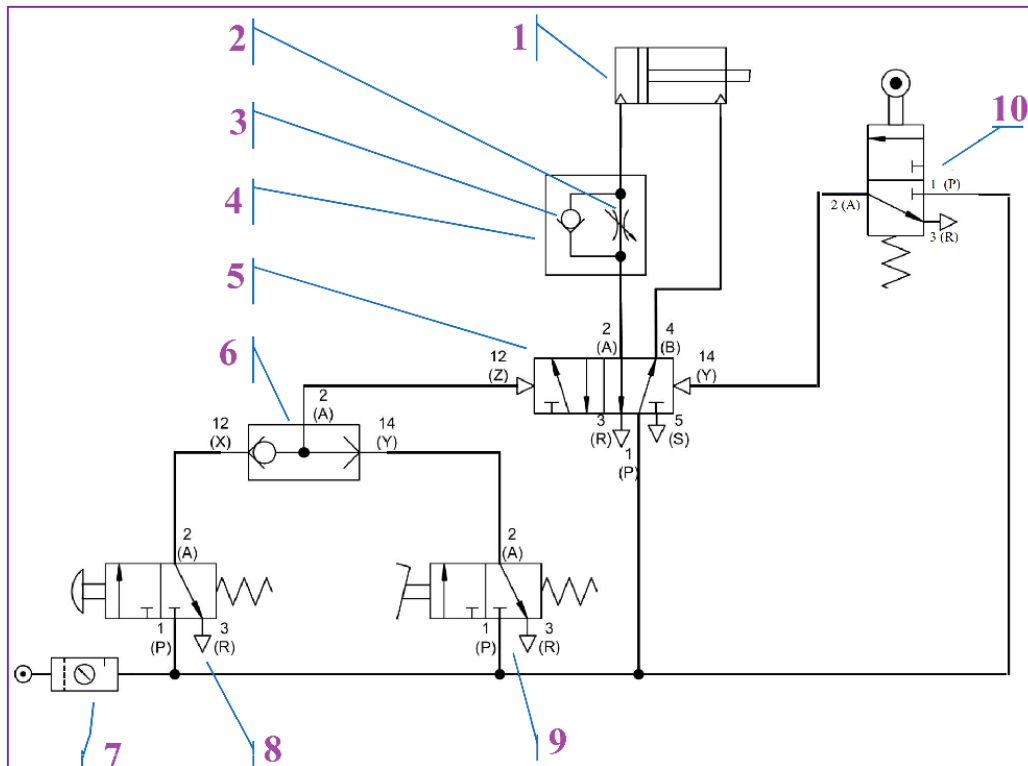
10. Donner une description du fonctionnement de ce circuit :



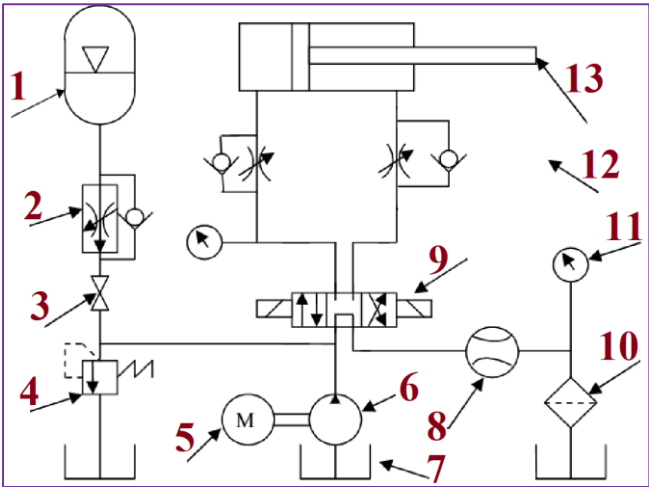
11. La figure propose un vérin simple effet commandé par un distributeur 3/2 et un vérin double effet commandé par un distributeur 5/2. Compléter le câblage pour les deux positions des vérins



12. Identifier les éléments constituant l'installation et en donner une brève description du fonctionnement

This image shows a full page of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for handwriting practice or general writing. There are no margins, text, or other markings on the page.

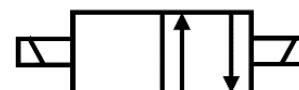
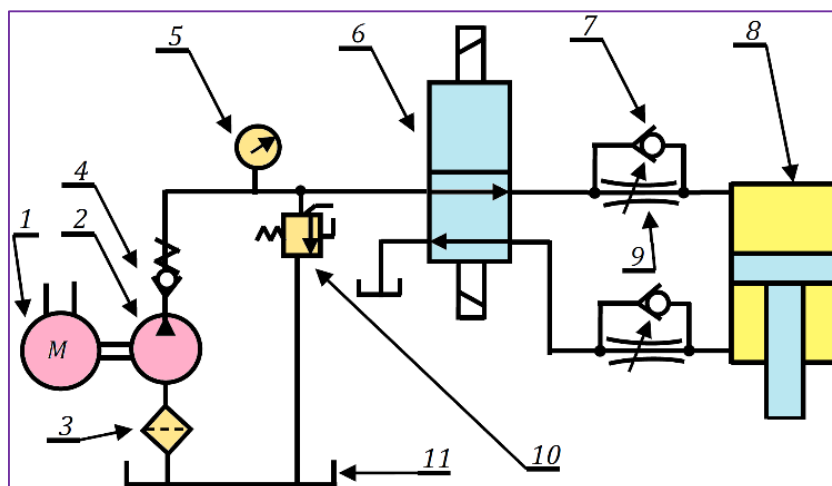
13. Compléter le tableau d'identification de cette installation hydraulique



Repère	Désignation	Fonction
1		
2		
3		
4		
5		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

76	Chaine d'énergie	M. J.TEMOUDEN
SI / SMB	LES FONCTIONS DISTRIBUER ET CONVERTIR	Lycée technique Acharif Al Idrissi - Safi -

14.



- Indiquer, sur le tableau, les noms des composants
- Compléter le dessin du symbole du distributeur utilisé
- Quelle fonction accomplit l'ensemble (7 + 9) ?
- Calculer la puissance utile P_2 (en **W**) de la pompe.
- Calculer la pression p_r (en **bars**) de la pompe.
- Calculer la force F_d (en **N**) nécessaire pour faire descendre la tige.
- Calculer la vitesse V_d (en **mm/s**) de la tige en phase de descente.
- Calculer la cylindrée de la pompe C_y (en **l/tr**)

Repère	Désignation
1	 $P_1 = 250 \text{ W}$ $N = 750 \text{ tr/min}$
2	 Rendement $\eta_p = 0,8$ $Q_v = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$
3	.....
4	.....
5	.....

Repère	Désignation
6	
7	
8	 $D = 60 \text{ mm}$
9	
10	
11	

[illegible]