

# Moteur asynchrone

A la fin du cours, vous devrez connaître :

- Les différentes parties d'un moteur asynchrone.

Choisir le couplage d'un moteur en fonction de la tension du réseau.

Décoder la plaque signalétique d'un moteur.

Déterminer les caractéristiques d'un moteur.



## SOMMAIRE

|           |                                         |
|-----------|-----------------------------------------|
| Page n° 1 | Page de garde                           |
| Page n° 2 | Principe de fonctionnement              |
| Page n° 3 | Principe de fonctionnement - glissement |
| Page n° 4 | Particularités technologiques           |
| Page n° 5 | Plaque signalétique - couplage          |
| Page n° 6 | Calcul de l'intensité absorbée          |
| Page n° 7 | Exercice                                |
| Page n° 8 | Exercice                                |
| Page n° 9 | Exercice                                |
|           |                                         |
|           |                                         |
|           |                                         |
|           |                                         |

|                                     |               |                |
|-------------------------------------|---------------|----------------|
| NOM :                               | FORCE MOTRICE | DATE :         |
| CLASSE : T. BEP<br>Electrotechnique |               | REPERE : S 2.4 |
|                                     |               |                |

## **PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET D'ALIMENTATION DES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES**

### **1. Constitution, fonctionnement.**

Le moteur le plus simple que nous pouvons imaginer en courant alternatif triphasé, se compose de trois bobines placées dans une carcasse en matériaux ayant une bonne perméabilité magnétique appelée stator. Une deuxième partie au centre placée sur un arbre et des paliers porte le nom de rotor.

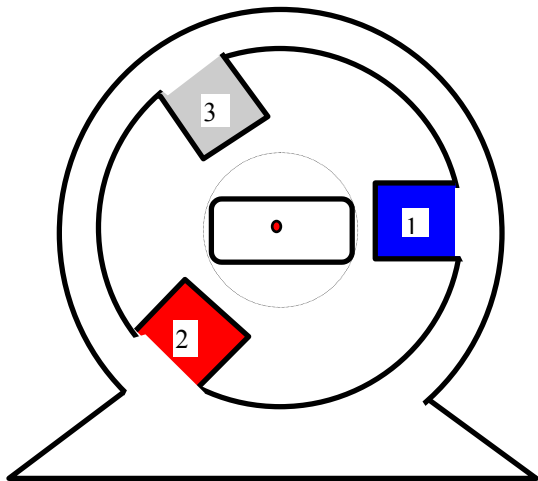


Fig1

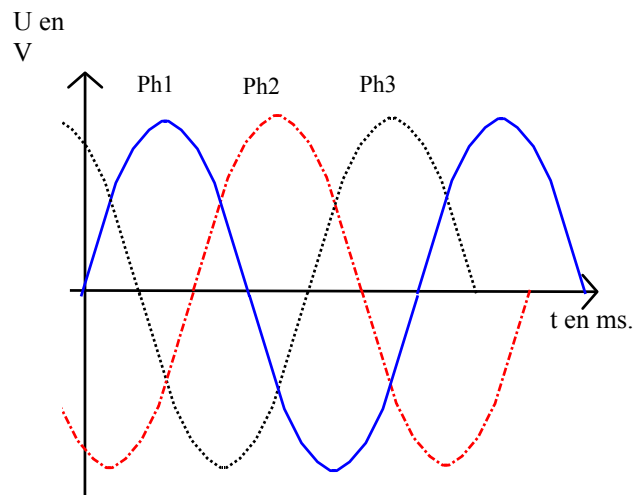
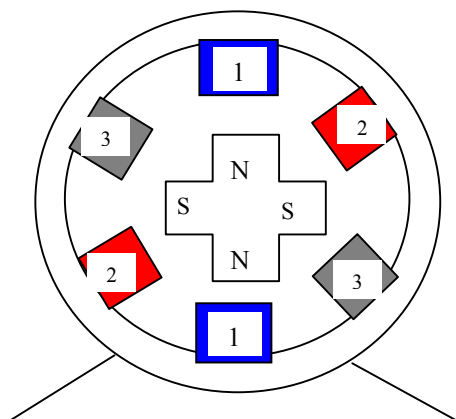


Diagramme 1. donnant l'ordre de succession des tensions de chacune des phases

Si nous alimentons respectivement nos trois bobines par trois tensions dont l'ordre de succession est donné au diagramme 1 (phase 1- bobine1, phase 2- bobine2, phase 3- bobine3) nous obtenons un champ magnétique tournant dans l'ordre 1, 2, 3, ou dans le sens des aiguilles d'une montre sur la figure1.

Si la partie centrale du moteur est constituée d'un aimant permanent, cet aimant va suivre le champ magnétique tournant, nous venons de réaliser un moteur synchrone.

Si la partie centrale du moteur est constituée de bobines en court circuit (ex : cage d'écureuil) elles seront soumises à une variation de champ magnétique qui donnera naissance à des courants induits. Ces courants induits transforment les bobines en électro-aimants qui ont tendance à suivre le champ magnétique tournant avec un retard appelé glissement, nous venons de réaliser un moteur asynchrone.



Nous en déduisons :

$$ns = \frac{f}{p} \quad \text{Hz}$$

t/s

Si nous répartissons les enroulements des trois phases sur un demi tour, pour une période notre aimant ne se déplacera que de un demi tour. Il faudra deux périodes «  $2.T$  » pour effectuer un tour. D'autre part si nous effectuons le bilan polaire de notre machine à l'instant où la tension de la phase N°1 est maxi positive et  $\frac{1}{2}$  négative sur les phases N° 2 et 3, nous constatons que la machine présente 4 pôles (2 paires de pôles). En appelant  $p$  le nombre de paires de pôles, nous établissons la vitesse de la machine de la façon suivante il faut un temps de :  $p.T$  pour effectuer un tour et la vitesse en tour par seconde  $ns$  est égale à :  $\frac{1}{p.T}$ , mais  $\frac{1}{T} = f$

## 2. Glissement.

Le rotor du moteur ne peut pas atteindre la vitesse du champ tournant, (sinon il n'y a plus de courants induits) on dit qu'il y a glissement. En appelant  $ns$  la vitesse de synchronisme ou du champ tournant et  $n$  la vitesse de rotation du moteur, la formule du glissement «  $g$  » s'établit de la façon suivante :

En %

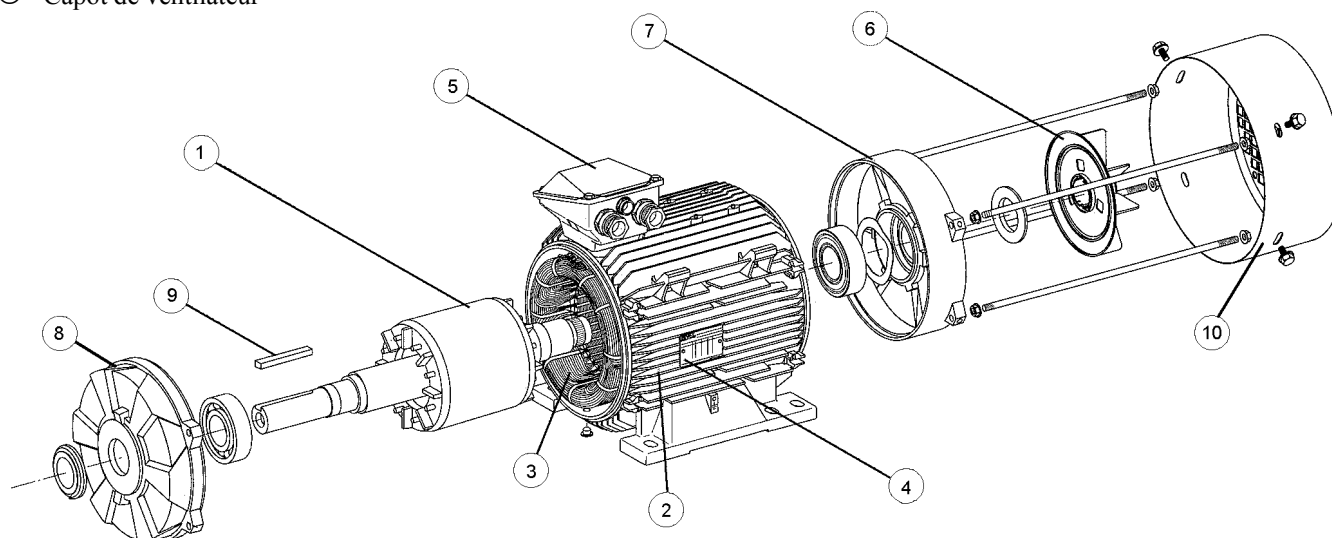
$$g = \frac{ns - n}{ns}$$

## 3. Vue éclatée.

- ① Rotor
- ④ Plaque signalétique
- ⑦ Flasque arrière
- ⑩ Capot de ventilateur

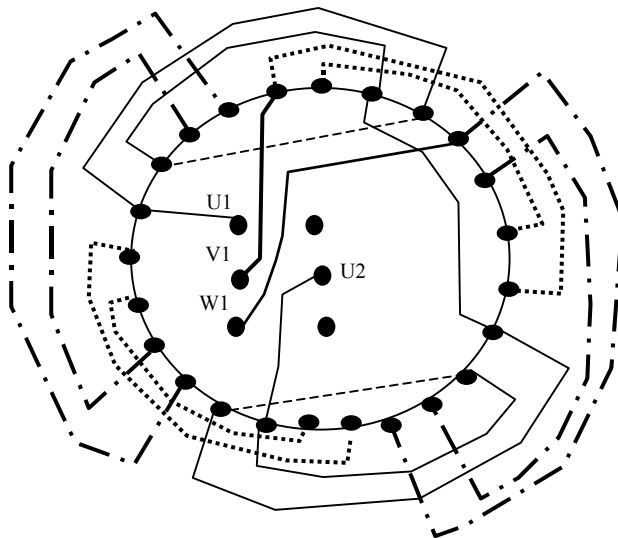
- ② Stator
- ⑤ Plaque a bornes
- ⑧ Flasque avant

- ③ Bobinage
- ⑥ Ventilateur
- ⑨ Clavette

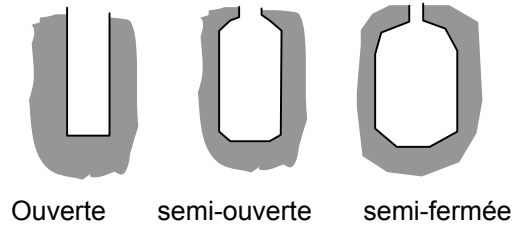


## 4. Particularités technologiques.

### 4.1 Exemple de bobinage de stator d'un moteur de 4 pôles 24 encoches.



Différentes formes d'encoches



Le retour des bobines V1, et W1 se fait sur le même principe que l'enroulement U1

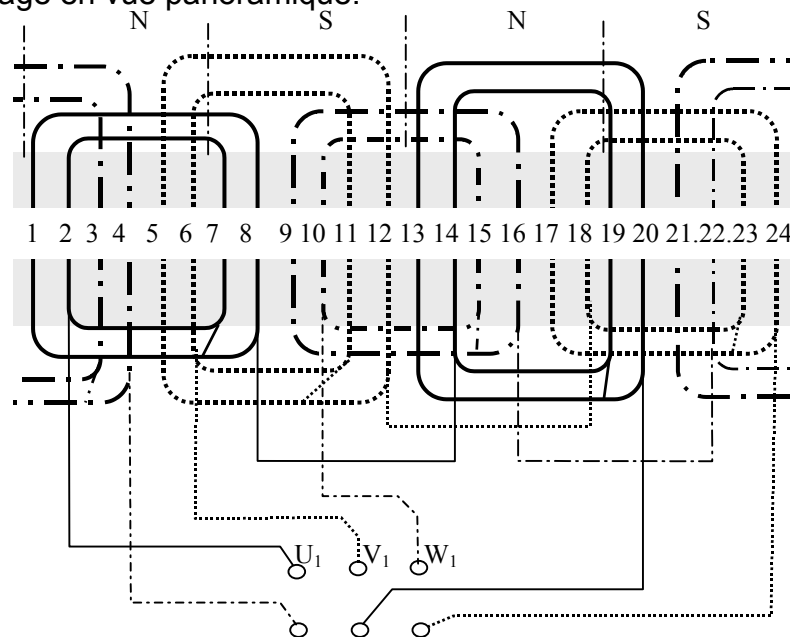
Le calcul des enroulements se fait de la façon suivante : - Dans un premier temps on détermine le nombre d'encoche par pôle ( $Y$ )  $Y = \frac{N}{2p}$   $\left\{ \begin{array}{l} N: \text{nombre d'encoches.} \\ p: \text{nombre de paire de pôles} \end{array} \right.$

*Exemple moteur 24 encoches 2 paires de pôles, soit  $24:4 = 6$  encoches par pôles*

- Ensuite on détermine le nombre d'encoches par pôle et par phase ( $q$ ).  $q = \frac{N}{2p.m}$ .

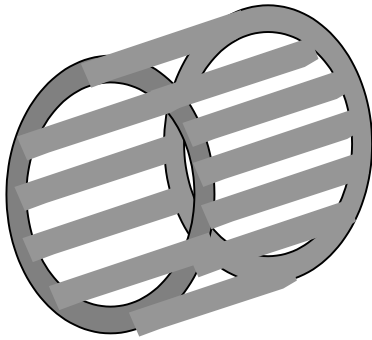
*En prenant l'exemple ci dessus nous avons  $q = 24 : (4 . 3) = 2$  encoches par phases nous vérifions ici que 2 encoches par phase ceci nous donne bien 6 encoches sous un pôle pour 3 phases*

Schéma de bobinage en vue panoramique.



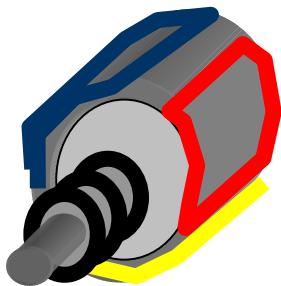
#### 4.2. Au rotor.

Il existe deux types de rotors les rotors bobinés et les rotors en court-circuit, (ou cage d'écureuil).



La cage d'écureuil est obtenue par injection d'aluminium au travers des encoches ou des perforations des tôles magnétiques constituant le rotor. L'oxydation de l'aluminium au contact des tôles magnétiques durant l'injection, à pour effet d'isoler la cage des tôles. La forme des encoches influe sur le couple, et le courant d'appel au démarrage.

Plus les encoches sont effilés vers la périphérie du rotor moins le couple de démarrage et le courant d'appel sont importants, et inversement



Le rotor bobiné doit présenter le même nombre de paires de pôles que le stator. Les enroulements sont couplés en étoile sur une extrémité et les autres extrémités sont ramenées sur trois bagues. Les balais assurent un contact frottant, de plus certaines bagues possèdent des rainures en forme d'hélice afin d'assurer un auto-nettoyage et un meilleur contact

Echauffement classe d'isolation des bobinages.

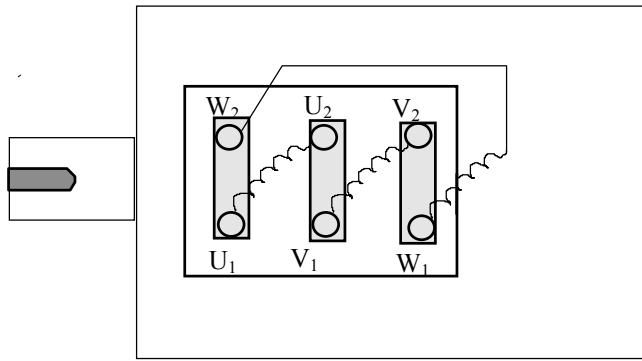
| Classe d'isolation                   | E   | B   | F   | H   |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Echauffement maxi en °c              | 75  | 80  | 100 | 125 |
| Température limite du bobinage en °c | 115 | 120 | 140 | 165 |

## 5. Plaque signalétique

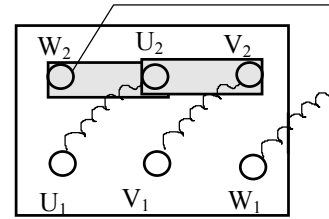
|                           |       |                     |    |
|---------------------------|-------|---------------------|----|
| ABB Motors                |       |                     |    |
| Mot As. D30L/ MEDL 280 M4 |       |                     |    |
| N° FL 528663              | ~3    | Cos. $\varphi$ 0,87 |    |
| Kw 90                     | CI F  | $\Delta\theta$ 80K  |    |
| 50Hz                      | IP 55 | 640 kg              |    |
| V 220 $\Delta$            | 290 A |                     |    |
| V 380 Y                   | 167 A |                     |    |
| t/min 1480                | S1    |                     |    |
| Rot                       | V     | A                   | CI |
|                           |       |                     |    |

## 6. Couplage et organisation de la plaque à bornes.

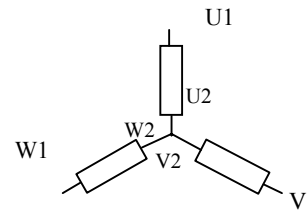
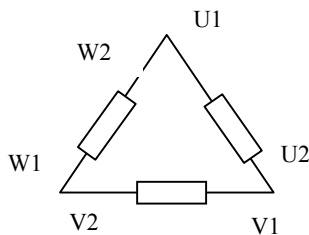
Repérage de la plaque à bornes couplage pour un moteur 230/ 400V.



Couplage triangle 230V



Couplage étoile 400V



Tous les récepteurs triphasés ont deux possibilités de couplage, pour les moteurs cette mention apparaît sur la plaque signalétique, le couplage étoile autorise la plus grande tension et le couplage triangle la plus petite.

Les gammes de moteurs en BT A sont : 127/220V – 230/ 400V - 400/ 693V. la tension de couplage doit correspondre à la tension entre phase de l'alimentation.

## 7. Détermination de l'intensité absorbée à partir de la puissance.

La puissance figurant sur la plaque signalétique des moteurs correspond à la puissance utile. une norme impose aux fabricants d'indiquer la puissance utile pour tout moteur dont la puissance est supérieure à 750 W

**1° étape déterminer la puissance absorbée.**

$$Pa = \frac{Pu}{\eta} \text{ - exemple : moteur } 7,5 \text{ kW}, \eta = 0,81, \cos \varphi = 0,83, \text{ alimenté sous } 400 \text{ V.}$$

$$Pa = \frac{7500}{0,81} = 9260 \text{ W}$$

**2° étape on applique la formule de la puissance en triphasé équilibré.**

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos(\varphi)$$

P : puissance absorbée active en W

U tension entre phases en V.

I : courant de ligne en A.

$\cos(\varphi)$  : facteur de puissance, avec  $\varphi$  angle de déphasage entre V et I ou U et J.

$$\text{Ce qui donne : } I = \frac{Pa}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos(\varphi)} = \frac{9260}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,83} = 16,1 \text{ A.}$$

Cette valeur est extrêmement importante car c'est elle qui conditionnera le choix des appareillages de commande et de protection.

- Protection par disjoncteur moteur : on choisira un disjoncteur moteur ayant une fourchette de réglage couvrant l'intensité nominale de  $-10\%$  à  $+20\%$ .

Télémécanique propose un disjoncteur allant **de 13 à 18A, Ex GV2-M20**.

- Pour un sectionneur fusibles on choisira le premier sectionneur de gamme Télémécanique **LS1-D25** qui autorise une intensité nominale de **25 A**.

- Pour le contacteur on choisira un contacteur qui supporte une intensité **supérieure à 16A en mode AC 3**. Le contacteur **LC1-D09** supporte **20A** mais en mode **AC 1** (autrement dit pour commander des résistances), **il ne convient pas**. Les pointes de courant de démarrage finiraient par l'endommager rapidement. Le contacteur préconisé par Télémécanique est le **LC1-D18** il supporte **18A en mode AC3** et **32A** pour la commande de résistances.

- Si la protection se fait par relais thermique Télémécanique propose un relais **LR2-D1321**, allant de **12 à 18A** ce relais devra obligatoirement être associé à des fusibles de **20A aM**, ou **32A gG**, pour éviter sa destruction en cas de court-circuit.

## Exercices:

1. Calculer les vitesses de synchronisme en  $t.s^{-1}$ , et en  $t. min^{-1}$  des moteurs triphasés alimentés sou 400V 50Hz

Moteur à 1 paire de pôles : .....

Moteur à 2 paires de pôles : .....

Moteur à 3 paires de pôles : .....

Moteur à 4 paires de pôles : .....

2. Calculer le glissement d'un moteur portant l'indication suivante  $1420 t. min^{-1}$  sur sa plaque signalétique.

3. Décoder chaque case de la plaque du moteur suivant

|                           |       |                      |    |
|---------------------------|-------|----------------------|----|
| ABB Motors                |       |                      |    |
| Mot As. D30L/ MEDL 280 M4 |       |                      |    |
| N° FL 528663              | ~3    | Cos. $\varphi$ 0,87  |    |
| Kw 90                     | CI F  | $\Delta\theta$ 80 °K |    |
| 50Hz                      | IP 55 | 640 kg               |    |
| V 220 $\Delta$            | 290 A |                      |    |
| V 380 Y                   | 167 A |                      |    |
| t/min 1480                | S1    |                      |    |
| Rot                       | V     | A                    | CI |
|                           |       |                      |    |

Quel couplage doit t'on effectuer sur ce moteur pour un réseau triphasé 220/380V,

Quelle est alors l'intensité absorbée:

Représenter le schéma de la plaque à bornes

4. Citer trois parties distinctes du rotor d'un moteur asynchrone triphasé.

5. Citer trois parties distinctes du stator d'un moteur asynchrone triphasé

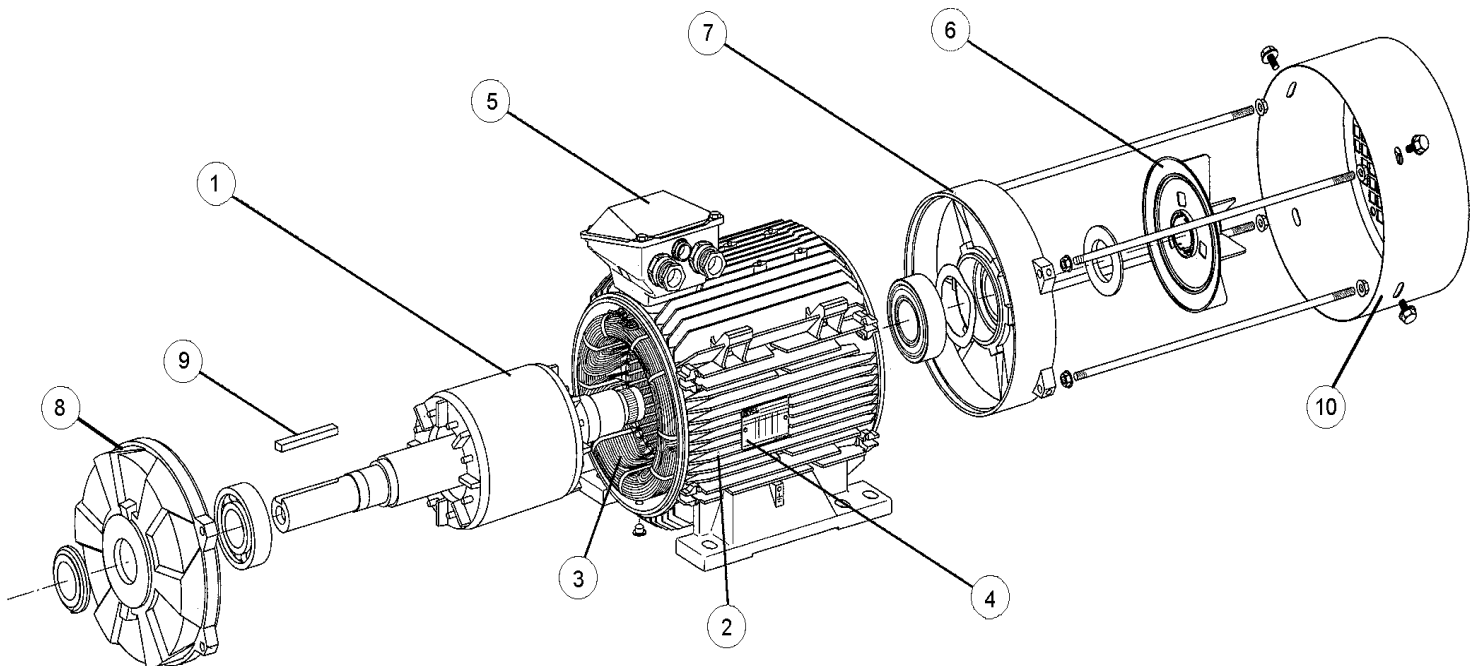
Moteur



|                                     |               |                |
|-------------------------------------|---------------|----------------|
| NOM :                               | FORCE MOTRICE | DATE :         |
| CLASSE : T. BEP<br>Electrotechnique |               | REPERE : S 2.4 |

1. A partir de la vue éclatée du moteur faire correspondre les bonnes indications, face aux chiffres.

6:..... 7:..... 8:..... 9:.....  
10:.....

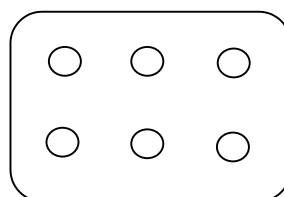


2. Un mécanicien vous demande un moteur tournant à une vitesse d'environ 1000 t/mn, ce type de moteur existe-il ? Si oui quel est son nombre de paires de pôles.

OUI NON

Nombre de paires de pôles.....

3. Donner le couplage à réaliser sur un moteur 400/690V alimenté par un réseau 230/400V.  
Compléter le croquis de la plaque à bornes par la mise en place des barrettes, des conducteurs d'alimentation et du repérage des enroulements



4. Un moteur possède 8 pôles (4paires) donner sa vitesse de synchronisme.

Ns ou ns : .....

5. Donner sa vitesse nominale si ce moteur à un glissement de 8%.

Nr ou n : .....

|                                  |              |                                       |           |
|----------------------------------|--------------|---------------------------------------|-----------|
| <b>ABB Motors</b>                |              |                                       |           |
| <b>Mot As. D30L/ MEDL 280 M4</b> |              |                                       |           |
| <b>N° FL 528663</b>              | <b>~3</b>    | <b>Cos. <math>\varphi</math> 0,87</b> |           |
| <b>Kw 90</b>                     | <b>CI F</b>  | <b><math>\Delta\theta</math> 80K</b>  |           |
| <b>50Hz</b>                      | <b>IP 55</b> | <b>640 kg</b>                         |           |
| <b>V 400 <math>\Delta</math></b> |              | <b>158 A</b>                          |           |
| <b>V 690 Y</b>                   |              | <b>91 A</b>                           |           |
| <b>t/min 980</b>                 |              | <b>S1</b>                             |           |
| <b>Rot</b>                       | <b>V</b>     | <b>A</b>                              | <b>CI</b> |
|                                  |              |                                       |           |

Sur la plaque signalétique indiquer à quoi correspondent les indications :

kW : 90.....50Hz: ..... Cos  $\varphi$ : .....

400 $\Delta$  : .....690Y: .....

91A : .....980t/min: .....

7. Faire les schémas de puissance d'un inverseur de marche.

### 8. Faire le schéma de commande banc de raboteuse

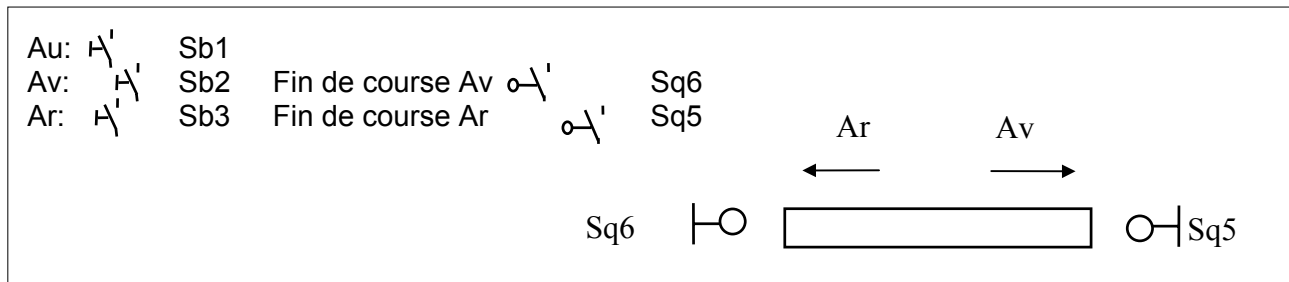
Le plateau d'une raboteuse est entraîné par un moteur asynchrone triphasé, le débattement latéral est contrôlé par des capteurs fin de course **Sq5** et **Sq6**, chaque fois que l'un d'eux est sollicité le sens de marche est inversé.

L'arrêt se fait par l'intermédiaire d'un bouton poussoir **Sb1**.

Le déplacement en marche avant du plateau peut être commandé manuellement par un bouton poussoir **Sb2**.

Le déplacement en marche arrière du plateau peut être commandé manuellement par un bouton poussoir **Sb3**.

## LEGENDE

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, equal-sized squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.



|                           |  |       |                     |
|---------------------------|--|-------|---------------------|
| ABB Motors                |  |       |                     |
| Mot As. D30L/ MEDL 280 M4 |  |       |                     |
| N° FL 528663              |  | ~3    | Cos. $\varphi$ 0,87 |
| Kw 90                     |  | CI F  | $\Delta\theta$ 80K  |
| 50Hz                      |  | IP 55 | 640 kg              |
| V 220 $\Delta$            |  | 290 A |                     |
| V 380 Y                   |  | 167 A |                     |
| t/min 1480                |  | S1    |                     |
| Rot V                     |  | A     | CI                  |
|                           |  |       |                     |

