

SCHEMAS INDUSTRIELS

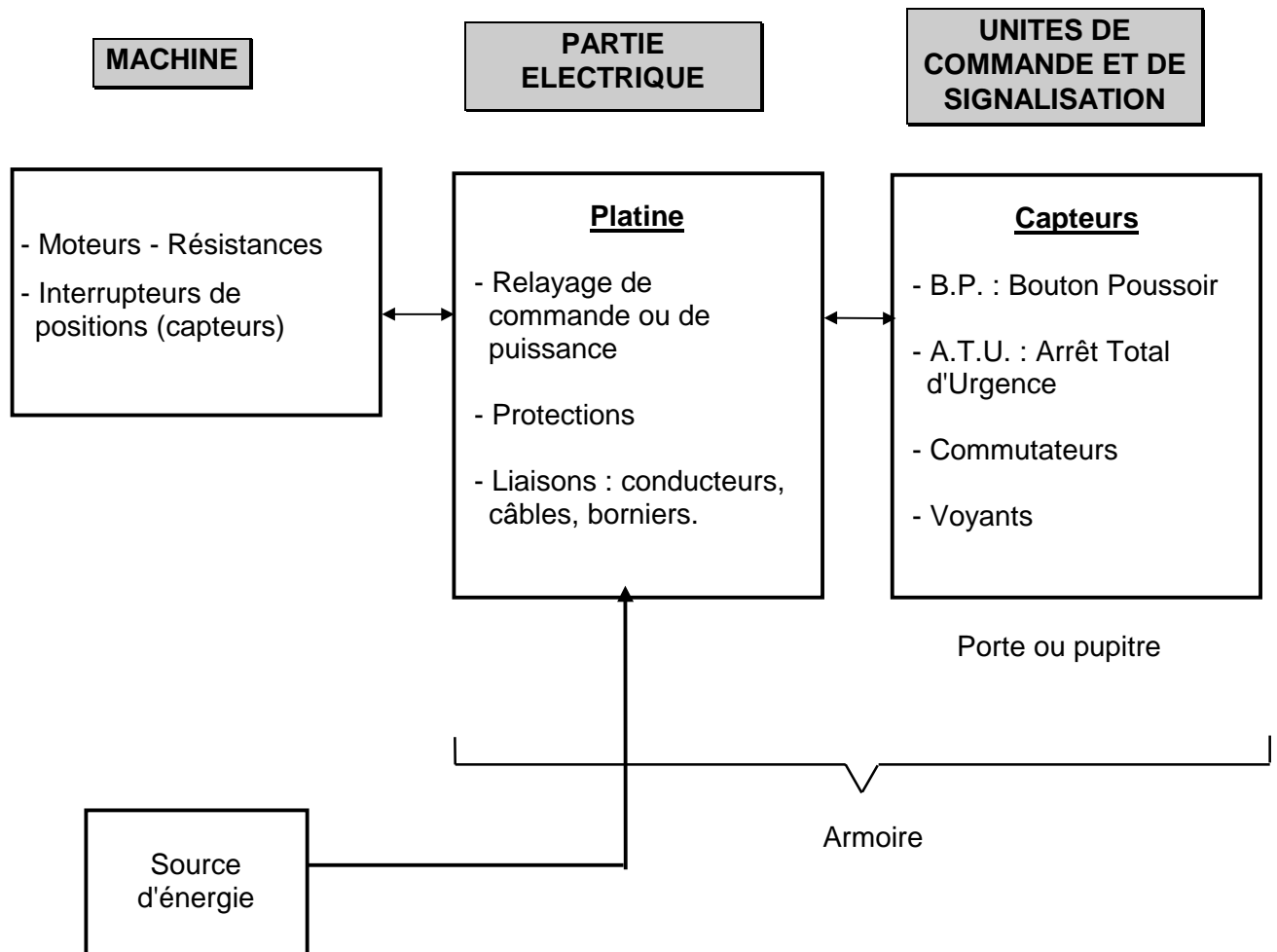
SOMMAIRE

1. INSTALLATIONS ELECTRIQUES INDUSTRIELLES.....	3
1.1. STRUCTURE	3
1.2. PARTIE ÉLECTRIQUE	4
1.3. STRUCTURE DU CIRCUIT DE PUISSANCE	4
2. SCHEMAS INDUSTRIELS.....	5
2.1. CIRCUIT DE PUISSANCE	5
2.2. SCHÉMA DU CIRCUIT DE COMMANDE	6
2.2.1. <i>Commande par commutateur deux positions</i>	6
2.2.2. <i>Commande par bouton-poussoir</i>	7
2.3. SIGNALISATION	10
2.4. COMMANDE MULTIPOSTES.....	10
2.5. LE RELAYAGE	11
2.6. INVERSION DE SENS DE ROTATION D'UN MOTEUR ALTERNATIF TRIPHASÉ	13
2.6.1. <i>Rappel</i>	13
2.6.2. <i>Inversion du sens du moteur</i>	13
2.6.3. <i>Schéma de puissance</i>	13
2.6.4. <i>Schéma de commande</i>	14
2.6.5. <i>Variante du schéma de commande</i>	14
3. REPERAGE BOBINE-CONTACTS	16
3.1. BUT.....	16
3.2. PRINCIPE.....	16
3.3. REPRÉSENTATION PARTIELLE D'UN DOSSIER	17
4. LES RECEPTEURS EN TRIPHASE	21
4.1. RAPPEL.....	21
4.2. RÉCEPTEUR MONOPHASÉ.....	21
4.3. RÉCEPTEUR TRIPHASÉ	21
4.4. BRANCHEMENT DES RÉCEPTEURS TRIPHASÉS MUNIS D'UNE PLAQUE À BORNES NORMALISÉES.....	24
5. LES DEMARRAGES MOTEURS.....	26
5.1. POURQUOI ?.....	26
5.1.1. <i>Généralités</i>	26

5.1.2. But	26
5.2. DÉMARRAGE Y/ Δ	26
5.2.1. Conditions à remplir.....	26
5.2.2. Analyse du fonctionnement au démarrage.....	27
5.2.3. Principe.....	28
5.2.4. Schéma de puissance	30
5.2.5. Schémas de commande.....	32
5.3. DÉMARRAGE STATORIQUE	38
5.3.1. Principe.....	38
5.3.2. Schéma du circuit de puissance	38
5.3.3. Schéma de commande.....	40
5.4. DÉMARRAGE ROTORIQUE	41
5.4.1. Principe.....	41
5.4.2. Schéma du circuit de puissance	42
5.4.3. Schéma de commande.....	43
6. MOTEUR DEUX VITESSES	44
6.1. GÉNÉRALITÉS.....	44
6.2. MOTEUR 2 VITESSES ENROULEMENTS SÉPARÉS.....	44
6.2.1. Schéma du circuit de puissance	45
6.2.2. Exemple de schéma de commande	47
6.2.3. Chronogrammes du circuit de commande.....	48
6.3. MOTEUR 2 VITESSES "DALHANDER"	49
6.3.1. Plaque à bornes :.....	49
6.3.2. Schéma du circuit de puissance	50
6.3.3. Schéma de commande.....	51
7. EXERCICES	52
7.1. ENONCÉS	52
7.1.1. Exercice N° 1 - Transfert de pulvérulents.....	52
7.1.2. Exercice N° 2- Collecteur d'eaux pluviales	54
7.1.3. Exercice N° 3- Château d'eau	55
7.1.4. Exercice N° 4 - Transfert de paquets	57
7.1.5. Exercice N° 5 - Perceuse à colonne.....	58
7.1.6. Exercice n° 6 - Benne à renversement.....	60
7.1.7. Exercice n° 7 - Fabrication d'une sauce pour salade et crudités.....	61
7.1.8. Exercice n° 8 - Malaxeur.....	62
7.2. CORRIGÉS D'EXERCICES	65
7.2.1. Exercice N° 1 - transfert de pulvérulents	65
7.2.2. Exercice N° 2 - collecteur d'eaux pluviales.....	68
7.2.3. Exercice N° 3 - Château d'eau	71
7.2.4. Exercice N° 4 - Transfert de paquets	74
7.2.5. Exercice N° 5 - Perceuse à colonne.....	77
7.2.6. Exercice n° 6 - Benne à renversement.....	80
7.2.7. Exercice n° 7 - Fabrication d'une sauce pour salade et crudités.....	82
7.2.8. Exercice n° 8 - Malaxeur.....	84
8. TEST.....	89
8.1. ENONCÉS.....	89
8.1.1. Test N°1.....	89
8.1.2. Test N°2.....	90
8.1.3. Test N°3.....	92
8.1.4. Test N°4.....	95
8.1.5. Test N°5.....	98

1. INSTALLATIONS ELECTRIQUES INDUSTRIELLES

1.1. Structure

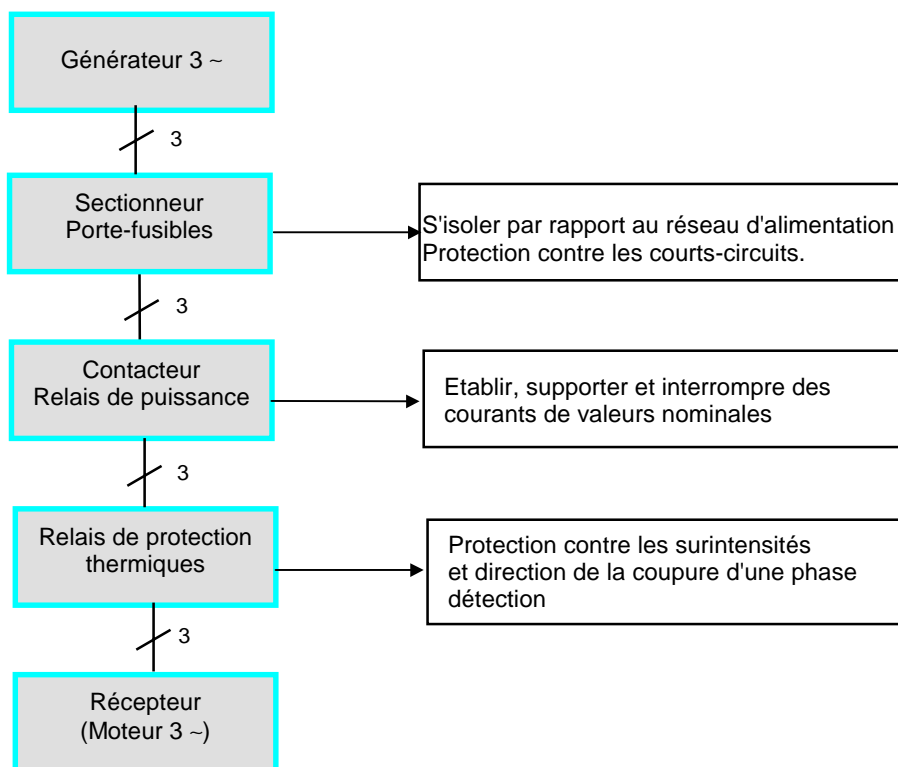


1.2. Partie électrique

Elle comprend deux circuits distincts :

- le **circuit de puissance**, composé des éléments assurant l'alimentation, la protection et la liaison jusqu'au récepteur,
- le **circuit de commande**, composé des éléments de protection et de commande d'éléments de la partie puissance.

1.3. Structure du circuit de puissance



Réseau 230 V 3 ~

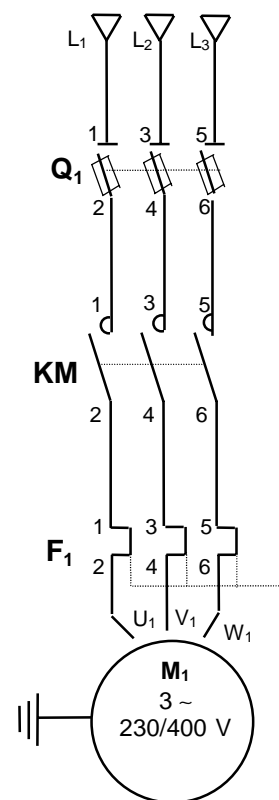
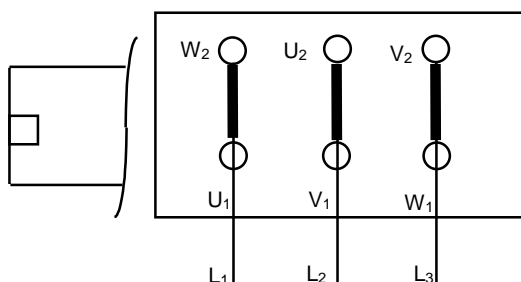


Schéma du circuit de puissance

Plaque à borne du moteur



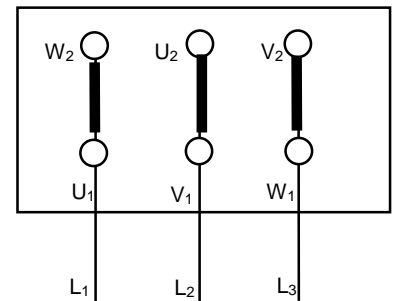
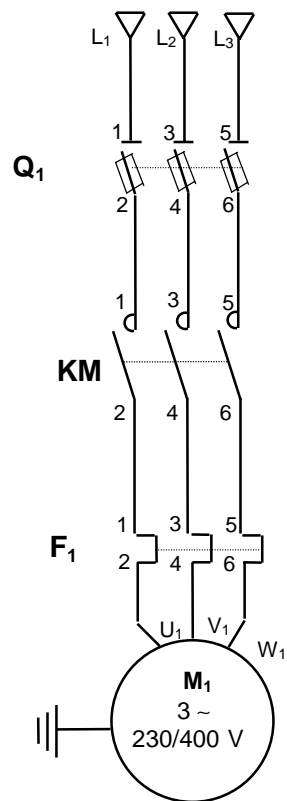
Couplage triangle \triangle

⚠ Uniquement pour cette configuration :
Moteur 230/400 V
Réseau 230 V 3 ~

2. SCHEMAS INDUSTRIELS

2.1. Circuit de puissance

Réseau 230 V triphasé

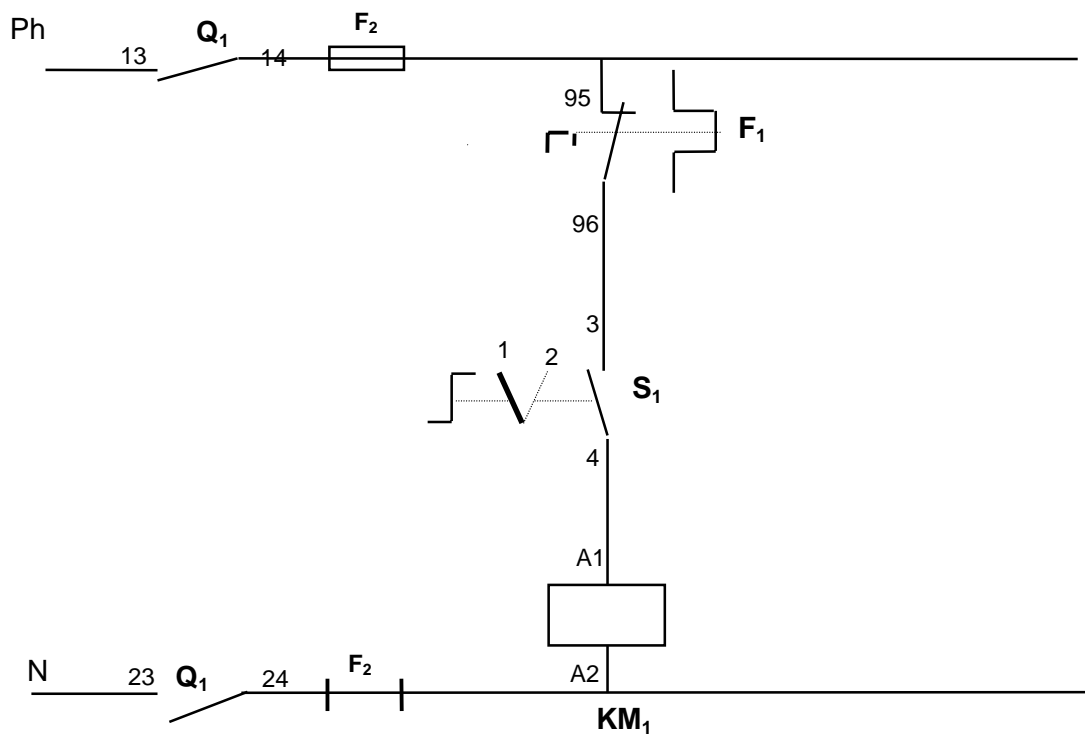


2.2. Schéma du circuit de commande

2.2.1. Commande par commutateur deux positions

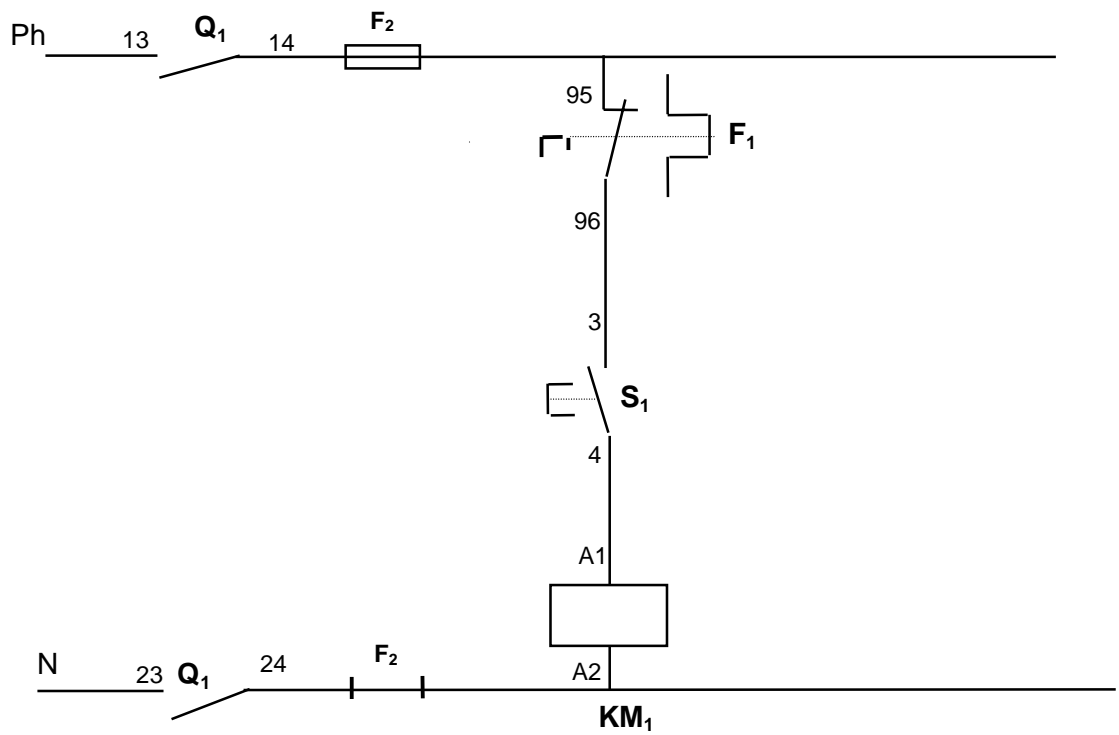
Position 1 \Rightarrow arrêt

Position 2 \Rightarrow marche



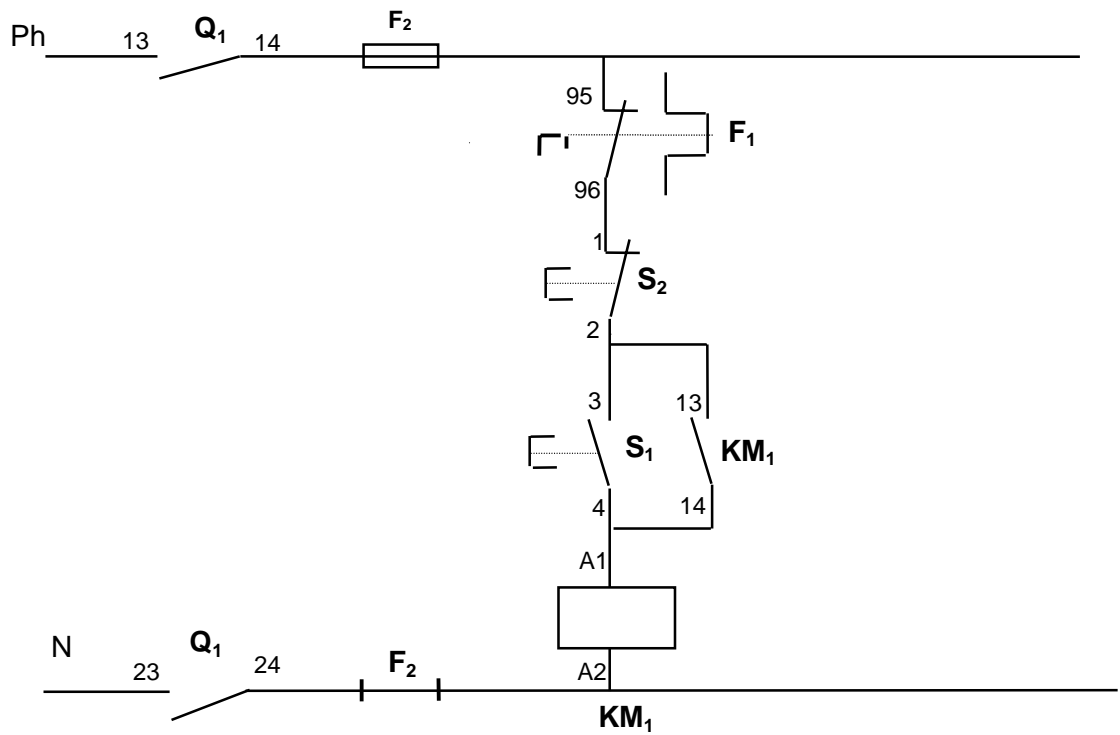
2.2.2. Commande par bouton-poussoir

a) Marche par à-coups



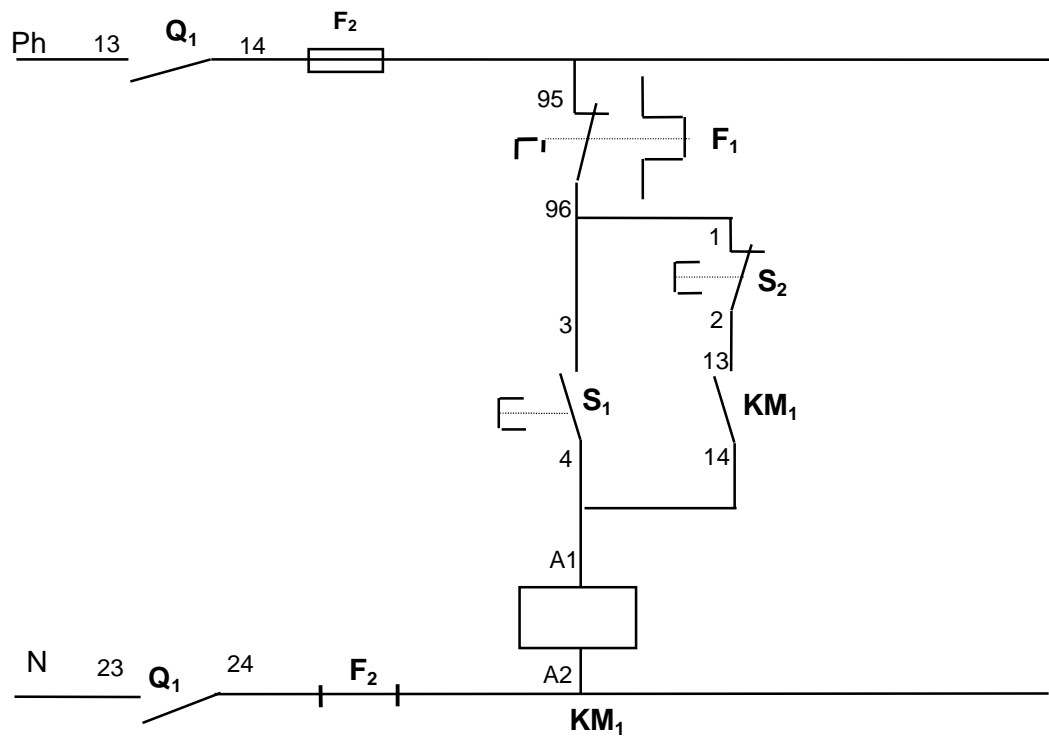
b) Auto-alimentation

- Priorité à l'arrêt



c) Auto-alimentation

- Priorité à la marche

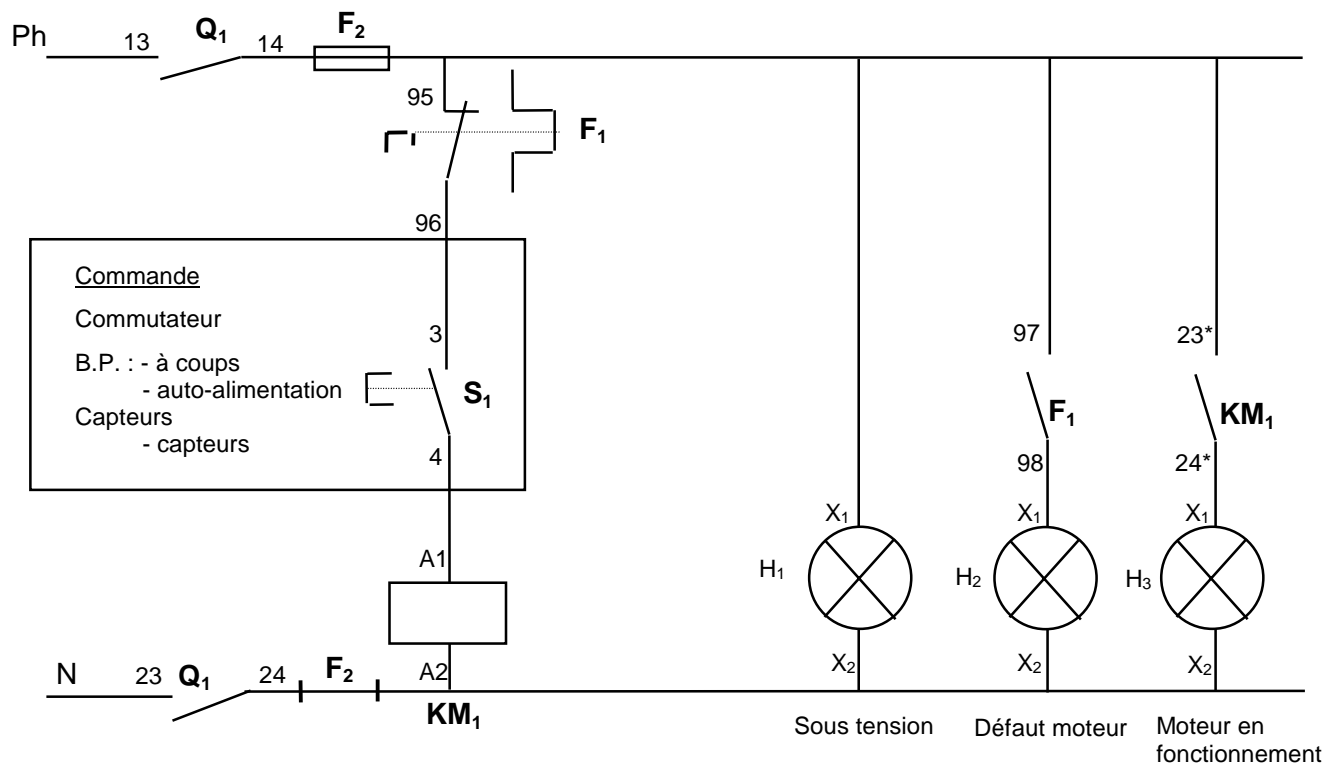


2.3. Signalisation

Sous tension $\Rightarrow H_1$

Défaut moteur $\Rightarrow H_2$

Moteur en fonctionnement $\Rightarrow H_3$



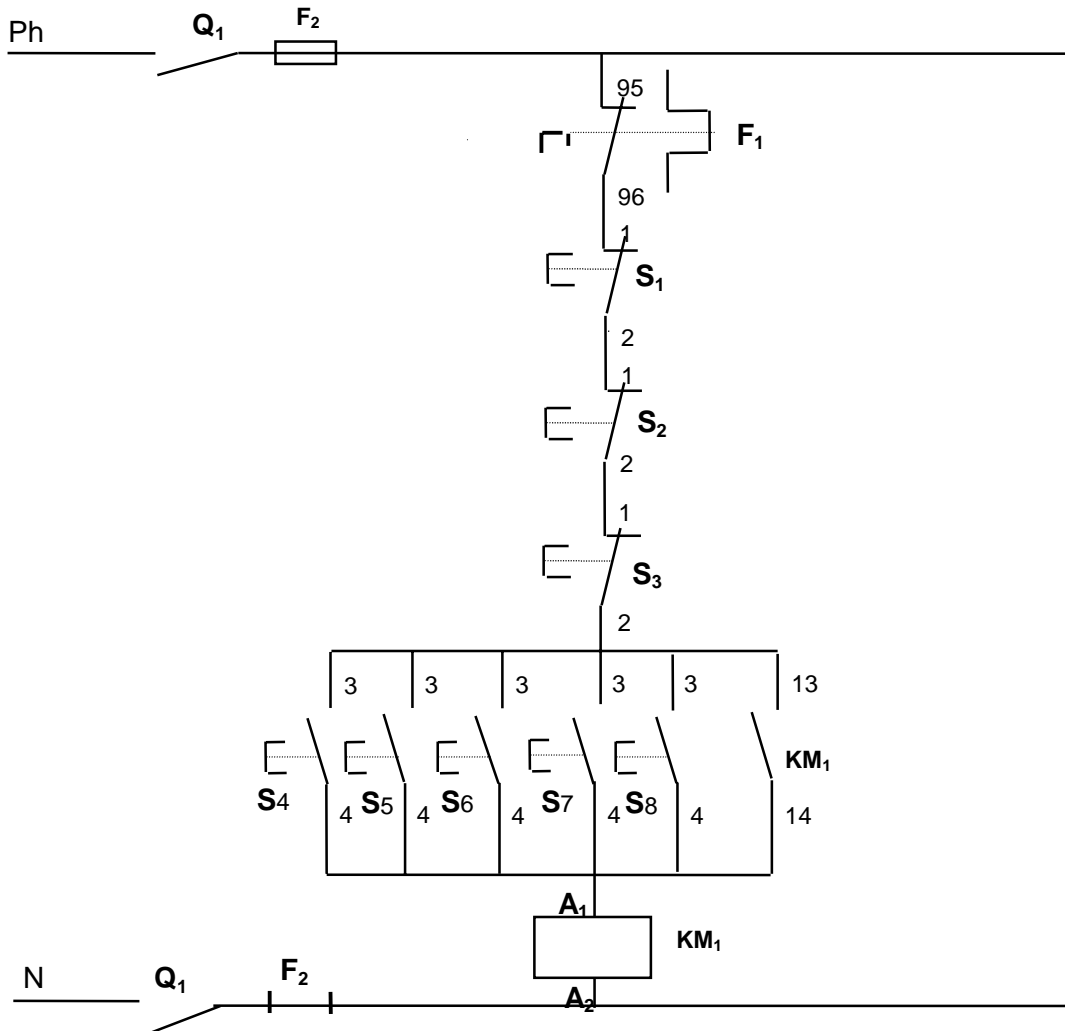
* Repérage technologique en fonction de l'appareillage utilisé

Il est très souvent nécessaire pour que l'opérateur soit renseigné sur l'état de sa machine, de rajouter dans les schémas les signalisation indiquant le bon fonctionnement de la machine, l'arrêt de la machine et un défaut du moteur de la machine.

2.4. Commande multipostes

Dans certaines installations, on peut trouver la mise en route de différents endroits et l'arrêt de différents endroits également, le nombre de postes de marche pouvant être différents du nombre de postes d'arrêt.

Exemple : possibilité de démarrage de 5 endroits différents et 3 d'arrêts.



- Pour gérer correctement un schéma de commande, les accessoires devant provoquer l'arrêt sont toujours connecter en série à l'endroit où il y a un seul fil d'accès pour aller au récepteur. Les accessoires devant provoquer la marche se connecte en parallèle et si il y a continuité de service, on connecte l'**auto maintien** en parallèle sur ces boutons "**marche**".

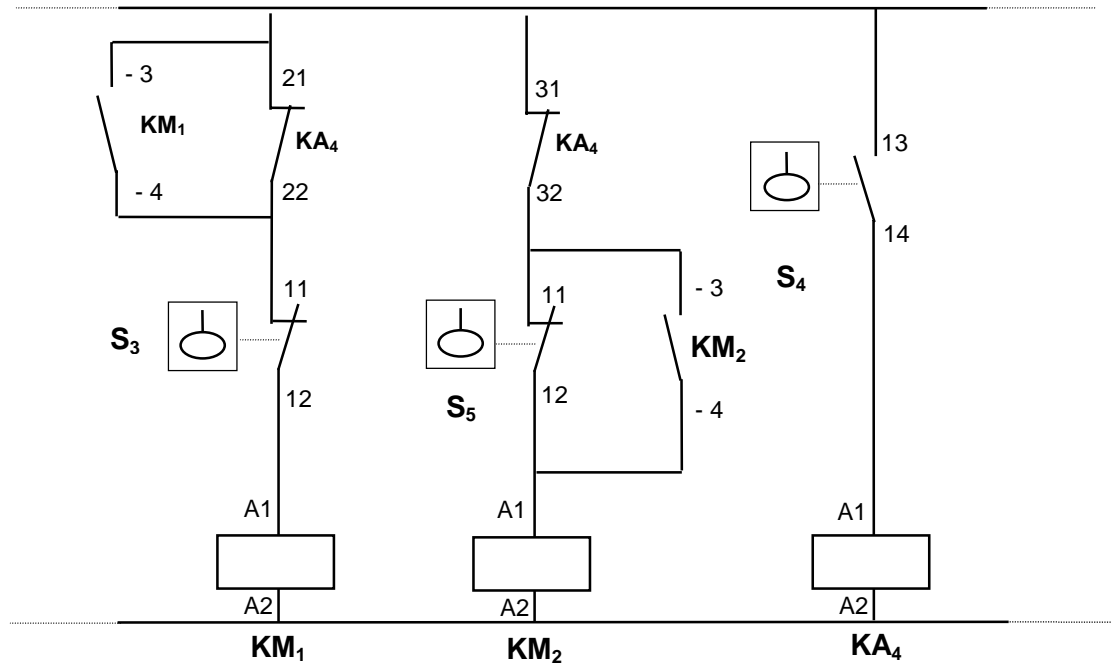
2.5. Le relayage

On utilise le relayage dans un circuit de commande lorsque :

- La technologie du matériel prévu sur le schéma ne correspond pas au matériel disponible (ou existant).

Dans le montage régulation de niveau, le capteur S4 comprend deux contacts NC sur le schéma de commande.

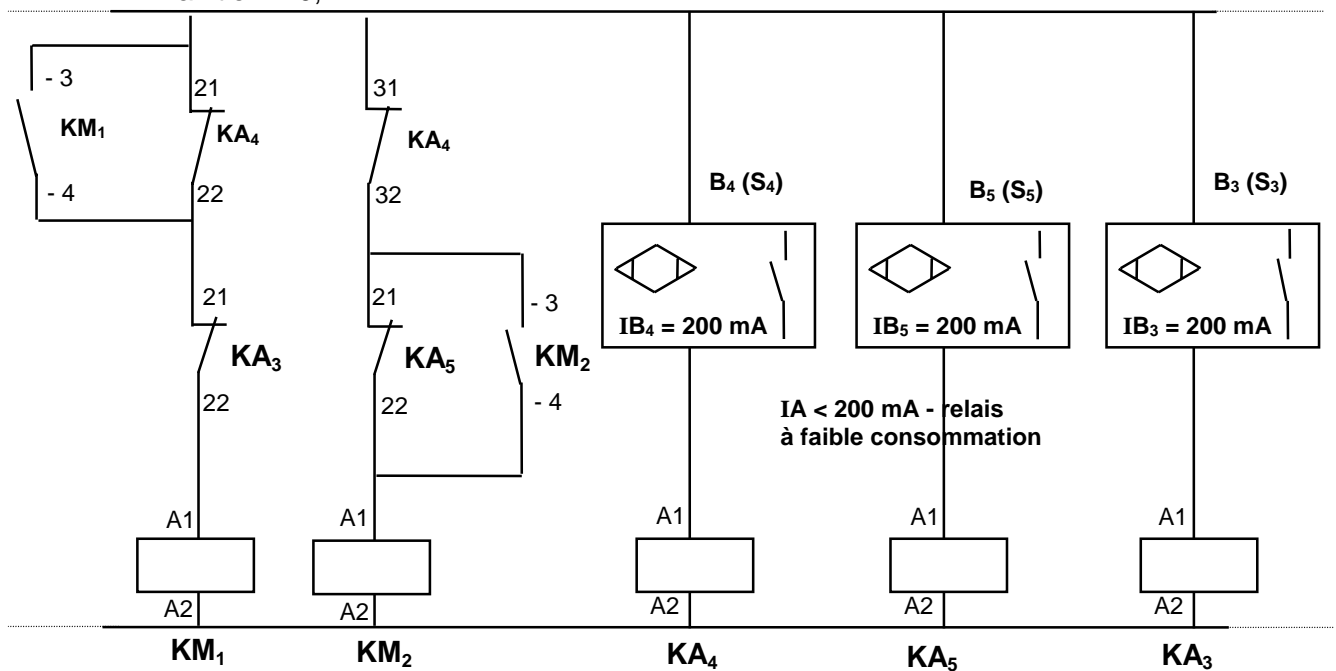
Les capteurs disponibles sont équipés d'un NO et d'un NC, il nous faut réaliser le montage suivant :



- Les caractéristiques électriques de certains appareils sont incompatibles avec d'autres.

Exemple : détecteurs de proximité capacitifs

- bobine de relais = 48 V
- I_{appel} = 1,5 A
- I_{maintien} = 0,2 A



L'installation comprend une ou plusieurs séquence de fonctionnement, ex. : machine industrielle, coffre-fort (câblage atelier).

2.6. Inversion de sens de rotation d'un moteur alternatif triphasé

2.6.1. Rappel

Pour faire fonctionner un moteur alternatif triphasé dans un seul sens, il suffit d'alimenter le moteur par un schéma conventionnel avec un réseau triphasé, l'alimentation devant arriver sur les bornes U_1 , V_1 , W_1 du moteur.

2.6.2. Inversion du sens du moteur

Pour inverser le sens de rotation d'un moteur alternatif triphasé, il suffit simplement que deux des trois phases du moteur, soient **inversées**.

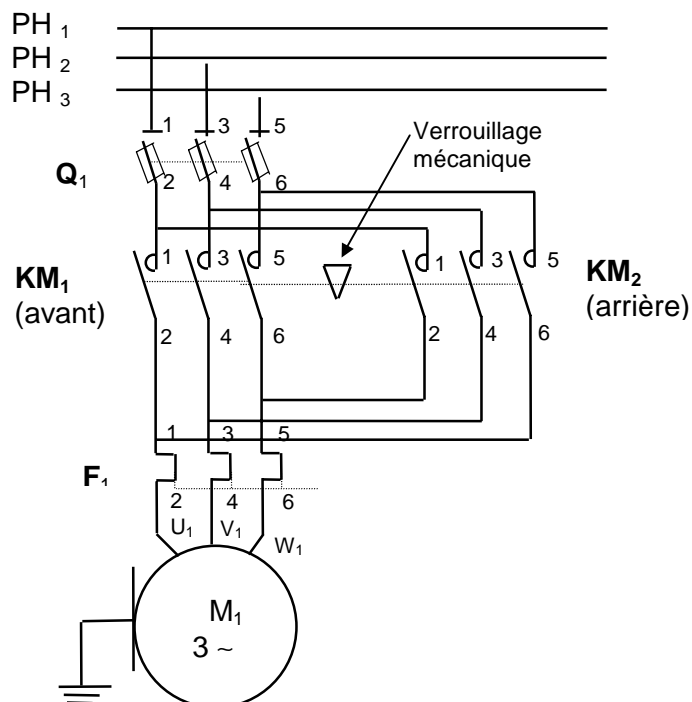
Dans de nombreux montages industriels, les moteurs (très souvent triphasés) doivent tourner dans les deux sens pour le bon fonctionnement de la machine.

Schématiquement, nous serons obligés d'utiliser **deux relais de puissance** :

- le premier alimentera le moteur dans l'ordre normal des phases,
- le deuxième alimentera le moteur en ayant modifié la position de deux des phases seulement.

Le schéma de puissance correspondant à la mise en service d'un moteur triphasé pouvant tourner dans les deux sens est la suivante :

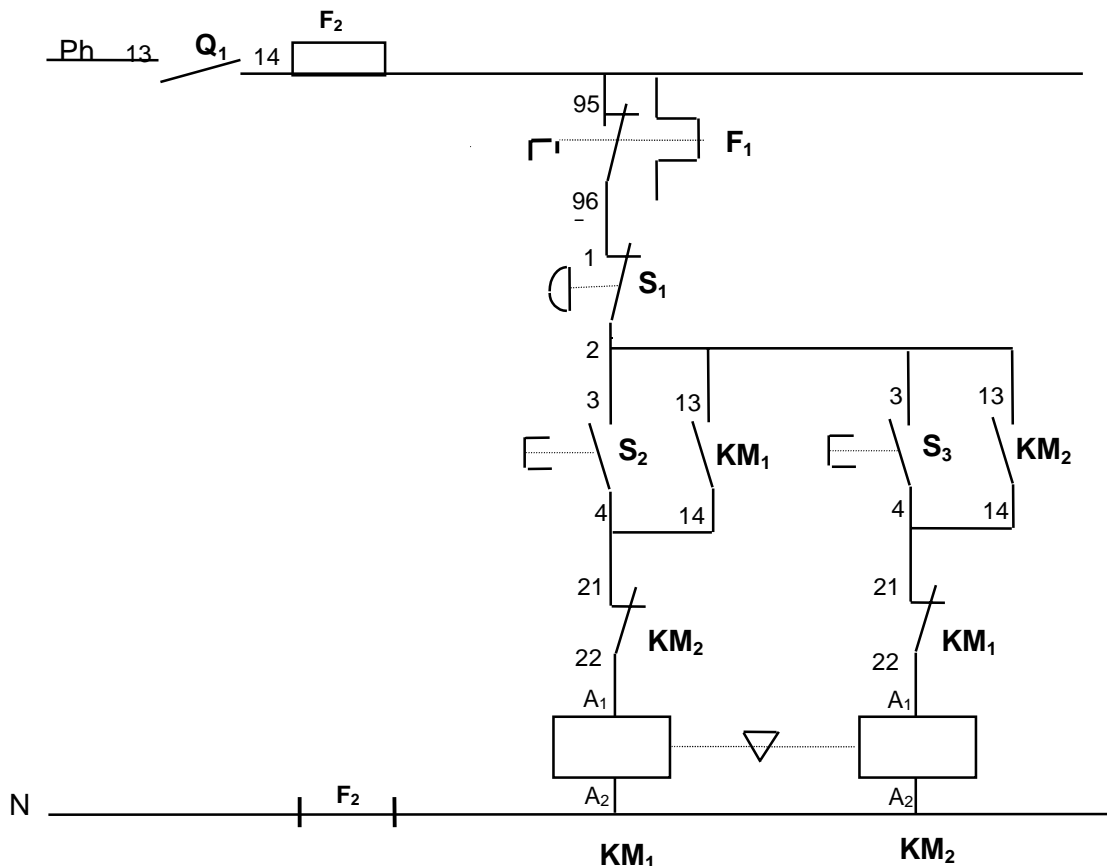
2.6.3. Schéma de puissance



Pour éviter que le relais de puissance provoquant l'avant, fonctionne en même temps que celui provoquant l'arrière (=court-circuit), les relais de puissance seront équipés d'un **bloc mécanique à verrouillage** empêchant les deux relais de fonctionner en même temps.

Le **verrouillage mécanique** cité, ci-dessus, sera à utiliser chaque fois qu'il y aura risque de court-circuit sur l'installation de puissance (c'est le cas ici).

2.6.4. Schéma de commande

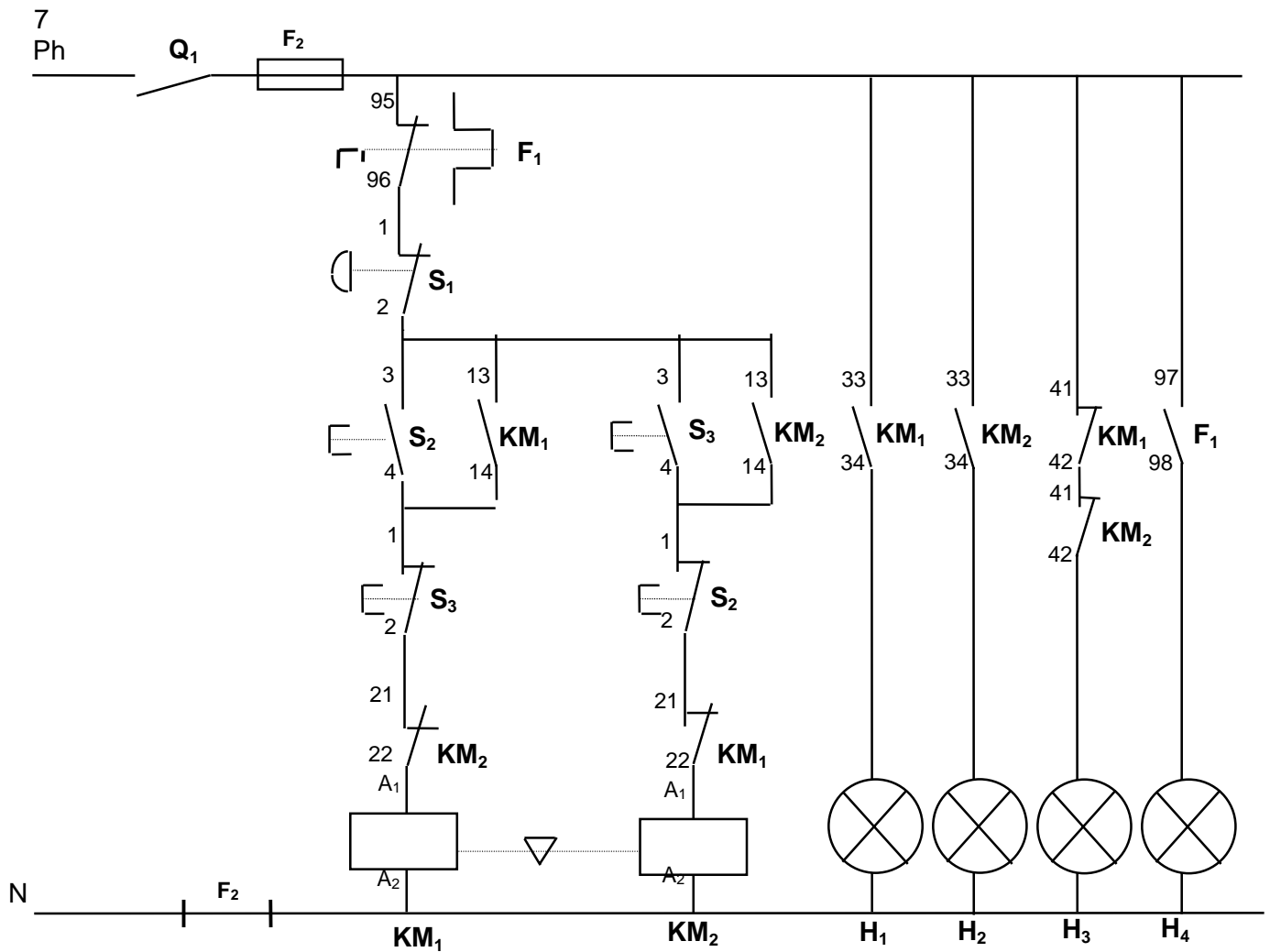


Les contact à ouverture KM_1 et KM_2 placés sur l'alimentation du relais opposé s'appellent "**VERROUILLAGE ELECTRIQUE**".

Dans le circuit de commande d'un montage inversion de sens de rotation, on trouvera systématiquement des verrouillages électriques. Ces verrouillages sont obligatoires quel que soit le schéma d'inverseur.

2.6.5. Variante du schéma de commande

L'installation doit pouvoir changer de sens de rotation, sans passer par le bouton d'arrêt, tout en respectant les sécurités du montage par appui sur le bouton-poussoir "**sélection marche avant**" ou sur le bouton "**sélection marche arrière**".



Pour compléter notre étude, rajoutons les signalisations de cet équipement.

- soit signalisation : marche avant : H1
- marche arrière : H2
- arrêt : H3
- défaut : H4

3. REPERAGE BOBINE-CONTACTS

3.1. But

Repérer sur un dossier d'installation électrique les positions de la bobine et des contacts de chaque relais (puissance ou commande) et les reports d'alimentation d'une feuille (folio) à une autre.

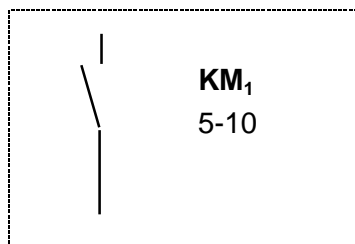
Ce repérage permet de faciliter la recherche des différents éléments d'un appareil électrique.

3.2. Principe

a) Chaque folio est divisé en n colonnes égales repérées par un chiffre ou une lettre. Chaque contact d'appareil électrique intervenant sur une ligne de schéma verticale, tracée dans l'axe d'une colonne porte la désignation suivante : cette désignation est comportée de 2 repères :

- repère **folio**,
- repère **colonne**.

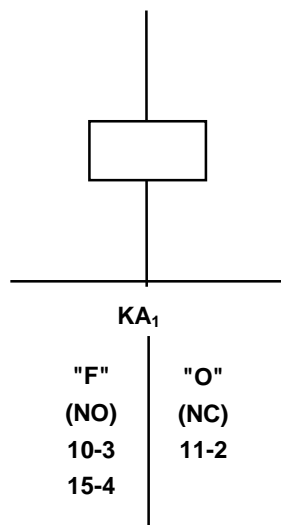
Exemple : un contact "F" ("NO") d'un relais de puissance, est repéré :



Cela signifie que la bobine du relais KM1 est située sur le folio 5 colonne 10.

b) On retrouve sous chaque bobine les indications correspondant à la technologie de l'appareil et à la position des contacts sur le dossier :

Exemple :

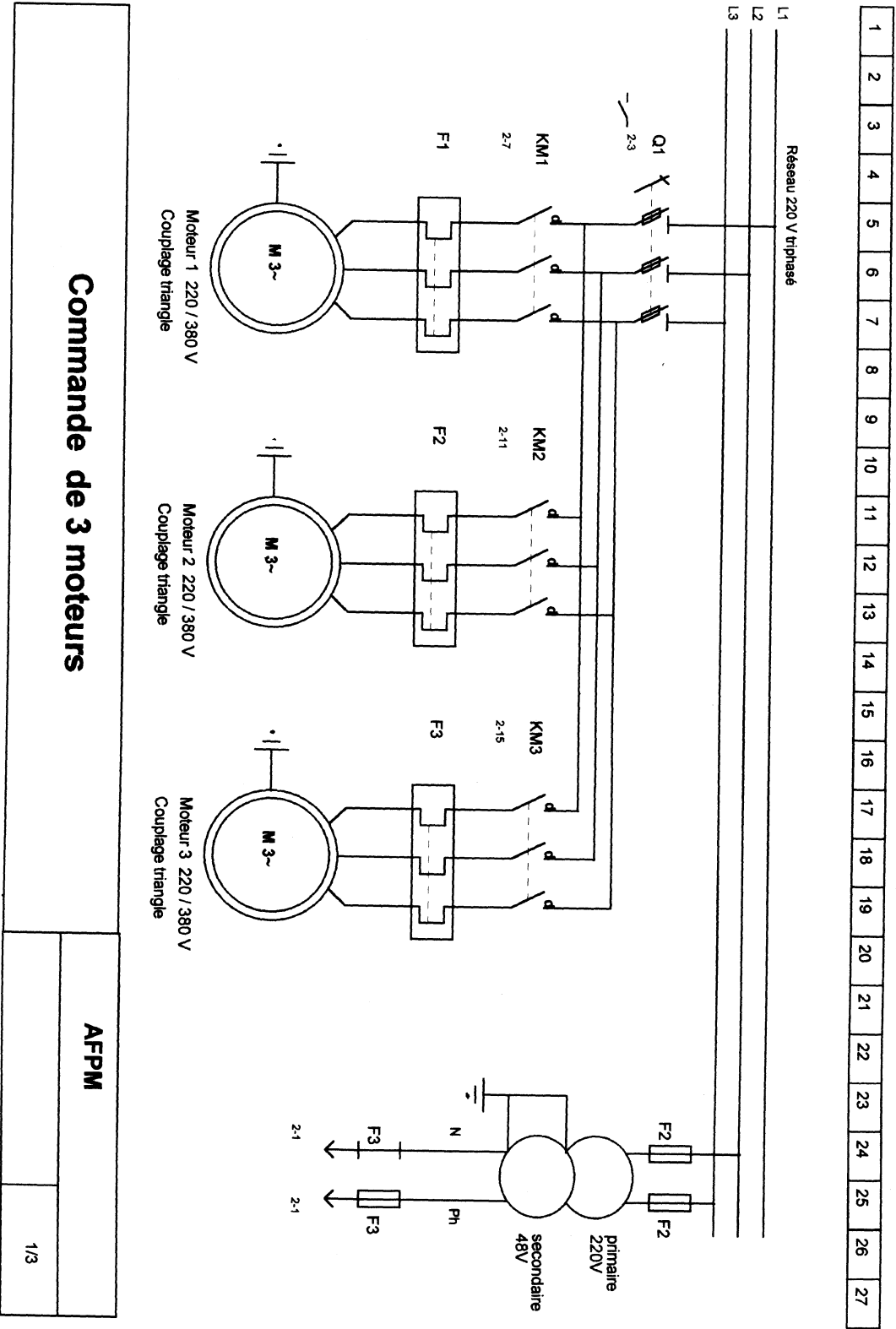


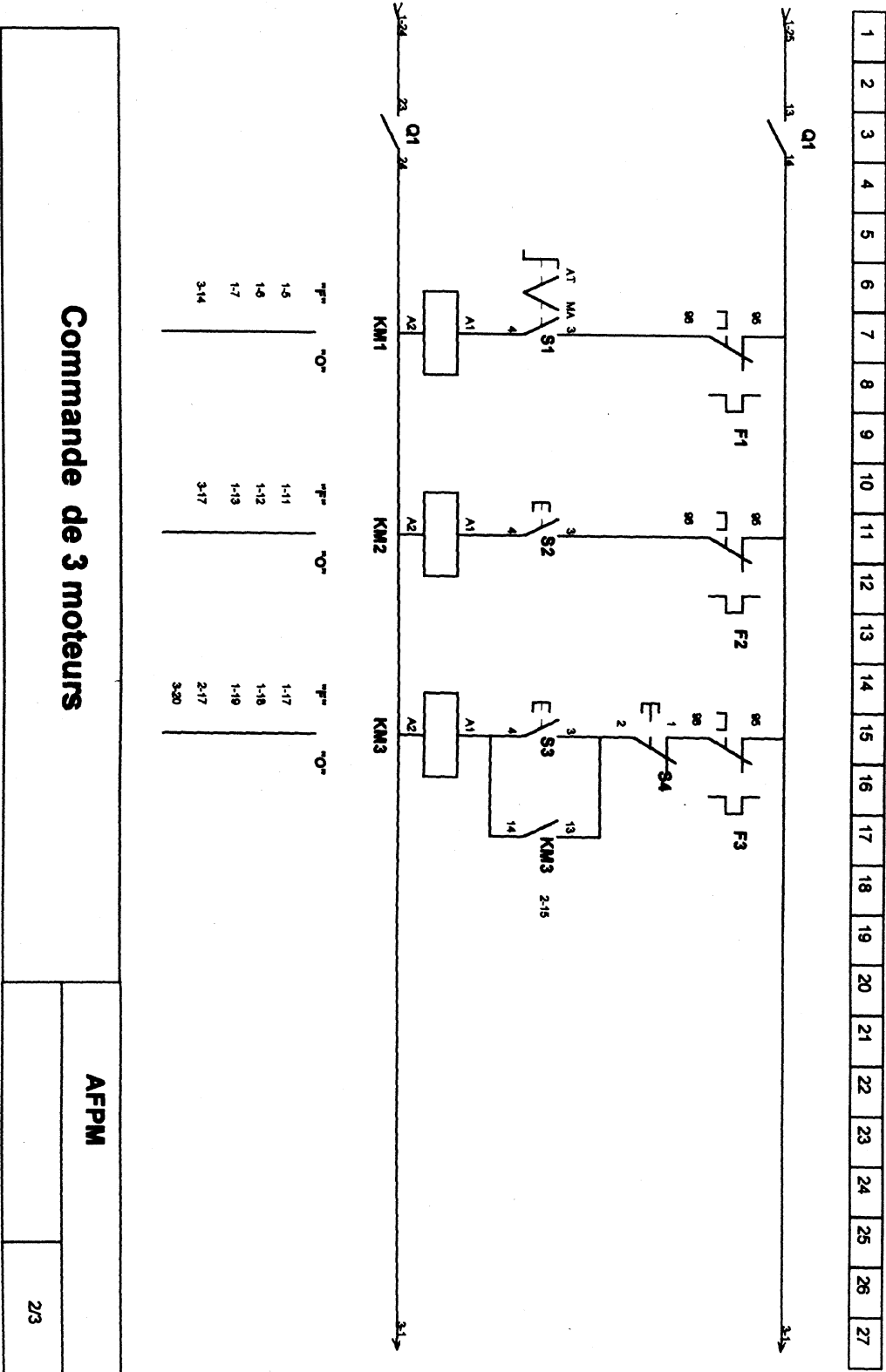
Le relais KA1 comprend trois contacts (2 NO ; 1 NC) positionnés :

- 1^{er} contact "NO" folio 10 colonne 3
- 2^e contact "NO" folio 15 colonne 4
- contact "NC" folio 11 colonne 2

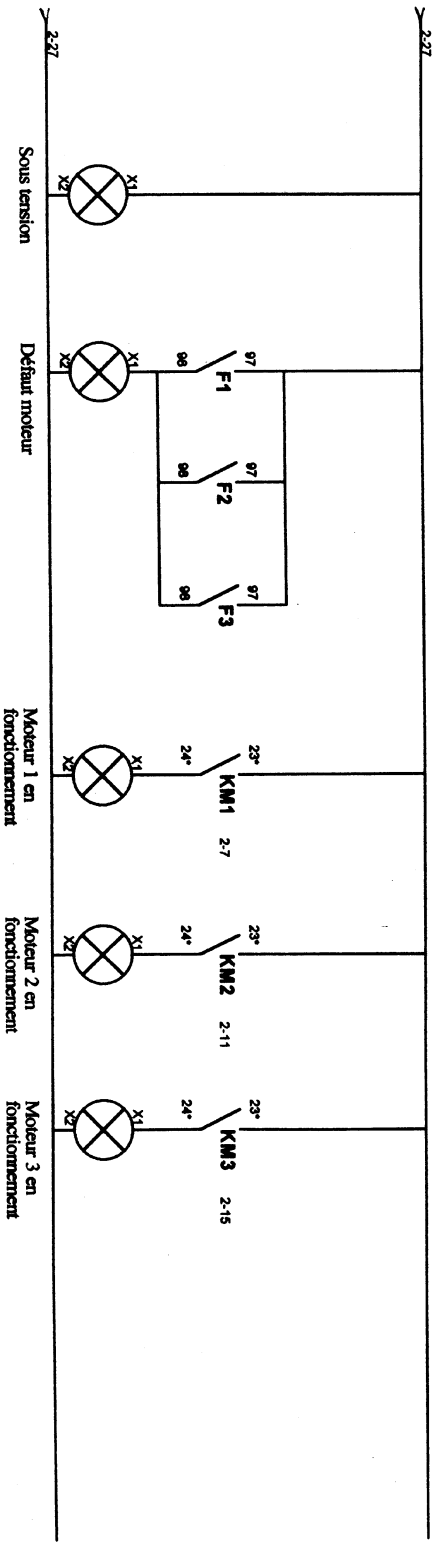
3.3. Représentation partielle d'un dossier

- Schéma de puissance
- Schéma de commande





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

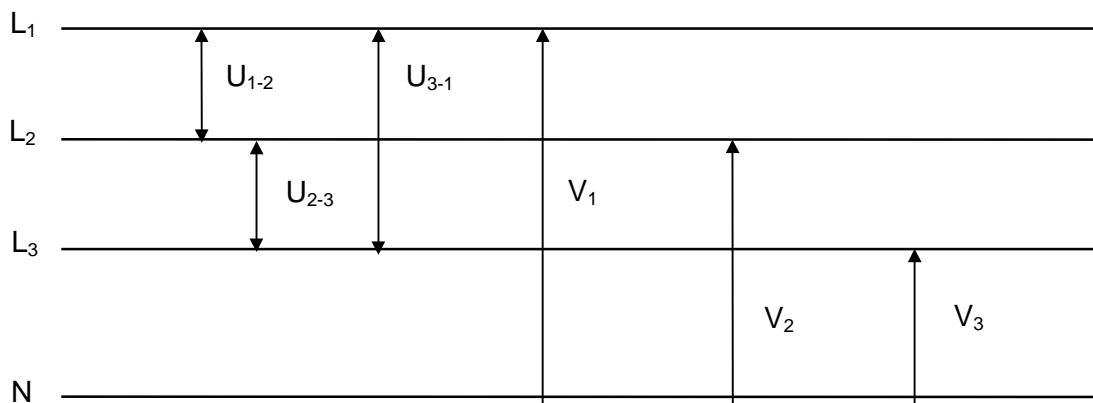


Commande de 3 moteurs		AFPM	
		3/3	

4. LES RECEPTEURS EN TRIPHASE

4.1. Rappel

Réseau triphasé 400V entre phases



U = tension composée : 400 V

V = tension simple : 230 V

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

4.2. Récepteur monophasé

Pour un branchement d'un récepteur monophasé sur le réseau triphasé : on regarde la tension de fonctionnement du récepteur, on recherche sur le **réseau triphasé** la valeur de la **tension simple** et de la **tension composée**.

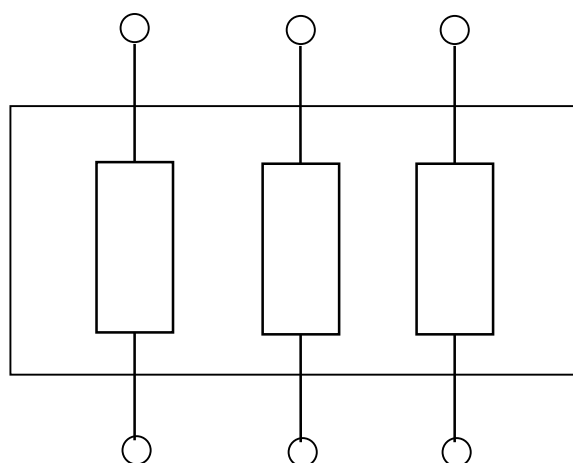
Si la valeur de la **tension simple** correspond à la valeur du récepteur, on peut alors le brancher entre une phase et le neutre.

Si la tension composée correspond à la tension du récepteur, on peut alors le brancher entre 2 phases.

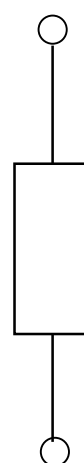
4.3. Récepteur triphasé

Pour connecter un récepteur triphasé sur un réseau triphasé, il faut connaître la **tension de fonctionnement** d'un récepteur monophasé composant le récepteur triphasé.

On connecte chaque **récepteur monophasé** en appliquant la règle vue en monophasé.

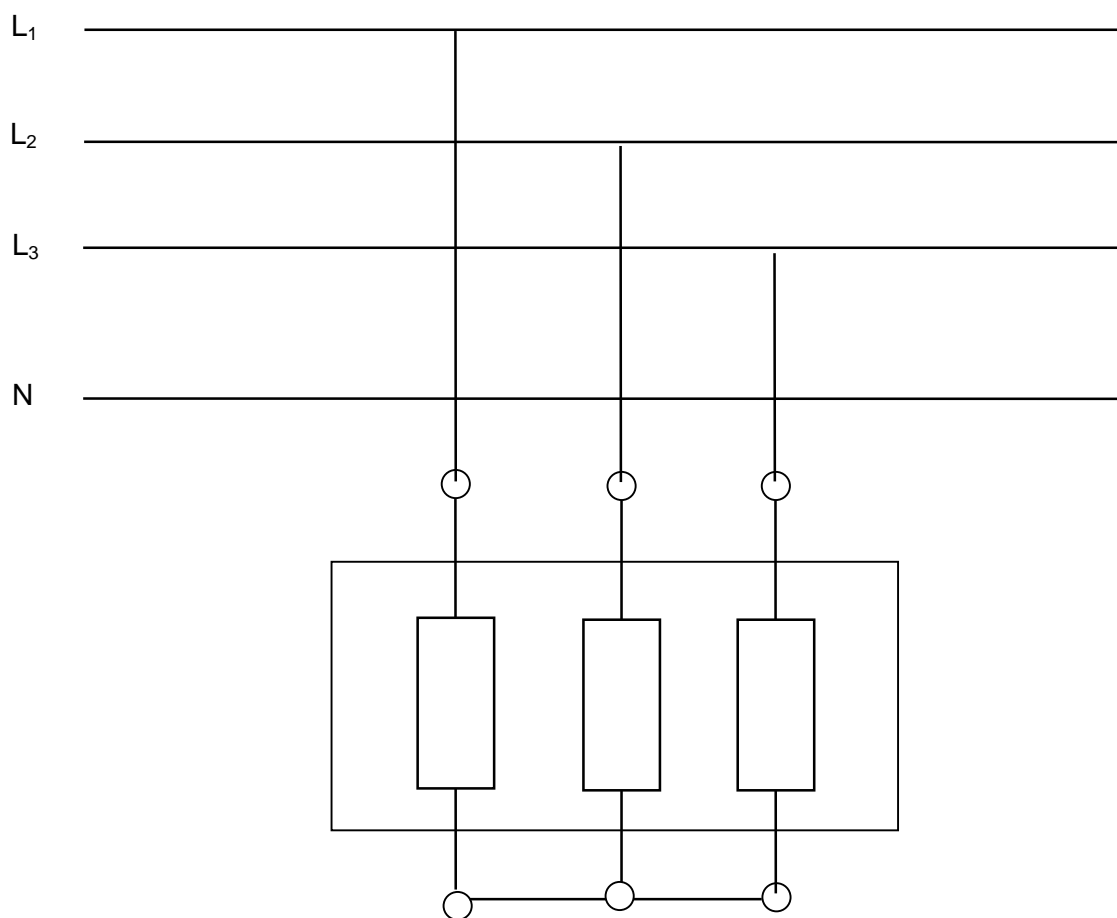


Récepteur triphasé

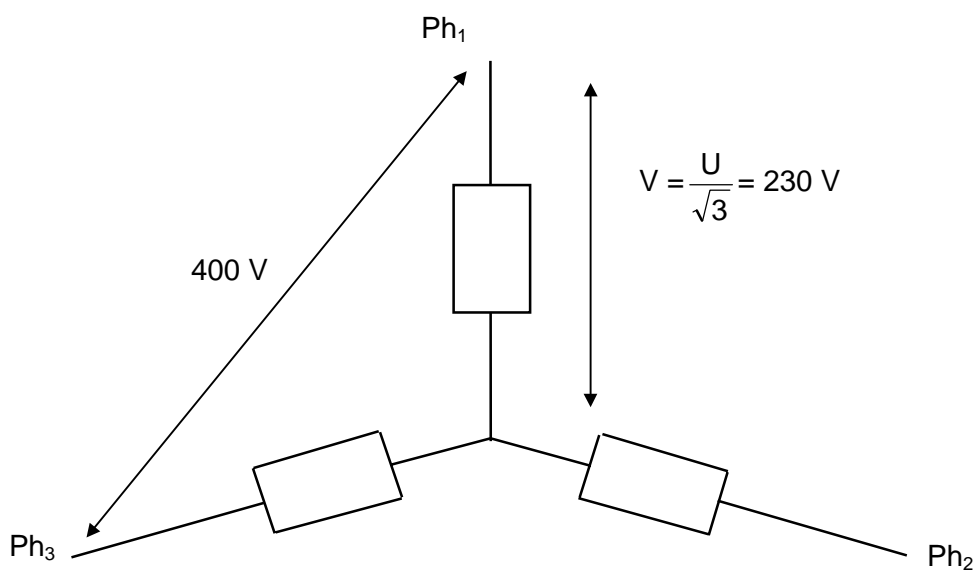


Récepteur monophasé

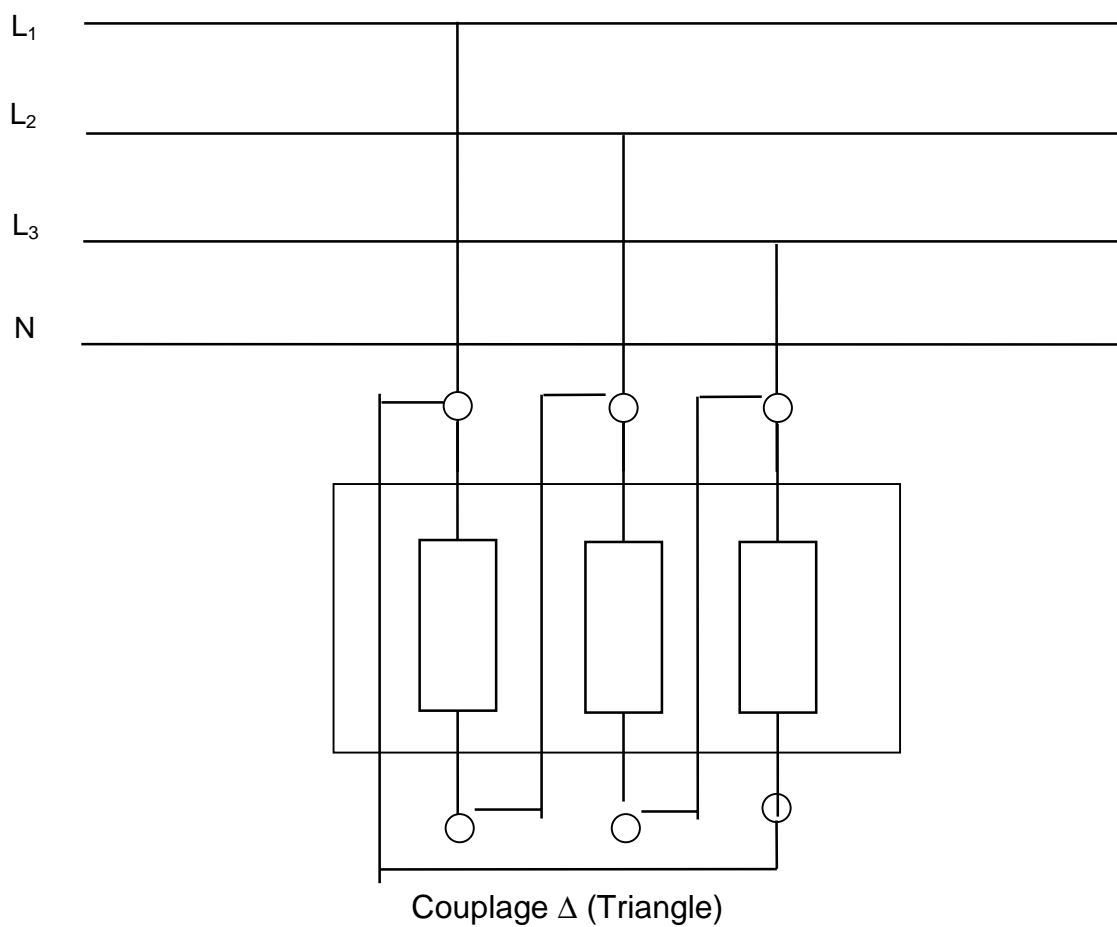
Exemple : tension d'un récepteur 230 V, réseau EDF 400V 3 ~ + N

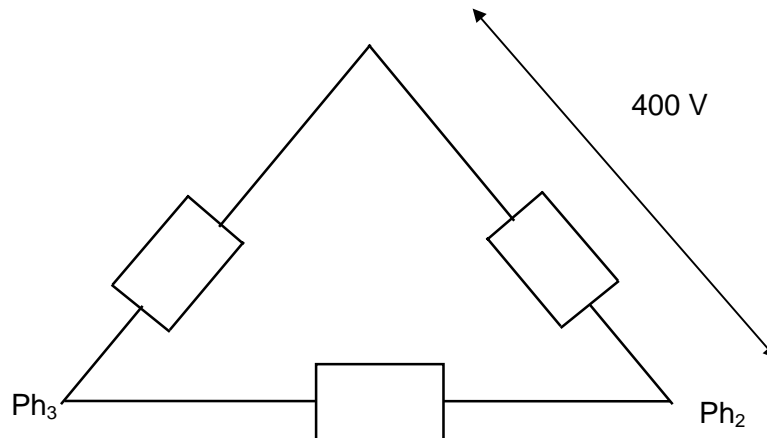


Couplage Y (étoile)



Exemple : Tension d'un récepteur 400 V , Réseau EDF $400\text{V } 3\sim + N$





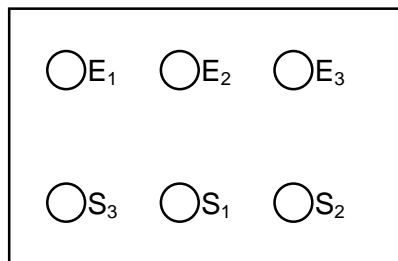
4.4. Branchement des récepteurs triphasés munis d'une plaque à bornes normalisées

Les constructeurs pour des besoins pratiques disposent les 6 bornes du récepteur triphasé d'une certaine manière.

Les entrées des éléments sont côte à côte.

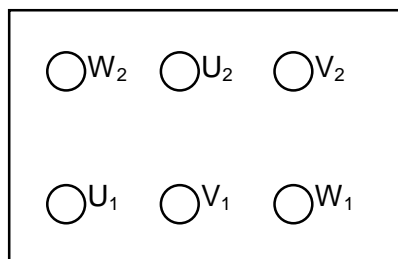
Les sorties des éléments sont décalées par rapport aux entrées.

Les couplages se feront alors à l'aide de barrettes fournis par le constructeur.



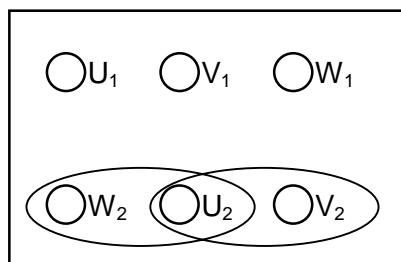
E= entrée
S= sortie

Cas particulier de la plaque à bornes d'un moteur triphasé : chaque borne à un nom et un emplacement précis.

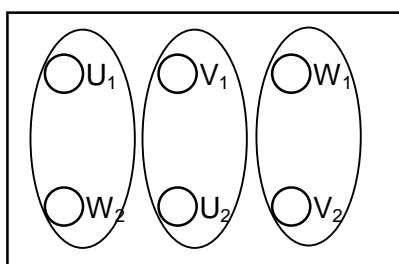


Pour des raisons de simplification des schémas, on peut utiliser ce type de représentation.

Pour un moteur triphasé, le couplage Y devient :



Pour un moteur triphasé, le couplage Δ devient :



Indications de la plaque à bornes (moteur)	Montage sur la plaque à bornes Démarrage "direct"		
	Réseau 127V entre phases	Réseau 220V entre phases	Réseau 380V entre phases
127/220V			
220/380V			
380/650V			

5. LES DEMARRAGES MOTEURS

5.1. Pourquoi ?

5.1.1. Généralités

Le moteur asynchrone d'induction possède un fort couple au démarrage, qui consomme dix fois son intensité nominale.

Cela crée des chutes de tensions en lignes pouvant empêcher le moteur de démarrer (la chute de tension en ligne ne doit pas excéder 5 %).

Echauffement anormal des conducteurs.

Mécaniquement le système mécanique entraîné ne supporte pas le choc de démarrage.

5.1.2. But

Il existe différentes solutions pour réduire cette intensité de démarrage, les unes électromécaniques et les autres électroniques.

5.2. Démarrage Y/Δ

5.2.1. Conditions à remplir

Le couplage triangle doit correspondre à la tension du réseau.

Le démarrage doit se faire en deux temps :

- Premier temps : couplage des enroulements en **étoile** et mise sous tension.
- Deuxième temps : suppression du couplage étoile, immédiatement suivi du couplage **triangle**.

Ce procédé ne peut s'appliquer qu'aux moteurs dont toutes les extrémités d'enroulement sont sorties sur la plaque à bornes et dont le couplage **triangle** correspond à la tension du réseau.

	RESEAU 220 V	RESEAU 380 V	RESEAU 660 V
MOTEUR 127/220 V	Impossible	Impossible	Impossible
MOTEUR 220/380 V	Couplage Y/Δ	Impossible	Impossible
MOTEUR 380/660 V	Impossible	Couplage Y/Δ	Impossible

5.2.2. Analyse du fonctionnement au démarrage

① Démarrage couplage étoile

La tension appliquée sur une phase est réduite, soit $U/\sqrt{3}$.

- **L'intensité absorbée** (proportionnelle à la tension appliquée) est le 1/3 de celle qu'absorberait le moteur s'il démarrait directement en triangle. La valeur de la pointe d'intensité atteint en général 2 fois l'intensité nominale.
- **Le couple au démarrage** (proportionnelle au carré de la tension) et le couple maximum en étoile sont ramenés au 1/3 des valeurs obtenues en démarrage direct. La valeur du couple de démarrage atteint en général 0,5 fois le couple nominal.

② Démarrage couplage étoile

Passage étoile triangle. Le temps de passage entre les deux couplages doit être très bref.

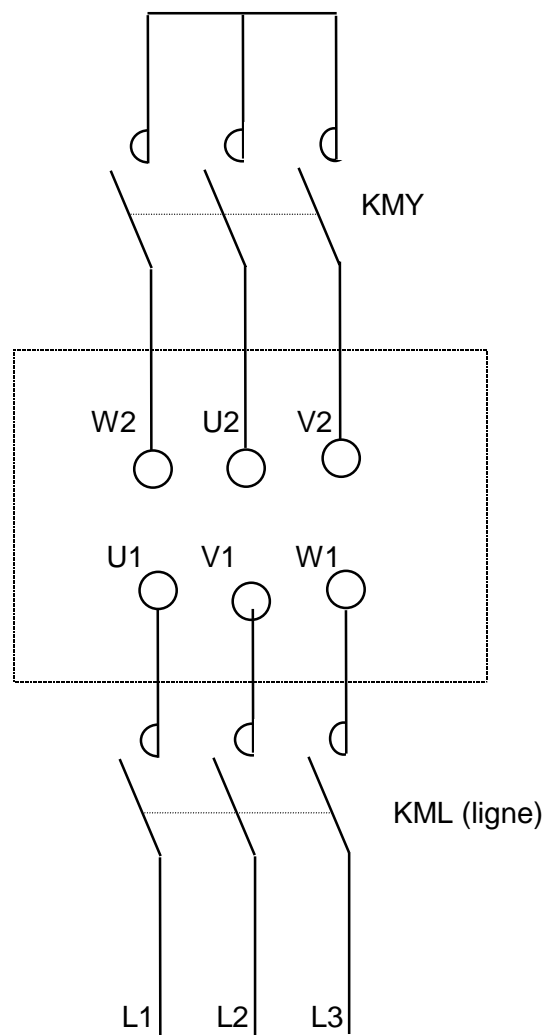
③ Couplage triangle

- **Un deuxième appel de courant** se manifeste ; il est fonction de la durée du couplage étoile et peut atteindre la valeur de pointe en démarrage direct. Cette pointe de courte durée provient de ce que les forces électromotrices qui subsistent au stator lors du couplage triangle ne sont pas en opposition de phase avec les tensions de ligne.

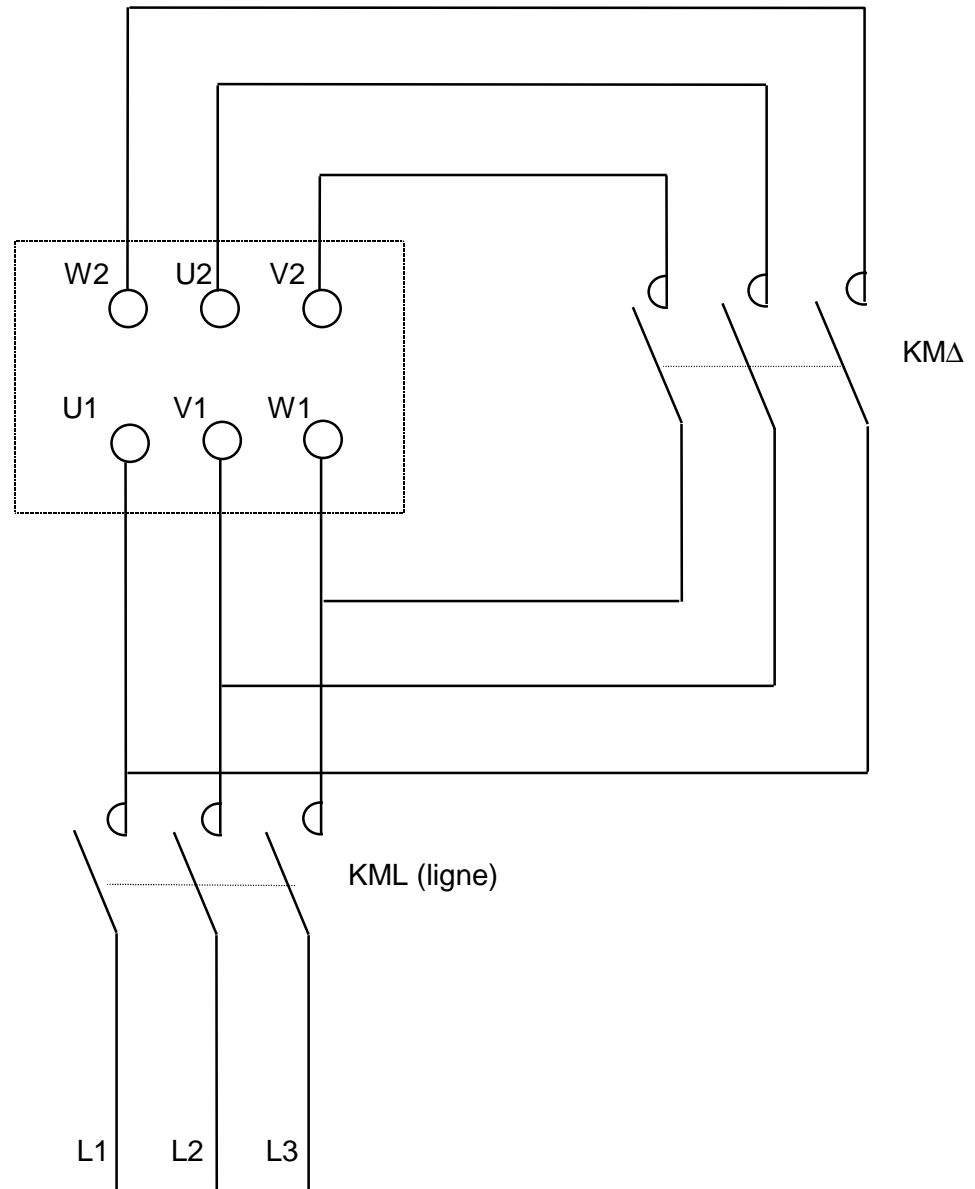
Le couple subit une forte pointe pour retomber rapidement à sa valeur nominale.

5.2.3. Principe

1^{er} temps :

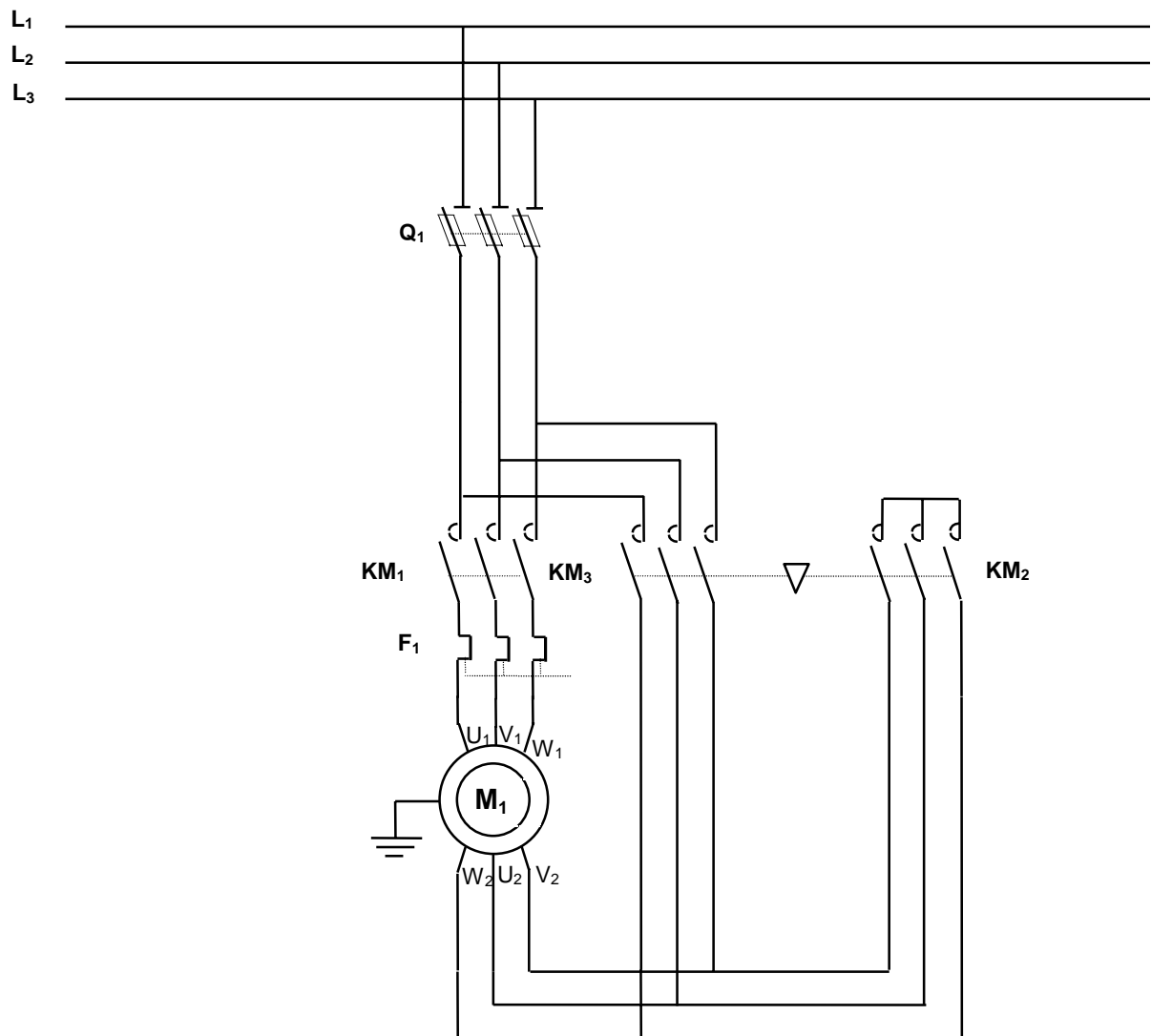


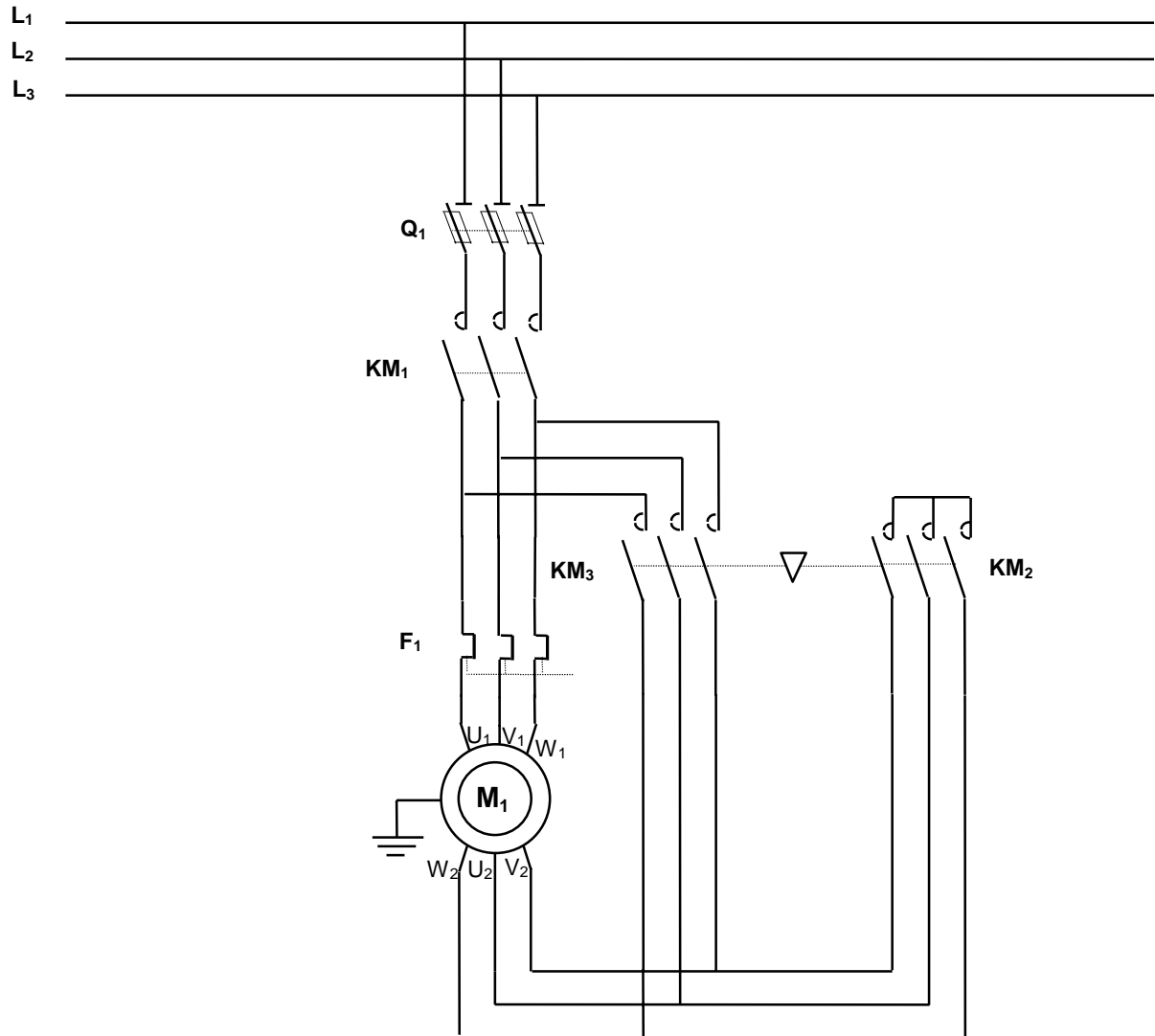
2^e temps :

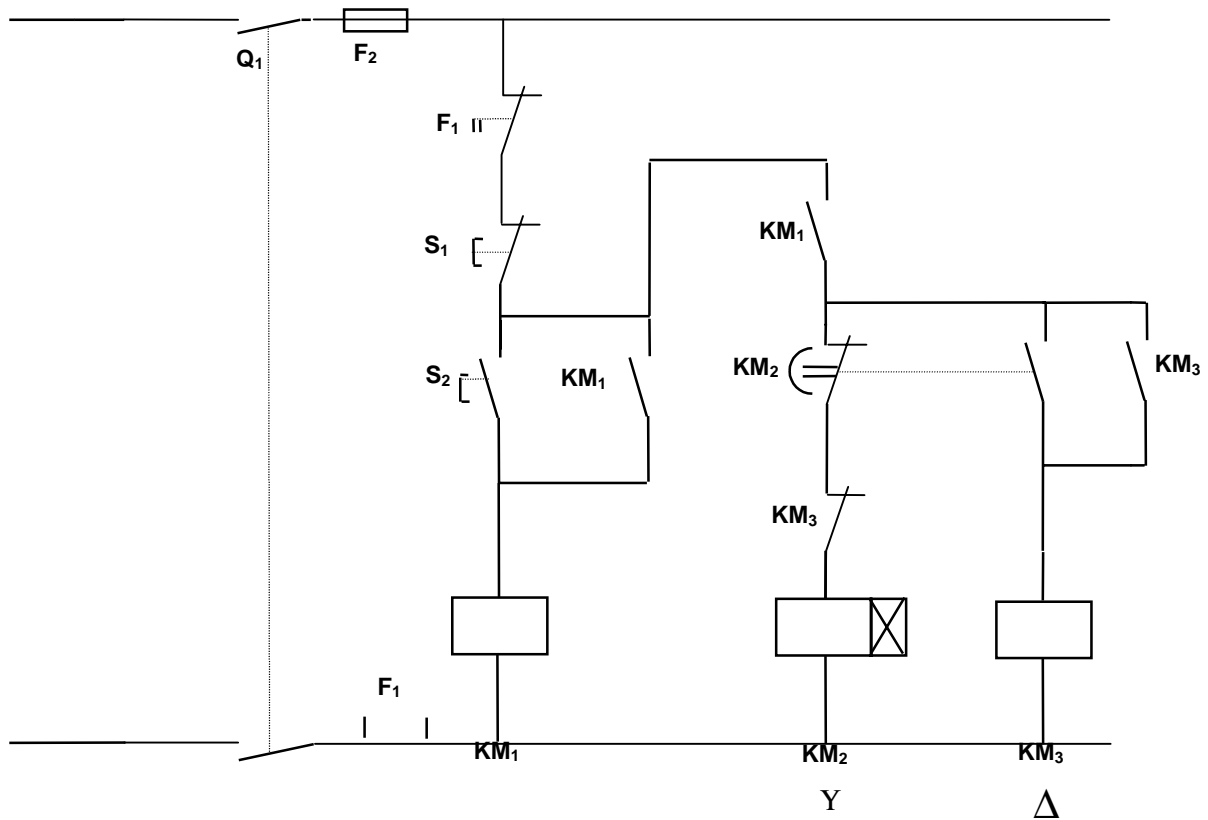


L1 L1

5.2.4. Schéma de puissance

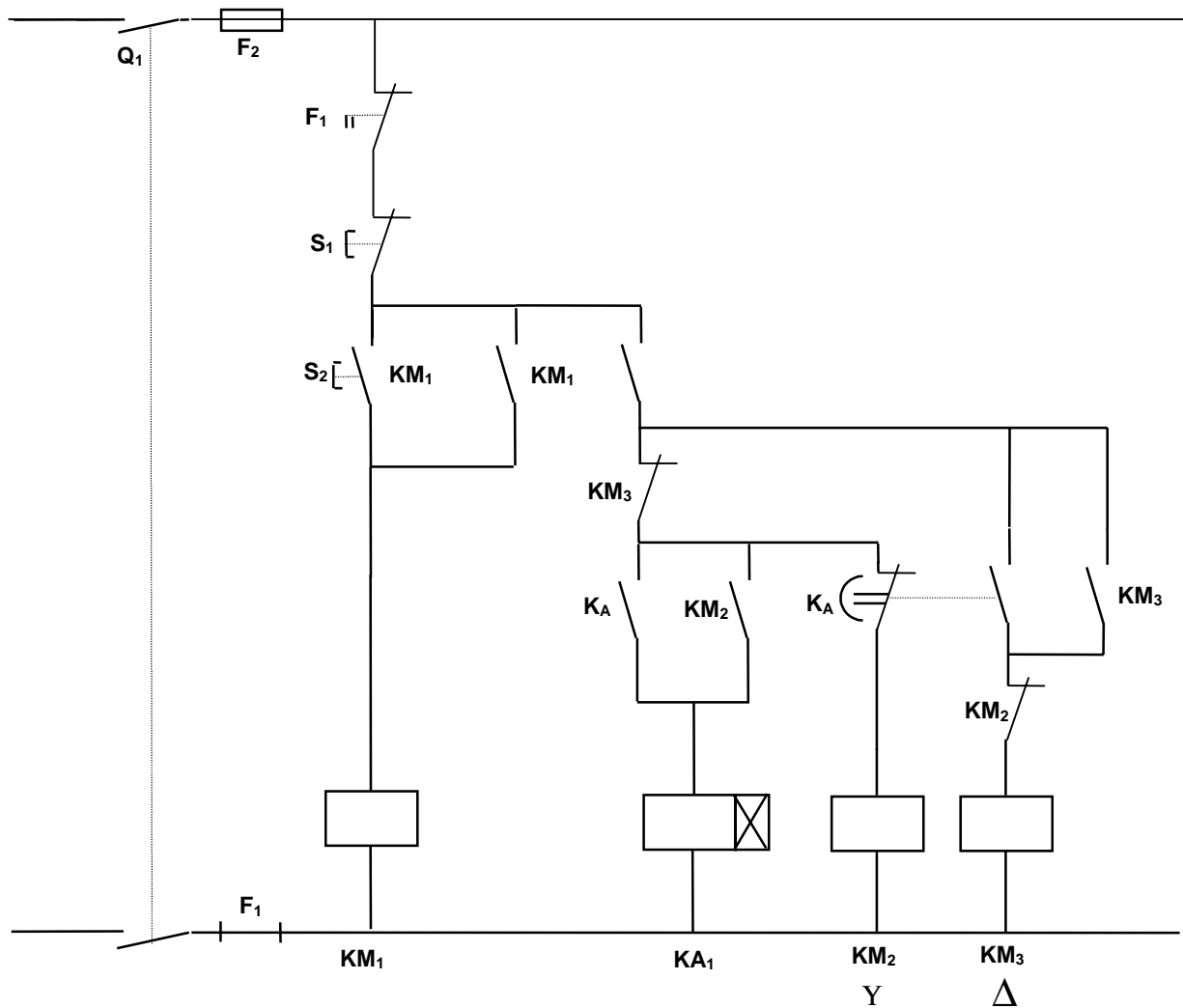






Avantage : ne peut pas passer en triangle sans être passé en étoile.

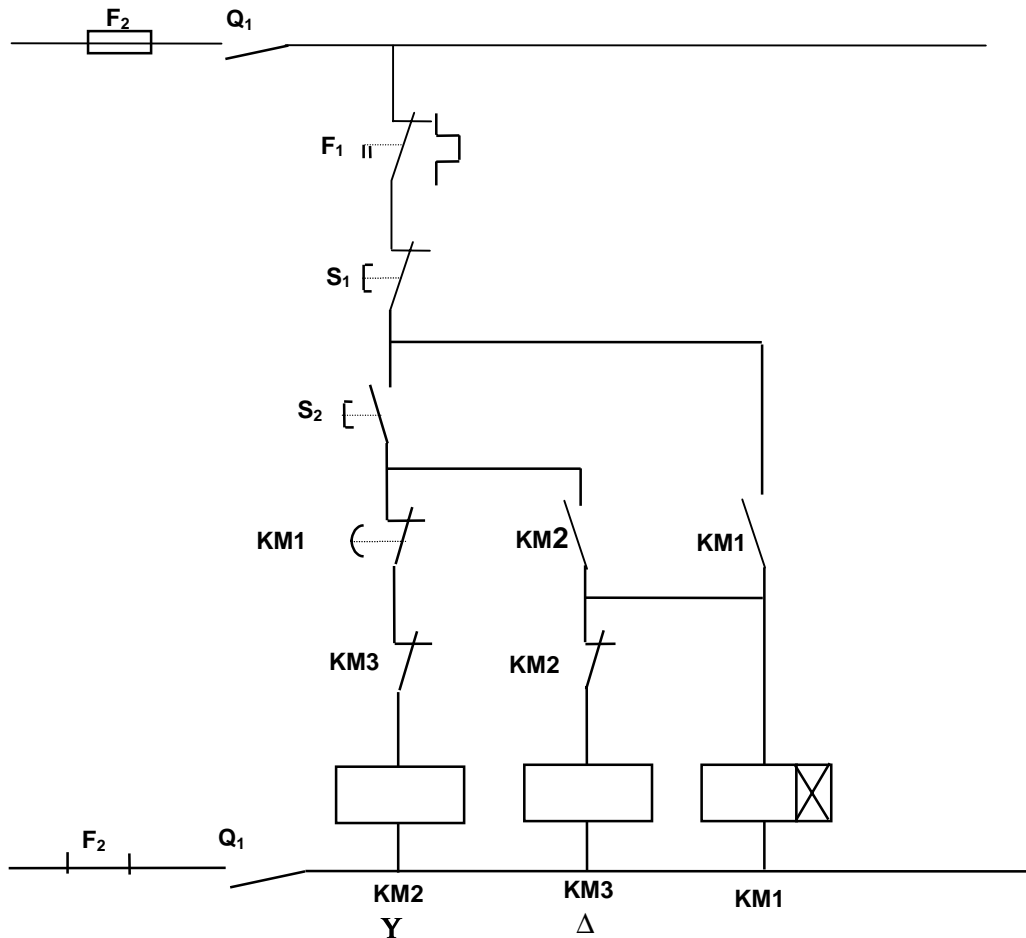
Inconvénient : schéma un peu plus compliqué et risque d'aléa technologie.



Avantage : ne peut pas passer en triangle sans être passé en Y pas d'aléa, montage fiable.

Inconvénient : peut éventuellement démarrer directement en Δ .

Schéma de commande le plus utilisé



Avantages :

- La pointe d'intensité au démarrage est réduite au tiers de la valeur du démarrage direct.
- Installation très simple en appareillage. Faible coût.

Inconvénients :

- Apparition de phénomènes transitoires lors du passage d'étoile en triangle.
- Démarrage long (3 à 6 s).

Remarque :

Le couple de démarrage est réduit au tiers de la valeur du démarrage direct.

Inverseur étoile triangle

- Schéma de puissance

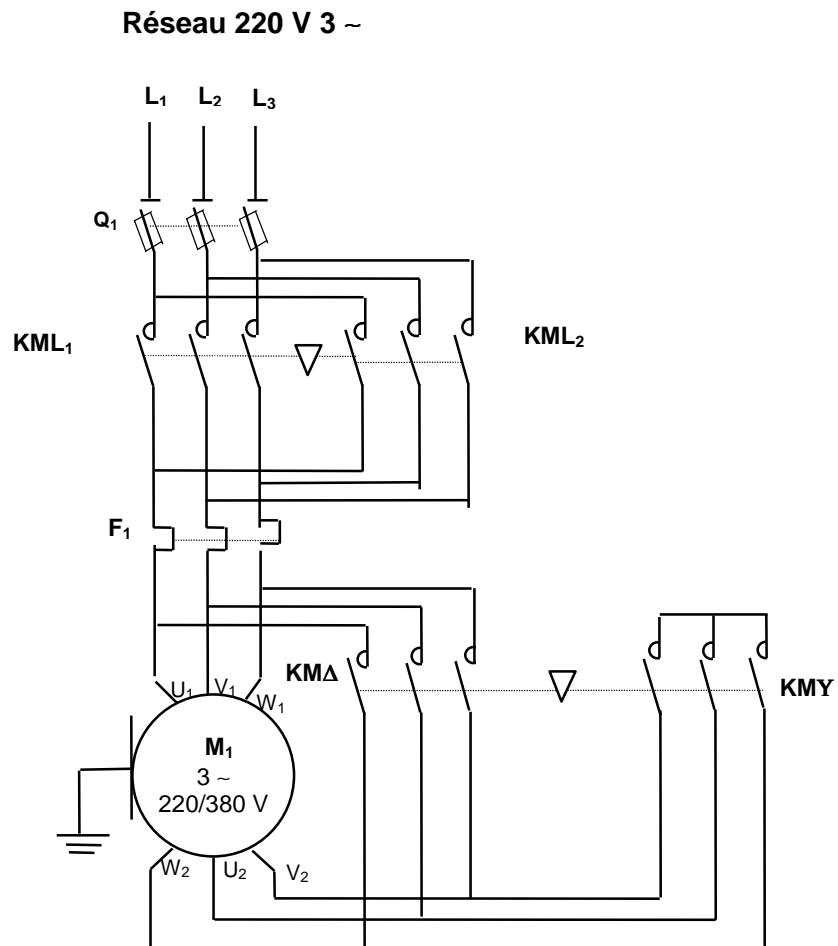
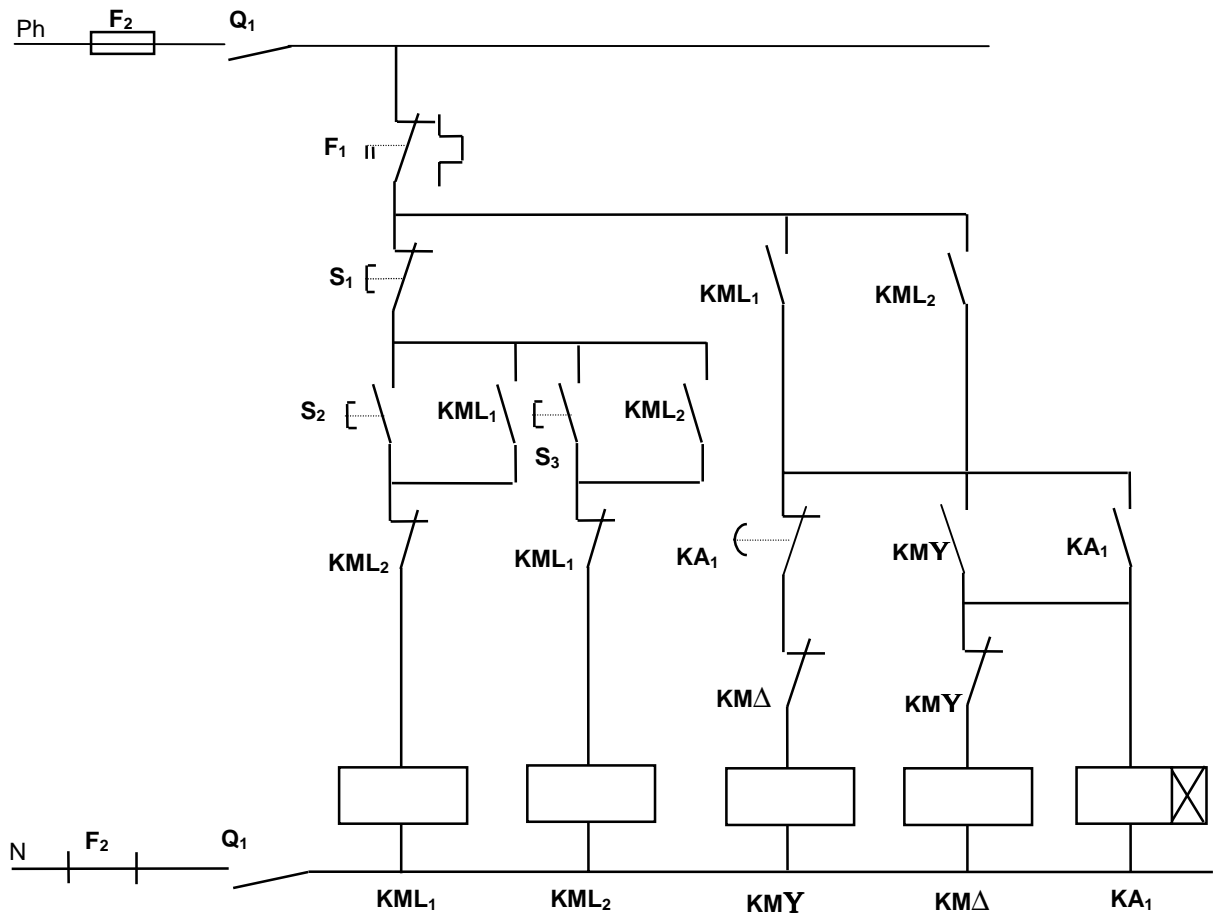


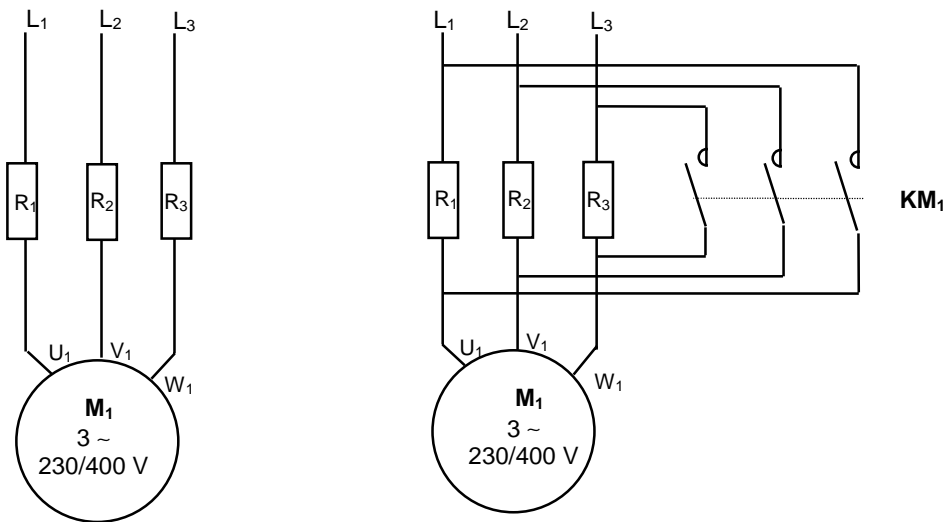
Schéma de commande



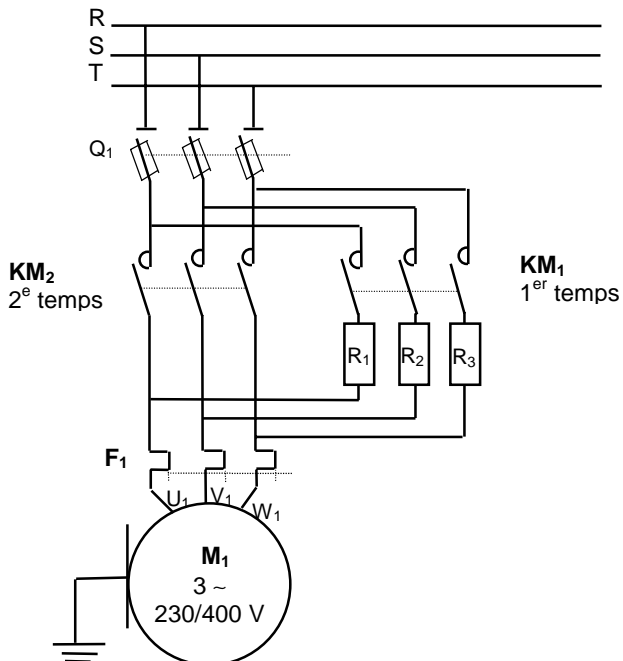
5.3. Démarrage statorique

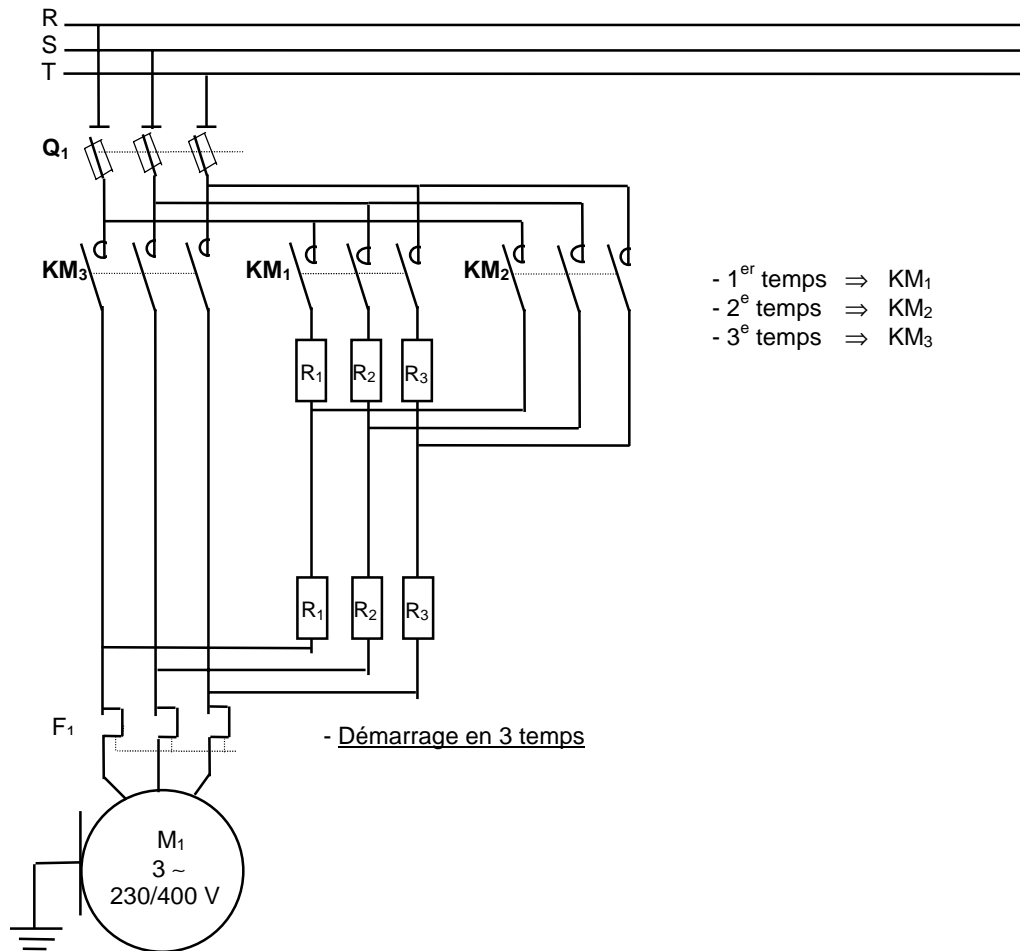
5.3.1. Principe

L'alimentation à tension réduite est obtenue dans un premier temps par la mise en série dans le circuit d'une résistance (sur chaque phase) qui est ensuite court-circuitée généralement en un seul temps et éventuellement en 2 temps.

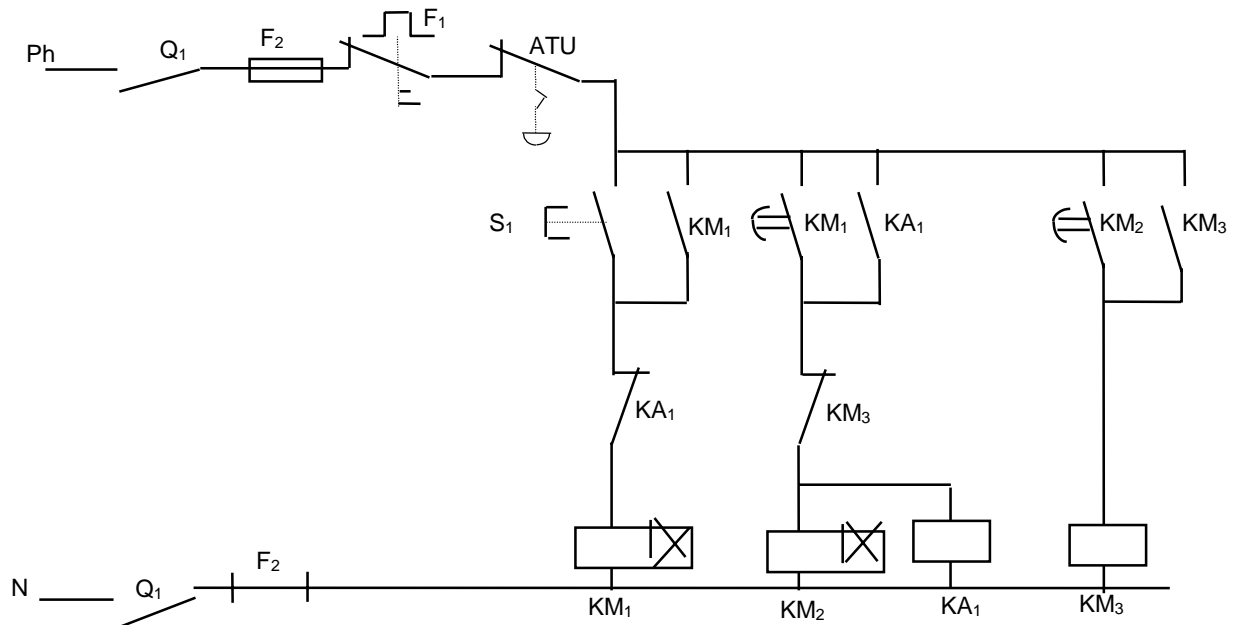


5.3.2. Schéma du circuit de puissance





5.3.3. Schéma de commande



Avantages :

- En augmentant le nombre de temps de démarrage, il est possible de régler toutes les valeurs caractéristiques telles que le courant et couple de démarrage.
- L'utilisateur doit appliquer le couplage convenable des caractéristique moteur/réseau.

Inconvénients :

- Le courant de démarrage est important dans le cas d'un démarrage en deux temps.
- Le temps de démarrage est assez long (6 à 10 s).

Remarque :

Le couple de démarrage est faible pour une pointe de courant assez importante ($0,6$ à $0,8 \times T_n$).

Utilisation :

Il est employé pour des machines à forte inertie qui ne démarre pas avec leur charge maximale.

Exemples : ventilateurs, pompes...

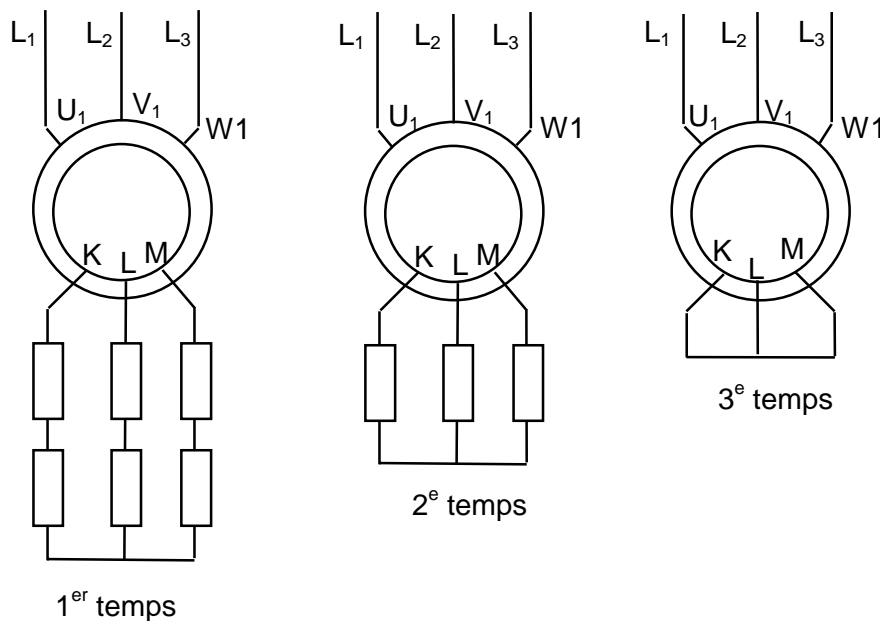
5.4. Démarrage rotorique

Pour ce type de démarrage, on est obligé d'utiliser un moteur à rotor bobiné.

5.4.1. Principe

Ce moteur analogue (identique) à un transformateur dont le primaire serait le stator et le secondaire, le rotor.

On limite le courant secondaire et par conséquent l'intensité absorbée au primaire en insérant des résistances dans le circuit rotorique que l'on élimine au fur et à mesure que l'on prend de la vitesse.

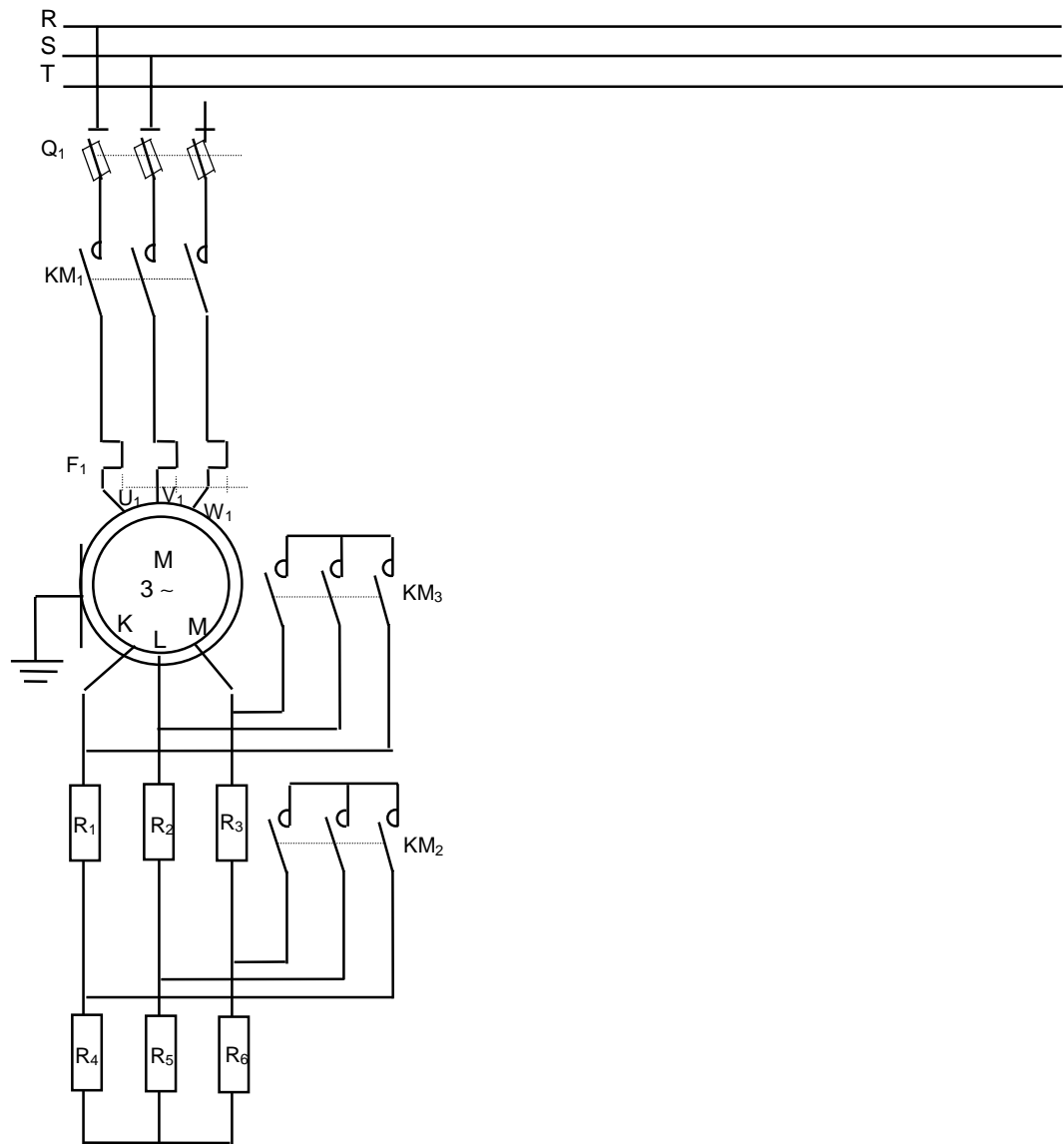


- 1^{er} temps : on limite le courant dans les enroulements du rotor en insérant deux résistances en série sur chaque phase.
- 2^e temps : on diminue la résistance du circuit rotorique en court-circuitant une résistance sur chaque phase.
- 3^e temps : on supprime toutes les résistances rotoriques (rotor en court-circuit).

Remarque :

La suppression des résistances peut se réaliser en plusieurs temps (3, 4, 5, 6) ce qui ajoute autant de résistances supplémentaires au démarrage du moteur.

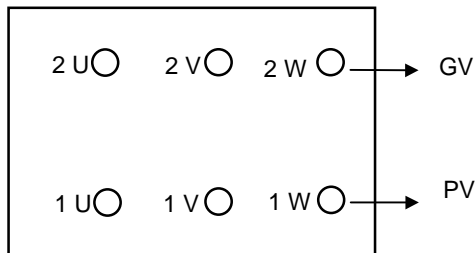
5.4.2. Schéma du circuit de puissance



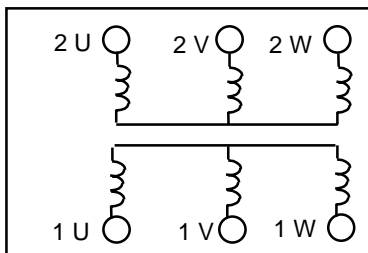
6. MOTEUR DEUX VITESSES

6.1. Généralités

Plaque à bornes



6.2. Moteur 2 vitesses enroulements séparés



Le moteur 2 vitesses à enroulements séparés est composé de 2 enrouleurs triphasés couplés en Y totalement indépendants mais logés dans le même circuit magnétique statorique.

Avantages

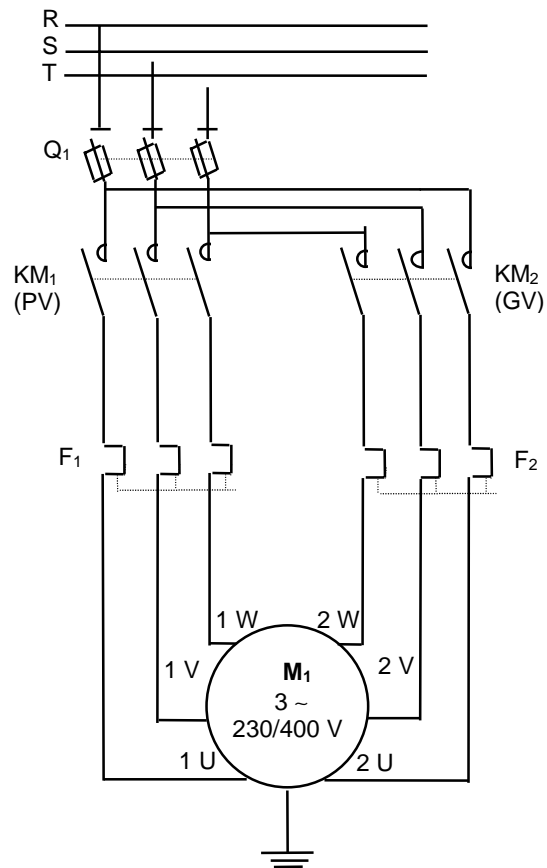
- Possibilité de choisir les 2 vitesses (aucun rapport mathématique n'existe entre ces 2 vitesses).
- Caractéristique électrique pratiquement identique à un moteur à une seule vitesse.

Inconvénients

- Prix de revient élevé.

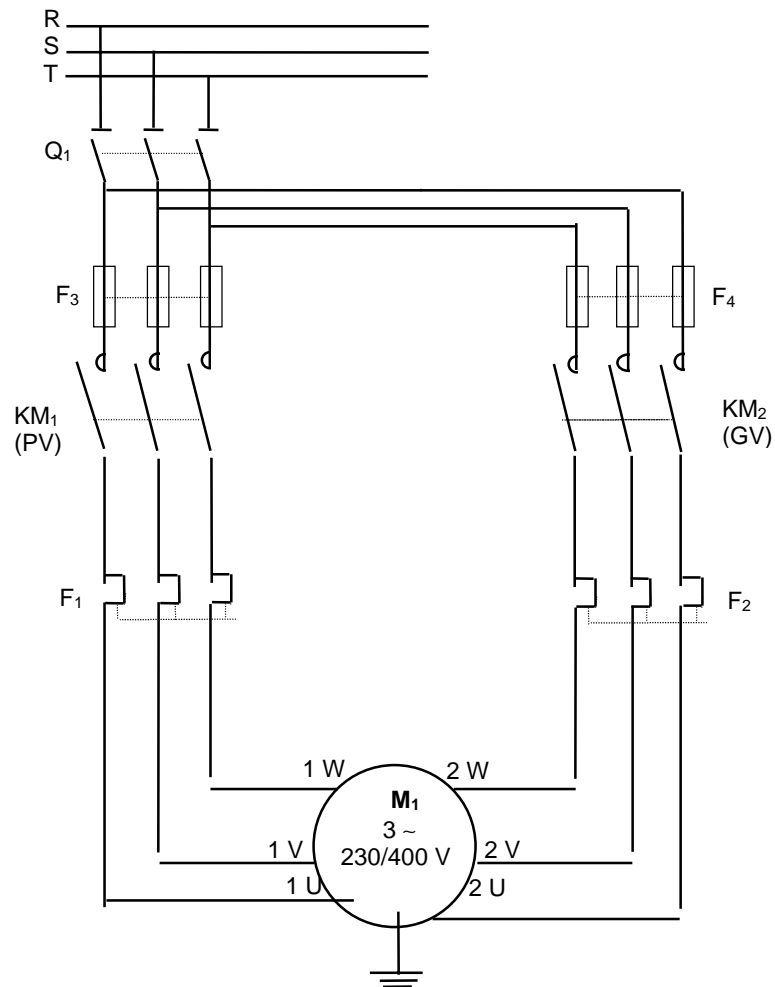
6.2.1. Schéma du circuit de puissance

1^{er} cas :



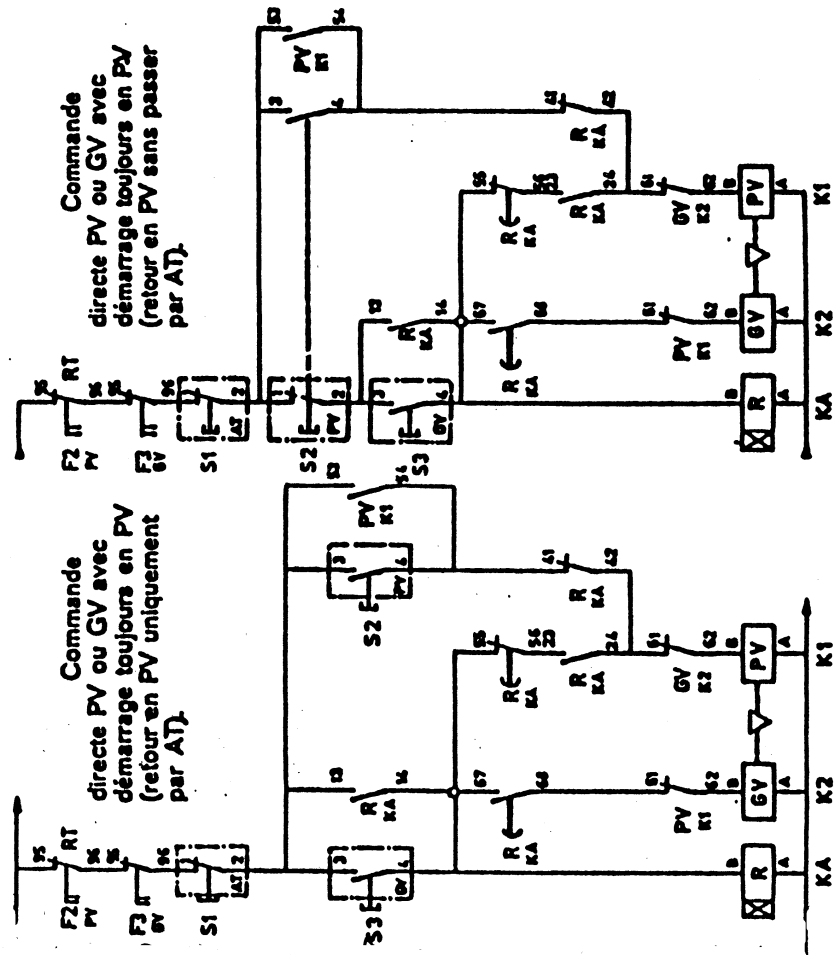
On utilise ce montage lorsque les intensités PV et GV sont sensiblement équivalentes.

2^e cas :



Ce montage est utilisé dans le cas où les 2 vitesses ont des intensités de fonctionnement totalement différentes.

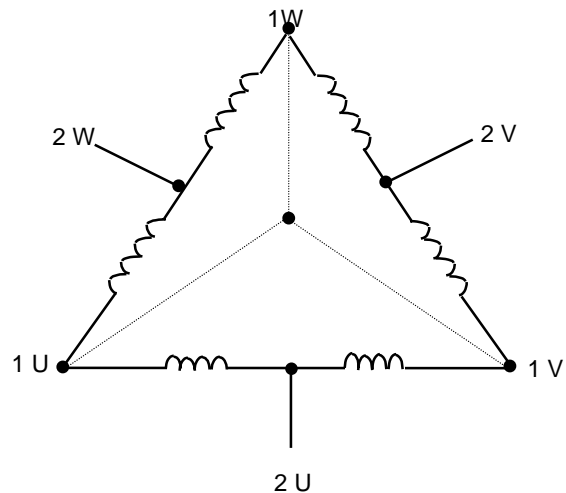
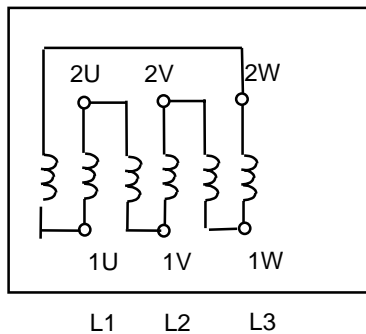
6.2.2. Exemple de schéma de commande



6.3. Moteur 2 vitesses "DALHANDER"

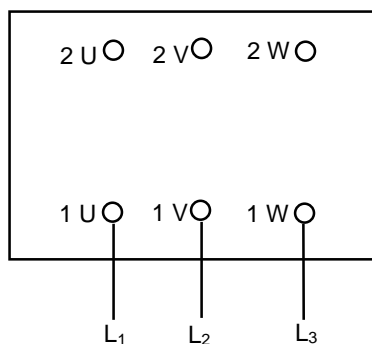
Le moteur Dalhander est un moteur à pôles commutables, les 2 vitesses sont obtenues par modification de polarité sur le même enroulement.

6.3.1. Plaque à bornes :

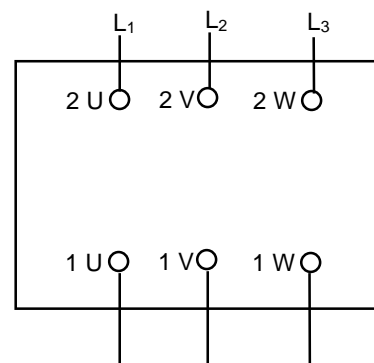


Pour la plupart des moteurs 2 vitesses Dalhander, l'alimentation de la petite vitesse se fera sur les bornes : 1 U, 1 V et 1 W. L'alimentation de la grande vitesse se fera sur les bornes 2 U, 2 V, 2 W avec un point étoile sur les bornes 1U, 1 V, 1 W.

Fonctionnement en PV



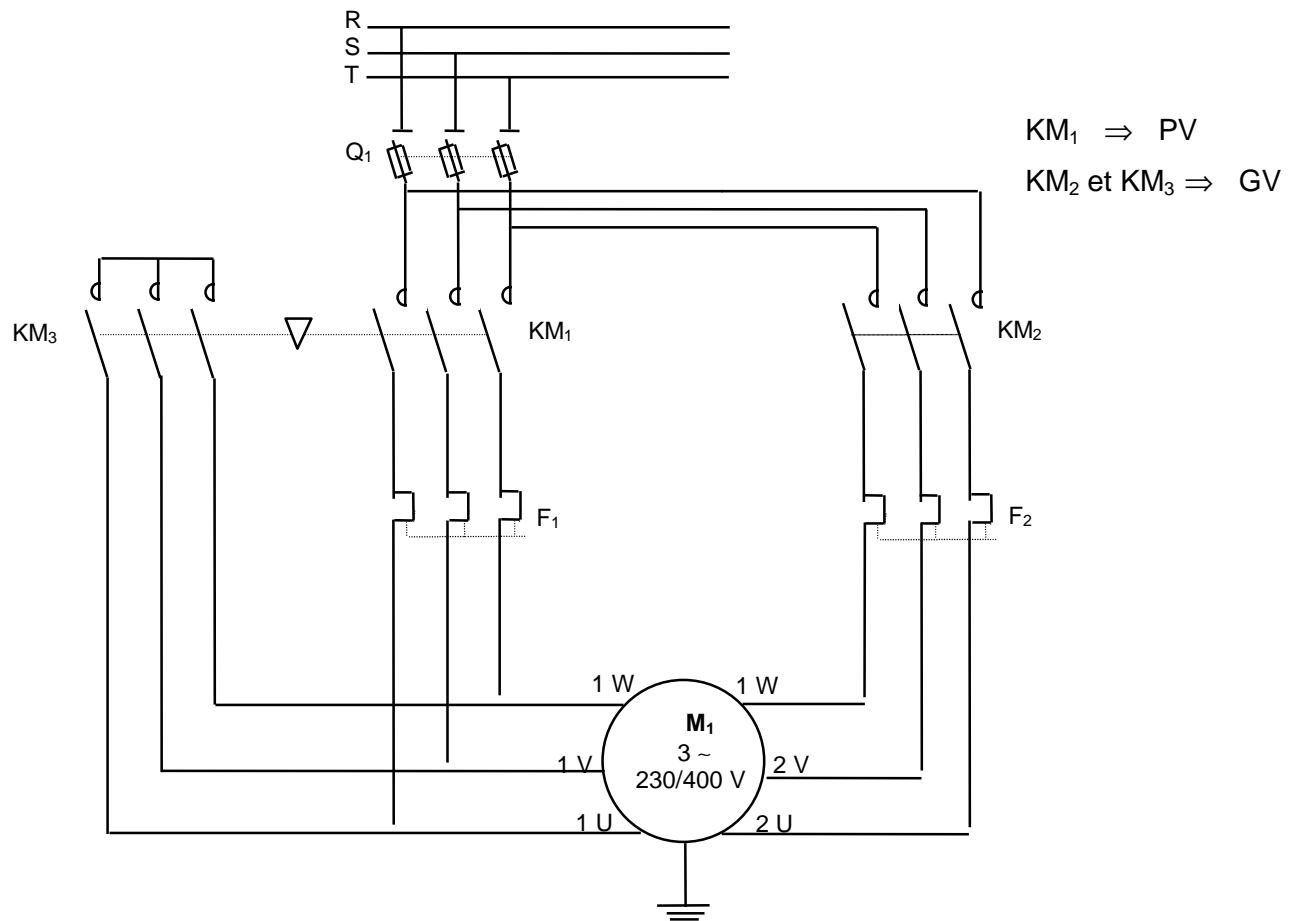
Fonctionnement en GV



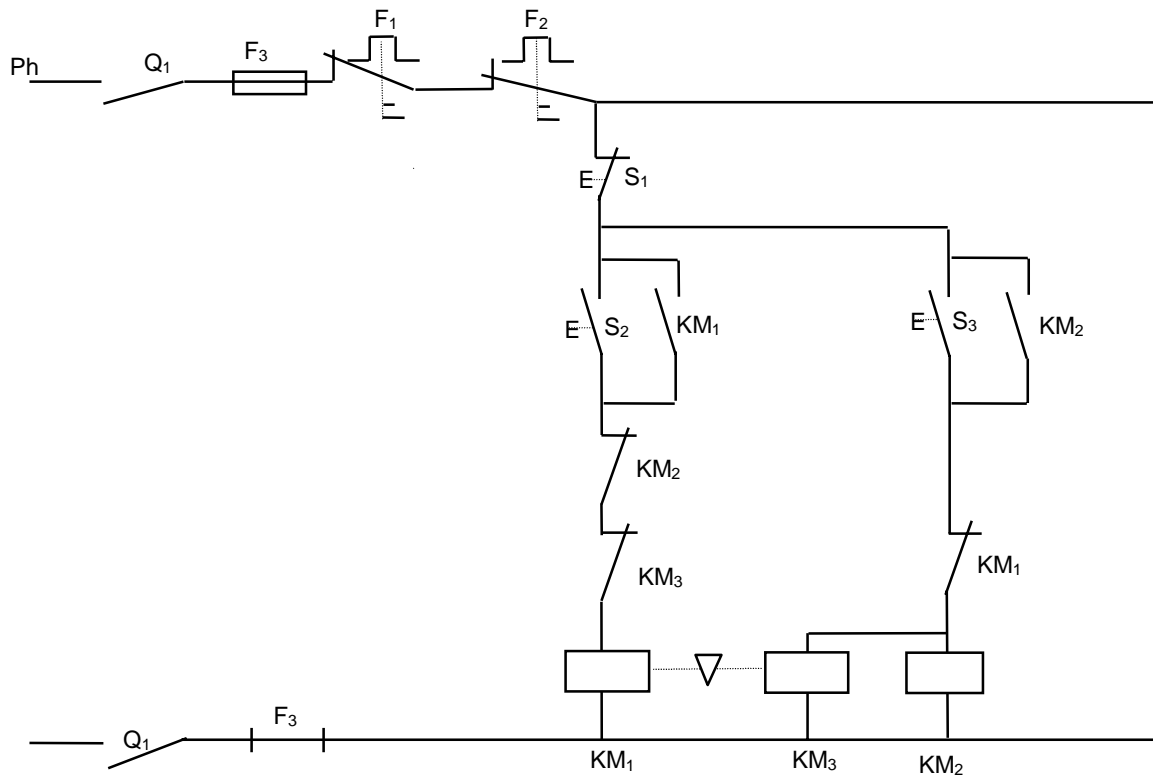
Par rapport à un moteur à une vitesse, le moteur Dalhander occasionne des pertes de puissance sensiblement égales à la moitié de la puissance d'une seule vitesse. On obtient des pertes calorifiques assez importante d'où l'utilisation du moteur Dalhander sur les gammes de faibles puissances.

Le rapport des vitesses est toujours du simple au double (3000/1500 tr/min),(1500/750 tr/min) etc

6.3.2. Schéma du circuit de puissance



6.3.3. Schéma de commande



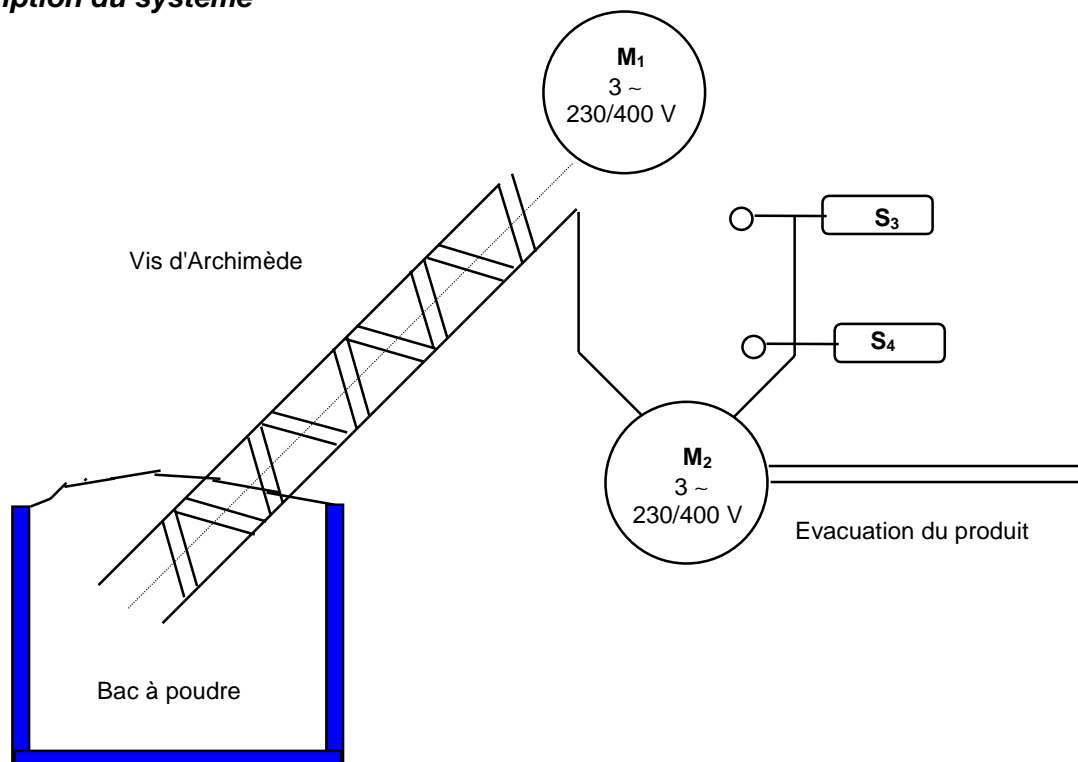
7. EXERCICES

7.1. Enoncés

Rappel : Les schémas se représentent toujours au repos

7.1.1. Exercice N° 1 - Transfert de pulvérulents

Description du système



Dans une usine de produits chimiques, un des constituant d'un mélange est stocké sous forme de poudre dans un bac. Cette poudre est transférée dans une trémie par l'intermédiaire d'une vis d'Archimède entraînée en rotation par le moteur M₁.

Elle est ensuite évacuée vers un mélangeur en quantité constante grâce à une pompe doseuse M₂.

Fonctionnement de la machine

L'opérateur dispose d'un pupitre de commande avec deux boutons poussoirs S₁ (marche), S₂ (arrêt) et de trois voyants H₁ (sous tension), H₂ (vis en fonctionnement) et H₃ (défaut moteur).

L'action sur le bouton poussoir S_1 entraîne le démarrage de la pompe M_2 . Si le niveau est trop bas, détecté par le capteur S_4 , le moteur M_1 se met en marche et s'arrête lorsque S_3 , est sollicité.

Tous les moteurs s'arrêtent s'il y a action sur S_2 ou déclenchement d'un relais thermique.

Travail demandé :

1. Tracer les schémas de commande
2. Tracer le schéma de puissance de l'installation en unifilaire.

Tensions des circuits :

- puissance 220 V triphasé,
- commande 48 V monophasé.

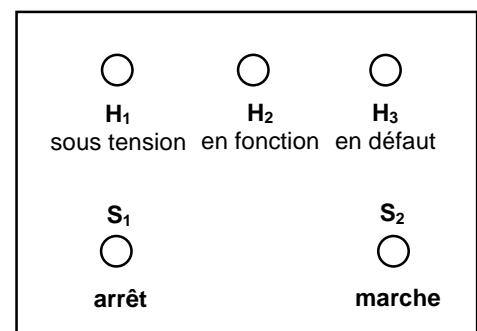
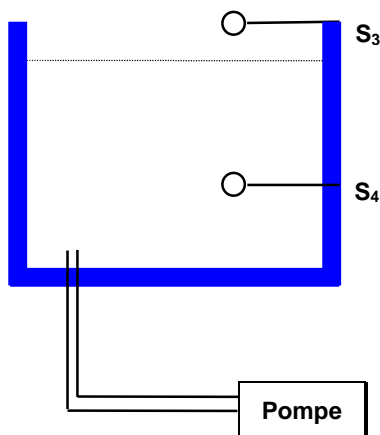
7.1.2. Exercice N° 2- Collecteur d'eaux pluviales

Une pompe d'épuisement sert à vidanger une citerne collectant les eaux pluviales.

La citerne est équipée de deux contacts de niveau haut (S_3) et bas (S_4). Le coffret de commande comporte un bouton poussoir marche (S_2), un bouton poussoir arrêt (S_1), un voyant "sous tension" (H_1), un voyant "pompe en fonctionnement" (H_2), un voyant "pompe en défaut" (H_3).

Travail demandé :

1. le schéma de puissance de l'installation ($U = 380\text{ V}$)
2. le schéma de commande ($U = 48\text{ V}$).



Rappel :

Les schémas se représentent toujours au repos.

Ici citerne vide.

En utilisant des contacts à fermeture pour chaque capteur S_3 et S_4 , la pompe se mettra en fonctionnement que lorsque la citerne sera pleine (appui sur S_3) et ne s'arrêtera que lorsque la citerne sera presque vide (relâchement de S_4).

7.1.3. Exercice N° 3- Château d'eau

Un château d'eau est rempli par une pompe principale, (commandée par le relais KM_1), qui s'arrêtera automatiquement lorsque le capteur S_3 (niveau haut) sera sollicité.

Cette pompe principale ne se remettra en action qu'au moment où le capteur S_4 (niveau bas) ne sera plus sollicité par le niveau du liquide.

La régulation du niveau se fera donc en permanence entre le niveau haut et le niveau bas.

Dans le cas où la demande des utilisateurs serait supérieure au remplissage de la pompe principale, le niveau de liquide peut descendre alors jusqu'au capteur S_5 (niveau très bas).

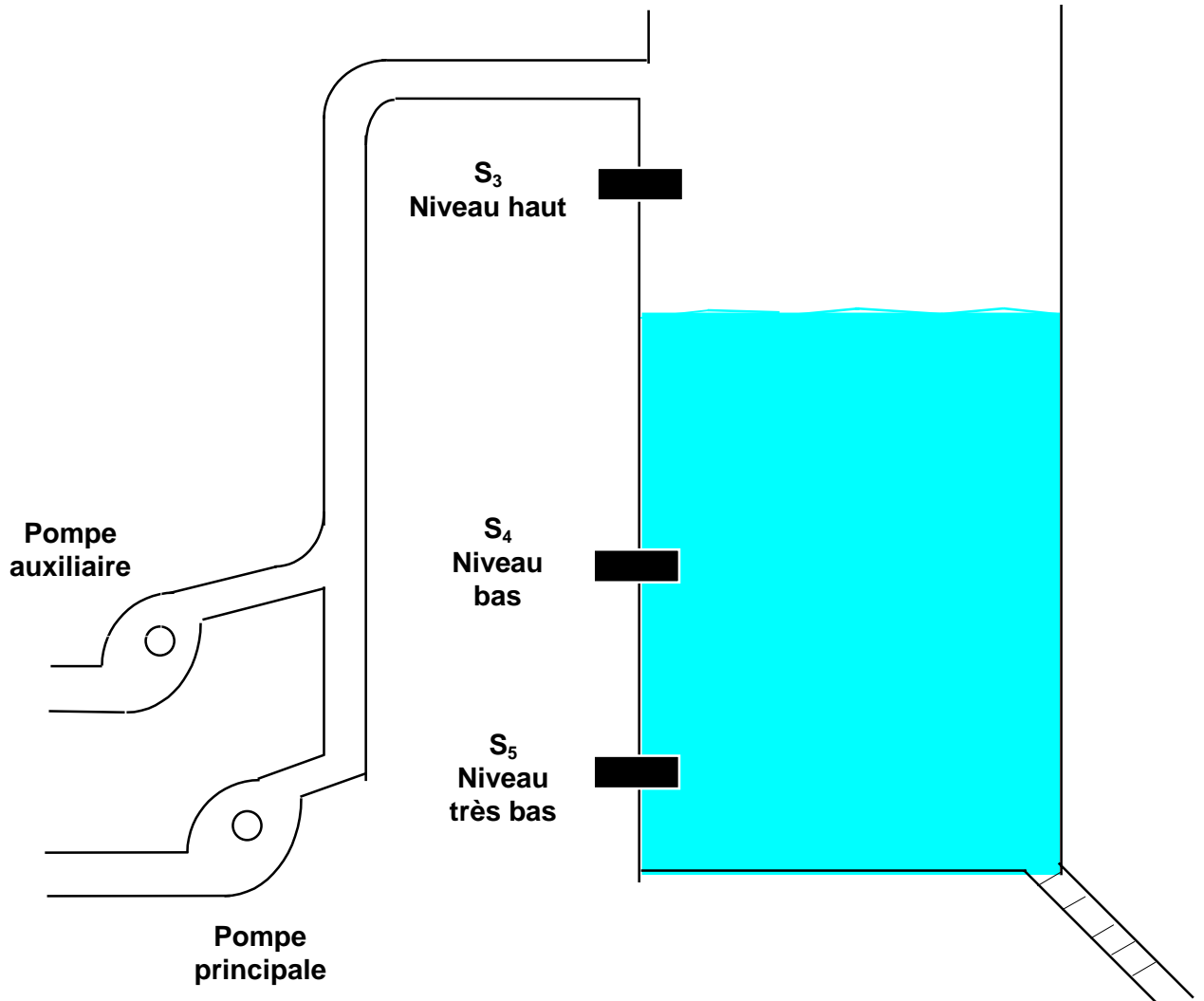
Si le capteur S_5 n'est plus sollicité par le niveau du liquide, une pompe auxiliaire (commandée par le relais KM_2) se mettra en service, en plus de la pompe principale, et s'arrêtera lorsque le niveau bas (S_4) sera atteint.

Une commande manuelle par boutons poussoirs S_2 (mise en service) et S_1 (arrêt total) complète l'installation.

Travail demandé :

1. Déterminer le schéma de commande.

Sur le schéma nous considérerons que le niveau d'eau au départ se situe entre S_3 et S_4 .



7.1.4. Exercice N° 4 - Transfert de paquets

Des paquets doivent être acheminés dans un atelier d'un poste A à un poste B.
M. ALLAMAND *LP. ALFRED DE MUSSET*

L'opérateur en A pose un paquet sur le tapis d'amené (KM₁) alimenté automatiquement par impulsion sur un interrupteur de position (S₅).

Au poste B, le paquet appuie sur un interrupteur de position "fin de course" (S₆) permettant l'arrêt du tapis.

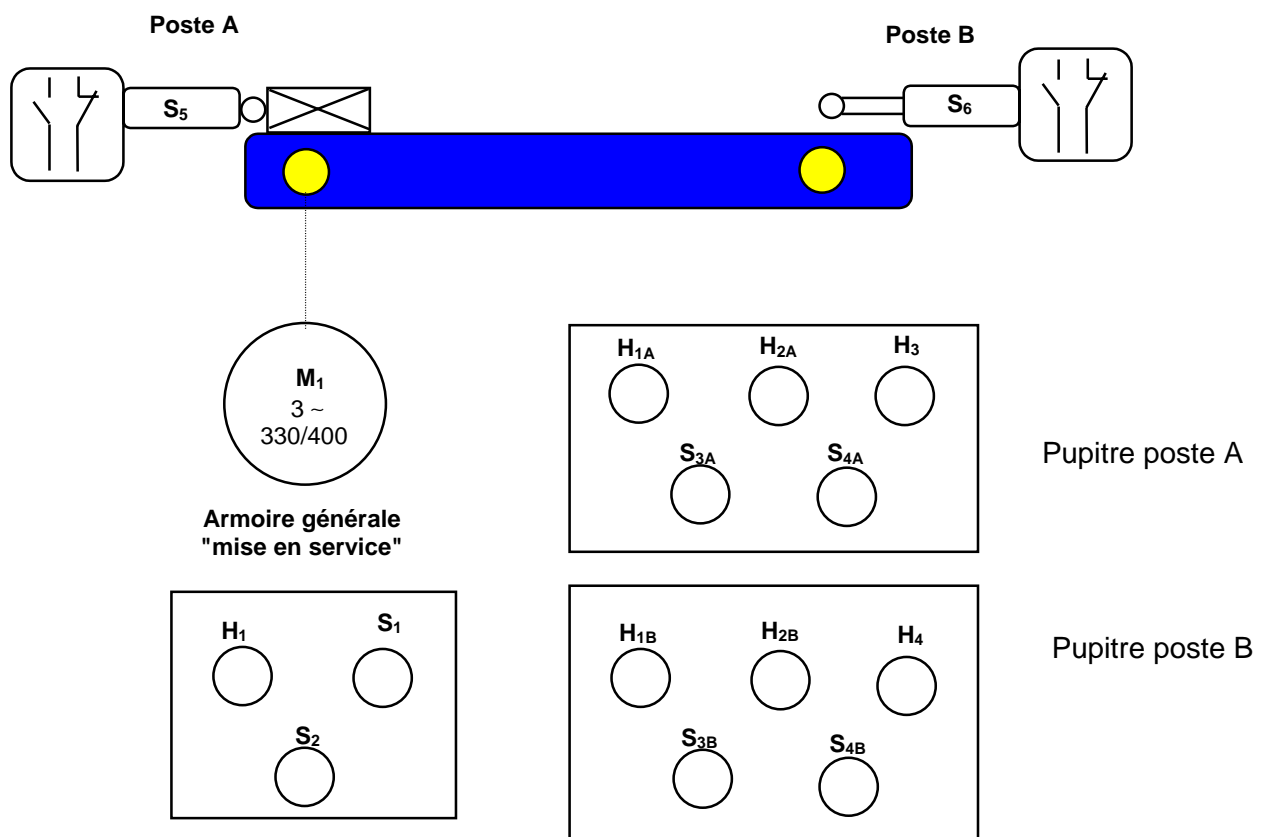
Un nouveau cycle recommence si un autre paquet est au poste A.

Les postes A et B équipés de boutons poussoirs arrêts (S_{3A} et S_{3B}) et marche forcée (S_{4A} et S_{4B}), de voyants de mise en service (H_{1A} et H_{1B}), défaut moteur (H_{2A} et H_{2B}), paquet au poste A (pour opérateur B, H₄), paquet au poste B (pour opérateur A, H₃).

La mise en service de l'installation est assurée par un bouton poussoir S₂ et l'arrêt total d'urgence par un coup de poing à accrochage S₁. Un voyant H1 signale la mise en service dans l'armoire générale.

Travail demandé :

1. Tracez un schéma de commande de l'installation en indiquant le repérage technologique. Tension 48 V ~.
2. Tracez le schéma du circuit de puissance. Tension 220 V, 3 ~.



7.1.5. Exercice N° 5 - Perceuse à colonne

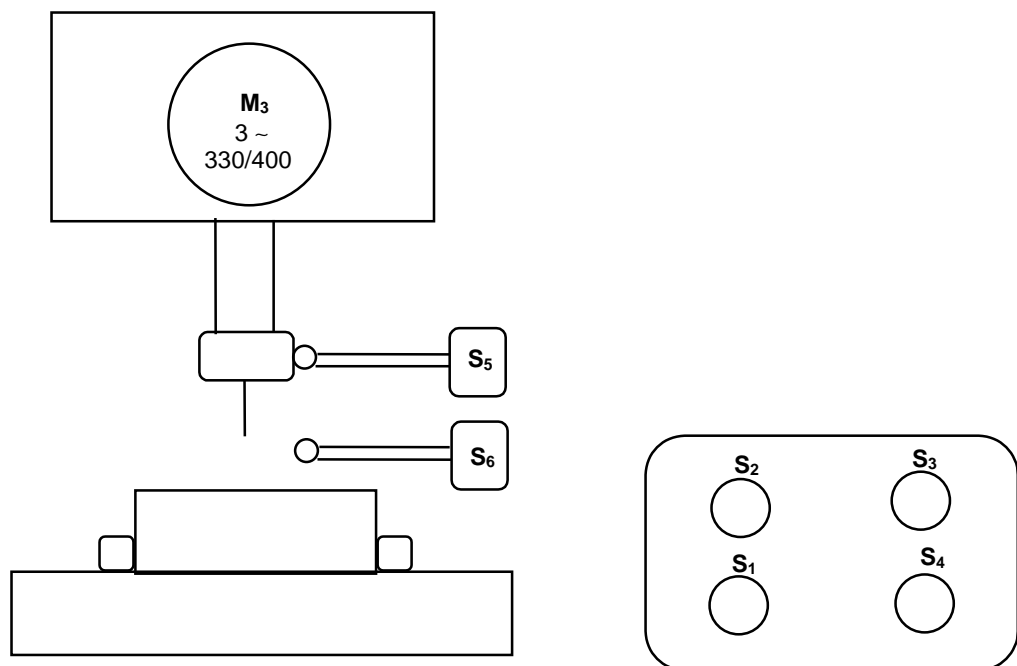
Une perceuse à colonne est utilisée pour usiner des pièces en grande quantité.

L'équipement électrique comprend :

- un relais de mise en service

K_{A1}

BP marche	S ₃
BP arrêt	S ₂
- un commutateur deux positions	
Départ cycle	S ₄
Arrêt fin de cycle	S ₄
- deux interrupteurs de position à galet	
Position haute	S ₅
Position basse	S ₆
- un contacteur inverseur	
Descente	KM ₁
Montée	KM ₂
- coupure générale de l'installation	
"coup de poing (ATU)"	S ₁



Travail demandé:

1. Tracer le schéma de commande.
2. Tracer le schéma de puissance.

7.1.6. Exercice n° 6 - Benne à renversement

Fonctionnement :

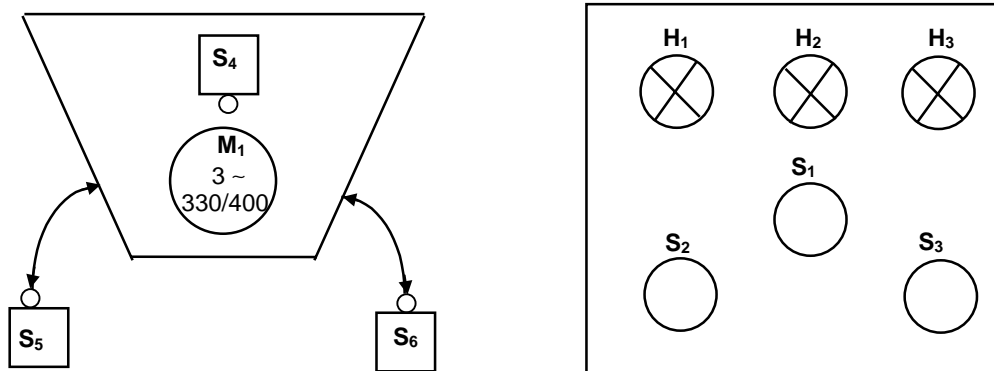
Position initiale. La benne est en position centrale :
 - S4 est sollicité
 - H2 est sous tension

Impulsion sur S2 (envoi à gauche) - rotation gauche de la benne
 - H2 est hors tension
 - S5 est sollicité
 - Arrêt de la benne
 - H1 est sous tension

Impulsion sur S3 (retour au centre) - rotation droite de la benne
 - H1 est hors tension
 - S4 est sollicité
 - Arrêt de la benne
 - H2 est sous tension

Impulsion sur S3 (envoi à droite) - rotation droite de la benne
 - H2 est hors tension
 - S6 est sollicité
 - Arrêt de la benne
 - H3 est sous tension

Impulsion sur S2 (retour au centre) - rotation gauche de la benne
 - H3 est hors tension
 - S4 est sollicité
 - Arrêt de la benne
 - H2 est sous tension



Travail demandé:

1. Tracez le schéma de commande de l'installation.

7.1.7. Exercice n° 7 - Fabrication d'une sauce pour salade et crudités

Dans une usine de produits alimentaires se trouve une unité de fabrication destinée à la préparation à l'échelle industrielle d'une sauce pour salade et crudités.

Cette sauce se compose de trois éléments de base :

- vinaigre,
- huile,
- assaisonnement.

Ces trois éléments se trouvent dans des cuves d'où ils seront extraits par des pompes, pour être conduit dans un "Patouillet" où ils seront mélangés.

Le fabricant à prévu le dosage suivant :

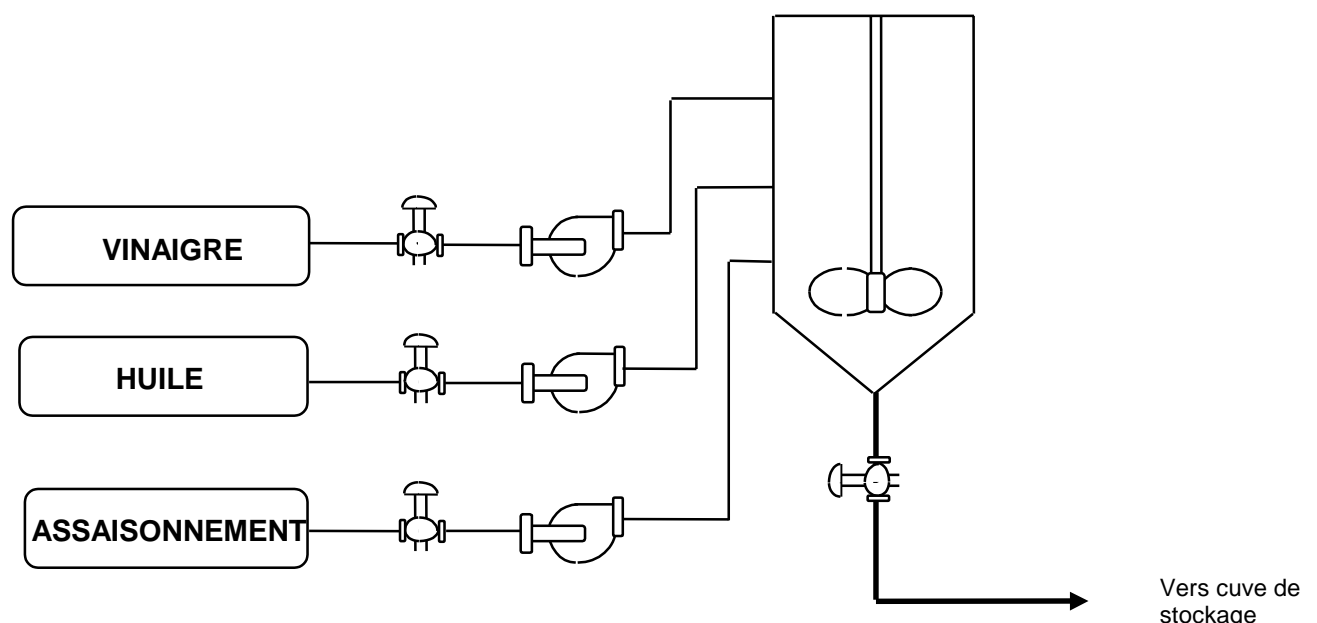
- 3 mn de vinaigre,
- 1 mn d'assaisonnement,
- 6 mn d'huile.

Lorsque le temps d'alimentation en huile est terminé, un mélangeur entraîné par un moteur électrique se met en route pendant 15 mn. Après ce temps, le cycle s'arrête et un voyant s'allume pendant 1 mn dans la salle de contrôle, pour indiquer au fabricant que la sauce est prête.

Travail demandé:

1. Tracez le schéma de puissance de l'installation.
2. Tracez le schéma de commande de l'installation.

• Schéma de principe d'une unité de fabrication de sauce salade



7.1.8. Exercice n° 8 - Malaxeur

• MALAXEUR

Description

Un malaxeur à peinture se compose de :

- un moteur M1 (5 kW) entraînant la cuve dans un sens de rotation pour le mélange de la peinture.
- un moteur M2 (4 kW) assurant le basculement de la cuve et tournant dans les deux sens.

Fonctionnement

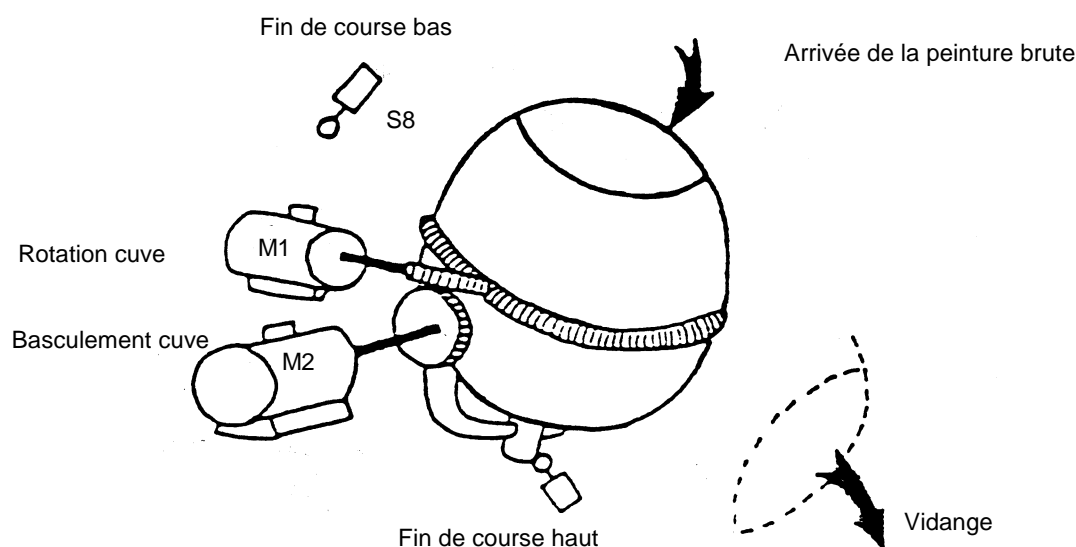
Un commutateur S3 permet d'obtenir l'arrêt de l'installation et 2 types de fonctionnement :

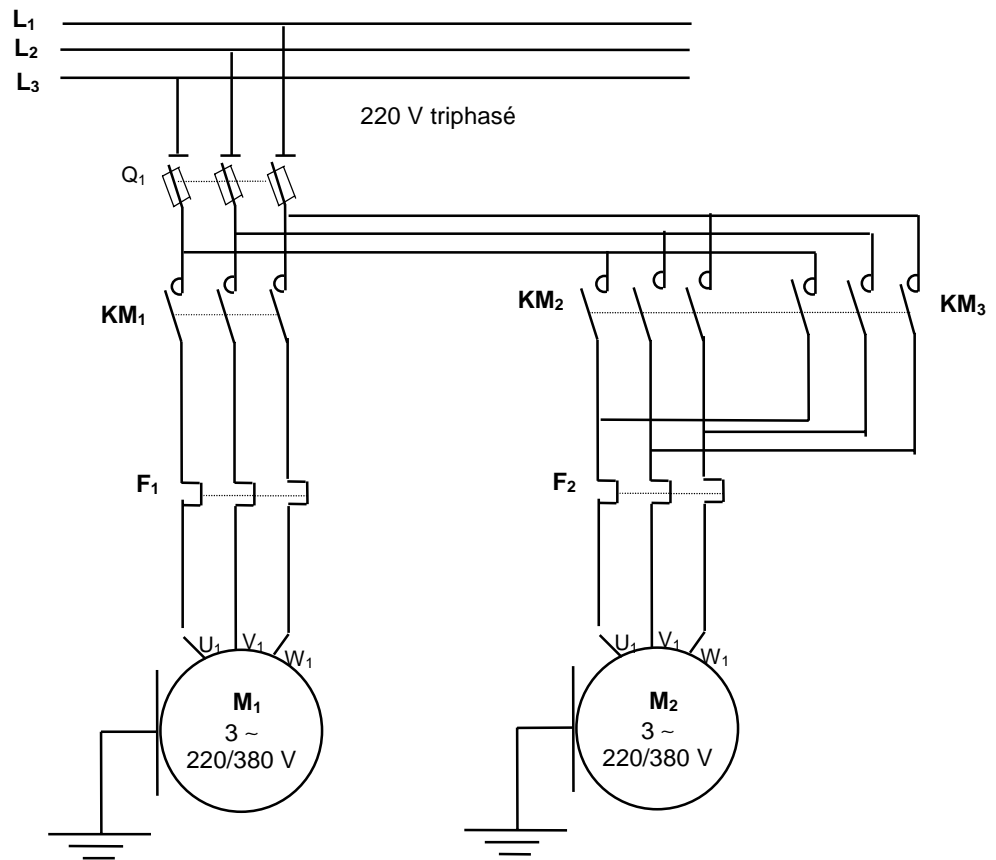
1) Fonctionnement manuel :

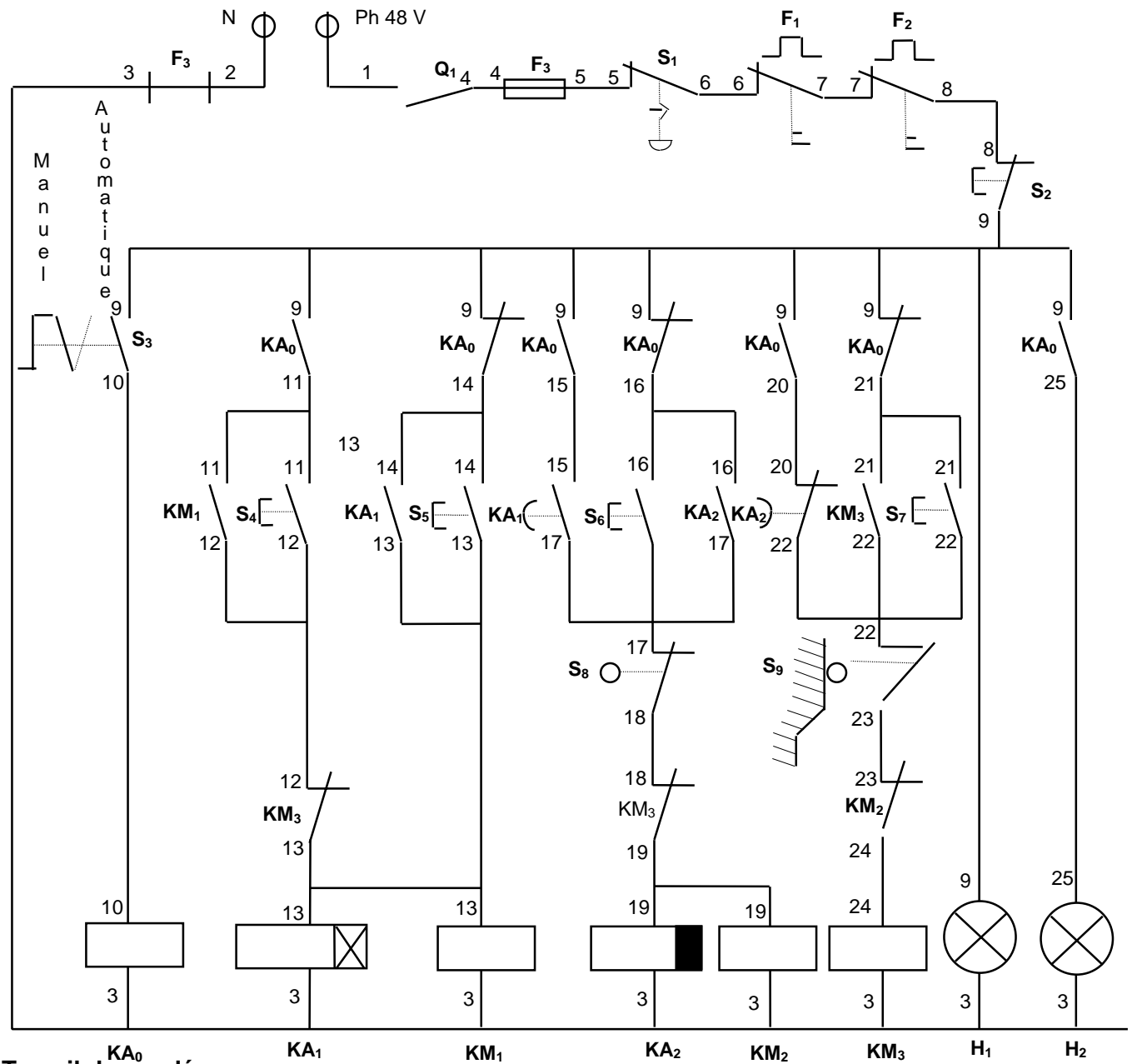
- rotation cuve (S5),
- basculement cuve (S6),
- remontée cuve (S7),
- arrêt total d'urgence (S1),
- les opérations de basculement sont contrôlées par les interrupteurs de position S8 et S9.

2) Fonctionnement automatique :

- position initiale, action sur le capteur S9,
- départ cycle (S4) entraînement de la cuve en rotation,
- mélange pendant 2 mn (pour homogénéiser les différents composants),
- basculement de la cuve,
- arrêt après impulsion sur le capteur S8,
- vidange totale de la peinture en 1 mn,
- remontée de la cuve en position initiale et fin de cycle.







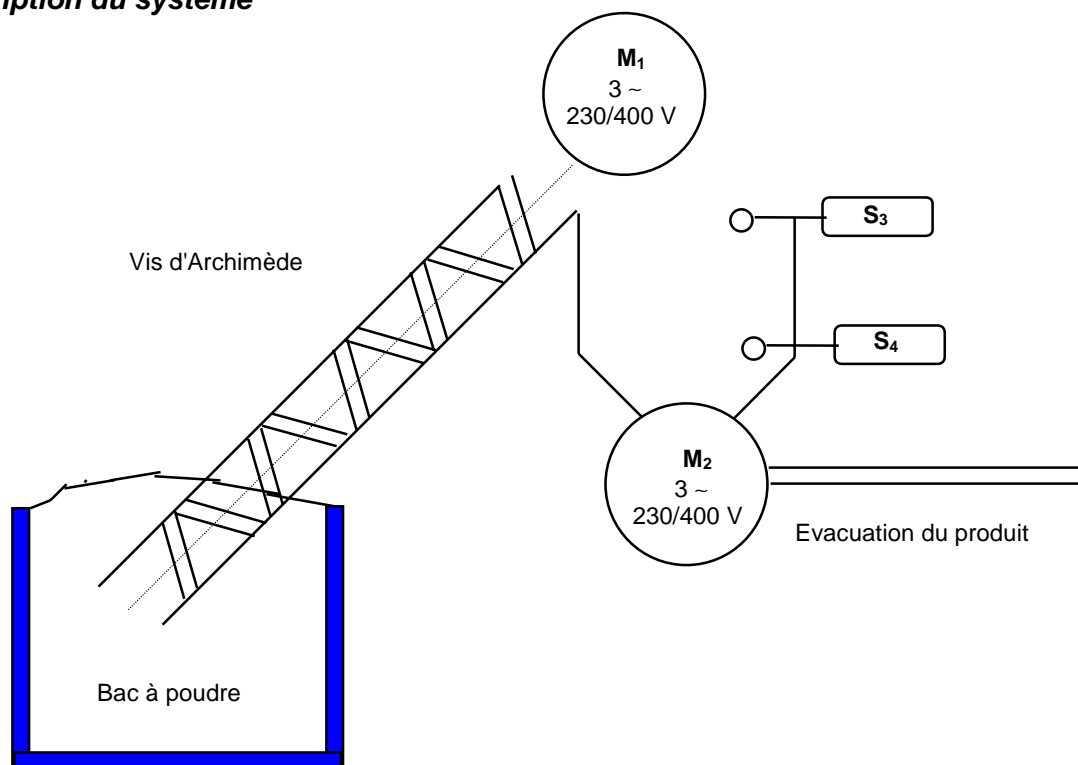
Travail demandé :

1. Déterminer les chronogrammes de KA₀, KA₁, KA₂, KM₁, KM₂, KM₃ en mode manuel.
2. Déterminer les chronogrammes de KA₀, KA₁, KA₂, KM₁, KM₂, KM₃ en mode automatique.

7.2. Corrigés d'exercices

7.2.1. Exercice N° 1 - transfert de pulvérulents

Description du système



Dans une usine de produits chimiques, un des constituant d'un mélange est stocké sous forme de poudre dans un bac. Cette poudre est transférée dans une trémie par l'intermédiaire d'une vis d'Archimède entraînée en rotation par le moteur M_1 .

Elle est ensuite évacuée vers un mélangeur en quantité constante grâce à une pompe doseuse M_2 .

Fonctionnement de la machine

L'opérateur dispose d'un pupitre de commande avec deux boutons poussoirs S_1 (marche), S_2 (arrêt) et de trois voyants H_1 (sous tension), H_2 (vis en fonctionnement) et H_3 (défaut moteur).

L'action sur le bouton poussoir S_1 entraîne le démarrage de la pompe M_2 . Si le niveau est trop bas, détecté par le capteur S_4 , le moteur M_1 se met en marche et s'arrête lorsque S_3 , est sollicité.

Tous les moteurs s'arrêtent s'il y a action sur S_2 ou déclenchement d'un relais thermique.

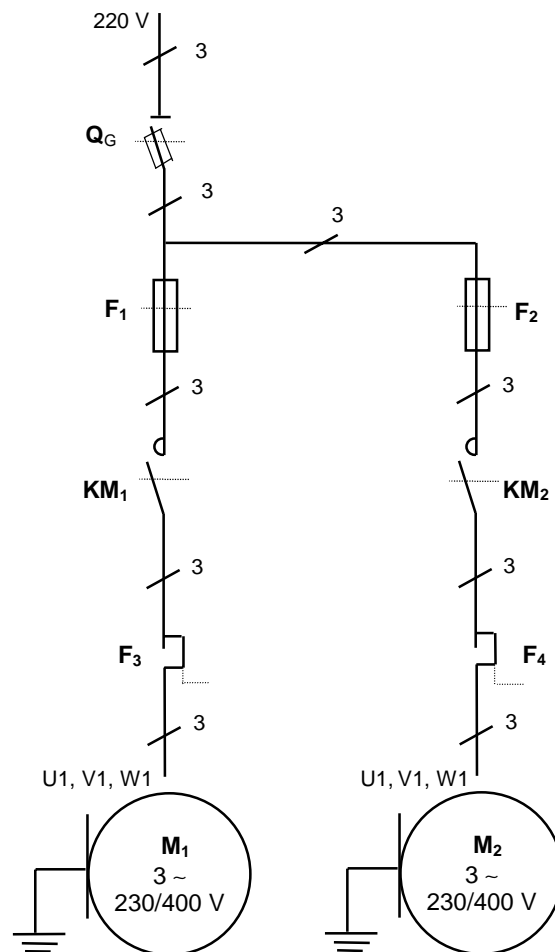
Travail demandé:

1. Tracer le schéma de commande.
2. Tracer le schéma de puissance en unifilaire.

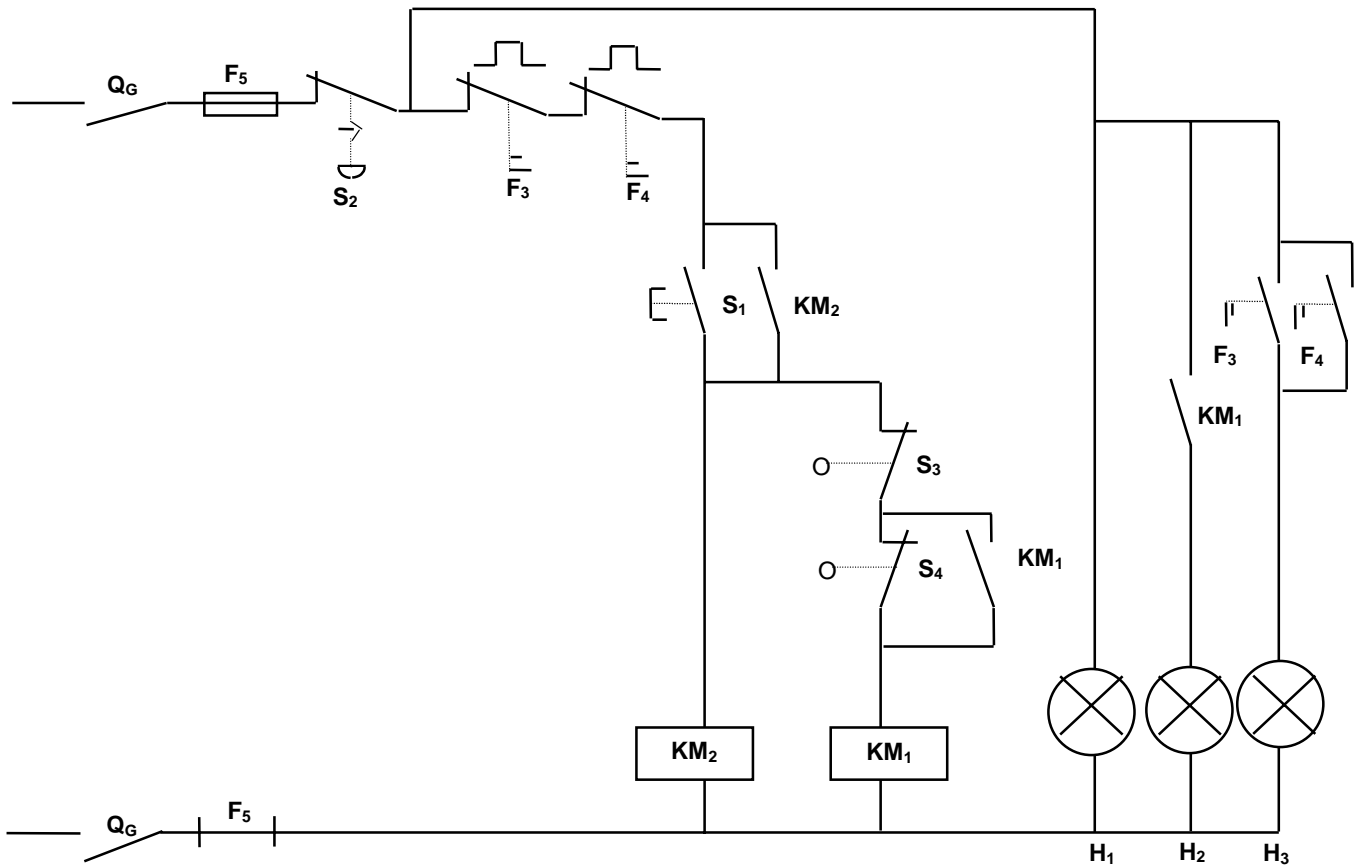
Tensions des circuits :

- puissance 220 V triphasé,
- commande 48 V monophasé.

1 Schéma unifilaire du circuit de puissance



2 Schéma développé du circuit de commande



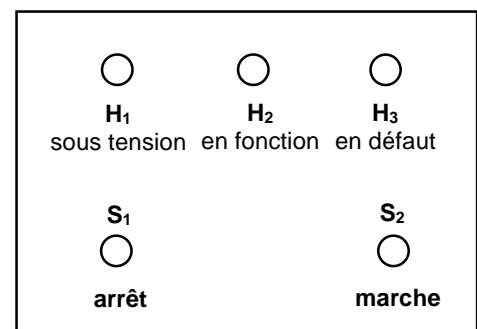
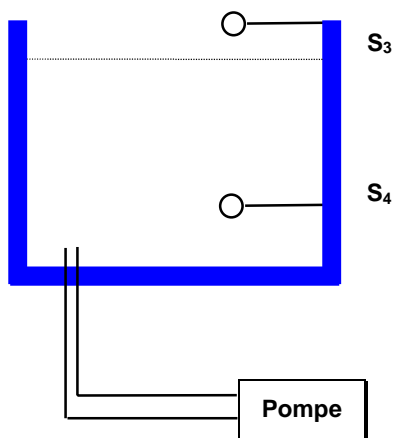
7.2.2. Exercice N° 2 - collecteur d'eaux pluviales

Une pompe d'épuisement sert à vidanger une citerne collectant les eaux pluviales.

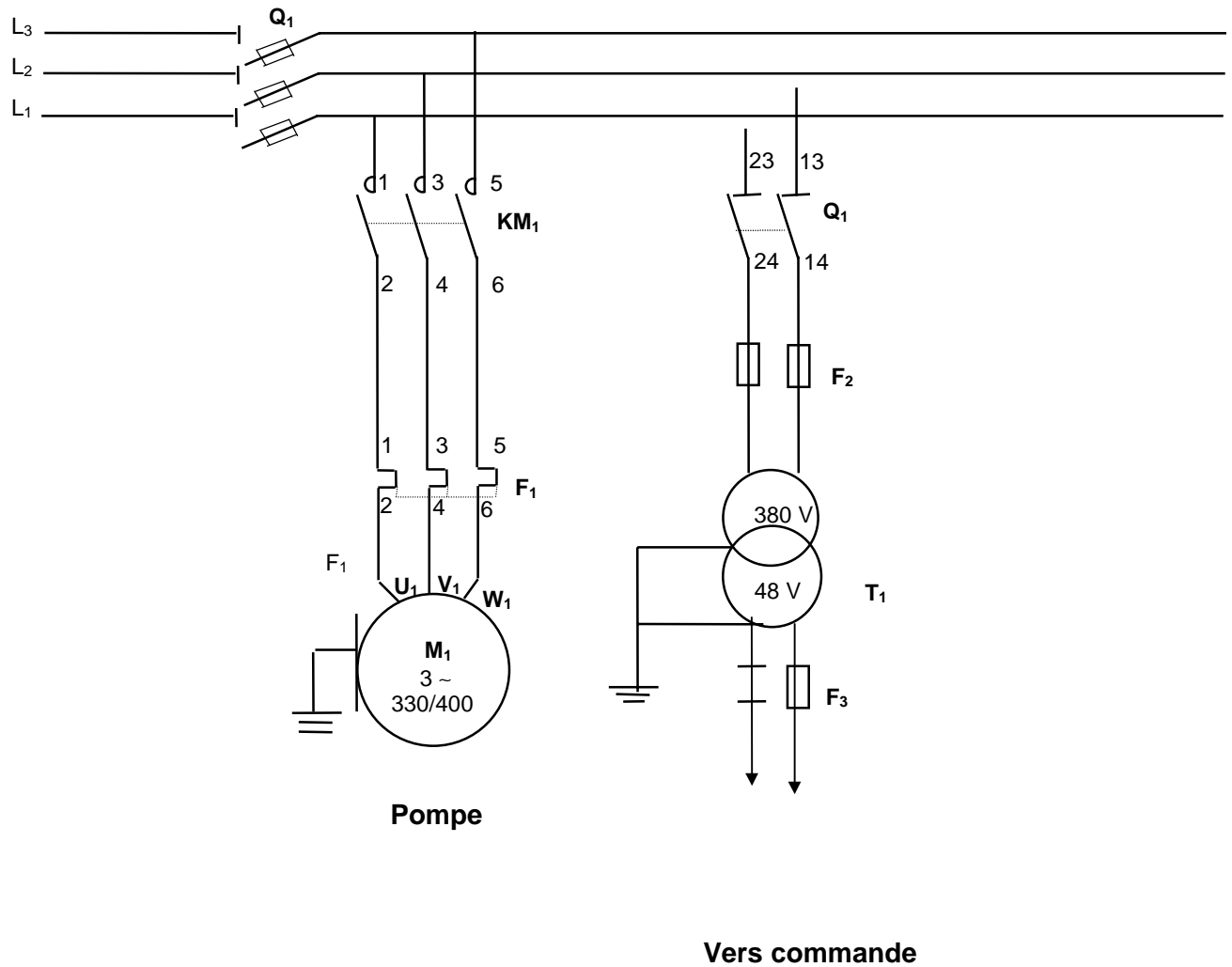
La citerne est équipée de deux contacts de niveau haut (S_3) et bas (S_4). Le coffret de commande comporte un bouton poussoir marche (S_2), un bouton poussoir arrêt (S_1), un voyant "sous tension" (H_1), un voyant "pompe en fonctionnement" (H_2), un voyant "pompe en défaut" (H_3).

Travail demandé :

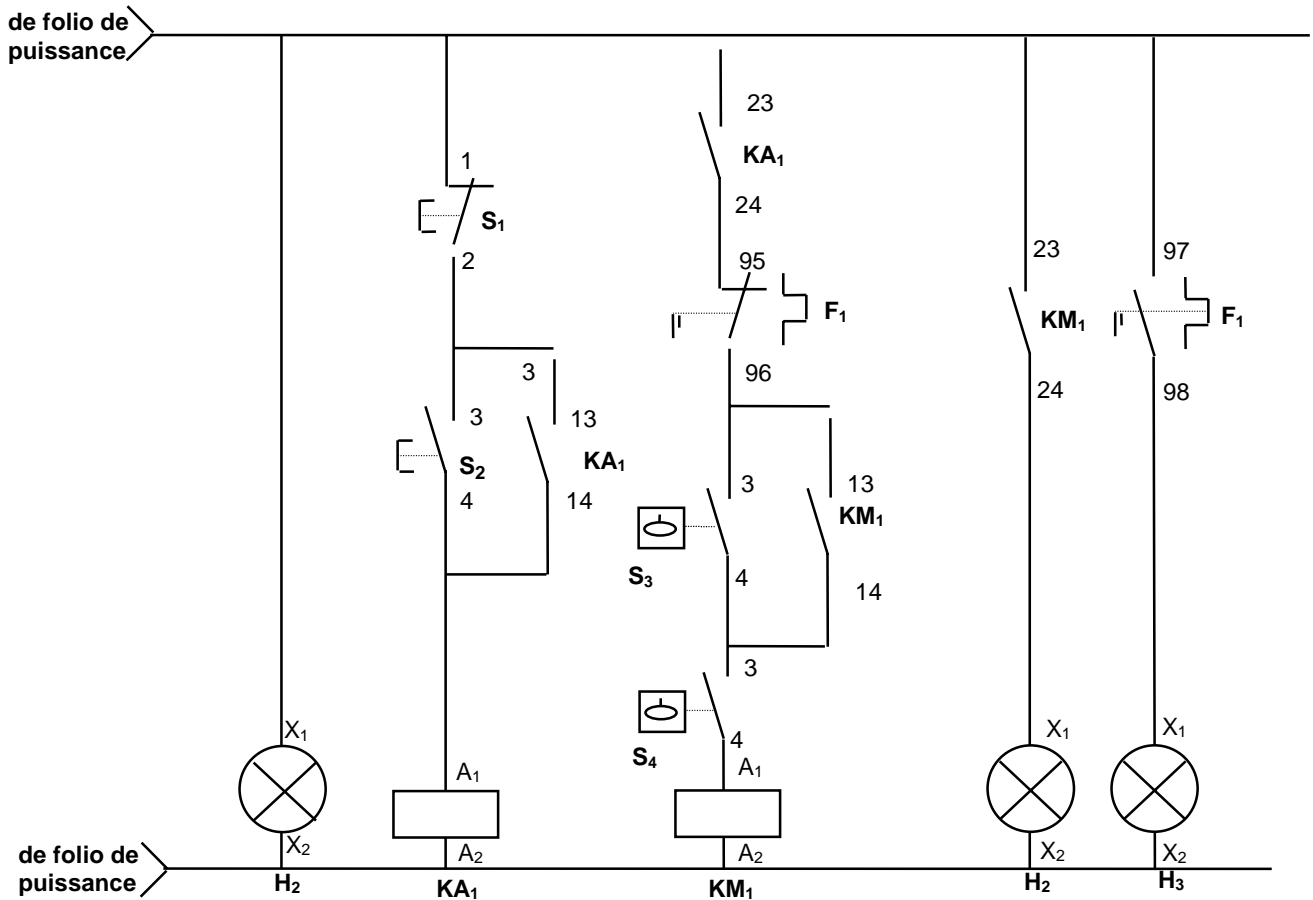
1. le schéma de puissance de l'installation ($U = 380\text{ V}$)
2. le schéma de commande ($U = 48\text{ V}$).



1 Schéma de puissance



2 Schéma de commande



Rappel :

Les schémas se représentent toujours au repos.

Ici citerne vide.

En utilisant des contacts à fermeture pour chaque capteur S_3 et S_4 , la pompe se mettra en fonctionnement que lorsque la citerne sera pleine (appui sur S_3) et ne s'arrêtera que lorsque la citerne sera presque vide (relâchement de S_4).

7.2.3. Exercice N° 3 - Château d'eau

Un château d'eau est rempli par une pompe principale, (commandée par le relais KM_1), qui s'arrêtera automatiquement lorsque le capteur S_3 (niveau haut) sera sollicité.

Cette pompe principale ne se remettra en action qu'au moment où le capteur S_4 (niveau bas), ne sera plus sollicité par le niveau du liquide.

La régulation du niveau se fera donc en permanence entre le niveau haut et le niveau bas.

Dans le cas où la demande des utilisateurs serait supérieure au remplissage de la pompe principale, le niveau de liquide peut descendre alors jusqu'au capteur S_5 (niveau très bas).

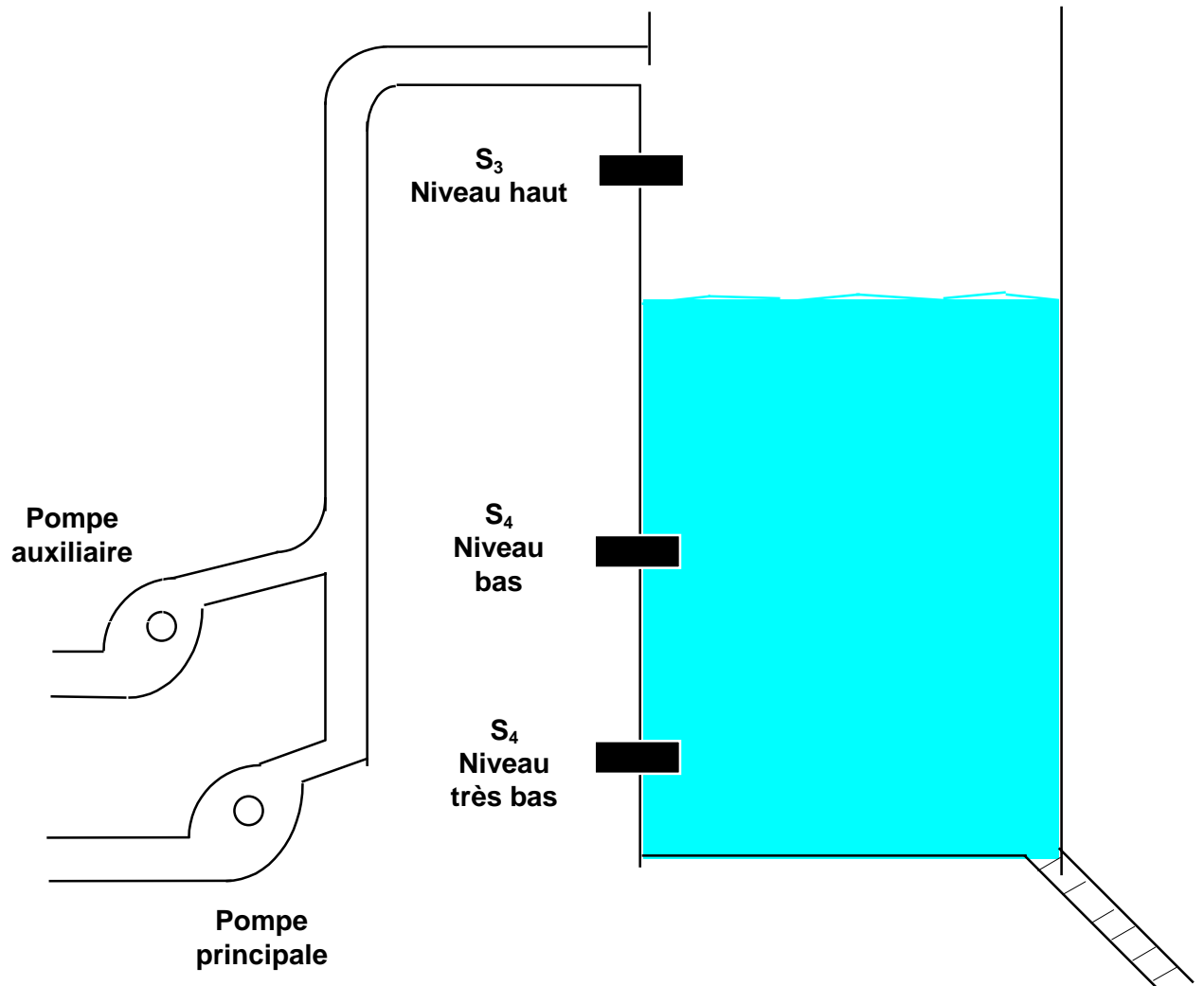
Si le capteur S_5 n'est plus sollicité par le niveau du liquide, une pompe auxiliaire (commandée par le relais KM_2) se mettra en service, en plus de la pompe principale, et s'arrêtera lorsque le niveau bas (S_4) sera atteint.

Une commande manuelle par boutons poussoirs S_2 (mise en service) et S_1 (arrêt total) complète l'installation.

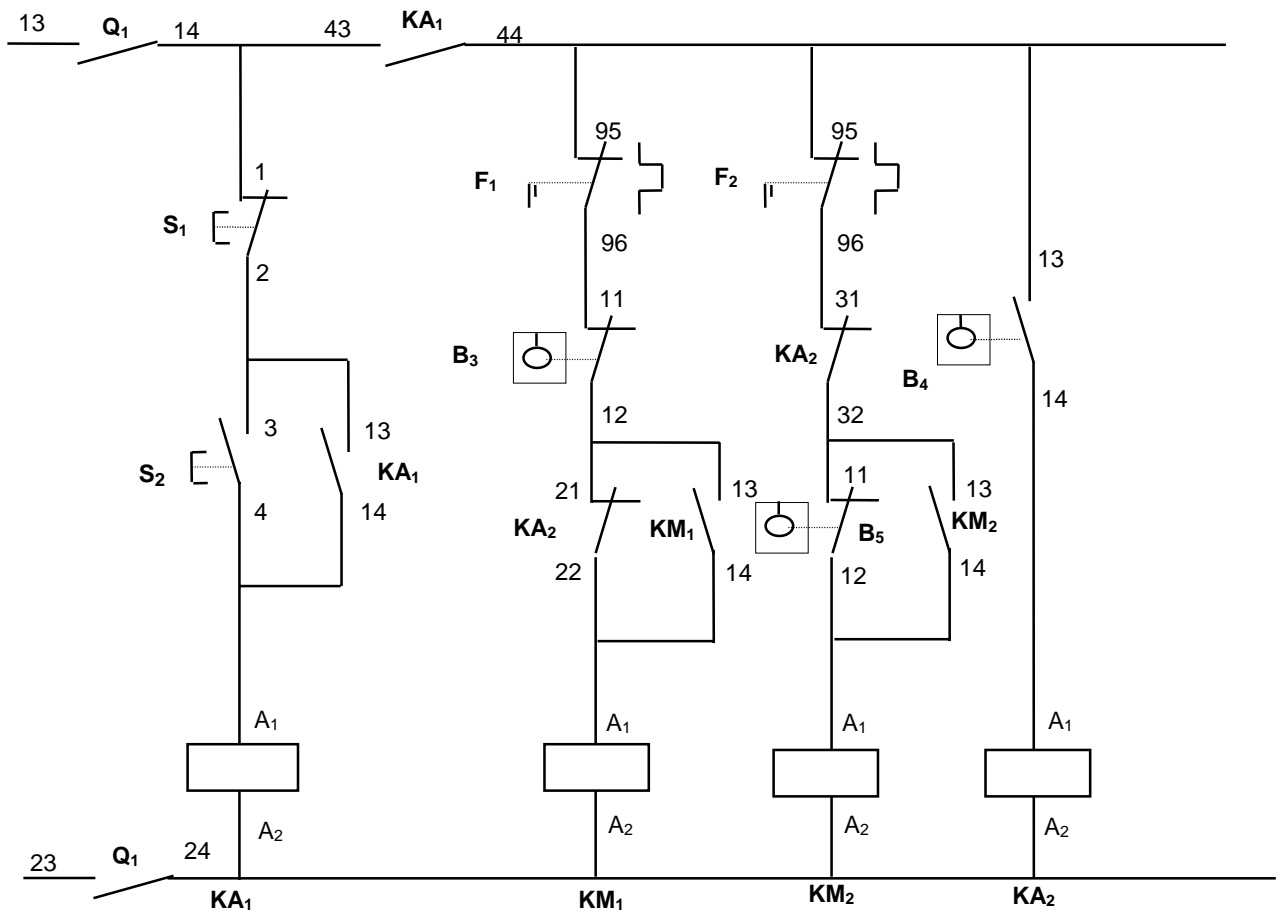
Travail demandé :

1. Déterminez le schéma de commande.

Sur le schéma nous considérerons que le niveau d'eau au départ se situe entre S_3 et S_4 .



1 schéma de commande



7.2.4. Exercice N° 4 - Transfert de paquets

Des paquets doivent être acheminés dans un atelier d'un poste A à un poste B.

L'opérateur en A pose un paquet sur le tapis d'amené (KM₁) alimenté automatiquement par impulsion sur un interrupteur de position (S₅).

Au poste B, le paquet appuie sur un interrupteur de position "fin de course" (S₆) permettant l'arrêt du tapis.

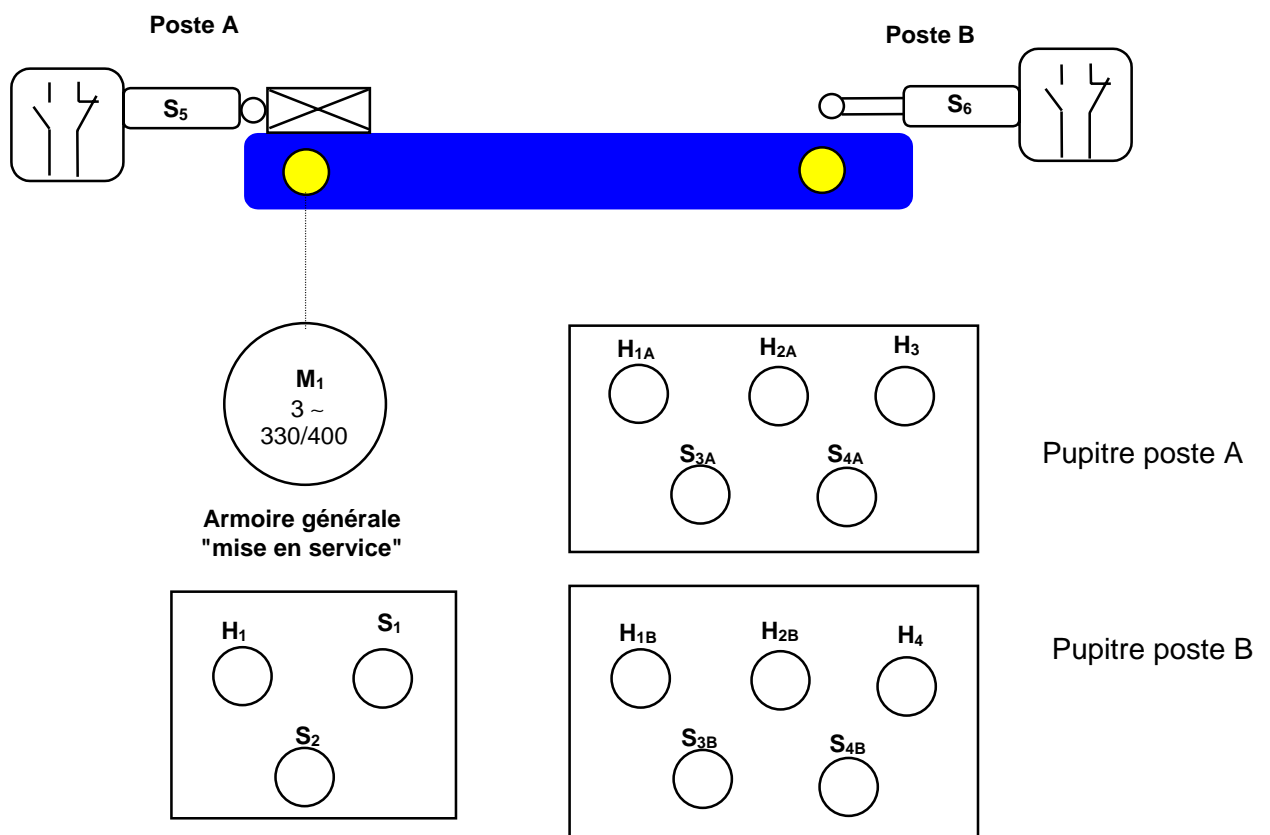
Un nouveau cycle recommence si un autre paquet est au poste A.

Les postes A et B équipés de boutons poussoirs arrêts (S_{3A} et S_{3B}) et marche forcée (S_{4A} et S_{4B}), de voyants de mise en service (H_{1A} et H_{1B}), défaut moteur (H_{2A} et H_{2B}), paquet au poste A (pour opérateur B, H₄), paquet au poste B (pour opérateur A, H₃).

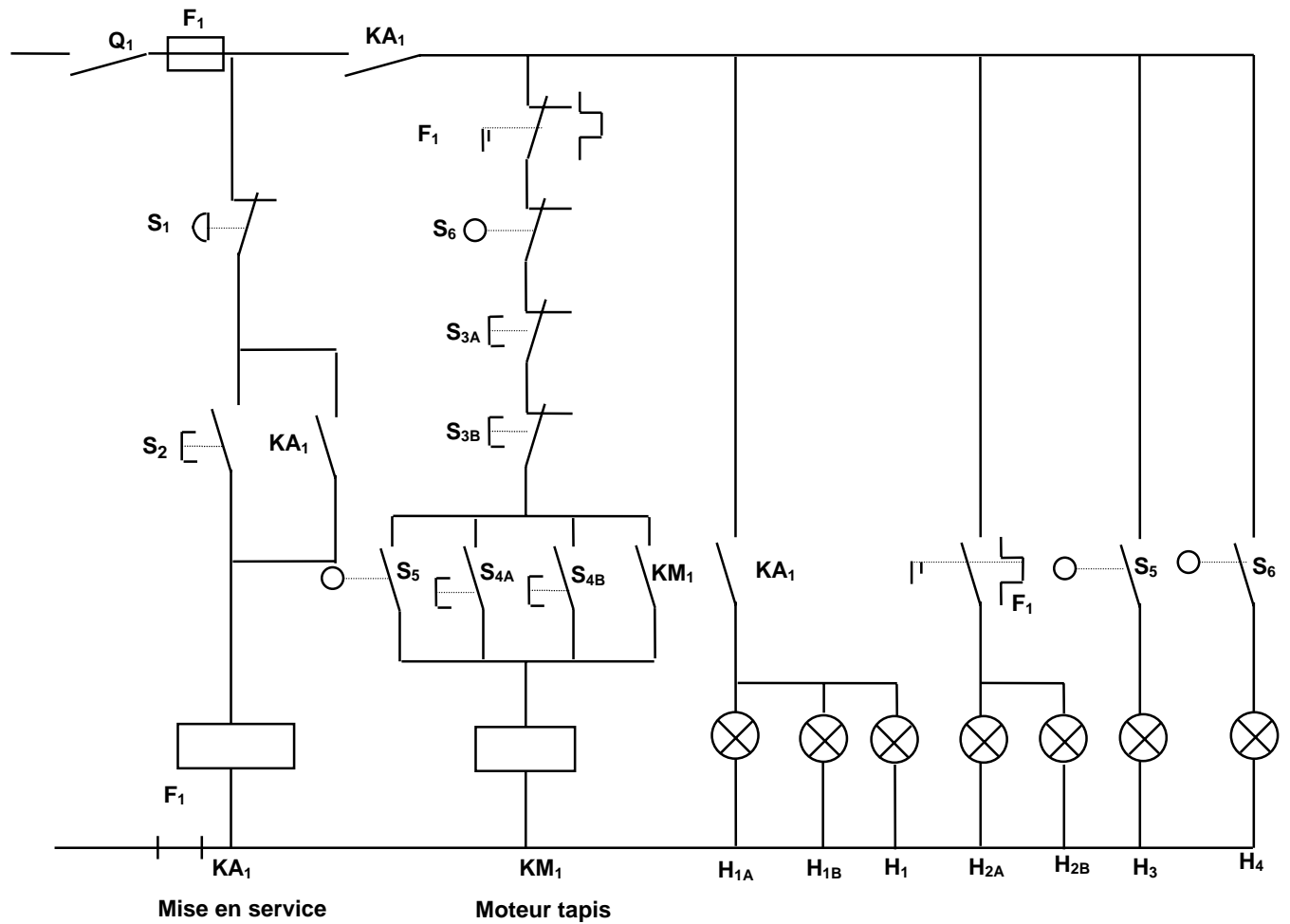
La mise en service de l'installation est assurée par un bouton poussoir S₂ et l'arrêt total d'urgence par un coup de poing à accrochage S₁. Un voyant H1 signale la mise en service dans l'armoire générale.

Travail demandé

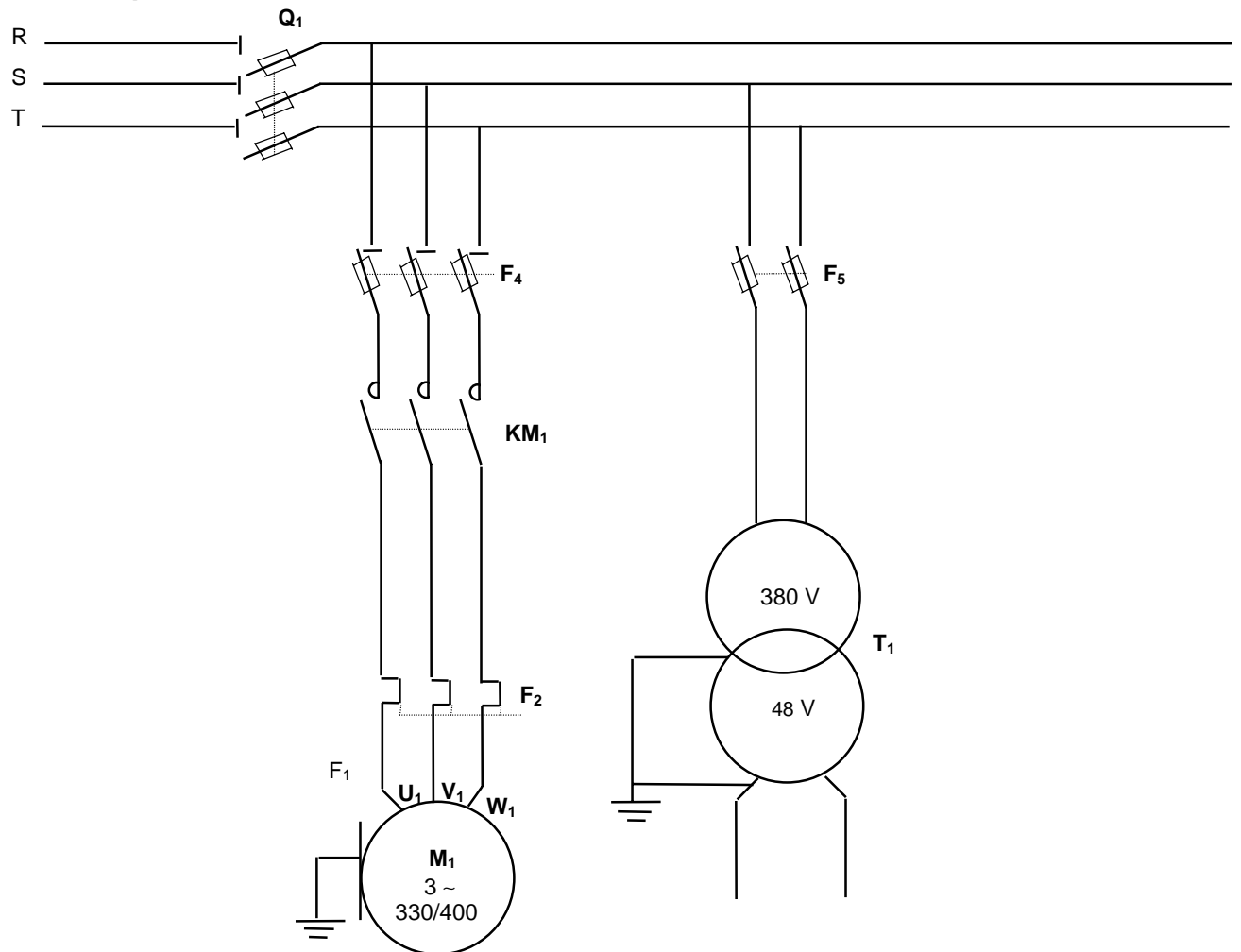
1. Tracez un schéma de commande de l'installation en indiquant le repérage technologique. Tension 48 V ~.
2. Tracez le schéma du circuit de puissance. Tension 220 V, 3 ~.



1 Schéma de commande



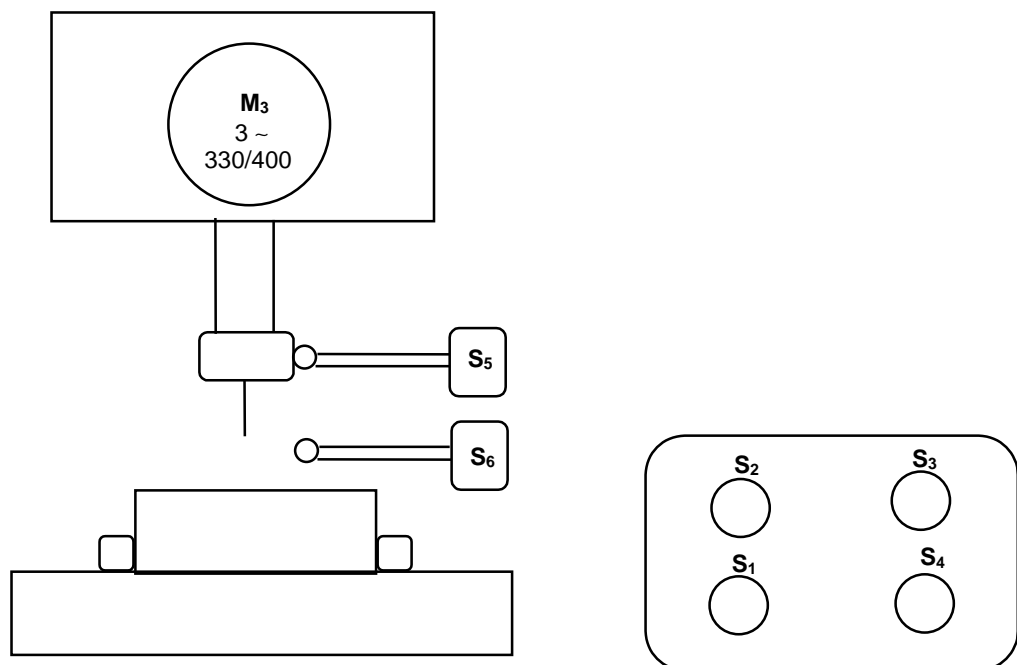
2 Schéma de puissance



7.2.5. Exercice N° 5 - Perceuse à colonne

Une perceuse à colonne est utilisée pour usiner des pièces en grande quantité.
L'équipement électrique comprend :

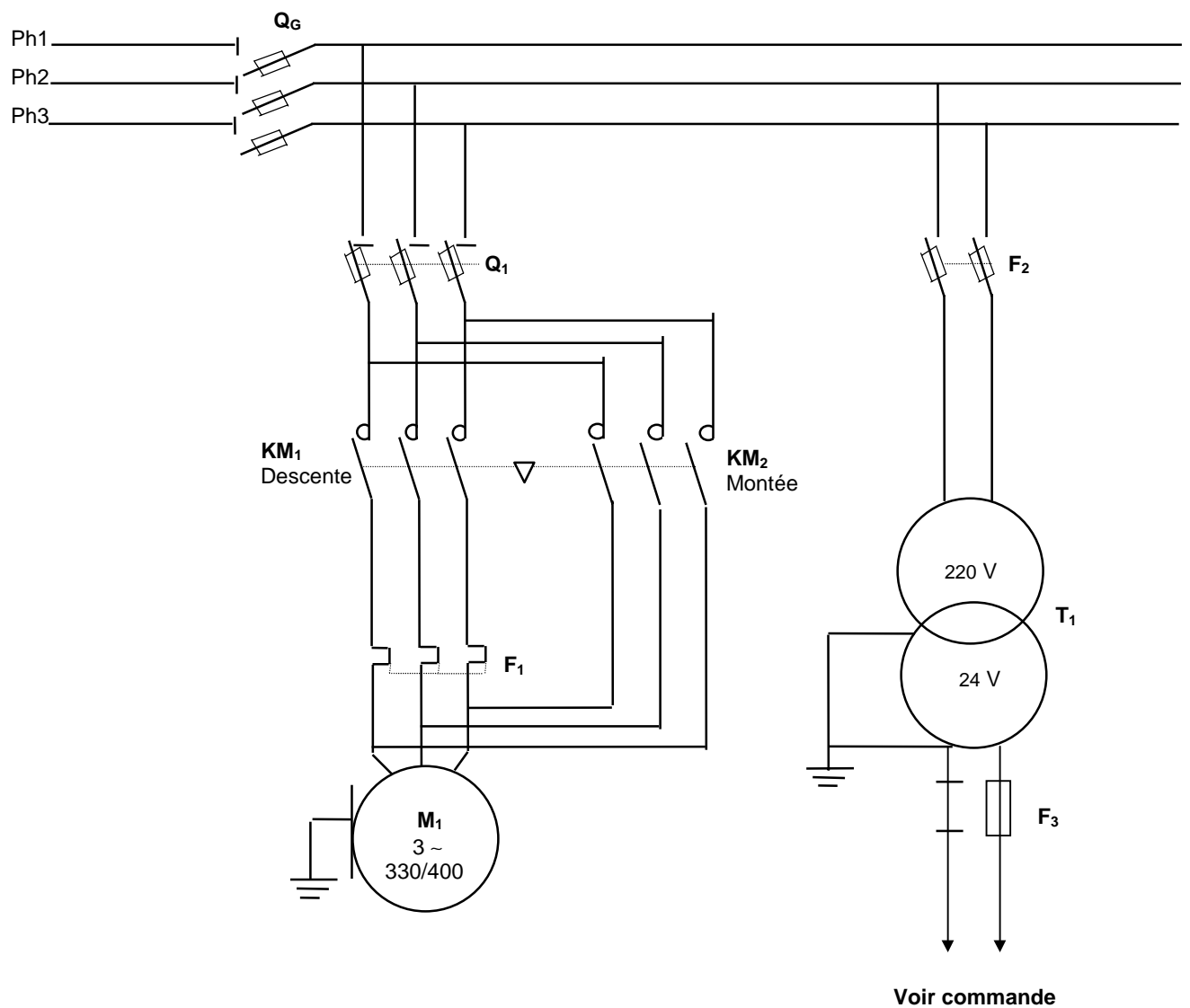
- un relais de mise en service K_{A1}
 - BP marche S₃
 - BP arrêt S₂
- un commutateur deux positions
 - Départ cycle S₄
 - Arrêt fin de cycle S₄
- deux interrupteurs de position à galet
 - Position haute S₅
 - Position basse S₆
- un contacteur inverseur
 - Descente KM₁
 - Montée KM₂
- coupure générale de l'installation
"coup de poing (ATU)" S₁



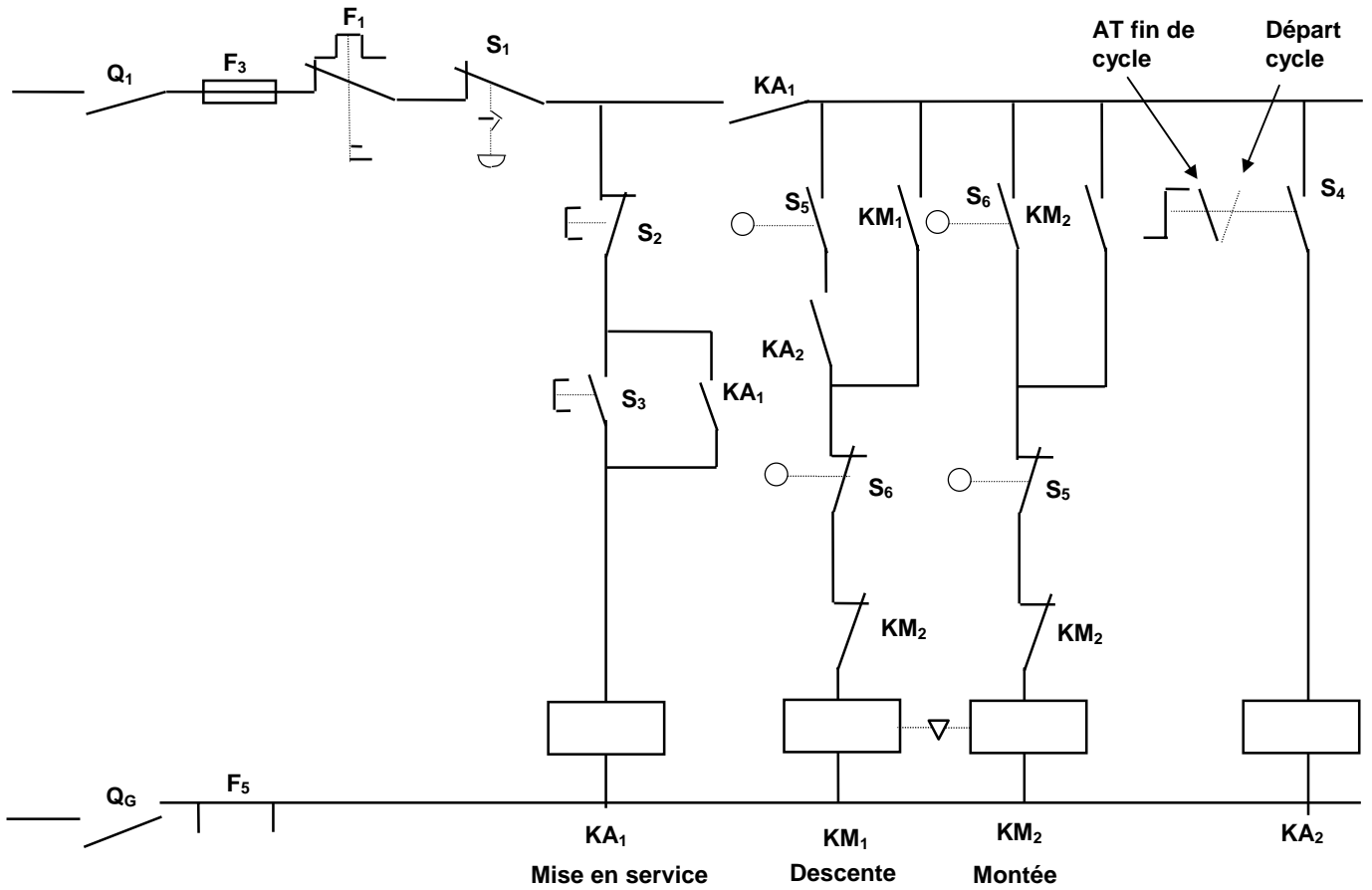
travail demandé:

1. Tracer le schéma de commande.
2. tracer le schéma de puissance.

1 Schéma de puissance



2 Schéma de commande



7.2.6. Exercice n° 6 - Benne à renversement

Fonctionnement :

Position initiale. La benne est en position centrale :

- S4 est sollicité
- H2 est sous tension

Impulsion sur S2 (envoi à gauche) - rotation gauche de la benne

- H2 est hors tension
- S5 est sollicité
- Arrêt de la benne
- H1 est sous tension

Impulsion sur S3 (retour au centre)

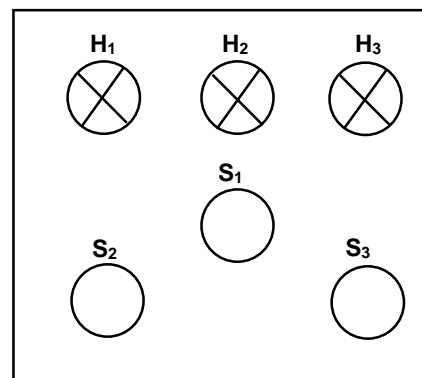
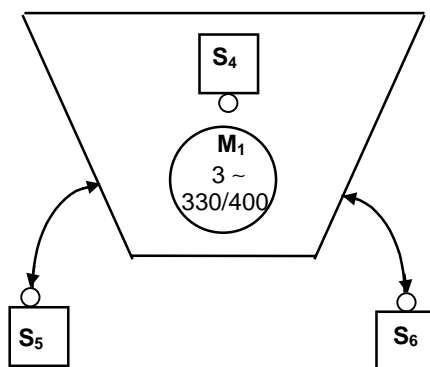
- rotation droite de la benne
- H1 est hors tension
- S4 est sollicité
- Arrêt de la benne
- H2 est sous tension

Impulsion sur S3 (envoi à droite) - rotation droite de la benne

- H2 est hors tension
- S6 est sollicité
- Arrêt de la benne
- H3 est sous tension

Impulsion sur S2 (retour au centre)

- rotation gauche de la benne
- H3 est hors tension
- S4 est sollicité
- Arrêt de la benne
- H2 est sous tension



Travail demandé:

1. Tracez le schéma de commande de l'installation.

1 Schéma de commande de l'installation

7.2.7. Exercice n° 7 - Fabrication d'une sauce pour salade et crudités

Dans une usine de produits alimentaires se trouve une unité de fabrication destinée à la préparation à l'échelle industrielle d'une sauce pour salade et crudités.

Cette sauce se compose de trois éléments de base :

- vinaigre,
- huile,
- assaisonnement.

Ces trois éléments se trouvent dans des cuves d'où ils seront extraits par des pompes, pour être conduit dans un "Patouillet" où ils seront mélangés.

Le fabricant à prévu le dosage suivant :

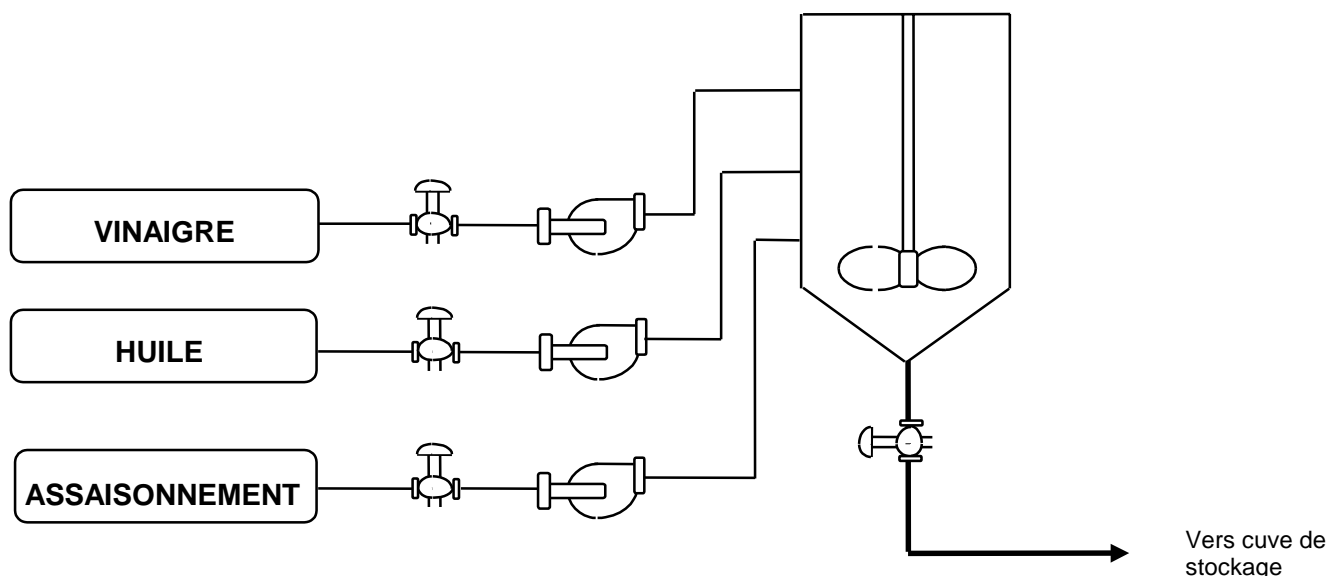
- 3 mn de vinaigre,
- 1 mn d'assaisonnement,
- 6 mn d'huile.

Lorsque le temps d'alimentation en huile est terminé, un mélangeur entraîné par un moteur électrique se met en route pendant 15 mn. Après ce temps, le cycle s'arrête et un voyant s'allume pendant 1 mn dans la salle de contrôle, pour indiquer au fabricant que la sauce est prête.

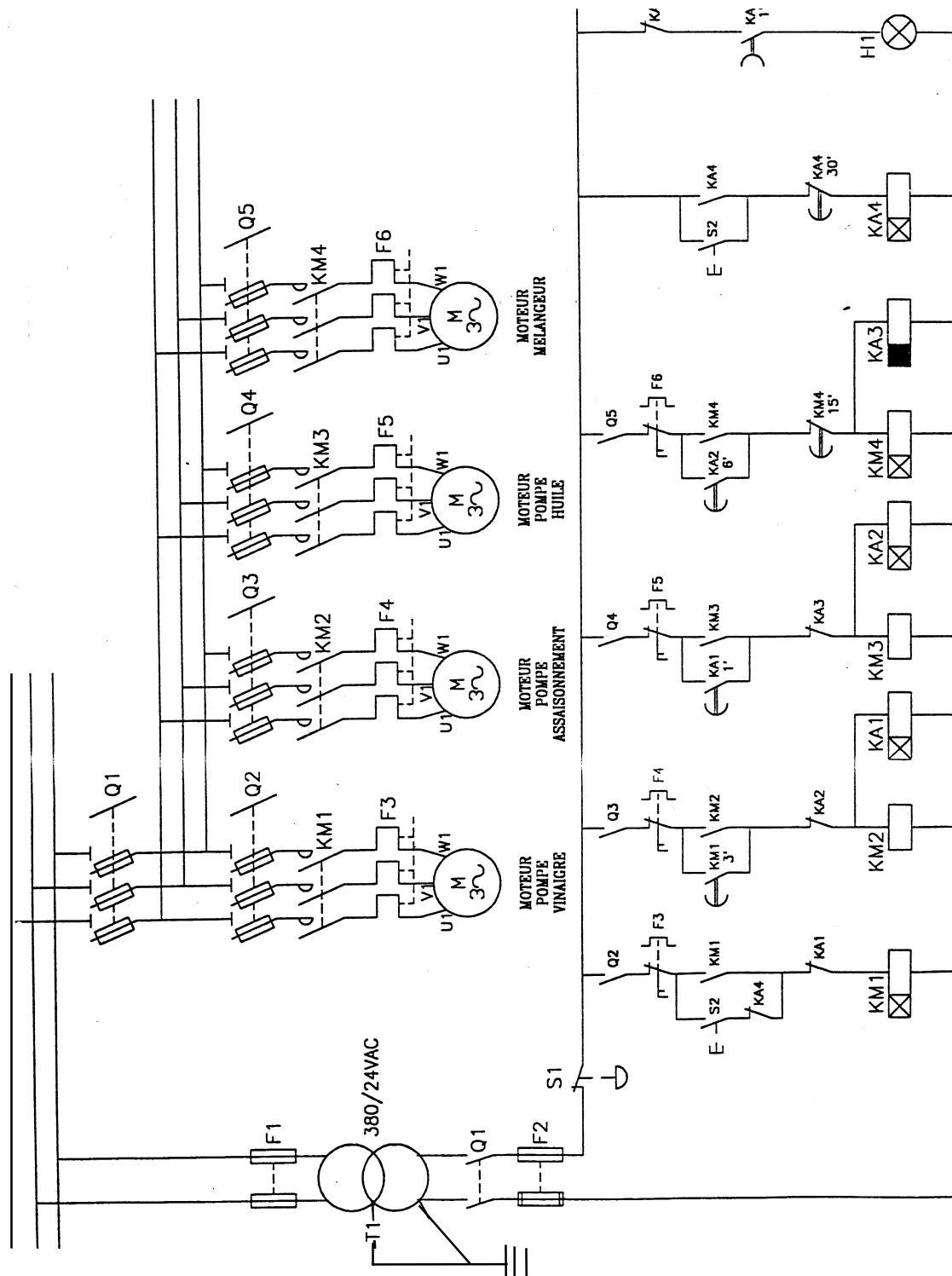
Travail demandé:

1. Tracez le schéma de puissance de l'installation.
2. Tracez le schéma de commande de l'installation.

• Schéma de principe d'une unité de fabrication de sauce salade



1 Schéma commande et puissance de l'unité de fabrication de sauce salade



7.2.8. Exercice n° 8 - Malaxeur

• MALAXEUR

Description

Un malaxeur à peinture se compose de :

- un moteur M1 (5 kW) entraînant la cuve dans un sens de rotation pour le mélange de la peinture.
- un moteur M2 (4 kW) assurant le basculement de la cuve et tournant dans les deux sens.

Fonctionnement

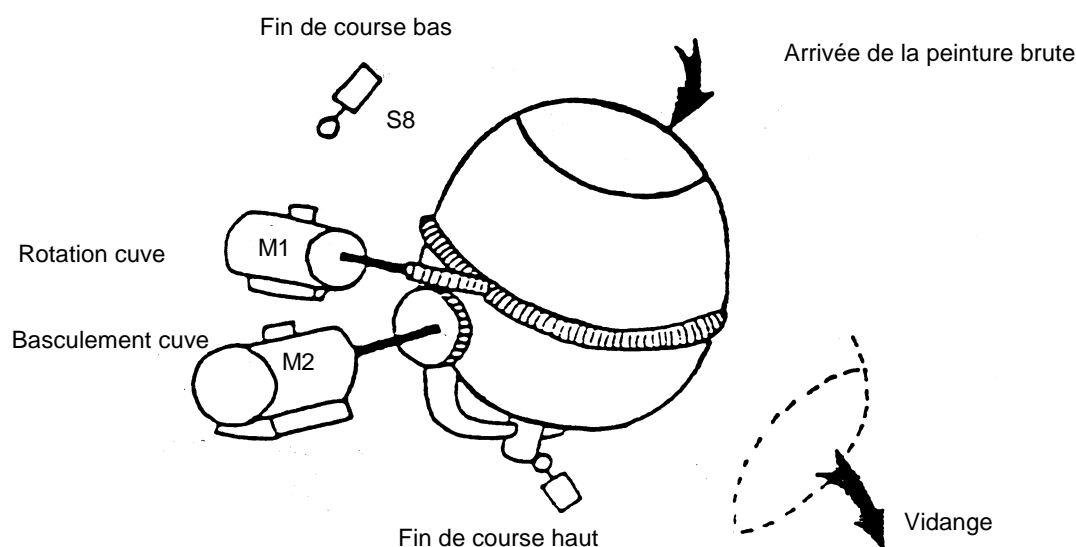
Un commutateur S3 permet d'obtenir l'arrêt de l'installation et 2 types de fonctionnement :

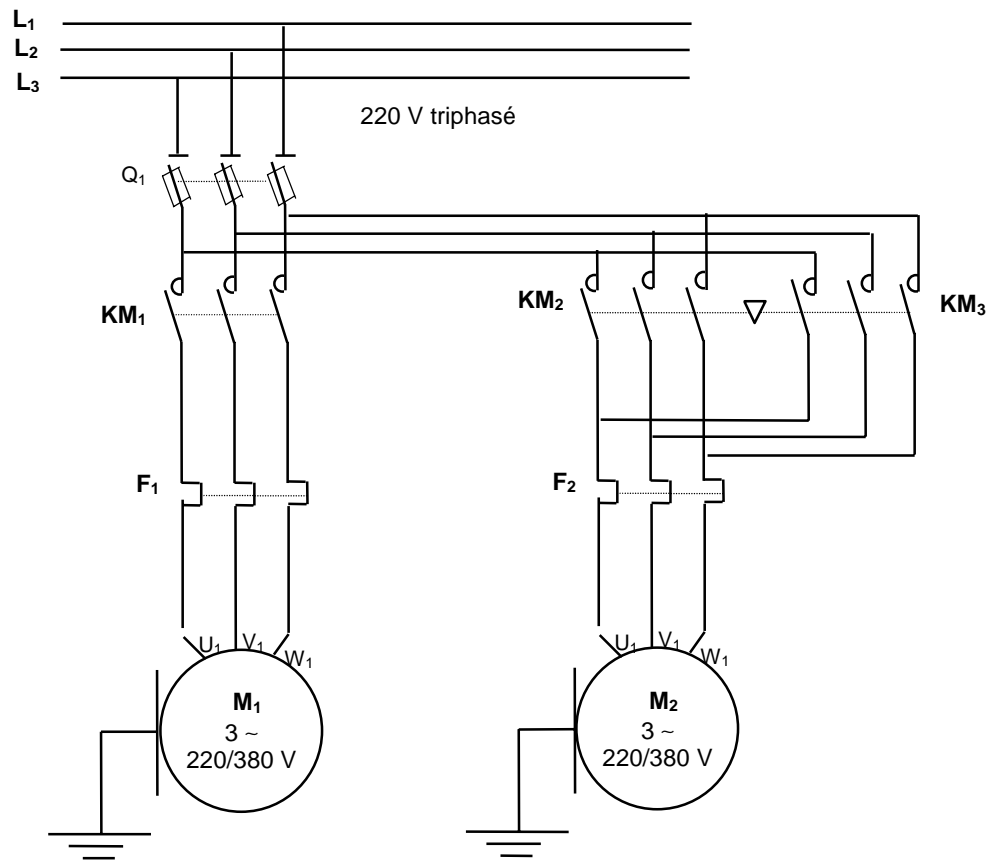
1) Fonctionnement manuel :

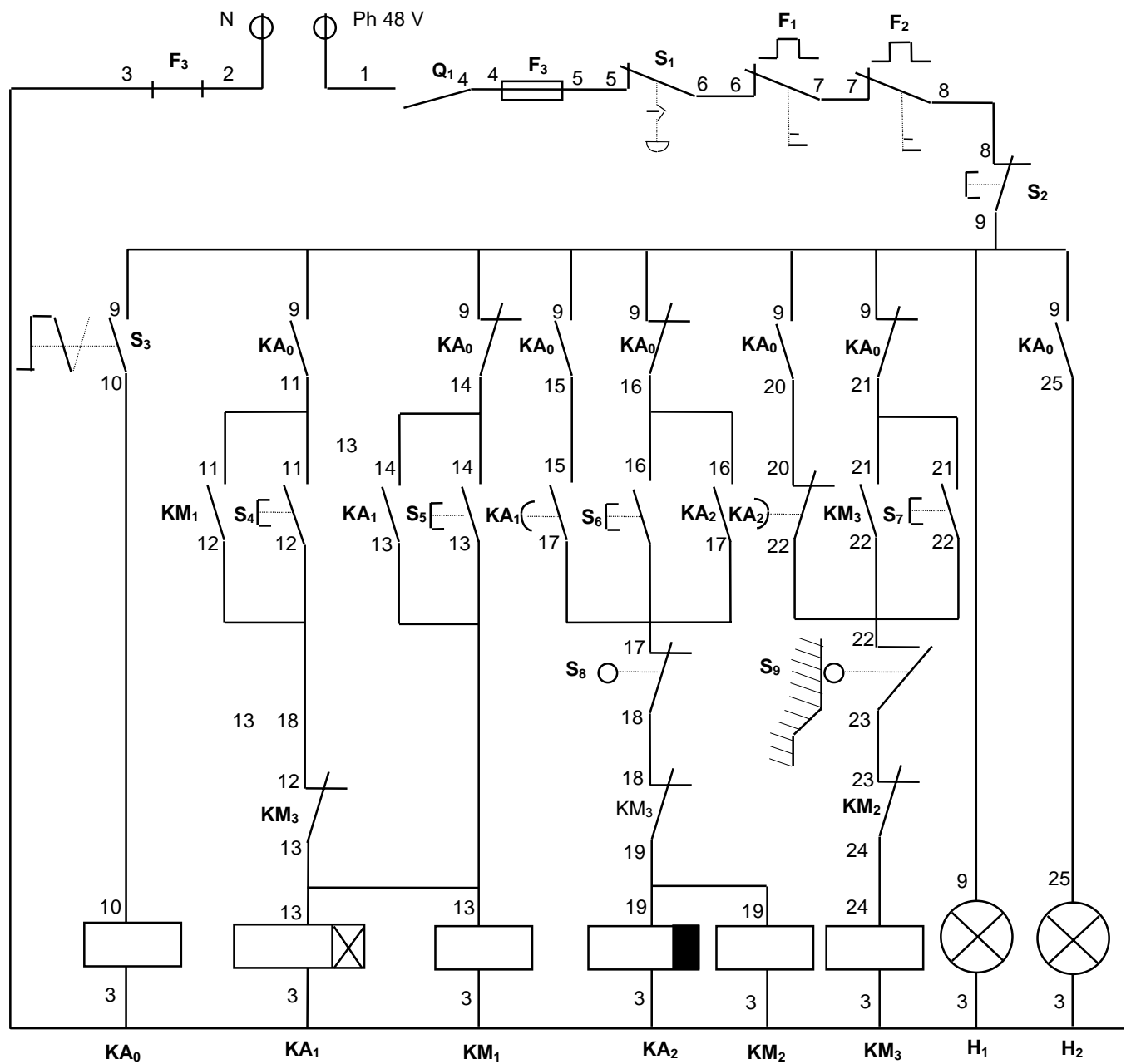
- rotation cuve (S5),
- basculement cuve (S6),
- remontée cuve (S7),
- arrêt total d'urgence (S1),
- les opérations de basculement sont contrôlées par les interrupteurs de position S8 et S9.

2) Fonctionnement automatique :

- position initiale, action sur le capteur S9,
- départ cycle (S4) entraînement de la cuve en rotation,
- mélange pendant 2mn (pour homogénéiser les différents composants),
- basculement de la cuve,
- arrêt après impulsion sur le capteur S8,
- vidange totale de la peinture en 1 mn,
- remontée de la cuve en position initiale et fin de cycle.



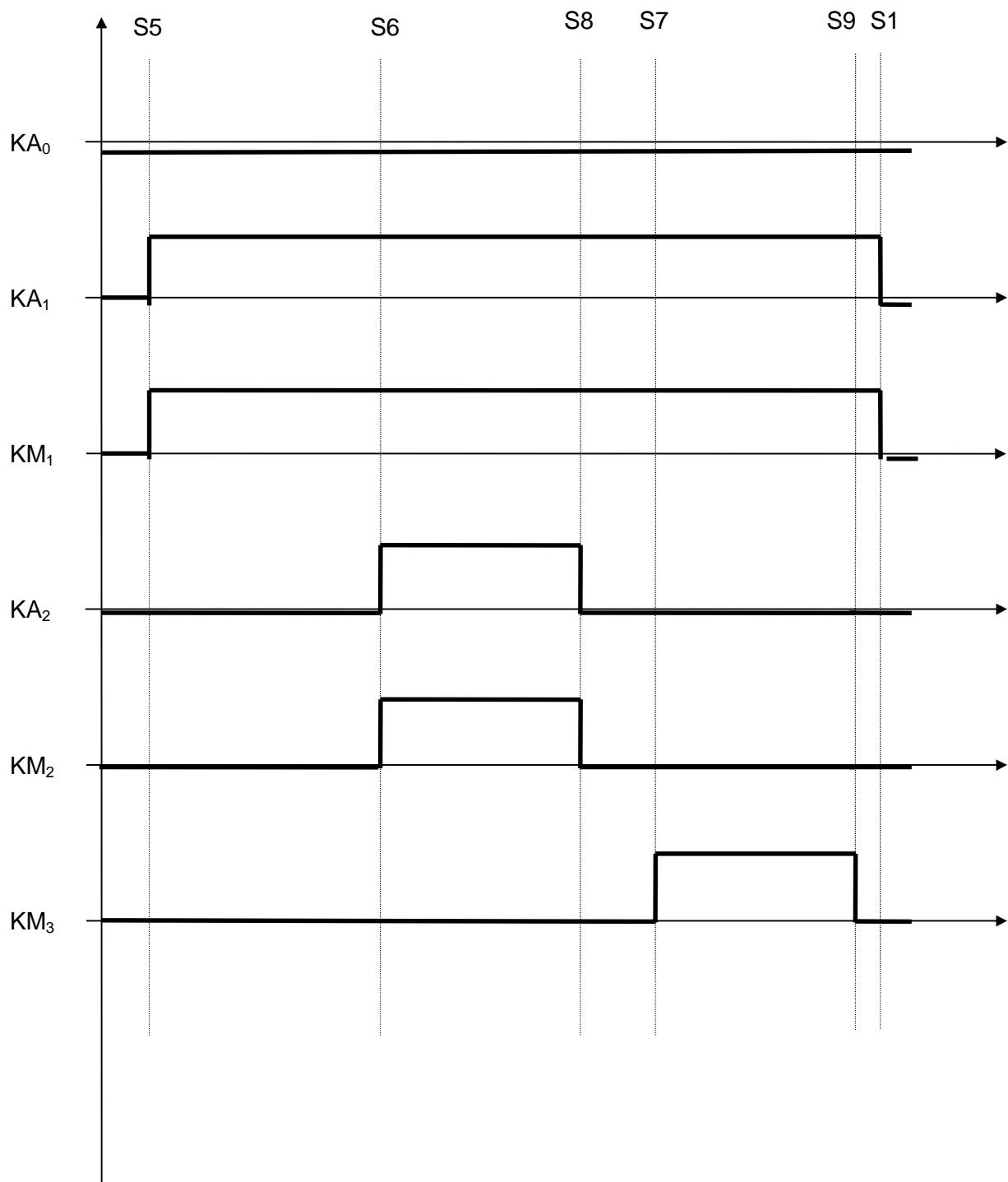




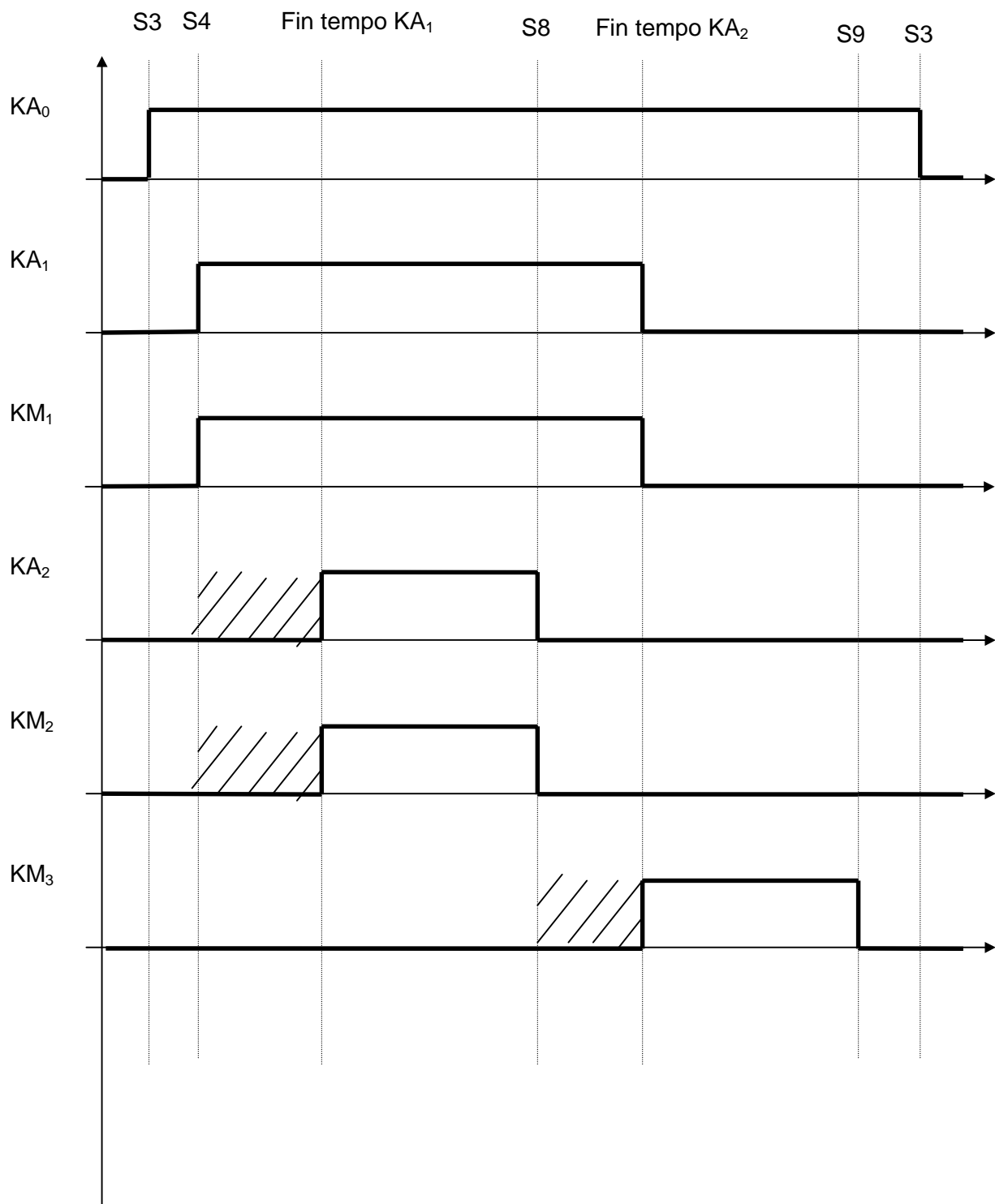
Travail demandé:

1. Déterminer les chronogrammes de KA₀, KA₁, KA₂, KM₁, KM₂, KM₃ en mode manuel.
2. Déterminer les chronogrammes de KA₀, KA₁, KA₂, KM₁, KM₂, KM₃ en mode automatique

1 Chronogrammes pour le fonctionnement manuel



2 Chronogramme pour le fonctionnement automatique



8. TEST

8.1. Enoncés

8.1.1. Test N°1

Une installation permet la commande de deux moteurs.

1. Réalisez le schéma de commande de cette installation

Commande par auto-alimentation à arrêt prioritaire pour le moteur n°1.
 Commande par auto-alimentation à marche prioritaire pour le moteur n°2.
 Si un des moteurs est en défaut, l'installation entière doit être coupée.
 On veut visualiser :

La présence tension. (H1)
 Le fonctionnement de M1. (H2)
 Le fonctionnement de M2. (H3)
 Le défaut de M1 et M2. (H4)

Pour cette installation on utilisera les repères suivant :

-Qg	pour le sectionneur général.
-KM1 et F1	pour le moteur M1.
-KM2 et F2	pour le moteur M2.
-S1 :	ATU.
-S2 :	marche pour M1
-S3 :	arrêt pour M1
-S4 :	marche pour M2
-S5 :	

Ne pas oublier le repérage technologique.

2. Réalisez le schéma de puissance de l'installation en unifilaire (sans repérage technologique).

3. Tracez la forme assemblée de l'appareil ayant comme référence B9-30-01 et K44.

4. Quel est le rôle d'un fusible ?

Citez les 2 classes de fusibles

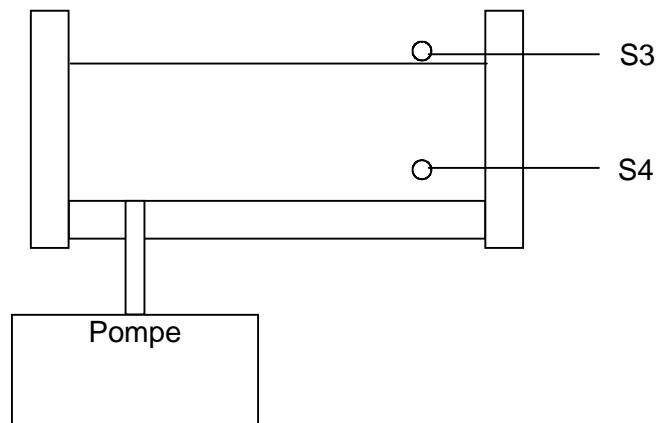
Peut-on utiliser les 2 classes pour alimenter les moteurs ? (réponse brève)

Comment choisit-on le calibre d'un fusible ?

8.1.2. Test N°2

Collecteur d'eaux pluviales

Soit l'installation suivante :

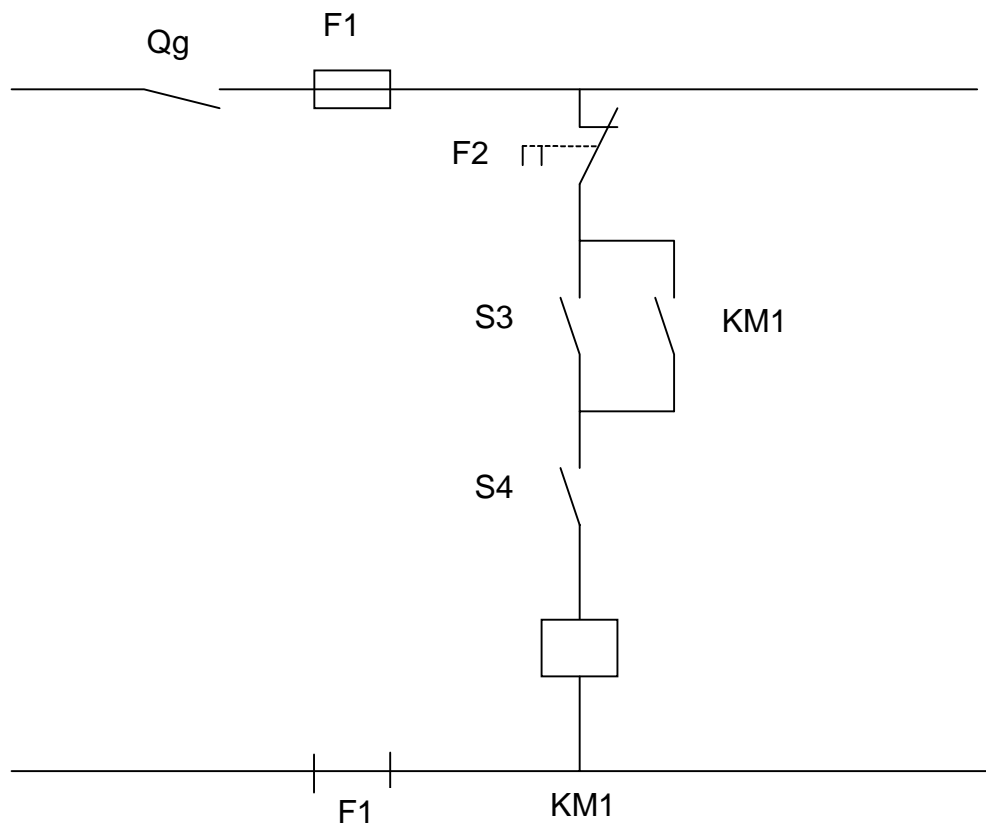


Une pompe d'épuisement sert à vidanger une citerne collectant les eaux pluviales. La citerne est équipée de deux contacts de niveau Haut (S3) et bas (S4)

Le schéma de commande est le suivant :

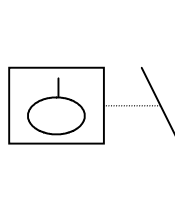
M. ALLAMAND

LP. ALFRED DE MUSSET



Le client demande les modifications suivantes :

- ① Un bouton poussoir S1 pour la mise en service de l'installation et un bouton poussoir S2 pour l'arrêt de l'installation.
- ② Un voyant sous tension H1, un voyant pompe en fonctionnement H2 et un voyant pompe en défaut H3.
- ③ On décide de changer la technologie des capteurs S3 et S4, on prendra des capteurs de niveau de fluide :



On demande de relayer les deux capteurs S3 et S4

Travail demandé :

1. Le schéma de puissance de l'installation ($U=380V$).
2. Le schéma de commande ($U=48V$).
3. Choix de matériel

Pour cette installation on cherchera les références de la partie puissance :

Sectionneur
Fusibles
Contacteur
Relais de protection thermique

Puissance de la pompe : 10 ch

4. Donnez le rôle du sectionneur, du fusible et du contacteur.
5. Donnez le vrai nom des contacts auxiliaires du sectionneur, leurs fonctions.
6. Pour protéger un transformateur quel type de fusible doit-on utiliser.

8.1.3. Test N°3

1. Sur un réseau triphasé 220V entre phase, on veut brancher un moteur de caractéristique 127/220V. Dessiner le raccordement de la plaque à bornes du moteur en justifiant votre réponse.

○U1 ○V1 ○W1

Couplage:

○W2 ○U2 ○V2

Justification:

2. Sur un réseau triphasé 380V entre phase, on veut brancher un moteur de caractéristique 380/660V. Dessiner le raccordement de la plaque à bornes du moteur en justifiant votre réponse.

○U1 ○V1 ○W1

Couplage:

○W2 ○U2 ○V2

Justification:

3. Sur un réseau triphasé 380V entre phase, on veut brancher un moteur de caractéristique 127/220V. Dessiner le raccordement de la plaque à bornes du moteur en justifiant votre réponse.

○U1 ○V1 ○W1

Couplage:

○W2 ○U2 ○V2

Justification:

4. Sur un réseau triphasé 380V entre phase, on veut brancher un moteur de caractéristique 220/380V. Dessiner le raccordement de la plaque à bornes du moteur en justifiant votre réponse.

○U1 ○V1 ○W1

Couplage:

○W2 ○U2 ○V2

Justification:

5. Sur un réseau triphasé 220V entre phase, on veut brancher un moteur de caractéristique 220/380V. Dessiner le raccordement de la plaque à bornes du moteur en justifiant votre réponse.

○U1 ○V1 ○W1

Couplage:

○W2 ○U2 ○V2

Justification:

6. Sur un réseau triphasé 220V entre phase, on veut brancher un moteur de caractéristique 380/660V. Dessiner le raccordement de la plaque à bornes du moteur en justifiant votre réponse.

○U1 ○V1 ○W1

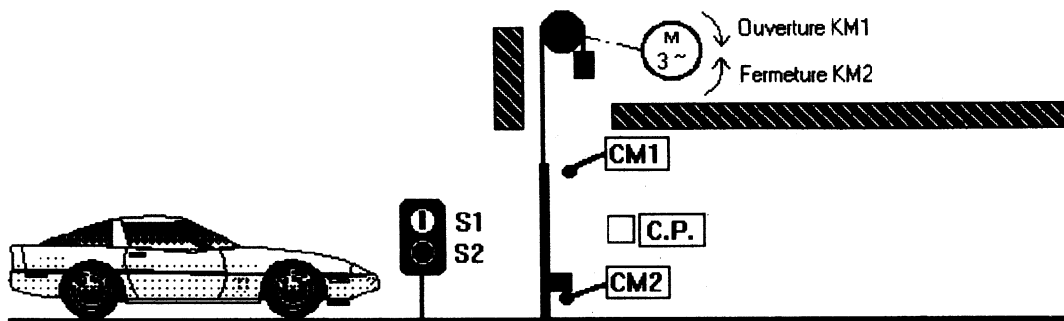
Couplage:

○W2 ○U2 ○V2

Justification:

8.1.4. Test N°4

Soit l'installation "porte de garage" suivante:



On donne :

- S1 : Bouton d'arrêt d'urgence
- S2 : Commutateur à clef
- CP : Cellule photo électrique
- CM1 : Barrière niveau haut
- CM2 : Barrière niveau Bas

Pour le bon fonctionnement la voiture doit attendre pour rentrer que le capteur CM1 soit sollicité. Après être passé devant la cellule, la barrière redescend au bout de 5s.

Tension Réseau 230/400V.

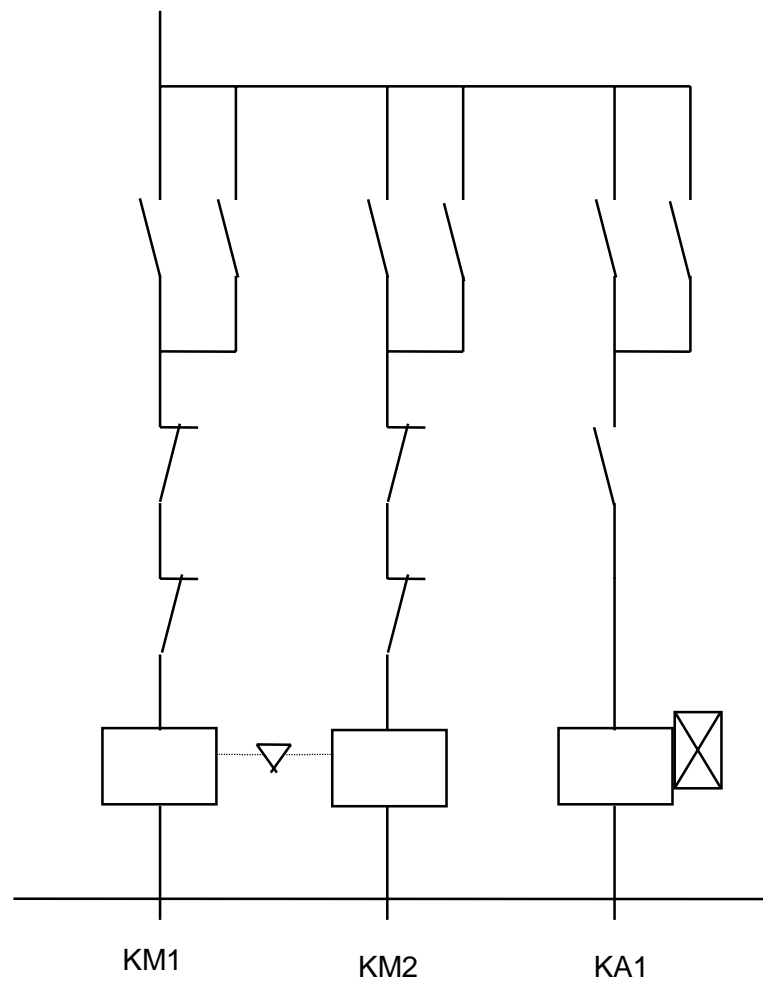
Tension Moteur 230/400V.

Puissance Moteur 10kW.

Travail demandé:

I. Exercice

- 1) Compléter le schéma de commande avec le transformateur en y insérant les éléments manquants et en retrouvant le repérage de l'appareillage ci-dessous.



- 2) Tracer le schéma de puissance en indiquant et en traçant le couplage et la plaque à bornes.
- 3) Compléter les chronogrammes.

2. Technologie

Indiquer le rôle des éléments suivants et les références:

- Contacteur
- Fusible.
- Relais de protection thermique.
- Sectionneur.

3. Schéma

Tracer le schéma de puissance d'un démarrage Y/ Δ .

8.1.5. Test N°5

Travail demandé :

1. Réalisez les schémas de puissance du démarrage:

M. ALLAMAND

LP. ALFRED DE MUSSET

- 2 sens de marche.
- Etoile triangle.
- Rotorique 4 temps.

2. Citez les avantages et les inconvénients:

- Du démarrage direct.
- Du démarrage étoile triangle.

3. Schéma de puissance et de commande de l'inverseur étoile triangle à compléter (prendre les mêmes repères que la question 4).

4. Chronogramme à compléter.

