

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE BELHADJ BOUCHAIB D'AIN TEMOUCHENT
Faculté des sciences et technologie
Département de Génie Electrique



INTITULE DU POLYCOPIE

TRAVAUX PRATIQUES CORRIGES EN SCHEMAS ET APPAREILLAGES ELECTRIQUES PARTIE : « INSTALLATIONS INDUSTRIELLES »

Présenté par :

Dr BENAZZA Baghdadi

2020/2021

AVANT PROPOS

Le présent polycopié décrit le fonctionnement de plusieurs installations électriques. Il rassemble les connaissances essentielles traitant le fonctionnement, la technologie et la mise en œuvre du matériel électrique utilisé dans les réseaux électriques. Il est destiné aux étudiants du Parcours LMD, troisième année licence Électrotechnique et Electromécanique.

Ce polycopié de travaux pratiques est consacré à l'étude et la réalisation de quelques montages d'installations industrielles. Il permettra aux étudiants de comprendre la structure du matériel des réseaux électriques tels que, les disjoncteurs, les interrupteurs, les sectionneurs, les contacteurs, de spécifier les équipements électriques, d'une part et de savoir lire les schémas électriques, de faire la différence entre les représentations, l'identification et la signification du marquage sur un schéma électrique d'une autre part.

Il est composé de plusieurs TP (Nombre = 09). Chaque TP comprend :

1. Une étude théorique;
2. Une étude expérimentale sous forme de montages à réaliser et de questions à répondre.
3. Réponses aux questions.

TABLE DES MATIERES

Avant-propos.....	I
ETUDE THEORIQUE	5
I. Introduction	6
II. Élaboration des schémas électrique	7
II.1.Qu'est-ce qu'un schéma	7
II.2.Le schéma électrique	7
II.3.Buts d'un schéma électrique	7
II.3.1.Expliciter le fonctionnement de l'équipement	7
II.3.2.Fournir les bases d'établissement et de réalisation physique de l'installation	7
II.3.3.Faciliter les essais et mise en service	8
II.3.4.Faciliter la maintenance	8
III. Installations Industrielles	8
III.1.Constitution des installations	8
III.1.1. Circuit de commande	8
III.1.2. Circuit de puissance	9
III.2.Les appareils de commande, de signalisation et de protection	9
III.2.1. Disjoncteur	9
III.2.2. Sectionneur	9
III.2.3.Fusible	9
III.2.4. Relais thermique	10
III.2.5. Le contacteur	10
III.2.6. Bloc auxiliaire temporisé	10
III.2.7. Bloc de contacts auxiliaires	10
IV. Les moteurs asynchrones triphasés	10
IV.1.Quel est le rôle d'un moteur asynchrone ?	10
IV.2.Quel est le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone ?	10
IV.3.Pourquoi le moteur asynchrone est le plus utilisé en industrie ?	11
IV.4. Détermination du couplage	11
ETUDE EXPERIMENTALE	12
<i>TPN°1: Démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé</i>	13
1. Introduction	13

2. objectif.....	13
3. matériel	14
4. schéma électrique.....	15
5. procédure d'essai et discussion.....	16
6. Travail demandé.....	16
<i>TPN°2 : télèinverseur de marche pour moteur asynchrone triphasé.....</i>	<i>17</i>
1. objectif.....	17
2. matériel	17
3. schéma électrique.....	18
4. procédure d'essai et discussion.....	19
5. Travail demandé.....	19
<i>TPN°3 :télèinverseur de marche avec retardateur pour moteur asynchrone triphasé</i>	<i>20</i>
1. objectif.....	20
2. matériel	20
3. schéma électrique.....	21
4. procédure d'essai et discussion.....	22
5. Travail demandé.....	22
<i>TPN°4: démarrage étoile/triangle.....</i>	<i>23</i>
1. Introduction.....	23
2. Conditions à remplir.....	23
3. objectif.....	23
4. matériel	23
5. schéma électrique.....	25
6. procédure d'essai et discussion.....	26
7. Travail demandé.....	26
<i>TPN°5: télèinverseur, télédémarrage étoile/triangle.....</i>	<i>27</i>
1. objectif.....	27
2. matériel	27
3. schéma électrique.....	28
4. procédure d'essai et discussion.....	29
5. Travail demandé.....	29
<i>TPN°6: démarrage par résistances statoriques.....</i>	<i>30</i>
1. Introduction.....	31
2. objectif.....	31
3. matériel	31
4. schéma électrique.....	33
5. procédure d'essai et discussion.....	35

6. Travail demandé	35
<i>TPN°7 : démarrage par résistances rotoriques</i>	<i>36</i>
1. Introduction	36
2. objectif	36
3. matériel	37
4. schéma électrique	38
5. procédure d'essai et discussion	39
6. Travail demandé	39
<i>TPN°8 : freinage en contre-courant</i>	<i>40</i>
1. Introduction	40
2. objectif	41
3. matériel	41
4. schéma électrique	42
5. procédure d'essai et discussion	43
6. Travail demandé	43
<i>TPN°9 : freinage en courant continu</i>	<i>44</i>
1. Introduction	44
2. objectif	44
3. matériel	44
4. schéma électrique	45
5. procédure d'essai et discussion	46
6. Travail demandé	47
REPONSES AUX QUESTIONS	48
TP N°1 : Démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé	49
TPN°2 : téléinverseur de marche pour moteur asynchrone triphasé	50
TPN°3 : téléinverseur de marche avec retardateur pour moteur asynchrone triphasé	51
TPN°4 : démarrage étoile/triangle	52
TPN°5 : téléinverseur, télédémarrage étoile/triangle	52
TPN°6 : démarrage par résistances statoriques	53
TPN°7 : démarrage par résistances rotoriques	54
TPN°8 : freinage en contre-courant	55
TPN°9 : freinage en courant continu	56
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES	57

ETUDE THEORIQUE

ETUDE THEORIQUE

I. Introduction

L'électrotechnique, dite encore génie électrique, est l'art de maîtriser de nombreuses techniques (dont l'électronique de commande et celle de puissance en font partie) pour permettre la production, le traitement, le transport et l'utilisation de l'énergie électrique. Pour maîtriser parfaitement celle-ci, la possession de tout moyen nécessaire pour commander et ainsi contrôler la circulation du courant dans les circuits (qui vont des centrales de production jusqu'aux consommateurs) est impérative. [1,2]

le but d'assurer automatiquement une protection prioritaire des circuits contre tous les incidents susceptibles perturbant le fonctionnement (lors de la commande) que vient l'utilité de l'appareillage électrique commandant de multiples opérations permettant de modifier la configuration du réseau dans les conditions normales de service. [1,2]

En outre, l'appareillage électrique doit être capable de fonctionner dans de défavorables conditions, à savoir, atmosphériques même non ambiantes (à haute ou à basse température, en altitude où l'air est de plus faible densité, ou même sous l'effet de vents de sables ou forte pollution marine. Enfin, parmi ces appareillages, les disjoncteurs doivent être en mesure d'interrompre tous les courants inférieurs à leur pouvoir de coupure (courants de charge et courants de court-circuit). [1,2]

Bien entendu, l'appareillage électrique (pour bien être maîtrisé) nécessite d'être représenté par des schémas (ensemble de symboles normalisés) de puissance et de commande, illustrant le fonctionnement de cet appareillage et l'intervention en cas de défaillance au moment voulu. [1,2]

II. Élaboration des schémas électriques

II.1.Qu'est-ce qu'un schéma

Un schéma est un dessin ou un tracé qui représente de façon simple une construction souvent technique. Cela peut être aussi des sous-ensembles techniques qui une fois réunis, représentent une réalisation technique complexe.

Pour réaliser ces schémas, nous utilisons des symboles graphiques, qui peuvent être tracés à la main sur du papier avec des crayons ou des stylos. [3,4,5]

II.2.Le schéma électrique

Un schéma électrique est un dessin qui représente un simple circuit électrique ou une installation électrique complète, voir complexe.

Des symboles graphiques représentent les éléments de cette installation mais, aussi les connexions qui les relient fonctionnellement. [3,4,5]

II.3.Buts d'un schéma électrique

II.3.1.Expliquer le fonctionnement de l'équipement

En suivant le chemin des fils et connexions et en observant les symboles des appareillages, vous devez pouvoir déterminer à quoi sert l'équipement. Parfois, le schéma électrique seul ne suffit pas à la compréhension totale du dispositif technique. Si vous avez par exemple des programmeurs ou des séquenceurs, il sera pertinent de dessiner les chrono-grammes des séquences. Vous pouvez également mettre des tableaux de données concernant les réglages de temporisations ou de séquence pour les différentes configurations dans laquelle une machine fonctionne. [3,4,5]

II.3.2.Fournir les bases d'établissement et de réalisation physique de l'installation

En plus du schéma électrique, il faudra fournir la liste du matériel nécessaire au câblage d'une armoire électrique par exemple et le plan d'implantation des appareillages et organes de signalisation pour cette même armoire. Le schéma architectural de l'installation complète (génie

civil, arrivée des sources d'énergies) et l'implantation physique des machines d'un procédé industriel sont aussi des documents qui permettent de réaliser l'installation.[3,4,5]

II.3.3.Faciliter les essais et mise en service

La mise en service d'une installation se fait progressivement. Le schéma vous permettra de visualiser les équipements mis sous tension au fur et à mesure de l'alimentation en énergie électrique des lignes par l'intermédiaire des dispositifs de coupure ou de protection. [3,4,5]

II.3.4.Faciliter la maintenance

Pour des dépannages rapides ou des opérations de maintenance préventive, la validité des schémas et leur mise à disposition sur le lieu d'implantation de l'équipement sont indispensables. En cas de maintenance corrective ou de modifications, il faut absolument mettre à jour tous les exemplaires des schémas (documents dans l'armoire de la machine, dans les bureaux d'étude, des méthodes et du service maintenance). [3,4,5]

III. Installations Industrielles

III.1.Constitution des installations

Les installations industrielles des automatismes sont constituées de deux parties distinctes appelées : circuit de commande et circuit de puissance. [6,7,8]

III.1.1. Circuit de commande

Il comporte l'appareillage nécessaire à la commande des récepteurs de puissance. On trouve :

- La source d'alimentation
- Un appareil d'isolement (sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, disjoncteur).
- Un appareil de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique).

- Organes de commande (bobine du contacteur). La source d'alimentation et l'appareillage du circuit de commande ne sont pas nécessairement celle du circuit de puissance, elle dépend des caractéristiques de la bobine.

III.1.2. Circuit de puissance

Il comporte l'appareillage nécessaire aux fonctionnements des récepteurs de puissance suivant un automatisme bien défini. On trouve :

- Une source de puissance (généralement réseau triphasé)
- Un appareil d'isolement (sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, relais de protection).
- Appareils de commande (les contacts de puissance du contacteur).
- Des récepteurs de puissances (moteurs).

III.2. Les appareils de commande, de signalisation et de protection

III.2.1. Disjoncteur

C'est un appareil de protection qui comporte deux relais, relais magnétique qui protège contre les courts-circuits et un relais thermique qui protège contre les surcharges. [6,7,8]

III.2.2. Sectionneur

Sa fonction d'assurer le sectionnement (séparation du réseau) au départ des équipements. Dans la plupart des cas il comporte des fusibles de protection.

Le pouvoir de coupure est le courant maximal qu'un appareil de sectionnement peut interrompre sans aucun endommagement. Le sectionneur n'a pas de pouvoir de coupure, il doit être manipulé à vide. [6,7,8]

III.2.3. Fusible

C'est élément comportant un fil conducteur, grâce à sa fusion, il interrompt le circuit électrique lorsqu'il est soumis à une intensité du courant qui dépasse la valeur maximale supportée par le fil. [6,7,8]

III.2.4. Relais thermique

Le relais de protection thermique protège le moteur contre les surcharges

III.2.5. Le contacteur

Le contacteur est un appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique. Il assure la fonction COMMUTATION. En technologie des systèmes automatisés ce composant est appelé Pré actionneur puisqu'il se trouve avant l'actionneur dans la chaîne des énergies. [6,7,8]

III.2.6. Bloc auxiliaire temporisé

Les blocs auxiliaires temporisés servent à retarder l'action d'un contacteur (lors de sa mise sous tension ou lors de son arrêt)

III.2.7. Bloc de contacts auxiliaires

Le bloc de contact auxiliaire est un appareil mécanique de connexion qui s'adapte sur les contacteurs. Il permet d'ajouter de 2 à 4 contacts supplémentaires au contacteur. Les contacts sont prévus pour être utilisés dans la partie commande des circuits. Ils ont la même désignation et repérage dans les schémas que le contacteur sur lequel ils sont installés (KA, KM...). [6,7,8]

IV. Les moteurs asynchrones triphasés

IV.1. Quel est le rôle d'un moteur asynchrone ?

Les moteurs asynchrones triphasés représentent plus de 80 % du parc moteur électrique. Ils sont utilisés pour transformer l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à des phénomènes électromagnétiques. [6,7,8]

IV.2. Quel est le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone ?

Dans un moteur asynchrone, c'est le champ magnétique qui varie sous forme de champ tournant créé dans le stator. Au démarrage le champ tournant balaye les conducteurs de son flux

à la vitesse angulaire de synchronisme. Le rotor mis en rotation tend à rattraper le champ tournant (figure 1). [6,7,8]

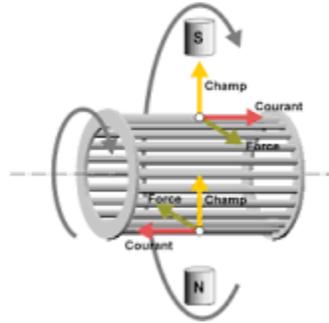


Figure 1. Rotor mis en rotation

IV.3. Pourquoi le moteur asynchrone est le plus utilisé en industrie ?

Les moteurs asynchrones (moteurs monophasés et moteurs triphasés) sont les moteurs les plus utilisés dans l'industrie car : Ils sont moins chers et moins volumineux que les moteurs synchrones.

IV.4. Détermination du couplage

A partir de les indications données par la plaque signalétique et le réseau d'alimentation l'utilisateur doit coupler adéquatement les enroulements du stator soit en triangle soit en étoile.

- Si la plus petite tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phases du réseau on adopte le couplage Δ .
- Si la plus grande tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phase du réseau on adopte le couplage Y. [6,7,8]

ETUDE EXPERIMENTALE

TPN°1

DEMARAGE DIRECT D'UN MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

1. Introduction

Si nous relevons les valeurs de l'intensité (I) d'un courant et du couple (C) d'un moteur triphasé au moment du démarrage, nous obtenons les courbes suivantes.

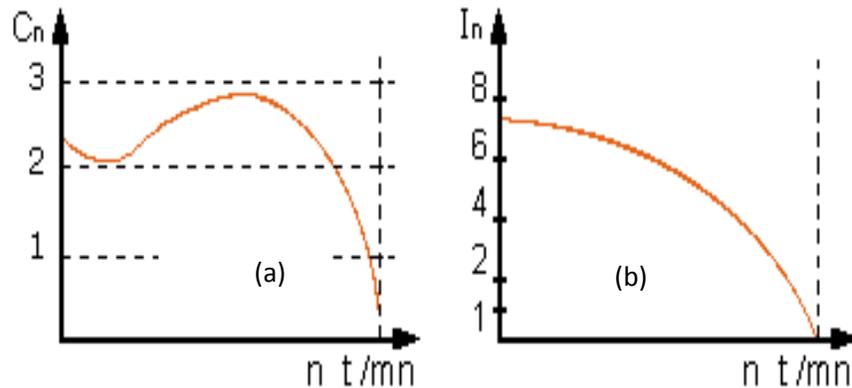


Figure 2 : (a) : le couple en fonction de la vitesse
(b) : le courant en fonction de la vitesse

Nous observons qu'au moment du démarrage les valeurs de I et de C sont respectivement 7 et 2 fois plus grandes que leur valeur en régime établi. [2]

2. Objectif

Réaliser le circuit pour le contrôle d'une charge triphasée (moteur asynchrone, charge résistive, etc.) au moyen d'un contacteur commandé à partir d'un point. Deux lampes de signalisation sont incluses pour indiquer l'état de repos et de travail.

3. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,
- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).

- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

4. Schéma électrique

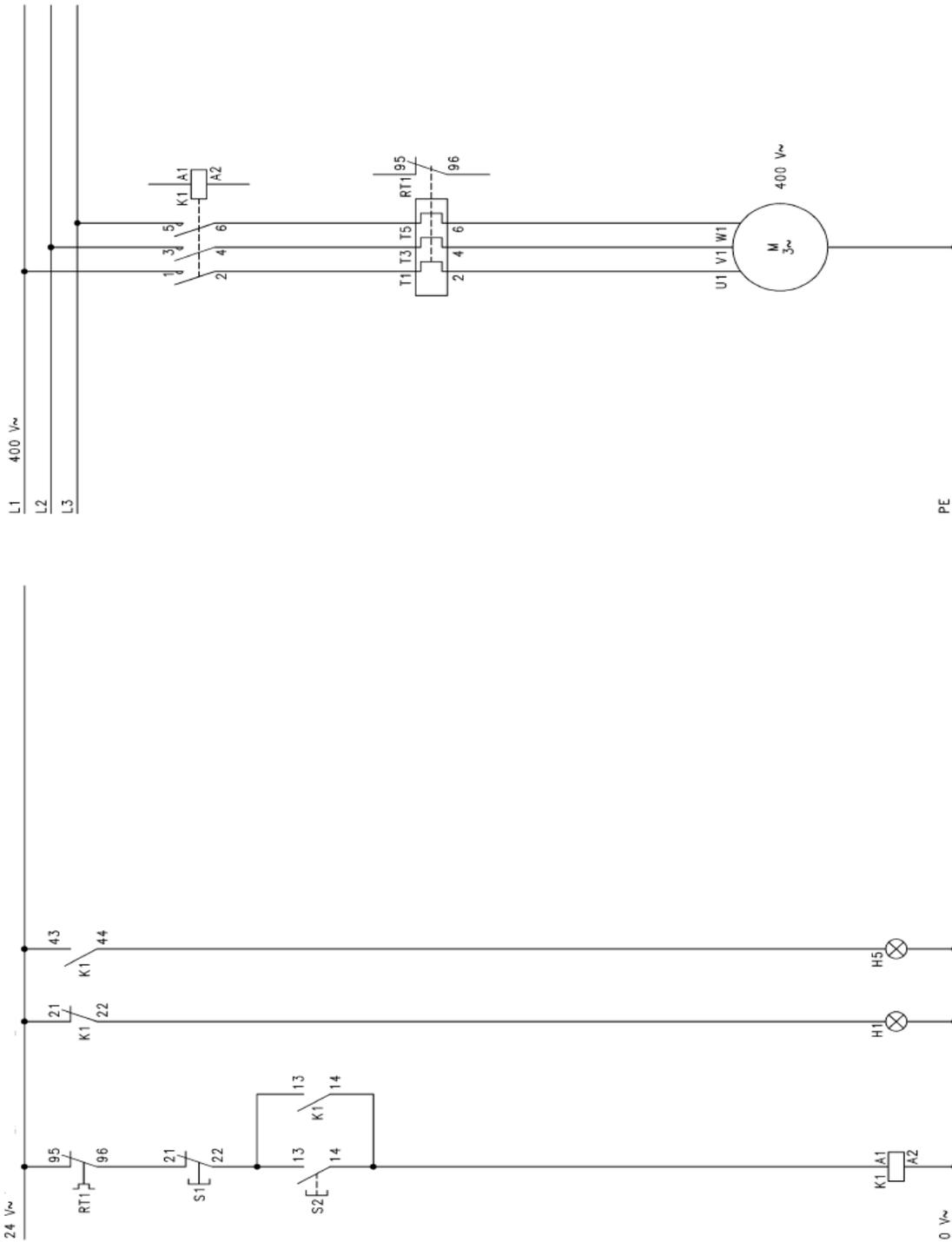


Figure 3 : Circuit de puissance et de commande

5- Procédure d'essai et discussion

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans la figure 3.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. L'action sur le bouton-poussoir de marche S2 active le contacteur K1, la lampe de signalisation H1 s'éteint tandis que la lampe H2 s'éclaire.

6- Travail demandé

- a. Réaliser le schéma électrique en respectant le code de couleur des câbles.
- b. Indiquer la fonction des éléments suivants :
 - L1, L2, L3, PE
 - K1, RT1 (F1)
 - S1, S2
 - K1 (13-14)
 - A1-A2 (K1)
 - 95-96 RT1 (F1)
- c. **Répondre aux questions suivantes :**
 - Q1** Pourquoi, si on enlève le doigt du bouton-poussoir de marche S2, le contacteur reste-t-il dans l'état de fermeture ?
 - Q2** Sur quel élément de commande doit-on agir pour désexciter le contacteur ?
 - Q3** Que se passe-t-il si l'on pousse simultanément sur les boutons poussoirs S1 et S2 ?
 - Q4** Où doit être connecté dans le circuit l'utilisateur éventuel (moteur ou charge) ?
 - Q5** Comment peut-on surveiller l'intervention du relais thermique RT1 en cas de surcharge ?
 - Q6** Que faut-il faire si, au moment de l'essai, le sens de rotation du moteur n'est pas conforme ?

TPN°2

TELEINVERSEUR DE MARCHE POUR MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

1. Objectif

Avec l'utilisation de deux contacteurs, réaliser l'inversion de marche d'un moteur asynchrone triphasé avec commande à partir d'un point et deux lampes de signalisation pour indiquer : moteur à l'arrêt, moteur en action.

2. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,
- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

- Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).
- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

3. Schéma électrique

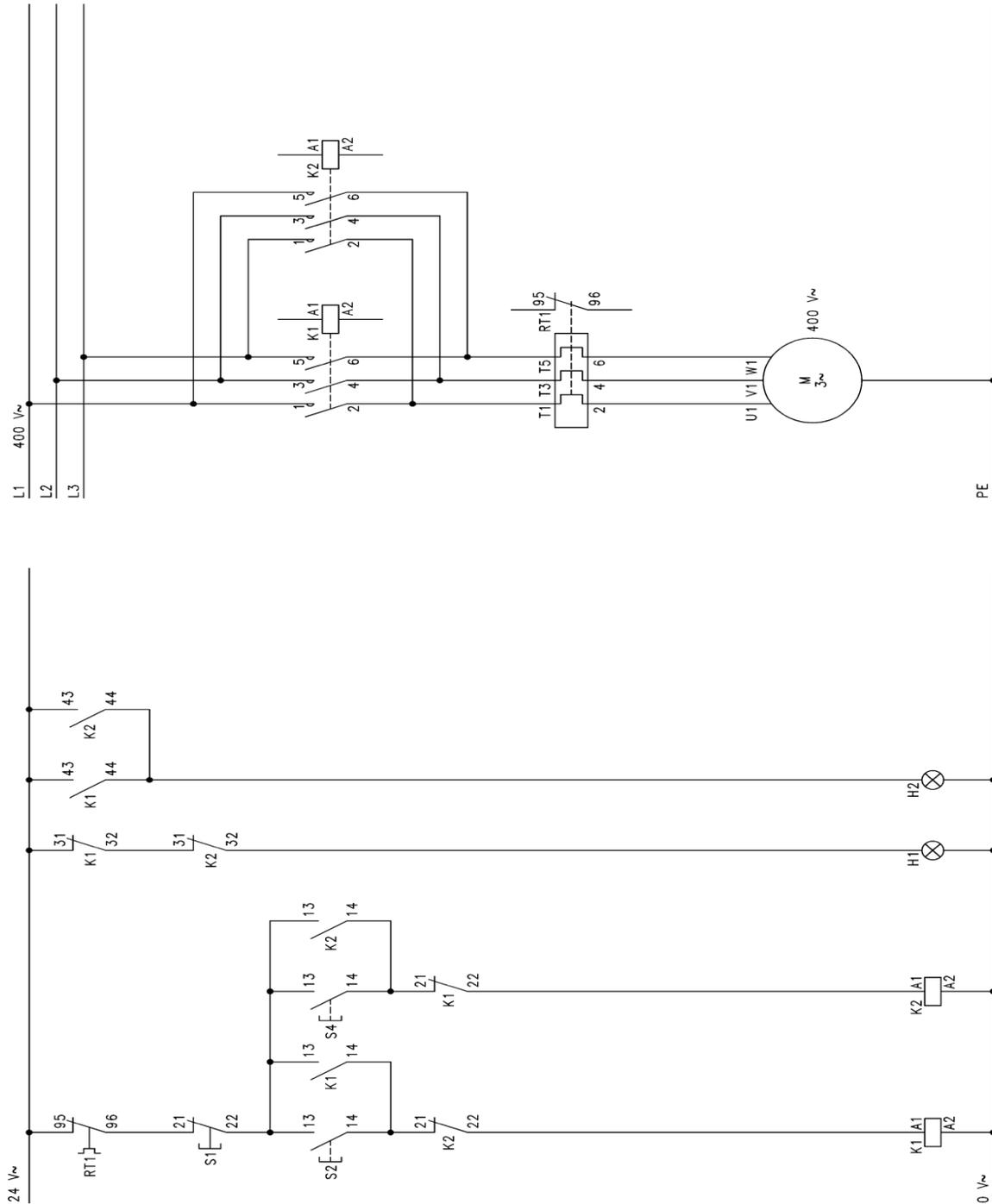


Figure 4 : Circuit de puissance et de commande d'un téléinverseur de marche pour moteur asynchrone triphasé

4- Procédure d'essai et discussion

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans la figure 4.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. L'action sur le bouton-poussoir **S2** active le contacteur **K1**, le moteur tourne dans un sens de marche. L'action sur le bouton-poussoir **S4**, après avoir arrêté le moteur avec le bouton-poussoir **S1**, active le contacteur **K2** et le moteur tourne dans le sens opposé.

5- Travail demandé

a- Refaire le schéma électrique à main (manuellement) en respectant le code de couleur des câbles.

b- Indiquer la fonction des éléments suivants :

- L1, L2, L3, PE
- K1, RT1 (F1), K2,
- S1, S2, S4
- K1 (13-14), K2 (13-14)
- A1-A2 (K1)
- A1-A2 (K2)
- 95-96 RT1 (F1)
- H1, H2

c- **Répondre aux questions suivantes :**

Q1 Les deux contacteurs peuvent-ils être activés simultanément ?

Q2 Comment obtient-on le verrouillage pour éviter l'activation simultanée des deux contacteurs ?

Q3 En cas d'intervention du relais thermique RT1 que se passe-t-il ?

Q4 Est-il possible d'insérer une lampe de signalisation pour visualiser l'intervention éventuelle du relais thermique ?

Q5 Quelle est la cause probable si avec les deux commandes de marche le moteur tourne toujours dans la même direction ?

TP N ° 3

TELEINVERSEUR DE MARCHE D'UN M.A.S TRIPHASE AVEC RETARDATEUR

1. Objectif

Avec l'utilisation de contacteurs et relais réaliser l'inversion de marche d'un moteur asynchrone triphasé avec la condition que l'inversion de marche ne puisse pas avoir lieu avant un temps déterminé pour permettre au moteur de s'arrêter. Compléter avec les lampes de signalisation pour montrer l'état opérationnel du moteur dans les deux sens de rotation et repos.

2. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Relais temporisé
- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,
- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

- Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).
- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

3. Schéma électrique

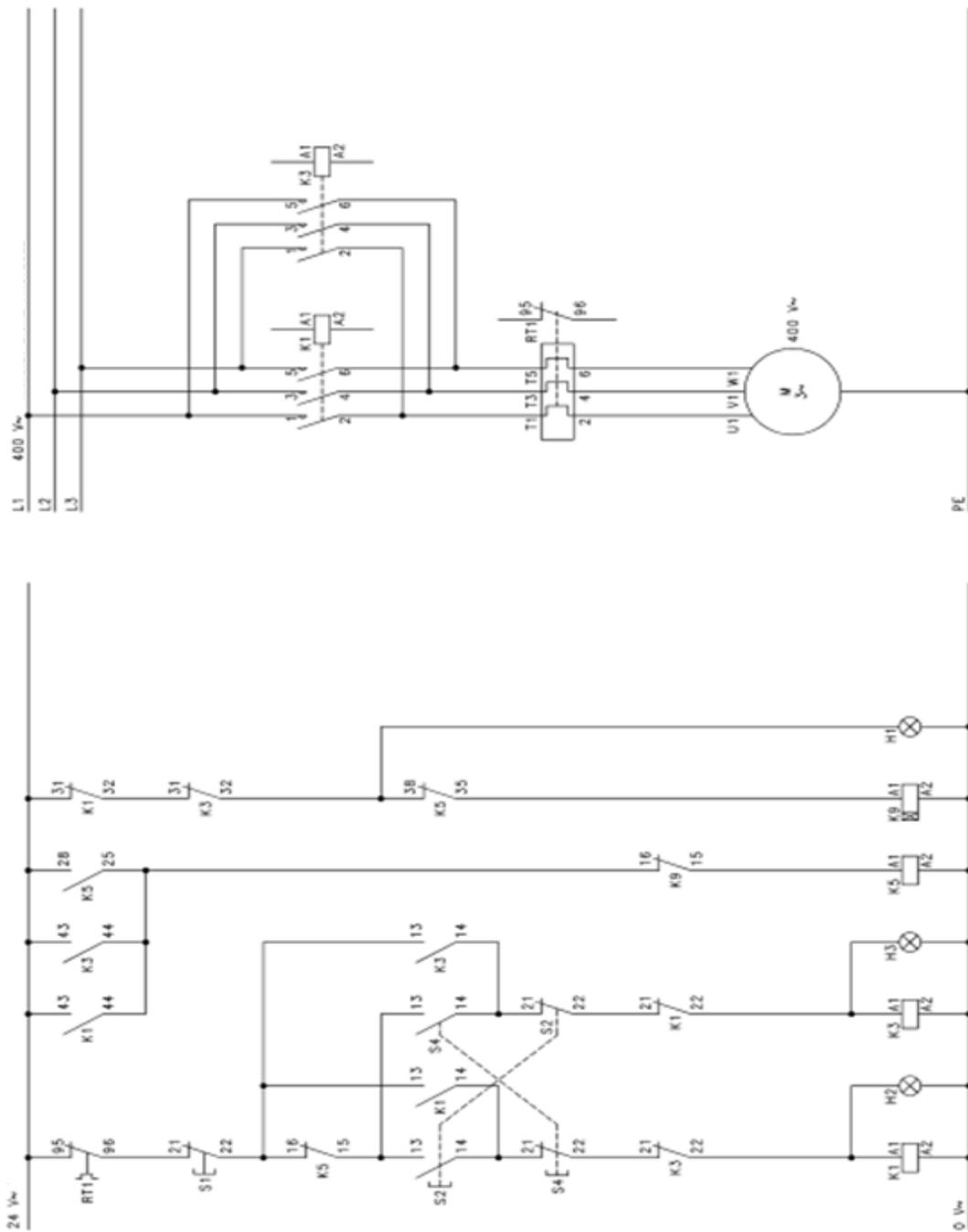


Figure 5 : Circuit de puissance et de commande d'un téléinverseur de marche pour moteur asynchrone triphasé avec un retardateur

4- Procédure d'essai et discussion

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans la figure 5.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. L'action sur le bouton-poussoir **S2** ou **S4** actionne le moteur dans un sens de marche. L'action sur le bouton-poussoir **S1** arrête le moteur et ce n'est qu'après le retard configuré sur **K9** qu'il est possible de réactiver le moteur aussi bien dans le même sens que dans le sens contraire.

5- Travail demandé

Q1 Refaire le schéma électrique à main (manuellement) en respectant le code de couleur des câbles.

Q2 Est-il nécessaire d'appuyer sur le bouton-poussoir d'arrêt pour effectuer l'inversion de marche du moteur ?

Q3 Que se passe-t-il si l'on maintient pressés les boutons poussoirs de marche **S2** et **S4** ?

Q4 Dans le circuit proposé, les lampes de signalisation pour montrer l'état opérationnel du moteur, sont dérivées directement des contacts auxiliaires de commande des bobines. Si ces lampes ont une tension de fonctionnement différente de celle des bobines des contacteurs ou des relais, comment doit-on modifier le circuit ?

TP N ° 4

DEMARRAGE ETOILE/TRIANGLE

1. Introduction

Le démarrage étoile triangle est très utilisé en électrotechnique pour la mise en route des moteurs électriques asynchrones triphasés. Ce dispositif est employé afin de diminuer les courants risques du démarrage direct. En effet, l'intensité du courant au démarrage (en direct) est très importante vis à vis du courant nominal du moteur (environ 5 à 7 fois l'intensité nominale). Sur les gros moteurs ces courants importants entraînent des surcharges sur les lignes d'alimentations (fils, câbles, bornes) et sur les appareils de protection et de commande (fusible, sectionneur, contacteur, relais thermique...) d'ou une usure, voir une destruction, prématurée des composants du démarreur.[1,2,9]

2. Conditions à remplir

- Le couplage triangle doit correspondre à la tension du réseau,
- Le démarrage du moteur doit se faire en deux temps,
- Premier temps : couplage des enroulements en étoile et mise sous tension,
- Deuxième temps : suppression du couplage étoile, immédiatement suivie du couplage triangle.

3. Objectif

Réaliser le système électrique muni de circuit de commande, circuit de signalisation et circuit de puissance relatif à un télé démarrage étoile-triangle pour un moteur asynchrone triphasé à cage.

4. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Relais temporisé

- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,
- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

- Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).
- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

5. Schéma électrique

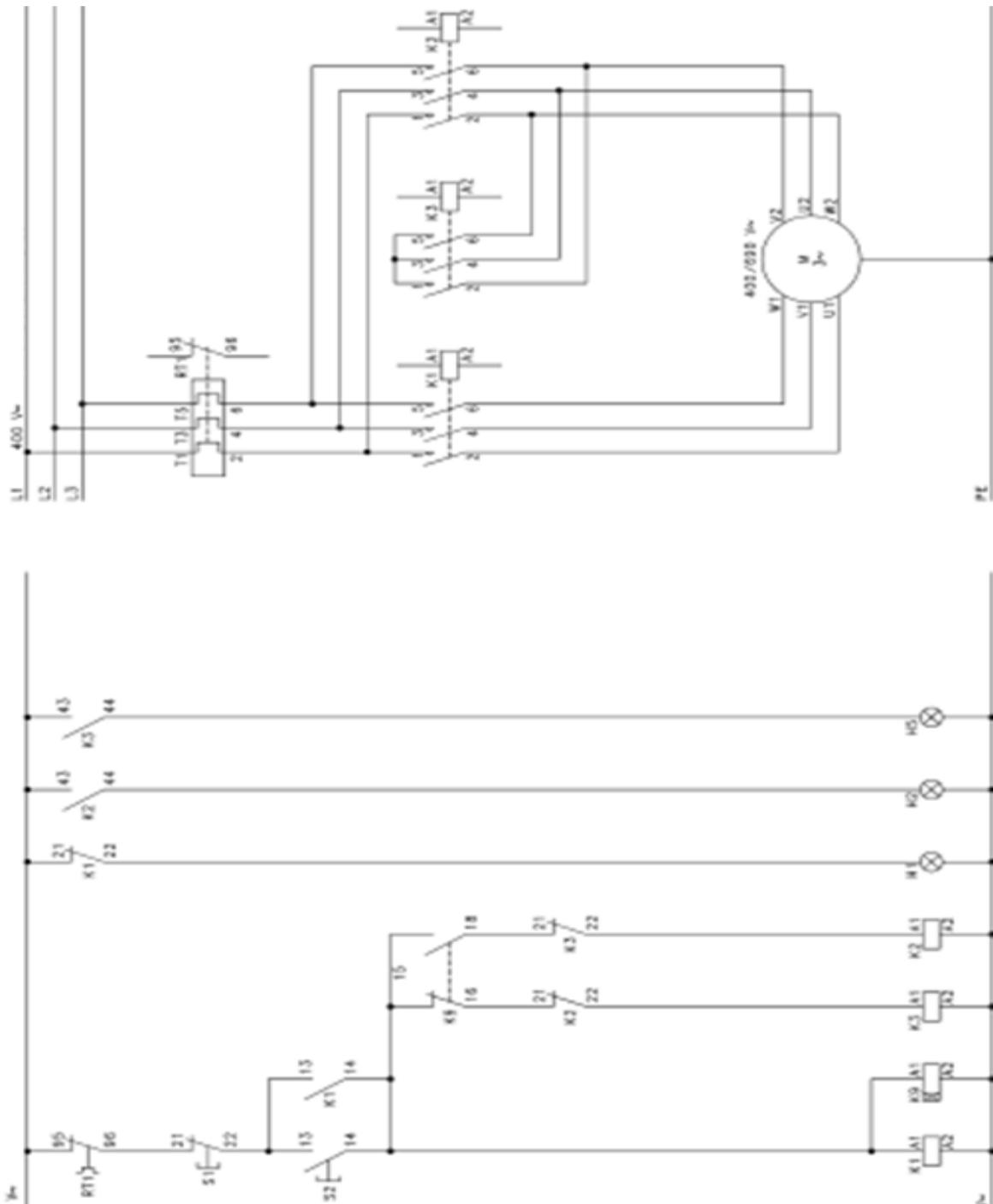


Figure 6 : Circuit de puissance et de commande d'un démarrage Etoile / Triangle pour moteur asynchrone triphasé

6- Procédure d'essai et discussion

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans la figure 6.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. L'action sur le bouton-poussoir de marche **S2** active le contacteur **K1** et **K3**, le moteur démarre avec connexion en étoile et est alimenté avec une tension réduite. Après le temps préfixé sur le retardateur **K9**, le contacteur **K3** se désactive et s'active le contacteur **K2** ; le moteur est connecté en triangle et reçoit pleine alimentation.

7- Travail demandé

Q1 Refaire le schéma électrique à main (manuellement) en respectant le code de couleur des câbles.

Q2 Est-il nécessaire d'appuyer sur le bouton-poussoir de marche pour compléter le démarrage du moteur ?

Q3 Avec ce circuit, est-il possible de faire démarrer le moteur directement en triangle ?

TP N ° 5

TELEINVERSEUR, DEMARRAGE ETOILE/TRIANGLE

1. Objectif

Réaliser le système électrique muni de circuit de commande, circuit de signalisation et de puissance relatif à un téléinverseur, démarrage étoile/triangle pour un moteur asynchrone triphasé à cage.

2. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Relais temporisé
- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,
- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

- Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).
- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

3. Schéma électrique

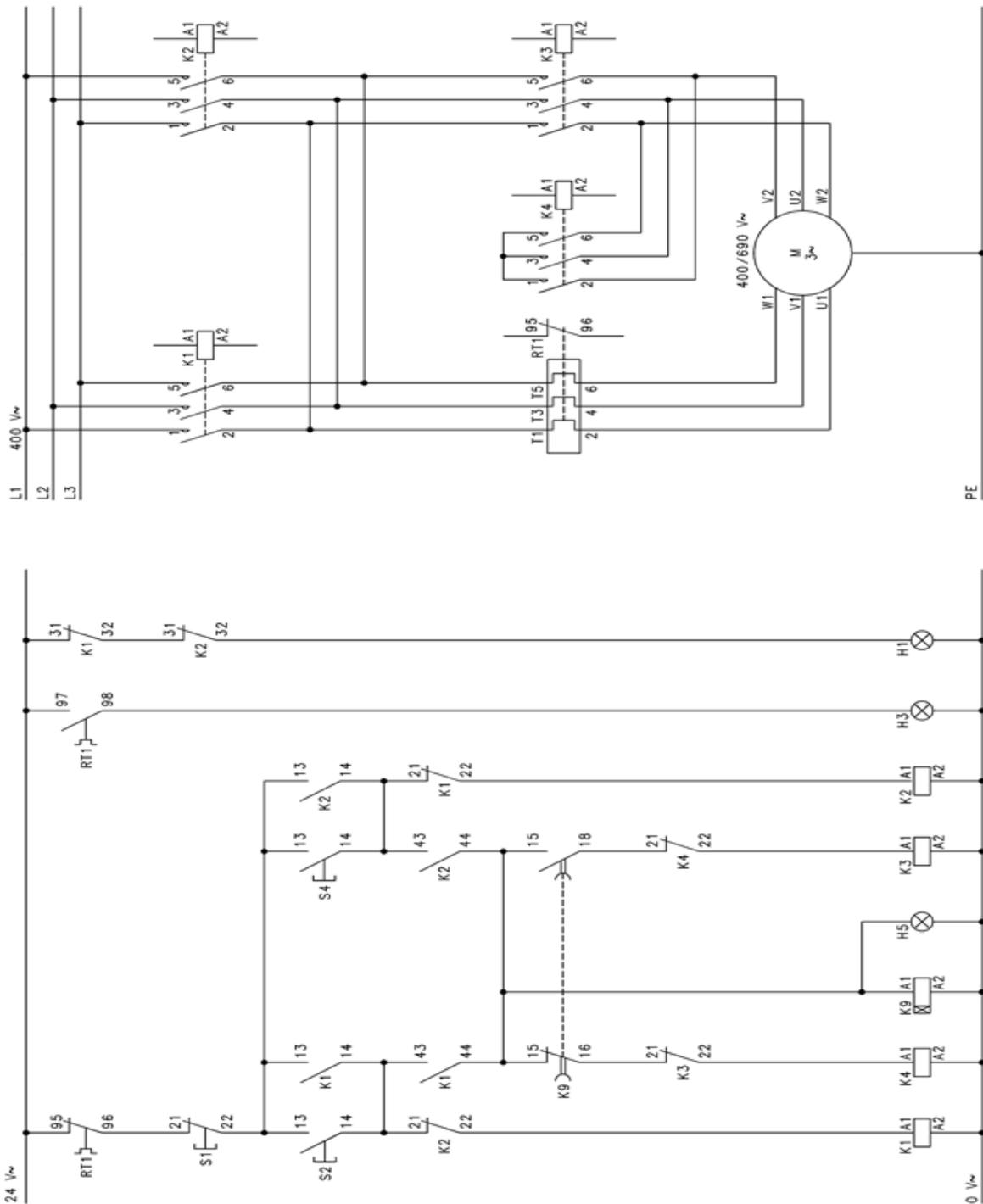


Figure 7 : Circuit de puissance et de commande d'un teleinverseur, démarrage Etoile / Triangle pour moteur asynchrone triphasé

4- Procédure d'essai et discussion

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans la figure 7.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. L'action sur le bouton poussoir **S2** active les contacteurs **K1** et **K4** , le moteur démarre dans une direction avec connexion en Etoile et est alimenté avec une tension réduite .

Après le temps préfixé sur le retardateur **K9**, le contacteur **K4** se désactive et le contacteur **K3** s'active ; le moteur connecté en Triangle reçoit à présent pleine alimentation .Pour le démarrage du moteur dans la direction opposée, on doit agir sur le bouton poussoir **S4**, les contacteurs **K2** et **K4** s'activent et le démarrage se produit comme dans le sens précédent.

5- Travail demandé

Q1 Est-il nécessaire d'appuyer sur le bouton-poussoir de marche pour compléter le démarrage du moteur ?

Q2 Avec ce circuit est-il possible d'activer le moteur directement en triangle ?

Q3 Dans quel autre point du circuit de puissance est-il possible d'insérer le relais thermique RT1 et comment doit il être dimensionné ?

Q4 Que se passe-t-il si on l'appui simultanément sur les deux boutons poussoir de marche **S2** et **S4** ?

TP N ° 6

DEMARRAGE PAR RESISTANCES STATORIQUES

1. Introduction

Ce démarrage s'effectue en deux temps minimum.

- 1er temps : les enroulements du stator sont alimentés à travers des résistances (donc sous tension réduite).

- 2ème temps : les enroulements du stator sont alimentés directement sous leur tension nominale.

La suppression des résistances peut s'exécuter en plusieurs fois ce qui ajoute autant de temps supplémentaire au démarrage du moteur.

Le moteur asynchrone triphasé doit être du type rotor en court-circuit ou rotor à cage d'écureuil.

Il est employé pour des machines à forte inertie qui ne démarrent pas avec leur charge maximale. [10,11]

2. Objectif

Réaliser le démarrage avec résistances statoriques à deux paliers d'un moteur asynchrone. Compléter le circuit des commandes avec les lampes de signalisation pour indiquer l'état opérationnel du moteur.

3. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Relais temporisé
- 1 Rhéostat triphasé fractionnable par paliers.
- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,

- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

- Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).
- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

4. Schéma électrique

4.1 Schéma électrique 1

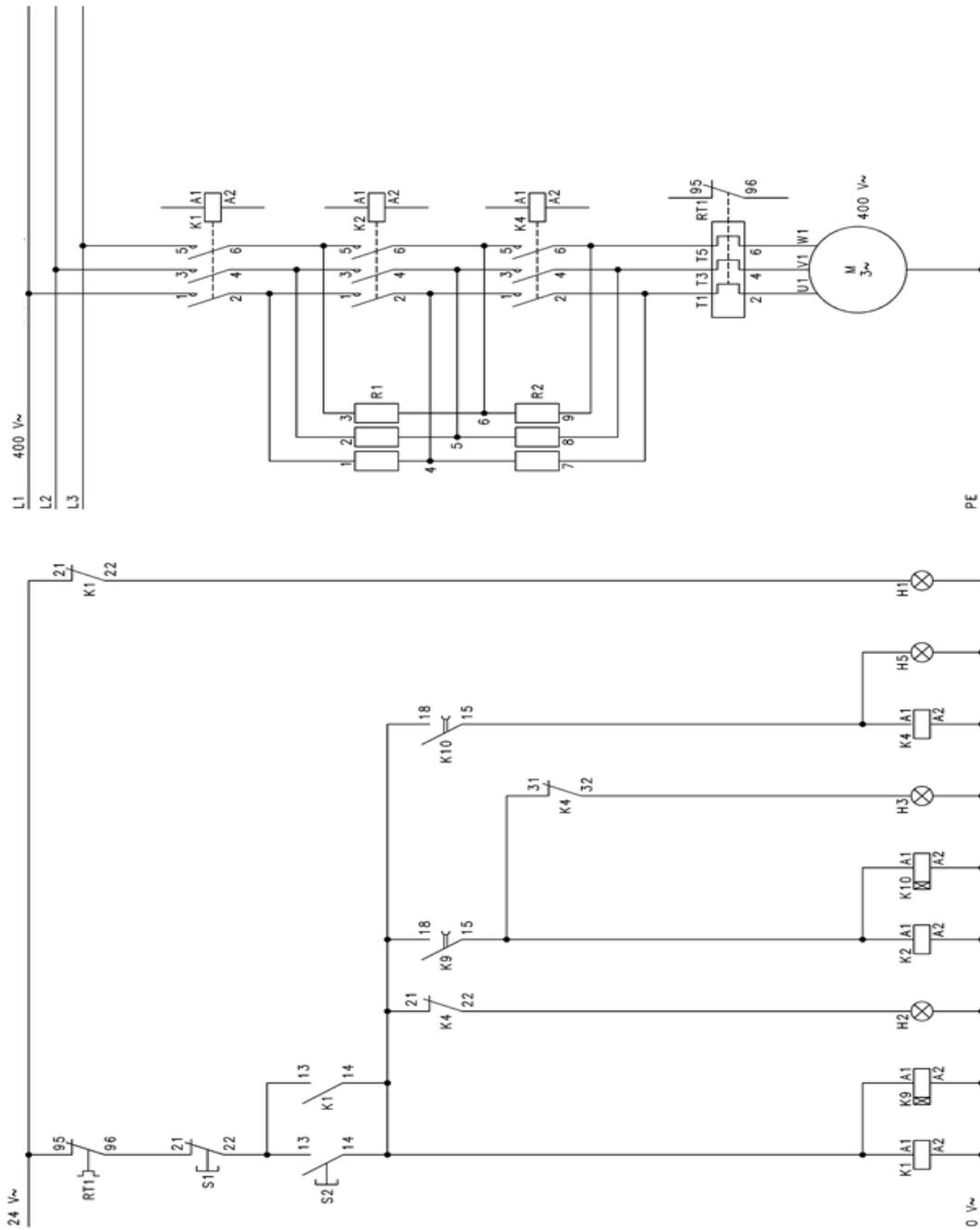


Figure 8.1 : Circuit de puissance et de commande d'un démarrage par résistances statoriques pour moteur asynchrone triphasé (Modèle 1).

4.2 Schéma électrique 2

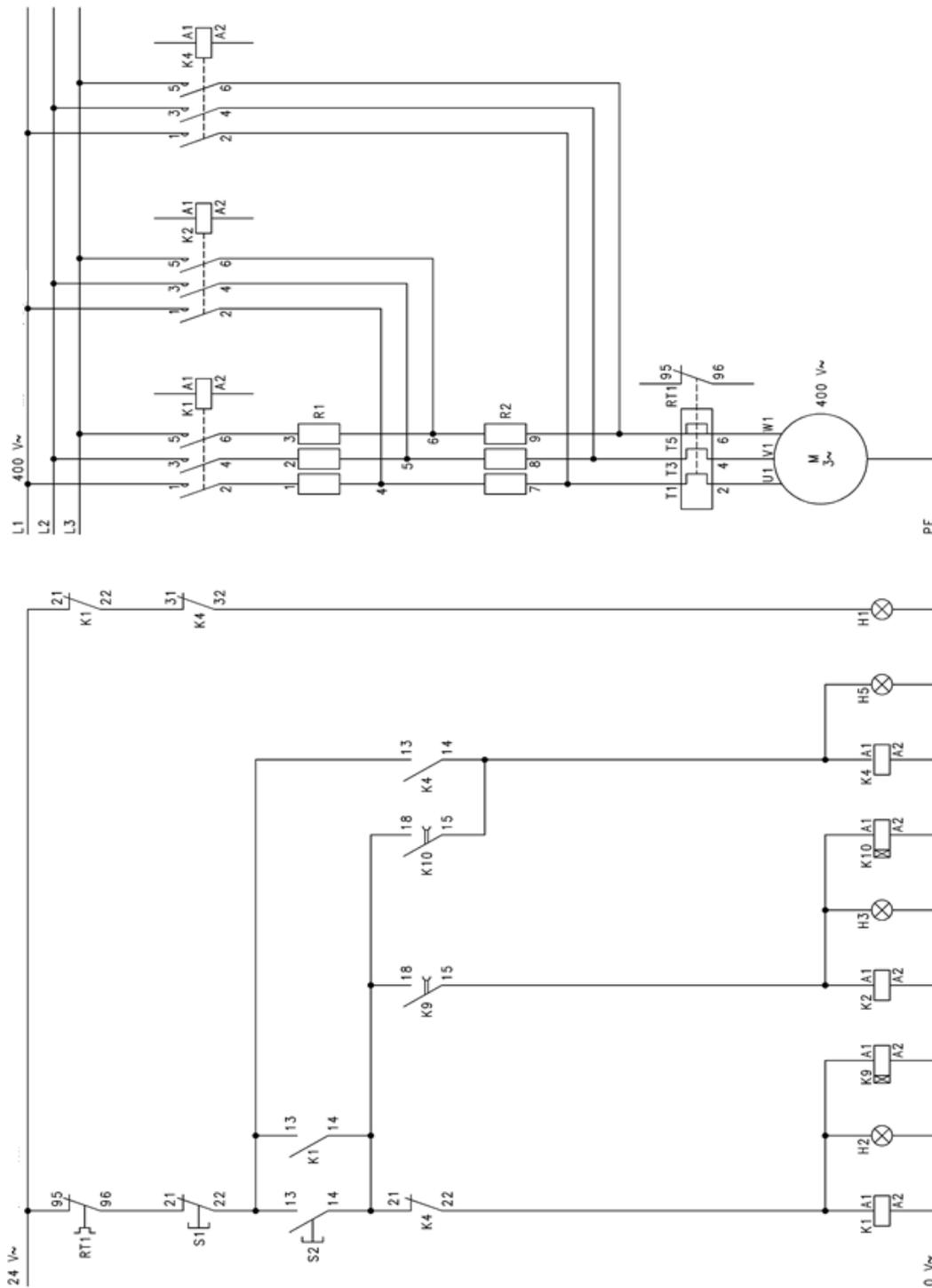


Figure 8.2 : Circuit de puissance et de commande d'un démarrage par résistances statoriques pour moteur asynchrone triphasé (Modèle 2).

5- Procédure d'essai et discussion

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans l'un des figures 8.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. L'action sur le bouton-**poussoir S2** active le contacteur **K1**, le moteur se met en rotation avec le courant limité par les deux groupes de résistances en série avec le stator, après le temps établi en **K9** et **K10** les résistances sont court -circuitées et le moteur reçoit la pleine alimentation (démarrage terminé).

6- Travail demandé

- Q1** Que se passe-t-il si les retardateurs **K9** et **K10** sont réglés sur un temps excessif ?
- Q2** Que se passe-t-il si les temps de démarrage sont trop courts ?
- Q3** En considérant que les circuits indiqués aux figures 1 et 2 donnent le même résultat, quel est le meilleur démarrage entre les deux ?
- Q4** Peut-on augmenter ultérieurement les paliers du démarrage ?

TP N ° 7

DEMARRAGE PAR RESISTANCES ROTORIQUES

1. Introduction

Ce type de démarrage est utilisé pour les moteurs à rotor bobiné dont les enroulements sont couplés en Y, et les trois sorties sont soudés à des bagues fixées sur l'arbre du moteur auxquels on peut insérer des résistances à l'aide de balais frotteurs. Ce démarrage consiste à alimenter le stator du moteur par la tension nominale et éliminer les résistances rotoriques en plusieurs temps (3 temps au minimum). 1er temps : On insère la totalité des résistances dans les enroulements du rotor. 2ème temps : On diminue la résistance du circuit rotor en éliminant une partie des résistances insérées. 3ème temps : On élimine toutes les résistances rotoriques en court-circuitant les enroulements du rotor.[12,13]

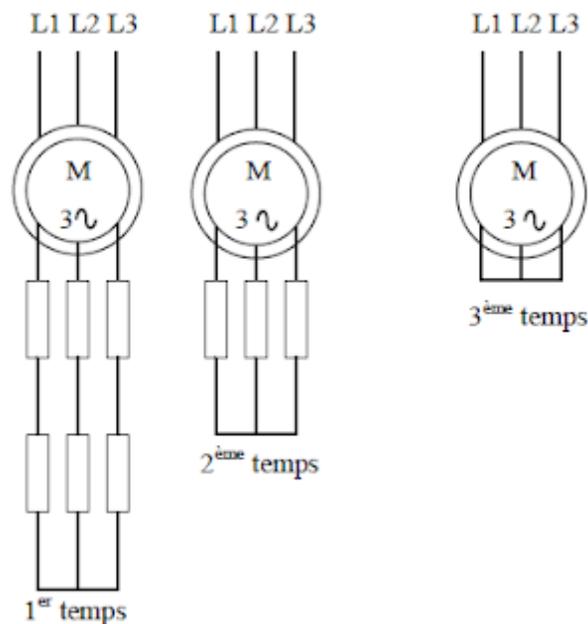


Figure 9: Principe du démarrage par élimination des résistances rotoriques

2. Objectif

Réaliser le démarrage avec résistances rotoriques à deux paliers d'un moteur asynchrone triphasé. Compléter le circuit des commandes avec les lampes de signalisation pour indiquer

l'état opérationnel du moteur. Si disponible, pour rendre réel le démarrage du moteur, le coupler à une charge inertielle.

3. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Relais temporisé
- 1 Rhéostat triphasé fractionnable par paliers.
- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,
- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

- Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).
- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

4. Schéma électrique

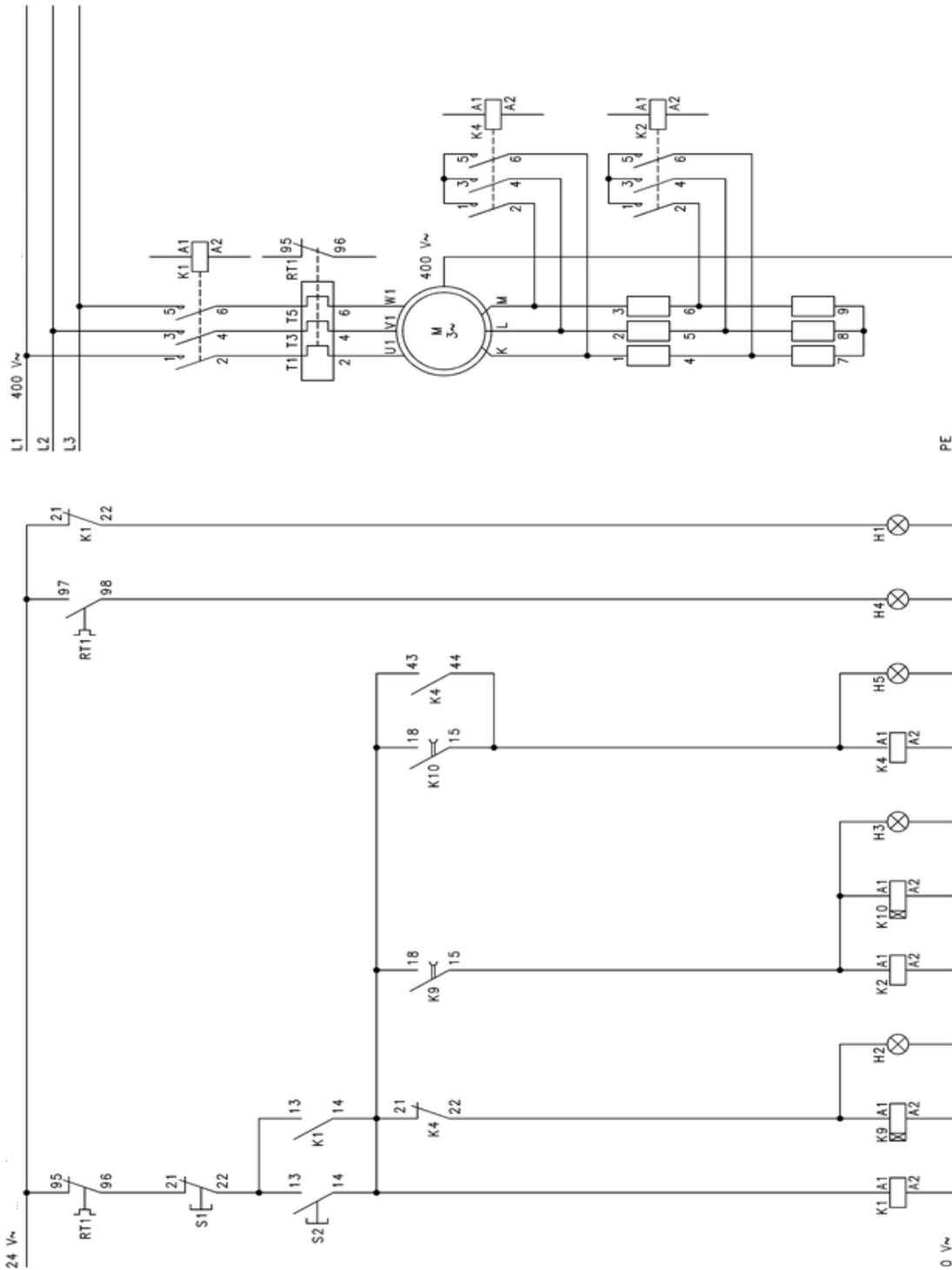


Figure 10 : Circuit de puissance et de commande d'un démarrage par résistances rotoriques pour moteur asynchrone triphasé.

5- Procédure d'essai et discussion

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans la figure 10.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. L'action sur le bouton-poussoir de marche **S2** active le contacteur **K1** ; le moteur démarre avec la résistance du rhéostat connectée aux anneaux rotoriques (courant de démarrage limité). En séquence : le contacteur **K2** après le temps attribué au temporisateur **K9** exclut la première partie de la résistance, le contacteur **K4** après le temps attribué au temporisateur **K10** exclut la deuxième partie de la résistance, fin du processus de démarrage.

6- Travail demandé

- Q1** Que se passe-t-il si le moteur s'arrête et l'on souhaite le faire redémarrer immédiatement ?
- Q2** Que se passe-t-il dans le moteur à rotor enroulé si le circuit rotorique est ouvert ou le rhéostat n'introduit aucune valeur de résistance ?
- Q3** Que se passe-t-il si les temps sur les temporisateurs **K9** et **K10** sont trop courts ou trop longs ?
- Q4** Peut-on augmenter ultérieurement les paliers du démarrage et quels en sont les avantages ?

TP N ° 8

FREINAGE EN CONTRE-COURANT

1. Introduction

Dans certains cas il est nécessaire d'avoir la possibilité de freiner un moteur asynchrone triphasé, c'est-à-dire d'entraîner le rotor dans le sens inverse encore pendant qu'il est en rotation.

Ce procédé consiste à inverser le branchement du stator alors que le moteur est encore en rotation :

- le flux magnétique et le rotor tourne en sens inverse,
 - le glissement est supérieur à 1 (dès l'instant de l'inversion, il est même très voisin de 2).
- Ainsi, le moteur entraîné en sens inverse du sens de son propre couple tend à freiner le mouvement (fig. 10).

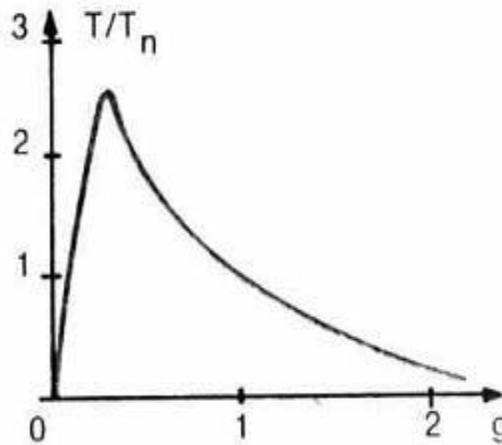


Figure 11 : Couple de freinage

Il faut également veiller au contrôle de l'arrêt pour éviter que le moteur ne tourne en sens inverse.[14]

2. Objectif

Avec l'utilisation de contacteurs, réaliser un téléinverseur de marche pour un moteur asynchrone triphasé à utiliser pour arrêter dans des temps courts la rotation du moteur. L'action freinante doit être « adoucie » avec des résistances placées en série et limitée dans le temps avec un dispositif de contrôle. Le temps de freinage doit être strictement nécessaire pour arrêter le moteur, cela dans le but précis d'éviter qu'il ne redémarre pas en sens contraire.

3. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Relais temporisé
- 1 Résistances limitatrices.
- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,
- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

- Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).
- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

4. Schéma électrique

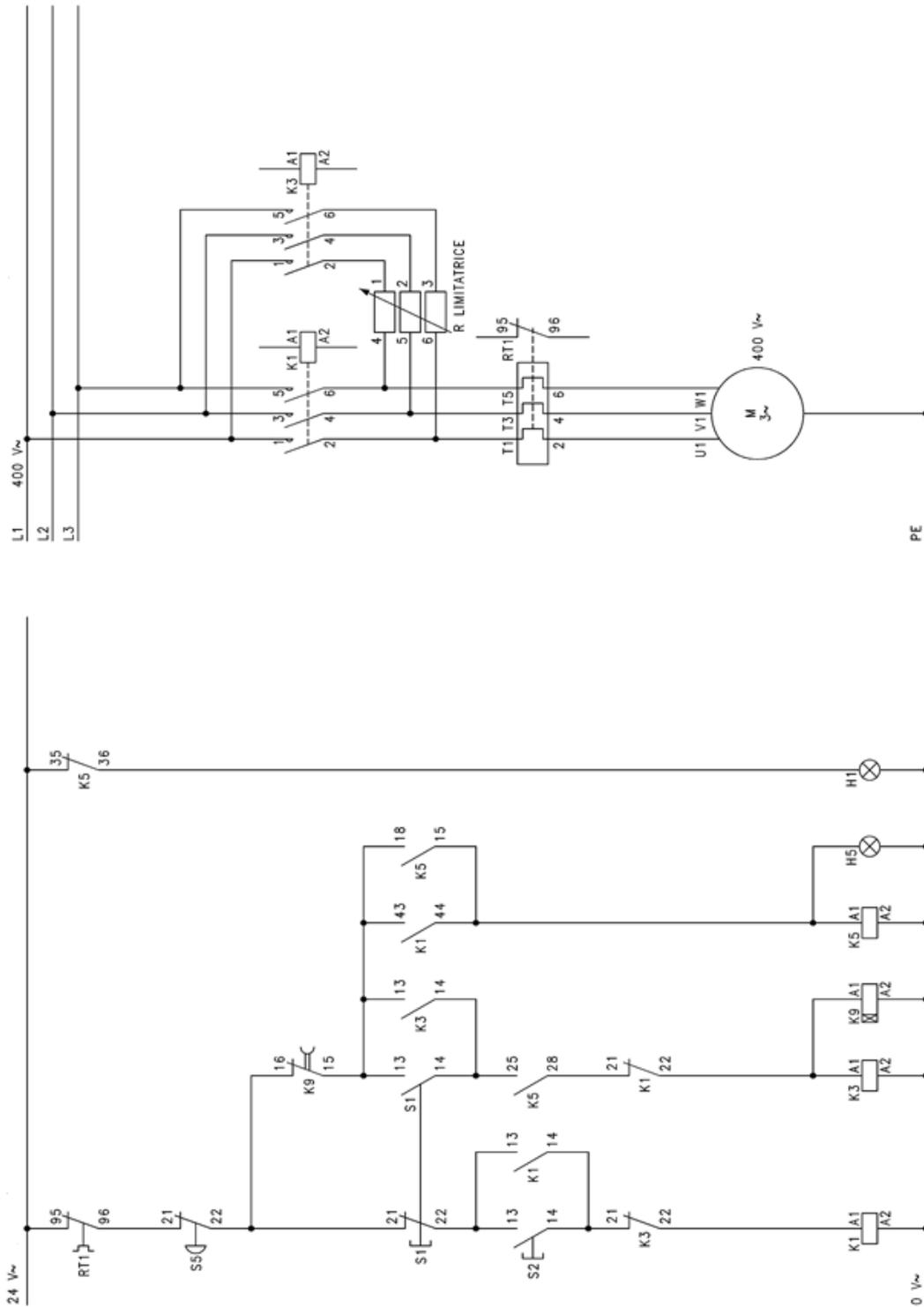


Figure 12 : Circuit de puissance et de commande d'un freinage en contre-courant pour moteur asynchrone triphasé.

5- Procédure d'essai et discussion

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans la figure 12.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. Avec le moteur en rotation , actionné avec le bouton poussoir de marche **S2** , l'action sur le bouton poussoir d'arrêt **S1** active le contacteur **K3** , le moteur est connecté à l'alimentation avec sens cyclique des phases inversé, ce qui pousse le moteur à freiner brusquement .Pour réduire la brusque action de freinage, on place en série des résistances limiteuses .Il faut éviter que le moteur ne redémarre pas en sens inverse en utilisant le freinage temporisé .

6- Travail demandé

Q1 Si le bouton poussoir d'arrêt **S1** est maintenu pressé, l'action de freinage persiste-t-elle dans le temps ?

Q2 Quelle est la fonction du relais **K5** utilisé sur le schéma électrique ?

TP N ° 9

FREINAGE EN COURANT CONTINU

1. Introduction

Le freinage de la machine est obtenu par injection de courant continu entre deux phases du stator du moteur. Au moment du freinage, le contacteur de ligne s'ouvre puis le contacteur de freinage (continu) se ferme. Un courant continu est envoyé dans le stator. Le moteur se comporte comme un alternateur dont l'inducteur est constitué par le stator, l'induit par le rotor en court-circuit.[15]

2. Objectif

Avec l'utilisation de contacteurs, réaliser un circuit pour injecter un courant continu dans un moteur asynchrone triphasé de manière à en arrêter dans des temps courts la rotation. L'action freinante doit être limitée dans le temps pour ne pas endommager les enroulements du moteur.

3. Matériel

- 1 ensemble des contacteurs, de relais thermiques et des boutons poussoirs,
- 1 Ensemble de câbles pour branchements électriques,
- 1 Relais temporisé
- 1 Résistances limitatrices.
- 1 Source en courant continu variable ou fixe avec un rhéostat en série pour la régulation du courant injecté dans les enroulements du moteur.
- 1 Moteur asynchrone triphasé de puissance allant jusqu'à 1 kW,
- 1 Alimentation de puissance max. 400 Vca / N / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz,
- 1 Alimentation auxiliaire 230 Vca / PE $\pm 10\%$ 50 - 60 Hz.



Conseils :

- Avant de raccorder le banc au réseau électrique, s'assurer que les valeurs nominales indiquées sur la plaquette correspondent bien à celles du réseau de distribution (la plaque est fixée au banc).
- Tous les cordons d'alimentation doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas piétinés ou écrasés par des objets.
- Il est déconseillé d'utiliser des adaptateurs ou des prises multiples ; toutefois, en cas d'utilisation ces derniers doivent être conformes aux normes de sécurité en vigueur.
- Toutes les connexions électriques doivent être exécutées avec l'appareil éteint et en utilisant exclusivement les petits câbles avec jacks de sécurité.

4. Schéma électrique

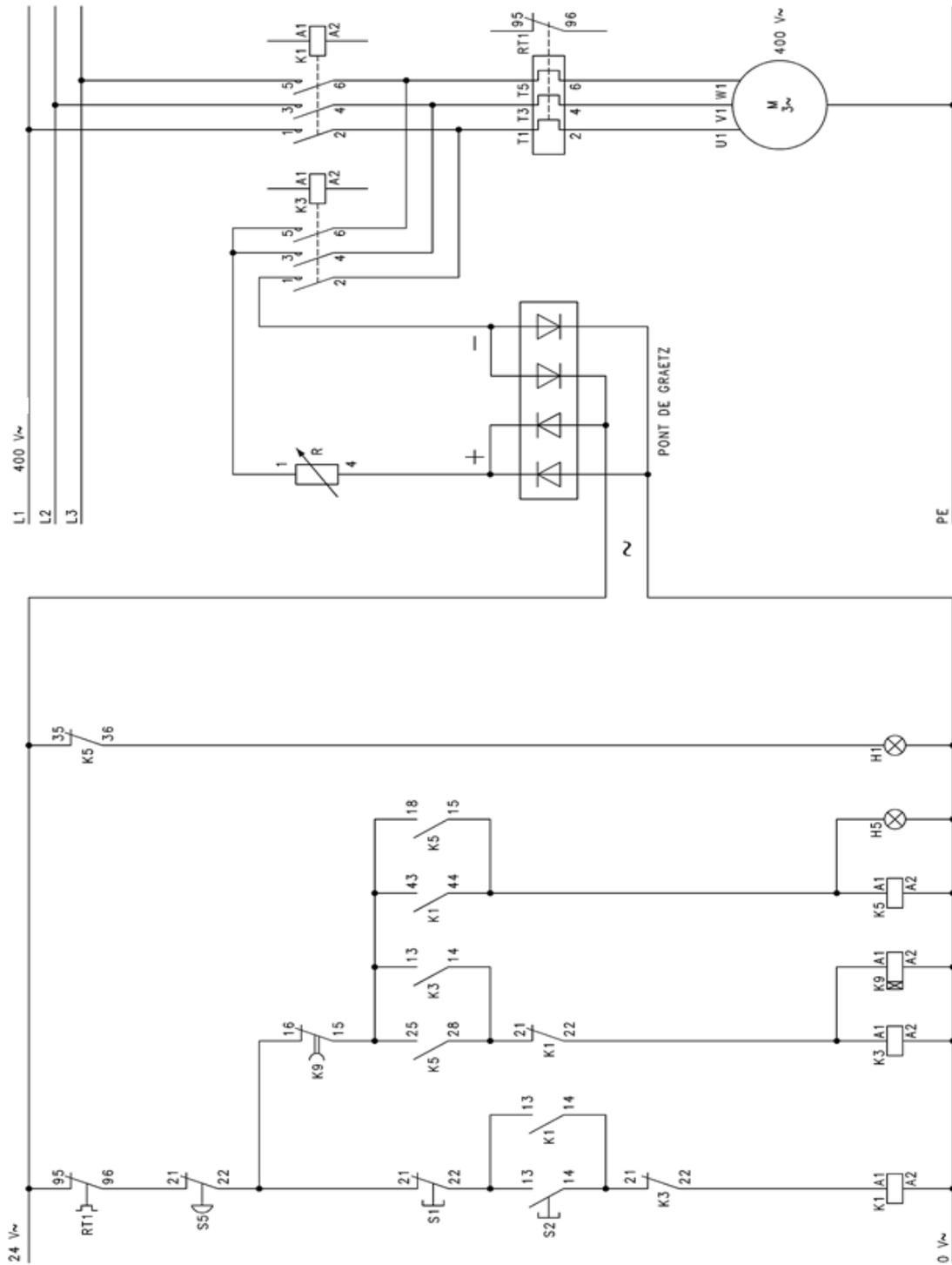


Figure 13 : Circuit de puissance et de commande d'un freinage en courant continu

5- Procédure d'essai et discussion :

- a. Raccorder les dispositifs comme indiqués dans la figure 13.
- b. Au début, S'assurer qu'aucune panne n'est insérée. Il faut rendre opérationnelle seulement l'alimentation auxiliaire 24 Vca. Après l'essai de la partie commande, activer aussi l'alimentation de puissance.
- c. Avec le moteur en rotation, actionné avec le bouton poussoir de marche **S2**, l'action sur le bouton poussoir d'arrêt **S1** active le contacteur **K3**, qui permet d'injecter une tension redressée, à travers un pont de diode, sur les deux enroulements du moteur qui est freiné.

6- Travail demandé

Q1 Si le bouton poussoir d'arrêt **S1** est maintenu pressé, l'action de freinage persiste-t-elle dans le temps ?

Q2 Quelle est la fonction du relais **K5** utilisé sur le schéma électrique ?

Q3 Sur le schéma électrique, la lampe **H5** est connectée en parallèle avec la bobine du relais **K5**, qu'est-ce que cela implique ?

REPONSES AUX QUESTIONS

TPN°1

DEMARAGE DIRECT D'UN MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

R 1 :

Parce que le contact 13-14 de **K1** s'est fermé et maintient la continuité électrique du circuit même lorsque le bouton-poussoir **S2** est relâché.

R 2 :

Il faut effectuer une interruption, même momentanée, de l'alimentation à la bobine de **K1** au moyen du bouton-poussoir **S1**.

R 3 :

Le bouton-poussoir d'arrêt **S1** a la priorité par rapport au bouton-poussoir de marche **S2** et le contacteur ne s'active pas.

R 4 :

L'utilisateur doit être connecté aux bornes 2 - 4 - 6 du relais thermique

RT1.

R 5 :

Pour signaler l'intervention du relais thermique **TR1**, on doit ajouter une autre lampe témoin de signalisation commandée par son contact normalement ouvert 97 - 98.

R 6 :

Il faut inverser deux conducteurs du circuit de puissance entre eux, ou à la ligne d'alimentation ou à la sortie du relais thermique ou à l'enroulement du moteur.

TPN°2

TELEINVERSEUR DE MARCHE POUR MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

R 1 :

Non, sinon un court-circuit se produit dans l'alimentation de puissance.

R 2 :

Le verrouillage est déterminé par un contact normalement fermé du contacteur **K1** en série avec la bobine du contacteur **K2** et vice versa.

R 3 :

Si le relais thermique de protection **RT1** intervient, le moteur s'arrête et ne peut plus s'actionner, en aucune des deux directions de marche.

R 4 :

Pour signaler l'intervention du relais thermique **TR1**, on doit ajouter une autre lampe témoin de signalisation commandée par son contact normalement ouvert 97 - 98.

R 5 :

Les deux phases de l'alimentation n'ont pas été échangées entre les contacteurs préposés à l'inversion de marche.

TPN°3

TELEINVERSEUR DE MARCHE D'UN M.A.S TRIPHASE AVEC RETARDATEUR

R 1 :

Non. Avec le circuit proposé, il n'est pas nécessaire d'appuyer sur le bouton-poussoir d'arrêt pour pouvoir effectuer l'inversion du sens de rotation, puisque le verrouillage des boutons-poussoirs est prévu.

R 2 :

La pression simultanée des deux boutons-poussoirs de marche, puisqu'il y a interblocage entre ces boutons-poussoirs, implique que l'un inhibe le fonctionnement du contacteur de l'autre et les deux contacteurs **K1** et **K3** restent désactivés.

R 3 :

Pour séparer le circuit d'alimentation des lampes de signalisation, on doit pouvoir disposer d'autres contacts auxiliaires des contacteurs **K1** et **K3** et avec ceux-ci gérer les lampes.

Solution A : on doit équiper ces contacteurs avec d'autres blocs de contacts.

Solution B : les contacts supplémentaires peuvent être fournis par des relais auxiliaires avec les bobines connectées en parallèle avec les bobines des contacteurs dépourvus de contacts auxiliaires.

TPN°4

DEMARRAGE ETOILE/TRIANGLE

R 1 :

Non ce n'est pas nécessaire. Étant donné que le démarrage est automatique, il suffit d'une impulsion pour activer la séquence.

R 2 :

Le passage d'étoile à triangle dépend du retardateur **K9**, si celui-ci est réglé pour un temps = zéro, le démarrage est sans le passage en étoile et, par conséquent, directement en triangle.

TPN°5

TELEINVERSEUR, DEMARRAGE ETOILE/TRIANGLE

R 1 :

Non ce n'est pas nécessaire. Étant donné que le démarrage est automatique, il suffit d'une impulsion pour activer la séquence.

R 2 :

Le passage d'étoile à triangle dépend du retardateur **K9**, si celui-ci est réglé pour un temps = zéro, le démarrage est sans le passage en étoile et, par conséquent, directement en triangle.

R 3 :

Le relais thermique **RT1** peut être positionné sur une ramification de la connexion en triangle, selon le schéma électrique, ou en alternative il peut être placé en ligne. Si sa position est en ligne, il est traversé par le courant nominal total du moteur ; si sa position est sur une ramification du triangle, il est traversé par

$\sqrt{3}$ le courant nominal du moteur. Le relais thermique doit être choisi en prenant en considération le point où il est inséré dans le circuit.

R 4 :

Étant donné qu'il n'y a pas le verrouillage électrique entre les boutons-poussoirs de marche **S2** et **S4**, la pression simultanée détermine accidentellement le démarrage du moteur dans l'un des deux sens. Cela dépend du temps de réaction des contacteurs **K1** et **K2** ; s'active celui qui en premier lieu réussit à exclure l'autre par l'intermédiaire de son propre contact d'interblocage.

TPN°6

DEMARRAGE PAR RESISTANCES STATORIQUES

R 1 :

La durée du démarrage est excessive avec par conséquent gaspillage d'énergie dissipée par les résistances et couple de démarrage limité dans le temps.

R 2 :

Si la déconnexion des résistances se produit de manière trop rapide, l'effet de réduction du courant de démarrage est vain, puisque le moteur reçoit pleine alimentation quand sa vitesse est encore trop basse (comme dans le démarrage direct).

R 3 :

Le circuit du schéma 2 est préférable pour les motifs suivants.

R 3.1 :

à la fin du démarrage, avec le contacteur **K4** se désactivent aussi bien les contacteurs **K1**, **K3** que les deux temporisateurs **K9**, **K10** en obtenant une économie d'énergie.

R 3.2 :

Étant donné que le courant absorbé par le moteur à la fin du démarrage ne doit pas transiter dans les trois contacteurs connectés en série (schéma 1), les contacteurs **K1** et **K3** peuvent être dimensionnés pour le courant inférieur présent dans la phase de démarrage, seul **K4** sera dimensionné pour le courant nominal à régime du moteur.

R 4 :

Oui, il est possible d'augmenter le nombre de paliers du démarrage. Il faut fractionner ultérieurement les résistances placées en série avec le stator et augmenter les contacteurs et les temporisateurs utilisés (un pour chaque palier que l'on ajoute).

TPN°7

DEMARRAGE PAR RESISTANCES ROTORIQUES

R 1 :

Le démarrage complet du moteur se répète même si celui-ci n'est pas complètement à l'arrêt.

R 2 :

L'absence de continuité aux anneaux rotoriques du moteur ne permet pas à ce dernier de démarrer.

R 3 :

Si l'exclusion des résistances se produit de manière trop rapide l'effet de réduction du courant de démarrage est vain (démarrage direct).

Si l'exclusion des résistances se produit de manière trop lente, le démarrage est certainement plus "doux", mais la permanence prolongée du courant dans les résistances pourrait les endommager étant, normalement, dimensionnées pour travailler avec service intermittent et temps brefs.

R 4 :

Oui, c'est possible. Pour faire cela, on doit fractionner ultérieurement les résistances placées en série avec le rotor et augmenter les contacteurs et les temporisateurs utilisés (un pour chaque palier que l'on ajoute). Il en résulte sans aucun doute des avantages puisqu'un nombre supérieur de paliers permet le contrôle plus précis du courant absorbé au démarrage du moteur sans réductions du couple.

TPN°8

FREINAGE EN CONTRE-COURANT

R 1 :

Non, le temps de freinage ne dépend pas de l'opérateur mais du dispositif de contrôle du freinage utilisé.

R 2 :

Le relais **K5** utilisé sur le schéma électrique sert de mémoire pour introduire le freinage, avec le bouton-poussoir d'arrêt **S1**, seulement quand le moteur est effectivement en fonction.

R 3 :

La lampe **H5** se charge de signaler quand le moteur est en mouvement, ainsi connectée, elle s'éteint seulement avec le moteur à l'arrêt, elle tient compte aussi du temps de freinage.

TPN°9

FREINAGE EN COURANT CONTINU

R 1 :

Non, le temps de freinage ne dépend pas de l'opérateur mais du temps attribué au temporisateur **K9**.

R 2 :

Le relais **K5** utilisé sert de mémoire pour introduire le freinage, avec le bouton-poussoir d'arrêt **S1**, seulement quand le moteur est effectivement en fonction.

R 3 :

La lampe **H5** se charge de signaler quand le moteur est en mouvement, ainsi connectée, elle s'éteint seulement avec le moteur à l'arrêt, elle tient compte aussi du temps de freinage et, par conséquent, montre quand effectivement le moteur est sans énergie électrique.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] : AFIF BENAMEUR, Polycopié de Cours « Schémas et Appareillages électriques » - université de MASCARA -2016/2017.
- [2] : Positron libre, « Guide Schéma Electrotechnique et Electricité, Apprendre et Comprendre le Schéma en Electricité Industrielle et Electrotechnique », www.positron-libre.com.
- [3] : Adel SAID et Yassine JEMAI , « INSTALLATIONS INDUSTRIELLES », Technologues à l'I.S.E.T de Nabeul-Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul-2013/2014.
- [4] : Dominique SERRE, « installation électrique BT », Technique de l'ingénieur, 2011.
- [5] : René Bourgeois et Denis Cogniel, « Mémotech équipements et installations électriques », Casteilla, 2002.
- [6] : Thierry Gallauziaux, David Fedullo, "L'installation électriques", Eyrolles, 2009.
- [7] : Thierry Gallauziaux, David Fedullo, « Installer un tableaux électriques», Eyrolles, 2009.
- [8] : P. BOYE, A. BIANCIOTTO, « Le schéma en électrotechnique ». Collection DELAGRAVE, édition 1981.
- [9] : Henri NEY, « Electrotechnique et normalisation Tome1: Les schémas électriques et Tome3 : Les installations électriques », Collection NATHAN édition 1991.
- [10] : [https://www.electrobrahim.com/2015/05/«-démarrage-par-elimination des résistances statoriques »](https://www.electrobrahim.com/2015/05/«-démarrage-par-elimination-des-résistances-statoriques-»)
- [11] : Maurice PROAL, « Electrotechnique, Distribution basse tension, protection des personnes ». Collection les cahiers de la technologie. Edition EDUCALIVRE 1989.
- [12] : <http://4electromecanique.blogspot.com/2017/03/demarrage-dun-moteur-asynchrone-par.html>
- [13] : René.Bourgeois, Denis.Cogniel , « Mémotech électrotechnique », Collection EducaLivre. Edition A.Capliez 1996.
- [14] : <http://schemaelectriquesetelectroniques.blogspot.com/2013/06/freinage-en-contre-courant-dun-moteur.html>
- [15] : <https://www.electromecanique.net/2018/12/freinage-par-injection-de-courant.html>