



OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**INSTALLATION ET ENTRETIEN,
MODULE N°:13 DE COMMANDES A TRÈS
BASSE TENSION**

SECTEUR : ELECTRICITE

SPECIALITE : EMI

NIVEAU : TECHNICIEN

ANNEE 2006

Document élaboré par :

Nom et prénom	EFP	DR
NOURI Abdelbasset	ISTA SALA AL JADIDA	DRONI
ELMAKKAOUI Rachid	ITA INARA Casa	DRGC1

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

	Page
Présentation du module	
<u>Résumé de théorie</u>	
I – Circuits de commande	
1-1 Circuits à très basse tension en courant alternative.....	6
1-2 Circuits à très basse tension en courant continue.....	7
II – Normalisation	
2-1 Normes NFC	8
2-2 Les sorties.....	9
2-3 Les entrées.....	10
2-4 La signalisation.....	11
2-5 Exemple de symboles	11
III – Relais, caractéristiques générales	
3-1 Fonction.....	12
3-2 Classification.....	14
3-3 Conception technologique.....	16
IV – Fonctionnement et commande de Montage à TBT	
4-1 Sonnerie commandée par relais.....	20
4-2 Commande avec relais polarisé.....	21
4-3 Commande de gâche et sonnerie.....	21
4-4 Tableaux à voyants lumineux.....	22
4-5 Signalisation lumineuse de bureau.....	26
<u>Guide de travaux pratiques</u>	
1- TP1 : Montage avec télérupteur.....	28
2- TP2 : Commande de signalisation de position.....	30
3- TP3 : Commande de signalisation de communication.....	33
4- TP4 : Signalisation de sécurité.....	35
5- TP5 : Commande de la signalisation bureau.....	39
6- TP6 : Démarrage direct 1 sens de rotation.....	44
7- TP7 : Démarrage direct 2 sens de rotation.....	48
8- TP8 : Démarrage étoile triangle.....	52
Evaluation de fin de module	56
Liste bibliographique	
Annexes	

**MODULE 13 : INSTALLATION ET ENTRETIEN DE
 COMMANDES A TRES BASSE TENSION**

Durée :30 H

38% : théorique

56% : pratique

OBJECTIF OPERATIONNEL

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit :
**installer, raccorder et entretenir des commandes à très basse
tension**, selon les conditions, les critères et les précisions qui
suivent :

CONDITIONS D’EVALUATION

- Travail individuel.
- A partir :
 - d’un plan et d’un devis d’installation ;
 - de directives ;
 - des normes en vigueur.
- A l’aide :
 - de l’équipement, de l’outillage et du matériel appropriés ;
 - des instructions du fabricant.

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles de santé et de sécurité ;
- Respect des modes d’utilisation de l’équipement et de l’outillage ;
- Installation conforme aux normes en vigueur, au plan, au devis et aux instructions du fabricant ;
- Travail soigné et propre.

OBJECTIF OPERATIONNEL

PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU

- A. Interpréter le plan et le devis.
- B. Planifier l'installation.
- C. Préparer l'équipement, l'outillage et le matériel.
- D. Fixer les boîtes et les relais.
- E. Installer les canalisations.
- F. Effectuer les raccordements électriques.
- G. Fixer les dispositifs et vérifier leur fonctionnement.
- H. Entretenir des circuits de commande à très basse tension.
- I. Ranger et nettoyer.
- J. Consigner les interventions.

CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE

- Identification adéquate des symboles.
- Repérage juste des renseignements sur le devis.
- Détermination adéquate des étapes de réalisation.
- Choix juste de l'équipement, de l'outillage et du matériel.
- Vérification et préparation adéquates de l'équipement, de l'outillage et du matériel.
- Respect de la méthode de fixation.
- Fixations solides.
- Préparation correcte des canalisations.
- Fixation solide.
- Respect des méthodes de raccordement
- Raccordement conforme au plan.
- Respect de la méthode de fixation.
- Fixations solides.
- Fonctionnement correct des commandes.
- Installation conforme au plan.
- Justesse du diagnostic.
- Exécution correcte des correctifs.
- Rangement approprié et propreté des lieux.
- Pertinence des informations présentées.

MODULE 13: INSTALLATION ET ENTRETIEN DE COMMANDES A TRES BASSE TENSION

RESUME THEORIQUE

I. CIRCUITS DE COMMANDE

Le circuit de commande comprend les appareils nécessaires à la commande et au contrôle de l'automatisme et sert à transmettre les ordres donnés manuellement ou automatiquement.

Il est composé :

- d'une source d'alimentation (secteur, batterie ...).
- d'un appareil d'isolement (contacts auxiliaires de sectionneur ...).
- d'une protection du circuit (fusible, disjoncteur ...).
- d'appareils de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique)
- d'organes de commande (bobine de relais, de contacteur ...).

Pour les circuits de commande, le choix de tension d'alimentation dépend en grande partie des caractéristiques des organes de commandes, qui sont les Relais.

1-1 Circuits à très basse tension en courant alternatif.

- On abaisse la tension secteur avec un transformateur BT/ TBT de façon à obtenir une tension d'utilisation dite de sécurité.

Inconvénient : en cas de panne, le circuit de commande n'est plus alimenté, et la séquence d'automatisme s'arrête.

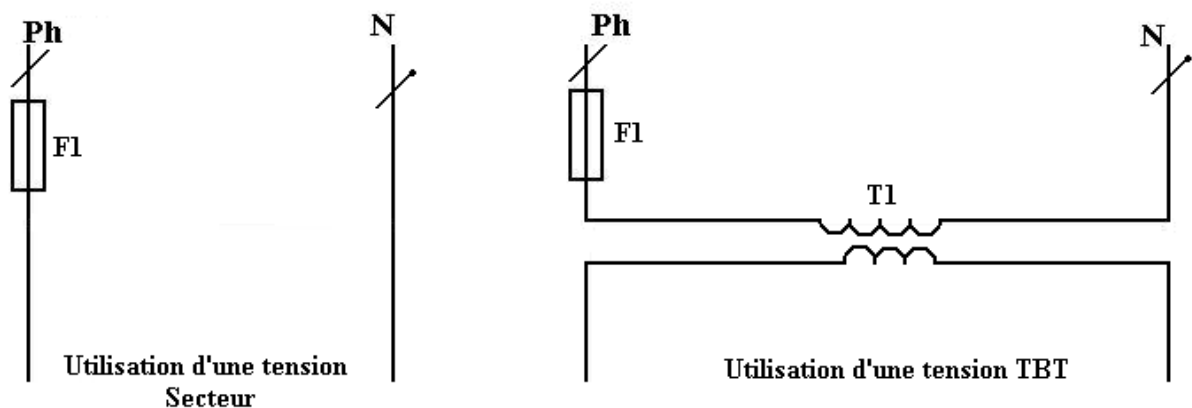


Schéma développé d'une alimentation alternative.

N.B. Dans un schéma développé, la phase se place toujours à gauche ou en haut de la feuille et le neutre à droite ou en bas.

1-2 Circuits à très basse tension en courant continu

Elle est constituée :

- d'une batterie d'accumulateur,
- d'un transformateur BT/TBT, dont le rôle, est d'une part, de maintenir la charge de la batterie et d'autre part, de la recharger après une panne de tension secteur.
- d'un redresseur qui transforme la tension alternative au secondaire du transformateur en une tension unidirectionnelle.

Avantage : en cas de panne, le circuit de commande est alimenté par la batterie d'accumulateur.

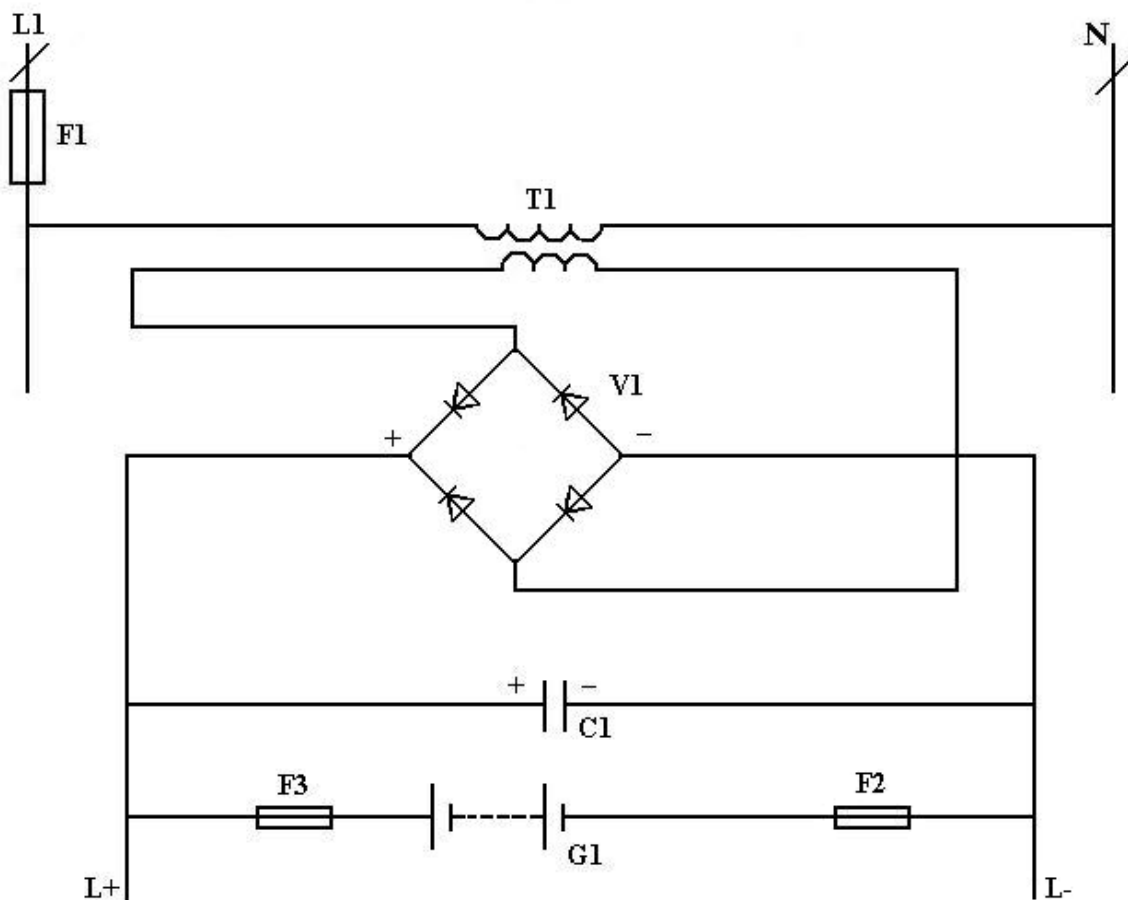


Schéma développé d'une source de tension continue.

LEGENDE

- F** : Fusible de protection du circuit alternatif,
F2, F3 : Fusible de protection de la batterie,
G1 : Batterie d'accumulation,
T1 : Transformateur BT/TBT,
V1 : Pont de diodes (redresseur),
C1 : Condensateur de filtrage.

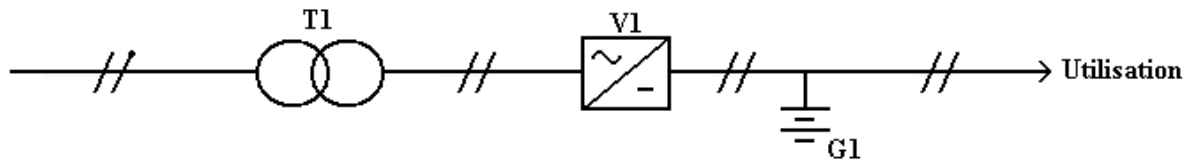


Schéma fonctionnel d'une alimentation continue.

LEGENDE

- T1** : Transformateur BT/TBT,
V1 : Convertisseur alternatif continu,
G1 : Batterie d'accumulateur.

II – NORMALISATION**2-1 Normes NFC 032.02/ 04 / 05 / 06 / 07**

Designation	Lettre repère	Symbole
Potentiel Phase	L1 L2 L3	/
Potentiel Neutre	N	/
Potentiel Positif	L+	/
Potentiel Négatif	L-	/
Signal alternatif		~
Signal continu		—
Fusible	F	
Transformateur	Schéma unifilaire	T
	Schéma développé et multifilaire	T
Convertisseur alternatif /continu (schéma fonctionnel)	V	
Diode de redressement	V	
Condensateur	C	
File ou batterie (trait long correspond à la polarité positive et le trait court à la polarité négative)	G	

Figure 2.1

2-2 Les sorties

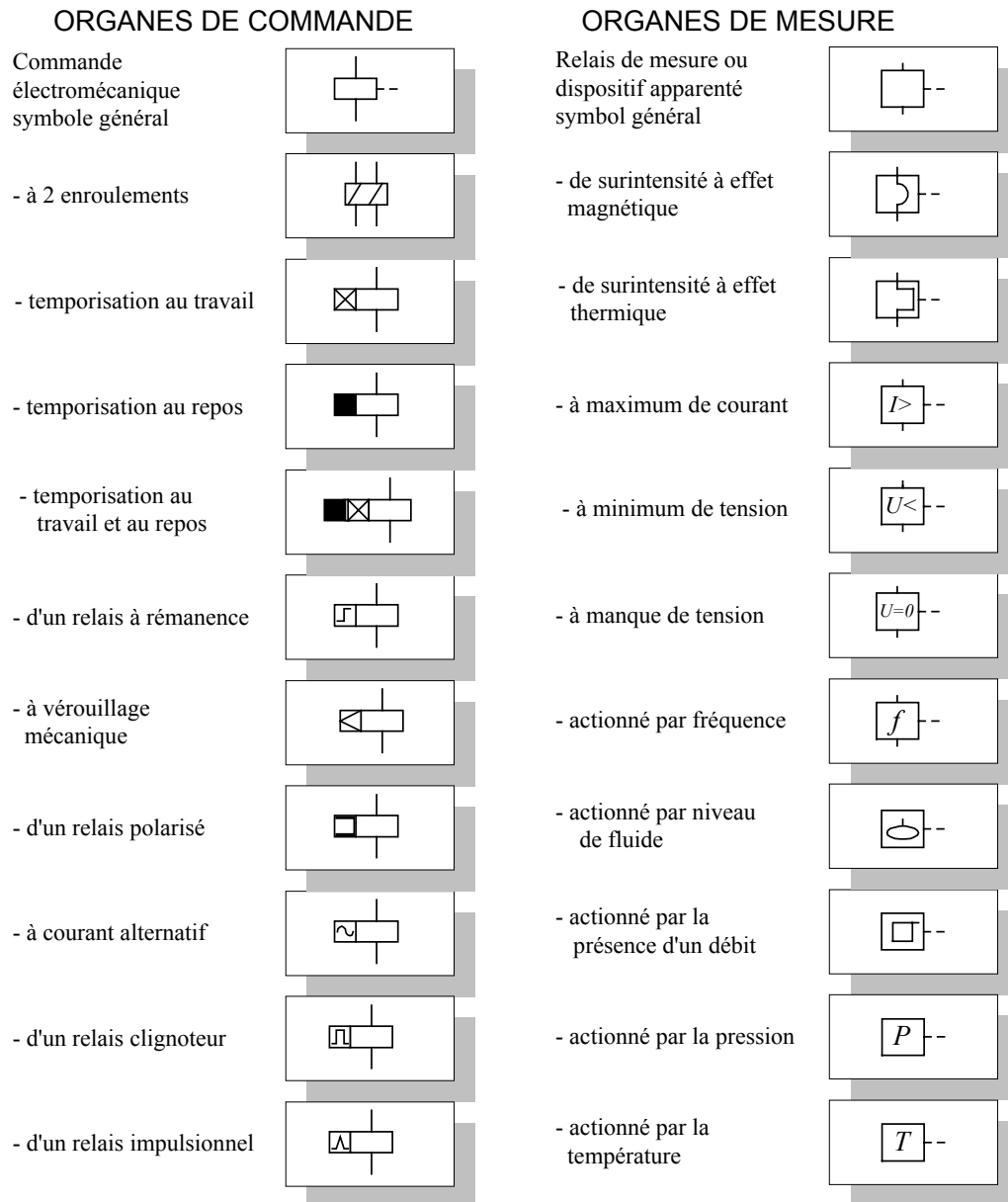


Figure 2.2 : Symboles des relais de commande et de mesure

2-3 Les entrées

CONTACTS		COMMANDES MÉCANIQUES	
Contact à fermeture "F" Principal et auxiliaire		Liaison mécanique longue et courte	
Contact à ouverture "O" Principal et auxiliaire		Dispositif d'accrochage	
Interrupteur		- en prise	
Sectionneur		- libéré	
Contacteur		Retour automatique	
Disjoncteur		Retour non automatique	
Sectionneur Fusible		Positionnement	
Symbole de base pour tout appareil à fermeture		Vérouillage mécanique	
Symbole de base pour tout appareil à ouverture		Commande mécanique manuelle générale	
Contact à deux directions		- par poussoir	
Contact à ouverture ou fermeture actionnée F: fermé, O: ouvert		- rotative	
Interrupteur de position F: Fermeture O: Ouverture		- coup de poing (champignon)	
Interrupteur de position actionné F: Fermé , O: Ouvert		- par galet	
Contact à ouverture et fermeture au travail		- par pédale	
Contact à ouverture et fermeture au repos		- par levier - par levier avec poignée	
		- par clé	
		Accrochage par poussoir, décrochage automatique	
		Commande par proximité	
		Commande par effleurement	

Figure 2.3 : Symboles des contacts et liens mécaniques

2-4 La signalisation

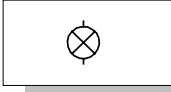

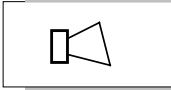
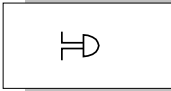

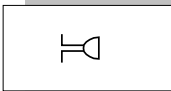
Lampe de signalisation ou d'éclairage		Rouge = RD ou C2 Orange = OG ou C3 Jaune = YE ou C4 Vert = GN ou C5 Bleu = BU ou C6 Blanc = WH ou C9
Dispositif lumineux clignotant		
Avertisseur		Néon = Ne Mercure = Hg Iode = I Electroluminescent = EL
Sonnerie		Fluorescent = FL Infrarouge = IR Ultraviolet = UV
Sirène		
Ronfleur		

Figure 2.4 : Symboles de signalisation

2-5 Symboles














Action		Contact		Symbole	
E--	+		=		Bouton poussoir à fermeture
F--∇	+		=		Sélecteur deux positions rotatif. Le trait plein représente l'aspect normal, le pointillé la position en action.
T --	+		=		Détecteur de température. Il se nomme également thermostat .
P --	+		=		Détecteur de pression à ouverture. Il se nomme également pressostat .
	+		=		Détecteur de proximité à fermeture.
⊖--	+		=		Interrupteur de position à fermeture actionné par galet.

Figure 2.5

III RELAIS, CARACTERISITQUES GENERALES

3-1 Fonction

Un relais électrique est un appareil destiné à produire des modifications soudaines, prédéterminées dans un ou plusieurs circuits électriques de sortie, lorsque certaines conditions sont remplies dans les circuits électriques d'entrées dont il subit l'action.

Il assure une opération logique entre une information d'entrée et l'information de sortie correspondante.

L'information d'entrée peut être l'image :

- d'une grandeur électrique : intensité, fréquence, ...,
- d'une grandeur non électrique : température, niveau, pression, ...,
- d'un événement : apparition d'un défaut, fin de course d'un mobile, déroulement d'une phase de processus industriel.

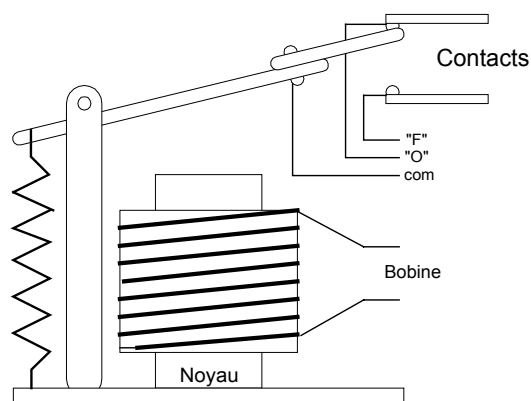
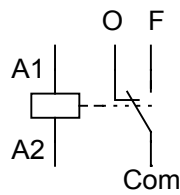
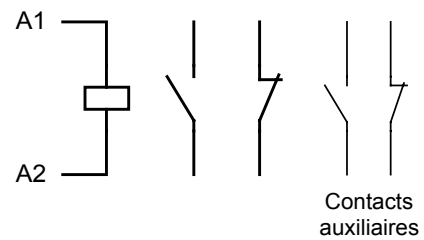


Figure 3.1 : Relais électromécanique

Symboles



RELAIS



CONTACTEUR

Figure 3.2

Symboles des relais électromécaniques

Représentation européenne	Représentation nord-américaine
<p>Bobine de relais ou de contacteurs. Il existe des symboles pouvant se greffer à celui-ci lors de la représentation de relais temporisés.</p>	<p>Deux représentations sont possibles afin de symboliser le relais ou le contacteur. Celui de droite est parfois utilisé pour représenter des électrovannes.</p>
<p>Contact à fermeture "F". Lorsque la bobine s'alimente, le contact se ferme.</p>	<p>Contact normalement ouvert "NO". Quand la bobine n'est pas alimentée, le contact est ouvert.</p>
<p>Contact à ouverture "O". Lorsque la bobine s'alimente, le contact s'ouvre.</p>	<p>Contact normalement fermé "NF". Quand la bobine n'est pas alimentée, le contact est fermé.</p>

Figure 3.3

N.B. Pour les schémas des relais avec les socles de connexions (voir annexes)

Représentation des contacts

Norme européenne					
1 "F"	1 "O"	1 "OF"	3 "O"	1 "O" + 1 "F"	2 "F"
Norme nord américaine					
SPST NO	SPST NF	SPDT	TPST	DPST NO/NF	DPST

Figure 3.4**3-2 CLASSIFICATION****Mode de fonctionnement**

Suivant la relation logique entre l'état de l'information d'entrée et l'état du relais :

3-2-1. Relais à simple enroulement (type monostable) :

Lorsque le courant passe dans la bobine, les contacts changent immédiatement d'état. Lorsque le courant cesse, les contacts reviennent immédiatement à leur position initiale (position 1).

Ce type de relais existe en courant alternatif et en courant continu.



- état de repos : relais non alimenté ;

- état de travail : relais alimenté convenablement.

3-2. 2. Relais à double enroulement (type monostable) :

Le relais fonctionne (changement d'état des contacts), lorsque le courant passe dans la bobine « b » ou à la fois dans la bobine « a » et dans la bobine « b ».

Ce type de relais existe en courant alternatif et courant continu.



3-2. 3. Relais bistable

Ce relais est composé électriquement :

- de deux bobines installées sur un circuit magnétique (électroaimant).
- de plusieurs contacts inverseurs (contact à ouverture et à fermeture possédant un point commun) qui sont à position maintenue.

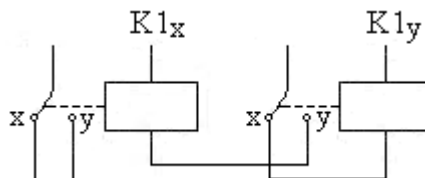


Schéma de représentation d'un relais bistable à un contact inverseur utilisable.

L'alimentation de la bobine K1y fait changer les contacts de la position stable (x) à la position stable (y) ; ces contacts restent dans la position (y) bien que la bobine K1y ne soit plus excitée (ouverture du circuit par le contact inverseur). Pour revenir dans la position stable d'origine (position stable (x)) il faut alimenter la bobine K1x qui s'excite pendant un temps suffisant pour faire changer l'état des contacts inverseurs.

Avantages de ce type de relais :

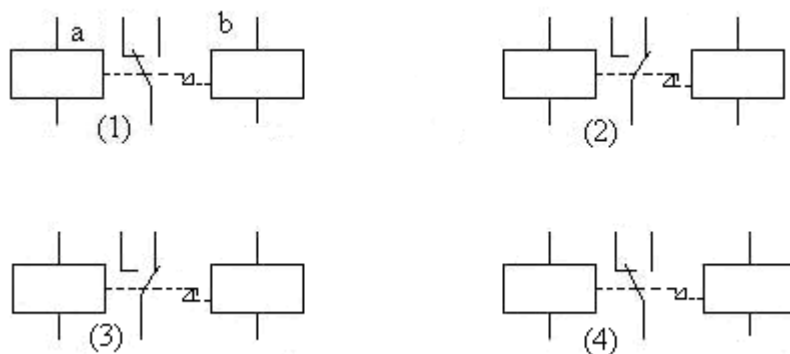
Il n'est pas nécessaire de continuer d'alimenter la bobine après le passage du contact à l'état stable désiré. Sa commande peut donc s'effectuer en utilisant des impulsions.

En cas de coupure de l'alimentation, les contacts inverseurs restent dans l'état où ils se trouvent (c'est la fonction mémoire du dernier ordre reçu).

EXEMPLE :

Les contacts se trouvent en position fig1. Si le courant passe dans la bobine A1. Les contacts changent d'état (portion fig.2) mais contrairement au relais monostable, ils restent dans cet état lorsque le courant ne passe plus dans la bobine A1 (position fig. 3). Si on fait passer un courant dans la bobine A0, les contacts reviennent en position initiale.

Ce type de relais existe en courant alternatif et en courant continu.



3-3 Conception technologique

Suivant la conception technologique retenue :

3-3-1 Electromagnétique : relais dans lequel l'opération logique est produite par le déplacement relatif d'éléments mécaniques sous l'action d'un courant électrique parcourue par le circuit d'entrée ;

3-3-2 Statique : relais dans lequel l'opération logique est produite par des éléments électroniques, magnétiques, optiques ou autres, à l'excursion de tout élément mobile.

Les relais statiques (solid state relay)

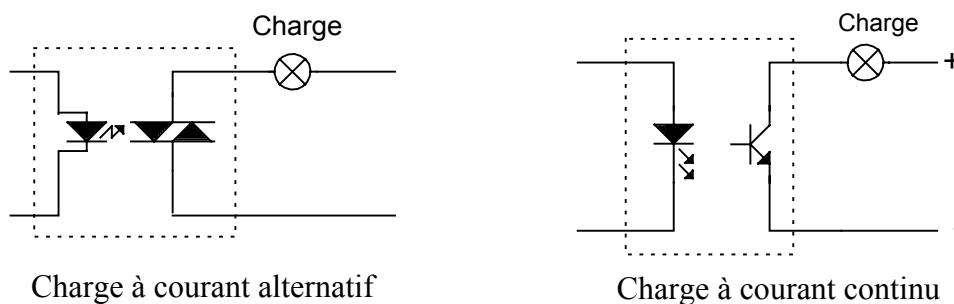


FIGURE 3. 5 : SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN RELAIS STATIQUE

Sens de la grandeur d'alimentation

Suivant les conditions de fonctionnement :

- **polarisé :**

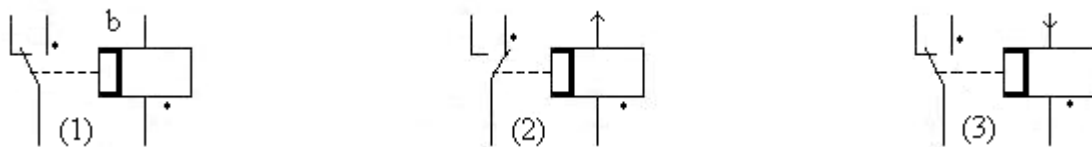
Relais dont le changement d'état dépend du sens de sa grandeur d'alimentation d'entrée ;

- **non polarisé :**

Relais dont le changement d'état ne dépend pas du sens de sa grandeur d'alimentation d'entrée.

Exemple de relais polarisé :

Le relais fonctionne si un courant continu passe dans le sens tel que la borne repérée par un point noir soit positive (sens de la flèche fig. 2).



Schémas de base, commande d'un relais auxiliaire.

Relation entre le niveau de la grandeur d'alimentation et le fonctionnement

- **relais de tout ou rien :**

Relais destiné à être alimenté par une grandeur dont la valeur est :

- soit supérieur à celle pour laquelle il fonctionne,
- soit inférieure à celle pour laquelle il relâche ;

- **relais de mesure :** relais électrique destiné à opérer à une ou plusieurs valeurs de sa grandeur caractéristique, chacune de ces valeurs sont prédéterminée et assortie d'une précision spécifiée.

3-3-3 Relais temporisés

Par rapport à cette caractéristique les relais de mesure peuvent avoir un fonctionnement avec un temps :

- **non spécifié** ;
- **spécifié et indépendant** de la grandeur d'alimentation d'entrée (grandeur caractéristique) et dans ce cas il est généralement constant :
- **spécifié et dépendant** de la grandeur caractéristique en particulier lorsqu'une loi, indiquée par le constructeur, précise comment varie la grandeur dans le temps.

La fonction $G = f(t)$ peut être (G pour grandeur) :

- croissante, le temps de fonctionnement croît lorsque la grandeur caractéristique croît ; la courbe est donnée par le constructeur ;
- décroissante, le temps de fonctionnement décroît lorsque la grandeur caractéristique croît, la courbe peut être conforme à des valeurs normalisées ou donnée par le constructeur (NF C 45-211).

Dans le relais tout ou rien la temporisation s'exprime en spécifiant un temps relatif à l'une de leurs deux actions : fonctionnement ou relâchement. Ce temps est indépendant de la grandeur d'alimentation.

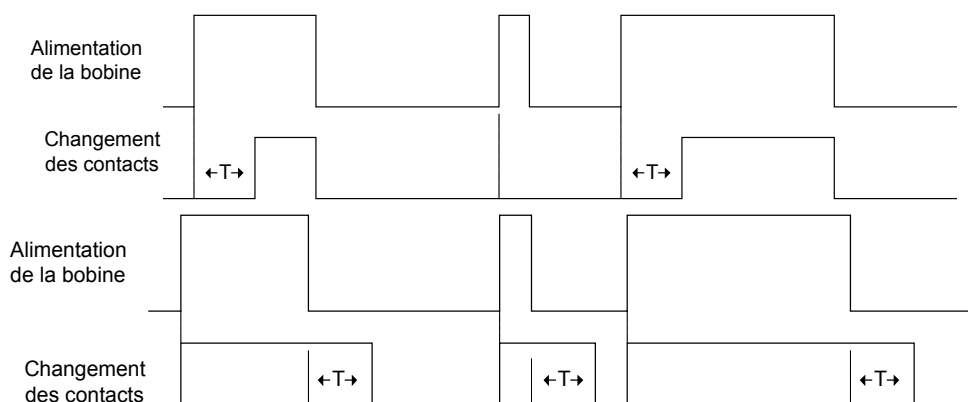
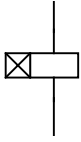
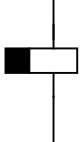
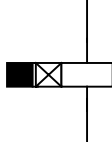
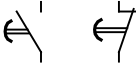
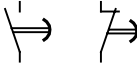





Figure 3.6 Les relais temporisés

N.B. La description des fonctions de temporisation (voir annexes).

SYMBOLES DES RELAIS TEMPORISÉS		
Relais au Travail	Relais au Repos	Relais au Travail et au Repos
		
Contacts au Travail	Contacts au Repos	
		
Clignotant	Impulsionnel	Rémanance
		

N.B. Les socles de connexion pour relais (voir annexes).

IV. FONCTIONNEMENT ET COMMANDE DE MONTAGE A TBT

Lorsque l'interrupteur est ouvert, la bobine du relais n'est pas alimentée et ses contacts auxiliaires sont au repos. Si l'on ferme l'interrupteur, la bobine de ce relais s'excite et ses contacts auxiliaires changent d'état.

On utilise un interrupteur pour mettre hors service ce relais K1A, cela permet, à partir d'un seul ordre reçu, de le multiplier grâce aux contacts auxiliaires.



Schéma développé

LEGENDE

L1 ; N : Alimentation alternative TBT,

Q1 : Interrupteur,

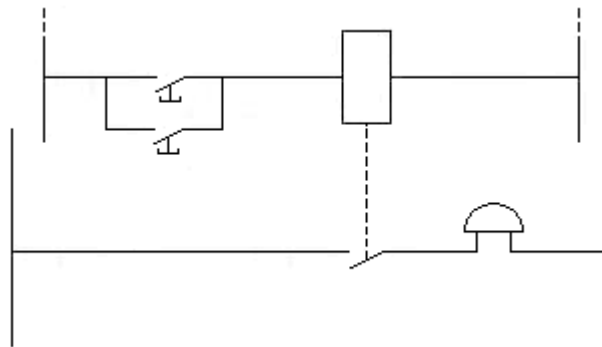
K1A : Bobine de relais,

NB : Les contacts axillaires de K1A ne sont pas représentés.

4-1. Sonnerie commandée par relais

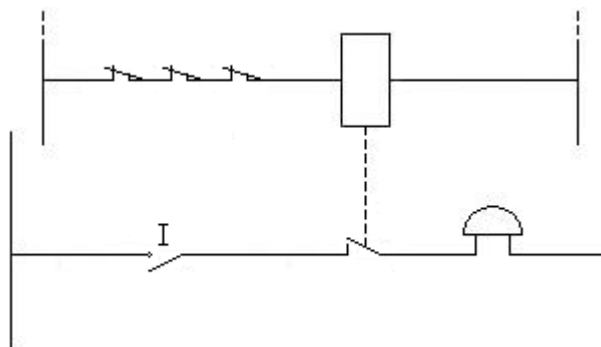
a) Schéma développé avec boutons- poussoirs à fermeture

L'avantage de ce montage est de pouvoir faire fonctionner le relais d'une part et la sonnerie d'autre part sous 2 tensions différentes (raison de sécurité par exemple).



b) Schéma développé avec contacts de position à ouverture

Le montage ci-dessous peut convenir pour réaliser un dispositif d'alarme élémentaire. Les contacts à ouverture montés en série sont disposés dans des feuillures de portes ou fenêtres. L'ouverture de ceux-ci coupe l'alimentation du relais et met la sonnerie sous tension. L'interrupteur « I » coupe le circuit de la sonnerie.



(Le contact du relais est exceptionnellement représenté en position travail.)

4-2. Commande avec relais polarisés

Chaque bouton poussoir commande une sonnerie, B1 commande S1, B2 commande S2

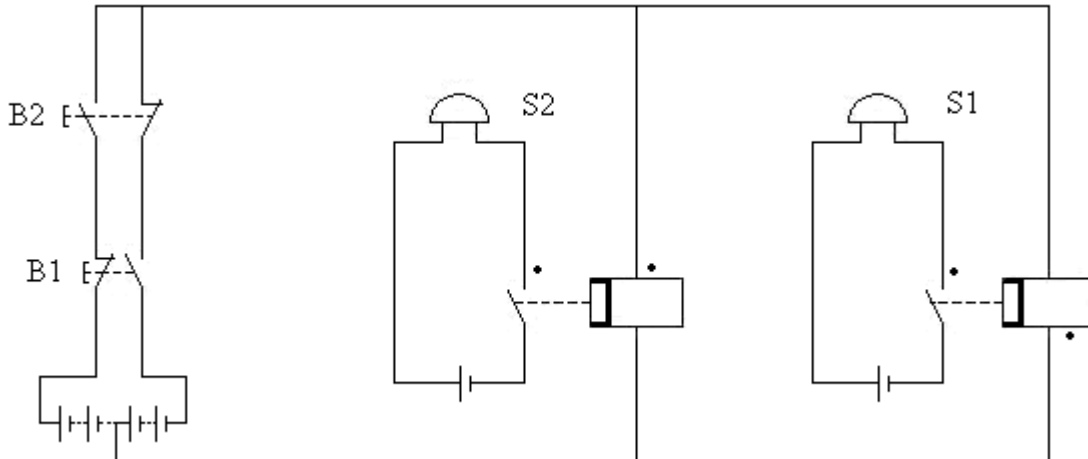
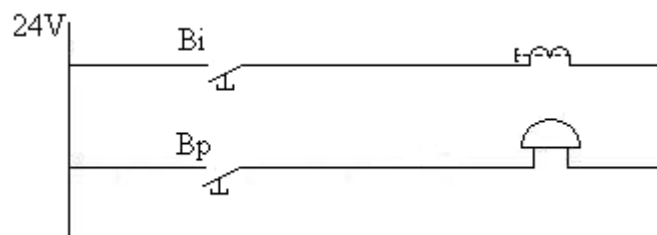


Schéma montage avec relais polarisé

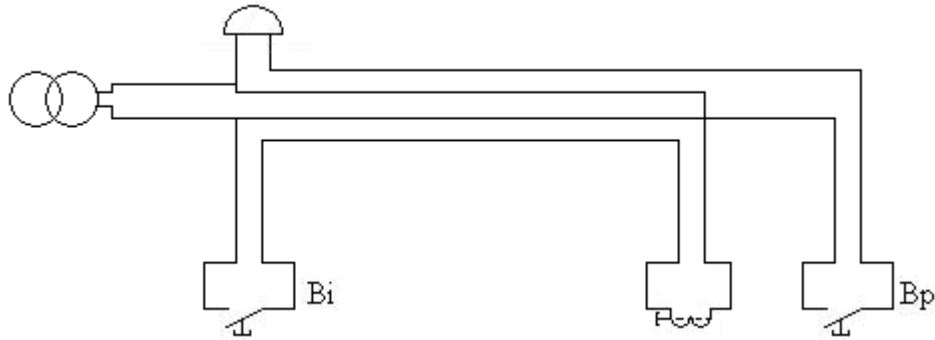
4-3. Commande de Gâche et Sonnerie

But : la gâche électrique permet l'ouverture à distance d'une porte.



Exemple de schéma pour gâche et sonnerie d'appel.

Fonctionnement : Bi (bouton intérieur) commande la gâche électrique. Bp (bouton porte) commande la sonnerie d'appel. Ce fonctionnement a lieu en général sous tension réduite.



Exemple de schéma général des connexions pour gâche et sonnerie d'appel

4-4. Tableaux à voyant lumineux

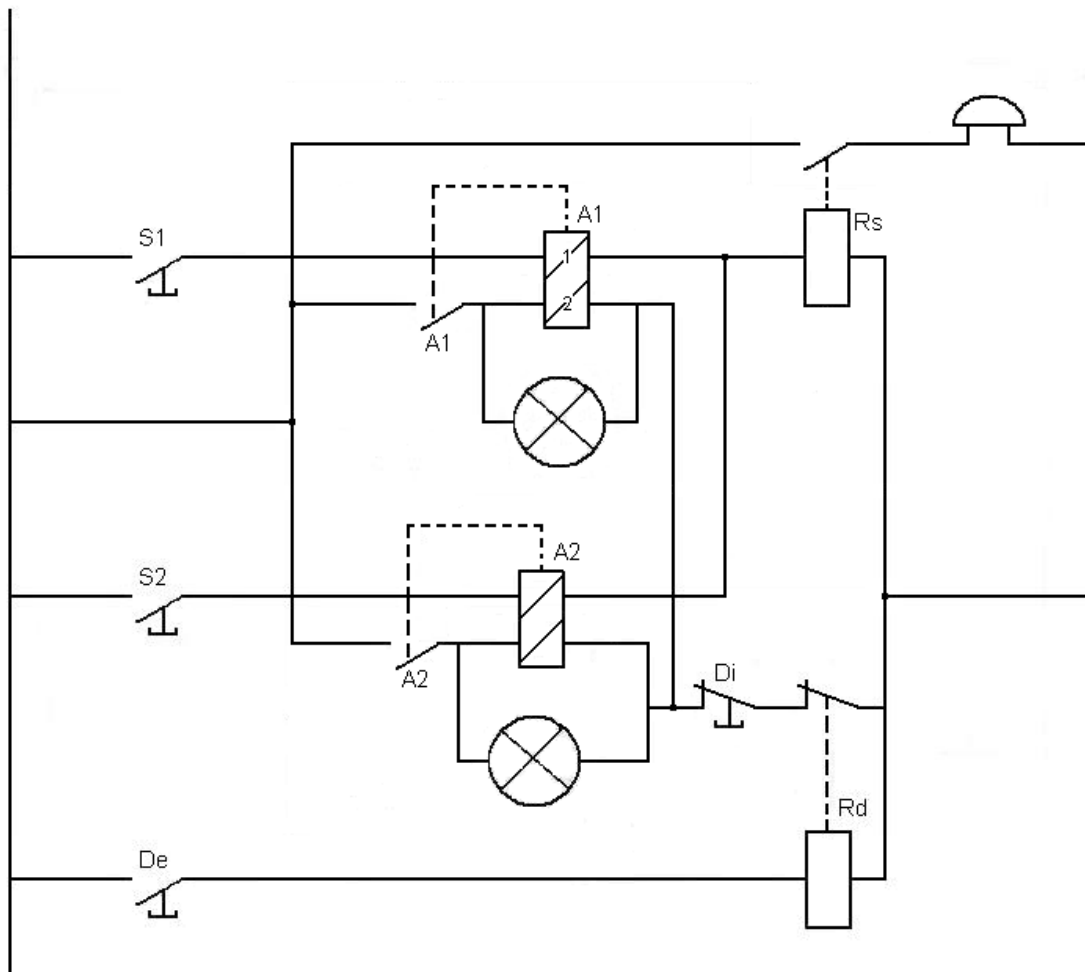
Les tableaux à voyants lumineux sont utilisés à chaque fois que l'on désire repérer d'où provient un appel (chambre d'hôtel ou chambre d'hôpital par exemple). Un bouton poussoir est placé dans la chambre. En cas de pression sur ce bouton poussoir, la sonnerie, installée dans la pièce où se trouve le personnel de service, retentit et un voyant lumineux du tableau, situé également dans la pièce, s'allume. Ce voyant lumineux, qui reste allumé lorsque l'on cesse d'appuyer sur le bouton poussoir alors que la sonnerie s'arrête, indique la provenance de l'appel.

Les exemples ci-dessous sont données avec seulement 2 voyants ; Il est évident que le nombre de ceux – ci est beaucoup plus important (autant de voyants lumineux que de pointes d'appel).

4-4-1. Utilisation des relais à double enroulement.**Fonctionnement :**

Quand on appuie sur le bouton S1, le bobinage du relais A1, monté en série avec Rs (relais sonnerie), est parcouru par du courant ; Le contact A1 se ferme, le bobinage 2 du relais A1 reste alimenté par le contact A1 quand on n'appuie plus sur le bouton S1. La disparition de l'appel (extinction du voyant) s'obtient quand on coupe le circuit de la bobine 2 de A1 : action sur Di (bouton disparition sur le tableau) ou sur De (bouton disparition extérieur au tableau) qui commande Rd (relais disparition).

Remarque : les tableaux à voyants lumineux constituent un des rares exemples où des récepteurs (ici bobines des relais), sont montés en série.

Utilisation des relais à double enroulement.**Schéma développé : Tableau à 2 voyants**

4-4-2. Utilisation de relais monostables à simple enroulement

Fonctionnement :

Chaque relais à double enroulement (du schéma précédent) a été remplacé par 2 relais à simple enroulement. Le fonctionnement est le même ; Mais en ajoutant un 2^{ème} contact au relais A10 on a supprimé le relais Rs. Il n'y a plus de montage en série.

Utilisation de relais monostables à simple enroulement

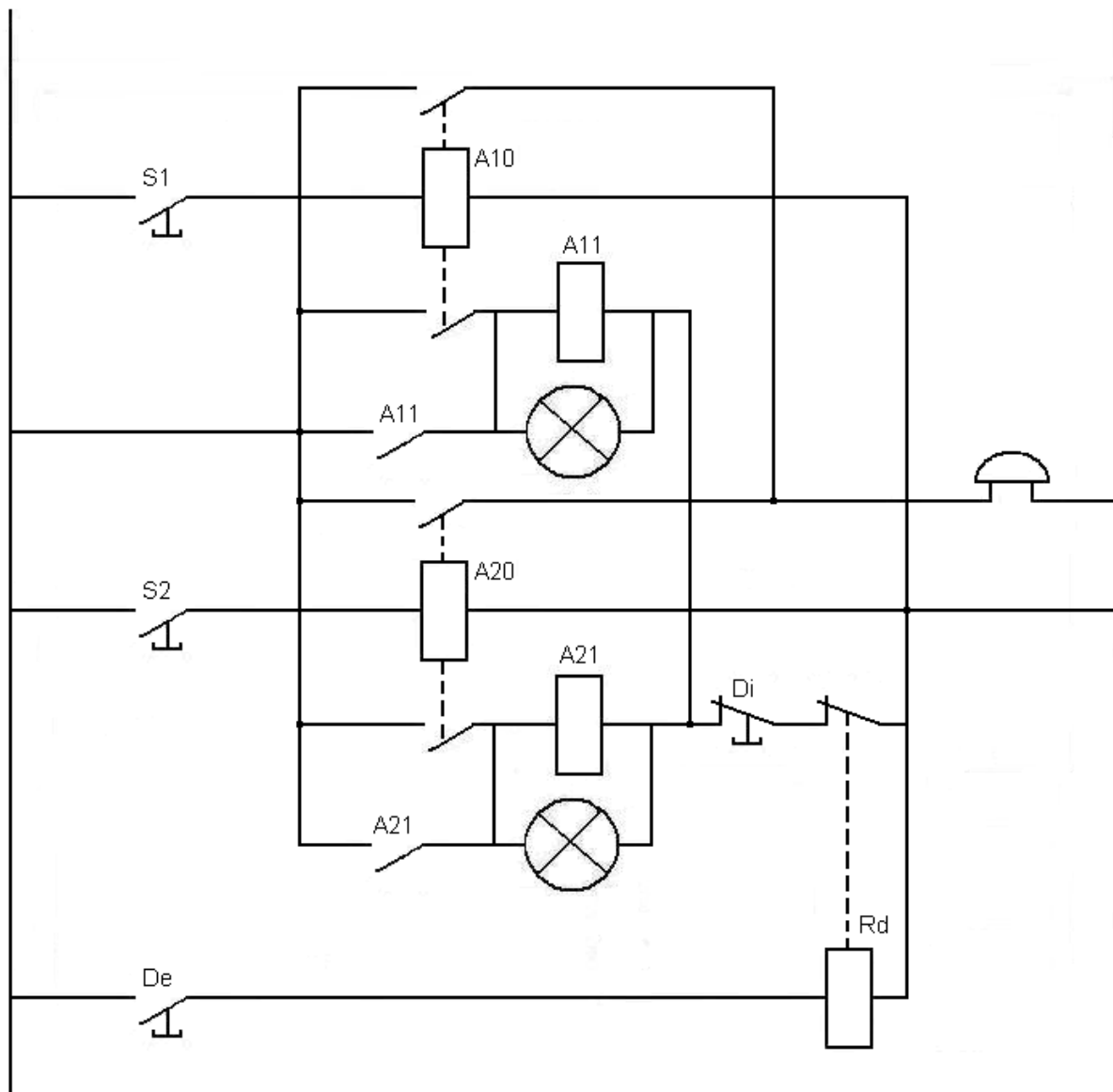


Schéma développé : tableau à 2 voyants

4-4-3. Utilisation des relais bistables

Fonctionnement : A chaque mise sous tension, par action sur un bouton poussoir S de la bobine appel d'un relais bistable, le contact de ce relais se ferme, le voyant s'allume et la sonnerie retentit ; En fin d'action sur ce bouton poussoir S, la sonnerie cesse de fonctionner mais le voyant reste allumé ;

L'extinction du voyant – ouverture du contact relais bistable – s'obtient grâce à la 2^{ème} bobine de ce relais.

Remarques :

- on trouve dans ce schéma 2 bobinages de relais (relais bistable plus relais sonnerie Rs) montés en série.
- Ce montage est le seul des 3 étudiés qui, en cas de coupure secteur, retrouve sa position initiale à la mise sous tension.

Utilisation des relais bistables

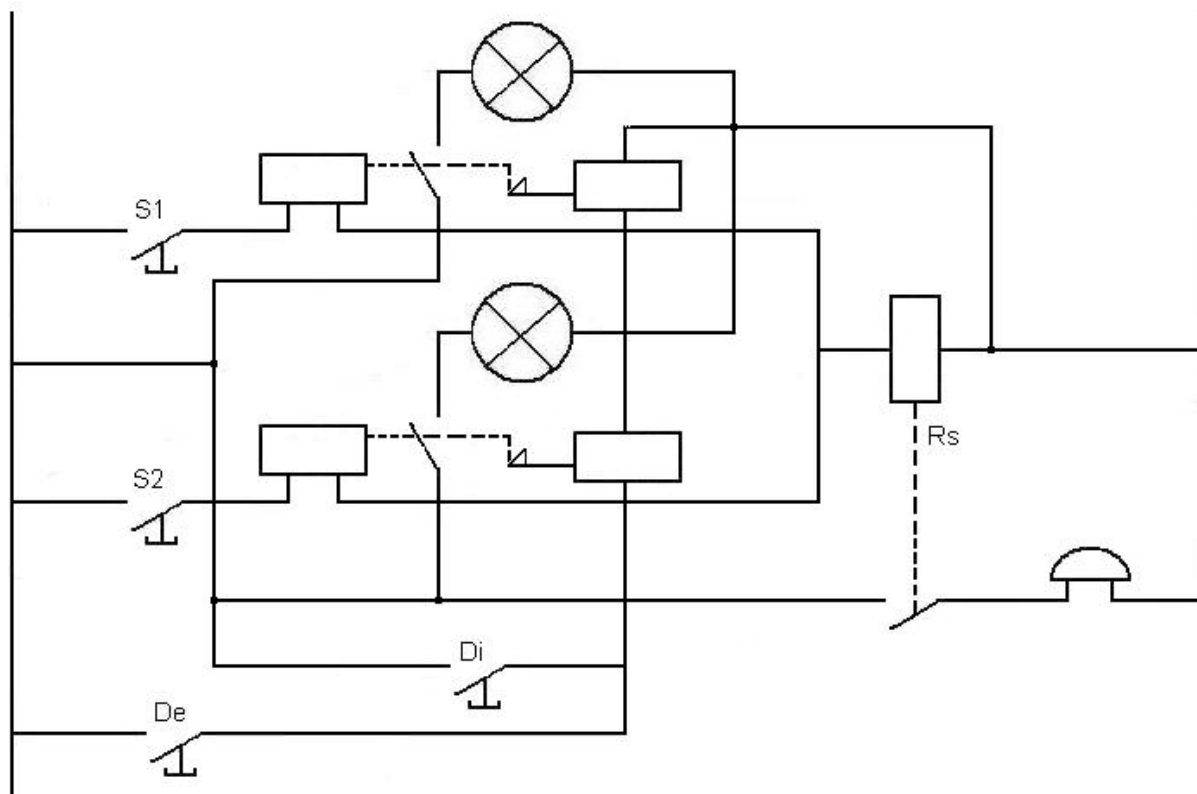
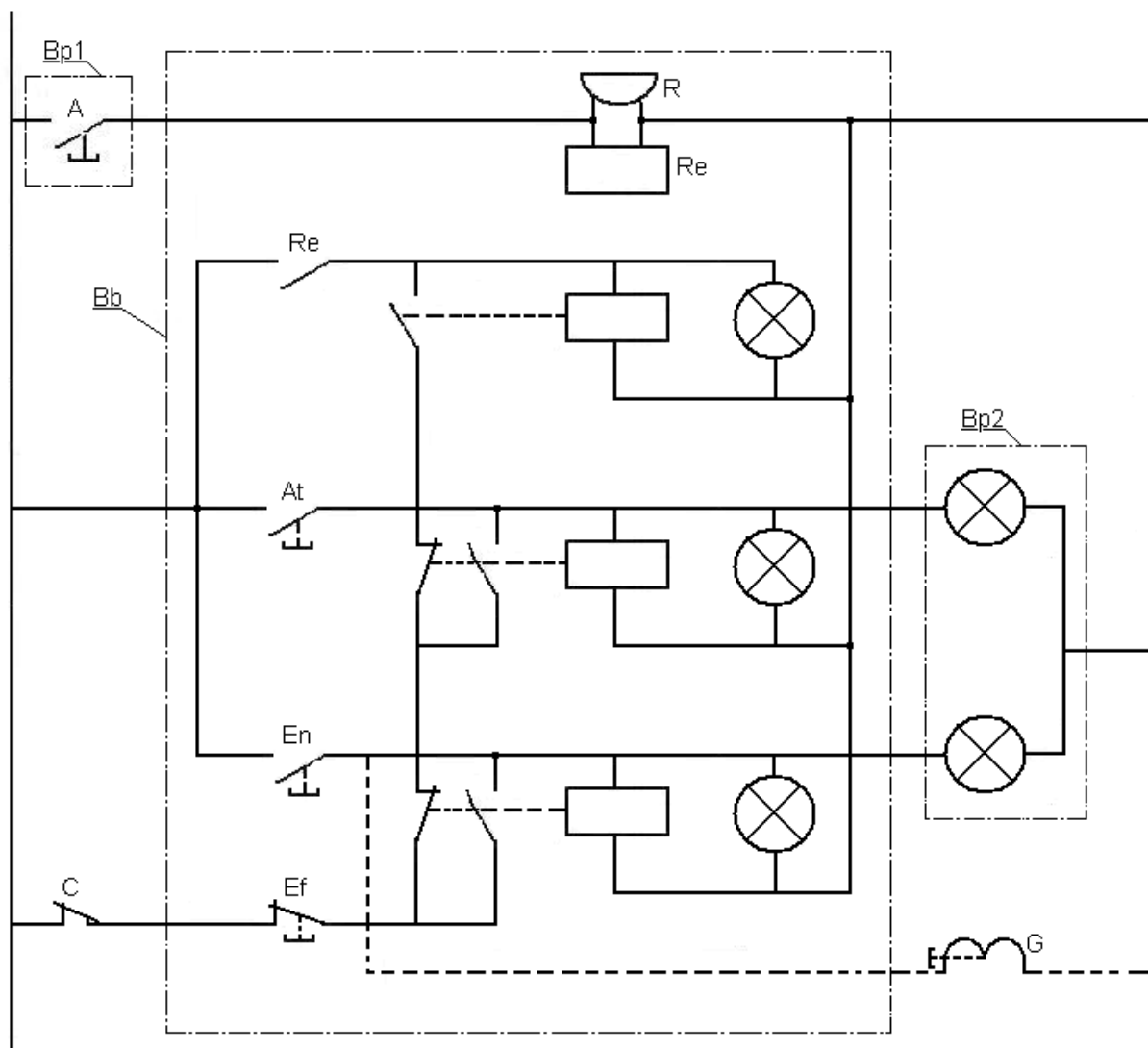


Schéma développé : tableau à 2 voyants

4-5. Signalisation lumineuse de bureau

Exemple de fonctionnement très simple : Le visiteur qui désire pénétrer dans le bureau appuie sur un bouton poussoir « A ». A ce moment à l'intérieur un ronfleur produit l'appel sonore, un voyant s'allume et reste allumé lorsque l'on appuie sur un bouton « A ». De l'intérieur la personne que l'on désire voir appuie sur un bouton poussoir « At » (Attendez) ou « En » (Entrez) et fait apparaître à la porte et sur le bloc bureau le signal lumineux correspondant. Le bouton « Entrez » peut commander une gâche électrique. L'action sur le bouton « Ef » produit l'effacement des signaux. Un contact porte « C » joue le même rôle.

Signalisation lumineuse de bureau



**MODULE 13: INSTALLATION ET
ENTRETIEN DE COMMANDES A TRES
BASSE TENSION**

GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES

I - TP. 1 : MONTAGE AVEC TELERUPTEUR

I-1. Objectif visé : commander un circuit de plus de deux endroits

A l'issue de cette séquence le stagiaire sera capable :

- d'installer un télérupteur,
- de faire la différence entre le circuit de commande qui est de 24 V et le circuit de puissance (lampe à 220 V).

I-2. Durée du TP : 3 h

I-3. Matériel (équipement et matière d'œuvre)

a) Equipement :

- Banc d'essai,
- Télérupteur à 24 V,
- Transformateur 220/24 V,
- Bouton poussoir (minimum 3),
- Lampe douille (minimum 2).

I-4. Description du TP

Ce montage permet de commander un circuit d'éclairage d'un nombre quelconque d'endroits.

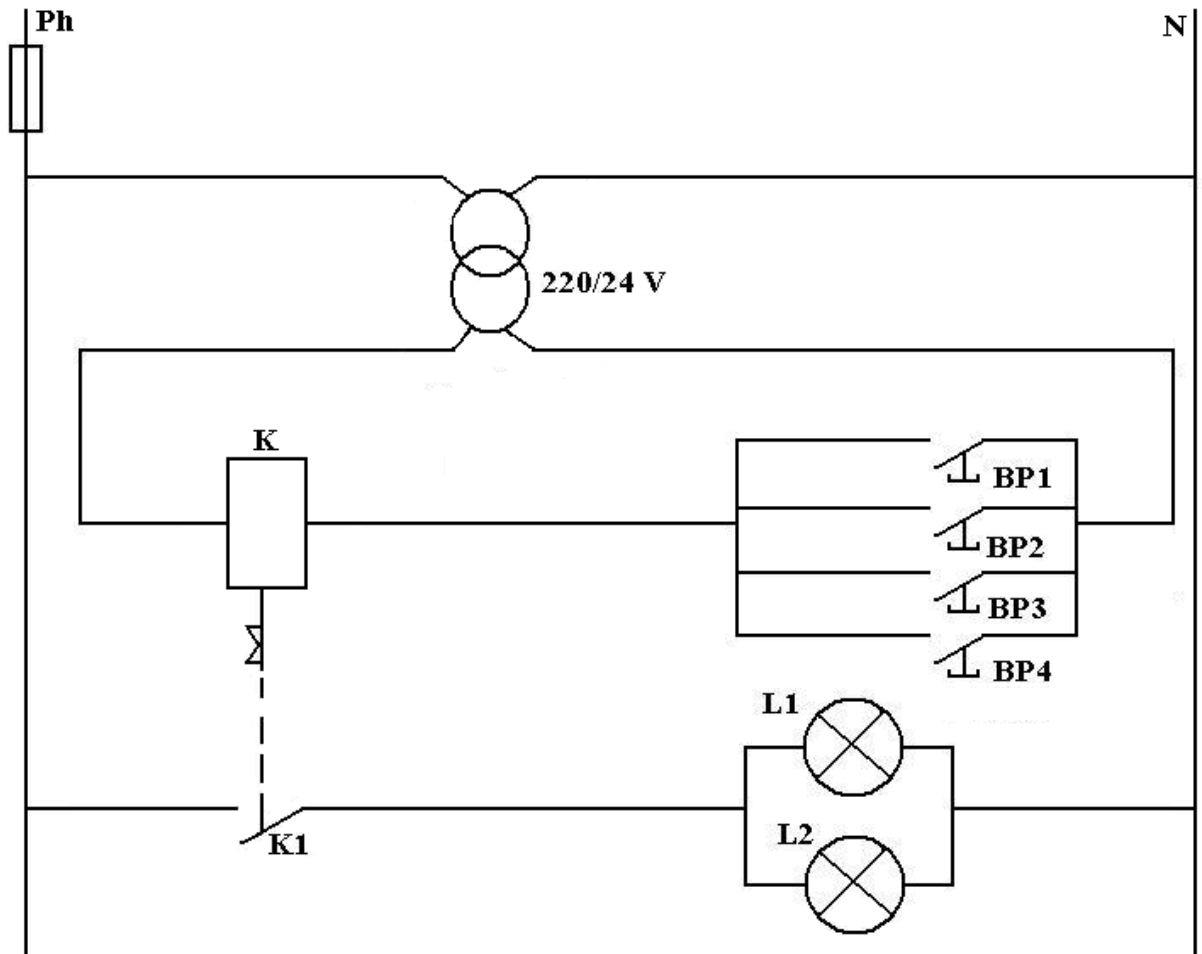
Électriquement, un télérupteur électromécanique est constitué d'une bobine (ici de 24V) et d'un contact à accrochage mécanique et à retour automatique.

Lorsque la bobine est alimentée (par action sur un bouton poussoir) le contact se ferme.

Au relâchement du bouton poussoir, la bobine se désexcite mais le contact reste fermé.

Il faudra réexciter la bobine une deuxième fois pour que ce contact s'ouvre.

La bobine est commandée par les boutons poussoirs et les lampes d'éclairage par le contact du télérupteur.



Utilisation de deux sources d'énergie de tension différente

- circuit de commande en très basse tension : TBT 24 V
- circuit d'utilisation en basse tension : BT : 220 V (tension réseau)

I-5. Déroulement du TP

Chaque stagiaire doit tout d'abord élaborer le schéma du montage télérupteur et donner la liste de matériel et matière d'œuvre, ensuite il procède à la réalisation du montage.

II - TP 2 : COMMANDE DE SIGNALISATION DE POSITION

II -1. Objectif visé

Etudier la commande de signalisation, à l'issue de ce TP, le stagiaire doit connaître l'utilisation du relais.

II -2. Durée du TP : 3 h

II -3. Matériel (équipement et matière d'œuvre)

a) Equipement :

Banc d'essai avec alimentation TBT,

F1 : Coupe circuit,

S1 : Bouton poussoir « Marche »,

S2 : Bouton poussoir « Arrêt »,

K1 : Relais de commande (voir annexes),

H1 : Lampe de signalisation,

H2 : Lampe de signalisation.

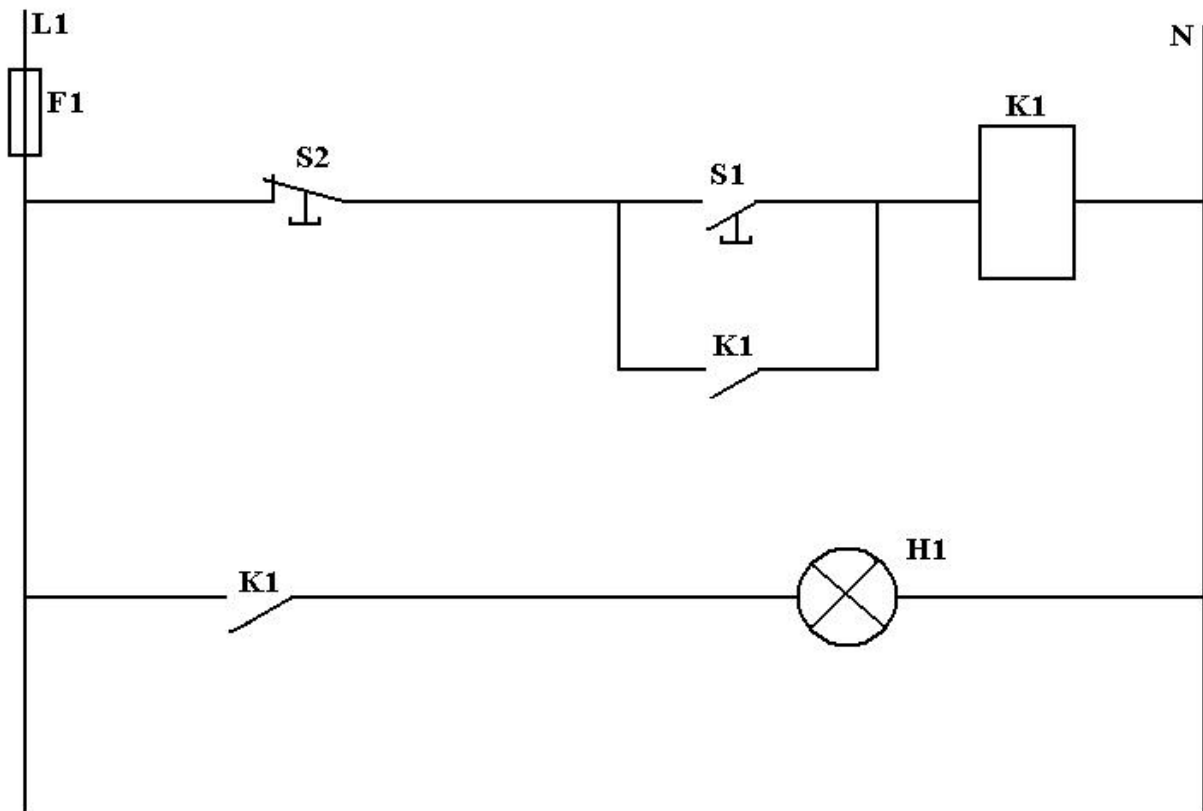
N.B. Pour le choix des relais voir annexes.

b) Matière d'œuvre :

Conducteurs

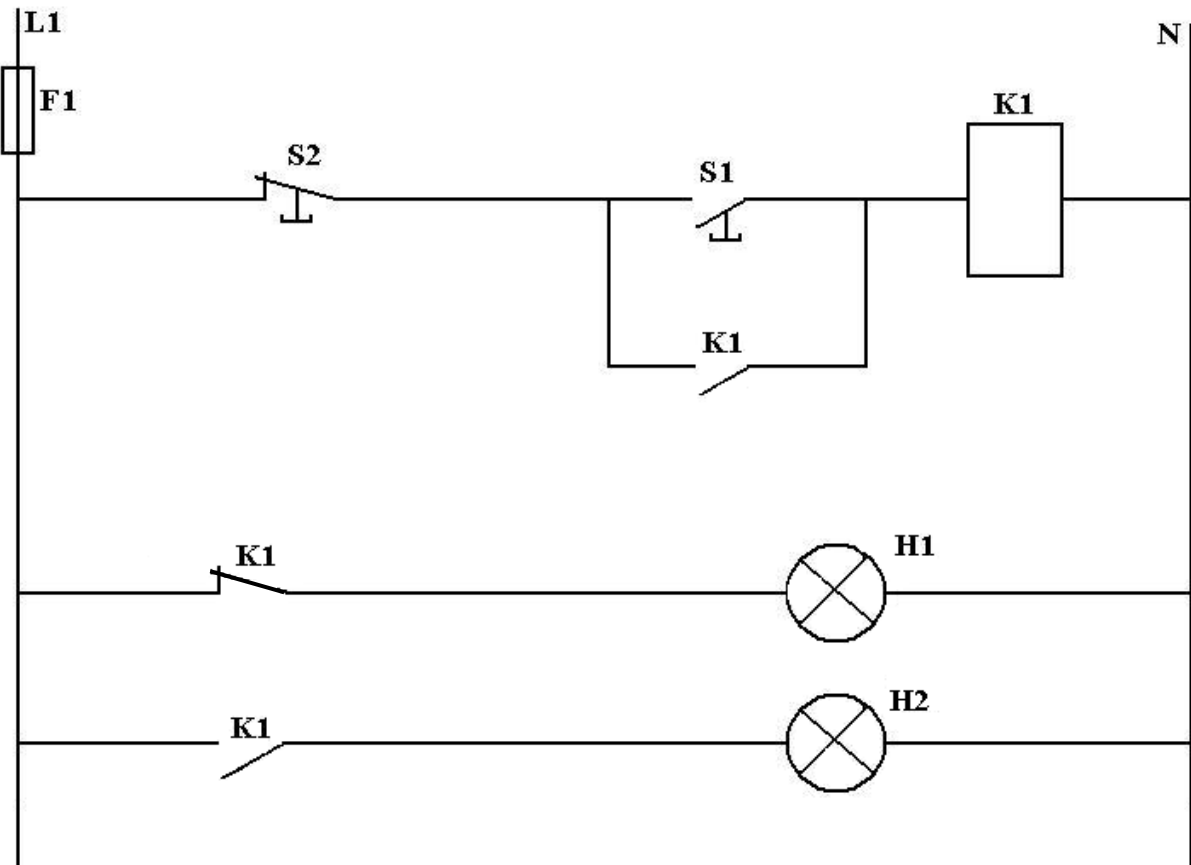
II -4. Description du TP :

Ex1 : Schéma développé 1



Lorsque l'on appuie sur S1, le relais K1 s'excite et s'autoalimente, le système fonctionne, la lampe H1 s'allume. Lorsque l'on appuie sur S2, le relais se désexcite, le système s'arrête, la lampe s'éteint.

Ex 2 : Schéma développé du montage (2)



Dans certains automatismes, les états marche et arrêt doivent être signalés par deux voyants différents.

H1 : Lampe de signalisation : système arrêt

H2 : Lampe de signalisation : système en fonctionnement.

II -5. Déroulement du TP :

Commande Marche/arrêt signalé par deux voyants différents parfois dans une chaîne d'automatisme, il est utile de connaître la portion ou l'état d'un de ses éléments ; pour répondre à cette fonction il faudra prévoir des voyants adaptée à l'information que l'on désire.

III - TP 3 : COMMANDE DE SIGNALISATION DE COMMUNICATION

III -1. Objectif visé :

A l'issue de cette séquence la stagiaire sera capable :

- d'utiliser les relais dans des schéma de signalisation,
- de faire le montage de signalisation de communication.

III -2. Durée du TP : 6 h

III -3. Matériel (équipement et matière d'oeuvre)

a) équipement

Alimentation TBT (24 V, 12 V ou bien 6 V) cela dépend des éléments utilisés.

F1 : fusible de protection,

T1 : transformateur 220/ (24 V, 12 v ou bien 6 V),

S3 : Commutateur trois positions situé chez le concierge,

S1 : Bouton poussoir situé chez le concierge,

S 2 : bouton poussoir situé dans le couloir,

H1 : voyant situé dans le couloir : « présent »,

H2 : voyant situé dans le couloir : « Absenté,

H3 : voyant situé dans le couloir : « occupé »,

H4 : Sonneire située chez le concierge,

Y1 : Gâche électrique situé sur la porte.

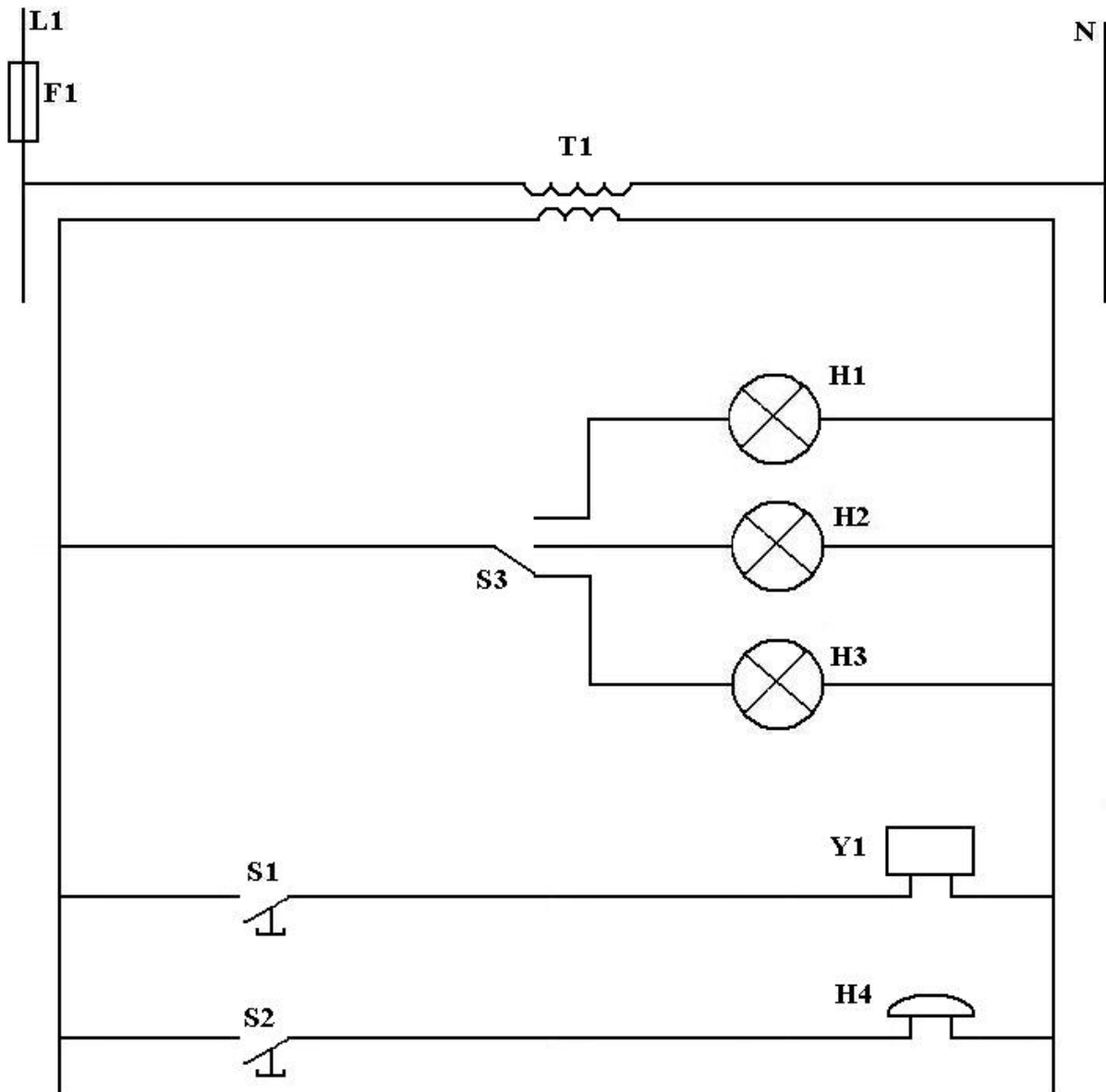
b) Matière d'oeuvre

Une plaque de plexiglas, de bakélite, ou bien un contre plaqué,

Conducteur, Vis, écrous, rondelles.

III -4. Description du TP

Sur une plaque de bakélite ou bien plexiglas, tracer le schéma suivant :



Fixer les lampes (H1, H2, H3), les boutons poussoirs (S1, S2), le commutateur S3, la sonnerie H4 et la gâche électrique sur chaque symbole correspondant et procéder ensuite à la connexion (interconnexion) de ces éléments par-dessous de la plaque.

III -5. Déroulement du TP

Le concierge possède dans sa loge :

- Commutateur (S3) qui lui permet d'afficher dans le couloir s'il est présent, absent ou occupé,
- Un bouton poussoir (S1) qui lui permet de commander l'ouverture de sa porte,
- Une sonnerie (H4) qui, commandée par un bouton poussoir (S2) situé dans le couloir, permet de signaler la présence d'une personne désirant lui parler.

IV - TP 4 : Signalisation de sécurité

IV -1. Objectif visé :

A l'issue de cette séquence le stagiaire sera capable :

- d'élaborer le schéma de commande à TBT,
- d'utiliser les relais temporisés,
- de réaliser un câblage de commande à TBT.

IV -2. Durée du TP : 6 h

IV -3. Matériel (équipement et matière d'oeuvre)

a) équipements, outillage et matériel

Banc d'essai avec alimentation en TBT,

F1 : coupe – circuit de protection,

S1 : bouton poussoir arrêt,

S2 : bouton poussoir marche,

K1A : relais auxiliaire marche,

K2A : relais mise en service feu vert,

K3T : relais mise en service feu orange,

K4T : relais mise en service feu rouge,

K5T : relais fin de cycle,

H1 : lampe verte,

H2 : lampe orange,

H3: lampe rouge.

N.B. Pour le choix des relais voir annexes.

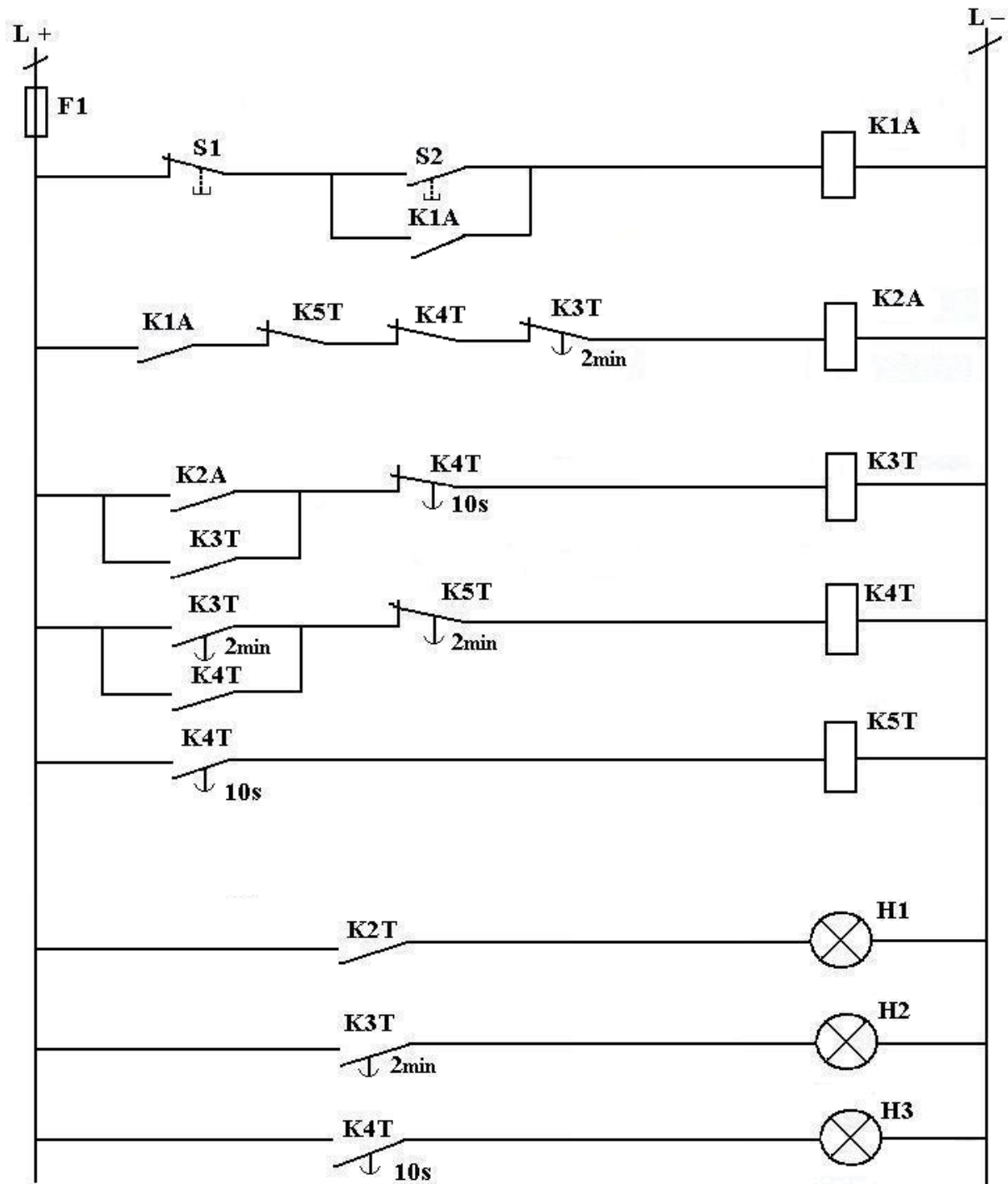
b) matière d'oeuvre

- Conducteur rigide ou bien simple (HO3 V8V 0.75mm),
- Goulotte,

- Fiche banane femelle,
- Plaque de bakélite ou bien plexiglas (Exemple. 40 x 50 cm)

IV -4. Description du TP

Schéma développé du montage



LEGENDE :

- F1 :** fusible de protection du circuit de signalisation,
S1 : bouton poussoir arrêt,
S2 : bouton poussoir marche,
K1A : relais auxiliaire marche,
K2A : relais mise en service feu vert,
K3T : relais mise en service feu orange,
K4T : relais mise en service feu rouge,
K5T : relais fin de cycle,
H1 : lampe verte,
H2 : lampe orange,
H3 : lampe rouge.

Description du fonctionnement :

Lorsque l'on appuie sur le bouton poussoir S2, le relais K1A s'excite et s'autoalimente ce qui met en route le cycle suivant :

Le relais K2A s'excite, ce qui entraîne d'une part, l'allumage du feu vert H1 et d'autre part, l'excitation du relais K3T qui s'auto alimente.

Au bout de deux minutes, les contacts de K3T provoquent :

- La désexcitation du relais K2A (extinction du feu vert H1),
- L'allumage du feu orange H2,
- L'excitation du relais K4T qui s'autoalimente.

Dix secondes après cette phase les contacts de K4T entraînent :

- la désexcitation de K3T (extinction du feu orange H2),
- L'allumage du feu rouge H3,
- L'excitation du relais K5T.

Au bout de 2 minutes, les contacts de K5T provoquent :

- La désexcitation de K4T (extinction du feu rouge H3),
- L'excitation du K2A (allumage du feu vert 1).

Et le cycle recommence indéfiniment.

Si l'on appuie sur le bouton poussoir arrêt (S1) en cours de cycle, celui – ci continue jusqu'à l'extinction du feu rouge H3.

Le cycle s'arrête alors puisque K1A est désexcité.

IV -5. Déroulement du TP

- Par groupe de stagiaire 2 ou 3,
- Sur une plaque de plexiglas ou en bakélite de (40 x 50 cm minimum), tracer le schéma avec un marqueur permanent.
- Fixer les relais et les lampes de signalisation sur le symbole équivalent.
- Faire le raccordement de tous les éléments par derrière de la plaque, fixer une goulotte ou le stagiaire va faire le raccordement de tous les éléments, comme c'est indiqué dans le schéma.
- Après la fixation de divers dispositifs et les raccordements de diverses commandes, mettre le système sous tension.

V - TP 5 : COMMANDE DE LA SIGNALISATION BUREAU

V -1. Objectif visé :

A l'issue de cette séquence, la stagiaire sera capable :

- d'installer, raccorder et entretenir des commandes à très basse tension.

V -2. Durée du TP : 6 h

V -3. Matériel (équipement et matière d'œuvre) :

a) équipement, outillage et matériel

Banc d'essai avec une sortie d'alimentation TBT,

F1 : coupe – circuit,

T1 : transformateur 220 / 24 V,

S1 : bouton poussoir « Appel » porte,

S2 : bouton poussoir « Entrez » bureau,

S3: bouton poussoir « Revenez » bureau,

S4 : bouton poussoir « Attendez » bureau,

H1 : ronfleur bureau,

H2 : voyant “Présence Visiteur” bureau,

H3 : voyant “ Entrez” bureau,

H4 : voyant “Entrez” Porte,

H5 : voyant “Revenez” bureau,

H6 : voyant “Revenez” porte,

H7: voyant “Attendez” bureau,

H8 : voyant “Attendez” porte,

H9 : ronfleur porte,

K1A : relais auxiliaire « Appel »,

K2A : relais auxiliaire mémoire « Appel »,

K3A : relais auxiliaire « Attendez »,

K4A : relais auxiliaire mémoire « Attendez »,

K5 A : relais auxiliaire « Entrez »,

K6T : relais auxiliaire « Revenez »,

Y1 : gâche électrique.

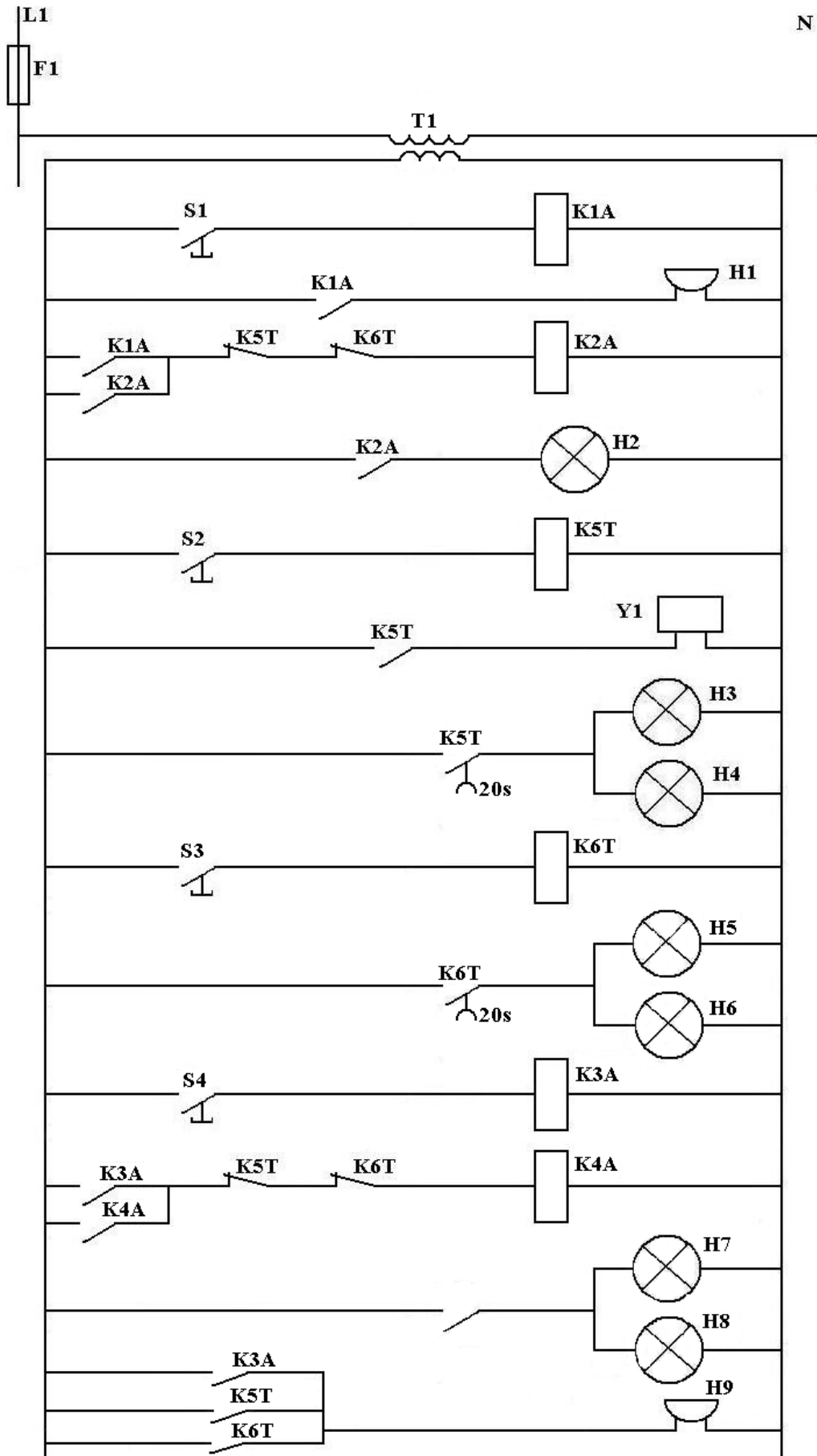
N.B. Pour le choix des relais voir annexes.

b) Matière d'œuvre

- Conducteur HO3 0.7v-v
- Goulotte,
- Fiche banne femelle

V -4. Description du TP

Schéma développé du montage



Pour entrer dans un bureau, le visiteur signale sa présence en appuyant sur un bouton poussoir (S1) situé près de la porte d'entrée. Cette action met en service une signalisation visuelle et sonore. L'occupant, recevant l'appel, doit alors sélectionner une des trois réponses qui s'affiche dans son bureau et dans le couloir.

- « Entrez » : la signalisation visuelle est limitée à 20 secondes, une gâche électrique ouvre la porte d'entrée.

- « Revenez » la signalisation visuelle est limitée à 20 secondes,

- « Attendez » la signalisation visuelle disparaît au moment où l'occupant reselectionne une des deux réponses précédentes,

Toute signalisation visuelle est accompagnée d'une brève signalisation sonore donnée par un ronfleur.

V -5. Déroulement du TP

Après la réalisation du montage, (fixation et raccordement des éléments)

Une action sur le bouton poussoir d'appel (S1) excite la bobine K1A qui :

- alimente le ronfleur H1,
- excite la bobine K2A qui s'auto - alimente : le voyant «Présence Visiteur » (H2) s'allume.
- Le relâchement de ce bouton poussoir désexcite la bobine K1A et arrête le ronfleur H1.

L'occupant du bureau peut répondre de trois façons différentes.

a) il appuie sur le bouton poussoir « entrez » (S2). Le relais K5T s'excite ce qui provoque :

- la désexcitation de la bobine K2A et l'extinction du voyant « Présence Visiteur » H2,
- l'allumage des voyants « Entrez » (H3 et H4)
- l'alimentation de la gâche électrique (Y1) (ouverture de la porte).
- le fonctionnement du ronfleur (H9).

Le relâchement de ce bouton poussoir désexcite le relais K5T qui arrête le ronfleur et éteint, après une temporisation de vingt secondes, les voyants « Entrez ».

b) il appuie sur le bouton poussoir « Revenez » (S3). Le relais K6T s'excite ce qui provoque :

- la désexcitation de la bobine K2A et l'extinction du voyant « Présence Visiteur » (H2),
- l'allumage des voyants « Revenez » (H5 et H6),
- le fonctionnement du ronfleur (H9).

Le relâchement de ce bouton poussoir désexcite la bobine K6T qui arrête le ronfleur et au bout d'une temporisation de vingt secondes, éteint les voyants « Revenez ».

c) il appuie sur le bouton poussoir « Attendez » (S4). Le relais K3A s'excite ce qui provoque :

- l'excitation de la bobine K4A qui s'auto alimente,
- l'allumage des voyants « Attendez » (H7 et H8),
- le fonctionnement du ronfleur (H9).

Le relâchement de ce bouton poussoir désexcite la bobine K3A qui arrête le ronfleur.

Il faut attendre l'action sur un des boutons poussoirs « Entrez » S2 ou « Revenez »

(S3) pour permettre, d'une part, la désexcitation de la bobine K4A et, d'autre part, l'extinction des voyants « Attendez » (H7 et H8) et « Présence Visiteur » (H2).

TP 6 : Démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé à cage 1sens de rotation

Remarque : Les stagiaires ne devront réaliser que le circuit de commande.

1. Objectif visé :

A l'issue de cette séquence le stagiaire sera capable :

- d'établir le schéma de commande à TBT,
- de réaliser le câblage du circuit de commande à TBT.

2. Durée du TP : 3 h

3. Matériel (équipement et matière d'oeuvre)

a) équipements, outillage et matériel

- Transformateur monophasé 400V/24V
- Coupe circuit à fusibles
- Relais thermique
- Bouton d'arrêt d'urgence (coup de poing)
- Boite à boutons poussoirs 1 "O" + 1 "F " ou bouton poussoir 1 "F " et bouton poussoir 1 "O"
- Contacteur principal bobine 24V
- Voyant lumineux rouge 24V
- Voyant lumineux vert 24V

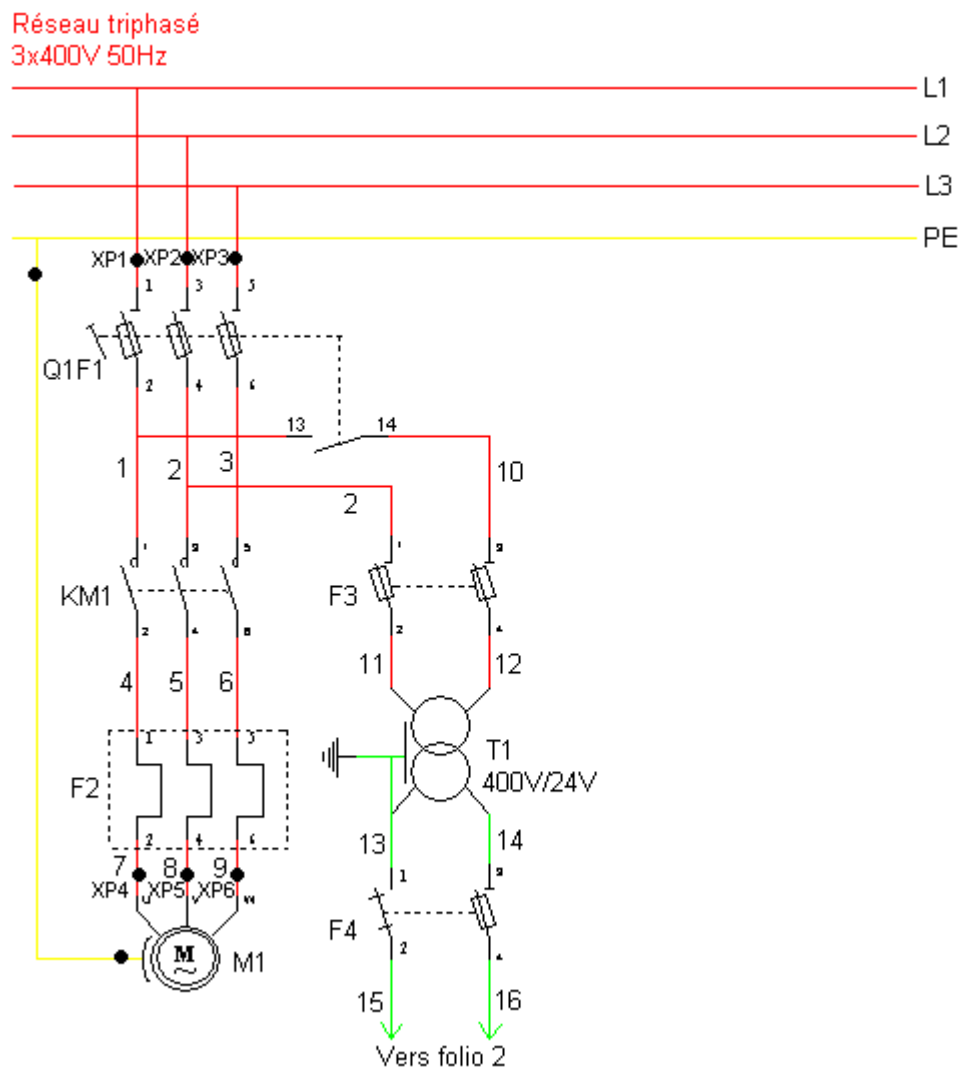
b) matière d'oeuvre

- Coffret métallique ou platine perforée
- Goulotte 25*30mm
- Rail symétrique 2m
- Montant 1m
- Boulon à tête fraisée bombée 20*6mm
- Collier de serrage en plastique
- Conducteur souple 1.5mm²

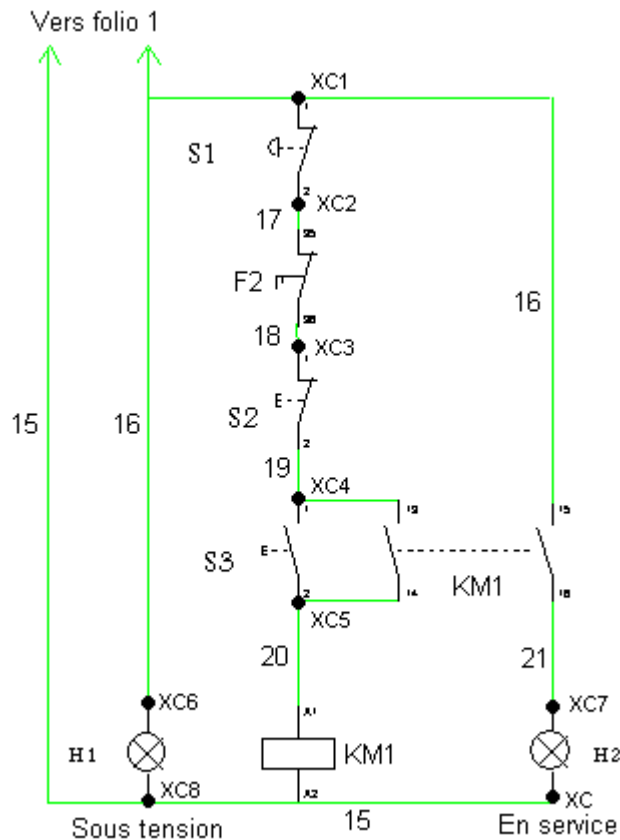
- Embout de câblage 1.5mm²
- Collier de serrage en plastique
- Bornes de jonction 6 mm²

4. Schémas :

a) Circuit de puissance :



b) Circuit de commande :



LEGENDE :

S1 : bouton coup de poing

F3 ; F4 : coupes circuit à fusibles

S2 (MA) : bouton poussoir arrêt,

S3 (AT) : bouton poussoir marche,

KM1: Contacteur principal,

H1 : voyant de mise sous tension rouge

H2 : voyant de mise en service verte

4) Description du fonctionnement :

Dès qu'on ferme dans l'ordre Q1F1 ; F3 et F4 le voyant H1 de mise sous tension s'allume.

Lorsque l'on appuie sur le bouton poussoir S3, le contacteur KM1 s'excite et s'autoalimente ce qui met provoque :

- L'allumage du voyant vert indiquant la mise en service du moteur.
- Le démarrage du moteur.

Une impulsion sur le bouton d'arrêt d'urgence (coup de poing) S1 ou le bouton d'arrêt S2 total provoque :

- la désexcitation de la bobine KM1.
- l'extinction du voyant vert.
- l'arrêt du moteur.

5. Déroulement du TP

- Le travail doit être réalisé par un groupe de deux stagiaires.
- Le montage doit être réalisé soit dans un coffret ou sur une platine perforée.
- Mesurer, couper et fixer les montants et les rails.
- Mesurer, couper et fixer les goulottes.
- Fixer l'appareillage
- Faire le câblage et le raccordement du circuit de commande.
- Vérifier le montage
- mettre le système sous tension.

TP 7 : Démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé à cage 2sens de rotation

Remarque : Les stagiaires ne devront réaliser que le circuit de commande.

1. Objectif visé :

A l'issue de cette séquence le stagiaire sera capable :

- d'établir le schéma développé du circuit de commande à TBT,
- de réaliser le câblage du circuit de commande à TBT.

2. Durée du TP : 3 h

3. Matériel (équipement et matière d'oeuvre)

a) équipements, outillage et matériel

- Transformateur monophasé 400V/24V
- Coupe circuit à fusibles
- Relais thermique
- Bouton d'arrêt d'urgence (coup de poing)
- Boite à boutons poussoirs 1 "O" + 2 "F " ou 2 boutons poussoirs 1 "F " et bouton poussoir 1 "O"
- 2 Contacteurs principaux bobine 24V
- Voyant lumineux rouge 24V
- 2 Voyant lumineux vert 24V
- Voyant lumineux jaune 24V

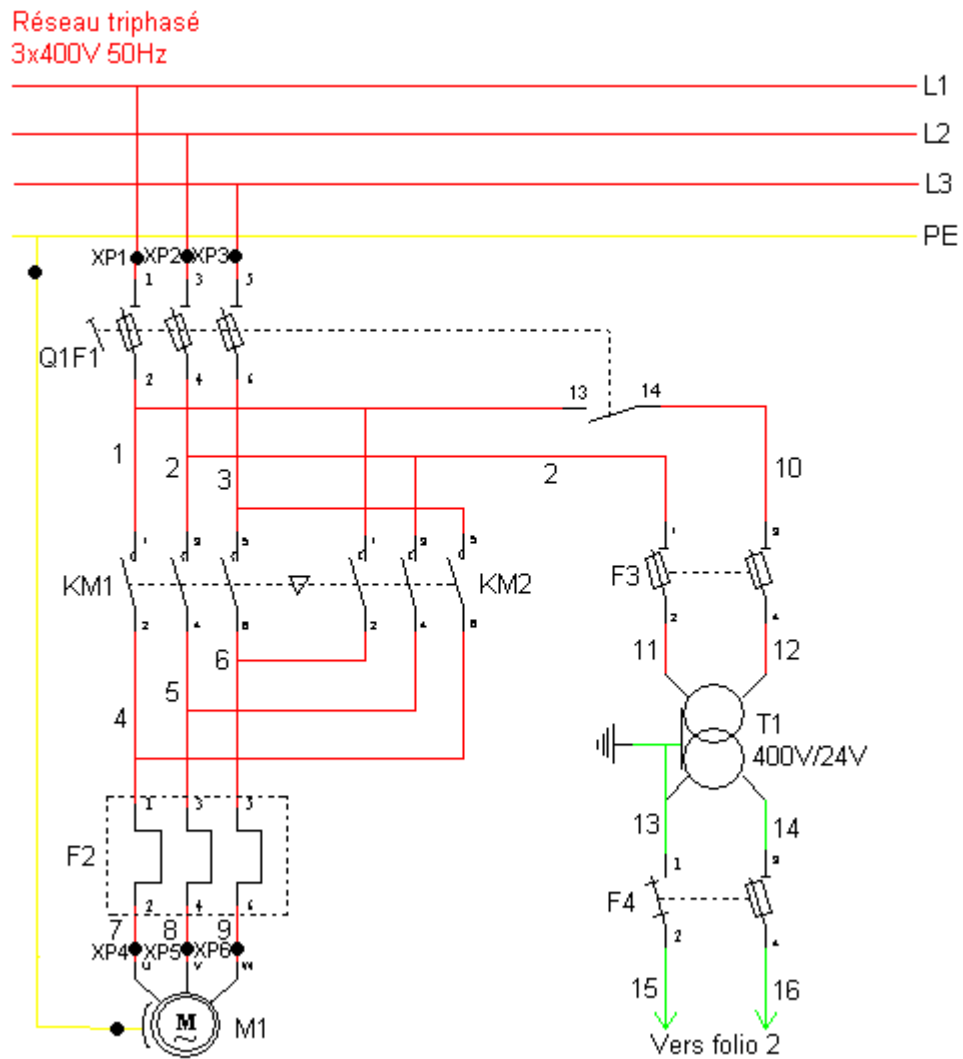
b) matière d'oeuvre

- Coffret métallique ou platine perforée
- Goulotte 25*30mm
- Rail symétrique 2m
- Montant 1m
- Boulon à tête fraisée bombée 20*6mm
- Collier de serrage en plastique

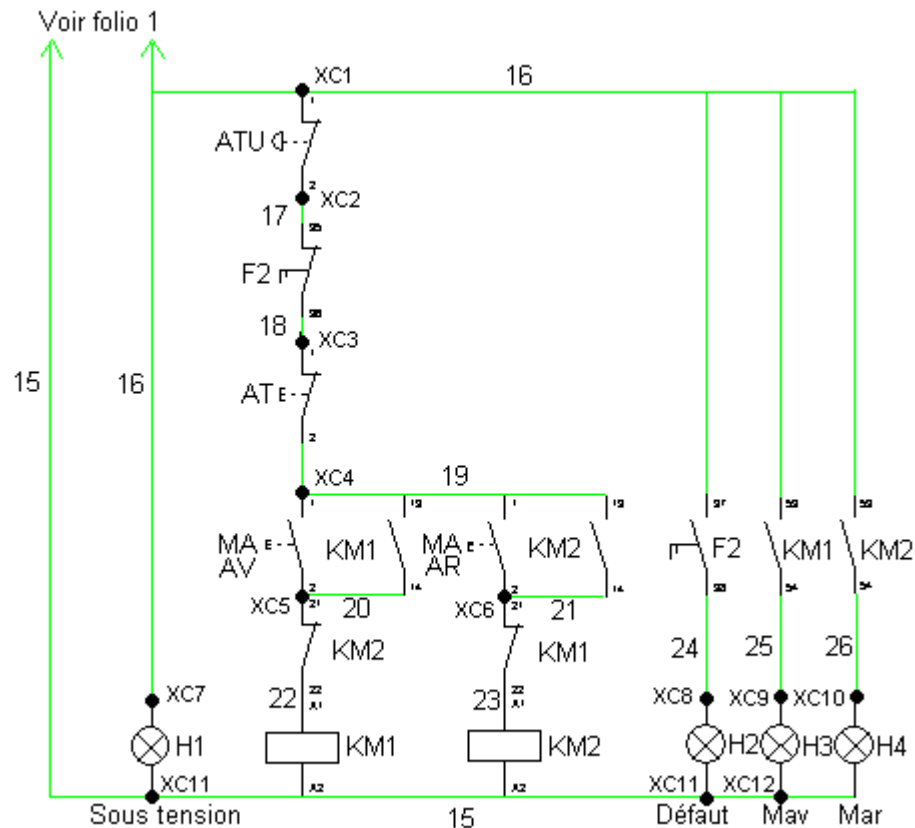
- Conducteur souple 1.5mm²
- Embout de câblage 1.5mm²
- Collier de serrage en plastique
- Bornes de jonction 6 mm²

4. Schémas :

a) Circuit de puissance :



b) Circuit de commande :



LEGENDE :

S1 (ATU) : bouton coup de poing

F3 ; F4 : coupes circuit à fusibles

S2 (AT) : bouton poussoir arrêt,

S3 (MAV) : bouton poussoir marche avant

S4 (MAV) : bouton poussoir marche arrière

KM1: Contacteur principal avant

KM2: Contacteur principal arrière

H1 : voyant de mise sous tension rouge

H2: voyant défaut

H3 : voyant indiquant la marche avant

H4 : voyant indiquant la marche arrière

5) Description du fonctionnement :

Dès qu'on ferme dans l'ordre Q1F1 ; F3 et F4 le voyant H1 de mise sous tension s'allume.

Lorsque l'on appuie sur le bouton poussoir S3, le contacteur KM1 s'excite et s'autoalimente ce qui provoque :

- L'allumage du voyant vert indiquant la mise en service du moteur dans le sens avant.
- Le démarrage du moteur en avant

Lorsque l'on appuie sur le bouton poussoir S4, le contacteur KM2 s'excite et s'autoalimente ce qui provoque :

- L'allumage du voyant vert indiquant la mise en service du moteur dans le sens arrière.
- Le démarrage du moteur en arrière

Remarque : le passage du sens avant en sens arrière ou inversement se fait en passant par l'arrêt.

6. Déroulement du TP

- Le travail doit être réalisé par un groupe de deux stagiaires.
- Le montage doit être réalisé soit dans un coffret ou sur une platine perforée.
- Mesurer, couper et fixer les montants et les rails.
- Mesurer, couper et fixer les goulottes.
- Fixer l'appareillage
- Faire le câblage et le raccordement du circuit de commande.
- Vérifier le montage
- mettre le système sous tension.

TP 8 : Démarrage étoile triangle d'un moteur asynchrone triphasé à cage

Remarque : Les stagiaires ne devront réaliser que le circuit de commande.

1. Objectif visé :

A l'issue de cette séquence le stagiaire sera capable :

- d'établir le schéma développé du circuit de commande à TBT,
- de réaliser le câblage du circuit de commande à TBT.

2. Durée du TP : 2 h

3. Matériel (équipement et matière d'oeuvre)

a) équipements, outillage et matériel

- Transformateur monophasé 400V/24V
- Coupe circuit à fusibles
- Relais thermique
- Bouton d'arrêt d'urgence (coup de poing)
- Boîte à boutons poussoirs 1 "O" + 2 "F " ou 1 bouton poussoir 1 "F " et bouton poussoir 1 "O"
- 3 Contacteurs principaux bobine 24V
- 2 Blocs auxiliaires instantanés 2 "O" + 2 "F "
- Blocs auxiliaire temporisé au travail 1 "O" + 1 "F "
- Voyant lumineux rouge 24V
- 2 Voyant lumineux vert 24V
- Voyant lumineux jaune 24V

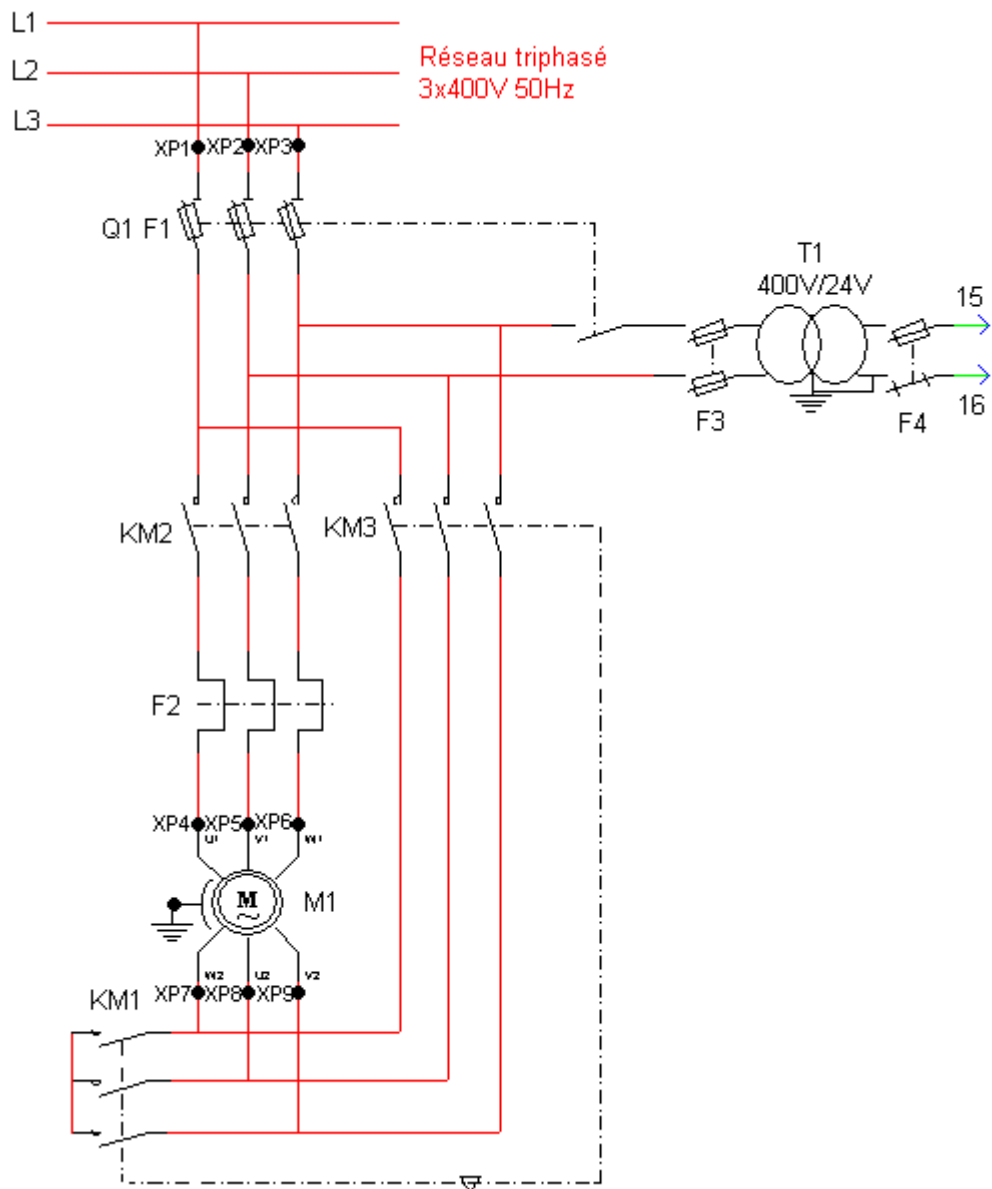
b) matière d'oeuvre

- Coffret métallique ou platine perforée
- Goulotte 25*30mm
- Rail symétrique 2m
- Montant 1m

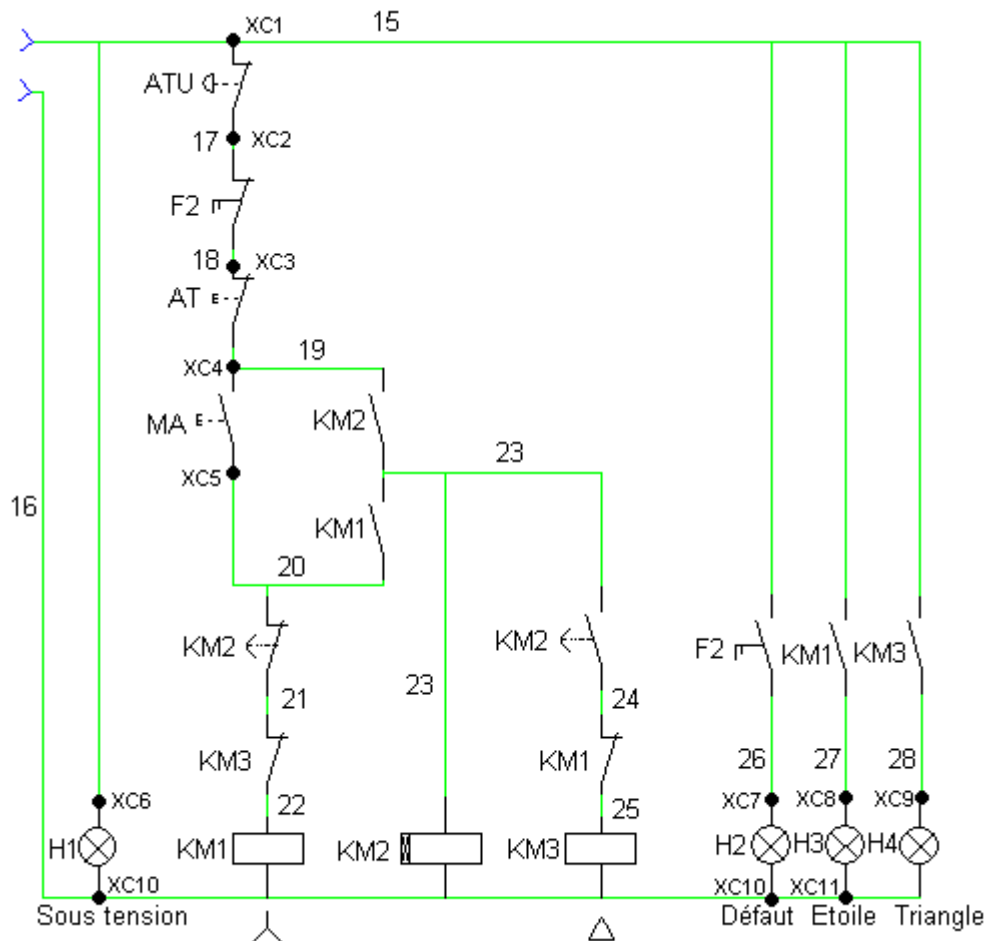
- Boulon a tête fraisée bombée 20*6mm
- Collier de serrage en plastique
- Conducteur souple 1.5mm²
- Embout de câblage 1.5mm²
- Collier de serrage en plastique
- Bornes de jonction 6 mm²

4. Schémas :

a) Circuit de puissance :



b) Circuit de commande :



LEGENDE :

S1 (ATU) : bouton coup de poing

F3 ; F4 : coupes circuit à fusibles

S2 (AT) : bouton poussoir arrêt,

S3 (MAV) : bouton poussoir marche

KM1: Contacteur principal étoile

KM2: Contacteur principal de ligne

KM2: Contacteur principal triangle

H1 : voyant de mise sous tension rouge

H2: voyant défaut

H3 : voyant indiquant le couplage du moteur en étoile

H4 : voyant indiquant le couplage du moteur en triangle

5) Description du fonctionnement :

Dès qu'on ferme dans l'ordre Q1F1 ; F3 et F4 le voyant H1 de mise sous tension s'allume.

Lorsque l'on appuie sur le bouton poussoir S3, les contacteurs KM1 et KM2 s'excitent et s'autoalimentent par l'intermédiaire des contacts KM1(13-14) et KM2(13-14) ce qui provoquent :

- L'allumage du voyant vert H3 indiquant le couplage du moteur en étoile
- Le démarrage du moteur avec une faible vitesse

Après un certain temps (3secondes) le contacteur KM2 :

- désexcite la bobine KM1 du contacteur étoile
- provoque l'extinction du voyant lumineux H3
- L'excitation de la bobine KM3 du contacteur triangle
- L'allumage du voyant vert H4 indiquant le couplage du moteur en triangle
- Le démarrage du moteur avec sa vitesse nominale

6. Déroulement du TP

- Le travail doit être réalisé par un groupe de deux stagiaires.
- Le montage doit être réalisé soit dans un coffret ou sur une platine perforée.
- Mesurer, couper et fixer les montants et les rails.
- Mesurer, couper et fixer les goulottes.
- Fixer l'appareillage
- Faire le câblage et le raccordement du circuit de commande.
- Vérifier le montage
- mettre le système sous tension.

OFPPT
EFP

**MODULE 13 – Installation et Entretien, De Commandes à
Très Basse Tension**

FICHE DE TRAVAIL

Stagiaire

Code :

Formateur :

Durée : 3 heures

(A titre d'exemple !)

Une installation électrique est constituée de deux moteurs asynchrones triphasés à cages 220/380V, 1kW. (Voir plan ci-dessous).

L'installation fonctionne de la façon suivante :

Une impulsion sur les boutons poussoirs S3 ou S4 provoque le démarrage du moteur **M1**. Après 10 secondes du fonctionnement du premier moteur, le moteur **M2** démarre tout seul.

La commande des moteurs se fait de deux endroits différents, soit à partir de la porte du coffret, soit à partir de la boîte à boutons poussoirs fixée sur le mur.

1) Alimentation :

Le circuit de puissance est alimenté en triphasé 380 V, alors que le circuit de commande est alimenté par l'intermédiaire d'un transformateur de sécurité 220/24 V.

2) Protection :

a) circuit de puissance :

Chaque moteur est protégé individuellement contre les courts-circuits par un sectionneur porte fusible, et contre les surcharges par un relais thermique.

b) circuit de commande :

Le transformateur alimentant le circuit de commande est protégé des deux côtés primaire et secondaire par des coupes circuits à fusible.

3) Signalisation :

- Le voyant H1 indique la mise sous tension du circuit de commande.
- Le voyant H2 indique la mise en service du moteur M1.
- Le voyant H3 indique la mise en service du moteur M2.
- Le voyant H4 signale un défaut de surcharges du moteur M1.
- Le voyant H5 signale un défaut de surcharges du moteur M2.

4) Canalisation :

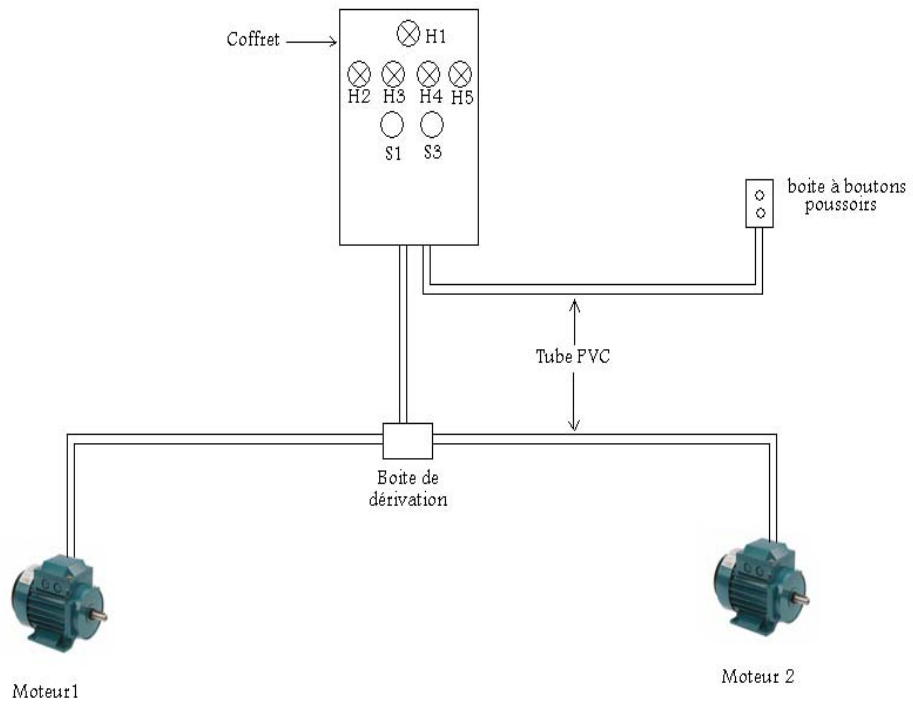
- Le passage des conducteurs alimentant la boîte à boutons poussoirs et les moteurs situés à l'extérieur du coffret se fait sous conduit en PVC.
- Le circuit de commande sera câblé par conducteur souple de section 1,5 mm².
- Le circuit de puissance sera câblé par conducteur souple de section 2,5 mm².

Travail demandé :

- 1)** Etablir les schémas des circuits de commande et de puissance de l'installation.
- 2)** Réaliser l'installation conformément au plan.

Remarque : la création des pannes dans le circuit de commande est laissée à l'initiative du formateur.

Les rails et les goulottes doivent être préparés avant l'épreuve d'évaluation pour gagner du temps.



Evaluation de fin de module**Durée de l'épreuve : 3 h.**

Comportement Attendu : Installer, raccorder et entretenir des commandes à TBT

1. Fixer les boîtes et les relais.	1.1 Fixation appropriée du transformateur.	5
	1.2 Localisation conforme au plan.	4
	1.3 Solidité de l'ensemble.	5
	1.4 Mise à niveau des boîtes et à égalité avec le mur de finition.	6
2. Installer les canalisations.	2.1 Economie de matériaux.	8
	2.2 Esthétique de l'installation.	8
	2.3 Numérotation de chaque extrémité des conducteurs.	4
	2.4 Conformité du câblage avec le plan.	10
3. Effectuer les raccordements électriques.	3.1 Conformité des raccords avec le plan.	10
	3.2 Respect des normes et conventions.	8
	3.3 Disposition convenable des conducteurs après un raccordement.	7
4. Fixer les dispositifs et vérifier le fonctionnement.	4.1 Solidité des dispositifs.	10
	4.2 Fonctionnement conforme de l'ensemble des éléments du circuit.	10
5. Entretien des circuits de commande à très basse tension	5.1 A posé un diagnostic juste.	3
	5.2 A proposé un correctif approprié.	2

Liste des références bibliographiques.

Ouvrage	Auteur	Edition
Le Schéma électrique	Hubert Largeaud	Eyrolles
Appareils basse tension	Catalogue Allen-Bradley	Rockwell automation
Appareils basse tension, Commander, Commuter, Protéger	Catalogue Allen-Bradley	Rockwell automation
Contacteurs, relais et protections moteur	Catalogue Telemecanique	Groupe Schneider