ABA
EIE

Ben Ammar Atef

Electrical & Instrumentation Engineer

benammaratef@hotmail.fr
atefenigauskakuzama@hotmail.com
http://www.facebook.com/ateflinux

+216 20 347 165

VERSION EXPERIMENTALE

RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE : ELECTRICITE DE BASE

SECTEUR : GENIE ELECTRIQUE

SPECIALITE : ELECTRIQUE

MARS 2011

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à benammaratef@hotmail.fr toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme

Mr. BEN AMMARA ATEF
Mob :+ 2160 20 347 165

SOMMAIRE

	Page
Présentation du module	6
Résume theorique	
1 LES BASES DE L'ÉLECTRICITÉ	17
1.1 Introduction	17
1.2 Circuit electrique	17
1.3 Potentiel et courant	17
1.4 Éléments composant un circuit	19
1.5 Résistances	19
1.5.1 Résistances en serie	20
1.5.2 Résistances en parallèles	20
1.5.3 Le code des couleurs	21
1.6 Condensateurs	21
1.6.1 Condensateurs en série	22
1.6.2 Condensateurs en parallèles	23
1.6.3 Energie stockée par un condensateur	23
1.7 Inductance et bobines	24
1.7.1 Bobines en série	25
1.7.2 Bobines en parallèles	25
1.7.3 Energie stockée par une bobine	26
1.8 Conducteur	26
1.9 Les lois de Kirchhoff	27
1.9.1 Loi des tensions de Kirchhoff	27
1.9.2 Loi des courants de Kirchhoff	27
1.10 La loi d'Ohm et la loi de Joule	28
1.10.1 La loi d'Ohm	28
1.10.2 Énergie et puissance	28
1.10.3 La loi de Joule	28

1.11 Circuits en courant alternatif (c.a.)	*29*
1.11.1 Types d'ondes	*29*
1.11.2 Amplitude, valeur moyenne et valeur efficace	*30*
1.11.3 L'onde sinusoïdale	*31*
1.12 Le réseau triphasé	*31*
1.12.1 Puissance en triphasé	*33*
1.12.2 Compensation de l'énergie réactive	*33*
1.12.3 Amélioration du facteur de puissance cosφ	*34*
2.PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE	*37*
2.1 Centrale hydroélectrique	*38*
2.2 Centrale thermique	*38*
2.3 Centrale nucléaire	*39*
3 SYMBOLES NORMALISES	*40*
3.1 Exemples d'utilisation des symboles	*42*
3.1.1 Installation électrique d'un local	*42*
3.1.2 Schémas d'une installation complexe (masses reliées, neutre non distribue	*43*
3.1.3 Schéma du circuit de démarrage d'un moteur électrique	*44*
4. APAREILLAGE ELECTRIQUE	*45*
5 LES CONDUCTEURS ET CABLES	*50*
6 LES DIFFERENTS SCHEMAS ELECTRIQUES EN DOMESTIQUE	*54*
6.1 Simple allumage	*54*
6.1.1 But	*54*
6.1.2. Schéma développé	*54*
6.1.3. Schéma architectural ou d'implantation	*54*
6.1.4. Schéma unifilaire	*54*
6.1.5 Schéma multifilaire	*55*
6.2 Double allumage	*55*
6.2.1 But	*55*
6.2.2 Schéma développé	*56*
6.2.3 Schéma architectural	*56*
6,3 Va-et-vient	*57*
6.3.1 But	*57*
6.3.2 Schéma développé	*57*
6,3.3 Schéma architectural	*58*
6.4 Prise et prise commandée	*58*
6.4.1 Prise	*58*
6.4.1.1 But	*58*
6.4.1.2 Schéma développé	*59*
6.4.2. Prise commandée	*59*
6.4.2.1 But	*59*
6.4.2.2 Schéma développé	*59*

6.4.2.3. Schéma architectural	60
6.5 Télérupteur	60
6.5.1 But	60
6.5.2. Fonctionnement	60
6.5.3. Schéma développé	61
6.5.4. Schéma architectural	61
6.6 Minuterie	62
6.6.1 But	62
6.6.2. Fonctionnement	62
6,6.3. Schéma développé sans effet	62
6.6.4 Schéma développé avec effet	63
6.6.5. Schéma architectural	63
7 MOTEURS ASYNCHRONES	64
7.1 Moteurs monophasés	64
7.1.1Moteurs à induction à condensateurs	64
7.1.1.1 A condensateur permanent	64
7.1.1.1.a Moteur biphasé	64
7.1.1.1.b Moteur à condensateur permanent et à bobinage	65
7.1.2 Moteurs a induction sans condensateur	65
7.1.2.a Moteur à enroulement de démarrage dit « bifilaire »,ou à spires inversées	67
7.2 Moteurs triphasés	68
7.2.1 Moteurs triphasés alimentes en monophasé	68
7.2.1.1.a Phase principale = une phase du tri, Phase auxiliaire = deux phases en série	68
7.2.1.1.b Moteur en triangle	68
7.2.2 Raccordement des moteurs asynchrones au reseau triphase	69
7.2.2.1 Couplage et modes de démarrages	69
7.2.2.1.1 Couplage TRIANGLE et ETOILE	69
7.2.2.1.2 Procédés de démarrage	70
7.2.2.1.2.a Demarrage direct	71
7.2.2.1.2.b Demarrage statorique a resistances	72
7.2.2.1.2.c Demarrage etoile/triangle	73
7.2.3 Moteurs a deux vitesse (couplage DAHLANDER)	74
7.2.4 Procedes de freinage	76
7.2.4.1.a Freinage par contre – courant	76
7.2.4.1.b Freinage par injection de courant continu	76
7 .3 Bilan de puissance	77
7.3.1 La puissance electrique absorbee	77

	7.3.2 La puissance mecanique utile	*77*
	7.3.3 Le rendement	*77*
	8 LA MESURE DES GRANDEURS ELECTRIQUES	*78*
I.	*TP 1 : Simple allumage et double allumage*	*85*
II.	*TP 2 : Circuit va et vient*	*87*
III.	*TP 3 : Le télérupteur*	*88*
IV.	*TP 4 : La minuterie*	*89*
V.	*TP 5 : Circuit série parallèle*	*91*
VI.	*TP 6 : Réalisation d'un schéma de commande marche arrêt*	*92*
VII.	*TP 7 : Démarrage direct d'un moteur asynchrone*	*93*
VIII.	*TP 8 : Démarrage semi-automatique d'un moteur asynchrone*	*94*
IX.	*TP 9 : Démarrage direct d'un moteur asynchrone triphase*	*95*
X.	*TP10 : Démarrage statorique a resistances d'un moteur asynchrone triphase*	*96*
XI.	*TP11 : Démarrage etoile-triangle d'un moteur asynchrone triphase*	*97*
XII.	*TP12 : Démarrage d'un moteur asynchrone triphase de type DAHLANDER*	*98*

Evaluation de fin de module :

Liste bibliographique

Annexes

MODULE :

Durée 120 H

30…% : théorique

70…% : pratique

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit appliquer les principes et les techniques de base en électricité selon les conditions, les critères et les précision qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION

- *A l'aide des composants nécessaires*
- *A l'aide d'un module de montage approprie*
- *A l'aide des outils et instruments nécessaires*

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- *Justesse des explications concernant les principes de base en électricité.*
- *Exactitude des calcules de divers paramètres électriques.*
- *Justesse de l'explication du fonctionnement logique d'un circuit électrique en corrélation avec le circuit frigorifique/ de climatisation.*
- *Qualité du schéma électrique :*
  - *clarté du trace ;*
  - *respect des symboles ;*
  - *faisabilité du circuit en corrélation avec l'installation frigorifique/ de climatisation.*
- *Maîtrise des techniques de base propre au montage de circuits électriques de commande et de puissance.*
- *Qualité du circuit :*
  - *respect des normes du code d'électricité ;*
  - *circuit fonctionnel ;*
  - *esthétique et propreté des travaux.*
- *Respect des normes de santé et de sécurité*
- *Respect du temps alloué.*

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU **DE COMPORTEMENT**	
PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	***CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE***
A. Expliquer les modes de production et de déplacement du courant électrique	• *Définition juste des concepts de base.* • *Pertinence des explications* • *Description précise de la :* *- notion de puissance électrique* *- relation existant entre voltage, intensité de courrant et résistance (loi d'Ohm)*
B. Résoudre des problèmes de calcul relatif à application de la loi d'Ohm et aux notions de puissance et d'énergie	• *Exactitude des calculs*
C. Décrire les caractéristique et le mode d'utilisation des instruments de mesure des paramètre électriques	• *Description exacte des caractéristiques de mesure des instruments.* • *Description juste des principes de fonctionnement des instruments.* • *Enumération exacte des paramètres électriques pouvant être mesurés avec ces instruments.* • *Description juste du mode d'utilisation :* *- choix de fonction(s'il y a lieu) ;* *- sélection de l'échelle ;* *- raccordement des sondes ;* *- lecture de l'instrument.*
D. Schématiser un circuit électrique	• *Circuit de fonctionnement* *- logique et clarté ;* *- respect de symboles.* • *Circuit de raccordement :* *- clarté ;* *- respect des symboles et des codes ;* *- faisabilité et aspect économique du circuit.*
E. Poser et raccorder les composants d'un circuit.	• *Conformité du montage au schéma.* • *Qualité du raccordement.* • *Esthétique du câblage.* • *Montage sécuritaire et conforme aux normes.*
F. Vérifier le fonctionnement d'un circuit.	• *Méthode de vérification appropriée* • *Utilisation correcte des instruments de mesure.* • *Circuit fonctionnel et conforme aux consignes.*
G. Assurer les différents types de démarrage des moteurs monophasés	• *Utilisation des suivants éléments :* *- condensateur* *- relais d'intensité* *- relais de tension*
H. Assurer la protection et le démarrage des différents types des moteurs triphasés	• *Utilisation des différents types de démarrage* • *Schémas de commande et de puissance* • *Protections internes et externes*

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

CHAMPS D' APPLICATION DE LA COMPETENCE

Théorie de base en électricité et montage de circuits mixtes, installation entretien et dépannage des moteurs électriques monophasés et triphasés.
Le stagiaire doit maîtriser les savoir, savoir-faire, savoir-percevoir ou savoir-être juges préalables aux apprentissages directement requis pour l'attente de l'objectif de premier niveau, tels que :

Avant d'apprendre à expliquer les modes de production et de déplacement du courant électrique (A) :

. 1.Décrire la nature de l'électricité.
2,Décrire les sources d'électricité.
3.Définir les propriétés d'un conducteur et d'un isolant.
4.Interpréter les caractéristiques d'une courbe de tensions alternatives.
5.Enumérer les caractéristiques des tensions continues des tensions alternatives.
6.Caractériser les valeurs de la tension et du courant d'une onde sinusoïdale.
7.Interpréter les caractéristiques des courbes de voltage ou de courant ayant un certain angle de déphasage entre elles.
8.Définir la lois d'Ohm.
9.Expliquer les principes de l'électromagnétisme.
10.Distinguer les méthodes servants à produire un voltage induit dans une bobine
11.Décrire brièvement quelques applications pratiques de l'électromagnétisme.

Avant d'apprendre à résoudre des problèmes de calcul relatif à l'application de la lois d'Ohm et aux notions de puissance et d'énergie (B) :

12.Définir et analyser divers circuits.
13.Distinguer les modes de calculs de la résistance en fonction des types de circuits.
14.Déterminer le comportement du voltage et du courant dans différents circuits.
15..Définir les notions de base de puissance et d'énergie.

Avant d'apprendre à décrire les caractéristiques et le mode d'utilisation des instruments de mesure des paramètres électriques (C) :

16.Distinguer les instruments servants à mesurer les principaux paramètres électriques.
17.Distinguer les catégories de voltmètres C.A. selon le genre de résultat fourni.
18.Distinguer les fonctions que l'on retrouve dans un multimètre avec affichage numérique.
19.Mesurer les valeurs d'un circuit électrique à l'aide d'un multimètre.

20. *Mesure la puissance d'un circuit à l'aide d'un wattmètre simple.*

Avant d'apprendre à schématiser un circuit électrique (D) :

21. *Dresser le schéma de fonctionnement électrique d'un circuit à partir d'un devis.*
22. *Interpréter à l'aide d'un schéma de câblage, un circuit de fonctionnement électrique.*

Avant d'apprendre à poser et raccorder les composants d'un circuit (E) :

23. *Interpréter les façons de désigner des câbles.*
24. *Consulter le code de l'électricité.*
25. *Décrire les techniques de jointage des conducteurs.*
26. *Joindre des fils afin d'assure une bonne continuité électrique et une résistance mécanique suffisante.*
27. *Sélectionner des connecteurs et de divers spécification.*
28. *Reconnaître les principaux équipements d'interconnexion et de raccordement des appareils électriques.*
29. *Reconnaître les types de connecteurs servant au racord des conducteurs en fonction de leur nature et de leur mode de fixation.*
30. *Enumérer les principaux facteurs à considérer dans l'installation des équipements de raccordement.*
31. *Déterminer le tracé des câbles à l'intérieur d'un bâtiment.*
32. *Installer des supports de câbles sur la surface d'une structure.*
33. *Raccorder des appareils.*
34. *Distinguer les principaux modes de protection des circuits et des équipements électriques*
35. *Reconnaître les dispositif de protection approuvés par l'ouverture automatique des circuits.*
36. *Sélectionner des dispositifs de protection permettant l'ouverture automatique des circuits.*
37. *Procéder à l'installation ou au remplacement des dispositifs de protection.*

Avant d'apprendre à vérifier le fonctionnement d'un circuit (F) :

38. *décrire le fonctionnement d'un circuit électrique à partir d'un schéma de fonctionnement.*

Avant d'apprendre à réaliser le démarrage pour différents types de moteurs électriques monophasés (G) :

39. *Décrire le fonctionnement des différents types de démarrage des moteurs électriques monophasés.*

Avant d'apprendre à réaliser le démarrage pour différents types de moteurs électriques triphasés(H) :

40. *Décrire le fonctionnement des différents types des moteurs électriques triphasés.*

PRESENTATION DU MODULE

Le module intitulé « Électricité de base » se situe parmi les modules relevant du Génie Thermique et Froid

Ce module s'adresse au formateur pour dispenser ses cours selon les objectifs visés par le programme.

Le volume horaire théorique est de 36 heures

Le volume horaire pratique est de 84 heures

Module :
ELECTRICITE DE BASE
RESUME THEORIQUE

1 INTRODUCTION À L'ÉLECTRICITÉ

1.1 Introduction

Ce module vous permettra de découvrir le domaine de l'électricité. Les termes, les unités et les notations les plus utilisées en électricité ainsi que les lois et les théorèmes généraux couramment employés pour l'analyse de circuits électriques y sont enseignés à travers l'étude des circuits résistifs en c.c. et en c.a.. Chaque concept vu en théorie sera vérifié au laboratoire à l'aide de travaux pratiques

1.2 Circuit électrique

En électricité et en électronique, un circuit est un ensemble d'éléments reliés entre eux par des conducteurs, offrant au moins un trajet fermé dans lequel peuvent circuler des charges (le courant).

Une branche d'un circuit est une partie de cet ensemble; elle est constituée d'un ou de plusieurs éléments montés en série.

Deux éléments sont montés en série si la borne de l'un est reliée à la borne de l'autre sans être raccordée à la borne d'un 3ème élément.

On dira que 2 éléments d'un circuit sont en parallèle s'ils ont deux points en commun.

Un noeud dans un circuit est le point de jonction entre 2 ou plusieurs branches.

1.3 Potentiel et courant

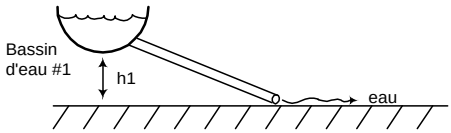
En électricité, on utilise souvent le modèle hydraulique comme système de comparaison.

En hydraulique, on veut pouvoir caractériser les forces qui font circuler et qui sont générées par l'eau dans un réseau. C'est vrai aussi en électricité et en électronique. La circulation des électrons dans un fil électrique est bien représentée par la circulation de l'eau dans un tuyau.

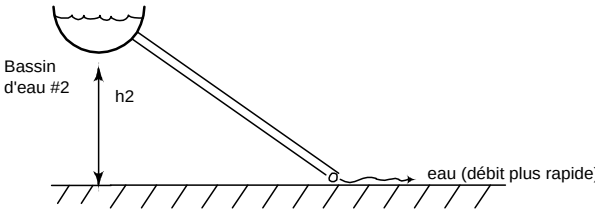
L'énergie potentielle *de l'eau dans un bassin (naturel ou artificiel) représente la tension électrique (volt). Le débit de l'eau circulant dans un réseau d'aqueduc représente,lui, le courant électrique (ampères).*

Potentiel*: c'est la capacité de produire du travail.*

Exemple:



$E_1 = mgh_1$, $E2 = mgh_2$, $E_2 > E_1$



*Sources de tension (potentiel) électrique**:***

** piles, batteries;*
** bloc d'alimentation;*
** génératrice, alternateur.*

Différence de potentiel (**d.d.p.):

Dans l'exemple précédent, la d.d.p. serait calculée avec «E_2 - E_1». En électricité, elle s'exprime en volts. Le plus haut potentiel est indiqué par le signe «+» et, le plus bas, par le signe «-».

***Courant**: débit de charges électriques causé par une force extérieure (source de tension).Le courant électrique n'est rien d'autre que le flot ordonné, contrôlé, des électrons. Son unité est l'ampère (A). Il coule toujours du plus haut potentiel (+) vers le plus bas potentiel (-).*

***Résistance** Dans tout réseau où il y circulation d'un élément (eau, électrons, ...), il existe une force qui s'oppose au déplacement de cet élément.*

Origine de cette force:

- en hydraulique:

** frottement;*
** dimension du tuyau;*
** encombrement des voies;*
** embranchements et coudes.*

- en électricité:

** La structure atomique du matériau conducteur dont est fait le fil. L'unité de mesure est l'ohm (Ω (oméga)).*

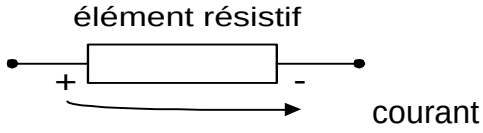
- la résistance en électricité, dépend de 4 facteurs:

** nature du matériau (résistivité: ρ (rhô));*
** longueur du conducteur (l);*
** l'aire du conducteur (section: A);*
** la température (ρ est donnée en fonction d'une température fixe).*

$$R = \rho l / A$$

Résistivité de divers matériaux	(Ω - m) à 20°C
Argent	16,4 x 10^{-9} Ω-m
Cuivre	17,2 x 10^{-9} Ω-m
Or	24,4 x 10^{-9} Ω-m
Aluminium	28,2x10^{-9} Ω-m

- La résistance électrique provoque toujours une chute de potentiel.

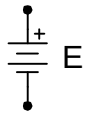


1.4 Éléments composant un circuit

Sources de tension (c.a. et c.c.)

***Piles**: source en c.c.*

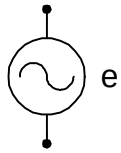
- Symbole:



- Unité: volt

***Générateurs**: source en c.a. (sinusoïdale le plus souvent)*

- Symbole:



- *Unité: volt*
-

1.5 Résistances

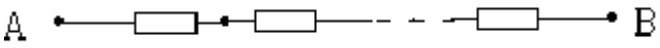
Les résistances sont les éléments les plus banals d'un circuit. Le principe des résistances est très simple, en circulant dans une résistance, les électrons entrent en collision avec le réseau d'atomes contenu dans la résistance, donc celui-ci "résiste" au passage des électrons et limite ainsi le courant. Plus il y a de collisions, plus la résistance est forte.

L'unité pour une résistance est l'Ohm .

Sur les schémas électriques une résistance est représentée de la manière suivante:

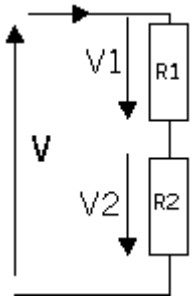
1.5.1 Résistances en série

On appelle " en série " des éléments qui sont traversés par un même courant. la résistance équivalente à plusieurs résistances montées en série est la somme de ces résistances :



R_1 R_2 R_n **$R_{AB} = R_1+R_2+\ldots+R_n$**

Le pont diviseur de tension :



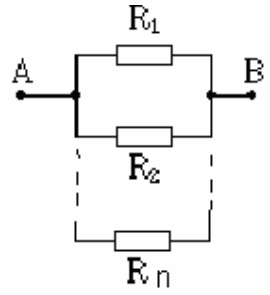
*Si on veut connaître la tension appliquée a une résistance placée avec d'autres résistances en série il suffit d'appliquer la règle du pont diviseur en tension : cette tension est égale à la tension appliquée à toutes les résistances * la valeur de la résistance /la résistance équivalente. Donc :*

V1 = (R1*V)/(R1+R2) **et** **V2 = (R2*V)/(R1+R2).**

Remarque : par les mailles on retrouve bien que **V = V1 + V2**.

1.5.2 Résistances en parallèles

On appelle " en parallèle " des éléments qui sont alimentes par la même tension. L'inverse de la résistance équivalente à plusieurs résistances montées en parallèle est la somme des inverses de ces résistances :



$$R_{AB} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}}$$

1.5.3 Le code des couleurs

Dans la pratique, il est possible de connaître la valeur d'une résistance grâce aux 4 cercles de couleurs sur cette dernière et en utilisant le code des couleurs :

$R = ab \times 10^{c}$,

Dans cette formule on remplace a,b et c avec la valeur numérique selon le tableau suivant :

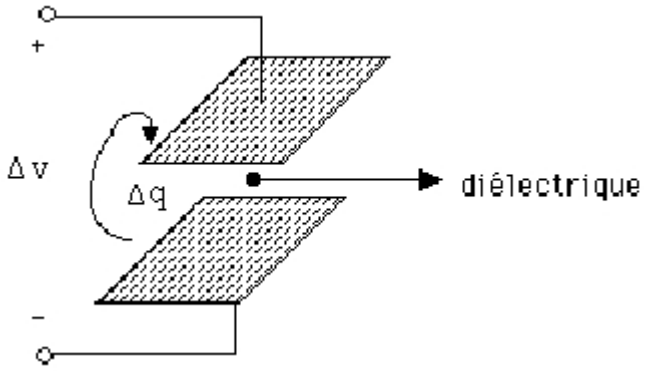
Code de couleurs des résistances			
0	Noir	7	Violet
1	Brun	8	Gris
2	Rouge	9	Blanc
3	Orange	0,1	Or
4	Jaune	0,01	Argent
5	Vert	Précision :	Or 5%
6	Bleu	Précision :	Argent 10%

On peut classer les résistances par catégorie de puissance : en effet il existe des résistances pouvant dissiper ¼ watt ,½ watt, il exi ste également d'autres valeurs ,c'est le cas par exemple des résistances bobinées (fil résistif enroulé en spirale).

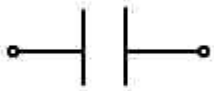
1.6 Condensateurs

Définition :

Éléments à 2 armatures composés de matériaux conducteurs séparés par un matériau non conducteur appelé diélectrique.



Sur les schémas électriques le condensateur est représenté de la manière suivante:



Lorsque l'on applique une tension aux bornes d'un condensateur, les charges électriques de la source de tension ont tendance à migrer mais comme le est non conducteur les charges stagnent sur les armatures du condo. Il apparaît donc une différence de potentiel et ceci, même si on débranche la source de tension puisque les charges sont accumulés sur les armatures du condensateur. C'est pourquoi on dit que le condensateur est un élément à stockage d'énergie

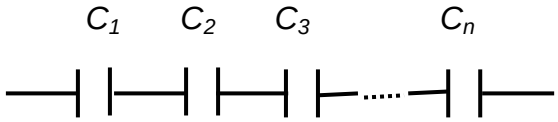
La tension au borne du condensateur est proportionnelle aux charges présentes sur les armatures du condensateur :

$$V=Q/C$$

où C est la capacité du condensateur exprimée en farad

1.6.1 Condensateurs en série

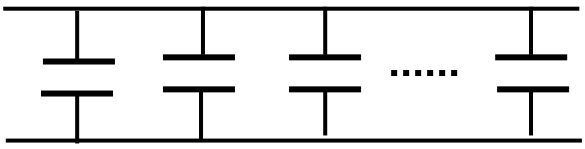
La capacité équivalente à plusieurs condensateurs en série est l'inverse de la somme des valeurs des condensateurs pris séparément:



$$\frac{1}{C_s} = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{C_i} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots + \frac{1}{C_N}$$

1.6.2 Condensateurs en parallèles

La capacité équivalente de plusieurs condensateurs en parallèles est la somme des condensateurs pris indépendamment:



C_1 C_2 C_3 C_n

$$C_p = C_1 + C_2 + \ldots + C_N = \sum_{i=1}^{N} C_i$$

1.6.3 Energie stockée par un condensateur

Puisqu'un condensateur est un élément dit à stockage d'énergie, il peut être intéressant de connaître l'énergie que ce dernier peut emmagasiner.

L'énergie est égale au produit de la tension par le courant donc nous pouvons écrire que la puissance emmagasinée par un condensateur est:

$$w_c(t) = \frac{1}{2} C v^2(t) \ [Joules]$$

Cette équation représente l'énergie stockée, donc, c'est le travail fait par la source sur le condensateur.

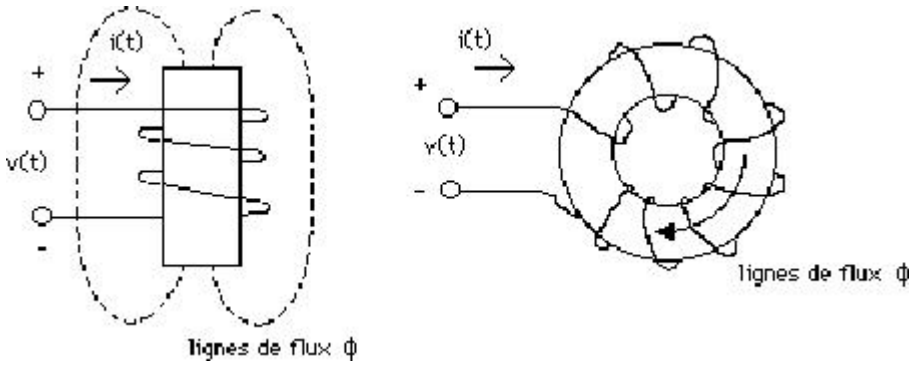
Idéalement, le condensateur devrait rester chargé indéfiniment même si la source est débranchée. Cette énergie pourra servir par exemple à alimenter un élément absorbeur d'énergie (ex: ampoule de lampe de poche,...). En fait, il y a une très grande résistance de perte en parallèle mais avec le temps, le condensateur se déchargera de lui-même.

ATTENTION : comme un condensateur reste chargé en tension il reste par conséquent une réserve d'énergie, c'est pourquoi (même débranché) tout circuit électrique contenant des condensateurs, est dangereux.

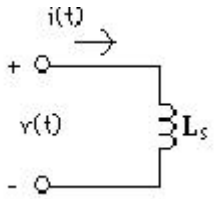
1.7 Inductance et bobines

Définition :

***Inductance** : Élément à deux bornes consistant en un bobinage de fil et caractérisé par le matériau sur lequel le fil est enroulé (air, matériaux fero-magnétiques, etc.). Aux alentours d'une bobine il y a ce que l'on appelle des ligne de flux.*



Dans les circuits électriques les bobines sont souvent représentées de la manière suivante :



Le flux (unité : le weber) créé par une bobine est proportionnel au courant traversant cette dernière et répond à la loi suivante :

$$\Phi = L\ I$$

Où L est une caractéristique propre de la bobine appelée inductance (unité : le henry)

Quant à la tension, elle dépend de la variation du champs magnétique, donc du courant.

La tension aux bornes d'une bobine est $u = L\ \Delta i/\Delta t$.

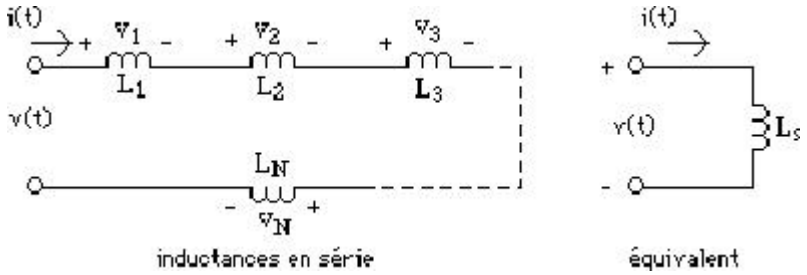
***Remarque importante** : si une bobine est alimentée par une source de tension continue, la variation de courant est nul, donc il en résulte un court-circuit au bornes de la bobine.*

Les bobines sont principalement utilisées pour réaliser des filtres (par exemple pour sélectionner les fréquences d'un signal audio donc les graves, aigus, et les médiums puis les repartir sur une baffe à 3 voies), des transformateurs, des moteurs ou des enceintes. Les amateurs de HI-FI comprendront... :)

1.7.1 Bobines en série

Nous allons essayer de déterminer l'inductance équivalente à plusieurs inductances en série.

Considérons le schéma suivant et tentons de déterminer L_s :

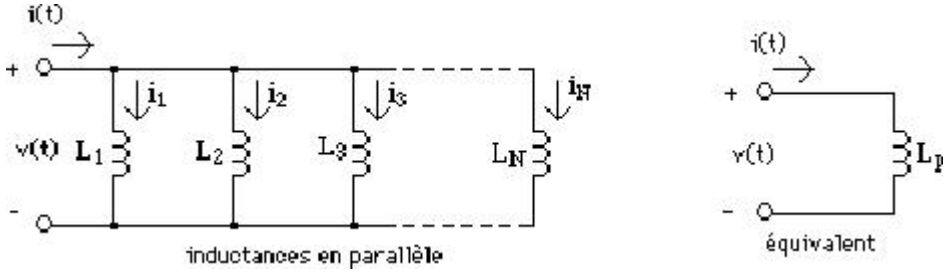


On en déduit donc que l'inductance de plusieurs bobines en série est la somme des inductances de chaque bobine :

$$L_s = L_1 + L_2 + L_3 + \ldots + L_N = \sum_{i=1}^{N} L_i$$

1.7.2 Bobines en parallèles

Nous allons tenter de trouver l'équivalence de plusieurs bobines en parallèles pour cela nous allons nous appuyer sur le schéma suivant :



L'inverse de l'inductance équivalente à plusieurs bobineses montées en parallèle est la somme des inverses de ces inductantances :

$$\frac{1}{L_p} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \ldots + \frac{1}{L_N} = \sum_{j=1}^{N} \frac{1}{L_j}$$

1.7.3 Energie stockée par une bobine

Comme nous l'avons déjà fait pour un condensateur nous allons déterminer l'énergie stockée par une bobine:

$$w_L(t) = \frac{1}{2} L i^2(t) \ [Joules]$$

1.8 Conducteur

Le conducteur est ce qui unit la ou les sources aux différents composants du circuit (réseau). C'est habituellement un fil fait de matériau conducteur isolé par une gaine protectrice.

Matériaux conducteurs:

- *possèdent beaucoup d'électrons libres*

Conductivité de certains matériaux

Métal	*Conductivité relative (%)*
Argent	*105*
Cuivre	*100*
Or	*70,5*
Aluminium	*61*
Fer	*14*

Matériaux isolants:

-Possèdent peu d'électrons libres
-Utilisés pour fabriquer la gaine des fils conducteurs, ainsi que pour divers autres dispositifs isolateurs.

Rigidité diélectrique de certains matériaux

Matériau	Rigidité diélectrique moyenne (en kV/cm)
Air	30
Porcelaine	70
Huiles	140
Bakélite	150
Caoutchouc	270
Papier (paraffiné)	500
Teflon	600
Verre	900
Mica	2000

-Rigidité diélectrique = résistance au claquage (passage d'un fort courant)

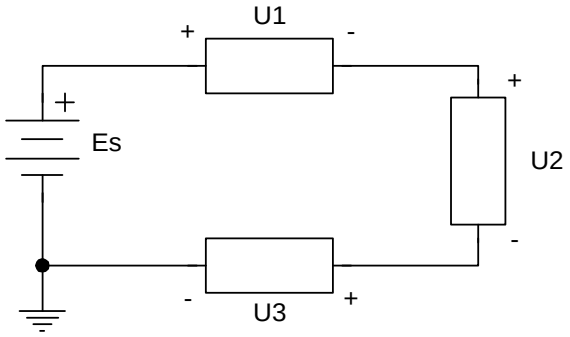
1.9 Les lois de Kirchhoff

1.9.1 Loi des tensions de Kirchhoff:

«La somme algébrique des différences de potentiel le long d'un circuit fermé est nulle.»

ou

Σchutes de tension = Σ montées de tension



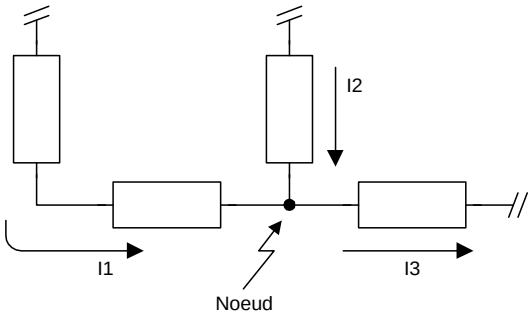
$$E_s = U_1+U_2+U_3$$

1.9.2 Loi des courants de Kirchhoff:

«La somme algébrique des courants, effectuant une arrivée et un départ au noeud, est nulle.»

ou

Σ courants entrant = Σ courants sortant



$$I_1 = I_2 + I_3$$

1.10 La loi d'Ohm et la loi de Joule

1.10.1 La loi d'Ohm

$$I = E/R$$

que l'on peut aussi écrire:

$$E = RI$$

Exemple:

Si un courant de 10 A traverse une charge résistive de 50 Ω, alors selon Ohm:

$$E = RI$$
$$E = (50\Omega) \times (10\ A)$$
$$E = 500(\Omega \times A)$$
donc E = 500 volts

1.10.2 Énergie et puissance

La puissance est une mesure de la quantité de travail qui peut être fournie en un temps déterminé:

P = Travail / Temps.

Une certaine quantité de puissance utilisée pendant un certain temps crée ou utilise de l'énergie:

Énergie = Puissance x temps.

Unités de mesure:

- *pour la puissance: Watt (W)*
- *pour l'énergie: Joule (J) Watt-secondes et souvent kilowatt-heure (kWh)*

1.10.3 La loi de Joule

Cette loi établit une relation entre la puissance, la tension et le courant électrique.

P = U x I *ou* **E x I**

Exemple:

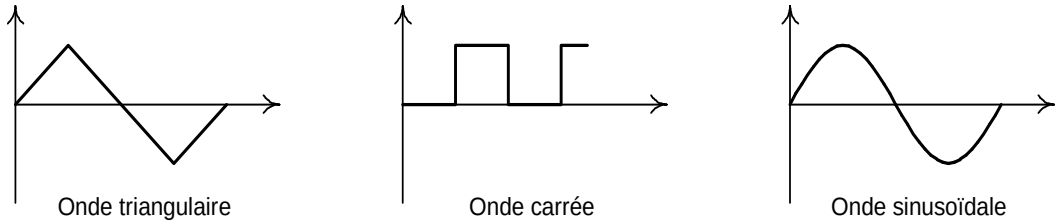
La puissance consommée par un réfrigérateur électrique alimenté par une tension de 220 V et un courant moyen de 5 A est de:

$P = U \times I = 220\ V \times 5\ A = 1{,}1\ kW$

1.11 Circuits en courant alternatif (c.a.)

1.11.1 Types d'ondes:

La forme d'une onde électrique est une représentation de sa variation d'amplitude (tension ou courant) en fonction du temps.



Formes d'onde courante

Période, fréquence et phase:
- Onde périodique : un même patron d'onde se répète à toutes les x secondes.

Période (cycle) *: intervalle de temps pendant lequel l'onde périodique se reproduit.*

Symbole : ***T****.*
Unité : seconde.

Fréquence *: nombre de cycles par seconde.*

Symbole : ***f = 1 / T*** *.*
Unité : cycle / sec. ou plus souvent Hertz (Hz).

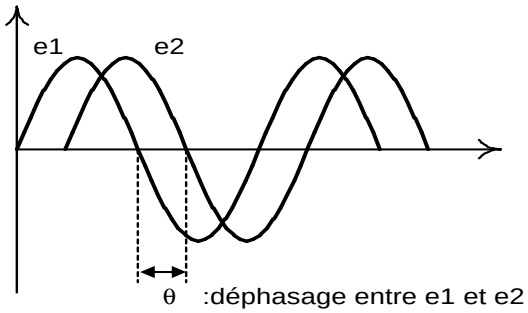
Exemple *:*

la fréquence d'une onde périodique, dont la période est de 20ms, se calcule de la façon suivante :

$f = 1 / (20 \times 10^{-3}) = 50\ Hz.$

Phase: *décalage, normalement exprimé en degrés ou en radians, entre des ondes de même type qui ne passent pas par zéro en même temps.*

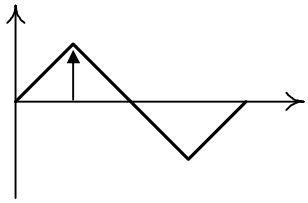
Exemple:



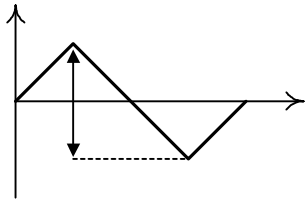
1.11.2 Amplitude, valeur moyenne et valeur efficace:

Amplitude *: pour une onde périodique, on utilisera l'amplitude crête et l'amplitude crête à crête.*

Amplitude crête (U_c , E_c , I_c) :

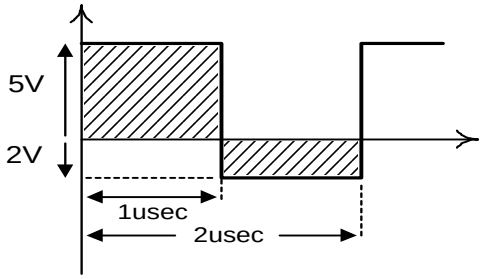


Amplitude crête à crête (U_{c-c} , E_{c-c} , I_{c-c}) :



Valeur moyenne *: de façon générale, la valeur moyenne se calcule en divisant l'aire sous la courbe par la durée d'un cycle de l'onde.*

Exemple*: la tension moyenne de l'onde carrée suivante se calcule ainsi :*



*Um = ((5V * 1µsec) - (2V * 1µsec))/ 2 µsec = 1,5 V*

Valeur efficace *(valeur RMS ; Root Mean Square) :*

La valeur efficace d'une tension ou d'un courant alternatif est égale à la racine carrée de la moyenne des carrés des valeurs crêtes.

$$U_{eff}.ou\ I_{eff}. = \sqrt{\frac{1}{T_2 - T_1}\int_{T1}^{T2} x^2(t)dt}$$

1.11.3 L'onde sinusoïdale

Valeur instantannée *: valeur d'une forme d'onde (tension ou courant) à un instant particulier . On utilise la forme suivante pour la représenter :*

$$e = E_{crête} \sin(\omega t + \theta)$$

où $\omega = 2\pi f$: c'est la pulsation du signal et s'exprime en radians/sec. et θ est la phase du signal exprimée en radians ou en degrés.

Parfois (ωt) est remplacé par α qui représente un angle du cercle trigonométrique (0^o à 360^o).

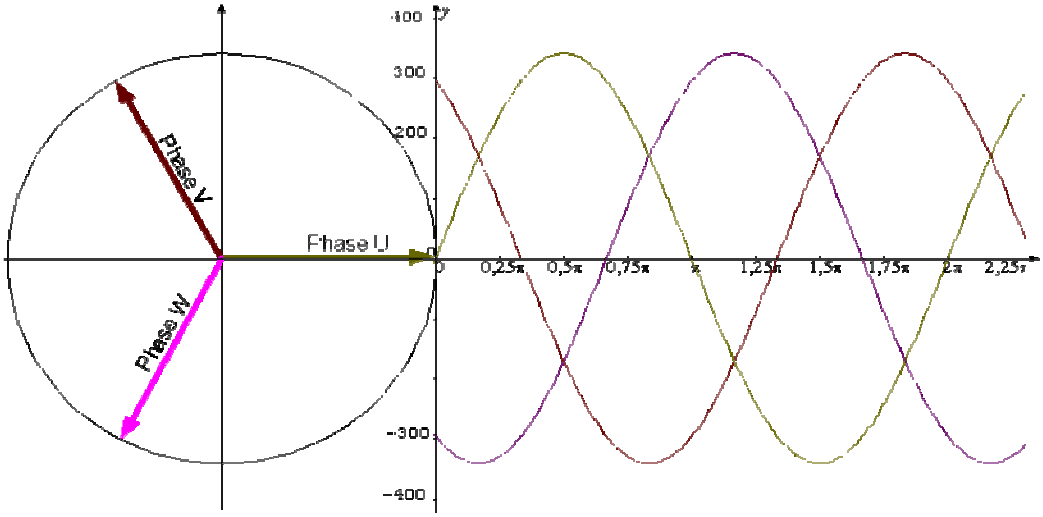
Valeur moyenne *: la valeur moyenne d'un sinus est toujours nulle.*

Valeur efficace *:* $E_{eff.} = E_{crête}\ \sqrt{2} = E_{crête} * 0{,}707$

ou $I_{eff.} = I_{crête}\ \sqrt{2} = I_{crête} * 0{,}707$

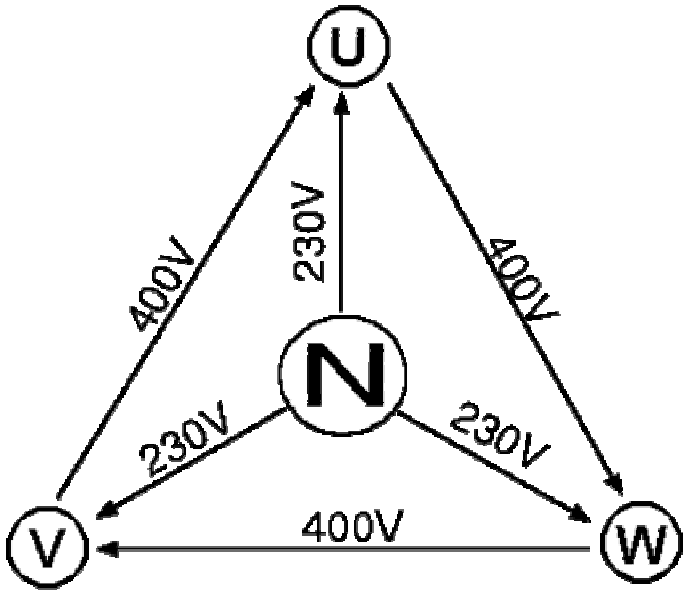
1.12 Le réseau triphase

Le réseau que nous allons étudier, est constitué de trois phases, d'un neutre et d'une terre, le tout cadencé à une fréquence de 50Hz.



Le neutre

Dans tout système triphasé, équilibré de distribution, existe un neutre électrique situé au centre de gravité du triangle équilatéral représentatif des trois phases. La tension entre une des phases et le neutre est appelée tension simple (230V) alors que la tension entre 2 phases est appelée tension composée (400V).



La phase

Les phases sont les conducteurs chargés de véhiculer l'énergie vers le récepteur. Dans un récepteur équilibré, le courant circulant dans le neutre est nul, il n'existe que dans les phases. La tension de chaque phase est décalée de 120°degrés les unes par rapport aux autres.

Phase 1 : **U = UM sin ωt**
Phase 2 **: V = UM sin (ωt - 2π/3)**
Phase 3 : **W = UM sin (ωt - 4 π /3)**

Réseau 230/400

230V pour les tensions simples (monophasé)
400V pour les tensions composées (triphasé)

La terre

La terre est le fil conducteur assurant une liaison électrique entre le sol et certaines parties de l'installation (carcasse métallique) de façon à fermer le circuit entre la phase qui touche une des parties de l'installation et la terre. Ceci évite que ce soit un individu, qui touchant une partie métallique de l'installation ne ferme le circuit, car le neutre est relié au départ du transformateur du réseau de distribution de l'énergie électrique à la terre.

1.12.1 Puissance en triphasé

Un système triphasé équilibré est équivalent à la juxtaposition de trois système monophasés identiques.

Puissance sur des éléments purement résistifs :

$$P = U\,I\sqrt{3}$$

Puissance sur des éléments introduisant un déphasage φ :

$$P = U\,I\sqrt{3}\,\cos\varphi$$

1.12.2 Compensation de l'energie reactive (Q)

Rappels:

1)- Les différentes puissances :

En régime alternatif sinusoïdal, on distingue trois puissances :

- ***La puissance active****, qui est transformée en énergie mécanique (moteur) et en chaleur (éléments résistif).Elle se note P.*
- ***La puissance réactive****, nécessaire à la magnétisation des machines (moteurs, transformateurs, bobines de relais …). Elle se note Q.*
- ***La puissance apparente*** *qui caractérise la puissance globale (réactive + active) que peut fournir un réseau électrique. Elle se note S.*

2)- Formulaire :

En triphasé ***:***

$P=V\sqrt{3}UI\cos\varphi$ $Q=V\sqrt{3}UI\sin\varphi$ $S=V\sqrt{3}UI$ $S=V\sqrt{P^2+Q^2}$ $\tan\varphi=Q/P$

Facteur de puissance ***:***

$\cos\varphi=P/Q$

Energie réactive fournie par une batterie de condensateur ***:***

$Q_c=3U^2C\omega$

1.12.3 Amelioration du facteur de puissance cosφ "

1)- Pourquoi améliorer le facteur de puissance

Une trop grande consommation d'énergie réactive pour une installation électrique va augmenter considérablement ses courants en ligne bien que sa puissance active n'est pas changée.

Exemple *: P=cte=100kW; U= 400V*

a)- Q=20kvar

$$S=\sqrt{P^2+Q^2}=\sqrt{100^2+20^2}=102kVA \qquad I=\frac{S}{\sqrt{3}U}=\frac{102000}{400\sqrt{3}}=147A$$

$$\cos\varphi=\frac{P}{S}=\frac{100}{102}=0.98$$

b)- Q=60kvar

$$S=\sqrt{P^2+Q^2}=\sqrt{100^2+60^2}=117kVA \qquad I=\frac{S}{\sqrt{3}U}=\frac{117000}{400\sqrt{3}}=168A$$

$$\cos\varphi=\frac{P}{S}=\frac{100}{117}=0.85$$

Les 2 cas précédents montre bien qu'a puissance active constante, une augmentation de la puissance réactive va augmenter les courants en ligne absorbés par l'installation électrique.

Pour limiter les courants en ligne et donc l'énergie réactive absorbée par l'installation, on doit donc installer des batteries de condensateurs sources d'énergie réactive en parallèle sur notre installation.

On appel cette technique " ***Compensation de l'énergie réactive*** *".*

Cette compensation permet d'améliorer le facteur de puissance (cosφ).

2)- Avantages du relèvement du facteur de puissance

Cette amélioration présente de nombreux avantages :

- *diminution de la facture d'électricité en évitant les pénalités due à la consommation d'énergie réactive*
- *réduction de la puissance souscrite par les abonnés,*
- *diminution de la section des câbles,*
- *diminution des pertes en ligne (ri^2),*
- *réduction de la chute de tension en ligne (DU=ri),*
- *augmentation de la puissance active disponible du transformateur.*

3)- Les différents types de compensation

La compensation d'énergie réactive peut se faire :

- *par condensateurs fixes (si la puissance des condensateurs est inférieure à 15% de la puissance du transformateur),*
- *par batteries de condensateurs à régulation automatique (si la puissance des condensateurs est supérieure à 15% de la puissance du transformateur), qui permettent l'adaptation immédiate de la compensation aux variations de la charge.*

La compensation peut être :

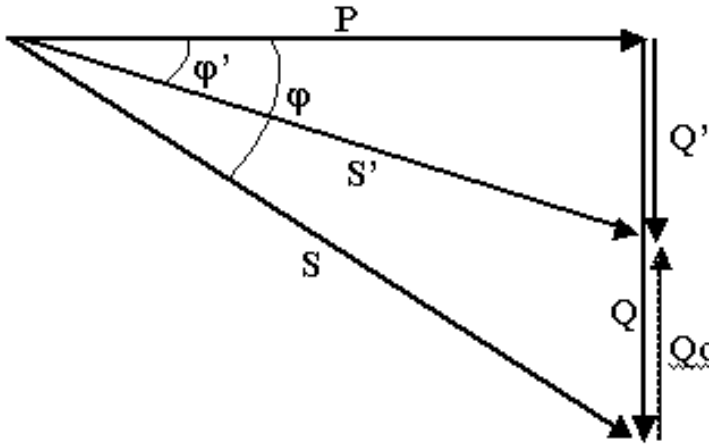
- *globale, en tête d'installation,*
- *partielle, par secteur, au niveau du tableau de distribution,*
- *locale, aux bornes de chaque récepteur inductif.*

La compensation idéale est celle qui permet de produire l'énergie réactive à l'endroit même où elle est consommée et en quantité ajustée à la demande (compensation locale).

4)- Calcul de la puissance des condensateurs de compensation

Sur une installation de puissance réactive Q, et de puissance apparente S, on installe une batterie de condensateurs de puissance Qc.

La puissance réactive absorbée par l'installation passe de Q à Q' : $\mathbf{Q' = Q - Qc}$



***Exemple** : Relèvement du facteur de puissance*

Une installation consomme une puissance active P de 100kW, son cosφ est de 0.85 et elle absorbe une puissance réactive de 60kvar.

On souhaite relever le cosφ' de notre installation à 0.93 c.a.d tanφ'=0.4

a)- Calculer l'énergie réactive devant être fournie par la batterie de condensateurs :

Q'=Q- Qc => Qc=Q'-Q => ***Qc=Ptanφ'-Ptanφ***

cosφ=0.85 => tanφ=0.62

Qc=100.(0.4-0.62)= ***-22kvar***

Les batteries de condensateurs devront donc fournir une énergie réactive de 22kvar.

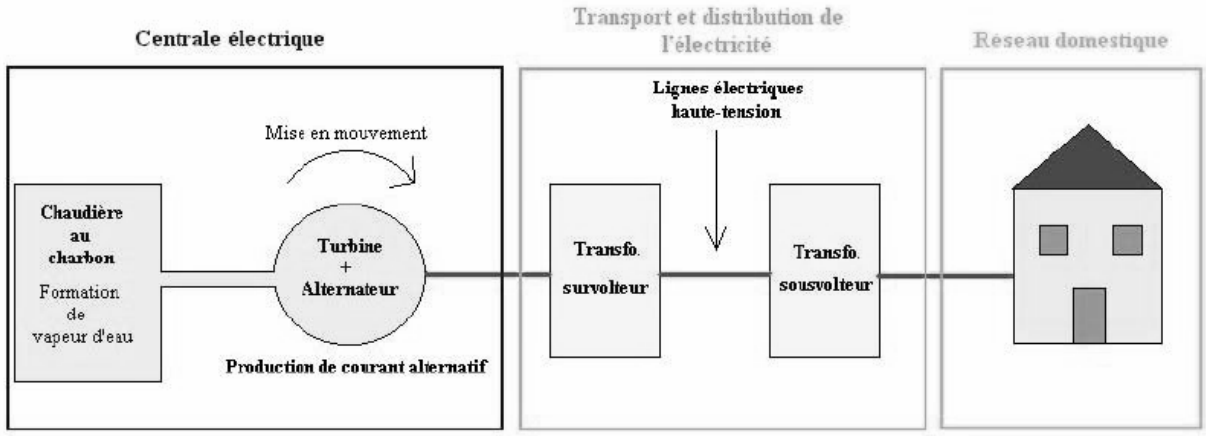
b)- Calcul de la valeur des condensateurs à installer sur chaque phase :
Energie réactive fournie par une batterie de condensateur

$$Qc = 3U^2C\omega \qquad C = \frac{Qc}{3U^2\omega} = \frac{22000}{3*400^2*100\pi} = 145\mu F$$

2. PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

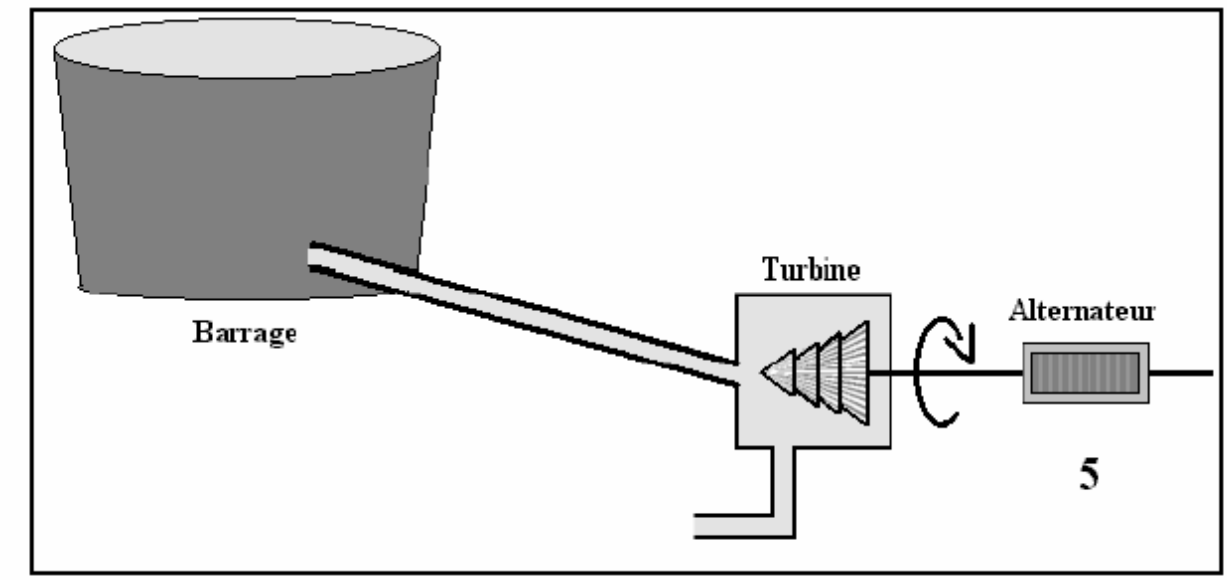
A notre époque, et sans électricité , la vie quotidienne serait difficilement envisageable. Il est donc nécessaire de savoir la produire de manière efficace et continue.
Pour répondre à la consommation croissante d'électricité, il a fallu inventer et construire des usines capables de produire de l'électricité en grande quantité.
Les trois principaux modes de production sont les centrales nucléaires, les centrales à combustibles fossiles et les centrales hydroélectriques. La turbine et l'alternateur sont les deux pièces maîtresse de ces générateurs d'électricité.
Dans le cas des usines thermiques, la turbine est entraînée par la vapeur produite dans les chaudières où l'on brûle les combustibles, alors que dans le cas des usines hydroélectriques, la turbine est animée par la force de l'eau. La turbine est couplée à un alternateur, un grand aimant cerclé d'une bobine, qui va produire un courant alternatif en tournant. Une fois le courant produit,

il doit être amené jusque chez le consommateur…A la sortie de la centrale, un premier transformateur, un survolteur, augmente la tension
du courant à 400 ou 800000 V. Ceci permet de minimiser les pertes d'énergie pendant le transport. Près du point de livraison, un deuxième transformateur, un sousvolteur, fait l'opération inverse : il abaisse la tension du courant pour la mettre aux normes du réseau domestique.

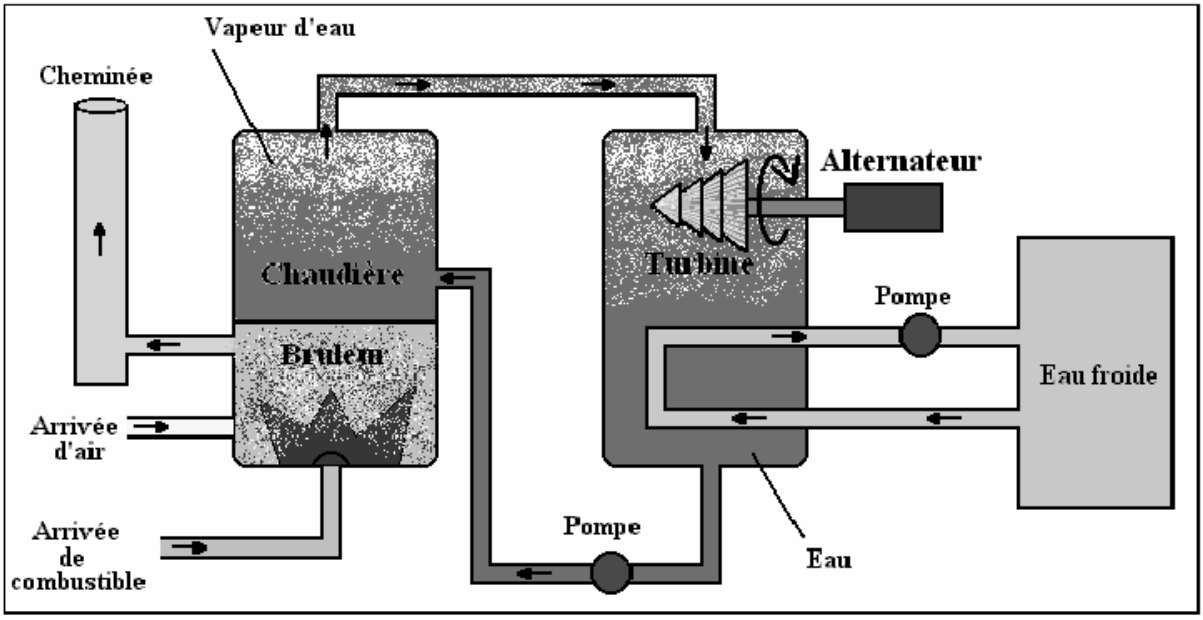


Il existe d'autres manières efficaces de produire de l'électricité : les panneaux solaires transforment la lumière du soleil en électricité et les éoliennes utilisent la force du vent. Il faut savoir qu'il existe également des usines marémotrices qui utilise la force des marées, que la géothermie exploite les gisements d'eau chaude stockés dans le sous-sol terrestre, tandis que les usines à biomasse utilisent les déchets comme source d'énergie.

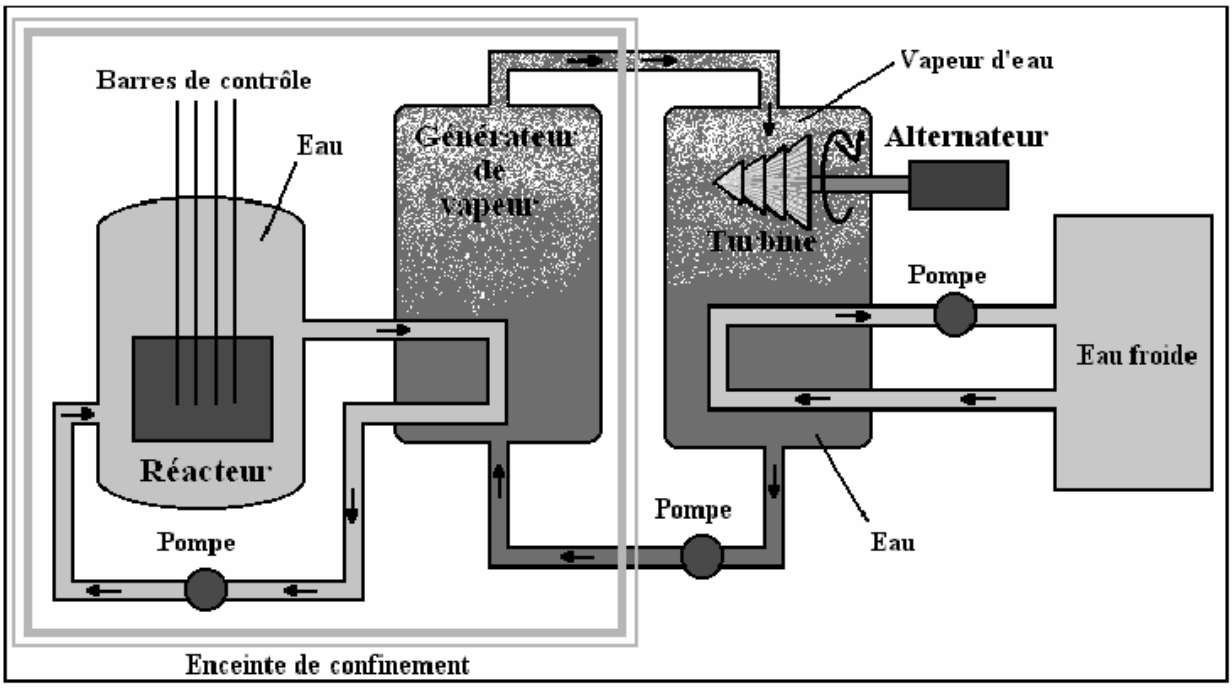
2.1 Centrale hydroelectrique



2.2 Centrale thermique

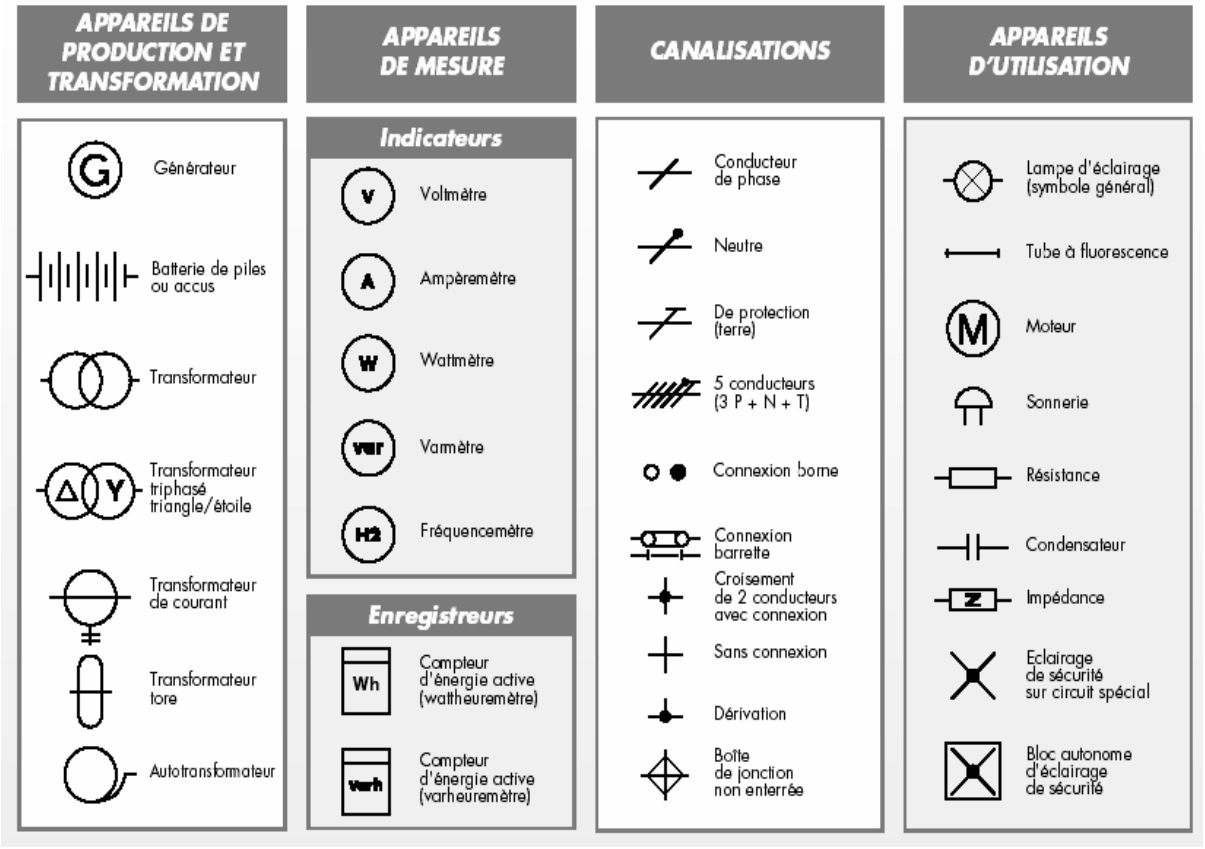


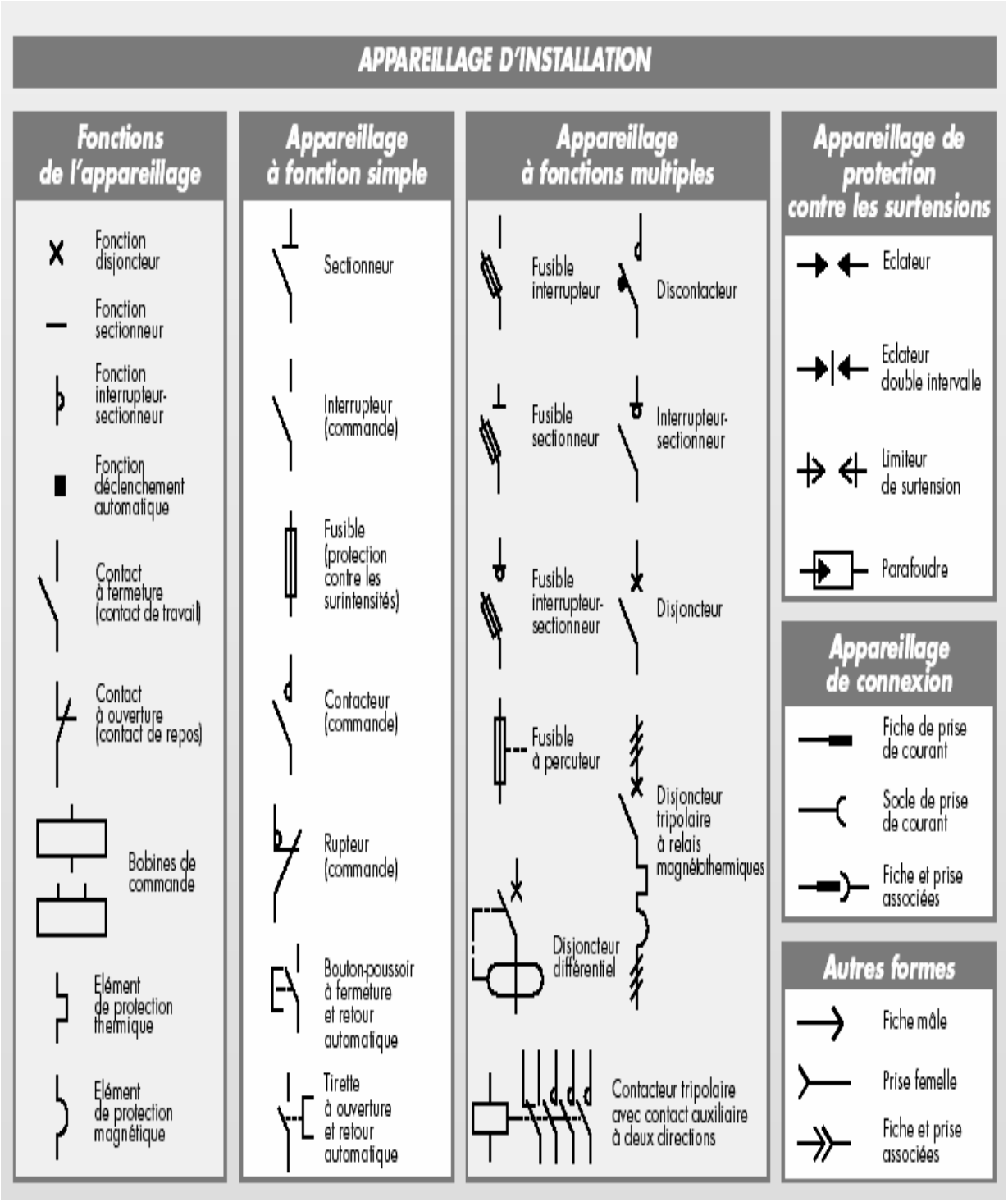
2.3 Centrale nucleaire



3 SYMBOLES NORMALISES

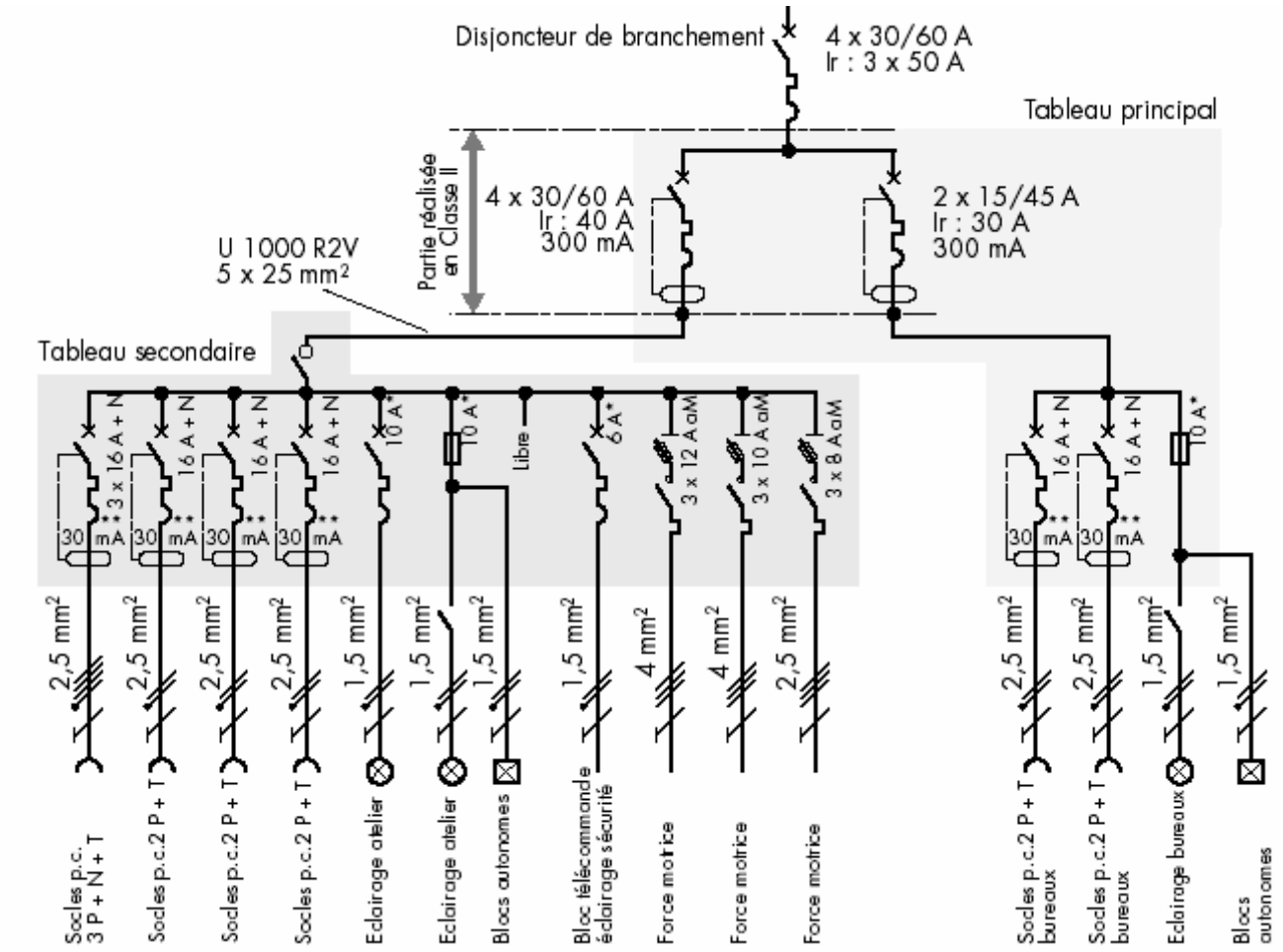
Pour la réalisation des installations/branchements électriques il faut avoir un schémas électrique qui doit représenter par l'intermédiaire des symboles faciles a reconnaître par tous les intéresses, les connexions a faire et les broches a connecter de toutes les composantes utilisées. C'est pour cela qu'on a été imposer par des normes internationales, les modalités de représentation des différentes éléments utilises dans les installations électriques. Comme ça, un schéma une fois conçu, peut être interprété, modifié, et réalisée par un autre personne/collectif sans être nécessaire d'avoir des explications supplémentaires. Voici les principaux symboles utilisés :



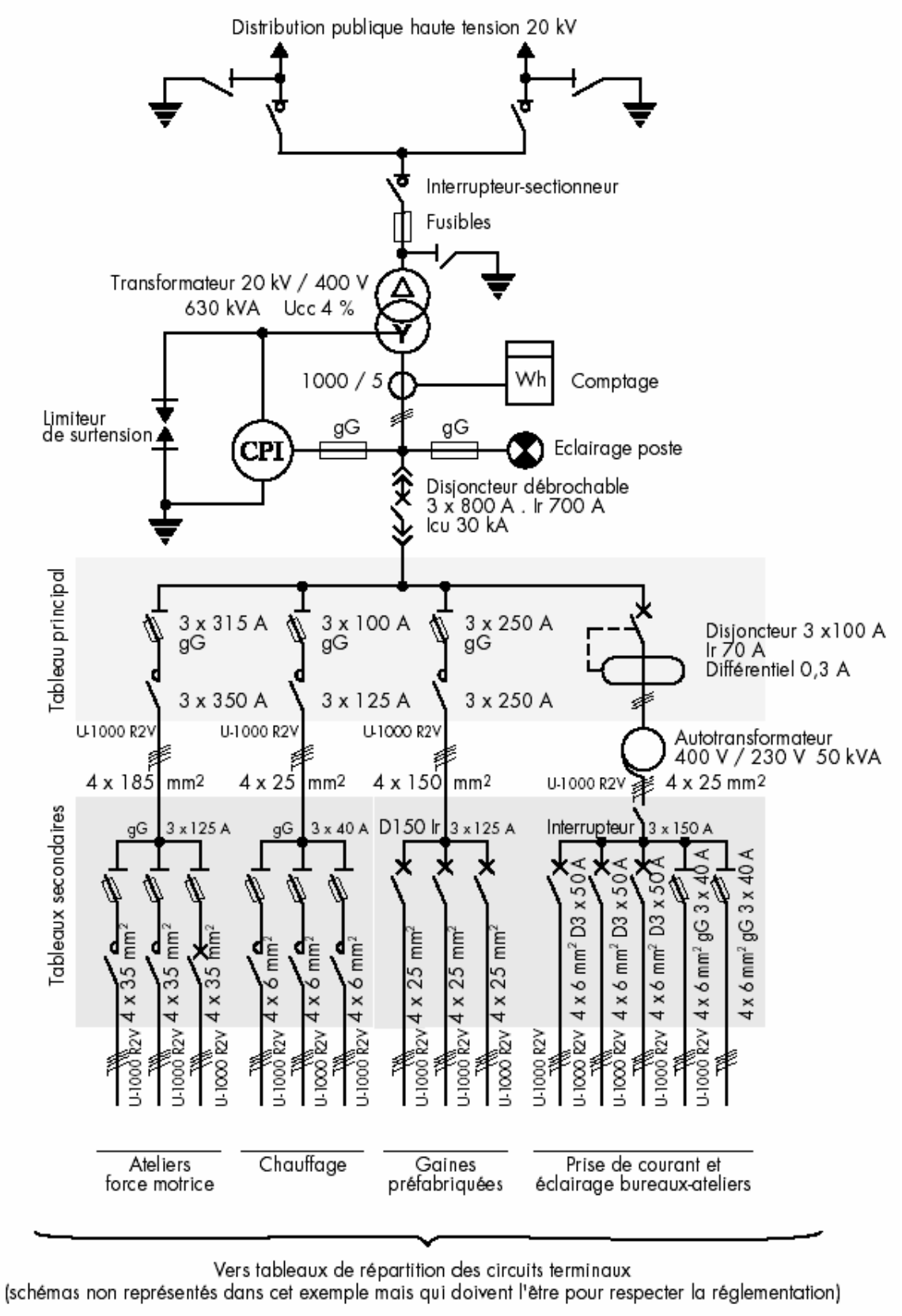

APPAREILLAGE D'INSTALLATION
Fonctions de l'appareillage
Fonction disjoncteur
Fonction sectionneur
Fonction interrupteur-sectionneur
Fonction déclenchement automatique
Contact à fermeture (contact de travail)
Contact à ouverture (contact de repos)
Bobines de commande
Elément de protection thermique
Elément de protection magnétique
Appareillage à fonction simple
Sectionneur
Interrupteur (commande)
Fusible (protection contre les surintensités)
Contacteur (commande)
Rupteur (commande)
Bouton-poussoir à fermeture et retour automatique
Tirette à ouverture et retour automatique
Appareillage à fonctions multiples
Fusible interrupteur
Discontacteur
Fusible sectionneur
Interrupteur-sectionneur
Fusible interrupteur-sectionneur
Disjoncteur
Fusible à percuteur
Disjoncteur tripolaire à relais magnétothermiques
Disjoncteur différentiel
Contacteur tripolaire avec contact auxiliaire à deux directions
Appareillage de protection contre les surtensions
Eclateur
Eclateur double intervalle
Limiteur de surtension
Parafoudre
Appareillage de connexion
Fiche de prise de courant
Socle de prise de courant
Fiche et prise associées
Autres formes
Fiche mâle
Prise femelle
Fiche et prise associées

3.1 Exemples d'utilisation des symboles

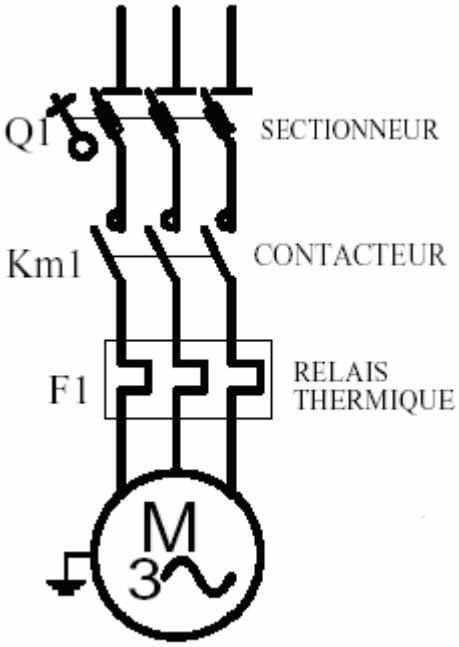
3.1.1 Installation électrique d'un local



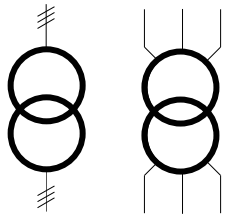
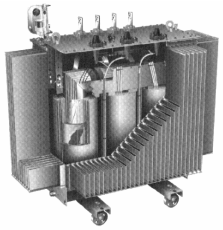
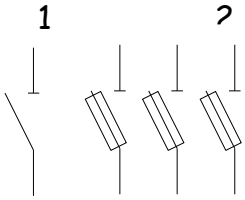
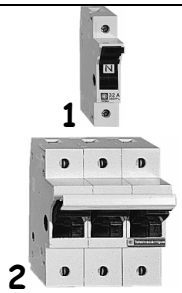
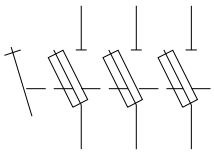
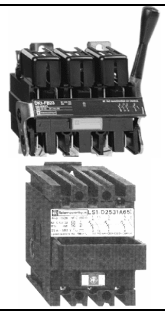
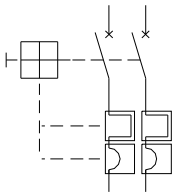
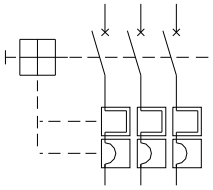
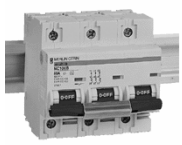
3.1.2 Schémas d'une installation complexe (masses reliées, neutre non distribue

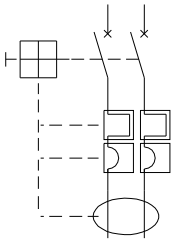
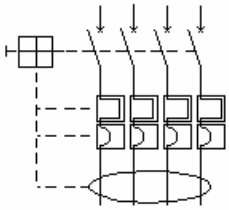
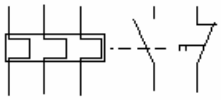
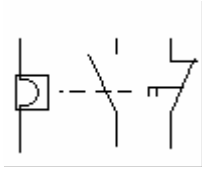
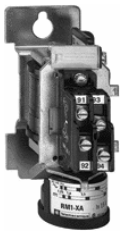
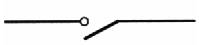
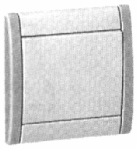
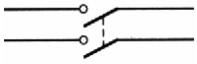
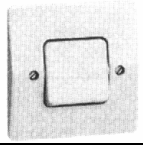
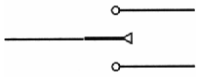
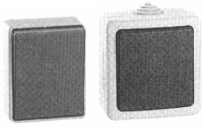


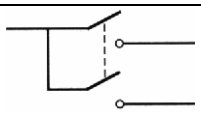
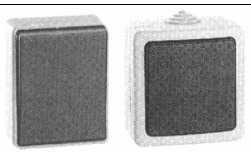
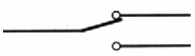
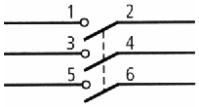
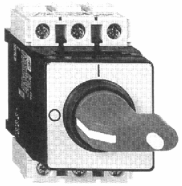
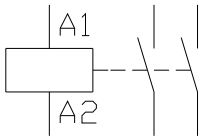
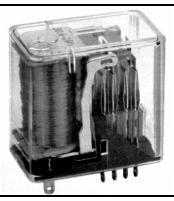
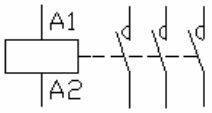
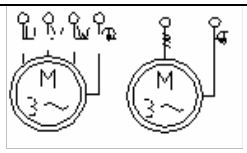
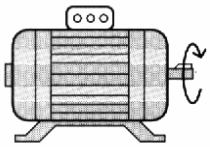
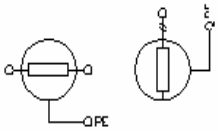
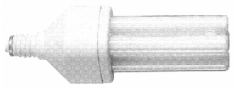
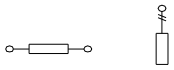
3.1.3 Schéma du circuit de démarrage d'un moteur électrique

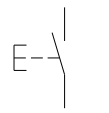
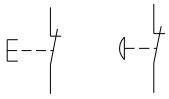
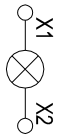
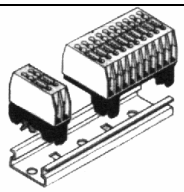
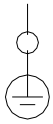
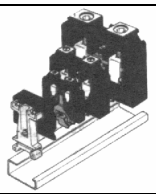
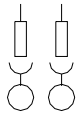
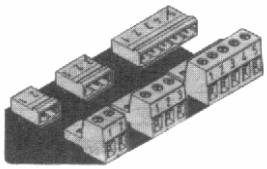
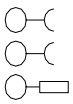


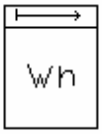
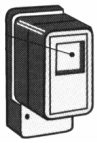
4. APAREILLAGE ELECTRIC

Familles :	Fonctions	Applications	Appareillages	Symboles	Vues
Transformateur	Abaisser/ hauter la tension	Industrielles	Transformateur de distribution		
Sectionneurs	Isoler l'installation électrique de son réseau	Industrielles	Portes-fusibles 1 :unipolaire 2 : tripolaire		
			Sectionneur tripolaire		
Fusibles	Protéger les biens	Domestiques et Industrielles	Fusibles		
Disjoncteurs	Protéger les biens	Domestiques	Disjoncteurs bipolaires		
		Industrielles	Disjoncteurs tripolaires		

Familles :	Fonctions	Applications	Appareillages	Symboles	Vues
Disjoncteurs	Protéger les biens	Domestiques	Disjoncteus bipolaires		
		Industrielles	Disjoncteus différenties tétra polaires		
Relais de protection	Protéer les biens	Industrielles	Relais thermique		
			Relais magnétique		
Pré actionneurs	Commander à la main	Domestiques	Interrupteur unipolaire		
			Interrupteur bipolaire		
			Commutateur unipolaire à 2 directions avec arrêt		

Familles :	Fonctions	Applications	Appareillages	Symboles	Vues
Pré action-neurs	Com-mander à la main	Domesti-ques	Commutateur unipolaire à 2 allumages		
			Commutateur unipolaire à 2 directions		
		Industriel-les	Interrupteur tripolaire		
	Com-mander autre-ment qu'à la main	Industriel-les	Relais		
			Contacteur tripolaire		
Action-neurs	Conver-tir l'éner-gie	Domes-tiques et Industriel-les	Moteur triphasé		
			Lampes		
			Résistances chauffantes		

Familles :	Fonctions	Applications	Appareillages	Symboles	Vues
Eléments de dialogues	Donner un ordre de marche	Industriel-les	Boutons poussoirs marche		
	Donner un ordre d'arrêt	Industriel-les	Boutons poussoirs arrêt		
	Signa-ler	Industriel-les	Voyants		
Auxiliaires de raccorde ment	Connec ter les conduct eurs	Industriel-les	Borniers type «vissé-vissé»		
			Borniers type «conducteur de protection»		
			Bornier type « vissé-soudé débrochable »		
		Domest-iques	Prise de courant		

Familles :	Fonctions	Applications	Appareillages	Symboles	Vues
Appareils de mesures	Mesurer l'énergie	Domestiques et Industrielles	Compteur d'énergie		
	Mesurer une tension, un courant ….	Industrielles	Multimètre		

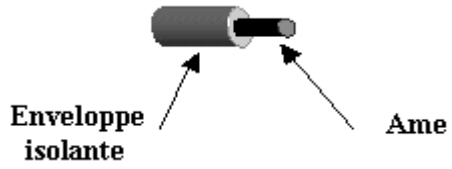
5 LES CONDUCTEURS ET CABLES

Les conducteurs et les câbles assurent la transmission de l'énergie électrique et sa distribution. Il en existe une très grande variété pour satisfaire à toutes les utilisations de l'électricité.

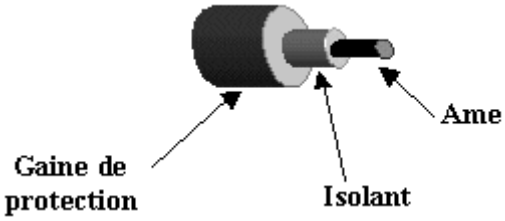
I)- Définitions :

On distingue trois termes :

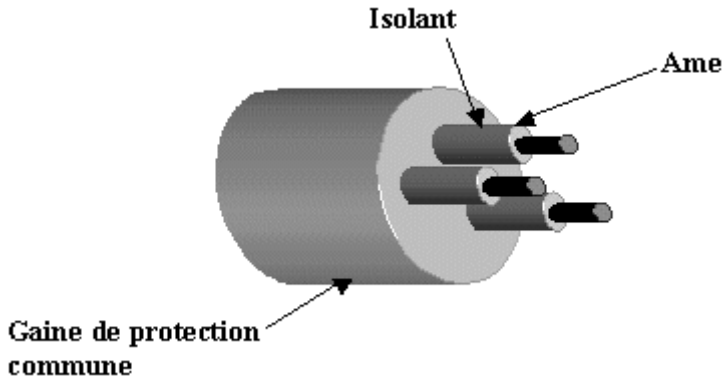
- ***Le conducteur isolé:*** *qui est un ensemble formé par une âme conductrice entourée d'une enveloppe isolante.*



- ***Le câble unipolaire:*** *c'est un conducteur isolé qui comporte, en plus, une ou plusieurs gaines de protection.*



- ***Le câble multiconducteurs:*** *c'est un ensemble de conducteurs distincts, mais comportant une ou plusieurs gaines de protection commune.*



II)- Caractéristiques :

1)- Caractéristiques électriques

a)- Parties conductrices :

Elles concernent l'âme du conducteur ou du câble. Cette âme doit être très bonne conductrice de l'électricité pour limiter au maximum les pertes par effet Joule lors du transport de l'énergie, d'où l'utilisation du cuivre ou de l'aluminium qui ont une résistivité très faible.

du cuivre : ρ = 17,24 Ω. mm²/ km à 20 °C
de l'aluminium : : ρ = 28,26Ω. mm²/ km à 20 °C

résistance d'un conducteur :

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

l :longueur du conducteur en km
s :section du conducteur en mm²
□ : résistivité du conducteur en. mm²/ km

b)- Parties isolantes :

Elles doivent avoir une résistivité très grande (isolant), on emploie :

- *Le PVC (polychlorure de vinyl) ou le polyéthylène*
- *Le caoutchouc butyle vulcanisé (PRC)*

Les isolants utilisés sont caractérisés par leur tension nominale d'isolement. La tension nominale du câble doit être au moins égale à la tension nominale de l'installation.

En basse tension on distingue différentes tensions nominales de câbles : 250V, 500V, 750V ou 1000V.

2)- Caractéristiques mécaniques

a)- Ame :

Elle est caractérisée par sa section (jusqu'à 300 mm²), et par sa structure qui peut être massive (rigide) ou câblée (souple). Les âmes câblées sont formées de plusieurs brins torsadés. La souplesse d'un câble dépend du nombre de brins utilisé pour une même section.

Elle se répartit en 6 classe :

***Classe 1** : rigide : 7 brins*

***Classe 2** : souple : 19 brins*

***Classe 6** : très souple : 702 brins*

b)- Enveloppe ou Gaine isolante :

Les caractéristiques mécaniques de l'enveloppe isolante ne sont pas toujours suffisantes pour protéger le câble des influences externes. On est conduit à recouvrir l'enveloppe isolante par une gaine de protection qui doit présenter des caractéristiques :

- *Mécaniques (résistance à la traction, à la torsion, la flexion et aux chocs) ;*

- *Physiques (résistance à la chaleur, au froid, à l'humidité, au feu) ;*
- *Chimiques (résistance à la corrosion au vieillissement).*

On emploie des enveloppes en matériaux synthétiques (PVC) ou métalliques (feuillard d'acier, d'aluminium ou plomb).

La température maximale de fonctionnement pour les isolants est donnée par la norme NF C 15-100 :

- *Polychlorure de vinyle : 70 °C*
- *Polyéthylène réticulé : 90 °C*

III)- Identification et repérage :

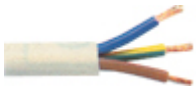
On peut identifier les conducteurs par leur couleur :

- *Bleu clair pour le conducteur neutre*
- *Vert / Jaune pour le conducteur de protection électrique*
- *Les conducteurs de phase peuvent être repérés par n'importe quelle couleur sauf Vert/Jaune, Vert, Jaune, Bleu clair*

Remarques :

L'identification des conducteurs par leur couleur ne doit être considérée que comme une présomption. Il est toujours nécessaire de vérifier la polarité des conducteurs avant toute intervention.
La couleur bleu clair peut être utilisée pour un conducteur de phase si le neutre n'est pas distribué.

Classification des câbles électriques				
Référence	***Nombre de conducteurs et sections***	***Ampérage/ Puissance***	***Pose***	***Utilisation***
U-1000-R02V	2 x 1,5 mm² / 3 G x 1,5 mm²	10 A	*Pose sous gaine ou en apparent* *Fixation : par collier ou cavalier*	*10 A : circuit éclairage* *16 A : circuit prise* *20 A et 32 A : circuit appareil de cuisson*
	3 G x 1,5 mm² / 4 G x 2,5 mm²	20 A		
	2 x 1,5 mm² / 3 G x 1,5 mm²	10 A	*Pose sous gaine ou en apparent*	

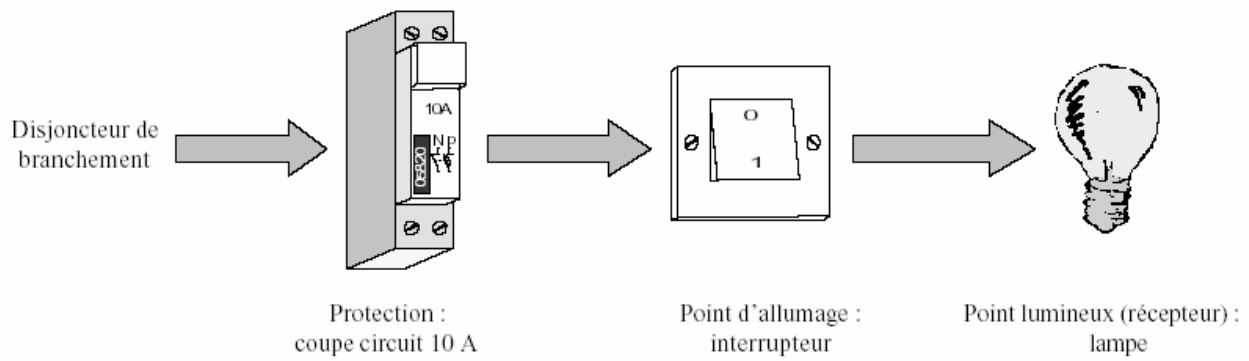
FRN05 VV- U	3 G x 2,5 mm² / 5 G x 1,5 mm²	20 A	*Fixation : par collier ou cavalier*	
	4 G x 4 mm²	25 A		
	5 G x 6 mm²	32 A		
H 07 VU	1,5 mm² unifilaire	10 A	*A encastrer sous gaine ICO ou ICT, ou en apparent sous tube IRL, plinthe ou moulure plastique*	
	2,5 mm² unifilaire	20 A		
H 07 VU	6 mm²	32 A	*A encastrer sous gaine ICO ou ICT, ou en apparent sous tube IRL, plinthe ou moulure plastique*	
	10 mm²	47 A		
	16 mm²	64 A		
P.T.T ou sonnerie	2 paires		*Pose sous gaine ou en apparent Fixation : par cavalier, collier ou par collage*	*Téléphone, carillon, portier de villa*
	4 paires de diamètre 0,6 mm²			
	5 paires			
 **H05 VVF**	2 x 1,5 mm²	1700 watts	*En apparent*	*Réalisation de rallonge ou de prolongateur*
	3 G x 1,5 mm²	1700 watts		
	3 G x 2,5 mm² / 4 G x 2,5 mm²	3200 watts		
	3 G x 4 mm²	4200 watts		
	3 G x 6 mm²	5200 watts		
H03 VH H2F	2 x 0,75 mm²	900 watts	*En apparent*	*Réalisation de rallonge ou de prolongateur*
Câble haut parleur	2 x 0,75 mm²		*En apparent*	

6 LES DIFFERENTS SCHEMAS ELECTRIQUES EN DOMESTIQUE

6.1 Simple allumage

6.1.1 But

Il permet d'allumer ou d'éteindre un point lumineux en un seul point d'allumage.



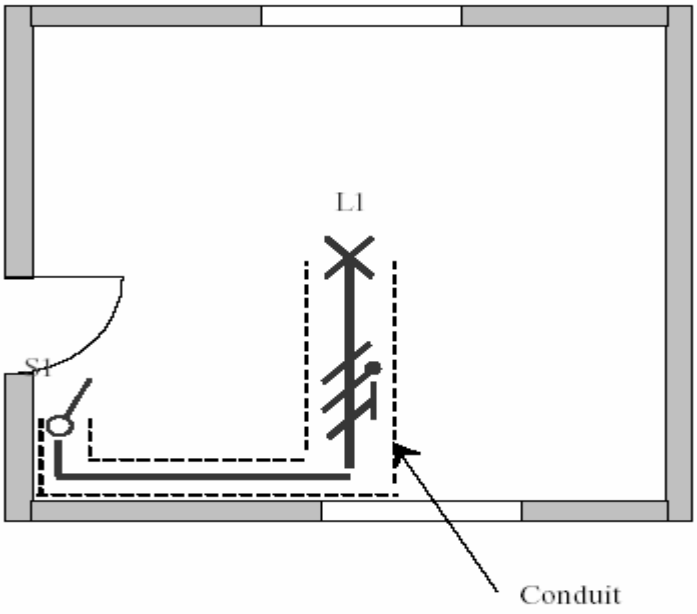
6.1.2. Schéma développé

6.1.3. Schéma architectural ou d'implantation

Il permet de donner l'emplacement des éléments du schéma développé à l'intérieur de la pièce concernée.

6.1.4. Schéma unifilaire

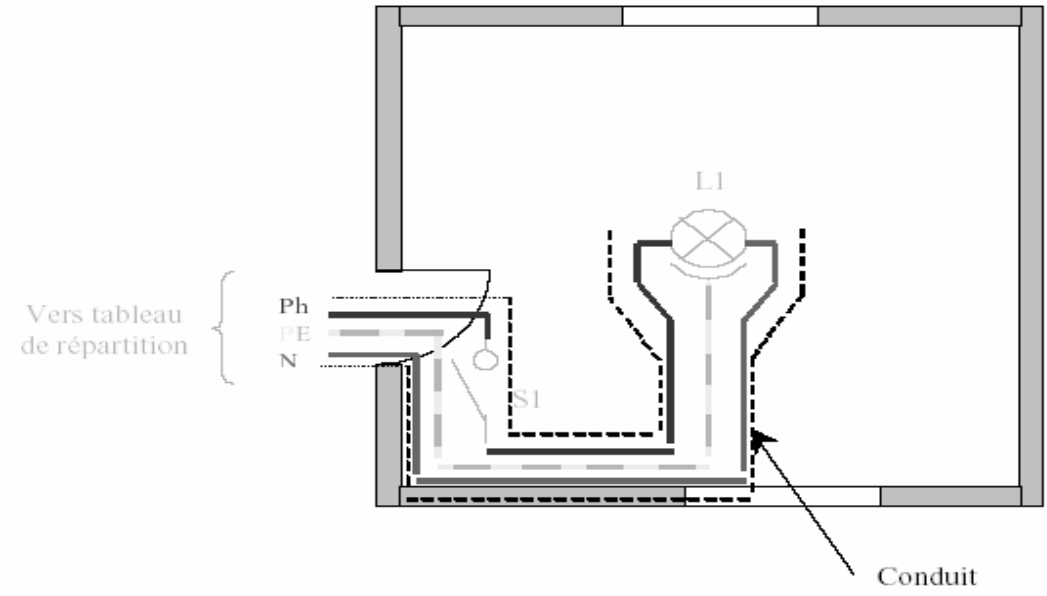
Il permet de donner l'emplacement des conduits dans lesquels il y aura les conducteurs



.

6.1.5 Schéma multifilaire

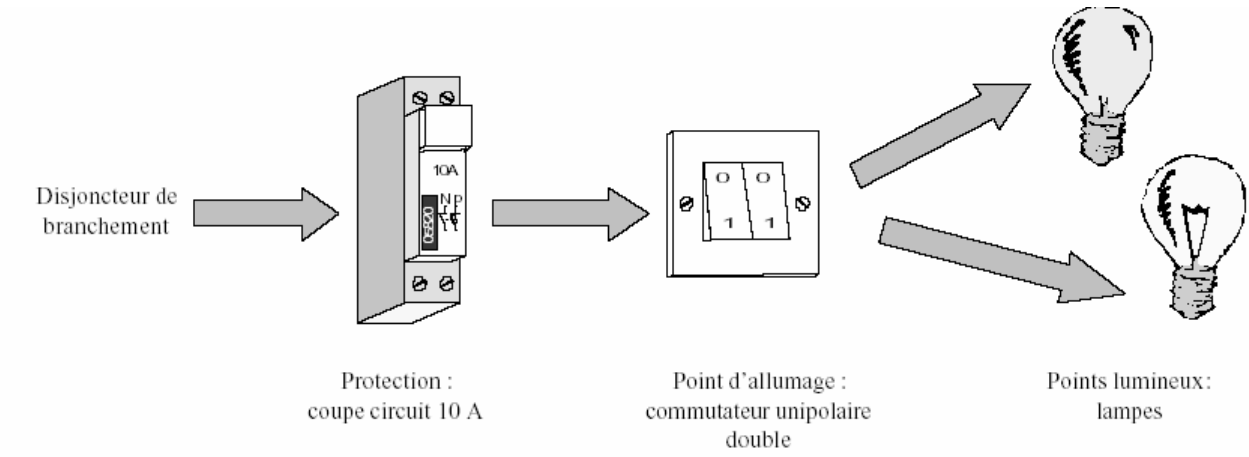
Il correspond au schéma de câblage.



6.2 Double allumage

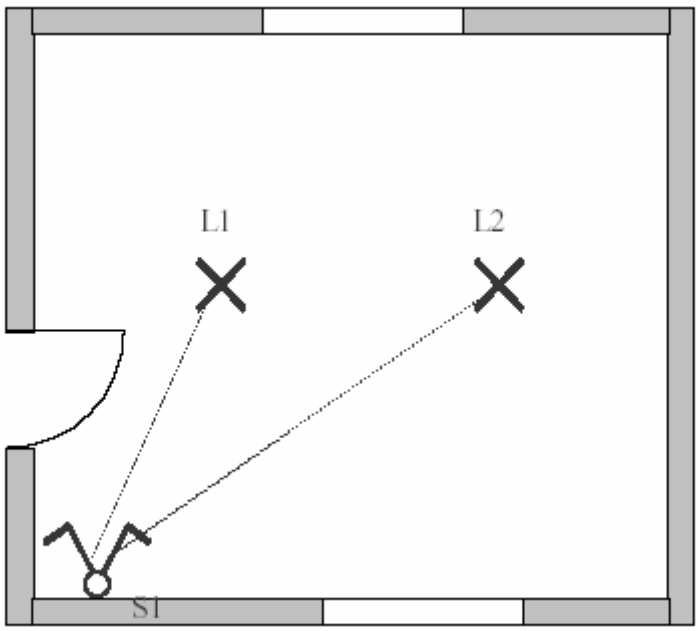
6.2.1 But

Il permet d'allumer ou d'éteindre ensemble ou séparément et d'un seul endroit le ou les points lumineux.



6.2.2 Schéma développé

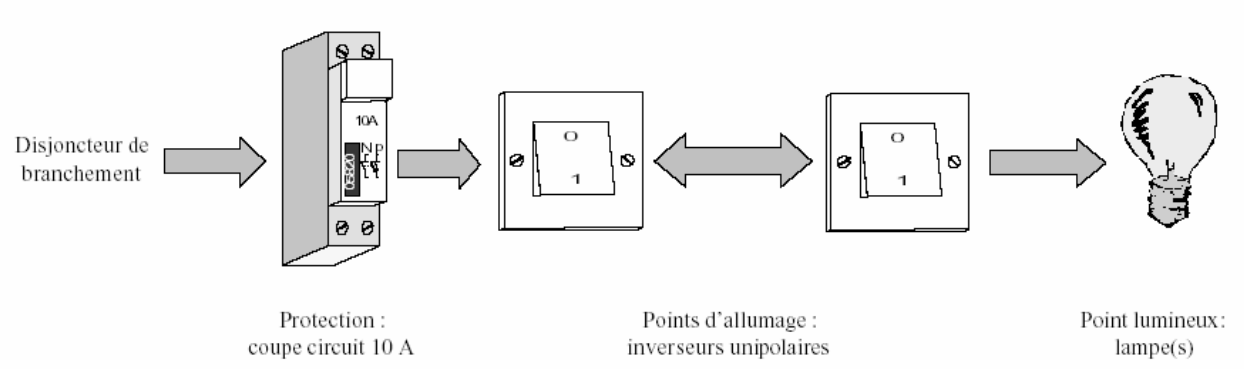
6.2.3 Schéma architectural



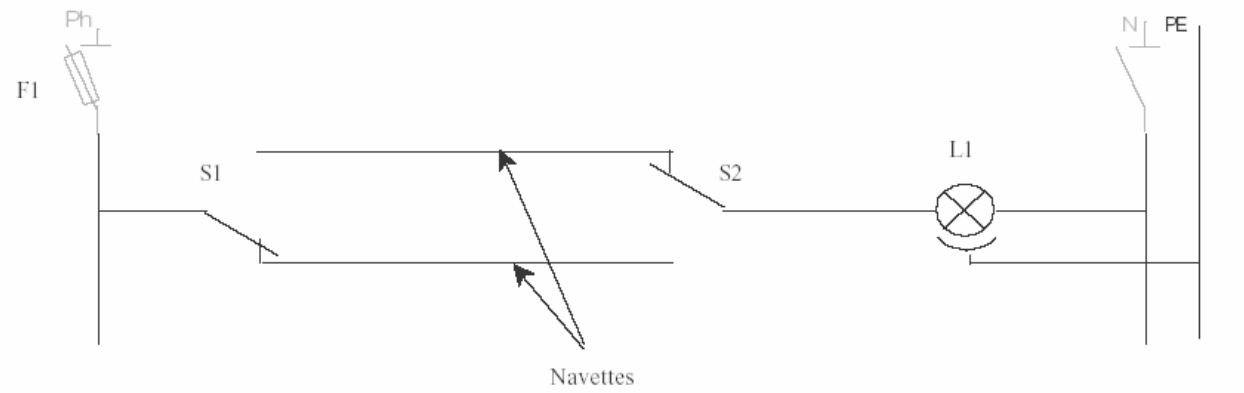
6,3 Va-et-vient

6.3.1 But

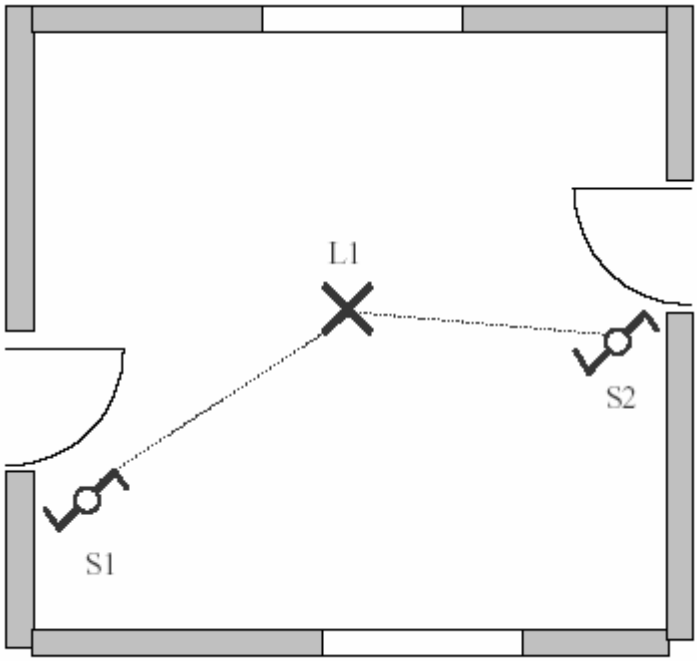
I*l commande l'allumage et l'extinction de point(s) lumineux de deux endroits différents.*



6.3.2 Schéma développé



6,3.3 Schéma architectural

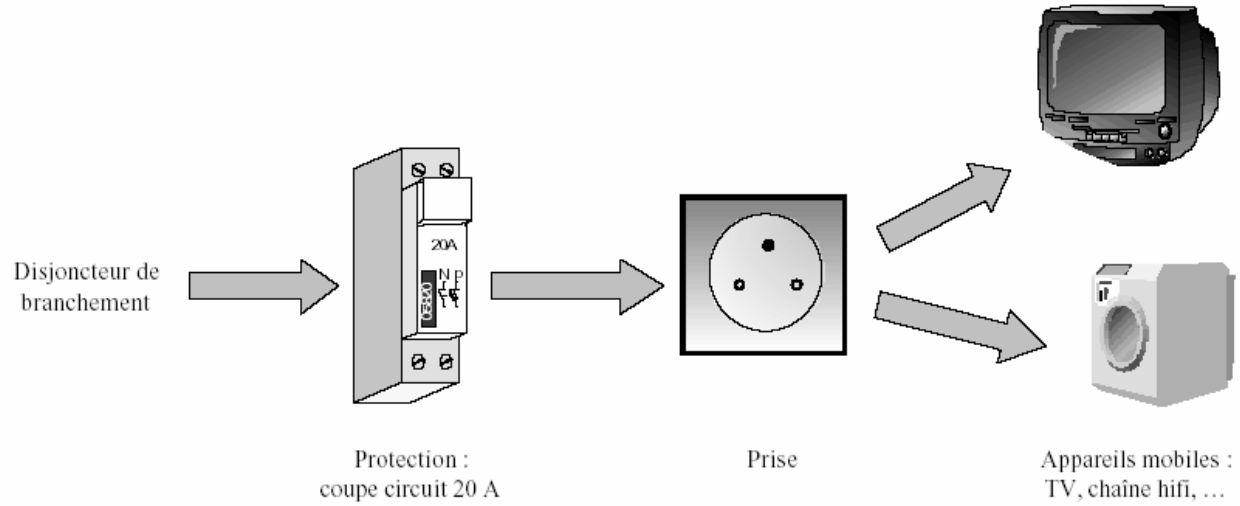


6.4 Prise et prise commandée

6.4.1 Prise

6.4.1.1 But

Elle permet un raccordement électrique d'appareils mobiles.

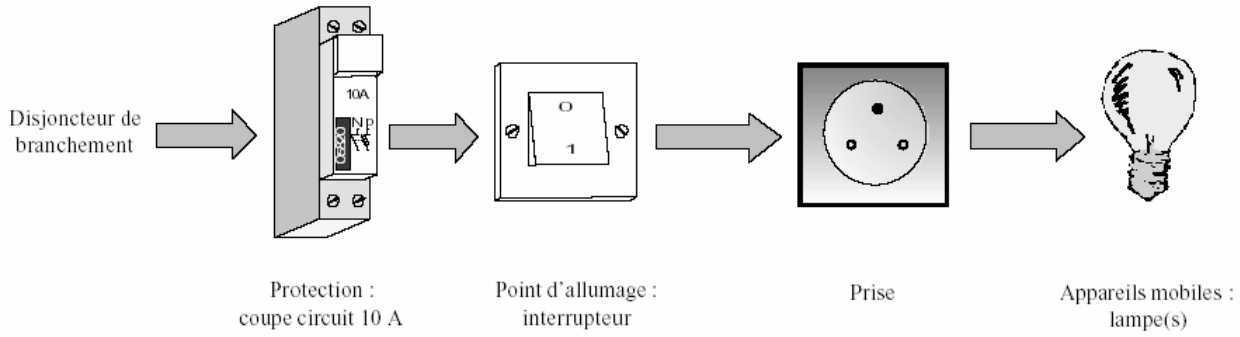


6.4.1.2 Schéma développé

6.4.2. Prise commandée

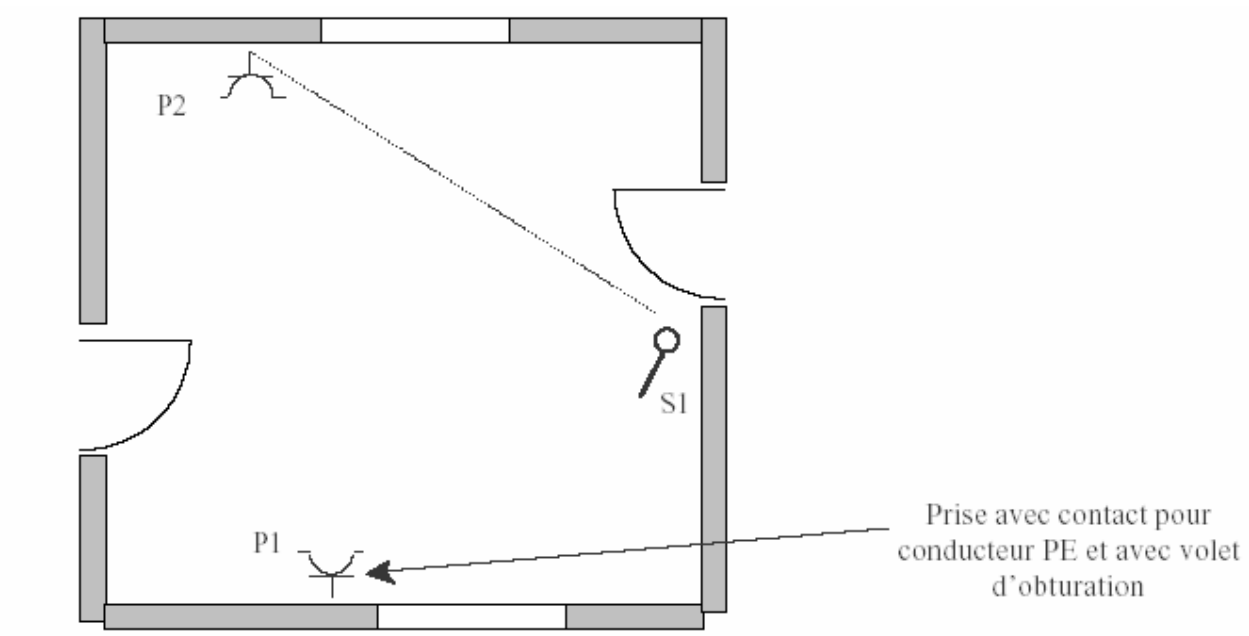
6.4.2.1 But

Elle est destinée à alimenter des appareils d'éclairages mobiles.



6.4.2.2 Schéma développé

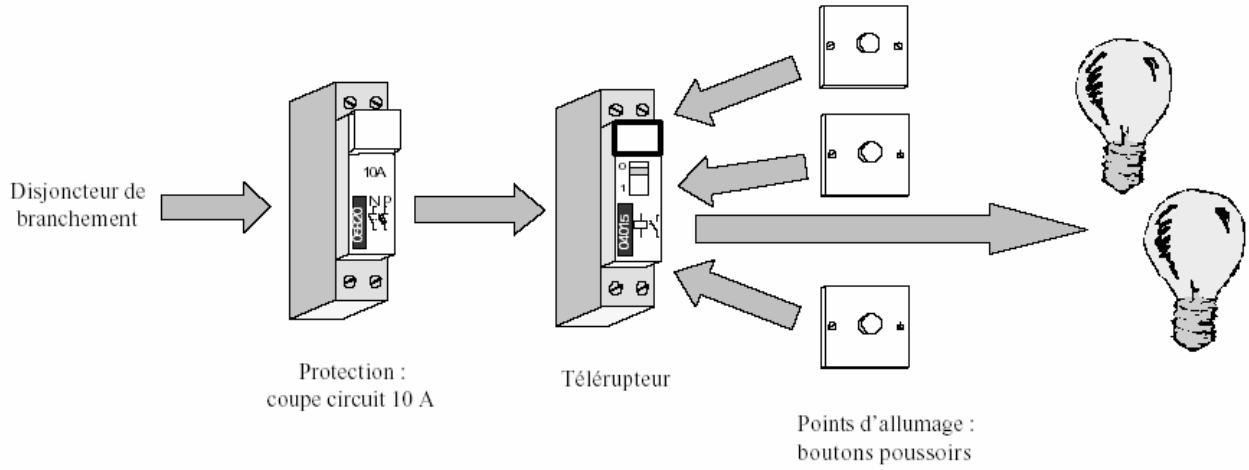
6.4.2.3. Schéma architectural



6.5 Télérupteur

6.5.1 But

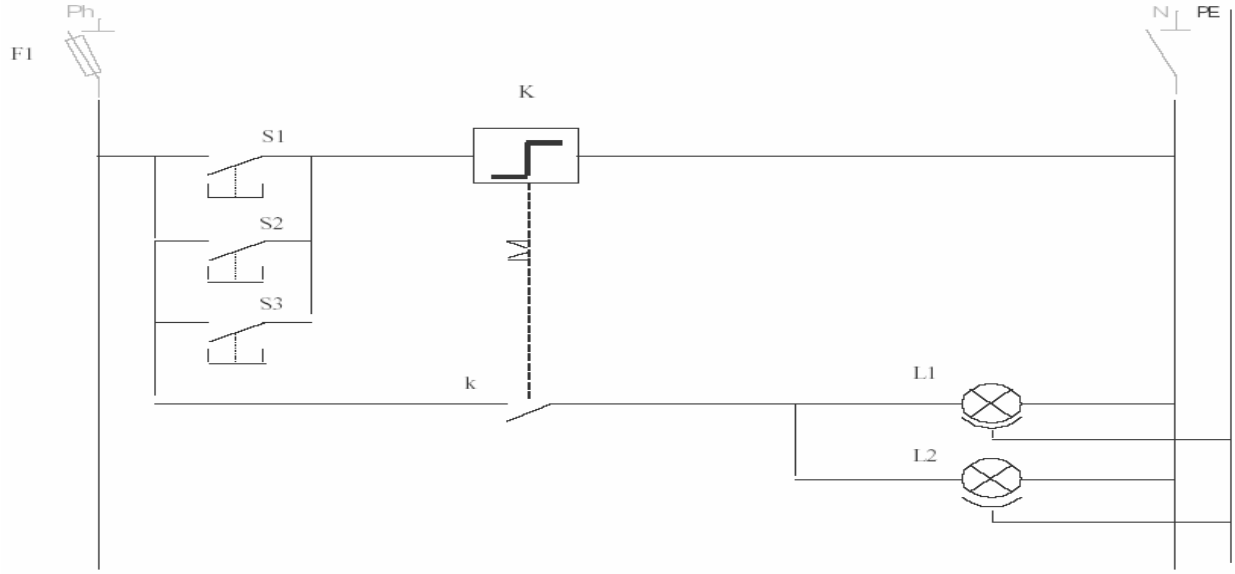
On installe un télérupteur lorsque l'on dispose d'au moins de trois points d'allumage pour l'allumage de points lumineux. Exemple : couloir.



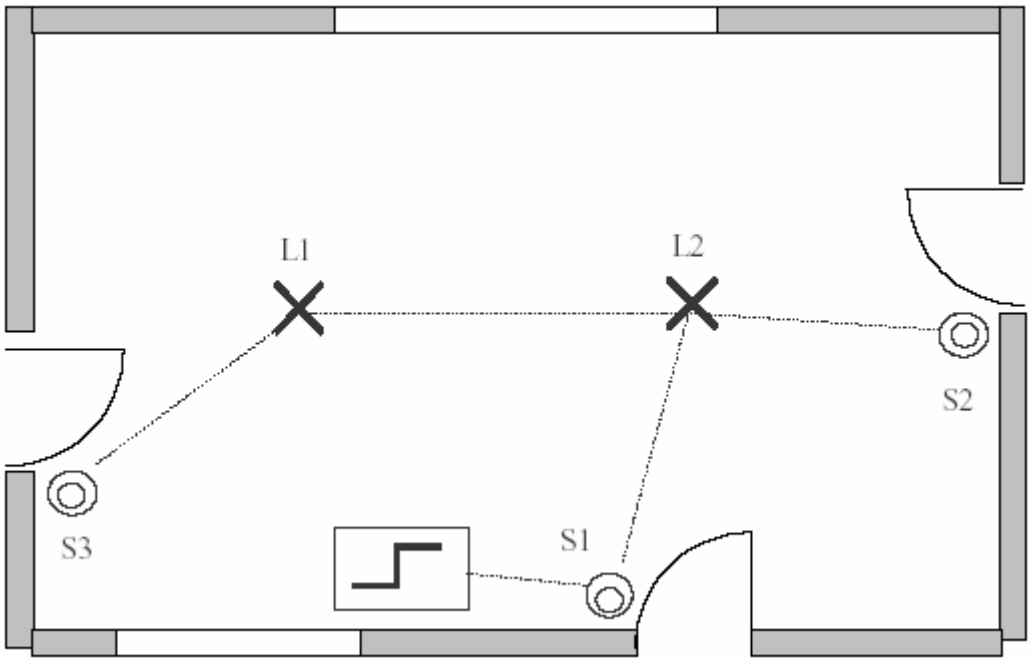
6.5.2. Fonctionnement

Une impulsion sur l'un des points d'allumage (bouton poussoir) permet la mise sous tension des points lumineux. Une nouvelle impulsion sur l'un des points d'allumage permet d'éteindre les points lumineux.

6.5.3. Schéma développé



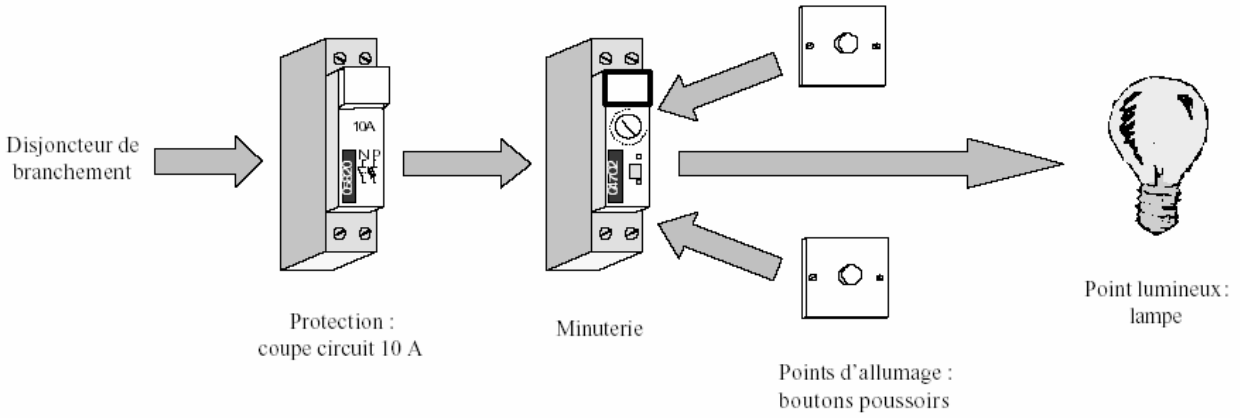
6.5.4. Schema architectural



6.6 Minuterie

6.6.1 But

On installe une minuterie lorsque l'on désire une extinction automatique d'un ou de plusieurs points lumineux.

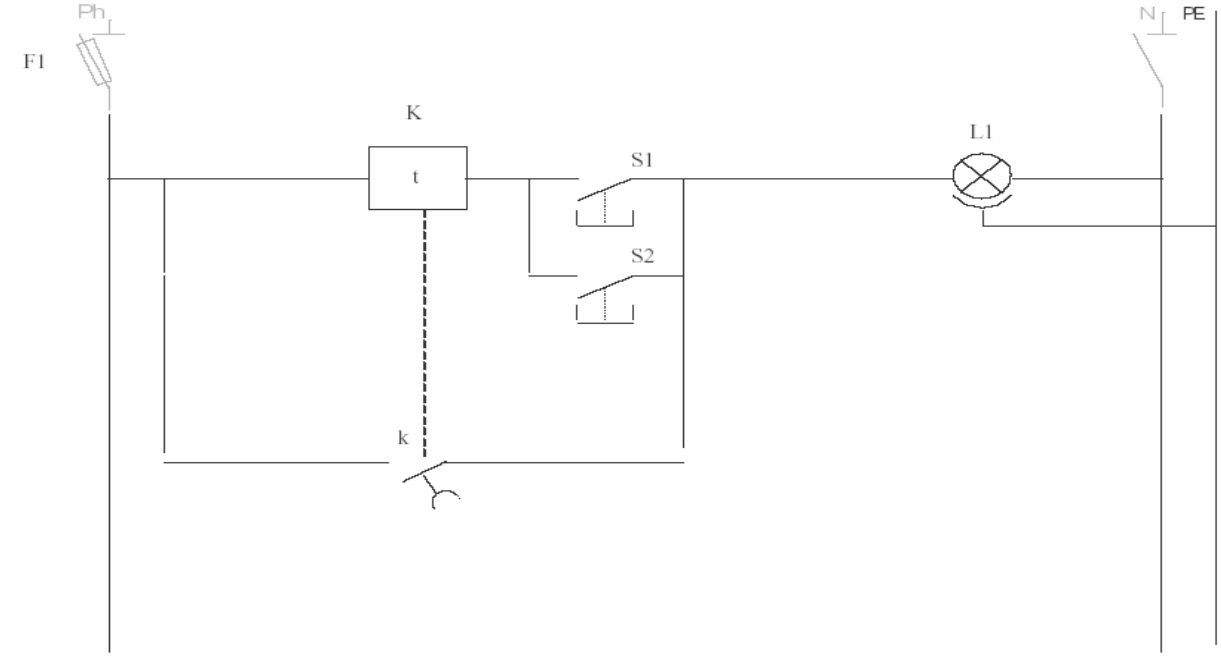


6.6.2. Fonctionnement

Une impulsion sur un des points d'allumage (bouton poussoir) permet la mise sous tension d'un ou de plusieurs points lumineux pendant un temps t prédéterminé.
L'extinction du ou des points lumineux est automatique.

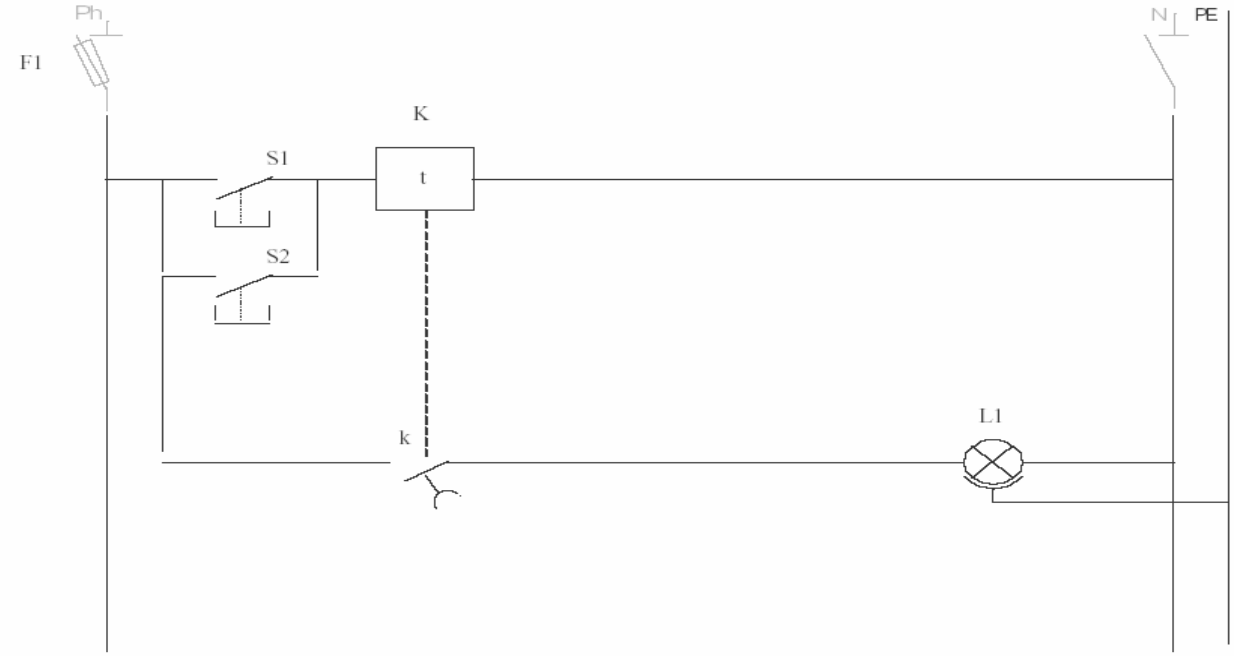
6,6.3. Schéma développé sans effet.

Une fois la temporisation en cours, l'appui sur un bouton poussoir n'a aucun effet.
Quand la temporisation est terminée , l'appui sur un bouton poussoir a de nouveau effet.

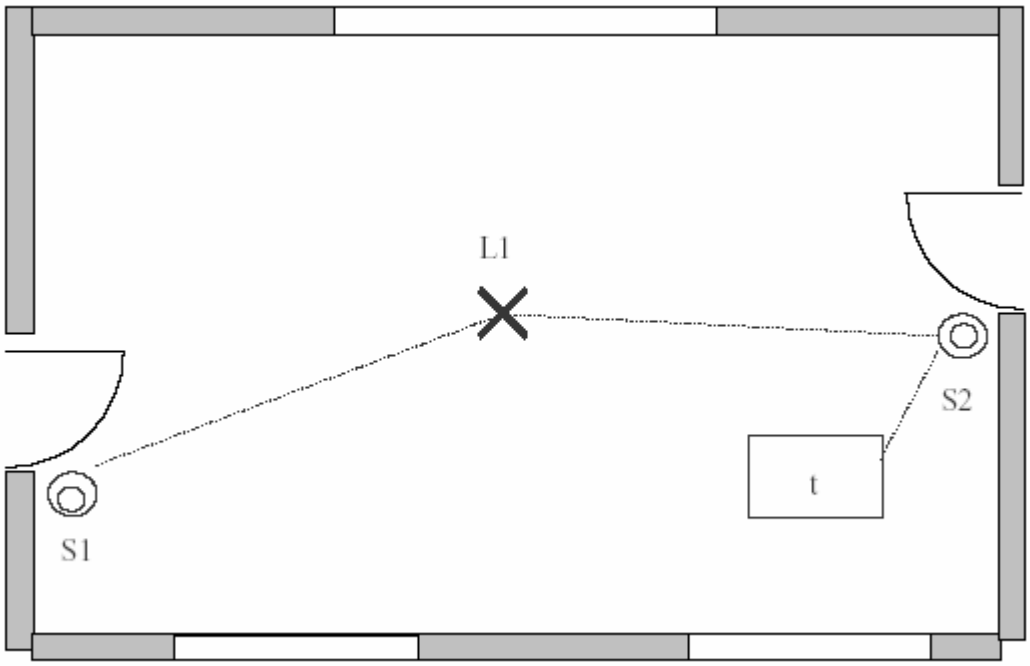


6.6.4 Schéma développé avec effet

A chaque appui sur un bouton poussoir la temporisation repart au début

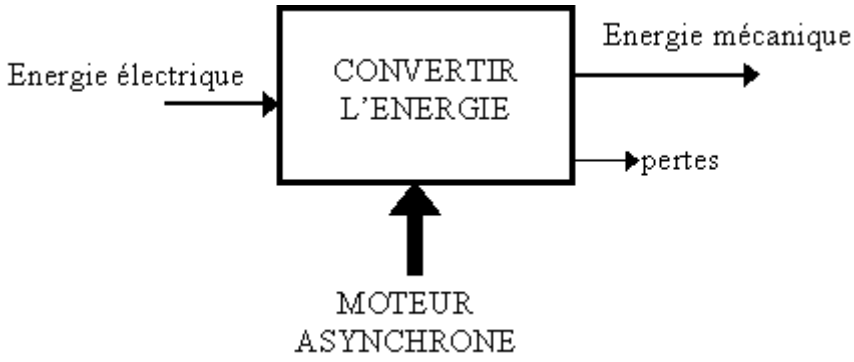


6.6.5. Schéma architectural



7 MOTEURS ASYNCHRONES

Le moteur asynchrone représente 80% des moteurs utilisés industriellement, étant donné leur simplicité de construction et leur facilité de démarrage. D'autre part à puissance égale, c'est le moteur le moins cher. Il ne nécessite pas de source de tension particulière puisqu'il fonctionne sous la tension réseau.



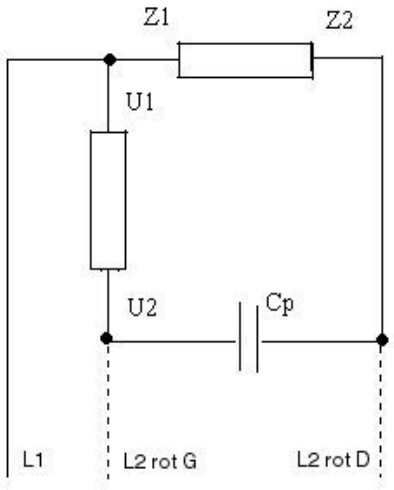
7.1 Moteurs monophasés

7.1.1Moteurs à induction à condensateurs

7.1.1.1 A condensateur permanent

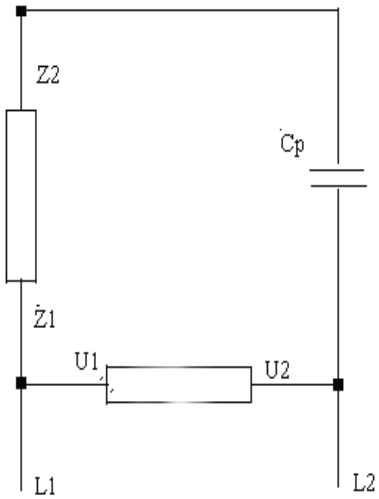
7.1.1.1.a Moteur biphasé

Son bobinage comporte 2 phases égales occupant chacune la moitié des encoches, l'inversion du sens s'obtient par simple permutation de l'alimentation aux bornes des fils allant au condensateur permanent, avec de l'autre coté un commun. Les puissances sont égales dans les deux sens de rotation. Utilisé pour les très petites puissances.



7.1.1.1.b Moteur à condensateur permanent et à bobinage «1/3-2/3».

Son bobinage comprend une phase principale qui occupe 2/3 des encoches, et la phase auxiliaire occupant le tiers restant. Le nombre de spires de la phase auxiliaire est en général le double de celui de la phase principale, sa section étant la moitié de celle de la phase de marche. La phase de marche est repérée U1-U2, la phase auxiliaire Z1-Z2.



7.1.1.2 Moteur à condensateur de démarrage (bobinage « 1/3 - 2/3 »)

Le bobinage comporte deux « phases » : une « phase de marche » (avec la plus faible résistance ohmique !) et une « phase auxiliaire » ou « phase de démarrage ».

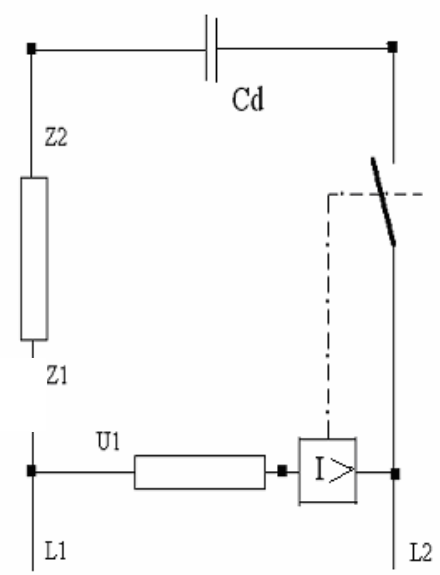
Repérage des connexions aux bornes terminales : Phase de marche : U1-U2, Phase de démarrage : Z1-Z2

Le moteur comporte aussi un artifice de démarrage, qui peut être: un contact centrifuge , un relais Klixon (qui sont des relais d'intensité), ou un relais de démarrage Leroy Somer (qui est un relais de tension).

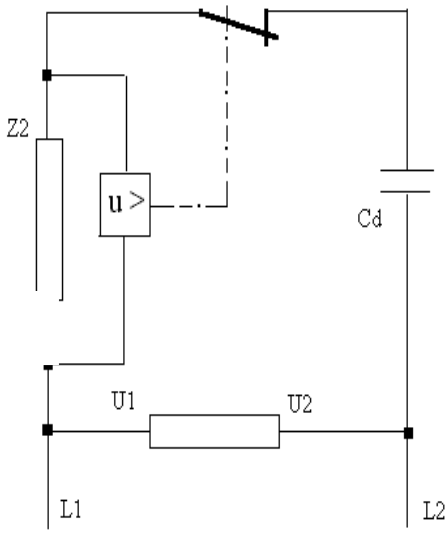
Fonctionnement :

Démarrage : *on alimente la phase de marche , en parallèle avec le circuit [relais ou contact de démarrage + condensateur + phase auxiliaire] . Le relais coupe dès que le moteur est lancé,ensuite seule la phase de marche reste alimentée*

A RELAIS D'INTENSITE



A RELAIS DE TENSION



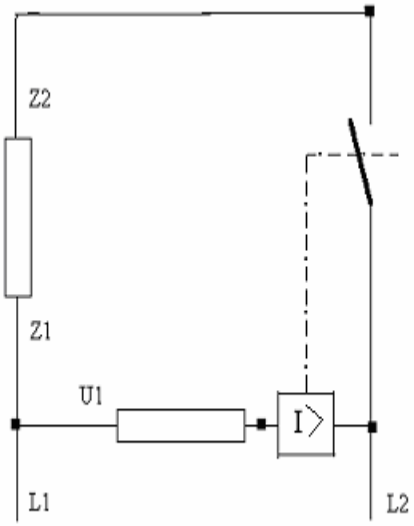
Relais d'intensité

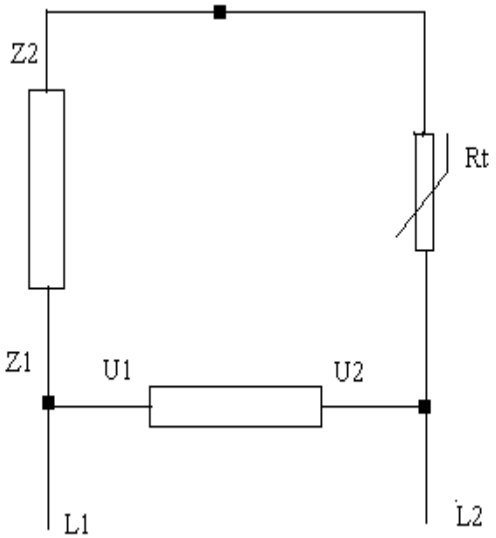
Thermistance PTC

7.1.2 Moteurs a induction sans condensateur

7.1.2.a Moteur à enroulement de démarrage dit « bifilaire »,ou à spires inversées

Le bobinage est composé de 2 phases dissymétriques (généralement 1/3-2/3) :
La phase de marche est bobinée normalement.
La phase de démarrage est bobinée de façon particulière : 70¨% de ses spires sont bobinées dans un sens, dans toutes les encoches réservées à la phase de démarrage, et les 30% de spires restantes sont bobinés à l'envers dans les mêmes encoches (sauf exception sur certaines petites pompes où seulement les bobines du plus grand pas comportaient des spires inverses).





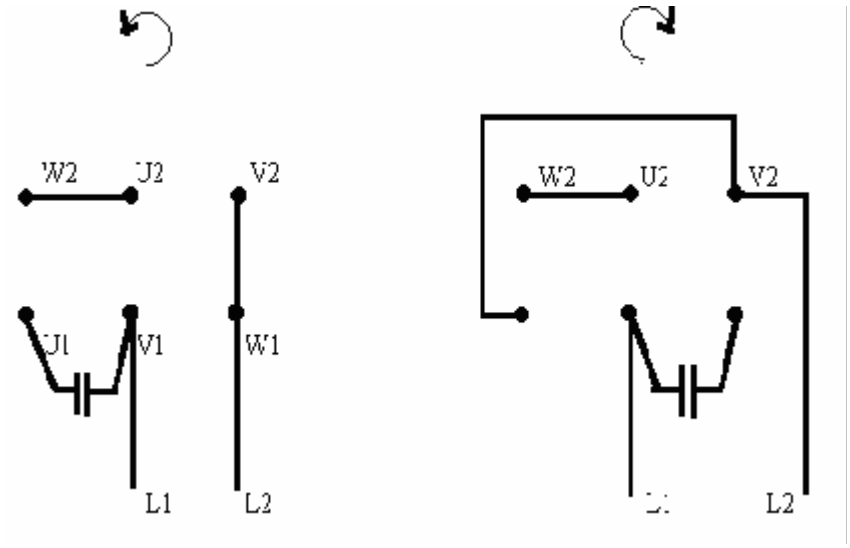
7.2 Moteurs tri phases

7,2.1 Moteurs triphasés alimentes en monophasé

7.2.1.1 Avec des condensateurs

7.2.1.1.a Phase principale = une phase du tri, Phase auxiliaire = deux phases en série.

*Les deux bobinages ainsi répartis ont donc ainsi leurs axes respectifs décalés de 90°, un condensateur de valeur appropriée servira à alimenter la phase auxiliaire . Ce raccordement per*met *d'avoir le maximum de puissance en 220 V, toujours en comptant une perte du tiers de la puissance d'origine (voir tableau).*



7.2.1.1.b <u>Moteur en triangle</u>

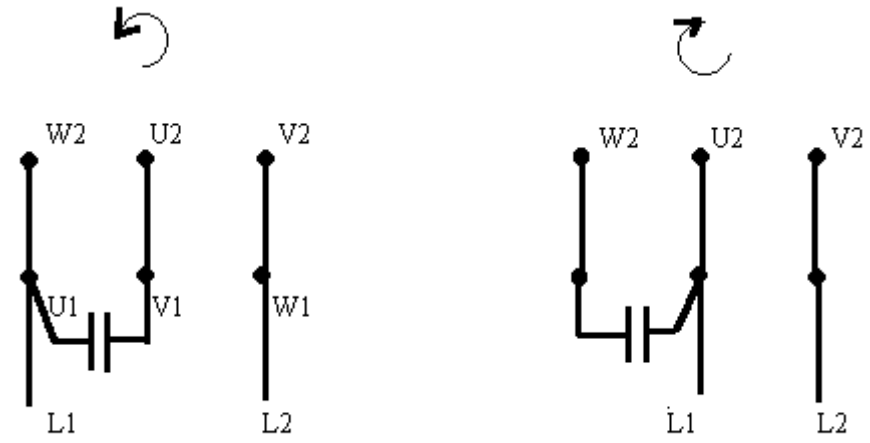


Tableau des valeurs de C

Hauteur d'axe du moteur (type)	Puissance en tri (kw)	Puissance en mono (kw)	Cd (condo de démarrage) µF	Cp (condo permanent) µF	In 220 (Courant nominal en 220V)	Id 220 (courant de démarrage en 220)
80	0,55	0,37	120	30	2,2	11,5
80	0,75	0,55	225	32	3,3	18
90	1,1	0,75	300	47	4,2	25
90	1,5	1,1	500	75	6,1	38
100	2,2	1,5	560	90	8,3	45
100	3	2,2	650	140	12,2	60
112	4	3	1100	250	17	90

(1 CV = 0,736 KW ~ 0,75 KW)

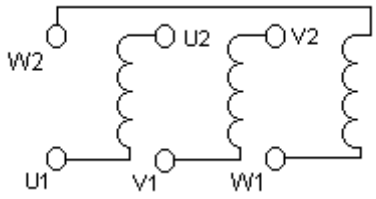
7.2.2 Raccordement des moteurs asynchrones au réseau triphasés

7.2.2. 1 Couplage et modes de démarrages

Les moteurs asynchrones triphasés sont des moteurs très robustes qui nécessitent peu d'entretien. Ils sont très utilisés dans l'industrie.
Ces moteurs possèdent trois enroulements (phases) qui constituent le stator. Ces 3 phases peuvent être couplées soit en triangle, soit en étoile.

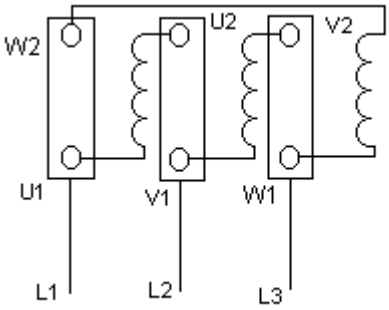
.7. 2.2.1.1 Couplage TRIANGLE et ETOILE.

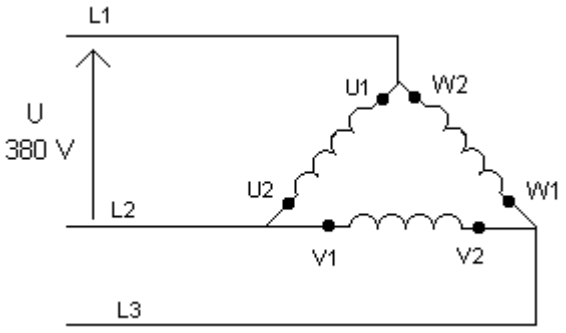
Le moteur asynchrone triphasé dispose d'une plaque à bornes où sont disponibles les extrémités des enroulements du stator :



On choisit le couplage étoile ou triangle en fonction des caractéristiques du moteur : La plaque signalétique d'un moteur asynchrone précise toujours deux tensions de fonctionnement possibles :
Exemple : 230/400 ou 380/660
La plus petite valeur indiquée est la tension nominale d'un enroulement (une phase du moteur) . Par conséquent le moteur asynchrone triphasé est branché :

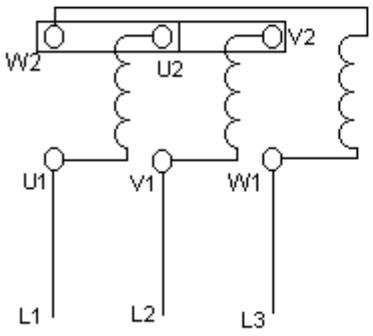
***En triangle** : lorsque la tension entre phases (tension composée) du réseau d'alimentation est égale à la tension de fonctionnement la plus basse :*
Ex : moteur 380/660 Réseau : 220V / 380V (380 V = tension entre phases du réseau)

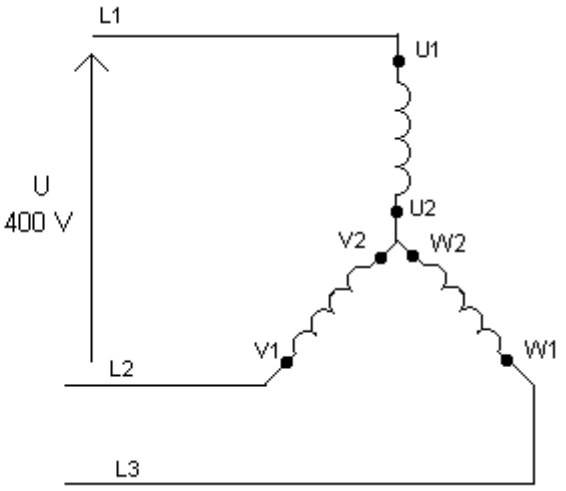




***<u>En étoile</u>** : Lorsque la tension entre phases du réseau d'alimentation est égale à la tension de fonctionnement la plus élevée :*
Exemple moteur : 230/400 Réseau : 230 / 400

Autre exemple : Moteur dont la plaque signalétique indique : 230/400. Réseau triphasé





132 /230

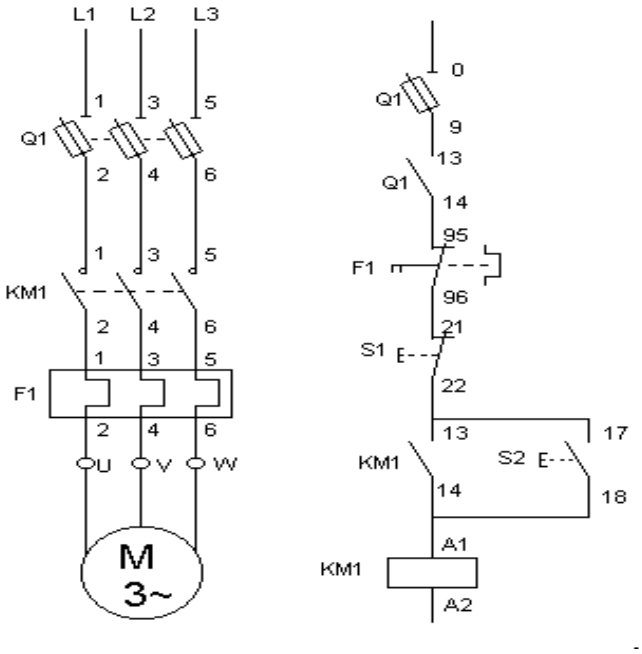
.
Le couplage devra être TRIANGLE (La tension entre phase du réseau = 230 V ce qui correspond à la tension d'un enroulement (230V) du moteur)

7.2.2.1.2 Procédés de démarrage

Il existe plusieurs procédés de démarrages : Démarrage direct, démarrage statorique à résistance, démarrage étoile / triangle … (on se limitera à ces 3 procédés)

7.2.2.1.2.a DEMARRAGE DIRECT

Schéma :



Une impulsion sur S2 alimente le relais (KM1) : les contacteurs KM1 se ferment et le relais est auto-alimenté.
Le moteur démarre. L'arrêt est obtenu par une impulsion sur S1.
Le démarrage est donc obtenu en un seul temps ; le stator du moteur est couplé directement sur le réseau.
Les avantages du démarrage direct :

- *Simplicité de l'appareillage de commande*
- *Couple de démarrage important (1.5 à 2 fois le couple nominal)*
- *démarrage rapide (2 à 3 secondes)*

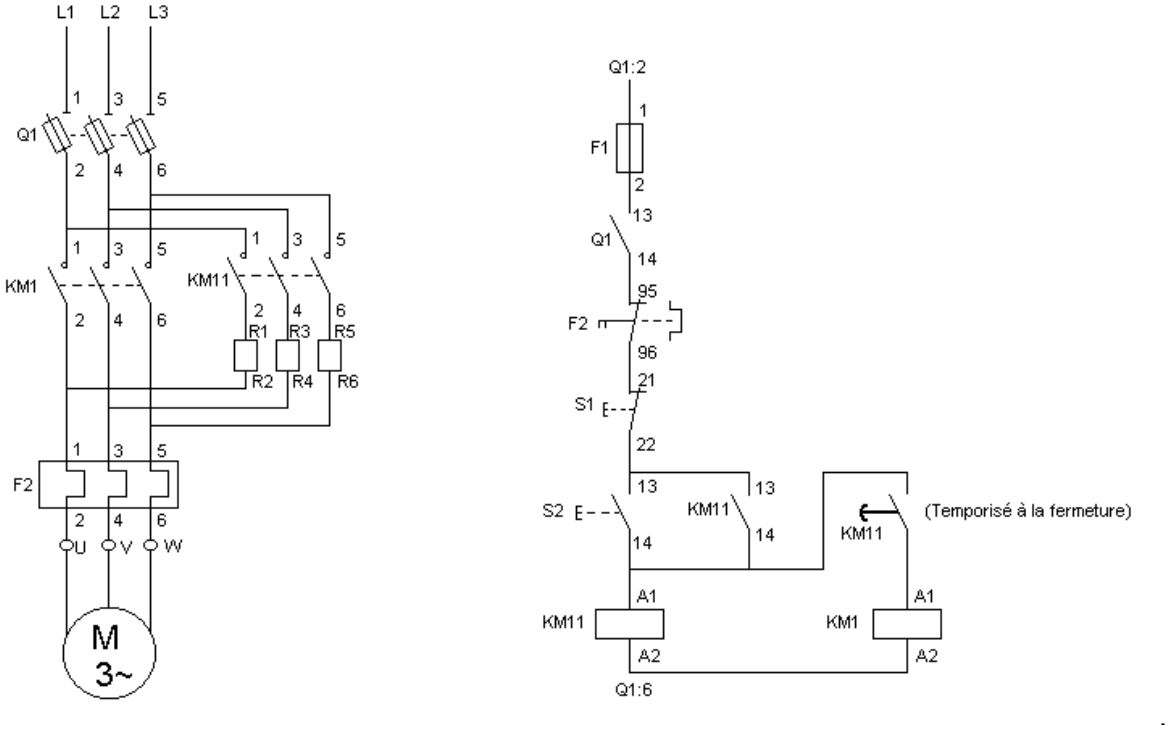
Les inconvénients du démarrage direct :

- *La pointe de courant lors de la mise sous tension est très élevée, de l'ordre de 4 à 8 fois le courant nominal*
- *Démarrage brusque : déconseillé si le démarrage doit être doux et progressif (tapis, transporteur, etc …)*

Utilisation :
Démarrage réservé aux moteurs de petites puissances (P < 5kW) en raison de l'appel important de courant lors du démarrage.

7.2.2.1.2.b Démarrage statorique à résistances.

Schéma :



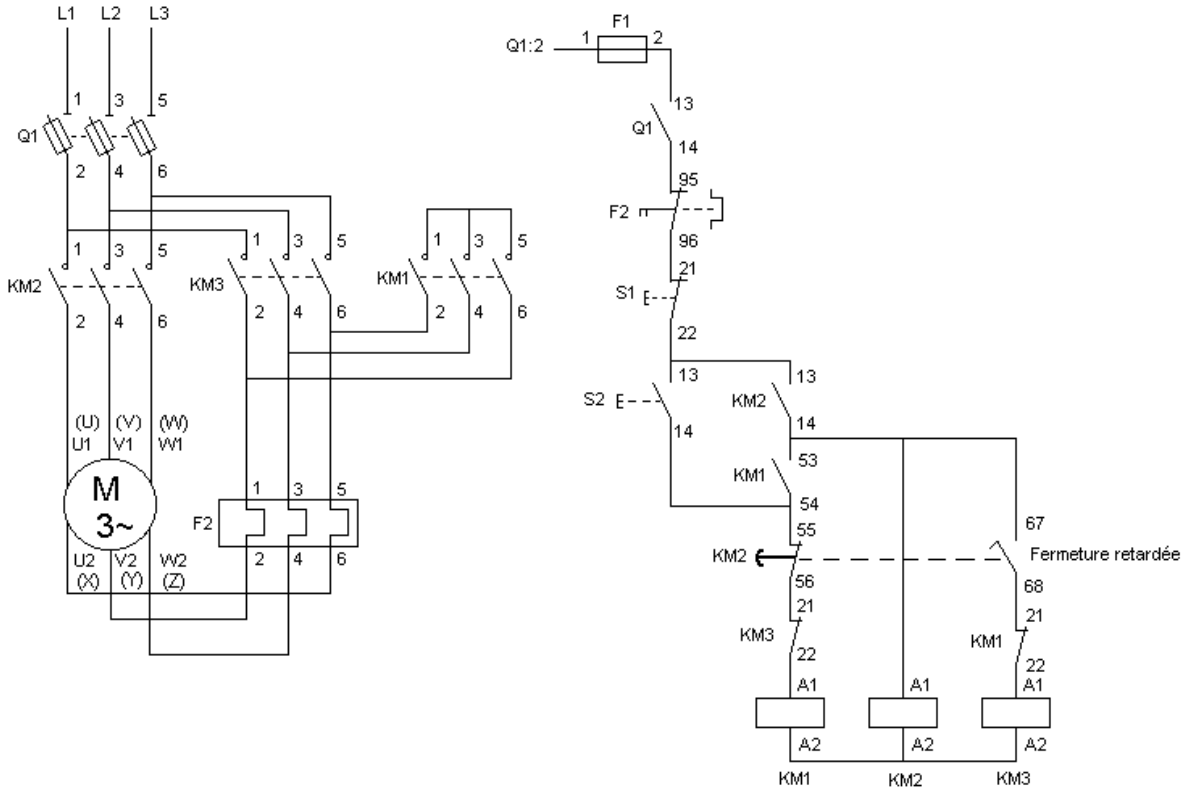
Le démarrage s'effectue en 2 temps et dure entre 7 et 12s :
Dans le premier temps, on met en série avec chaque phase du stator une résistance (Fermeture de KM11)
Dans le second temps, on court cicuite les résistances (Fermeture de KM1)
Fonctionnement de la partie commande :
1er temps - Impulsion sur S2 : le relais KM11 est activé et les contacteurs KM11 (partie puissance) se ferment. Le relais est auto-alimenté.
2nd temps – Le contacteur temporisé KM11 se ferme , entraînant l'alimentation du relais KM1 : Les contacteurs de puissances KM1 court-circuitent les résistances.
L'arrêt est obtenu par une impulsion sur S1

Avantages de ce type de démarrage :
Pas de coupure d'alimentation pendant le démarrage. Forte réduction des pointes de courant transitoires (à ne pas confondre avec courant de démarrage). Possibilité de réglage des valeurs au démarrage

Inconvénient :
Perte de puissance dans les résistances. Perte de couple important . Le courant de démarrage est encore élevé (4,5 In)

7.2.2.1.2.c Démarrage étoile/triangle

Schéma :



Le démarrage s'effectue en deux étapes et dure 3 à 7 secondes :

- ***Première étape : <u>couplage Etoile (Y) du moteur</u>***

Les enroulements sont soumis à une tension U/ 3 (U / racine de 3)
Le courant de démarrage Id est réduit par rapport au démarrage direct. (Id = 1.3 à 2.6 In)
Le couple au démarrage est plus faible qu'en démarrage direct (0.2 à 0.5 Cn)

- ***Deuxième étape : <u>couplage Triangle (Ω) du moteur</u>***

Quand le moteur est lancé, on passe au couplage triangle. La surintensité qui en résulte est moins importante qu'en démarrage direct et le moteur atteint sa vitesse nominale à pleine tension.

Avantages de ce type de démarrage :

- *Démarreur relativement peu onéreux*
- *Le courant de démarrage est plus faible qu'en direct et donc moins perturbant pour le réseau.*

Inconvénient :

- *Couple de démarrage faible*
- *Coupure de l'alimentation et courants transitoires importants au passage Etoile/triangle*

Utilisation :
Réservé essentiellement aux machines démarrant à vide.

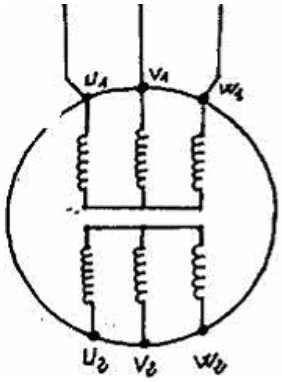
Fonctionnement de la partie commande :

Une impulsion sur S2 alimente le relais KM1. Les contacteurs KM1 se ferment et le relais KM2 est activé : il y a auto-alimentation (KM2 13-14 est fermé). Les contacteurs de puissance KM1 et KM2 étant fermés, on a un couplage étoile.

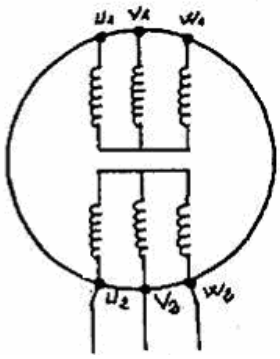
Au bout de 2 secondes, le contacteur à ouverture temporisée (KM2 55-56) s'ouvre, entraînant avec un léger retard la fermeture du contacteur 67-68 : Le relais KM3 est alors alimenté. Les contacteurs KM2 et KM3 sont donc fermés : c'est le couplage Triangle.
Note : le léger retard à la fermeture du contacteur 67-68 est nécessaire afin d'éliminer tout risque de court-circuit des phases (KM3 et KM1 ne doivent jamais être fermés en même

7.2.3. Moteurs a deux vitesse (couplage DAHLANDER)

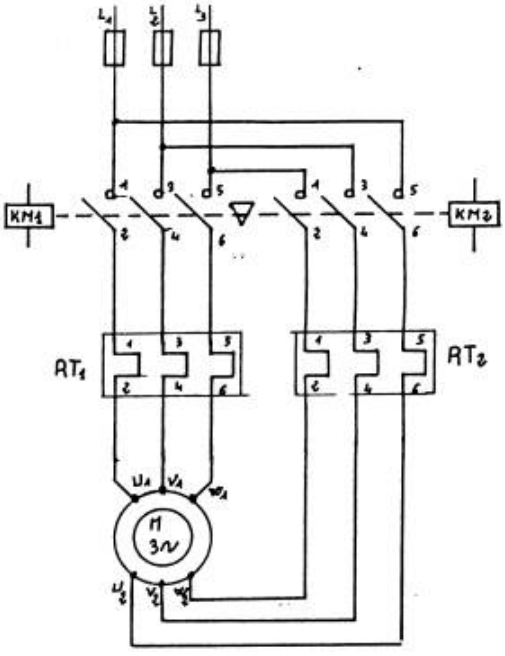
Les deux vitesses sont obtenues par deux bobinages séparés logés dans les encoches du stator.



petite vitesse

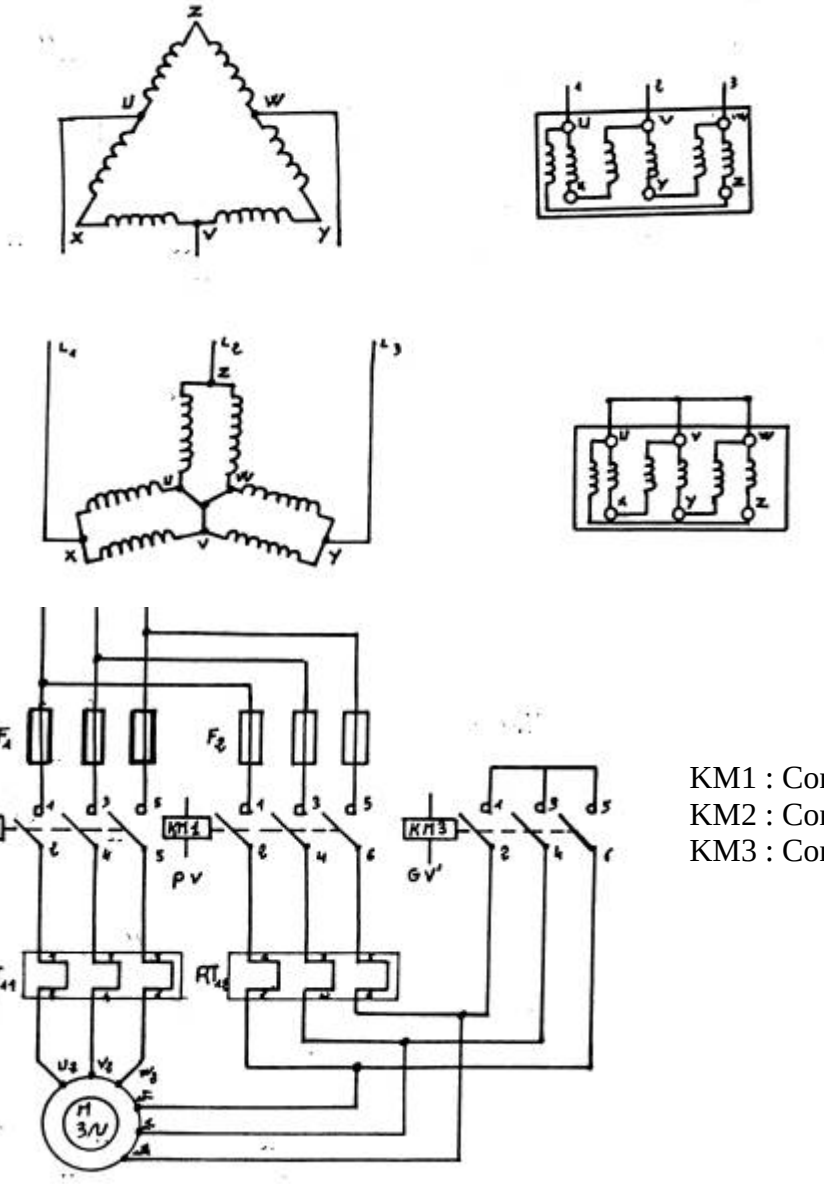


grande vitesse



KM1 : Petite vitesse.
KM2 : Grande

Dans un bobinage de moteur asynchrone, si on connecte à l'envers une bobine sur 2 de chaque phase d'un enroulement, la vitesse du champ est doublée.
On obtienne donc : une petite vitesse, couplage triangle série.
une grande vitesse, couplage étoile parallèle.



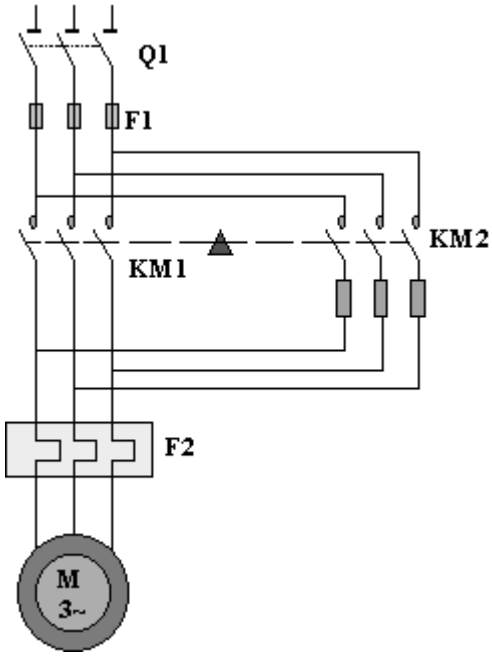
KM1 : Contacteur PV
KM2 : Contacteur GV
KM3 : Contacteur G'V

Pour l'un des démarrages on a choisi la variante suivante.
- Démarrage en petite ou grande vitesse à partir de l'arrêt.
- Passage possible de PV en GV.
- Pas de passage de GV en PV

7.2.4 Procède de freinage

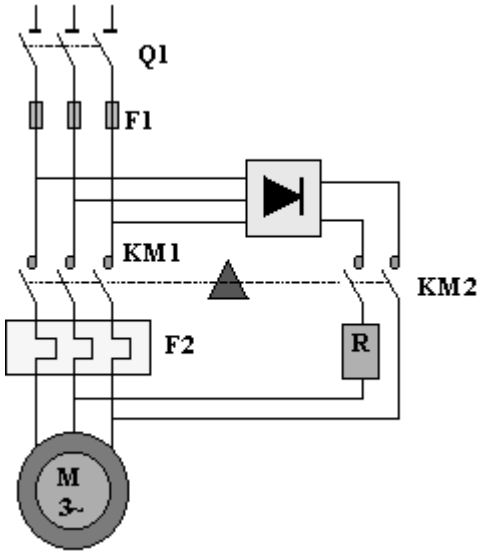
7.2.4.1.a Freinage par contre - courant

Lors du freinage, il y a ouverture de KM1 puis fermeture de KM2 : le moteur est alimenté par un champ statorique inverse. Les pointes de courant sont très importantes et il est conseillé d'insérer un jeu de résistances pour limiter ce courant. KM2 doit s'ouvrir dès l'arrêt du moteur, pour éviter un redémarrage en sens inverse : il est donc nécessaire de prévoir un capteur détectant l'absence de rotation (capteur centrifuge).



7.2.4.1.b Freinage par injection de courant continu

Au moment du freinage, KM1 s'ouvre puis KM2 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.



7 .3 Bilan de puissance

7.3.1 La puissance électrique absorbée

a/ En monophasée

$$P_{abs}=UI\cos\varphi$$

b/ En triphasée

$P_{abs}=\sqrt{3}UI\cos\varphi$	$P_{abs}=3VJ\cos\varphi$
U :tension entre phase	*V :tension aux bornes d'un enroulement*
I :courant en ligne	*J :courant dans un enroulement*
cosφ :facteur de puissance	*cosφ :facteur de puissance*

7.3.2 La puissance mécanique utile

$$P_u=T.\Omega$$

- *T :couple sur l'arbre en N.m*
- ***Ω** :vitesse de rotation en rad/s*

7.3.3 Le rendement

Le rendement d'un moteur n'est pas constant, il est maximum pour un fonctionnement proche du point nominal.

Comme dans toutes machines tournantes les pertes sont de trois types :

- *Les pertes par effet joule dans les bobinages*
- *Les pertes fer dans les circuits magnétiques*
- *Les pertes mécaniques (essentiellement par frottements)*

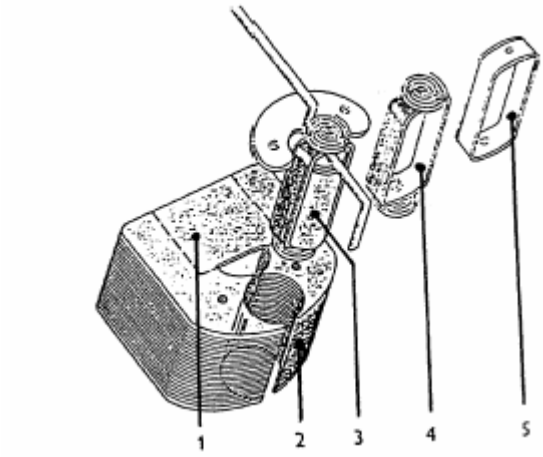
Toutes ces pertes se traduisent par un échauffement et affectent le rendement du moteur

$$\eta=P_u / P_{abs} = T.\Omega / \sqrt{3}UI\cos\varphi$$

8 LA MESURE DES GRANDEURS ELECTRIQUES

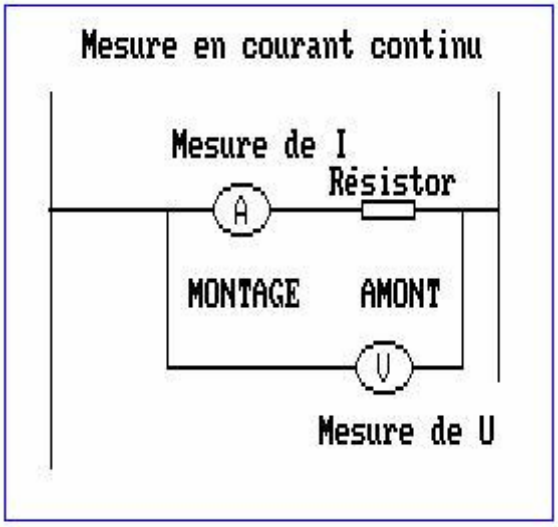
*Dans une première partie, nous traiterons des **appareils dits analogiques**, et ensuite nous aborderons les instruments numériques. Les appareils analogiques sont équipés d'une aiguille qui indique sur une échelle graduée la valeur de la grandeur mesurée.*

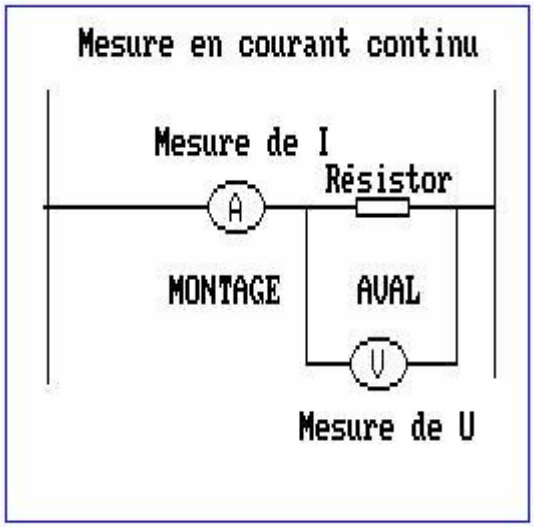
Les instruments de mesure à courant continu sont généralement pourvus d'un équipement à cadre mobile. Ce cadre mobile utilise la force électromagnétique F que subit une bobine ou un conducteur parcouru par un courant I et placé dans un champ d'induction B. Le courant à mesurer passe par les enroulements d'une bobine ou cadre mobile suspendu entre les pôles d'un aimant.



***1)** Aimant permanent générateur d'un champ d'induction B*
***2)** Noyau en fer doux pour guider les lignes de force de l'aimant permanent*
***3)** Noyau en fer doux pour guider les lignes de force de la bobine siège du courant I mesuré*
***4)** Bobine complète à cadre mobile dans laquelle circule le courant I mesuré*
***5)** Cadre en aluminium, support de la bobine*

Un tel tipe d'appareil mesure principalement le courant. En lui ajoutant une résistance en série, on peut le transformer en voltmètre, Pour mesurer la tension et le courant aux bornes d'un consommateur il y a deux montages typiques :





Chaque montage amène une erreur bien particulière.

*Montage **AMONT** : Le voltmètre mesure la tension aux bornes du résistor plus celle aux bornes de l'ampèremètre.*

U mesuré > U réel => R calculé > R réel

*Montage **AVAL** : L'ampèremètre mesure l'intensité dans le résistor plus celle dans le voltmètre.*

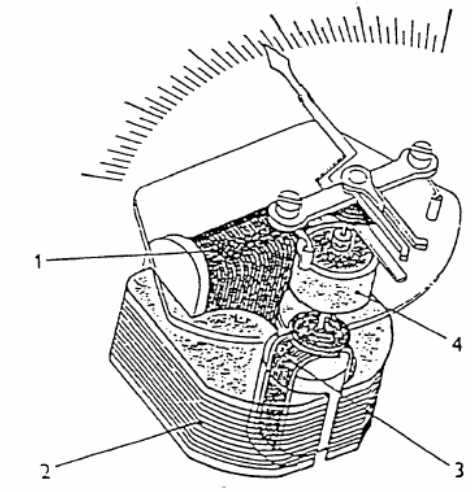
I mesuré > I réel => R calculé < R réel

Avec les deux valeurs, pour le courant et la tension on peut calculer soit la résistance dans la charge, soit la puissance consommée :

*R = U / I P = U*I*

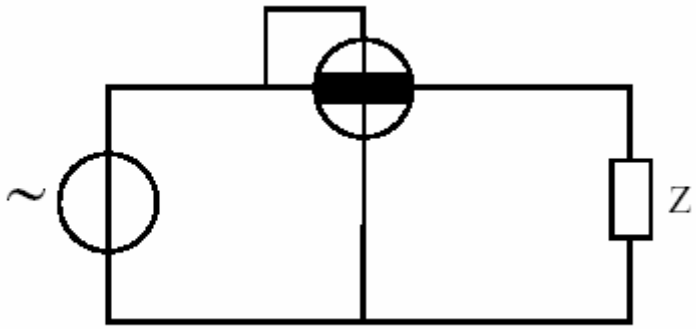
Avec ses appareils, a aimant permanent ON NE PEUT PAS MESURER LES TENSIONS ET LES COURANTS ALTERNATIVS !!!!

*En remplacent l'aimant permanent avec un électroaimant, on obtient un appareil de mesure dit **électrodynamique** , qui peuvent être utilise autant pour les courant continus que pour les alternatifs.*

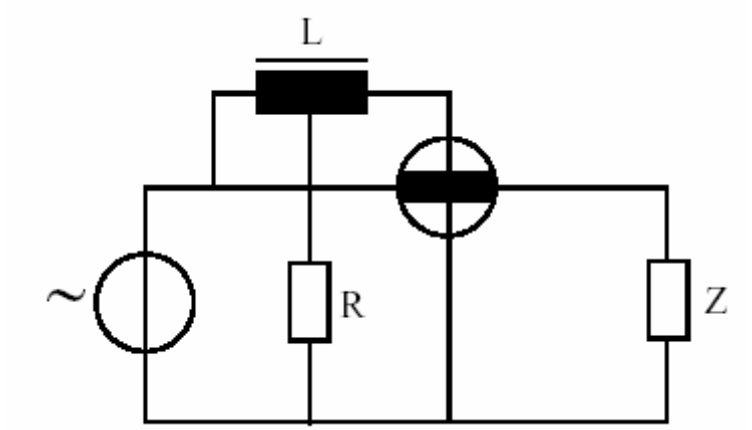


***1)** bobine de champ d'induction B*
***2)** noyau en fer doux pour guider les lignes de force de la bobine*
***3)** bobine complète à cadre mobile*
dans laquelle circule le courant I mesuré
***4)** amortisseur supplémentaire travaillant comme le fil de torsion*

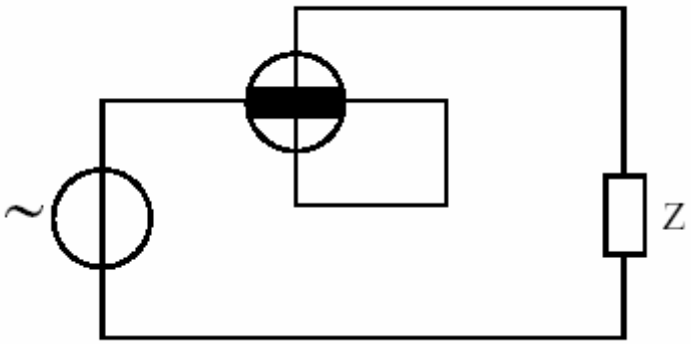
Ayant deux bobines a alimenter, celle mobile et celle fixe d'électroaimant, on peut mesurer directement la puissance, en couplant une bobine en série et l'autre en parallèle avec la charge. On a donc un wattmètre. On peut avoir les suivantes configuration de mesure :



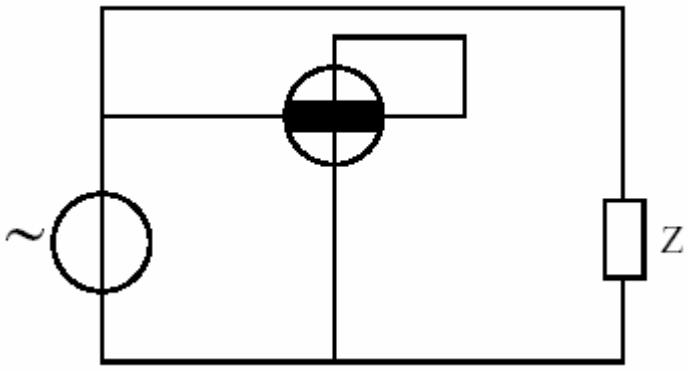
wattmètre
mesure de la puissance active
La bobine mobile est utilisée
pour la tension et la bobine de
champ comme bobine de courant.



varmètre
mesure de la puissance réactive
une inductance L est montée en
série avec la bobine de la tension.
cette inductance provoque un déphasage de 90 [°]



ampèremètre
mesure du courant
les deux bobines sont montées
en série. Elles sont parcourues
par le même courant.



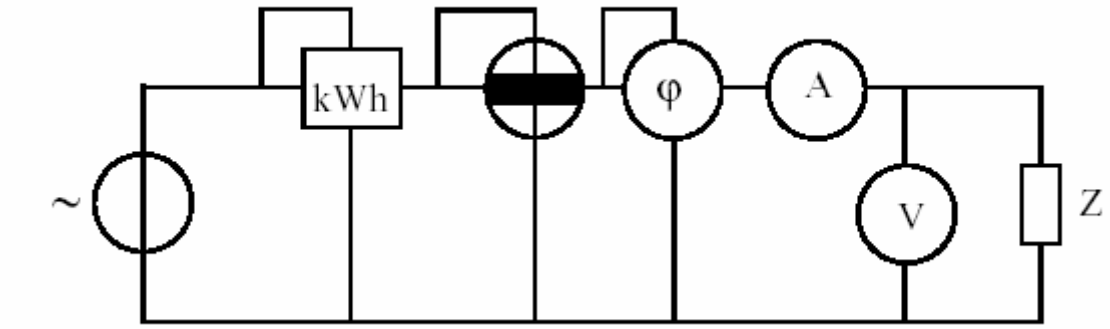
voltmètre
Mesure de la tension
Les deux bobines sont montées
en série, mais le courant de la
charge ne les traverse pas.

On peut donc conclure :

Si nous voulons mesurer la puissance absorbée par les récepteurs, nous pouvons l'obtenir de 3 façons :

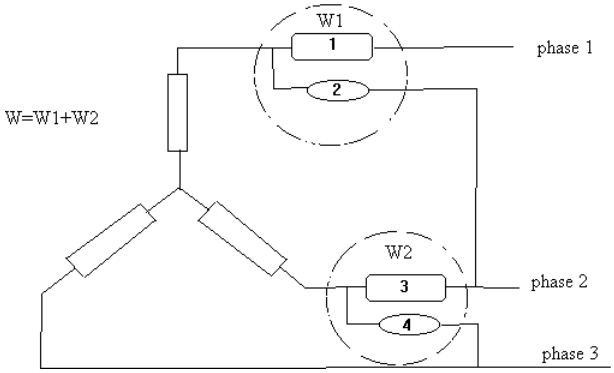
1. avec un voltmètre et un ampèremètre et une relation mathématique
2. avec un wattmètre
3. avec le compteur d'énergie et une relation mathématique.

Le schéma général de mesure est :

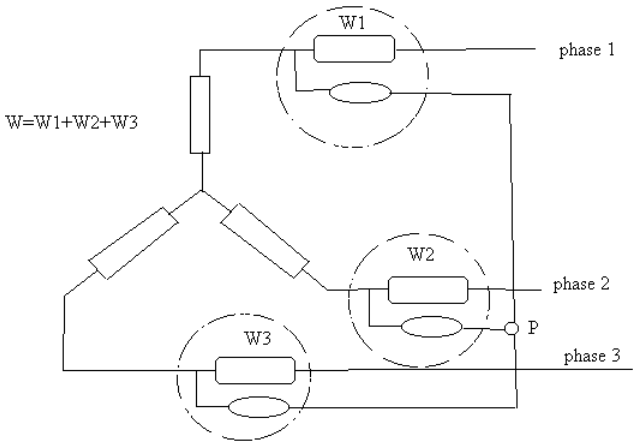


Pour les systèmes tri phases il y a deux possibilités pour mesurer la puissance :

.- La méthode dite des deux wattmètres (pour les systèmes triphasé à trois fils)



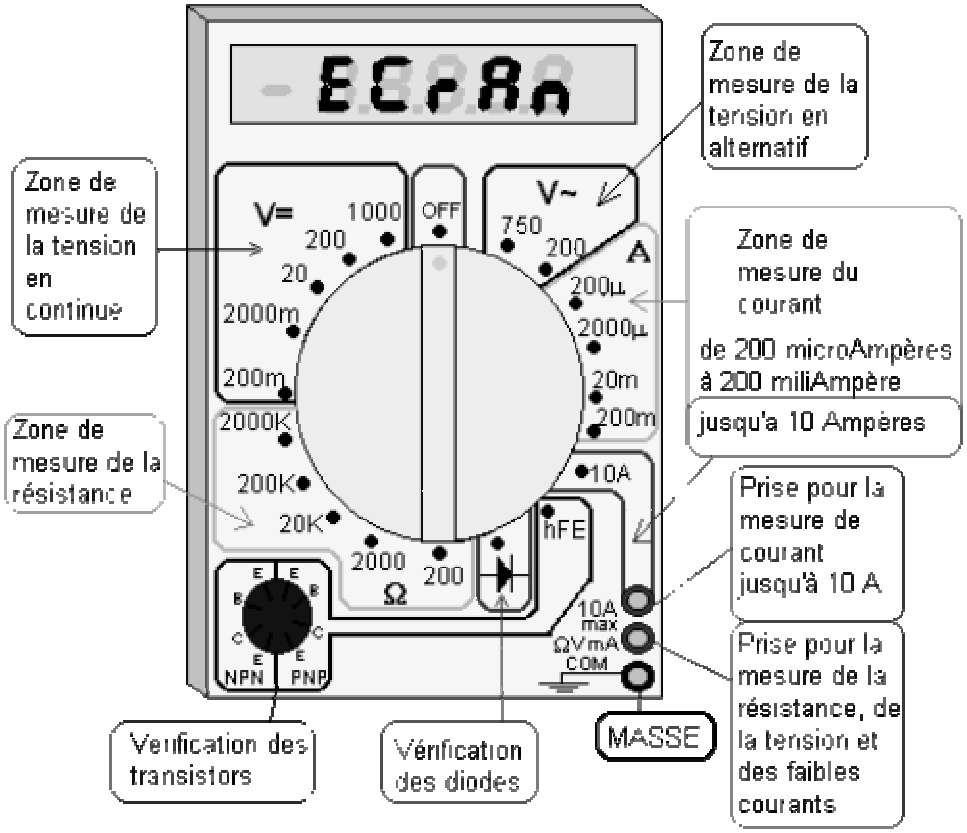
- La méthode générale avec trois wattmètres **:**



Les appareils numériques (le multimètre)

Le multimètre est un appareil de mesure, ou plutôt, est un REGROUPEMENT D'APPAREILS DE MESURE.
Un multimètre simple regroupe généralement un Voltmètre (pour mesurer une tension), un Ampèremètre (pour mesurer une intensité) et un Ohmmètre (pour mesurer une résistance)

On trouvera souvent d'autres fonctions qui permettent de vérifier le bon, ou mauvais, état de certains composants.
Cet appareil ne se schématise pas. Le schéma sera, selon le cas, celui d'un voltmètre, d'un ampèremètre ou d'un ohmmètre.



Les règles de mesure avec le multimètre *:*

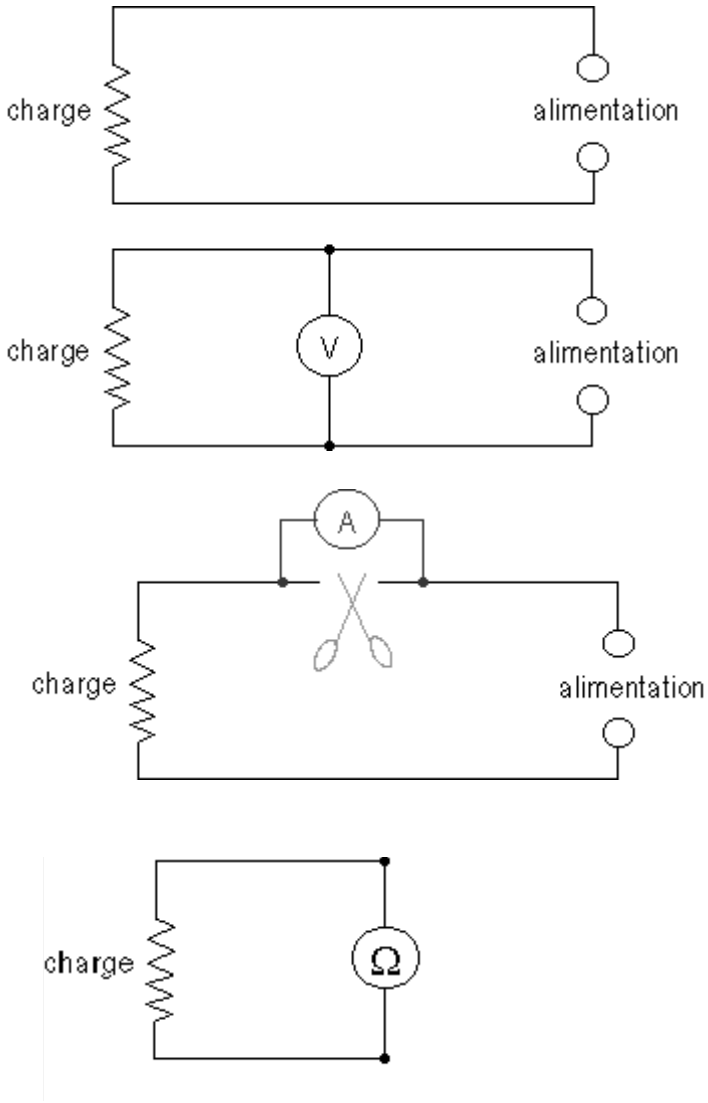
On fixe le commutateur rotatif sur la grandeur a mesurer en faisant attention sur le tipe de courant ou tension a mesurer (alternatif ou continu)

On choisi le calibre d'échelle , plus grand que la valeur a la quelle on s'attend a obtenir, et on diminue progressivement jusque la valeur a mesurer s'affiche sur tous les chiffres d'afficheur, sans avoir un dépassement.

- *On ne mesure jamais les résistances étalans sous tension, mais découples.*
- *Les courants se mesure en couplant le multimètre en série avec la charge.*
- *Les tension se mesure en plaçant les point de mesure en parallèle sur la charge.*
- *Pour les tensions et courants continu s'est pas la peine de respecter la polarité, parce que le multimètre mesure dans les deux sens, en indiquant la polarité*

Dans les figures ci-dessous vous pouvez saisir le branchement du multimètre pour les tensions, les courants et les résistances

.


charge
alimentation
charge
V
alimentation
A
charge
alimentation
charge
Ω

Module :
ELECTRICITE de BASE
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES

I. TP 1 : *Simple allumage et double allumage*

I.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

I.2. Durée du TP:

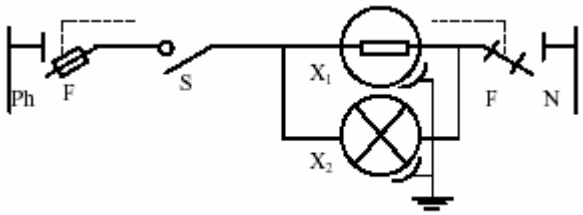
6 heures……

I.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

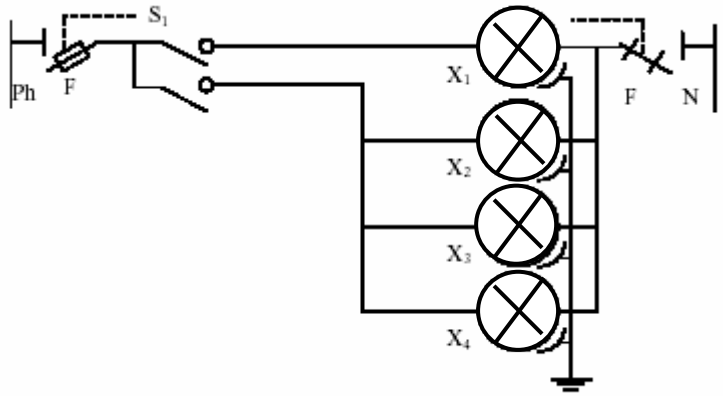
I.4. Description du TP :

But : Commander d'un seul endroit : l'allumage ou l'extinction d'un ou plusieurs foyers lumineux, respectivement commander l'allumage ou l'extinction d'un ou deux points lumineux d'un seul endroit.

Schémas de principe :



7



I.5. Déroulement du TP

II. TP 2 : Circuit va et vient

II.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

II.2. Durée du TP:

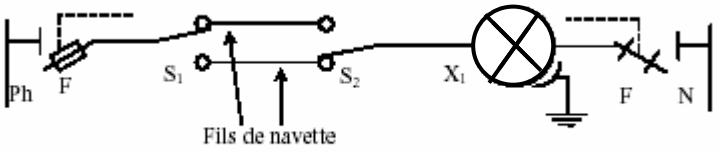
4 heures……

II.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

II.4. Description du TP :

But :Il commande l'allumage et l'extinction de point(s) lumineux de deux endroits différents.

Schéma de principe :



II.5. Déroulement du TP

.

III. TP 3 : Le télérupteur

III.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

III.2. Durée du TP:

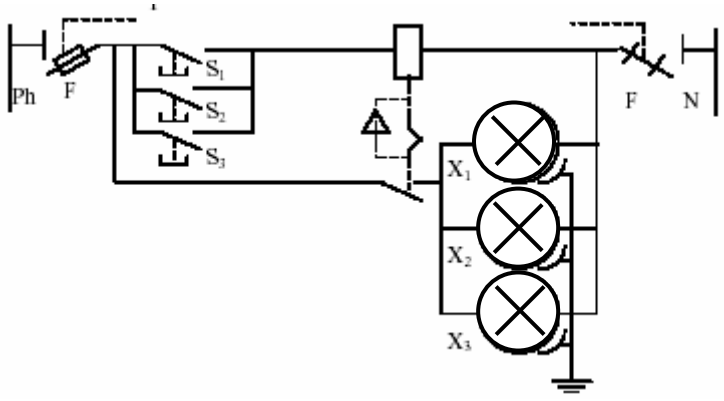
4 heures……

III.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

III.4. Description du TP :

But: On installe un télérupteur lorsque l'on dispose d'au moins de trois points d'allumage pour l'allumage de points lumineux. Exemple : couloir.

Schéma de principe :



III.5. Déroulement du TP

IV. TP 4 : La minuterie

IV.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

IV.2. Durée du TP:

8 heures……

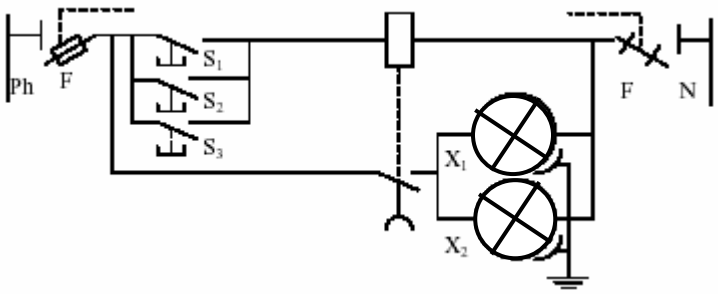
IV.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

IV.4. Description du TP :

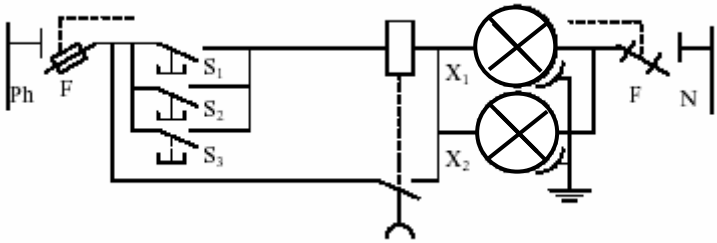
But: On installe une minuterie lorsque l'on désire une extinction automatique d'un ou de plusieurs points lumineux.

Schéma de principe :

Montage avec effet



Montage sans effet



IV.5. Déroulement du TP

V. TP 5 : Circuit série parallèle

V.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

V.2. Durée du TP:

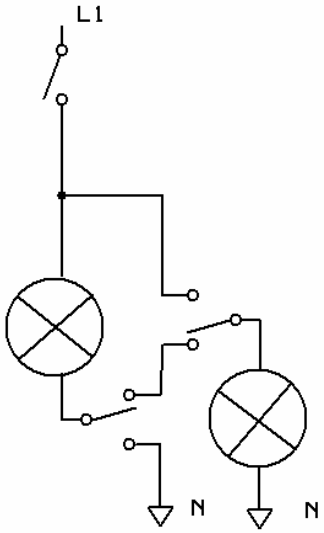
4heures……

V.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

V.4. Description du TP :

But :Il commande l'allumage et l'extinction de deux lampes soit en série soit en parallèle soit une des deux.

Schéma de principe :



V.5. Déroulement du TP

VI. TP 6 : Réalisation d'un schéma de commande marche arrêt

VI.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

VI.2. Durée du TP:

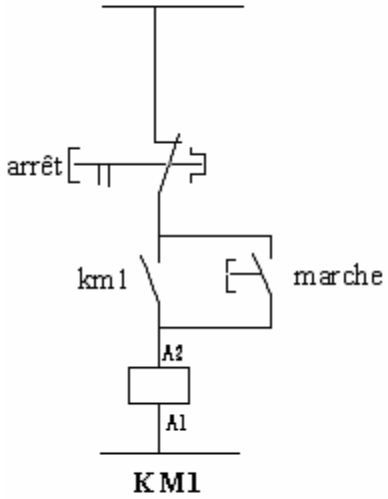
4 heures……

VI.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

VI.4. Description du TP :

But :La commande marche arrêt d'un élément de puissance par l'intermédiaire d'un contacteur

Schéma de principe :



VI.5. Déroulement du TP

VII. TP 7 : Démarrage direct d'un moteur asynchrone

VII.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

VII.2. Durée du TP:

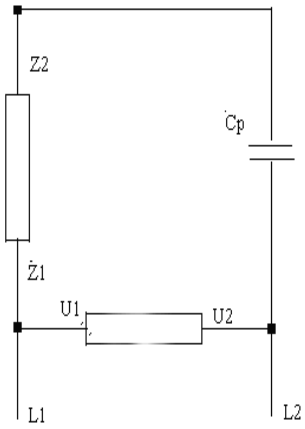
4 heures……

VII.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

VII.4. Description du TP :

But :Réaliser la mise en marche d'un moteur asynchrone a condensateur permanent selon le schéma d'alimentation directe

Schéma de principe :



VII.5. Déroulement du TP

VIII. TP 8 : Démarrage semi-automatique d'un moteur asynchrone

VIII.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

VIII.2. Durée du TP:

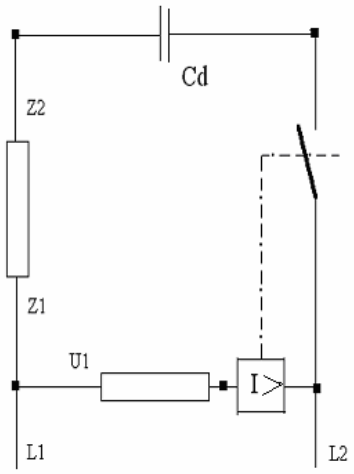
4 heures……

VIII.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

VIII.4. Description du TP :

But : Réaliser la mise en marche d'un moteur asynchrone a condensateur de démarrage selon le schéma d'alimentation semi-automatique

Schéma de principe :



VIII.5. Déroulement du TP

IX. TP 9 : Démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé

IX.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

IX.2. Durée du TP:

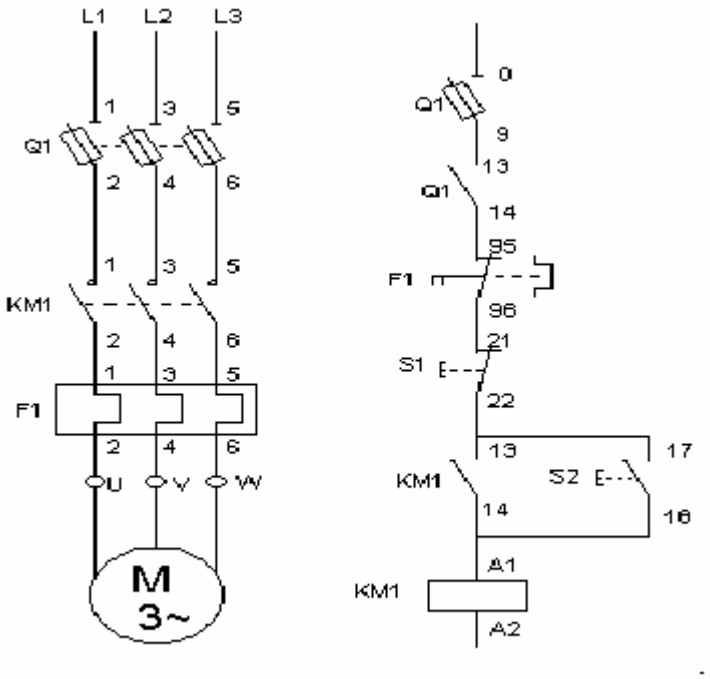
4 heures……

IX.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

IX.4. Description du TP :

But : Réaliser la mise en marche d'un moteur asynchrone triphasé selon le schéma d'alimentation

Schéma de principe :



IX.5. Déroulement du TP

X. TP10 : *Démarrage statorique à résistances d'un moteur asynchrone triphase*

X.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

X.2. Durée du TP:

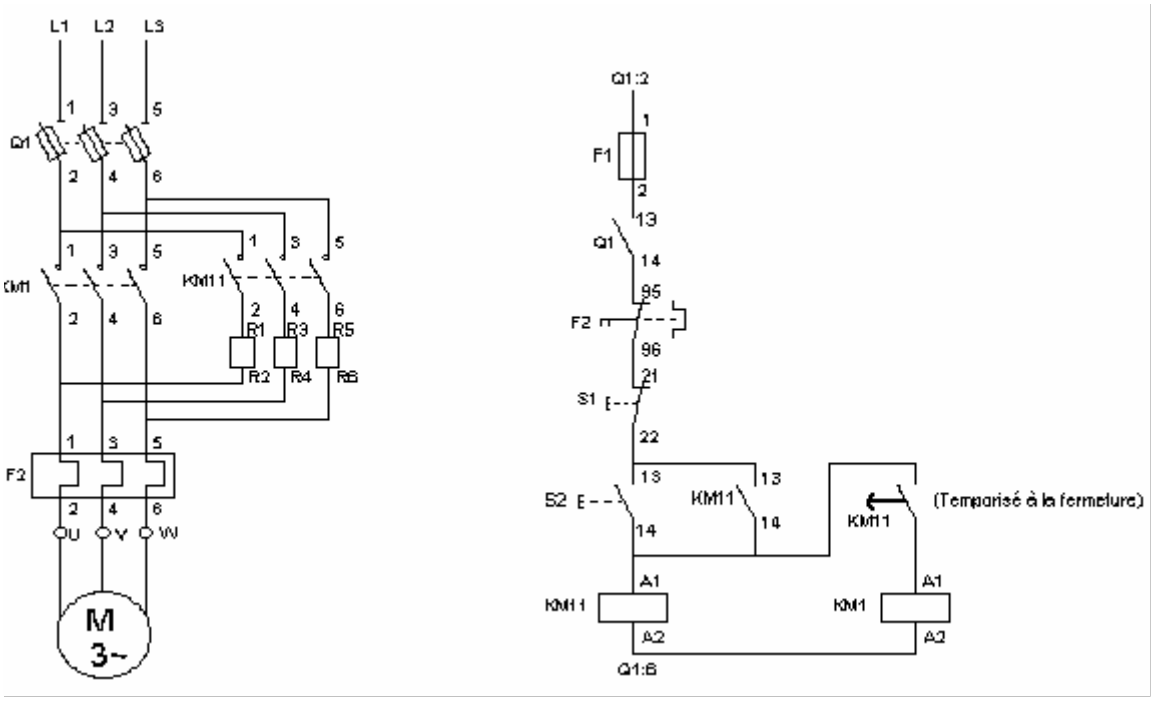
4 heures……

X.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

X.4. Description du TP :

But : Réaliser la mise en marche d'un moteur asynchrone triphasé selon le schéma d'alimentation

Schéma de principe :



X.5. Déroulement du TP

XI. TP 11 : Démarrage étoile- triangle d'un moteur asynchrone triphasé

XI.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage conformément au schéma donne

XI.2. Durée du TP:

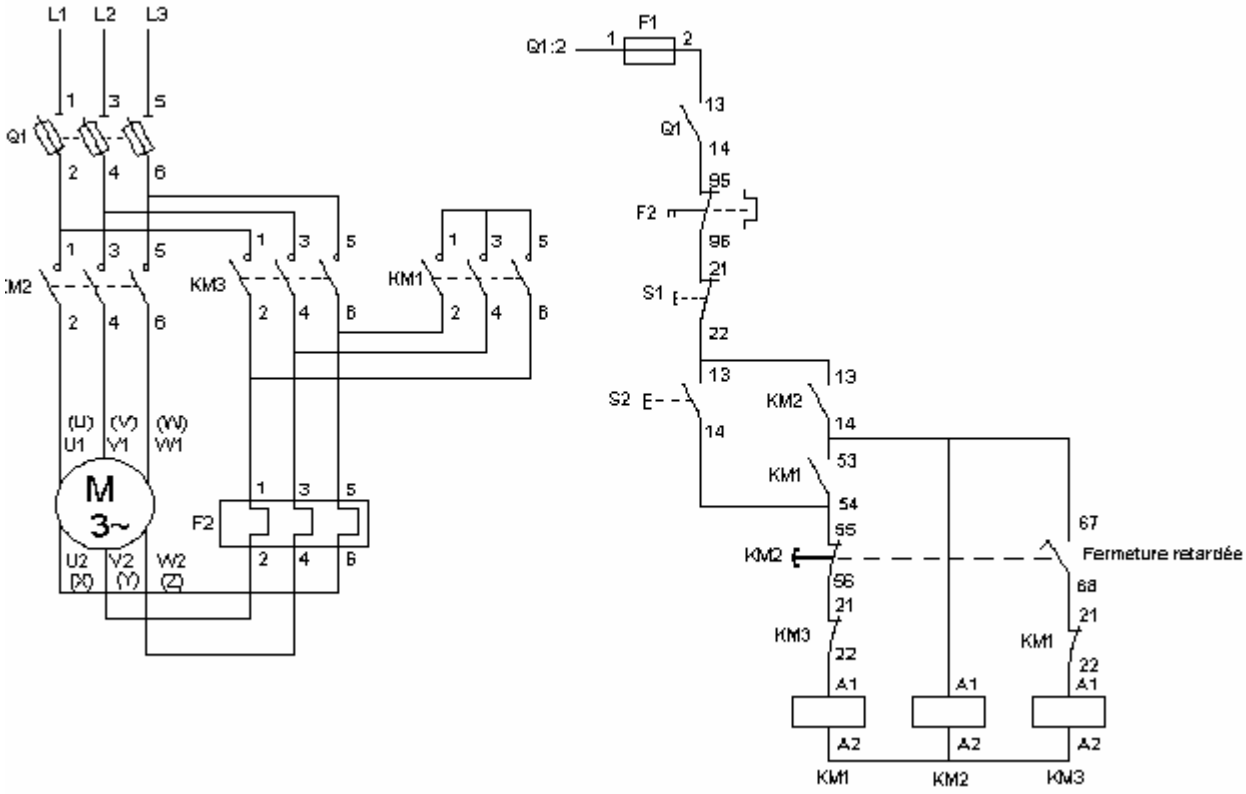
4 heures……

XI.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

XI.4. Description du TP :

But : Réaliser la mise en marche d'un moteur asynchrone triphasé selon le schéma d'alimentation

Schéma de principe :



XI.5. Déroulement du TP

XII. TP 12 : Démarrage d'un moteur asynchrone triphasé de type DAHLANDER

XII.1. Objectif(s) visé(s) : Les élèves devront être capables de réaliser le câblage

Conformément au schéma donne

XII.2. Durée du TP:

4 heures……

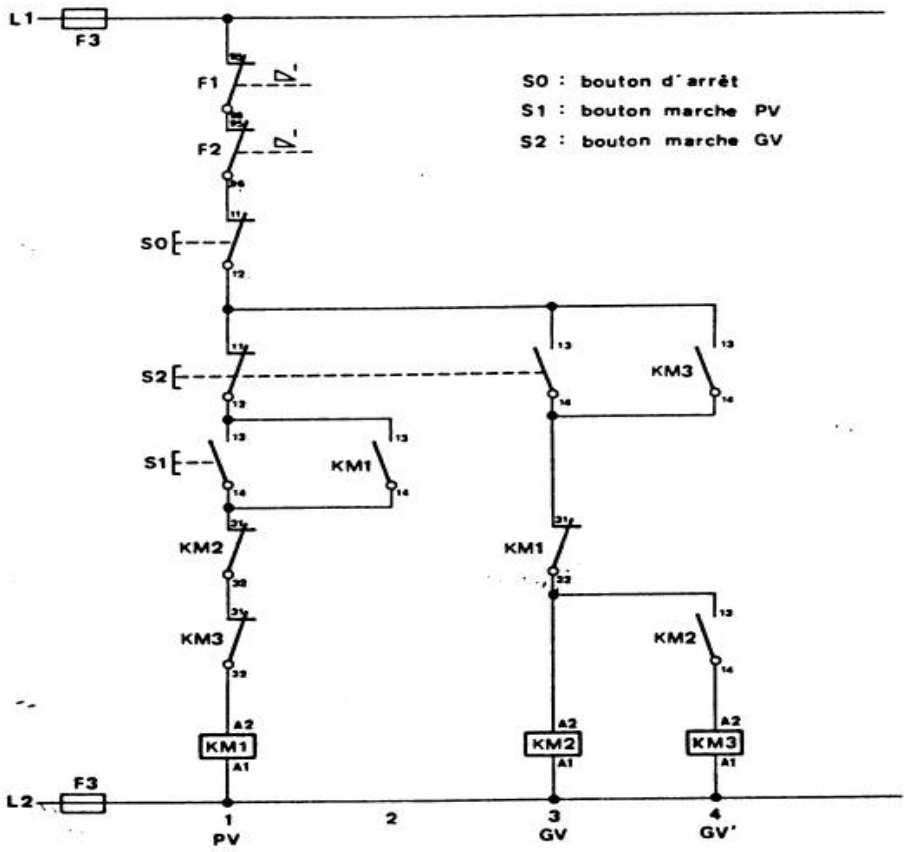
XII.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

XII.4. Description du TP :

But : Réaliser la mise en marche d'un moteur asynchrone triphasé

Selon le schéma d'alimentation

Schéma de principe :



EVALUATION :

TP1- Réaliser le câblage pour le démarrage d'un moteur asynchrone triphasé (Démarrage étoile-triangle semi-automatique)

Théorie : Décrire les différents modes de démarrage d'un moteur asynchrone triphasé ? Expliquer le mode de fonctionnement d'un moteur asynchrone triphasé