Électrotechnique
et normalisation

Réservé aux enseignants
Reproduction interdite

Schémas d'électrotechnique

Henri Ney
Professeur agrégé d'électrotechnique

NATHAN
TECHNIQUE

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

Édition : Patrick Gonidou
Coordination artistique : Isabelle Jalfre
Fabrication : Pascal Mégret
Maquette couverture : François Durkheim/Tagaro ! DDB & Co
Conception intérieure : Isabelle Jalfre
Composition et schémas : JPM sa

© Nathan / VUEF 2002 - 9, rue Méchain - 75014 Paris
ISBN 2-09-179066-4

DANGER LE PHOTOCOPILLAGE TUE LE LIVRE

"Le photocopillage, c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des auteurs et des éditeurs.
Largement répandu dans les établissements d'enseignement, le photocopillage menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique. Il prive les auteurs d'une juste rémunération.
En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite."

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Avant-propos

La collection **Électrotechnique et normalisation** constitue une base de données facilement accessible, consultable à tout moment et en toutes circonstances. L'ouvrage **Schémas d'électrotechnique** est le premier volet de la collection qui comporte par ailleurs trois autres parties : **Éléments d'automatismes**, **Installations électriques** et **Équipements de puissance**.

Le schéma d'électrotechnique est un langage graphique commun à tous les électriciens. Il est fondé sur la représentation des différents organes par des symboles, et de leurs liaisons électriques par des traits.

Cet ouvrage se propose de former les élèves électriciens à ce langage, afin qu'ils soient capables :
- de **lire** un schéma en vue d'exécuter, de contrôler ou de dépanner le montage ou l'installation qu'il décrit ;
- d'**établir**, à partir de schémas de base, un schéma de principe ou un schéma d'exécution ;
- de **rechercher** le schéma d'une installation ou d'un équipement conformément à un cahier des charges.

Pour savoir lire un texte, on demande aussi d'apprendre à écrire. Il est est de même en schéma : c'est en dessinant des circuits électriques que l'on retiendra le mieux les fonctions réalisées par le schéma.

Ce manuel traite ainsi : des normes et symboles ; des installations électriques ; des circuits d'éclairage ; des circuits de chauffage ; de transmission de signaux ; des équipements industriels.
La présentation sous forme de fiches facilite sa consultation. Pour chaque sujet présenté sont indiqués les fonctions réalisées, les schémas de principe, de câblage ou d'installation, qu'ils soient développés, unifilaires, ou multifilaires.

Cette **nouvelle édition** a été complètement restructurée, et de nombreuses mises à jour ont été réalisées. En effet, plusieurs influences ont modifié l'approche du schéma d'électrotechnique :
- **l'invasion de l'informatique et de la mise en réseaux** qui amène l'introduction aux réseaux industriels et aux réseaux du bâtiment, d'où le câblage des bâtiments (réseaux VDI) ;
- **les transmissions à distance** par courants porteurs, infrarouge, radio ;
- **l'introduction de l'électronique dans les appareils** : pour l'éclairage (détecteur de présence…), pour le chauffage (thermostats, régulateurs…), pour la force motrice (démarreur à gradateur, variateurs de vitesse…) ;
- **la mise à disposition d'appareillages électriques modulaires**, implantés en ambiance, ou dans des tableaux de répartition.

Le métier d'électricien évolue. L'installation ne consiste plus seulement à passer des fils et à les raccorder, il faut aussi assurer la mise en service qui se traduit par de la programmation, du contrôle, des modifications, des interventions de maintenance… Dans tous ces cas, une parfaite connaissance du schéma s'impose.

Cet ouvrage permettra aux futurs professionnels de réaliser ou d'étudier des schémas d'installations électriques qui soient conformes aux normes françaises de l'AFNOR (Association Française de Normalisation), établies par l'UTE en liaison avec la CEI (Commission Électrotechnique Internationale).

Nous espérons contribuer à la formation des futurs techniciens et professionnels, en mettant à leur disposition une nouvelle base de données couvrant les programmes d'enseignement des lycées d'enseignement technique et professionnel. Ces outils ont pour seule ambition d'apporter les contenus les mieux adaptés à leurs besoins.

L'auteur

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Sommaire

1. Norme et symboles

1. La normalisation 6
2. Symboles élémentaires 7
3. Symboles des circuits électriques 8
4. Symboles d'appareillage 9
5. Symboles d'appareils d'utilisation 10
6. Classification des schémas 11

2. Installations électriques

7. Installations électriques des locaux 14
8. Cahier des charges 15
9. Division des installations 17
10. Tableau de distribution terminale 18
11. Parafoudres 19
12. Symboles pour schémas d'installation 20

3. Circuits d'éclairage

13. Interrupteur et prise de courant 22
14. Simple et double allumage 23
15. Sélection de circuits et va-et-vient 24
16. Va-et-vient et permutateur 25
17. Interrupteur automatique 26
18. Télérupteur 27
19. Minuterie 29
20. Fluorescence et luminescence 30
21. Variation de lumière 32
22. Interrupteur crépusculaire 33
23. Courants porteurs et infrarouge 34
24. Éclairage de sécurité 36

4. Circuits de chauffage

25. Symboles des commutateurs 38
26. Étude des commutateurs 39
27. Applications des commutateurs 42
28. Chauffage des locaux 43
29. Interrupteurs et contacteurs 44
30. Contacteur heures creuses 45
31. Interrupteur horaire 46
32. Thermostats 47
33. Thermostats programmables 48
34. Commande par fil pilote 49
35. Circuits de délestage 50
36. Régulateurs 51
37. Gestionnaire d'énergie « tempo » 52

5. Transmission des signaux

38. Alarme anti-intrusion 54
39. Alarmes techniques 56
40. Alarmes incendie 57
41. Contrôle d'accès 59
42. Commande de volets roulants 60
43. Circuits téléphoniques 61
44. Circuits télévision 62
45. Réseaux bus EIB 63
46. Voix Données Images (VDI) 68
47. Symboles en signalisation 70

6. Équipements industriels

48. Règles d'exécution des schémas 72
49. Repérage et identification 73
50. Marquage des bornes 74
51. Repérage des conducteurs 75
52. Symboles d'appareillage 76
53. Symboles d'appareils de mesure 79
54. Discontacteur 80
55. Discontacteur inverseur 83
56. Équipement normal-secours 85
57. Démarrage direct des moteurs asynchrones 86
58. Démarrage étoile triangle 88
59. Démarrage statorique 89
60. Démarrages moteurs à deux vitesses 90
61. Démarrage par gradateur 92
62. Variateur de vitesse 93
63. Symboles de démarreurs, convertisseurs, générateurs 94

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1 - Normes et symboles

Sommaire

1. La normalisation ..... p. 6
2. Symboles élémentaires ..... p. 7
3. Symboles des circuits électriques ..... p. 8
4. Symboles d'appareillage ..... p. 9
5. Symboles d'appareils d'utilisation .... p. 10
6. Classification des schémas ..... p. 11

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1 La normalisation

La normalisation existe à l'échelon international, européen et national. La tendance est de parvenir à un langage commun des électriciens qui facilite l'écriture, la lecture, la compréhension des schémas électriques.

1. Différents organismes de normalisation

En France : L'AFNOR (Association française de normalisation) publie toutes les normes françaises : mécanique, alimentation, textiles, etc. Pour l'électricité, c'est l'UTE qui propose les normes à l'AFNOR (UTE : Union technique de l'électricité).

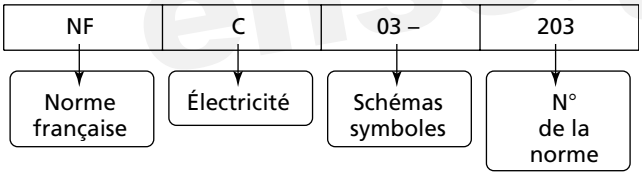
En Europe : Le CENELEC (Comité européen de normalisation électrotechnique) a pour rôle d'harmoniser les normes anglaises, allemandes, françaises.

Dans le monde : La CEI (Commission électrotechnique internationale) appelée aussi IEC (*International électrotechnical commission*).

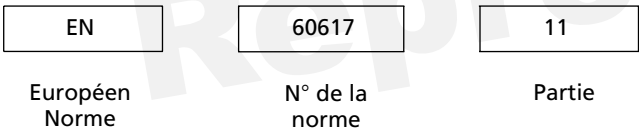
2. Normes françaises (NF)

Les normes françaises sont établies le plus souvent à partir des projets de normes internationales ou européennes. L'UTE présente aussi au CENELEC, et à la CEI des propositions françaises en vue de l'établissement de ces normes.

2.1. Repérage d'une norme française



2.2. Repérage d'une norme européenne



3. Les normes d'électrotechnique

Les normes d'électrotechnique correspondent à la classe C. – ÉLECTRICITÉ. On distingue 9 groupes qui sont :

- **Groupe 0 :** Généralités
- **Groupe 1** : Installations électriques
- **Groupe 2 :** Construction électrique, matériaux électrotechniques
- **Groupe 3 :** Conducteurs nus et isolés
- **Groupe 4 :** Mesure – commande – régulation
- **Groupe 5 :** Matériel produisant ou transformant l'énergie électrique
- **Groupe 6 :** Appareillage, matériel d'installation
- **Groupe 7 :** Matériel utilisant l'énergie électrique
- **Groupe 8 :** Composants électriques
- **Groupe 9 :** Télécommunication

4. Les normes de schémas

4.1. Qu'est-ce qu'un schéma ?

Un schéma représente, à l'aide de symboles graphiques, les différentes parties d'un réseau, d'une installation, d'un équipement, qui sont reliées et connectées fonctionnellement.

Un schéma de circuit doit :

– *expliquer* le fonctionnement de l'équipement.
Il peut être accompagné de tableaux et de diagrammes ;

– *fournir* les bases d'établissement des schémas de réalisation.

4.2. La classification des normes

Les normes sont désignées par le préfixe NF EN 606 17 suivi d'un chiffre qui indique le numéro de partie.

Exemple :

La norme française NF C 03-201 : généralités, index général, se désigne par :

– NF EN 60617-1 en norme européenne.
– 617-1 en norme CEI.
– L'indication C 03-201 est conservée comme indice de classement.
EN 60617-1 (C 03-201) : généralités, index général.
EN 60617-2 (C 03-202) : éléments de symboles.
EN 60617-3 (C 03-203) : conducteurs et dispositifs de connexion.
EN 60617-4 (C 03-204) : composants passifs.
EN 60617-5 (C 03-205) : semi-conducteurs et tubes électroniques.
EN 60617-6 (C 03-206) : production, transformation, conversion de l'énergie électrique.
EN 60617-7 (C 03-207) : appareillage de commande et de protection.
EN 60617-8 (C 03-208) : appareils de mesures, lampes, signalisation.
EN 60617-9 (C 03-209) : télécommunication, commutation.
EN 60617-10 (C 03-210) : télécommunication, transmission.
EN 60617-11 (C 03-211) : schémas et plans d'installation, architecturaux et topographiques.
EN 60617-12 (C 03-212) : opérateurs logiques binaires.
EN 60617-13 (C 03-213) : opérateurs analogiques.

4.3. Les règles pour les schémas

EN 61082-1 (C 03-251) : établissement des documents – Première partie : prescriptions générales.
EN 61082-2 (C 03-252) : schémas adaptés à la fonction.
EN 61082-3 (C 03-253) : schémas, tableaux et listes des connexions.

4.4. Plan des groupes 0, 1, 2

Groupe 0 : GÉNÉRALITÉS
00 Application des normes.
01 Vocabulaire électrotechnique – Unités de mesure.
02 Normes et textes généraux.
03 Schémas – Symboles.
04 Repérage – Étiquetage.

Groupe 1 : INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
10 Installations électriques – Généralités.
11 Réseaux.
12 Installations réglementées.
13 Installations à haute tension.
14 Branchements.
15 Installations à basse tension et équipements correspondants.
17 Autres installations (paratonnerre, éclairage public, etc.).
18 Mesures de protection et de prévention.

Groupe 2 : CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE, MATÉRIAUX ÉLECTROTECHNIQUES
20 Construction électrique – Généralités.
23 Matériel électrique pour atmosphère explosives.
26 Isolants – Généralités – Isolants solides – Vernis.
27 Fluides pour applications électrotechniques.
28 Matériaux magnétiques.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2

Symboles élémentaires

NF EN 60617-2 (C 03-202)

1. Symboles élémentaires

1.1. Généralités

Les symboles ne sont, en principe, jamais employés seuls ; ils s'inscrivent à côté d'autres symboles. Ils sont souvent utilisés sur les plaques signalétiques des machines ou des appareils.

1.2. Nature des courants et polarités

Symbole	Désignation
⎓	Courant continu
~	Courant alternatif
50 Hz ~	Courant alternatif à 50 Hz
1 ~	Courant alternatif monophasé
3 ~	Courant alternatif triphasé
≂	Appareils et machines utilisables aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif
⎓~	Courant redressé
+	Polarité positive
−	Polarité négative
N	Neutre

1.3. Systèmes de distribution

Symbole	Désignation
1 ~ 50 Hz	Monophasé 50 Hz
3 ~ 50 Hz 400 V	Triphasé 50 Hz 380 V
3 + N ~ 50 Hz 400 V	Triphasé avec neutre 50 Hz 380 V
2 ⎓ 120 V	Courant continu à 110 V

1.4. Variabilité

Symbole	Désignation
↗	Variabilité symbole général
↗	Variabilité non linéaire
↗	Ajustabilité prédéterminée
↗	Variabilité par échelon
↗	Ajustabilité par échelon
↗	Variabilité continue
↗	Ajustabilité continue
↗	Variabilité intrinsèque linéaire
↗	Variabilité intrinsèque non linéaire
↗	Régulation automatique
↗	Exemple : Amplificateur avec contrôle automatique de gain

1.5. Organes mécaniques

Symbole	Désignation
	Écran
	Ligne de séparation (enveloppe) repère de position d'un appareil
	Liaison mécanique symbole général
	Liaison mécanique : symbole employé lorsque l'espace disponible est trop faible pour que l'on puisse utiliser le symbole général
	Sens mouvement translation
	Mouvement rotation un sens
	Mouvement rotation deux sens
	Dispositif d'accrochage unidirectionnel : – en prise
	– libéré
	Dispositif d'accrochage bidirectionnel : – en prise
	– libéré
	Dispositif d'accrochage : symbole simplifié réservé au cas d'accrochage avec décrochage par commande directe à main
	Verrouillage entre appareils par des moyens mécaniques
	Embrayage ou accouplement mécanique : – embrayé
	– débrayé
	Frein
M	Moteur avec frein serré
M	Moteur avec frein desserré
	Commande par came
	Commande par came et galet
	Commande par levier pour entraînement rectiligne ou circulaire
	Commande par levier avec poignée
	Ressort de traction
	Ressort de compression

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3 Symboles des circuits électriques

NF EN 60617-3-4 (NF C 03-203 et 204)

1. Symboles pour les circuits électriques

Représentation unifilaire	Représentation multifilaire	Désignation
		Un conducteur
		Deux conducteurs
		Trois conducteurs
n	n traits	n conducteurs
	N	conducteur neutre
PE	PE	conducteur de protection électrique
T	T	conducteur relié à la terre
M	M	conducteur relié à la masse

2. Bornes de connexions

Symbole	Désignation
	Dérivation, point de liaison : borne
	Borne
1 2 3 4 5 6 7	Barrette à bornes avec repère de bornes
	Croisement de deux conducteurs sans connexion électrique
	Dérivation, liaison en T
	Double liaison en T
	Double liaison utilisée seulement pour des raisons de présentation
	Terre
	Masse (2 variantes)
	Masse mise à la terre
	Terre avec barrette de raccordement

Remarque :

En schéma, le trait peut représenter :
a) soit un ou plusieurs conducteurs ;
b) soit une canalisation électrique ;
c) soit une ligne de distribution d'énergie électrique.
Lorsque, dans un même schéma, on veut distinguer deux circuits par des traits de largeur différente, le rapport des deux largeurs doit être de 2 ou supérieur à 2.

3. Organes électriques

Symbole	Désignation
	Résistance, symbole général.
	Résistance variable
U	Résistance dépendant de la tension (varistance)
	Résistance variable à contact mobile
	Potentiomètre à contact mobile
	Potentiomètre à ajustage prédéterminé
	Résistance à prises fixes
	Élément chauffant
	Inductance
	Inductance avec noyau magnétique.
	Inductance à noyau magnétique variable, de façon continue
	Inductance avec prises fixes
	Inductance variable par contact mobile, à variation par échelons
	Condensateur symbole général
+	Condensateur électrolytique polarisé
	Condensateur variable
	Condensateur à ajustage prédéterminé
	Condensateur variable à double armature mobile
+ θ	Condensateur polarisé variable en fonction de la température
U	Condensateur polarisé variable en fonction de la tension
+ −	Couple thermo-électrique
	Élément chauffant pour tubes à vide et dispositifs de mesure
	Électrode symbole général

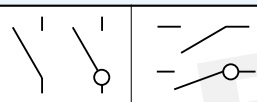
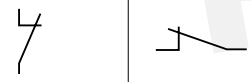
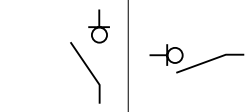
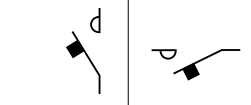
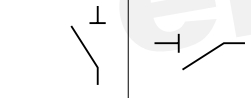
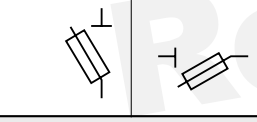
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

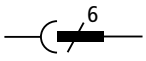
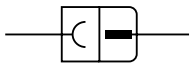
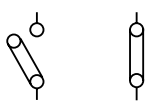
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4 Symboles d'appareillage

NF EN 60617-7 (NF C 03-207)

1. Appareillage de connexion

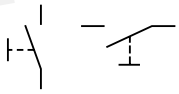
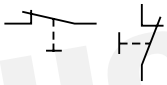
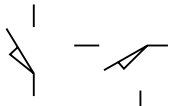
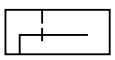
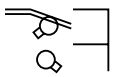
Contacts	
Symbole	**Désignation**
	Contact à fermeture (contact travail) Symbole utilisé comme symbole général d'interrupteur
	Contact à ouverture (contact repos)
	Interrupteur-sectionneur
	Contacteur
	Discontacteur
	Disjoncteur
	Sectionneur
	Fusible
	Sectionneur à fusible

Fiches, prises et connecteurs C 03-203	
Symbole	**Désignation**
	Prise de connecteur Prise de prolongateur Pôle d'une prise
	Fiche de connecteur Fiche de prolongateur Pôle d'une fiche
	Fiche et prise (connecteur, prolongateur)
	Représentation unifilaire
	Ensemble de connecteurs : partie fixe partie mobile
	Partie fixe et mobile accouplée : la prise ou socle est fixe, la fiche est mobile
	Barrette de connexion : ouverte fermée

2. Bobine de relais électromagnétique

Symbole	Désignation
	Organe de commande d'un relais : symbole général (2 variantes)
	Organe de commande d'un relais avec 1 seul enroulement
	Organe de commande d'un relais avec 2 enroulements
	Organe de commande d'un relais à mise au repos retardée
	Organe de commande d'un relais à mise au travail retardée

3. Auxiliaire de commande

Symbole	Désignation
	Contact à fermeture à commande manuelle et retour automatique
	Contact à ouverture à commande manuelle et retour automatique
	Bouton poussoir
	Tirette
	Bouton rotatif
	Fermeture à clé
	« Coup de poing »
	Interrupteur de position à contact à fermeture Interrupteur de position à contact à ouverture
	Mécanisme à déclenchement libre venant de l'actionneur vers les contacts principaux et auxiliaires
	Interrupteur agissant par effet thermique direct
	Commutateur complexe symbole fonctionnel
	Combinateur à came

Réserve aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5 Symboles d'appareils d'utilisation

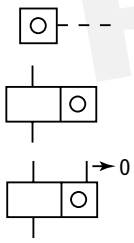
NF EN 60617-8 NF C 03-208

1. Appareils de mesure

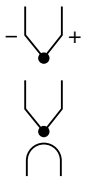
Symbole	Désignation
	Appareil indicateur symbole général
	Appareil enregistreur
	Appareil intégrateur
	Voltmètre
	Phasemètre Indicateur de déphasage
	Oscilloscope
	Wattmètre enregistreur
	Oscillographe
	Varmètre enregistreur
	Ampèreheuremètre
	Compteur d'énergie active

* Ces symboles comportent à l'intérieur le symbole littéral de la grandeur mesurée.

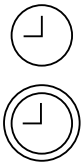
2. Dispositifs de comptage

	Fonction de comptage de nombre d'événements, symbole distinctif Compteur d'impulsions électriques Compteur d'impulsions électriques avec mise à zéro électrique

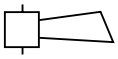
3. Thermocouples

	Thermocouple avec symboles de polarité Thermocouple à élément chauffant isolé

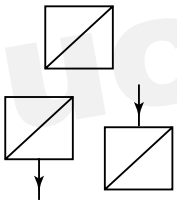
4. Horloges électriques

	Horloge, symbole général Horloge-mère

5. Lampes et dispositifs de signalisation

Symbole	Désignation
	Lampe, symbole général, et lampe de signalisation.
	Lampe de signalisation, type clignotant
	Voyant électromécanique
	Avertisseur sonore klaxon
	Sonnerie
	Sonnerie à un coup
	Sirène
	Ronfleur (forme 1)
	Ronfleur (forme 2)
	* La couleur est indiquée par 2 lettres RD = rouge, GN = vert

6. Appareils de télémesure

	Convertisseur de signal, symbole général Émetteur de télémesure Récepteur de télémesure

7. Autres appareils d'éclairage c 03-211

	Lampe d'éclairage, Symbole général
	Projecteur, symbole général
	Projecteur d'illumination
	Bloc autonome d'éclairage de sécurité
	Ballast ou autres auxiliaires pour lampe à décharge
	Starter pour lampe à décharge : tube à gaz avec bilame
	Point d'attente pour un appareil d'éclairage, Symbole pour plan architectural
	Luminaire, symbole général Tube à fluorescence
	Réflecteur

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

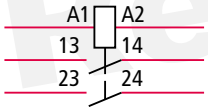
6 Classification des schémas

NF EN 61082-1 (C 03-251)

1. Modes de représentation dans les schémas

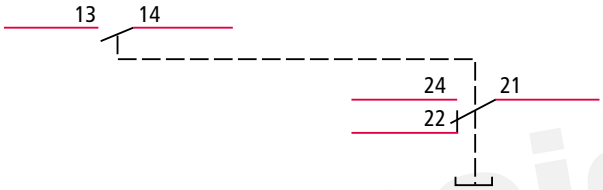
1.1. Éléments fonctionnels

a) Représentation assemblée : représentation dans laquelle les parties d'un symbole composite sont réunies.



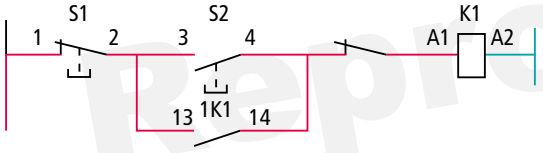
Relais en représentation assemblée.

b) Représentation rangée : représentation dans laquelle le symbole est décomposé, chaque partie étant placée dans le schéma de façon que le tracé des circuits puisse être facilement identifié.



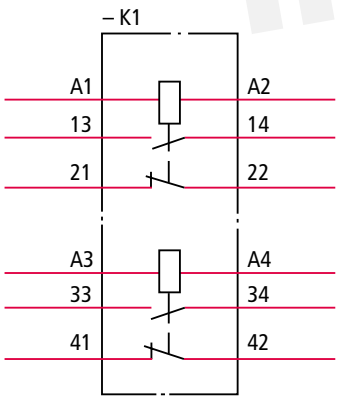
Représentation rangée d'un bouton-poussoir.

c) Représentation développée : représentation dans laquelle le symbole est séparé en plusieurs parties, chaque partie étant placée dans le schéma de façon que le tracé des circuits puisse être facilement identifié, les parties étant rattachées au moyen de repères d'identification de matériels.



Représentation en schéma développé d'une commande à contacteur.

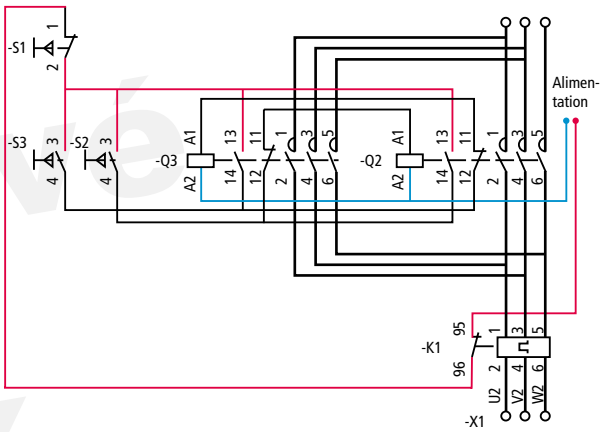
d) Représentation groupée : représentation dans laquelle un cadre entoure les symboles des éléments, ou lorsque les symboles des éléments, opérateurs logiques binaires, sont accolés.



Représentation groupée de 2 relais.

1.2. Circuits

a) Représentation multifilaire : représentation dans laquelle chaque connexion est représentée par un trait.



Représentation multifilaire d'un discontacteur et de sa commande.

b) Représentation unifilaire : représentation dans laquelle deux ou plus de deux connexions sont représentées par un trait unique.

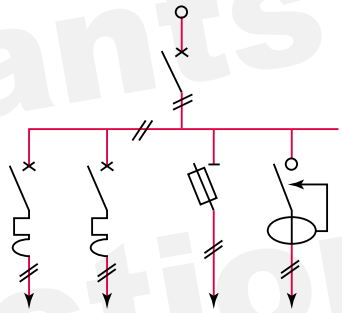


Schéma unifilaire d'un tableau de répartition.

2. Classification des schémas

2.1. Documents orientés vers la fonction

a) Schéma d'ensemble : schéma utilisant souvent la représentation unifilaire, montrant les principales relations ou connexions entre les éléments constituant un système, un équipement, ou une installation, ils sont appelés schémas blocs.

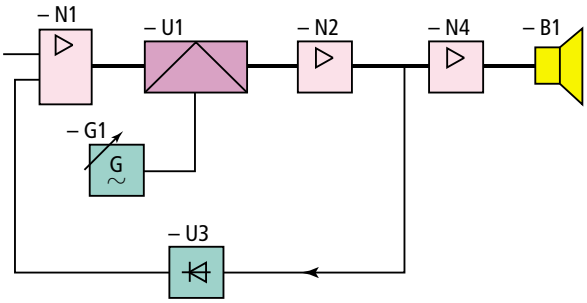
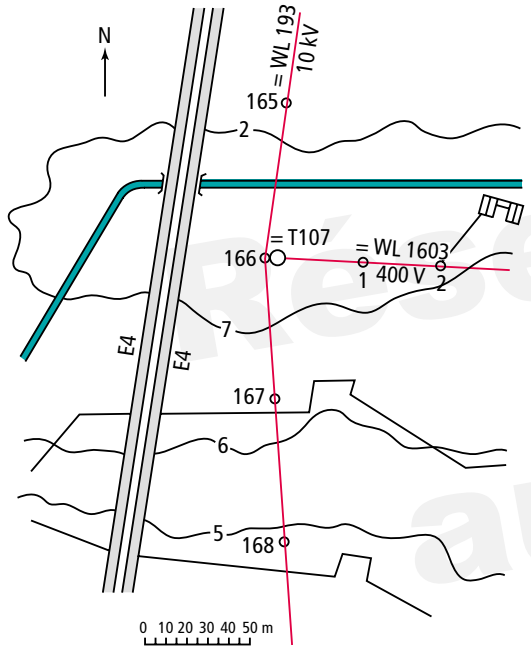


Schéma d'ensemble fonctionnel appelé aussi schéma-bloc.

b) Carte de réseau : schéma d'ensemble représentant un réseau sur une carte, par exemple des postes de transformation et lignes électriques.

Les cartes réseaux sont surtout utilisées pour la distribution d'énergie. EDF représente tous ses réseaux, à base de cartes topographiques au 1 : 25 000 (4 cm = 1 km).

Réservé aux enseignants Reproduction interdite
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Carte de réseau, ligne HT avec dérivation et poste HT/BT (400 V).

c) Schéma fonctionnel : schéma représentant les détails du fonctionnement théorique d'un système, d'une installation, ou d'un équipement, sans tenir compte des moyens utilisés pour la réalisation. Exemple un schéma fonctionnel logique.

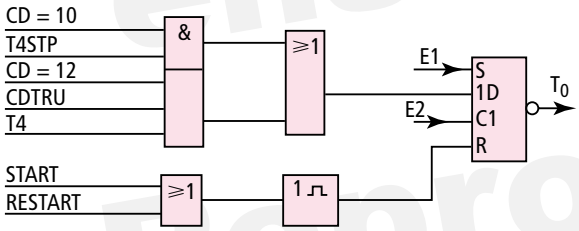


Schéma fonctionnel logique.

d) Schéma d'équivalence des circuits : schéma fonctionnel représentant des circuits équivalents, qui sert d'aide pour l'analyse et le calcul des caractéristiques ou du comportement.

e) Les diagrammes

– Diagramme fonctionnel : il décrit les fonctions et le comportement d'un système de commande, utilisant des étapes et des transitions, par exemple le GRAFCET.

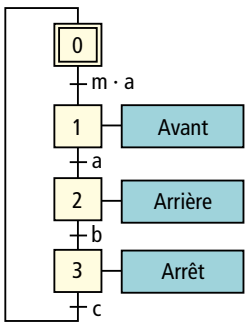


Diagramme fonctionnel ou GRAFCET.

– Diagramme ou tableau de séquence : c'est un tableau représentant la succession des opérations ou l'état des appareils d'un système.

– Diagramme de séquence-temps : dans ce diagramme de séquence, l'axe des temps est tracé à l'échelle.

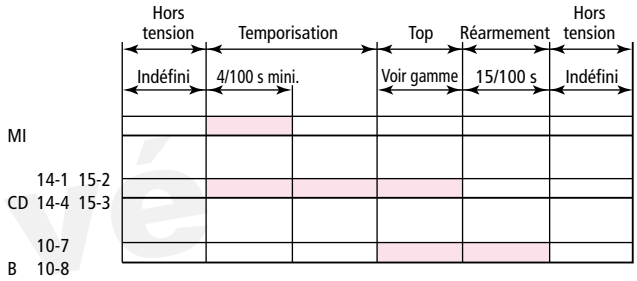


Diagramme séquence temps.

f) Schéma des circuits : schéma représentant la mise en œuvre des circuits d'un système, d'une installation, etc. et décrivant les parties et connexions au moyen de symboles graphiques mais sans tenir compte des dimensions physiques, formes ou emplacements des matériels (voir **1.2.a**).

2.2. Documents de disposition

a) Dessin ou plan d'installation : c'est un schéma représentant l'emplacement des composants d'une installation.

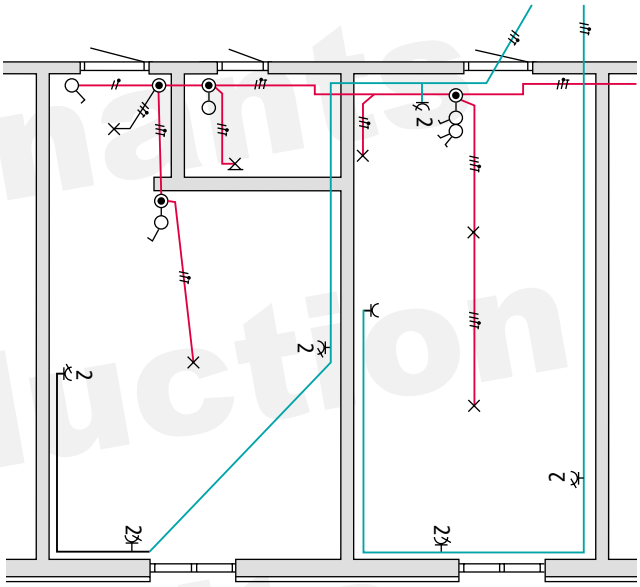


Schéma d'installation dans un bâtiment ou plan architectural.

b) Autres plans : plan de masse, dessin de construction, plan d'implantation des matériels pour donner la disposition du matériel électrique dans le système.

2.3. Documents de connexions

Il s'agit essentiellement :

– des schémas relatifs aux borniers, schémas des connexions, connexions intérieures et/ou extérieures ;

– des tableaux ou listes des câbles.

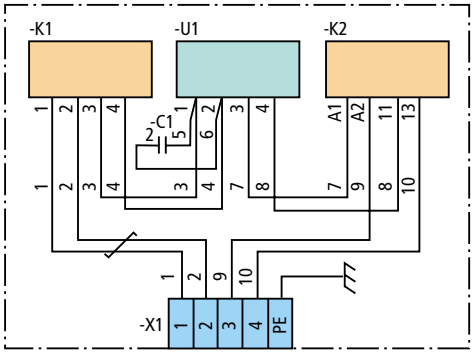


Schéma des connexions intérieures.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2 - Installations électriques

Sommaire

7. Installations électriques des locaux ..... p. 14
8. Cahier des charges ..... p. 15
9. Division des installations ..... p. 17
10. Tableau de distribution terminale .... p. 18
11. Parafoudres ..... p. 19
12. Symboles pour schémas d'installation ..... p. 20

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

7 Installations électriques des locaux

Une installation électrique est constituée par l'ensemble des circuits qui sont associés en vue de l'utilisation de l'énergie électrique. L'installation électrique d'un appartement ou d'une villa en sont des exemples.

1. Règles générales d'installation

La normalisation et les règles Promotelec définissent les règles d'installation. Une installation électrique doit assurer la protection des personnes, des animaux et des biens contre :

a) Les risques d'électrocution

Toutes les parties sous tension doivent être isolées et les masses métalliques reliées à la terre.

b) Les risques d'incendie

Le passage du courant ne doit pas produire un échauffement tel qu'il y ait risque de brûlure ou d'incendie.

c) Les risques d'échauffement

Détérioration du matériel par surcharge ou court-circuit.

d) Le risque de surtension

La foudre par exemple.

e) Les autres risques

Par des dispositifs de sectionnement ou d'arrêt d'urgence, on pourra isoler l'installation du secteur d'alimentation.

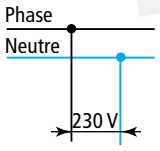
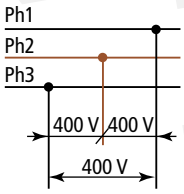
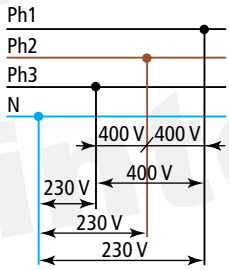
2. Caractéristiques de l'alimentation

a) Nature du courant

Courant continu : symbole — ou ⎓
Courant alternatif : symbole ~ 50 Hz en Europe
~ 60 Hz en Angleterre et aux USA.

b) Type de réseau

Exemple 230/400.

Monophasé	Triphasé sans neutre	Triphasé avec neutre
		

Le réseau de distribution EDF possède un neutre relié à la terre dans le poste de transformation.

c) Tensions

Tension EDF : 230/400 V. Ancien réseau : 127/220 V.

Classification des installations d'après la tension.

Domaine	Entre phase et terre	Entre phases
I Très basse tension TBT	U ⩽ 50 V	U ⩽ 50 V
II Basse tension BT	50 < U ⩽ 600 V	50 < U ⩽ 1 000 V

3. Définition d'un circuit

Un circuit est un ensemble de matériels électriques (conducteurs, appareillage) protégés contre les surintensités par le même disjoncteur ou le même fusible.

– Un circuit monophasé comporte deux conducteurs actifs : un conducteur de phase (Ph) ou un conducteur neutre (N).

– Un circuit triphasé comporte quatre conducteurs actifs : trois conducteurs de phase et un conducteur neutre.

4. Points d'utilisation

Les circuits d'une installation électrique sont spécialisés par fonction, éclairage, prises de courant, circuit spécialisé, ils peuvent alimenter un ou plusieurs points d'utilisation.

Fonction	Nombre maximal de points d'utilisation par circuit		Section (mm^2) des conducteurs (Ph, N, T) (cuivre)
	Norme NF C 15-100	Label Promotelec	
Éclairage et prises de courant commandées	8	5	1,5
Prises de courant	8	5	2,5
Machine à laver	1	1	2,5
Cuisinière (four + plaques) ou plaques de cuisson	1	1	6
Four seul	1	1	2,5
Plaque deux feux studio	1	1	2,5
Chauffe-eau à accumulation	1	1	2,5
Chauffage : convecteurs, panneaux radiants	5	5	1,5* à 6 mm^2

(*) En fonction de la puissance des appareils.

Tableau I. Nombre de points d'utilisation par circuit. D'après Promotelec.

Remarques :

– Un appareil d'éclairage comportant plusieurs lampes ne constitue qu'un seul point d'utilisation.

– Deux socles de prise de courant 16 A montés dans un même ensemble d'appareillage, de même qu'une prise double, ne constituent qu'un seul point d'utilisation.

5. Équipement d'un logement

L'équipement minimal d'un logement est réglementé par la norme NF C 15-100 et par Promotelec (tableau II).

Pièces de l'habitation ou fonctions	Nombre de :		Circuits spécialisés		
	foyers lumineux fixes	prises 16 A simples	Prises 16 A	Prise ou boîtes 16 ou 20 A	32 A
Salle de séjour	1(1)	5			
Chambres (a)	1(1)	3			
Cuisine	1	4(2)	1 (lave-vaisselle)	1 four seul	1
Salle d'eau	1	1			
Entrée, dégagement	1	1			
Lavage du linge			1		
W.-C.	1				
Cellier	1	1			

(1) Une prise de courant 16 A commandée par un interrupteur 10 A remplace un foyer lumineux fixe.
(2) Ces prises ne doivent pas être placées au-dessus de l'évier ni d'un appareil de cuisson.

Tableau II. Équipement minimal d'un logement. D'après Promotelec.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

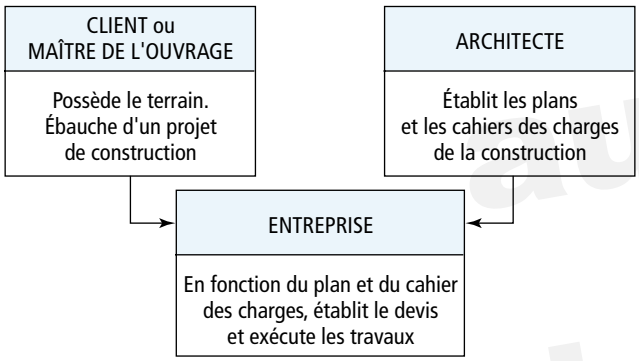
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

8 Cahier des charges

Le cahier des charges est le document qui sert de contrat entre le client et l'entrepreneur. Il est établi par l'architecte et l'utilisateur ou maître d'ouvrage.

1. Mode d'établissement

En fonction de la nature des pièces : chambres, salle de séjour, entrée et de leurs dimensions. Le maître d'œuvre et l'architecte déterminent sur le plan de la maison, les positions :
– des appareils d'éclairage et de leur commande ;
– des prises de courant ;
– des appareils électroménagers.



2. Plan architectural (voir plan ci-contre)

3. Description de l'installation

Il donne, pour toute la construction, les dispositions et mode d'exécution du gros œuvre, de la plomberie, du sanitaire, de la toiture, etc., ainsi que de l'installation électrique.

4. Exemple de descriptif de la villa

Extrait du cahier des charges
Villa située à SAINT-GERMAIN.
Maître d'ouvrage : Monsieur MARTIN.
Architecte : Monsieur BILLON.

Sommaire :

Lot n° 1 Gros œuvre	Lot n° 6 Plomberie
Lot n° 2 Cloisons	Lot n° 7 Électricité
Lot n° 3 Ouvrages	Lot n° 8 Carrelage
Lot n° 4 Menuiseries	Lot n° 9 Peintures
Lot n° 5 Serrureries	Lot n° 10 Vitreries

Lot n° 7 Électricité
A 0 Prescriptions particulières.
A 1 Équipement niveau habitation.
A 2 Installation chauffage électrique.
A 3 Équipement niveau sous-sol.
A 4 Installation téléphone-télévision.
A 5 Alimentation - Protection.

A 0 Prescriptions particulières

Les installations seront conformes aux normes et décrets en vigueur applicables aux travaux considérés. Document technique de base : norme C 15 – 100.

A 1 Équipement niveau habitation

Chambre 1
2 points lumineux en sélection de circuit.
3 prises de courant 16 A + T.

Chambre 2
1 point lumineux au centre en SA.
1 prise de courant 16 A + T commandée en SA.
3 prises de courant 16 A + T.

Chambre 3
1 point lumineux au centre en V et V.
1 prise de courant 16 A + T commandée en SA.
3 prises de courant 16 A + T.

Chambre 4
1 point lumineux central en SA.
1 prise de courant 16 A commandée en SA.
3 prises de courant 16 A + T.

Salle de bains
1 point lumineux en SA.
2 points lumineux en applique en SA.
1 prise de courant commandée.
1 liaison équipotentielle de terre.

Lavabo
1 point lumineux en applique SA.
1 prise de courant 16 A + T.

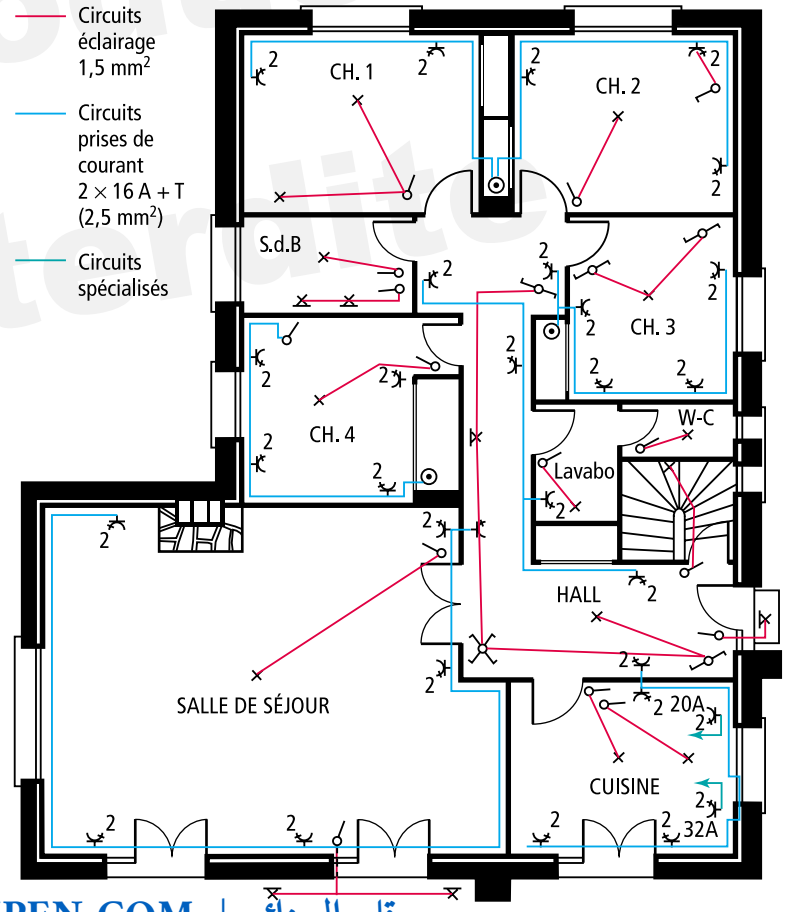
W.-C.
1 point lumineux central.

Halle et porche
1 point lumineux extérieur en SA avec voyant.
2 points lumineux commandés de 3 endroits.
6 prises de courant 16 A + T.

Salle de séjour et terrasse
1 point lumineux central en DA.
5 prises de courant 16 A + T.
2 appliques extérieures en SA.

Cuisine
1 point lumineux central en SA.
1 point lumineux central en SA classe II.
4 prises de courant 16 A + T.
1 prise de courant 20 A + T Lave-vaisselle.
1 prise de courant 32 A + T Cuisinière.

Escalier
2 points lumineux par télérupteur à 3 BP.



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

A 2 Installation chauffage électrique

Le chauffage électrique sera assuré par des convecteurs électriques basse température à thermostat à bulbe incorporé.
Chambre 1 : 1 convecteur 1 500 W.
Chambre 2 : 1 convecteur 1 500 W.
Chambre 3 : 1 convecteur 1 500 W.
Chambre 4 : 1 convecteur 1 500 W.
Salle de bains : 1 convecteur 1 000 W classe II.
Hall : 2 convecteurs 750 W.
Lavabo-W.-C. : 1 convecteur 500 W classe II.
Salle de séjour : 2 convecteurs 2 000 W.
Cuisine : 2 convecteurs 1 000 W.

A 3 Équipement sous-sol

Garage

3 points lumineux par V et V.
1 prise de courant double 2 × 16 A + T.
1 prise pour chauffe-eau 20 A + T.
1 point lumineux extérieur par VV.

Lingerie

1 point lumineux central en SA.
1 prise de courant 20 A + T Lave-linge.
2 prises de courant 16 A + T.

Cave

1 point lumineux central en SA.

A 4 Installation téléphone-télévision

Chambre 3

1 prise télévision.
1 prise téléphone.
Les prises « téléphone » seront conformes à la réglementation en vigueur.

Salle de séjour

1 prise télévision.
1 prise téléphone.

Hall

1 interphone avec portail extérieur.

A 5 Alimentation protection

Câble d'alimentation U 1000 R02V 4 × 16 mm^2 (longueur prévue 55 m).

Câble de télécommande U 1000 R02V 2 × 1,5 mm^2 (même longueur).

Fourreaux et regards à la charge de l'entreprise de gros œuvre.

Tableau comprenant :
1 disjoncteur tétrapolaire 15–60 A différentiel type S (500 mA),

3 interrupteurs	40 A	différentiels (30 mA)
4 disjoncteurs	16 A	lumière,
6 disjoncteurs	25 A	prises,
2 disjoncteurs	25 A	lavage,
1 disjoncteur	32 A	four,
1 disjoncteur	40 A	cuisson,
4 disjoncteurs	20 A	convecteurs,
1 disjoncteur	10 A	chauffe-eau,

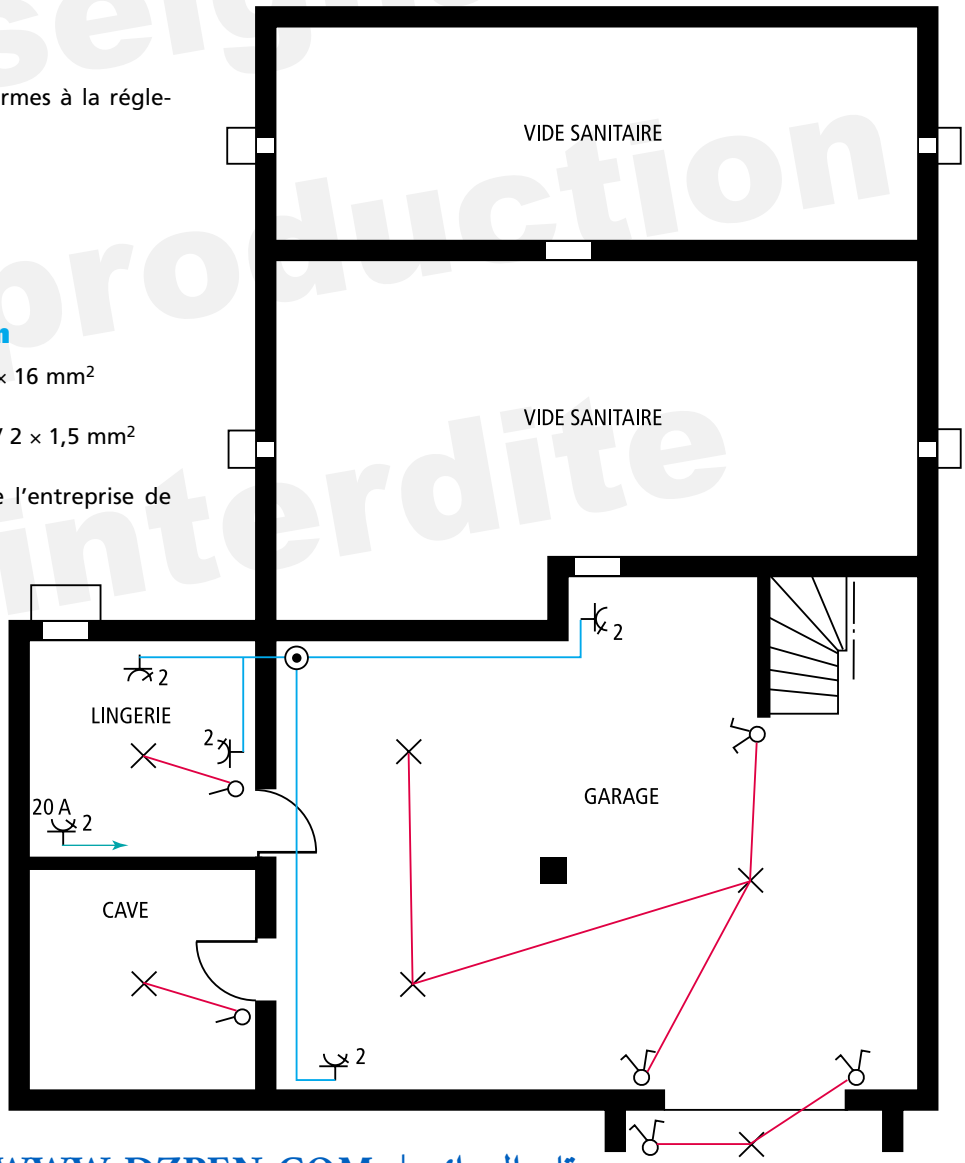
1 contacteur heures creuses.
Prise de terre générale réalisée par câble en cuivre nu en fond de fouille avec barrette de coupure.
4 lignes de distribution lumière.
6 lignes de distribution prises.

Le *cahier des charges* et le plan architectural sont envoyés à différentes entreprises d'installation électrique pour une demande de devis estimatif du coût de l'installation électrique.

L'architecte et le maître d'ouvrage choisissent l'entrepreneur qui sera chargé d'exécuter l'installation en fonction des critères suivants :

– réputation de l'entreprise pour la qualité du travail fourni ;

– prix demandé pour l'installation électrique à exécuter.



Remarques :

1. Le schéma architectural donne la représentation topographique de l'appareillage de commande, interrupteurs, des appareils d'utilisations, sources lumineuses, mais il n'indique pas le parcours exact des canalisations.

2. En fonction du type de construction, les canalisations de répartition de l'énergie seront passées, soit au sol, soit dans le plafond ; la plupart du temps, elles seront encastrées au moment de la construction.

3. Le cahier des charges est le document qui règle les relations entre l'entreprise et le client.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

9 Division des installations

La subdivision des installations en plusieurs circuits permet de limiter les conséquences d'un défaut en ne coupant que le circuit défectueux. Cette façon d'opérer facilite aussi les vérifications et les recherches de défauts.

L'étude d'une installation commence toujours par la répartition des récepteurs selon différents circuits. Le nombre de circuits est fonction des locaux, et de leur utilisation.

1. Règles pour la division des circuits

1re règle : L'éclairage est réparti de préférence entre plusieurs circuits, de même pour les prises de courant.

2e règle : Les circuits sont spécialisés en fonction des appareils qu'ils desservent et ces circuits ont chacun une protection distincte. Exemples : prise de courant, chauffe-eau, machine à laver.

3e règle : Le nombre de points lumineux ou de socles de prises de courant 16 A sur un même circuit ne doit pas dépasser 8 (ou 5 pour Promotelec).

4e règle : Les circuits de prise de courant, ainsi que le circuit d'alimentation d'éclairage de la salle de bain doivent être protégés au départ par un dispositif différentiel haute-sensibilité (30 mA).

2. Protection d'un circuit

Un circuit doit comporter, à son origine, sur la phase, un dispositif de protection contre les surintensités. On emploie, pour cela, soit un disjoncteur divisionnaire, soit une cartouche fusible.

Ces appareils doivent comporter le sectionnement du neutre, et l'identification ou le repérage du circuit qu'il alimente.

– Le courant assigné maximal, ou calibre, du fusible, ou du disjoncteur doit figurer sur l'appareil, ou la cartouche.

Section du conducteur (Cu)	1,5 mm²	2,5 mm²	4 mm²	6 mm²
Disjoncteur	10 ou 16 A	20 ou 25 A	32 A	32 ou 40 A
Fusible	10 A	20 A	25 A	32 A

Tableau III. Courant assigné en fonction de la section du circuit.

3. Protection différentielle

En plus de la protection contre les surcharges et les courts-circuits, on doit protéger les personnes contre les risques de contacts indirects, à l'aide de dispositifs différentiels à haute sensibilité 30 mA.

3.1. Choix de l'appareil différentiel

L'interrupteur différentiel remplit deux fonctions :
– une fonction manuelle de commande (mise en ou hors service de la partie d'installation où il est placé) ;
– une fonction automatique de protection des personnes.

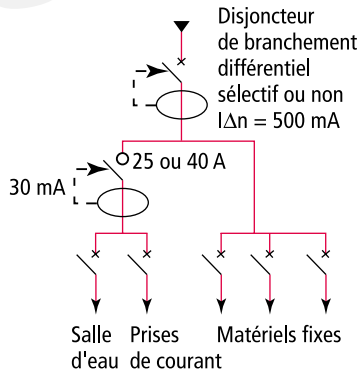
Le disjoncteur différentiel remplit, en plus des fonctions de l'interrupteur, celle de protection des canalisations contre les surcharges et les courts-circuits.

Le courant assigné d'un dispositif différentiel doit être au moins égal au courant d'emploi du circuit.

3.2. Position de la protection différentielle

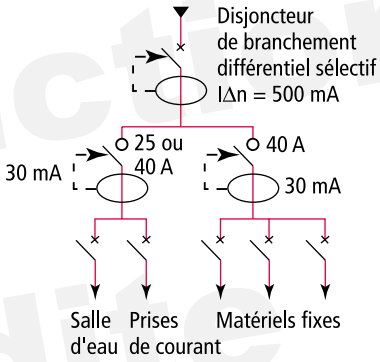
Pour éviter les coupures intempestives, il est recommandé d'installer plusieurs dispositifs 30 mA. En effet, le fonctionnement simultané de matériels d'utilisation pouvant présenter des courants de fuite qui s'ajoutent, peuvent provoquer le déclenchement d'un 30 mA.

Solution 1 : Uniquement les circuits alimentant des socles de prise de courant et la salle d'eau sont protégés par un dispositif différentiel 30 mA. En cas de défaut à la terre dans les matériels fixes, le disjoncteur de branchement (différentiel 500 mA) se déclenche. Ce schéma n'assure qu'une sélectivité partielle.



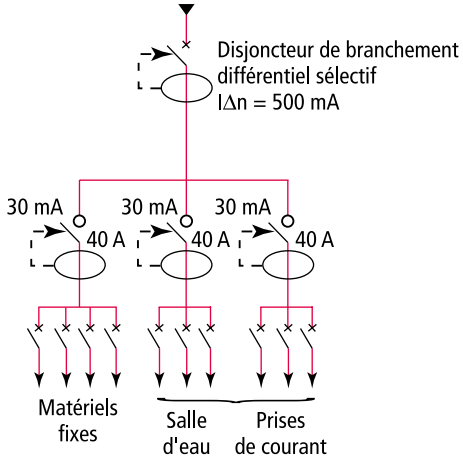
Protection différentielle avec une sélectivité partielle.

Solution 2 : Afin d'assurer une meilleure sécurité d'utilisation, les circuits autres que ceux de la salle de bains et des prises de courant sont protégés par un dispositif différentiel 30 mA.
Un disjoncteur de branchement de type S (sélectif) permet de compléter cette protection.



Protection différentielle avec une sélectivité satisfaisante.

Solution 3 : Cette solution apporte aux installations importantes une sélectivité améliorée par rapport à la solution 2.



Protection différentielle avec une sélectivité améliorée.

Reserve aux enseignants
Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

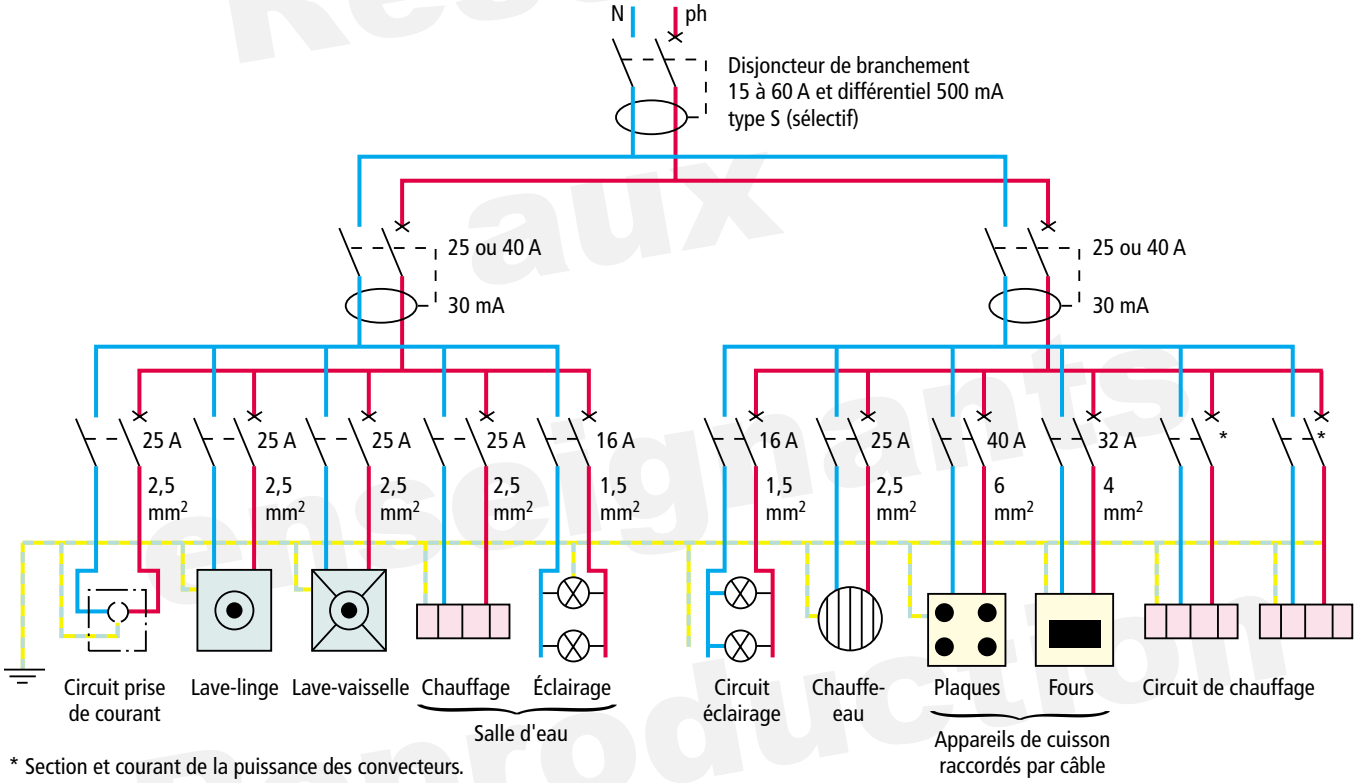
10 Tableau de distribution terminale

1. Rôle du tableau de répartition

Le tableau électrique de distribution terminale ou de répartition est situé juste en dessous du disjoncteur général, il assure :
– la séparation des différents circuits ;
– la protection de chaque circuit contre les surintensités et courts-circuits ;
– la protection des personnes ;
– la protection contre les surtensions ;
– des fonctions annexes de commande et de régulation.

2. Exemple de schéma

Un exemple de schéma multifilaire d'un tableau de répartition est donné ci-dessous.



* Section et courant de la puissance des convecteurs.

Schéma multifilaire d'un tableau de distribution terminale.

Cette installation comporte deux groupes de circuits protégés par des interrupteurs différentiels haute-sensibilité.

3 Constitution d'un tableau de répartition

Le tableau de répartition doit être conforme à la norme (NF C 61-910). Il comporte :

– un répartiteur de phase ;

– un répartiteur de neutre ;

– les interrupteurs ou disjoncteurs différentiels haute sensibilité (30 mA) ;

– des barres de pontage (peigne isolé) de phase et de neutre ;

– les dispositifs de protection contre les surintensités des circuits (disjoncteurs divisionnaires ou coupe-circuits à cartouches) ;

– les dispositifs de protection contre les surtensions (parafoudre) ;

– un répartiteur de terre ;

– des appareils modulaires tels que télérupteurs, contacteurs, relais heures creuses pour chauffe-eau à accumulation, délesteur, transformateur de sonnerie, programmateur, gestionnaire...

Un exemple de tableau de répartition avec son câblage est donné ci-contre.

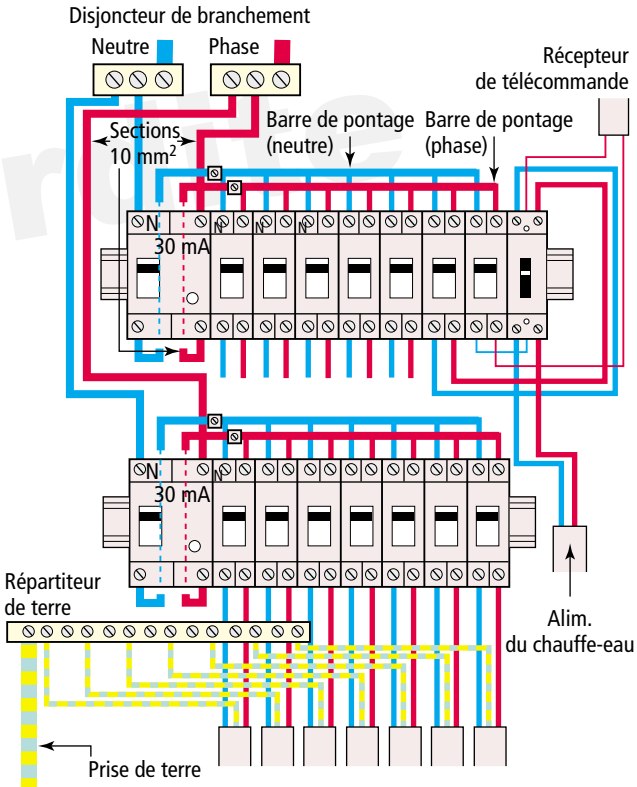


Schéma de câblage d'un tableau de répartition avec disjoncteurs divisionnaires. D'après Promotelec.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

11 Parafoudres

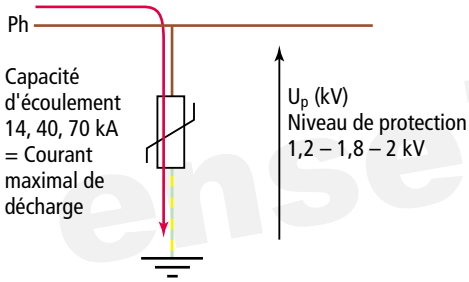
1. Fonction

Il est indispensable de protéger une installation domestique contre les surtensions atmosphériques, télévision, vidéo, chaîne hi-fi, informatique, lave-linge, congélateur... Pour les installations industrielles, il faut aussi tenir compte des surtensions dues aux coupures des circuits.

Les parafoudres se présentent sous forme de blocs modulaires, comme les fusibles ou les disjoncteurs.

2. Caractéristiques

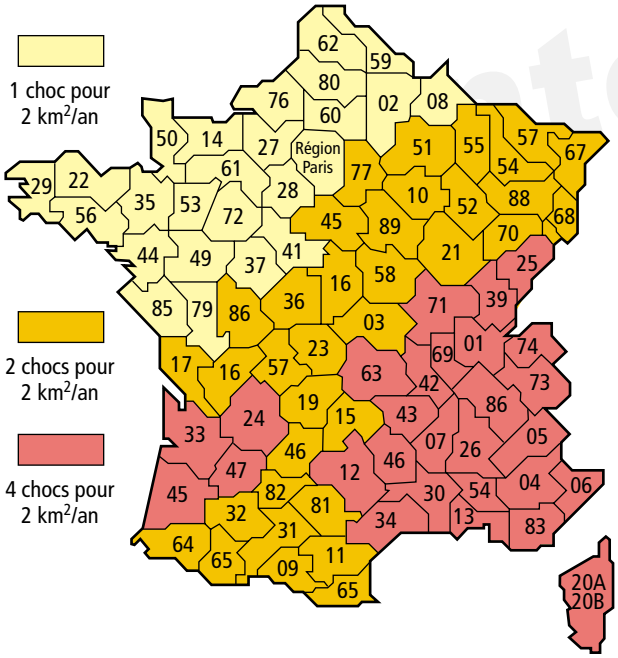
Le fonctionnement du parafoudre s'effectue dès que la tension à ses bornes dépasse sa tension Up, ou tension de protection (1,2 à 2,5 kV). À ce moment, un **courant de décharge** s'écoule à travers le parafoudre vers la terre. Ce courant très intense, de 2 à 100 kA dure quelques microsecondes.



Principe du fonctionnement du parafoudre.

Le choix du parafoudre se fait en fonction du niveau de risque de foudroiement :

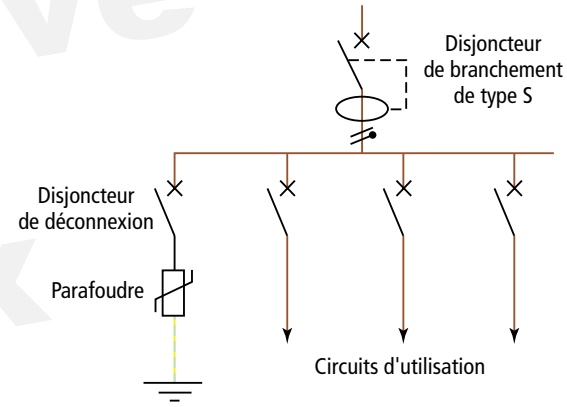
– densité de foudroiement faible, forte, ou élevée ;
– ligne d'alimentation aérienne ou souterraine ;
– sensibilité des récepteurs, et leur coût.



Carte de France des densités de foudroiement : faible 1, moyenne 2, élevée 4.

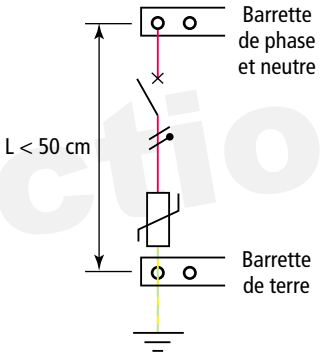
3. Conditions d'installation

– Un disjoncteur de déconnexion est installé en amont de chaque parafoudre BT. En effet, en cas de trop fort courant de décharge, le parafoudre peut se mettre en court-circuit.



Le parafoudre est placé en aval du disjoncteur de branchement.

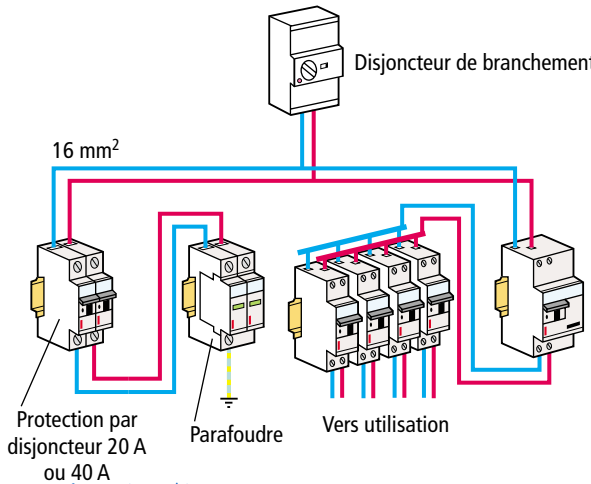
– Les fils doivent être le plus court possible. Entre les barrettes de connexions (Ph, N) et la terre, on doit respecter la règle des 50 cm.



Longueur maxi de 50 cm pour le raccordement d'un parafoudre.

– L'installation peut être complétée par la protection du réseau téléphonique grâce à un parafoudre téléphonique PRC.

4. Schéma de câblage

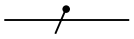
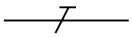
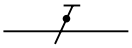
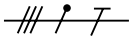
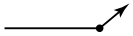
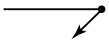


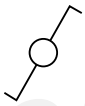
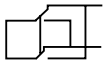
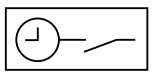
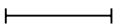
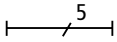
Réserve enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

12 Symboles pour schémas d'installation

NF EN 60617-11 ou C 03-211

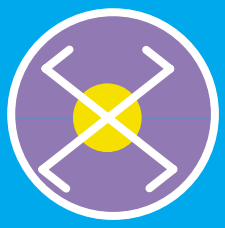
Symbole	Légende
Section 11 – Conducteurs particuliers	
	Conducteur neutre.
	Conducteur de protection.
	Conducteur de protection et neutre confondus.
	Exemple : Canalisation triphasée avec conducteur neutre et conducteur de protection.
Section 12 – Canalisations	
	Si la flèche est pointée vers le bord supérieur de la feuille de dessin, la canalisation va vers le haut.
	Canalisation descendante : Si la flèche est pointée vers le bord inférieur de la feuille de dessin, la canalisation va vers le haut.
	Canalisation traversant verticalement.
	Boîte, symbole général.
	Boîte de connexions. Boîte de dérivation.
	Coffret de branchement. Le symbole est représenté avec canalisation.
	Coffret de répartition. Le symbole est représenté avec cinq canalisations.
Section 13 – Socles de prises de courant	
	Socle de prise de courant (puissance), symbole général.
	Socle pour plusieurs prises de courant (puissance). Symbole avec 3 prises.
	Le symbole est représenté avec trois prises.
	Socle de prise de courant (puissance) avec contact pour conducteur de protection.
	Socle de prise de courant (puissance) avec volet d'obturation.
	Socle de prise de courant (puissance) avec interrupteur unipolaire.
	Socle de prise de courant (puissance) avec interrupteur de verrouillage.
	Socle de prise de courant avec transformateur de séparation, par exemple : prise pour rasoir.
	Socle de prise pour terminal de télécommunication, symbole général. Les désignations : TP = téléphone FX = télécopie M = microphone FM = modulation de fréquence = haut-parleur TV = télévision.

Symbole	Légende
Section 14 – Interrupteurs	
	Interrupteur, symbole général.
	Interrupteur à lampe témoin.
	Interrupteur à temps de fermeture limité, unipolaire.
	Interrupteur, bipolaire.
	Commutateur unipolaire, par exemple pour différents niveaux d'éclairage.
	Interrupteur unipolaire va-et-vient.
	Commutateur intermédiaire pour va-et-vient. Schéma équivalent des circuits.
	
	Interrupteur gradateur.
	Interrupteur unipolaire à tirette ?
	Bouton-poussoir.
	Bouton-poussoir fumineux.
	Bouton-poussoir protégé contre une mise en œuvre involontaire, par exemple au moyen d'une glace à briser.
	Minuterie.
	Interrupteur horaire.
	Commande ou contrôle par clé.
Section 15 – Installations d'éclairage	
	Point d'attente d'appareil d'éclairage. Le symbole est représenté avec canalisation.
	Point d'attente d'appareil d'éclairage en applique murale.
	Luminaire avec lampes à fluorescence.
	Luminaire à 5 tubes fluorescents.

Réservé aux enseignants
Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3 - Circuits d'éclairage



Sommaire

13. Interrupteur et prise de courant ..... p. 22
14. Simple et double allumage ..... p. 23
15. Sélection de circuits et va-et-vient .. p. 24
16. Va-et-vient et permutateur ..... p. 25
17. Interrupteur automatique ..... p. 26
18. Télérupteur ..... p. 27
19. Minuterie ..... p. 29
20. Fluorescence et luminescence ..... p. 30
21. Variation de lumière ..... p. 32
22. Interrupteur crépusculaire ..... p. 33
23. Courants porteurs et infrarouge ..... p. 34
24. Éclairage de sécurité ..... p. 36

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

13 Interrupteur et prise de courant

1. Prise de courant

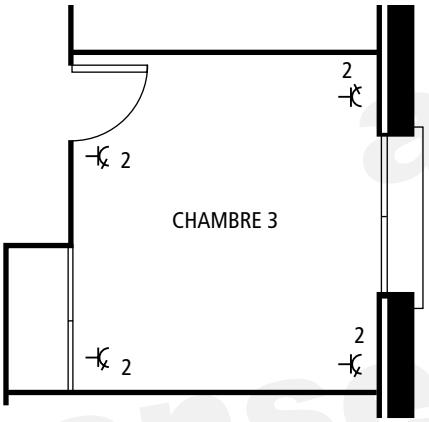
1.1. Rôle du montage prise de courant

Disposer d'une source d'alimentation électrique en différents points de l'habitation.

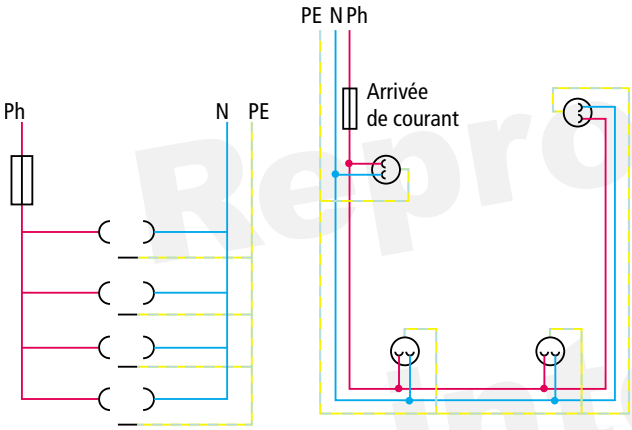
Cette source doit permettre d'alimenter : lampadaire, fer à repasser, aspirateur, radio, télévision.

1.2. Plan architectural

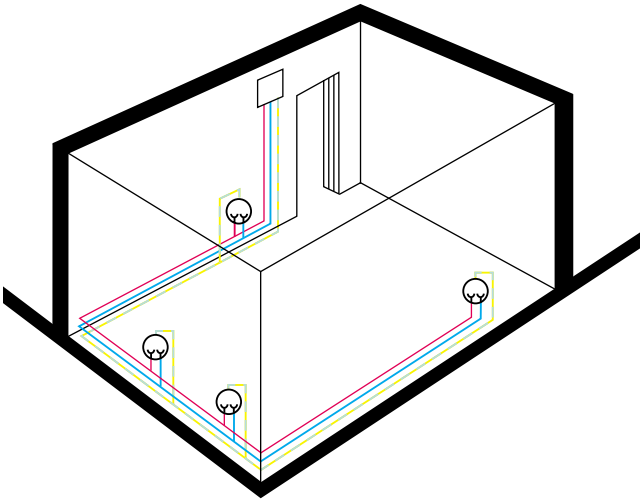
Soit à installer 4 prises bipolaires + terre.



1.3. Schéma développé et multifilaire



1.4. Disposition dans l'espace



2. Simple allumage

2.1. Rôle du montage simple allumage

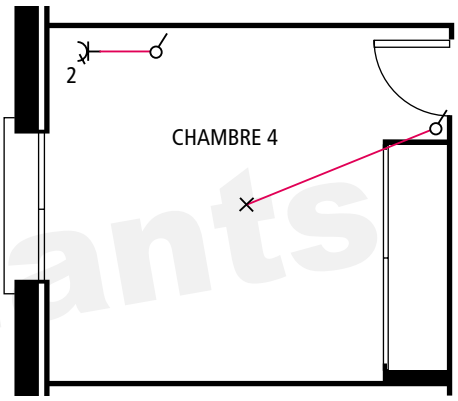
Commander, à partir d'un endroit, un ou plusieurs récepteurs électriques.

Exemples :

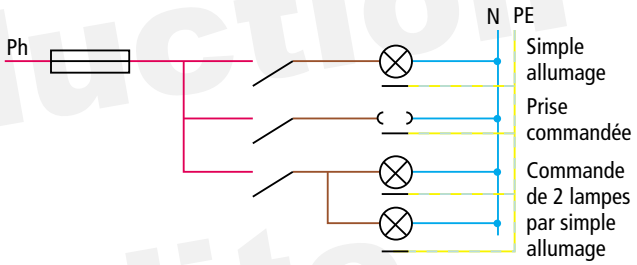
Éclairage d'une lampe ou d'un tube fluorescent ; commande d'une prise de courant.

2.2. Plan architectural

Commande d'une lampe centrale dans la chambre 4 et d'une prise commandée.



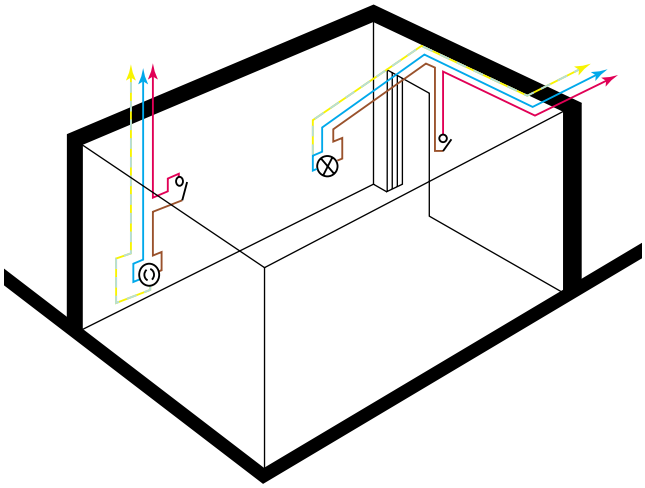
2.3. Schéma des circuits



Remarque :

Dans ce schéma, en ouvrant le coupe-circuit, on peut intervenir sur l'interrupteur ou sur les lampes sans avoir le contact avec la phase.

2.4. Représentation multifilaire dans l'espace



Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

14 Simple et double allumage

1. Simple allumage avec voyant

1.1. Rôle du montage simple allumage

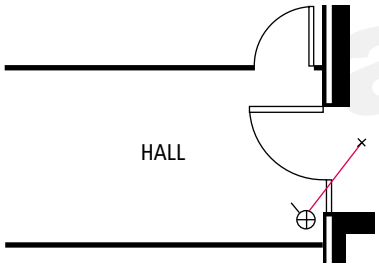
Lorsque la lampe commandée n'est pas visible de l'interrupteur, il est nécessaire de prévoir, avec l'interrupteur, un voyant lumineux qui permet de contrôler le fonctionnement de la lampe.

Exemple :

Cave, éclairage extérieur, chambre frigorifique.

1.2. Plan architectural

Supposons que nous devions allumer une lampe à l'extérieur du hall d'entrée.

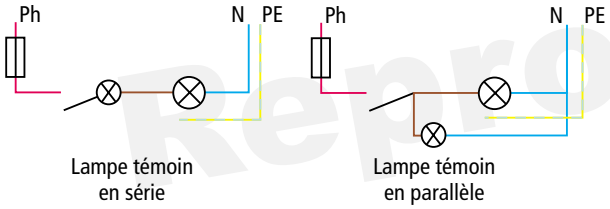


1.3. Schéma des circuits

a) Témoin monté en série dans le circuit

Le voyant est parcouru par le même courant que la lampe ; il doit être adapté à la puissance de la lampe.

Si l'une des deux lampes est défectueuse, l'indication reste exacte.

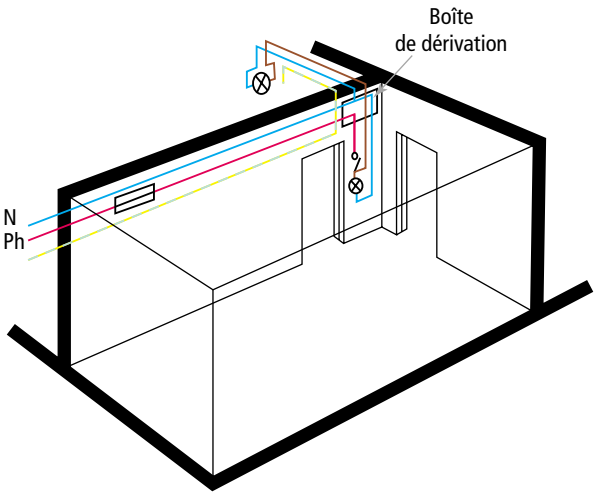


b) Témoin monté en parallèle

Le voyant est alimenté indépendamment de la lampe. Si l'une des deux lampes est défectueuse, l'indication est fausse.

1.4. Disposition dans l'espace

Schéma avec lampe témoin en parallèle avec la lampe commandée.



2. Double allumage

2.1. Rôle du montage double allumage

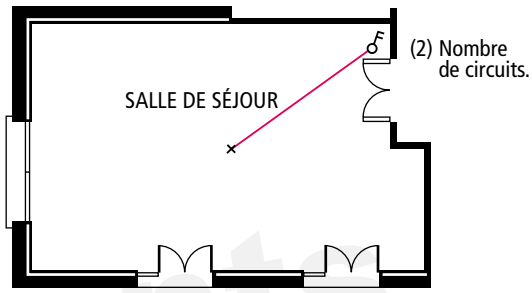
Il consiste à établir ou interrompre, ensemble ou séparément, et d'un seul endroit, deux circuits différents.

Exemple :

Commande de lustres ou éclairage de magasins.

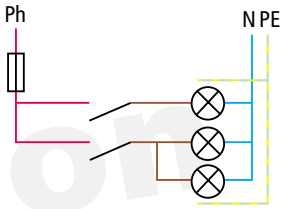
2.2. Plan architectural

Éclairage central de la salle de séjour.

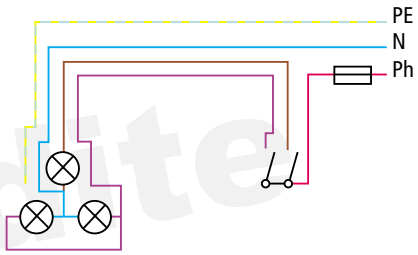


2.3. Schéma des circuits

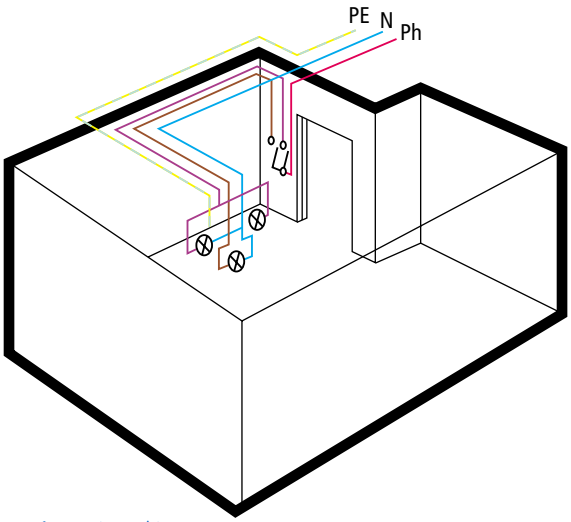
Il s'agit de deux montages simple-allumage, les deux interrupteurs étant dans un seul boîtier. L'un des circuits ou les deux peuvent comporter une ou plusieurs lampes.



2.4. Schéma multifilaire



2.5. Représentation dans l'espace



Reserve aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

15 Sélection de circuits et va-et-vient

1. Sélection de deux circuits

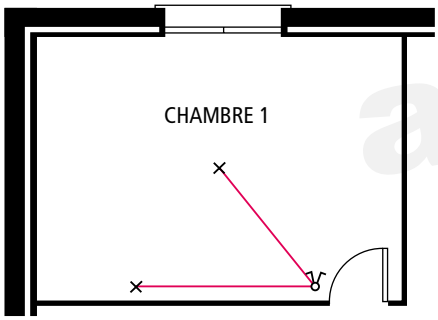
1.1. Rôle du montage

Sélectionner l'un ou l'autre circuit, d'un seul endroit, en assurant l'établissement ou la coupure de ces circuits.

Exemple :
Commande séparée de deux lampes.

1.2. Plan architectural

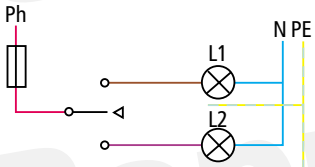
On souhaite commander l'éclairage central ou l'éclairage d'une lampe de chevet.



1.3. Schéma des circuits

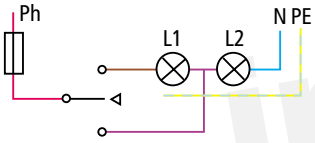
a) Montage sélection de deux circuits

Le commutateur est un commutateur à deux directions avec arrêt central ; il possède donc trois directions (fig. 2).

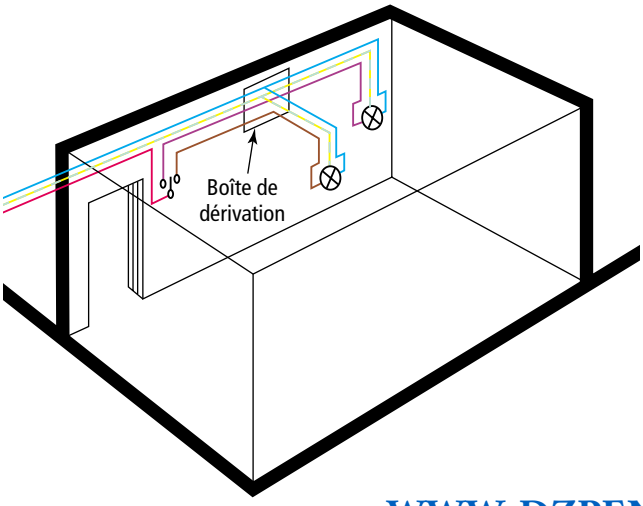


b) Montage veilleuse

Dans une position, les lampes L1 et L2 sont en série ; elles éclairent faiblement ; dans l'autre position, L2 seule est alimentée sous la pleine tension (fig. 3).



1.4. Représentation dans l'espace



2. Le va-et-vient

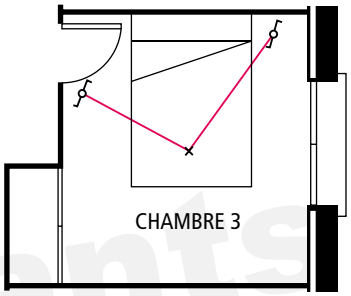
2.1. Rôle du montage

Commander l'allumage et l'extinction d'une lampe ou d'un groupe de lampes de deux endroits différents.

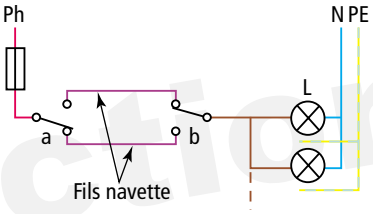
Exemple :
Dans un couloir, éclairage et extinction des deux extrémités du couloir.

2.2. Plan architectural

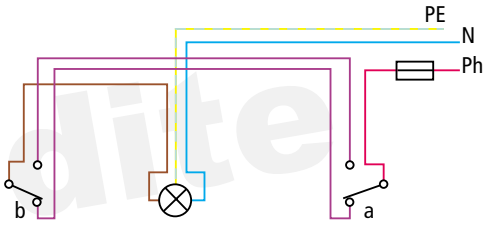
Dans une chambre, commande de la lampe centrale depuis la porte d'entrée et la tête du lit.



2.3. Schéma des circuits

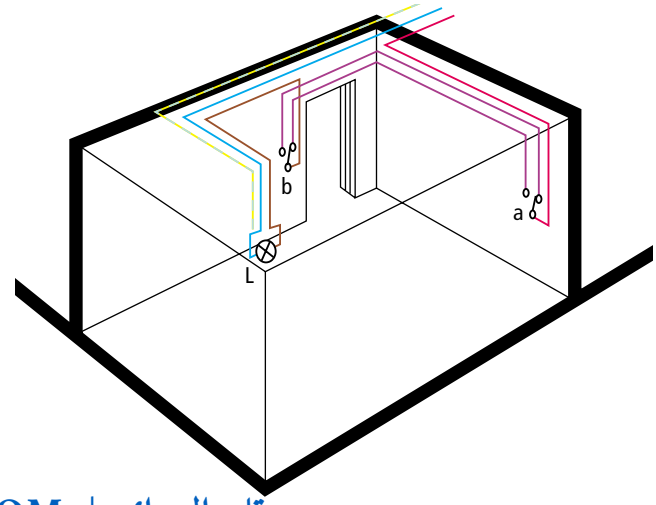


2.4. Schéma multifilaire



Les commutateurs a et b sont aussi appelés inverseurs.

2.5. Représentation dans l'espace



Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

16 Va-et-vient et permutateur

1. Va-et-vient

1.1. Va-et-vient avec voyant

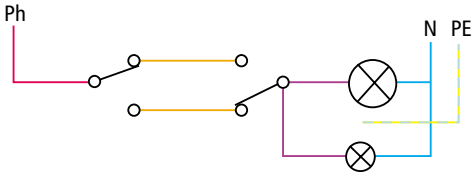
Le voyant du va-et-vient est allumé, lorsque l'éclairage est allumé.

a) Montage sans neutre

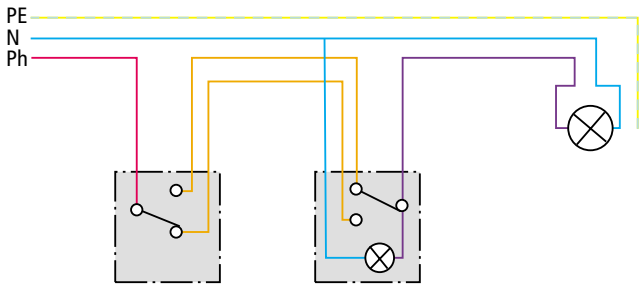
L'inverseur du va-et-vient est muni d'une diode électroluminescente, et ne nécessite aucun montage particulier pour l'électricien.

b) Montage avec neutre

L'une des deux inverseurs est muni d'un voyant en 230 V, et nécessite un raccordement sur le neutre .



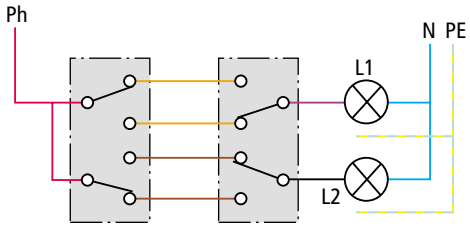
c) Schéma multifilaire



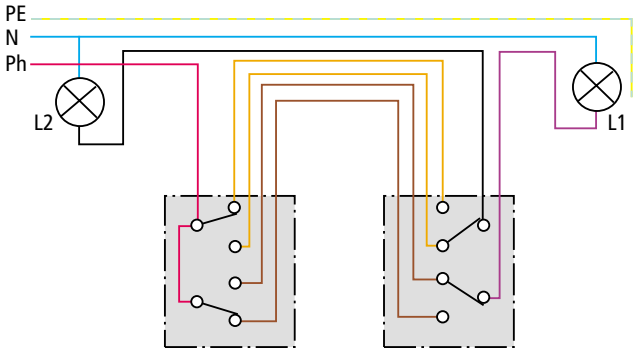
1.2. Double va-et-vient

Le double va-et-vient permet de commander deux circuits différents depuis deux points différents.

a) Schéma des circuits



b) Schéma multifilaire



Remarque :

Ce montage nécessite un grand nombre de fils, ce qui peut entraîner des risques d'erreurs.

2. Permutateur

2.1. Rôle du montage

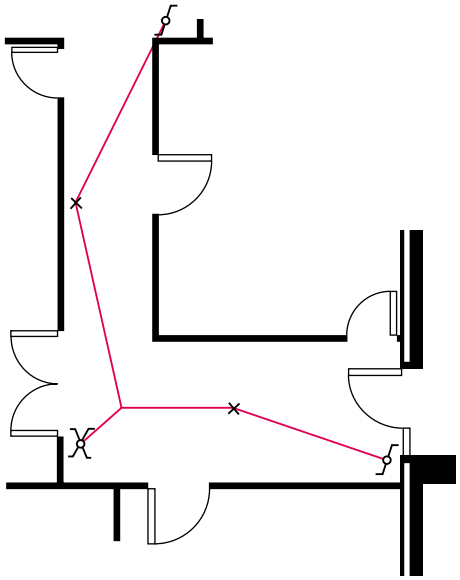
Commande d'une ou de plusieurs lampes en parallèle à partir de trois endroits différents ou plus.

Exemple :

Cage d'escalier avec plusieurs étages.

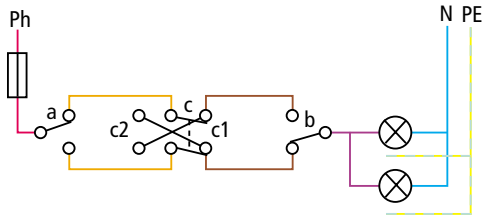
2.2. Plan architectural

Commande de deux lampes du couloir à partir de trois endroits différents.



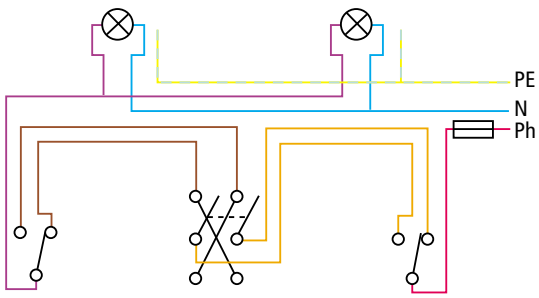
2.3. Schéma des circuits

L'inverseur polaire, en passant de la position C1 en C2 inverse les deux fils de la navette, ce qui provoque l'allumage ou l'extinction des lampes.



2.4. Schéma multifilaire

On utilise un inverseur bipolaire et deux inverseurs simples.



Remarque :

On peut généraliser ce montage et mettre autant de commutateurs type 7 en série sur le circuit des deux fils navette. On préfère, à ce montage, l'utilisation du télérupteur.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

17 Interrupteur automatique

1. Rôle

L'interrupteur automatique détecte les variations d'émissions infrarouge (mouvement d'une personne), pour commander l'éclairage.



Détecteur de mouvement (Schneider Electric).



Interrupteur automatique (Legrand).

2. Caractéristiques

– Le secteur de détection, angle de 0... à 180° et la portée de 0... à 12 m.

– La détection d'obscurité, souvent par cellule à seuil réglable de 3... à 80 lux.

– Le maintien de la fermeture du contact, après la fin du mouvement, de 4 s à 8 min.

– Le branchement comporte le plus souvent le neutre pour l'alimentation du détecteur.

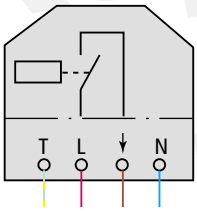
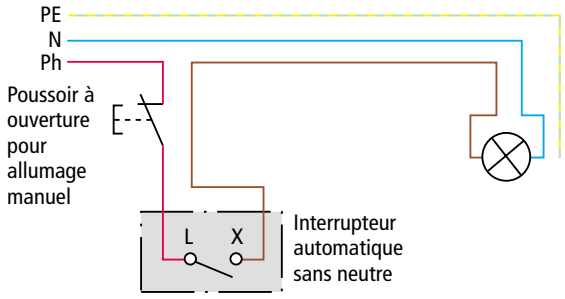


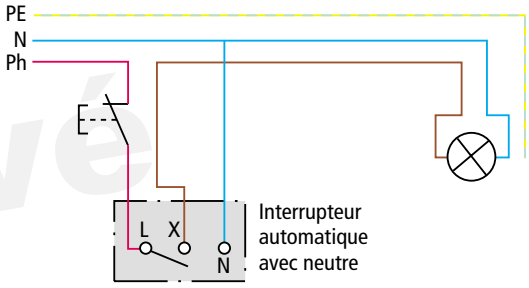
Schéma interne simplifié d'un interrupteur automatique.

3. Schémas des circuits

a) Peut remplacer directement un interrupteur dans une installation existante, en **montage dit deux fils** ou en **montage trois fils**.

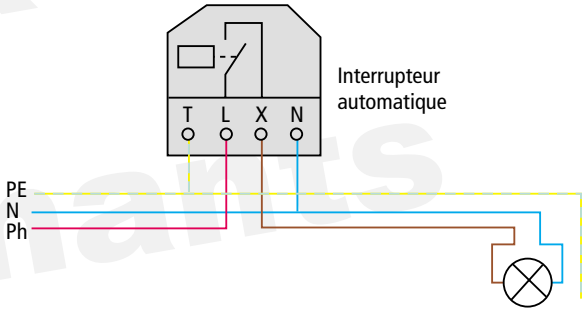


Interrupteur automatique en montage 2 fils.



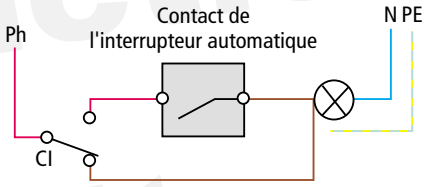
Interrupteur automatique en montage 3 fils.

b) L'interrupteur automatique est placé pour contrôler toute une zone, en intérieur ou en extérieur. Il devient **détecteur de mouvement**.



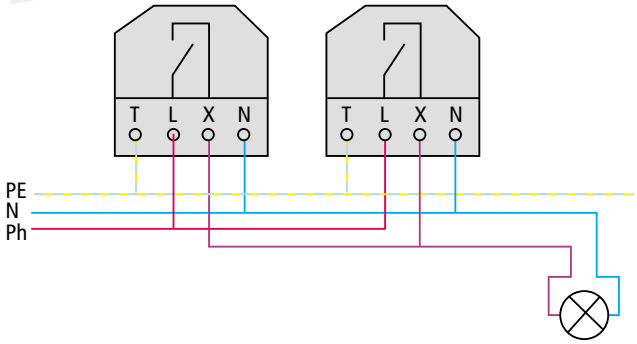
Commande d'éclairage avec interrupteur automatique.

c) La commande de l'éclairage peut être forcée en manœuvrant un inverseur qui permet de fonctionner en **éclairage manuel** ou **automatique**.



Association de la commande manuelle (CI) et automatique.

d) La commande d'éclairage est effectuée par **plusieurs détecteurs**.



Installation avec plusieurs détecteurs (contacts montés en parallèle).

Remarques :

La détection de mouvement des personnes permet également :

– d'éviter les gaspillages d'électricité, par l'extinction automatique ;

– de commander automatiquement l'éclairage en fonction du seuil de luminosité.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

18 Télérupteur

1. Rôle du montage

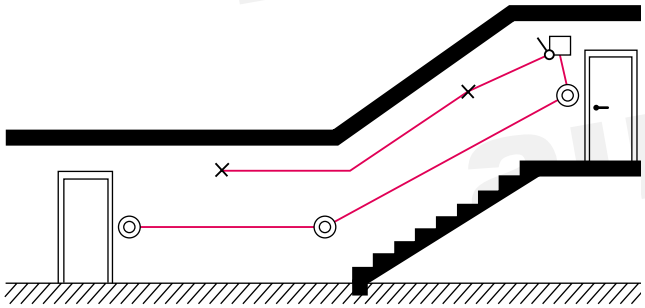
Commande d'une ou de plusieurs lampes d'un nombre quelconque d'endroits différents.

Exemple :

Lorsqu'une lampe doit être commandée de trois endroits différents : couloirs, montée d'escaliers, on emploie le télérupteur.

2. Plan architectural

Installation de deux lampes commandées de trois endroits.



Plan architectural.

3. Schéma des circuits

On distingue deux circuits :

– Le circuit de commande : la bobine est alimentée par impulsion par les boutons poussoirs.

– Le circuit d'utilisation : le contact « a » du télérupteur commande les lampes.

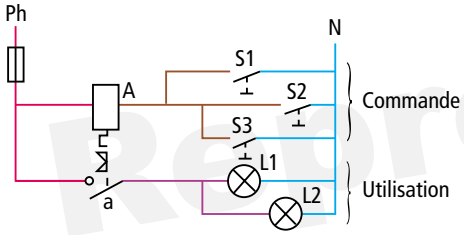


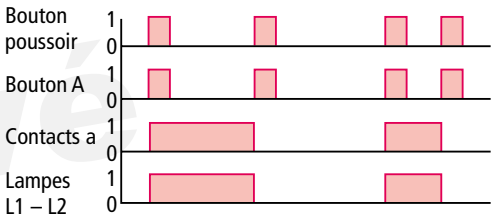
Schéma de principe du montage télérupteur.

a) Fonctionnement

– La première impulsion alimente la bobine A et enclenche le contact « a » qui se ferme.

– L'impulsion suivante alimente la bobine A et déclenche le contact « a » qui s'ouvre.

b) Diagramme



c) Variante

Le circuit de commande peut être alimenté en basse tension, de 8 à 24 V, par un transformateur.

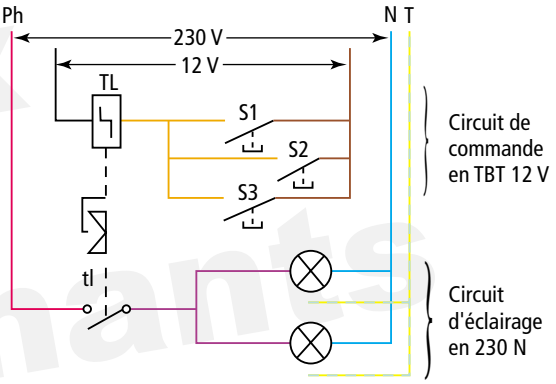


Schéma développé d'un montage télérupteur alimenté en TBT 12 V.

4. Télérupteur intégré dans l'installation

Le télérupteur est monté en aparent ou dans une boîte encastrée.

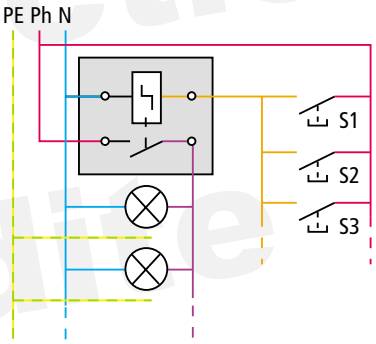
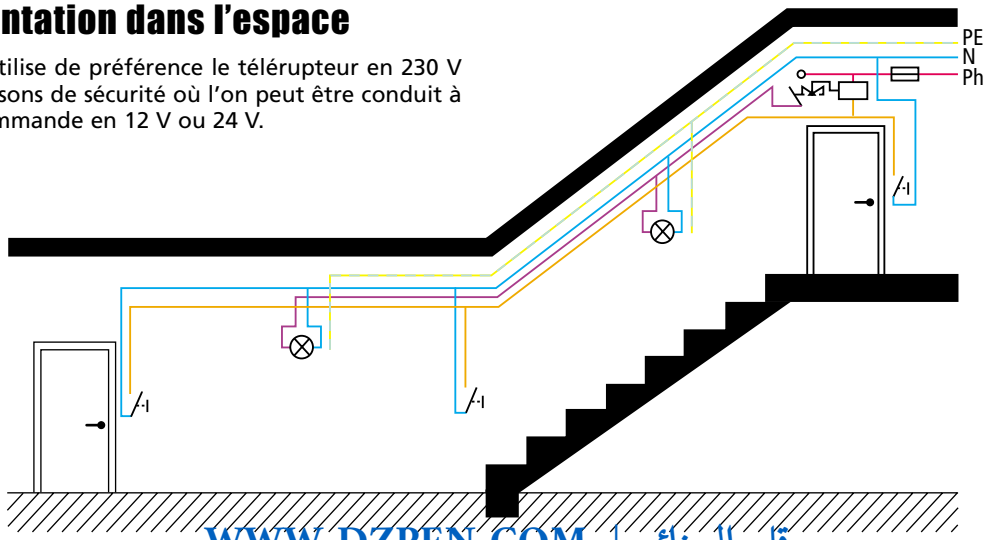


Schéma multifilaire d'un montage télérupteur en 230 V.

5. Représentation dans l'espace

En général, on utilise de préférence le télérupteur en 230 V sauf pour des raisons de sécurité où l'on peut être conduit à avoir une télécommande en 12 V ou 24 V.



Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6. Télérupteur monté en tableau

6.1. Télérupteur en 230 V

Le télérupteur et la protection sont placés sur le tableau de répartition au départ de l'installation.

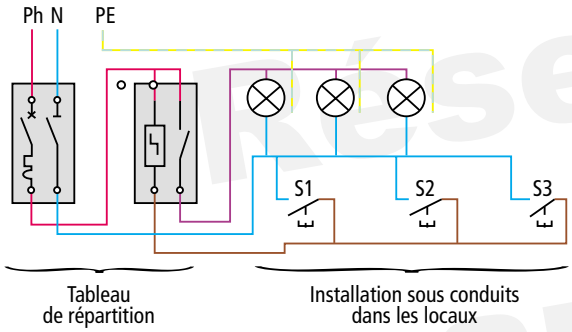


Schéma multifilaire avec télérupteur monté sur le tableau de répartition.

6.2. Télérupteur en TBT

Il est placé dans un tableau de répartition avec les protections et le transformateur d'alimentation du circuit de commande de la bobine du télérupteur.

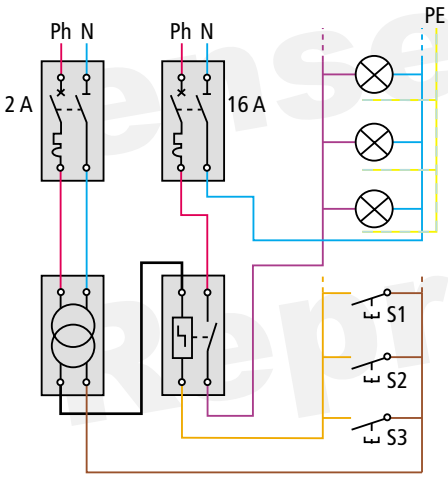


Schéma multifilaire d'un télérupteur de tableau alimenté en TBT.

6.3. Télérupteur avec boutons poussoirs et voyants

La lampe du bouton poussoir est allumée, lorsque les lampes sont alimentées.

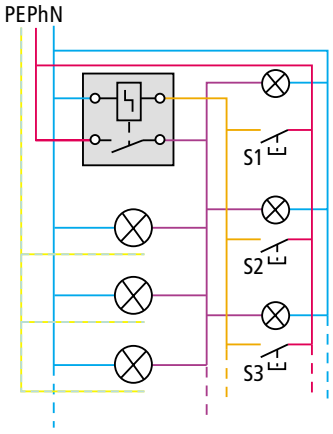


Schéma multifilaire avec boutons poussoirs à voyants.

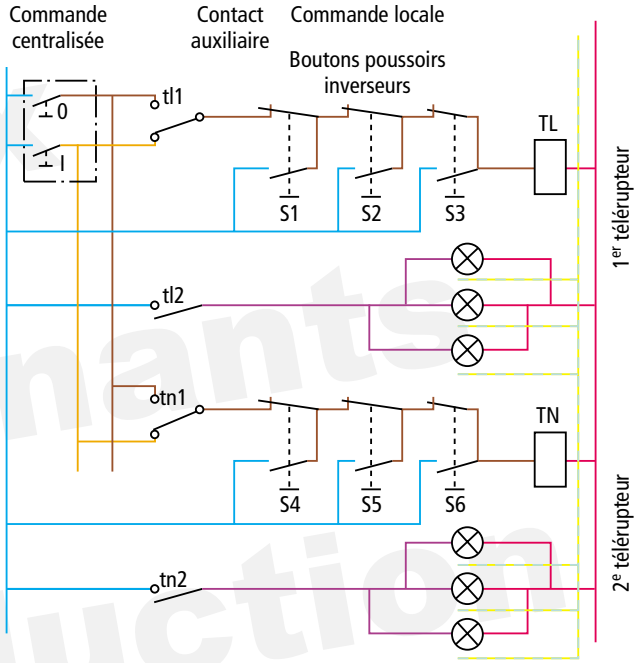
7. Commande centralisée par télérupteur

7.1. Fonction

Chaque circuit commandé individuellement par plusieurs boutons poussoirs peut être commandé à partir d'un poste centralisé, poste de commande, poste de garde, système d'alarme.

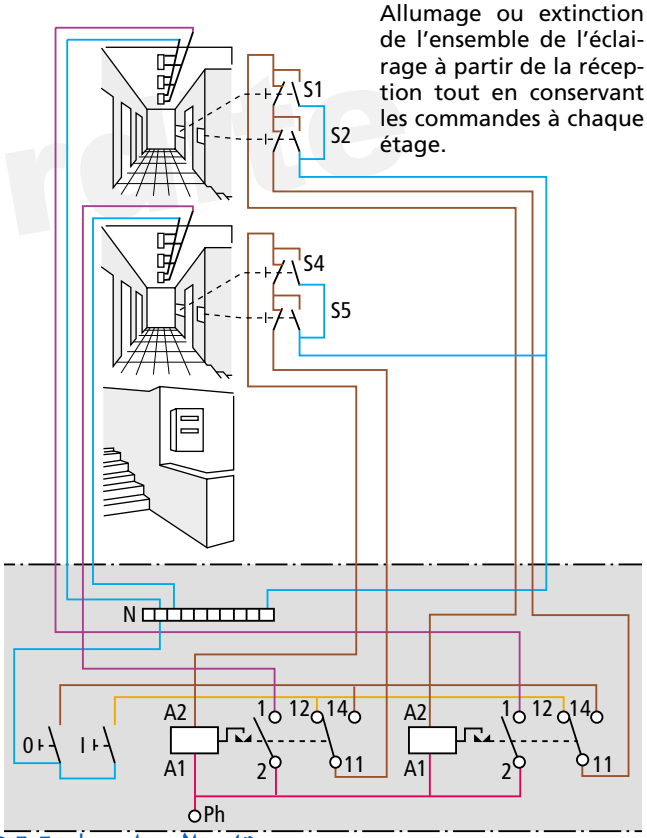
Conditions : Il est nécessaire que le télérupteur possède un contact auxiliaire inverseur qui mémorise la position du télérupteur. Les boutons poussoirs sont eux aussi inverseurs.

7.2. Schéma de principe



7.3. Schéma multifilaire

Allumage ou extinction de l'ensemble de l'éclairage à partir de la réception tout en conservant les commandes à chaque étage.



Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

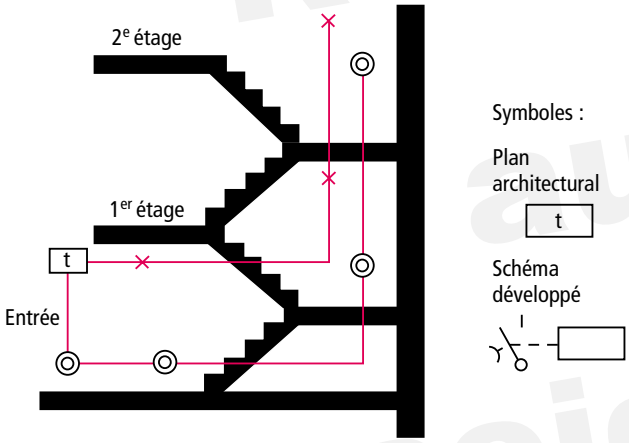
19 Minuterie

1. Rôle du montage

Commande d'un ou de plusieurs endroits d'un circuit s'ouvrant automatiquement au bout d'un temps prédéterminé. Par exemple dans une montée d'escalier.

2. Plan architectural

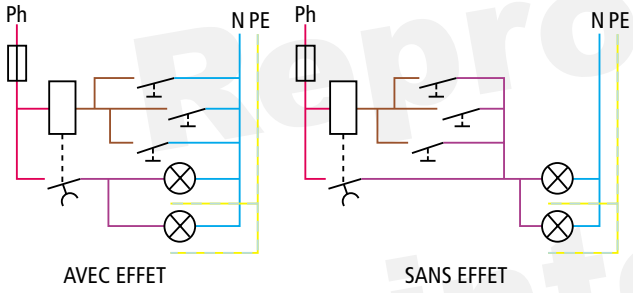
Commande de l'éclairage du hall d'entrée et de la cage d'escalier d'un immeuble.



3. Schéma des circuits

a) Montage avec effet

Lorsque la minuterie est enclenchée, le fait d'appuyer à nouveau sur le bouton-poussoir relance la temporisation, avec toute sa durée.



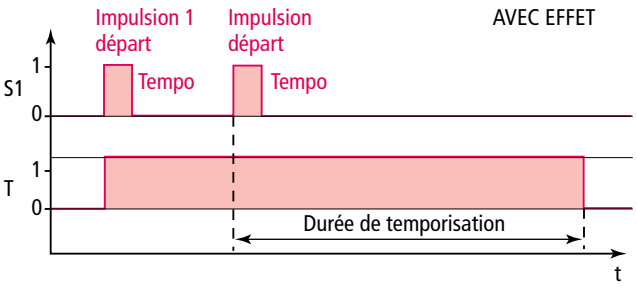
b) Montage sans effet

Lorsque la minuterie est enclenchée, le fait d'appuyer à nouveau sur le bouton-poussoir n'a aucun effet sur la durée de temporisation.

4. Fonctionnement

a) Montage avec effet

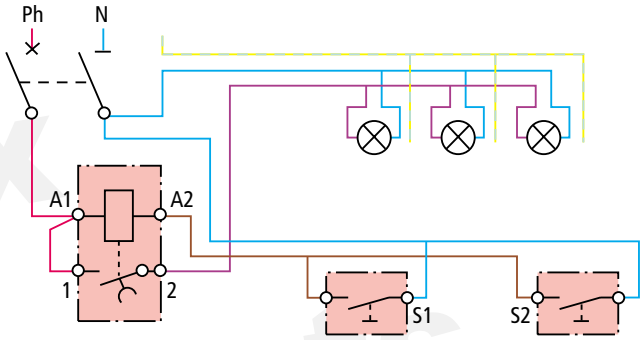
Chaque nouvel appui sur un bouton relance la temporisation.



b) Montage sans effet

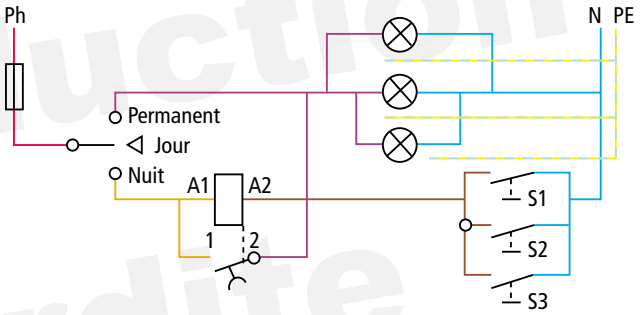
L'impulsion du boutton-poussoir S1 arme la temporisation de la minuterie dont la durée est fixe, toute nouvelle impulsion tant que les lampes sont allumées reste sans effet.
Actuellement, on emploie des minuteries électroniques qui peuvent être réactivées avant l'extinction (montage avec effet).

5. Schéma multifilaire



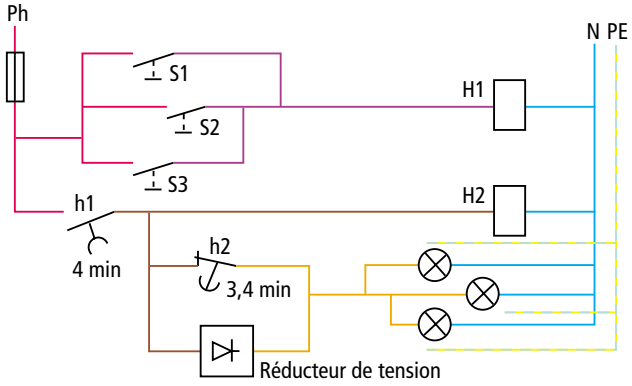
6. Montage économie d'énergie

Par mesure d'économie d'énergie, on peut :
– pendant le jour, couper le circuit d'allumage ;
– aux heures de forte fréquentation, laisser l'éclairage en permanence ;
– aux heures de nuit, fonctionnement avec minuterie.



7. Minuterie avec préavis d'extinction

Pour éviter la surprise au moment de la coupure de courant, on réduit la tension d'alimentation des lampes environ 40 s avant la fin de temporisation, ce qui donne le temps d'appuyer sur un bouton poussoir pour relancer la temporisation. Le contact temporisé h2 en s'ouvrant met un système réducteur de tension en série avec les lampes.



Réservé aux enseignants
Reproduction interdite

20 Fluorescence et luminescence

La décharge électrique dans un tube recouvert de substance fluorescente produit de la lumière ; c'est l'éclairage par fluorescence.

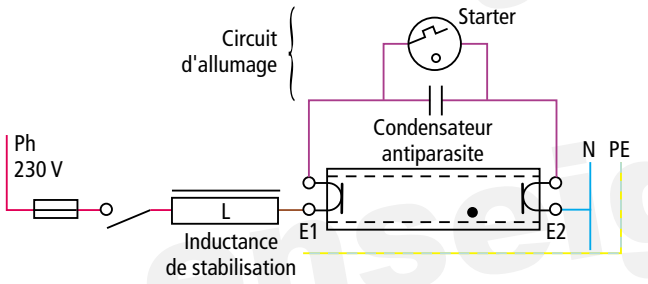
1. Fonction à réaliser

Il faut créer, pour l'allumage du tube fluorescent, une surtension pour provoquer son amorçage puis, ensuite, il faut stabiliser la tension d'alimentation du tube.

On distingue plusieurs systèmes d'alimentation des tubes fluorescents selon le mode d'amorçage effectué :
– amorçage par starter ou différé ;
– amorçage instantané.

2. Allumage différé ou par starter

2.1. Schéma de principe



2.2. Fonctionnement

À la fermeture de l'interrupteur S : un courant s'établit entre la phase et le neutre par le circuit du starter (1) : il y a échauffement des électrodes E1 et E2.

La lame bimétallique du starter s'échauffe aussi et ouvre le circuit des électrodes ; il se produit une surtension entre les électrodes et amorçage du tube.

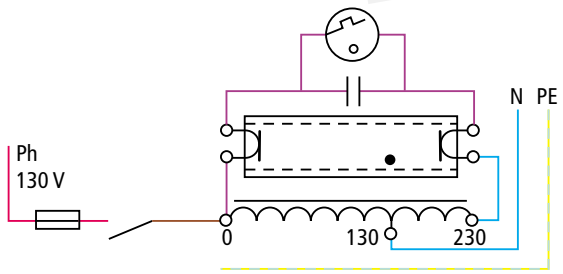
L'inductance L limite le courant absorbé par le tube.

L'arc étant conducteur, la tension aux bornes du tube n'est que d'une vingtaine de volts.

(1) Le starter est un petit tube au néon dont une électrode est bimétallique ; pour plus de 80 V à ses bornes, il laisse passer le courant.

2.3. Alimentation en 130 V

En 230 V le tube s'amorce facilement, mais en 130 V, on doit l'alimenter pour l'amorçage par un autotransformateur.

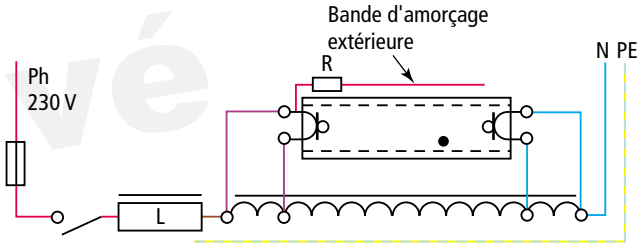


3. Allumage instantané

L'allumage différé peut être gênant ; on lui préfère souvent un allumage instantané.

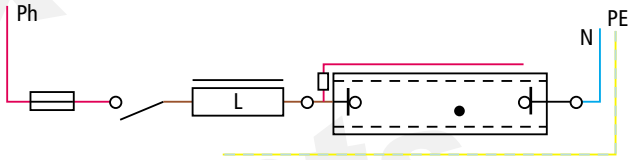
3.1. Allumage instantané avec préchauffage

Dès la mise sous tension, les électrodes sont alimentées par une tension produite par un transformateur. Une bande extérieure d'amorçage provoque, par capacité, la décharge à l'intérieur du tube.



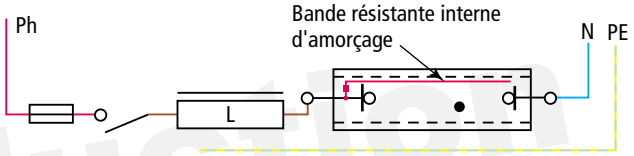
3.2. Allumage instantané sans préchauffage

C'est le bombardement électronique des électrodes qui échauffe ces dernières.



3.3. Bande d'amorçage intérieure

On crée, à l'intérieur du tube, une électrode qui diminue, au moment de l'amorçage, la distance entre les deux électrodes.

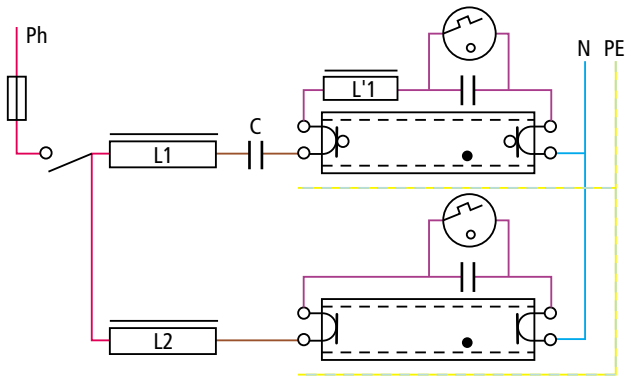


3.4. Bande d'amorçage intérieure en 130 V

Lorsque la tension du réseau n'est que de 127 V, il faut ramener la tension à 230 V par un autotransformateur pour provoquer l'amorçage.

4. Montage duo

Pour diminuer l'effet stroboscopique dû à l'absence d'inertie de l'éclairage par fluorescence en courant alternatif, on décale les courants de 90° dans l'un des deux tubes fluorescents par l'utilisation d'un condensateur C.



L1 - L2	Inductance de stabilisation.
C	Condensateur qui permet un décalage d'un quart de période.
L'1	Inductance permettant de renforcer la surtension du fait de la présence de C dans le circuit qui a tendance à absorber cette surtension.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

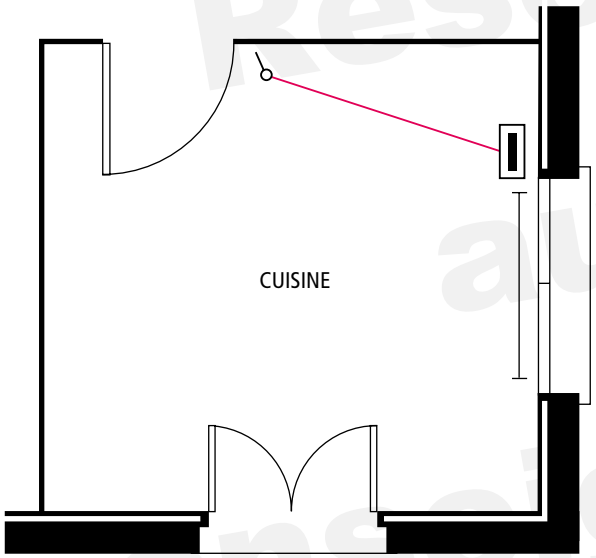
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5. Installation d'un tube fluorescent

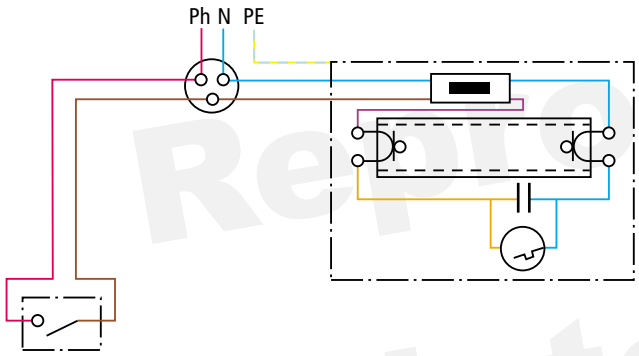
Ces tubes sont très utilisés, tant dans les installations d'habitation que dans les bureaux et les usines.

Le matériel nécessaire à l'alimentation du tube et à son amorçage est contenu à l'intérieur d'une réglette support. Il suffit de l'alimenter en 130 V ou en 230 V.

5.1. Plan architectural



5.2. Schéma multifilaire



5.3. Symboles des appareils d'éclairage pour installation d'après NF EN 60617-11 ou C 03-211

Symbole	Désignation
⊗	Lampe d'éclairage ou de signalisation - symbole général.
▬	Ballast ou auxiliaire pour lampe à décharge.
×	Point d'attente pour appareil d'éclairage - symbole général.
⊢	Point d'attente pour appareil d'éclairage - type tube fluorescent.
2 × 40 W	Point d'attente pour deux tubes fluorescents de 40 W.
×(	Projecteur.

6. Tubes luminescents

La décharge électrique dans un tube rempli de gaz le rend luminescent, ce qui a pour effet de donner un éclairage coloré qui dépend de la nature du gaz.

Exemple d'emploi : enseigne lumineuse.

6.1. Fonction à réaliser

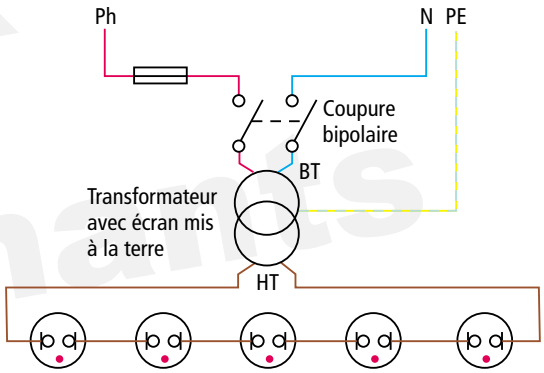
Il faut :

Amorcer le tube : la tension d'amorçage est sensiblement la double de la tension nominale.

Stabiliser la tension du ou des tubes après amorçage.

La tension d'alimentation dépend :
– de la longueur du tube ;
– du nombre d'électrodes.

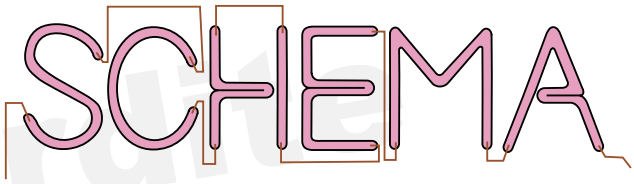
Elle s'effectue par l'intermédiaire d'un transformateur à fuites.



6.2. Réalisation

Les tubes existent en différents diamètres. Les formes sont réalisées à la demande.

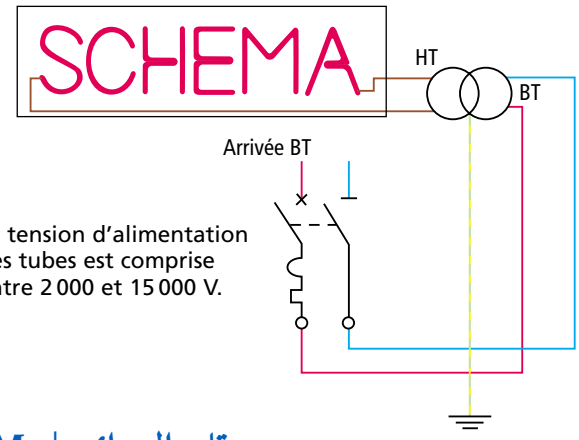
Étant donné que la tension d'amorçage et de fonctionnement est liée à la longueur du tube, on monte tous les tubes en série de façon à avoir un seul transformateur d'alimentation.



Écriture de « schéma »

L'installation prévoit un transformateur d'isolement BT/HT avec mise à la terre des masses métalliques.

La coupure de l'alimentation se fait obligatoirement sur les deux conducteurs d'alimentation.



La tension d'alimentation des tubes est comprise entre 2 000 et 15 000 V.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

21 Variation de lumière

1. Rôle

Les variateurs de lumière permettent d'effectuer la variation de l'intensité lumineuse des sources d'éclairage. Les variateurs de lumières sont différents selon que les sources commandées sont :
– lampes à incandescence ;
– lampes halogènes 230 V, ou 12/24 V ;
– lampes fluorescentes.

2. Caractéristiques

On distingue :

• **Les variateurs** qui comportent à la fois le dispositif de variation, et la commande de cette variation.



Variateur manuel (Legrand).

• **Les télévariateurs** qui comportent uniquement le dispositif de variation, et dont la commande s'effectue à distance.



Télévariateur d'éclairage avec commande à distance par bouton-poussoir (Schneider Electric MG).

Le variateur ou télévariateur est caractérisé principalement par :
– le type de lampe commandée et sa tension ;
– la tension d'alimentation et la puissance ;
– la plage de variation (par exemple de 5 % à 95 %).

3. Fonctionnement

• **Le variateur simple** est muni en face avant d'un bouton tournant qui peut assurer la mise sous tension et la variation de lumière.

• **Le télévariateur** est monté dans un tableau et sa commande à distance est réalisée par un bouton poussoir :
– l'envoi d'impulsions provoque la marche ou l'arrêt comme un télérupteur ;
– le maintien de l'appui provoque la variation de l'éclairage ;
– le sens de variation est inversé entre deux actions.

• Le principe de fonctionnement est basé sur l'emploi de gradateurs électroniques qui sont réalisés à partir de triac, ou de thyristors en montage tête-bêche ; on ne laisse passer qu'une partie de l'alternance, qu'elle soit positive, ou négative.

4. Schémas des circuits

4.1. Schéma de principe d'un variateur

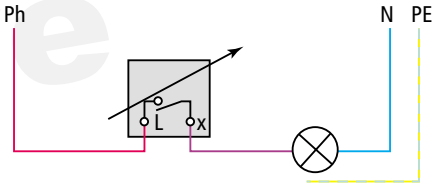


Schéma de principe d'un variateur.

4.2. Schéma de principe d'un télévariateur

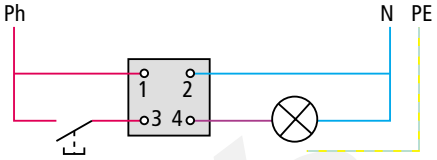


Schéma de principe d'un télévariateur commandé par bouton poussoir.

4.3. Schéma de montage d'un variateur

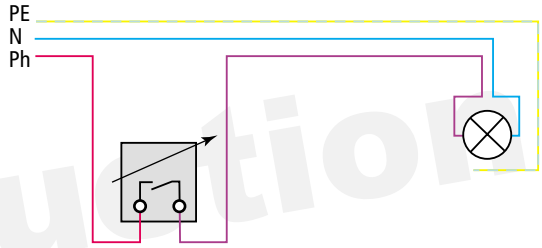


Schéma multifilaire de montage d'un variateur de lumière pour lampe à incandescence ou halogène 230 V.

L'installation du variateur s'effectue dans une boîte comme un interrupteur, il peut même remplacer un interrupteur.

4.4. Schéma de montage d'un télévariateur

Le télévariateur est placé dans un tableau, souvent dans le tableau de répartition.

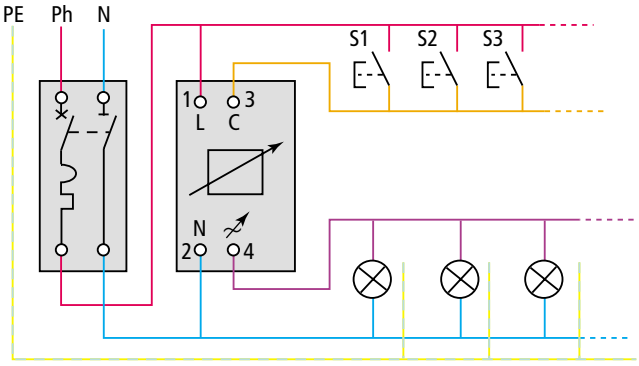


Schéma multifilaire de montage d'un télévariateur.

Un télévariateur peut remplacer facilement un télérupteur, le montage est identique.

L'intérêt du télévariateur est de permettre de maintenir une luminosité constante dans un local. Pour cela, il peut être couplé à une cellule photoélectrique, qui transmet le niveau d'éclairage extérieur.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

22 Interrupteur crépusculaire

1. Rôle

L'interrupteur crépusculaire permet de commander automatiquement l'éclairage dès la tombée de la nuit, et l'extinction à la levée du jour (éclairage public, parking…).



Interrupteur crépusculaire avec sa cellule photoélectrique (Schneider Electric).

2. Caractéristiques

– Niveau du seuil de luminosité, souvent réglable de quelques lux à 2 000 lux.

– Temporisation pour l'insensibilité aux variations brutales de luminosité (de 1 à 2 min).

– Tension, fréquence, consommation…

– Courant de commande du contact de sortie, 6 à 10 A.

Une cellule photoélectrique accompagne toujours l'interrupteur crépusculaire. La cellule ne doit pas être installée sous l'influence de l'éclairage qu'elle commande. L'installation de la cellule photoélectrique est réalisée le plus souvent en vertical.

Certains appareils sont programmables.

3. Schémas

3.1. Schéma interne

L'interrupteur crépusculaire est monté dans un tableau de distribution terminale, alors que la cellule est placée à l'extérieur.

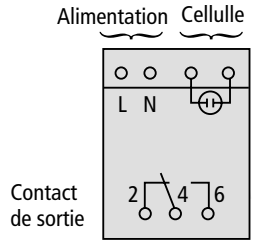


Schéma de repérage des bornes.

3.2. Schéma de principe

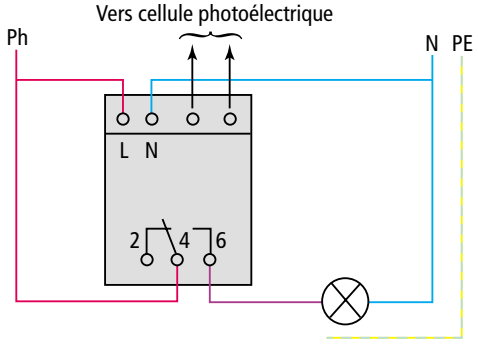


Schéma de principe d'application d'un interrupteur crépusculaire.

3.3. Schéma multifilaire

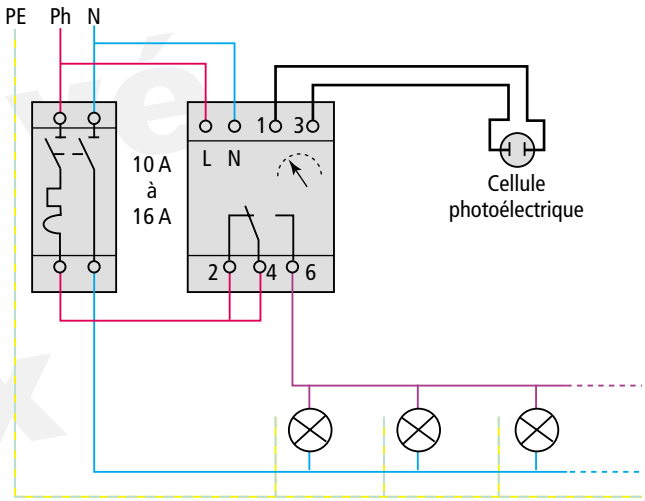
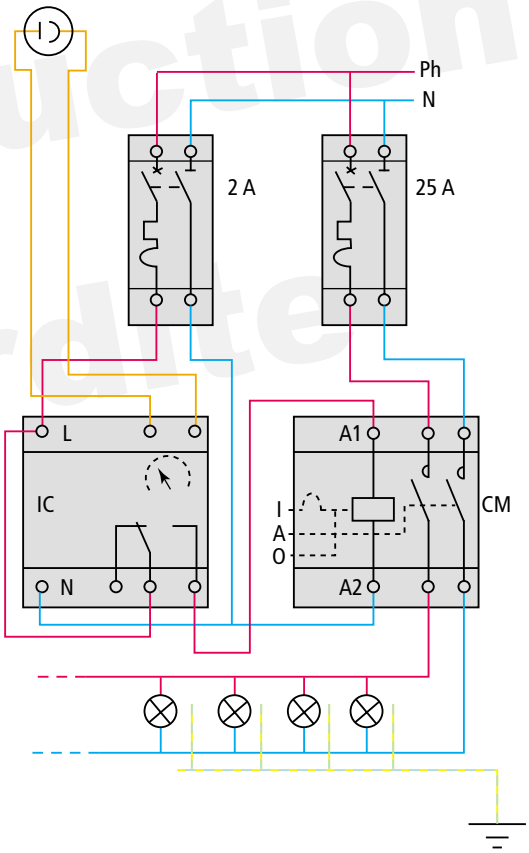


Schéma d'installation multifilaire d'un interrupteur crépusculaire.

4. Interrupteur crépusculaire programmable

L'interrupteur horaire programmable permet l'allumage et l'extinction de l'éclairage en fonction de la luminosité extérieure et du programme affiché.



Interrupteur crépusculaire et contacteur à commande manuelle.

L'emploi d'un contacteur à commande manuelle (CM) permet d'effectuer une marche ou l'arrêt forcé ainsi q'une commande de puissance, comme dans le cas d'un grand nombre de lampes pour un éclairage extérieur (parking).

Reproduction interdite aux enseignants
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

23 Courants porteurs et infrarouge

L'évolution des techniques d'informations a conduit les constructeurs de matériel électrique à mettre en œuvre la commande à distance (CAD) pour les installations électriques. On distingue les techniques suivantes :
– la commande par courant porteur ;
– la commande par infrarouge ;
– la commande radio ;
– la commande par bus (EIB).

1. Rôle

Remplacer les fils de commande par la transmission d'informations supportée par les fils d'alimentation des récepteurs (courants porteurs), ou par une lumière infrarouge.

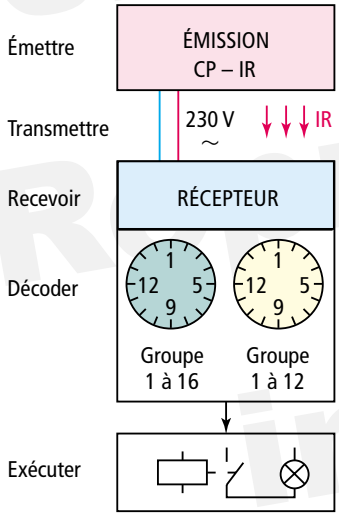
L'étude qui suit est tirée de la documentation CAD Legrand.

2. Principe de fonctionnement

2.1. Fonctions à assurer

Toute commande à distance doit assurer les fonctions suivantes :
– émission d'un ordre (train d'impulsions) ;
– transmission de cet ordre (réseau 230 V, ou infrarouge) ;
– réception et décodage de l'ordre émis ;
– exécution de l'ordre (contact électrique, ou variation continue).

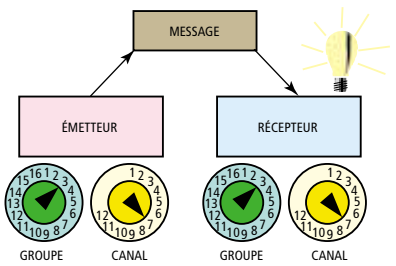
Ces différentes fonctions sont assurées par des modules d'émission et de réception.



Fonction à assurer dans la commande à distance.

2.2. Codage

Chaque émetteur et récepteur fonctionnant ensemble doivent posséder un code groupe et un code canal identique, c'est l'adressage des modules.



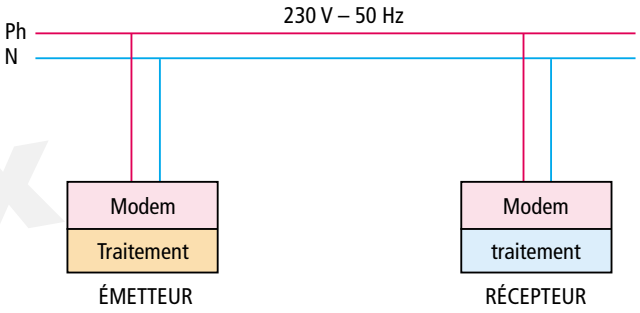
Chaque élément et récepteur possède 2 roues codeuses (groupe et canal).

3. Caractéristiques

Chaque module émetteur, relais, récepteur possède les mêmes caractéristiques :

3.1. Courants porteurs

Une transmission par courant porteur consiste à envoyer d'un émetteur vers un récepteur, un message codé, supporté par les fils du réseau 230 V - 50 Hz.



Transmission par courant porteur.

Les signaux courants porteurs se situent dans une bande de fréquences de 95 à 148,5 kHz :
– fréquence du courant de commande 97 Hz ;
– niveau d'émission 3 Vcc (1 V_{eff}).

3.2. Lumière infrarouge

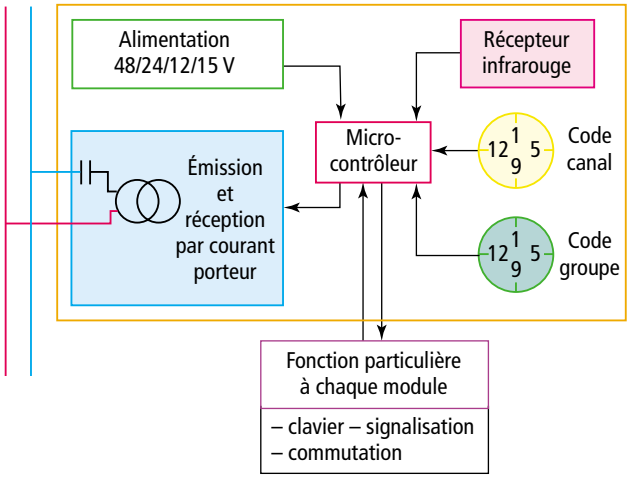
Les informations modulent un rayon lumineux :
– longueur d'onde infrarouge 940 nm ;
– modulation infrarouge 36 kHz ; portée environ 10 m.

4. Réalisation

Les systèmes à courants porteurs se composent de modules émetteurs, de récepteurs. On utilise souvent deux modes de transmission :
– le signal courant porteur ;
– la transmission infrarouge.

4.1. Les modules

Qu'ils soient émetteurs ou récepteurs, chaque module comporte un modem qui peut émettre ou recevoir des informations. Le couplage au réseau s'effectue par l'intermédiaire d'un condensateur de capacité 220 à 470 nF, pour la fréquence de 97 Hz. Un transformateur de couplage assure l'isolement entre le montage et le secteur.



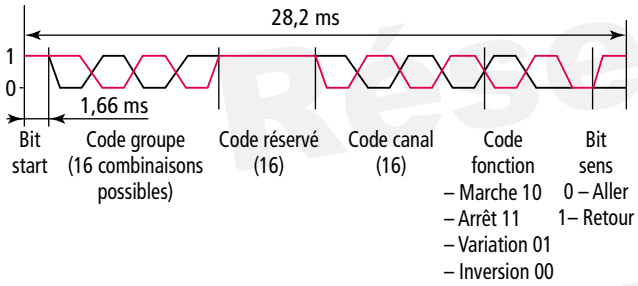
Organigramme relatif à la constitution d'un module fonctionnant par courant porteur, ou infrarouge. D'après Legrand.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM قلم الجزائر

4.2. Transmission des informations

La transmission des informations s'effectue selon des procédures spécifiques à la gestion d'un réseau de communication. À titre indicatif, le contenu d'un message est donné ci-après, mais le détail de la procédure dépasse le cadre de l'étude en schéma électrique.



Contenu d'un message transmis par courant porteur.

5. Schémas de commande d'éclairage

5.1. Schéma d'un va-et-vient traditionnel

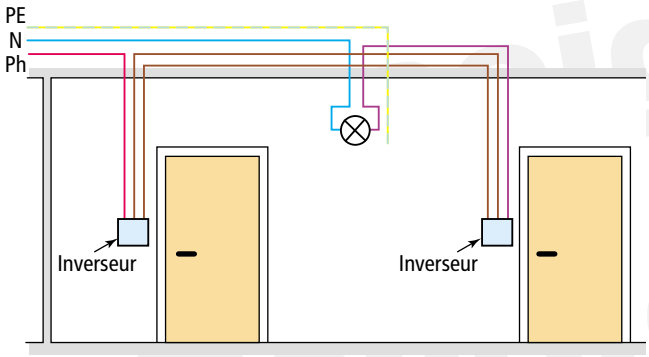


Schéma multifilaire d'installation d'un va-et-vient classique.

Il faut pas moins de quatre fils entre les inverseurs et la lampe, ce qui complique l'installation, et augmente les chutes de tension. De plus, on est limité à deux points de commande. Au-delà, il faut utiliser un télérupteur.

5.2. Schéma d'un va-et-vient par courants porteurs

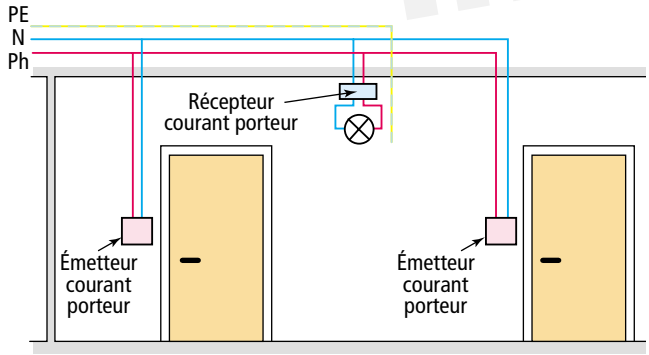


Schéma multifilaire d'installation d'un va-et-vient par courants porteurs.

Chaque bouton-poussoir est toujours relié à la phase et au neutre, le nombre de boutons de commande n'est pas limité à 2, mais peut être de 2 à 16. Dans le cas où les lampes ne sont pas visibles, on peut avoir un accusé de réception par bip.

5.3. Schéma d'un va-et-vient par infrarouge

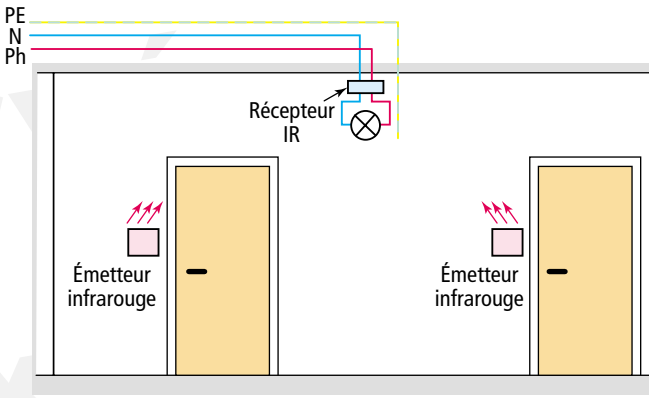


Schéma multifilaire d'installation d'un va-et-vient à commande infrarouge.

L'émetteur, ou les émetteurs sont alimentés sur pile.

On peut mettre autant de points de commande que nécessaire.

5.4. Commande par courant porteur et IR

On dispose de deux commandes, la commande à distance par courant porteur et la commande infrarouge. Dans ce dernier cas, on utilise un interrupteur modulaire placé dans un tableau.

6. Programmation

À la mise en service de l'installation, il est nécessaire :

– de régler, pour chaque module, le code canal et le code groupe ;

– d'initialiser l'installation (mise en mémoire des codes au niveau de l'émetteur).

La programmation permet d'associer à chaque émetteur plusieurs récepteurs. Elle s'effectue à partir de l'émetteur ; pour chaque voie, il faut :

a) Les récepteurs sont raccordés au secteur, et ils sont codés (canal et groupe) 15 récepteurs maxi par voie.

b) Mettre le sélecteur de l'émetteur sur programmation (PROG).

c) Effacer la mémoire de la voie par appui simultané sur les touches ON et OFF, jusqu'à l'écoute du bip.

d) Régler les sélecteurs de groupe et de canal du premier récepteur à commander.

e) Appuyer sur la touche ON jusqu'à l'écoute du bip.

f) Recommencer les séquences **d)** et **e)** pour chaque récepteur à commander.

g) Remettre le sélecteur de mode en position normale.

h) Enfin, il faut régler les sélecteurs de groupe et de canal propre à l'émetteur. Ces codes sont différents des codes qui ont été précédement mémorisés pour les récepteurs, sous peine de disfonctionnement de l'installation.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

24 Éclairage de sécurité

1. Rôle

L'éclairage de sécurité permet en cas de coupure de courant :
– d'éviter la panique, en établissant un éclairage d'ambiance ;
– de permettre l'évacuation des personnes, par un éclairage de balisage.

L'éclairage de sécurité est obligatoire pour les établissements industriels, et les établissements recevant du public (ERP). La législation prévoit 4 types d'éclairage de sécurité : A, B, C, D.

2. Principe

Le fonctionnement de l'éclairage de sécurité est basé sur une alimentation par batterie d'accumulateur qui se charge lorsque le secteur est présent, et qui alimente une lampe lorsque la tension du secteur disparaît.

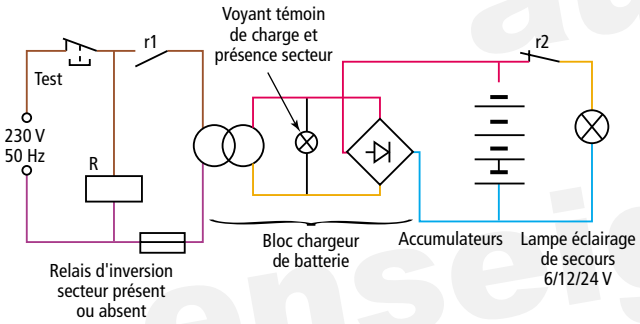
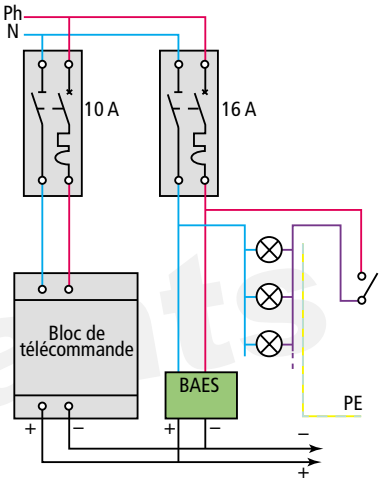


Schéma de principe des circuits d'un bloc autonome d'éclairage de sécurité (BAES).

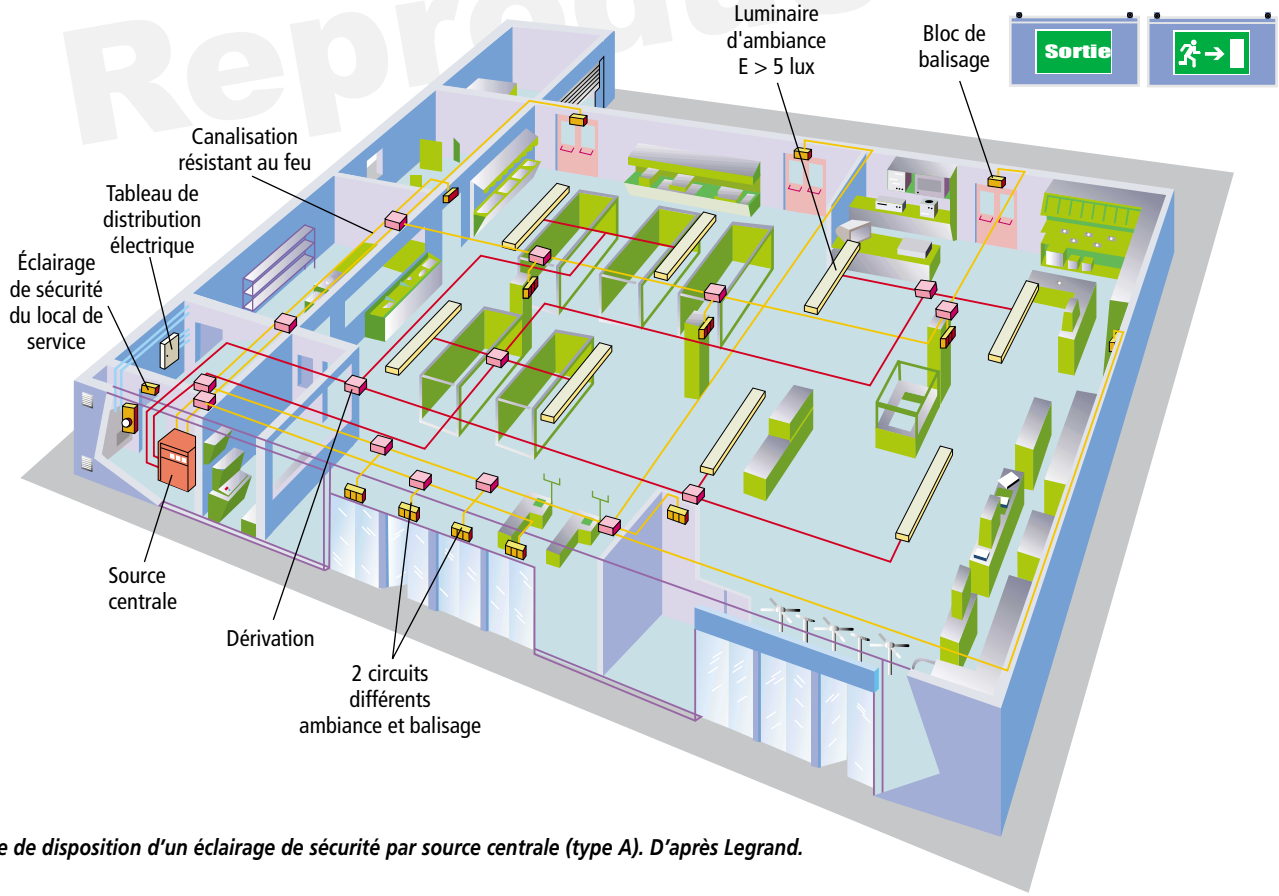
3. Installation

On distingue :
– **l'éclairage de balisage**, les blocs de balisage sont installés à chaque sortie, ou changement de direction ;
– **l'éclairage d'ambiance**, 5 lumens au mètre carré, dans les locaux recevant plus de 50 personnes.

L'éclairage de sécurité est réalisé :
– pour l'éclairage de type B, ou C, par des **blocs autonomes de sécurité** (BAES) ;
– pour l'éclairage de type A, par une **source centrale d'alimentation**.



Installation avec télécommande centralisée des blocs autonomes d'éclairage de sécurité (BAES).



Exemple de disposition d'un éclairage de sécurité par source centrale (type A). D'après Legrand.

Reproduction aux enseignants

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4 - Circuits de chauffage



Sommaire

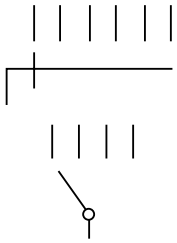
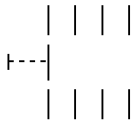
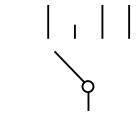
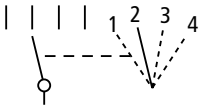
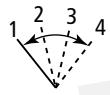
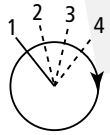
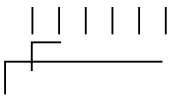
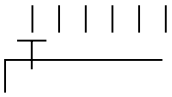
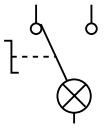
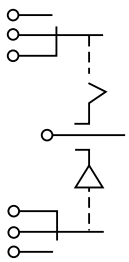
25. Symboles des commutateurs ..... p. 38
26. Étude des commutateurs ..... p. 39
27. Applications des commutateurs ..... p. 42
28. Chauffage des locaux ..... p. 43
29. Interrupteurs et contacteurs ..... p. 44
30. Contacteur heures creuses ..... p. 45
31. Interrupteur horaire ..... p. 46
32. Thermostats ..... p. 47
33. Thermostats programmables ..... p. 48
34. Commande par fil pilote ..... p. 49
35. Circuits de délestage ..... p. 50
36. Régulateurs ..... p. 51
37. Gestionnaire d'énergie « tempo » .... p. 52

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

25 Symboles des commutateurs

NF EN 60617-7 (C03-207)

1. Commutateurs à plusieurs directions

Symbole	Désignation
	Commutateur à n directions (représenté pour 6 directions). Variante pour un faible nombre de directions. (Exemple : n = 4)
	Commutateur à commande manuelle à quatre circuits indépendants.
	Commutateur à quatre positions, aucun circuit ne pouvant être raccordé à la deuxième position.
	Commutateur unipolaire à quatre directions avec diagramme de positions.
  	Diagramme de position : Quatre positions d'un commutateur représenté en position 2. Pour marquer une position particulière, elle est tracée en trait plein. Limites mécaniques : Dispositif de commande pouvant être déplacé entre les positions 1 et 4 dans les deux sens. Dispositif de commande ne pouvant tourner que dans un seul sens.
	Commutateur multidirectionnel avec chevauchement sur deux directions consécutives dans chaque position.
	Commutateur à 5 directions, chevauchement des contacts pendant le passage d'une position à la suivante.
	Commutateur tournant lumineux.
	Commutateur à commande par levier à 3 positions : – position haute à accrochage ; – position basse à retour automatique en position médiane.

2. Commutateurs et combinateurs complexes

Il y a de nombreuses façons pour réaliser mécaniquement des fonctions complexes de commutation.

Exemples :

– Commutateurs rotatifs à galette ou à cames.
– Combinaisons à tambour ou à cames.

Pour faciliter la compréhension, on peut accompagner le symbole par un dessin schématique de l'appareil, un tableau des connexions, un schéma détaillé.

Commutateur à tambour à 6 directions et 5 contacts

Symbole

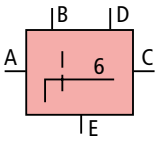


Schéma de réalisation

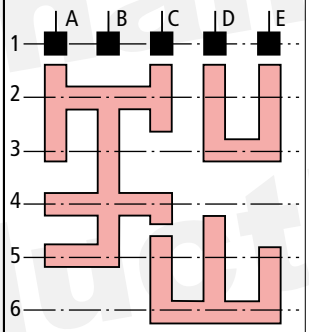


Tableau des connexions

Position	*Bornes connectées* A	B	C	D	E
1					
	+		+	0	0
2	+	+	+	0	0
	+	+	+	0	0
3	+	+		0	0
		+			
4	+	+	+		
		+	+	–	
5	+	+	–	–	–
			–	–	–
6			–	–	–

Les signes +, –, 0 indiquent les bornes qui sont connectées entre elles pour chaque position.

Commutateur à galette à 18 positions - 6 bornes

Symbole

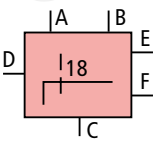


Schéma de réalisation

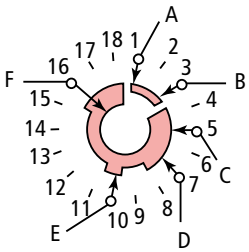


Tableau des connexions

Position	*Bornes connectées* A	B	C	D	E	F
1	×	×	×	×	×	×
2	×	×	×	×	×	×
3	×	×	×	×	×	×
4	×	×	×	×	×	×
5		×	×	×	×	×
6		×	×	×	×	×
7			×	×	×	×
8			×	×	×	×
9				×	×	×
10	×	×	×	×	×	×
11				×	×	×
12	×	×	×	×	×	×
13		×	×	×	×	×
14		×	×			
15						
16			×	×	×	×
17				×	×	×
18				×	×	×

Des exemples de commutateur à tambourg et à cames sont donnés dans la norme EN 60617 C ou C03-207.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

26 Étude des commutateurs

Pour commander plusieurs circuits selon un ordre prédéterminé, on est conduit à utiliser des commutateurs à plusieurs positions. Dans le cas du chauffage électrique, pour obtenir différentes allures de chauffe, on doit utiliser des commutateurs de chauffage qui peuvent avoir de 4 à 8 positions.

Notre étude se limitera aux commutateurs à quatre positions qui sont les plus couramment utilisés. La méthode d'étude peut s'étendre à un nombre quelconque de positions. Nous nous appuierons sur des exemples relatifs au couplage de résistances ; mais ces commutateurs sont aussi utilisés dans d'autres applications :
– couplage d'enroulements de moteurs ;
– commutateur d'appareils de mesure ;
– sélection de modes de marche en automatisme.

1. Particularités technologiques des commutateurs

Les commutateurs à cames comportent, pour chaque élément, deux contacts commandés chacun par une came.

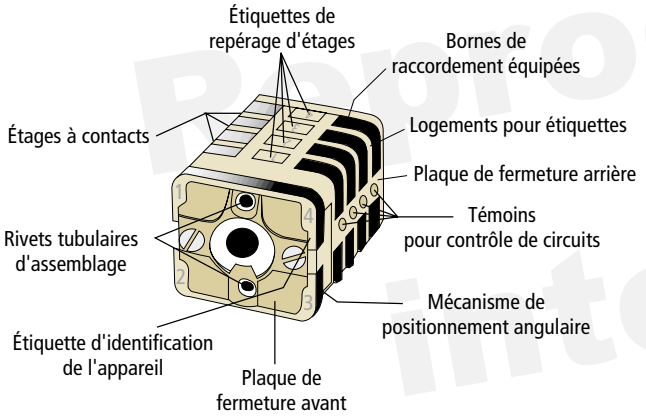
1.1. Exemple de bloc de contact

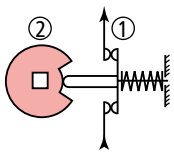
C'est l'élément de base, il comprend :

a) le mécanisme de positionnement angulaire ;

b) les blocs de contacts comportant chacun deux contacts indépendants par étage.

Les blocs de contacts peuvent se mettre en empilage et constituer un ensemble homogène qui forme le commutateur.





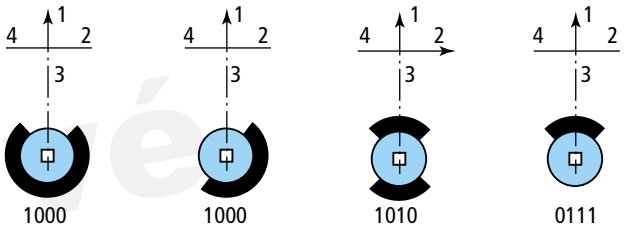
Le nombre de contacts nécessaires dans un schéma détermine le nombre d'étages du commutateur.

1.2. Le train de cames

C'est l'élément variable qui assure la programmation du commutateur, il comporte essentiellement un axe de section carrée, et un empilage de cames.

a) Les cames

Pour les commutateurs à quatre positions, il existe quatre types de cames.



Le choix des cames s'effectue après l'établissement du schéma de l'appareil. On détermine, d'après le tableau des positions, les indices des cames à utiliser pour chaque étage.

Dessin avec indice de came	①	②	③	④
Type de commutation*	1000	1100	1010	1110
Repère	1	1 2	1 3	1 2 3

(*) 1 indique contact actionné.

b) L'axe

Un axe entraîne les cames en rotation et permet un calage respectif des contacts selon le tableau des positions.

Le choix de l'axe dépend du calibre et du nombre d'étages.

1.3. Représentation d'un étage de commutateur

On rencontre les repères des bornes de contact (1 - 2) (3 - 4).

a) Le type de came : correspond au type de commutation.

1 contact par tour	1000
2 contacts par tour consécutifs	1100
2 contacts par tour non consécutifs	1010
3 contacts par tour	1110

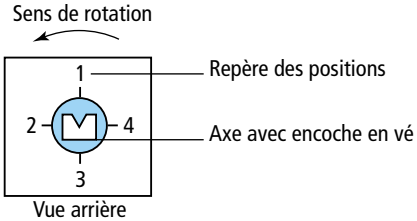
b) Le calage de la came sur l'axe permettant de positionner les cames les unes par rapport aux autres.

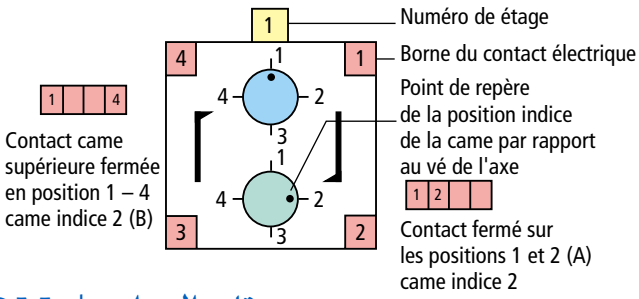
La came 1100 pouvant être alors 0011 ou 0110.

La came 1010 pouvant devenir 0101.

La came 1000 pouvant devenir 0100, 0010, 0001.

La came 1110 pouvant devenir 0111, 1011, 1101.





Reproduction interdite aux enseignants

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2. Couplage de résistance

Le couplage en série ou en parallèle de deux résistances de valeurs égales ou inégales permet d'obtenir différentes allures de chauffe.

Exemple :

Chauffage doux (1 000 W) ; chauffage moyen (2 000 W) ; chauffage fort (4 000 W) ; Arrêt.

Calcul de valeurs de résistances

En électrotechnique, nous savons que :

(1) $P = RI^2$
(2) $U = RI$

d'où $I = \frac{U}{R}$ ou $I^2 = \frac{U^2}{R^2}$.

En remplaçant I par sa valeur dans (1) :

$P = R\frac{U^2}{R^2} = \frac{U^2}{R}$ d'où $\boxed{R = \frac{U^2}{P}}$

Les valeurs de résistances correspondant aux différentes allures de chauffe doivent être, pour une tension de 230 V :

Chauffage doux : $\frac{230^2}{1\,000} = 52{,}9\ \Omega$; chauffage moyen : 26,45 Ω ; chauffage fort : 13,225 Ω.

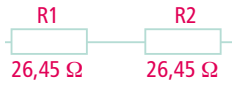
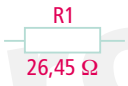
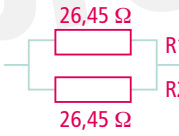
Si l'on prend deux résistances de 26,45 Ω, on obtient :

montage en série 26,45 + 26,45 = 52,9 Ω : chauffage doux.

1 seule résistance = 26,45 Ω : chauffage moyen.

2 résistances en parallèle : 26,45/2 = 13,225 Ω.

Une position arrêt doit compléter le fonctionnement.

Allures	Couplages	Schémas
Douce	2 résistances en série de 26,45 Ω	
Moyenne	1 seule résistance de 26,45 Ω	
Forte	2 résistances en parallèle de 26,45 Ω	

3. Méthode de détermination d'un commutateur

3.1. Problème

Il fournit les données des fonctions que le commutateur doit effectuer.

Exemple :

À l'aide d'un commutateur à quatre positions, alimenter deux résistances avec les couplages suivants :
Position 1 : Arrêt.
Position 2 : 2 résistances alimentées en série.
Position 3 : 1 seule résistance est alimentée.
Position 4 : 2 résistances alimentées en parallèle.

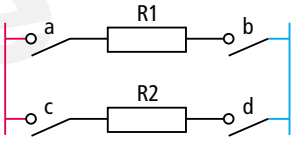
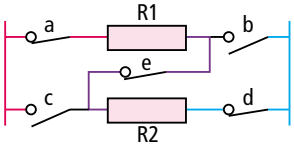
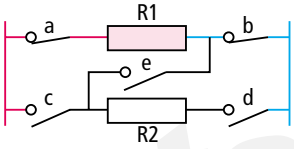
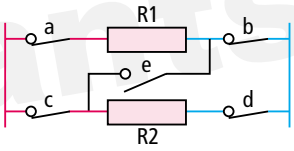
3.2. Méthode de recherche

a) Schéma développé

On indique les conditions à réaliser ; pour cela, on place :
– les conducteurs d'alimentation ;
– les récepteurs : dans notre cas, des résistances ;
– les contacts repérés par a, b, c, etc.

b) Tableau des contacts

On établit un tableau. Lorsque ces contacts doivent être fermés, on indique 1 ; lorsqu'ils sont ouverts, on indique 0.

Positions	Schéma de principe	Contact a	b	c	d	e
I R1 = 0 R2 = 0		0	0	0	0	0
II R1 et R2 en série (il faut ajouter un contact e)		1	0	0	1	1
III R1 seule		1	1	0	0	0
IV R1 et R2 montés en parallèle		1	1	1	1	0

c) Tableau des positions

À partir de l'analyse du schéma précédent, on peut établir le tableau des positions.

Positions ↓ / Contacts →	a	b	c	d	e
1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	1	1
3	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	0

Ce tableau des positions nous donne le programme de fonctionnement de chaque contact, c'est-à-dire la succession des ouvertures et fermetures.

3.3. Règles relatives aux commutateurs à quatre positions

1re règle :

La succession des fermetures des contacts dans un commutateur à quatre positions ne peut être que :

Une fermeture sur quatre positions	0001
Deux fermetures sur quatre positions	0011
Deux fermetures non consécutives	0101
Trois fermetures	0111

2e règle :

Selon la position initiale, il peut y avoir décalage des ouvertures et fermetures vers le haut ou vers le bas.

Le tableau suivant résume les différents cas.

Positions	1 contact par tour				2 contacts par tour						3 contacts par tour			
					consécutifs				*non*					
1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0
3	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1
4	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1

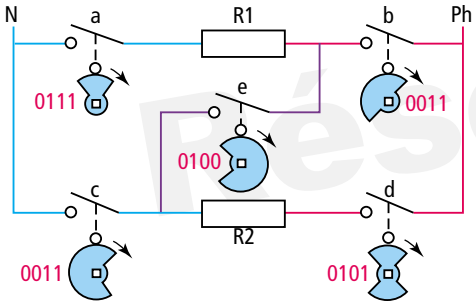
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.4. Établissement des schémas

a) Schéma développé

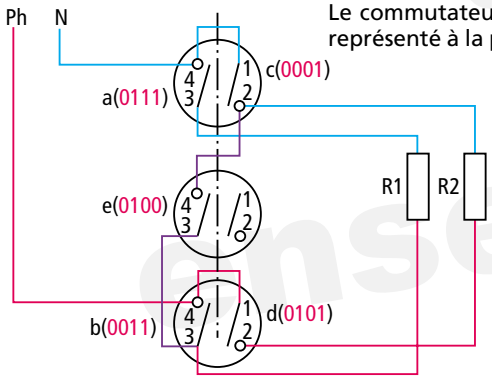
On reproduit le schéma développé de base et on indique, pour chaque contact, son programme ainsi que le dessin de la came qui convient avec son décalage.



b) Schéma multifilaire

On représente les contacts de chaque étage du commutateur avec deux contacts par étage en indiquant, pour chaque contact, son programme de fonctionnement.

Le commutateur est toujours représenté à la position arrêt.



3.5. Méthode d'exécution d'un schéma avec commutateur

a) Établir le schéma développé en disposant :

– les conducteurs d'alimentation ;
– les récepteurs ;
– les contacts repérés a, b, c...

b) Analyser le problème position par position et établir le tableau des positions.

c) Porter sur le schéma développé le repérage des contacts et le programme de fonctionnement.

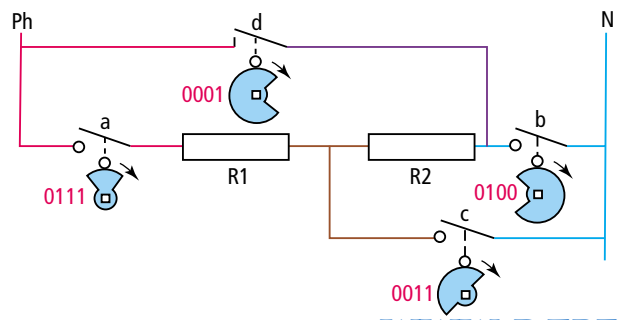
d) Éventuellement, simplifier ce schéma.

e) Tracer le schéma multifilaire avec repérage du commutateur et contrôle de fonctionnement.

4. Simplification possible

Dans le cas de deux résistances pour les mêmes conditions, on peut réaliser un point commun entre les deux résistances.

4.1. Schéma développé

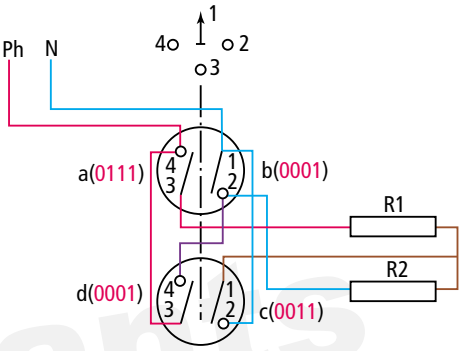


4.2. Tableau des positions

Positions \ Contacts	a	b	c	d
1 Arrêt	0	0	0	0
2 R1 et R2 en série	1	1	0	0
3 R1 seule	1	0	1	0
4 R1 et R2 en parallèle	1	0	1	1

4.3. Schéma multifilaire

On a gagné un étage de commutateur.



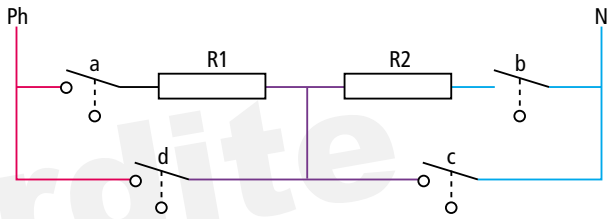
5. Application

5.1. Commande

Pour commander un radiateur électrique, on utilise un commutateur à quatre directions :

Position 1 : Arrêt
Position 2 : R1 et R2 en série
Position 3 : R1 seule
Position 4 : R2 seule

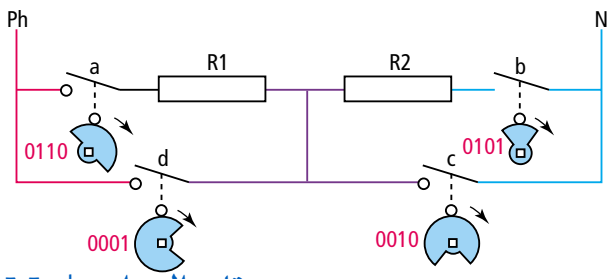
5.2. Schéma développé



5.3. Tableau des contacts

Positions \ Contacts	a	b	c	d
1 Arrêt	0	0	0	0
2 R1 et R2 en série	1	1	0	0
3 R1 seule	1	0	1	0
4 R2 seule	0	1	0	1

5.4. Schéma développé avec les cames



Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

27 Applications des commutateurs

Les applications des commutateurs sont nombreuses dans le domaine de l'électroménager. On peut citer à titre d'exemples, la commande des plaques chauffantes, et des fours de cuisson à résistances.

1. Plaque chauffante

Pour obtenir différents régimes de chauffe, on peut procéder :
– par couplage de résistances ;
– par contrôle thermostatique de la température ;
– par association des deux systèmes précédents.

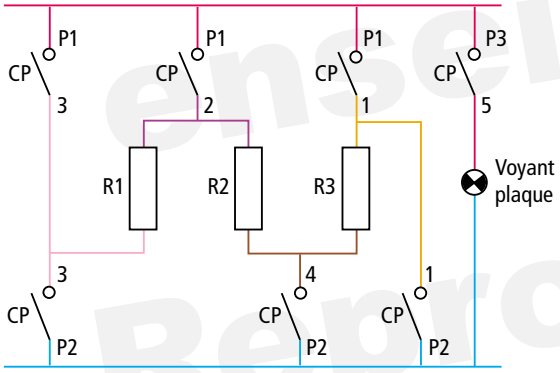
1.1. Fonction à réaliser

Obtention de plusieurs allures de chauffe par couplage de résistances, par exemple, avec trois résistances R1, R2, R3.

Position 0 : Arrêt

1 : R1, R2, R3 en série	4 : R1 seule
2 : R1 et R2 en série	5 : R1 et R2 en parallèle
3 : R2 seule	6 : R1, R2 et R3 en parallèle

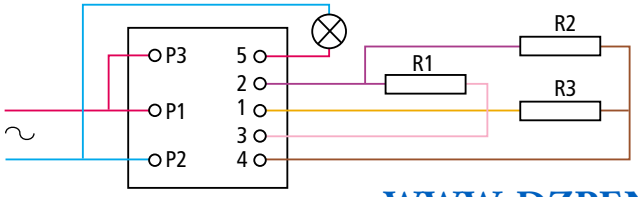
1.2. Schéma développé



1.3. Tableau de commutation

Commutateur à 7 positions							
Positions / Contacts	0	1	2	3	4	5	6
		R1, R2, R3	R1, R2	R2	R1	R1//R2	R1//R2 //R3
P3 — 5	0	1	1	1	1	1	1
P1 — 2	0	0	0	1	1	1	1
P1 — 1	0	0	0	0	0	0	1
P1 — 3	0	1	1	0	0	0	0
P2 — 3	0	0	0	0	1	1	1
P2 — 1	0	1	0	0	0	0	0
P2 — 4	0	0	1	1	0	1	1

1.4. Schéma multifilaire



2. Four électrique

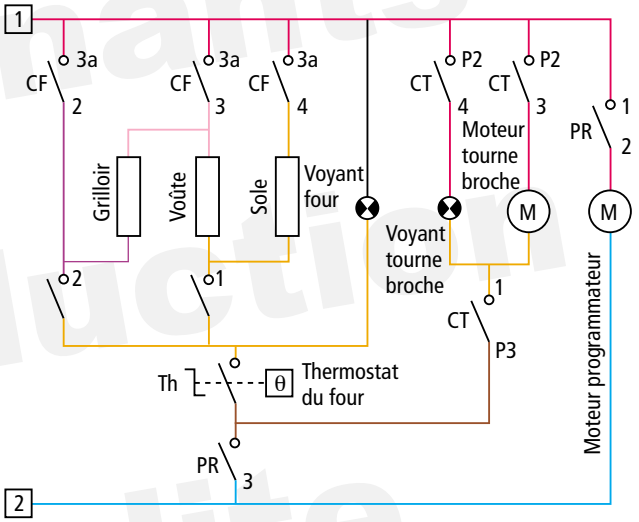
Il comprend au moins trois éléments de chauffe :
– la résistance de gril, à la partie supérieure du four ;
– la résistance de sol, à la partie inférieure du four ;
– la résistance de voûte, à la partie supérieure.

2.1. Fonctions à assurer

La cuisson des aliments dans un four dépend :
– de la température du four ;
– de la disposition des sources de chaleur ;
– de la durée du chauffage ;
– de l'évacuation de la vapeur d'eau.

La commande du four comporte donc quatre organes :
– le thermostat qui mesure la température (Th) ;
– le commutateur qui permet de sélectionner les résistances (CF) ;
– le programmateur qui permet de régler l'instant de mise en fonctionnement et la durée (PR) ;
– la commande du tournebroche (CT).

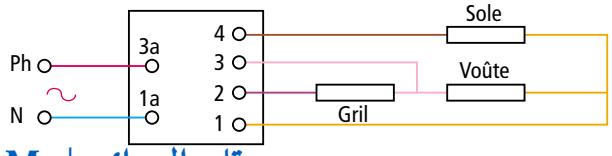
2.2. Schéma développé



2.3. Tableau de commutation

Commutateur de four (CF)						
Positions	Arrêt 0	Chauffage fort 1	Chauffage doux 2	Sole 3	Gril moyen 4	Gril fort 5
3a — 4	0	1	1	1	0	0
3a — 3	0	1	0	0	1	1
3a — 2	0	0	1	0	0	0
1a — 2	0	0	0	0	1	1
1a — 1	0	1	1	1	0	1

2.4. Schéma multifilaire



Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

28 Chauffage des locaux

Le chauffage électrique possède toutes les qualités que l'on peut souhaiter pour un mode de chauffage, mais il a un inconvénient, il est le plus cher. Pour réduire son coût, on est conduit à bien gérer son utilisation.

1. Paramètres de chauffage

1.1. Type de chauffage

Le chauffage des locaux est toujours un chauffage par résistance, on distingue :

a) Le chauffage direct :

– convecteurs ;
– panneaux rayonnants ;
– plafonds rayonnants.

Ces appareils sont soit indépendants, soit avec fil pilote.

b) Le chauffage à accumulation :

– accumulateur statique ;
– accumulateur dynamique ;
– dalle chauffante.

1.2. Les consignes

Trois valeurs de consignes sont retenues :
– confort 19 °C ;
– réduit 12 °C ;
– hors gel 6 °C.

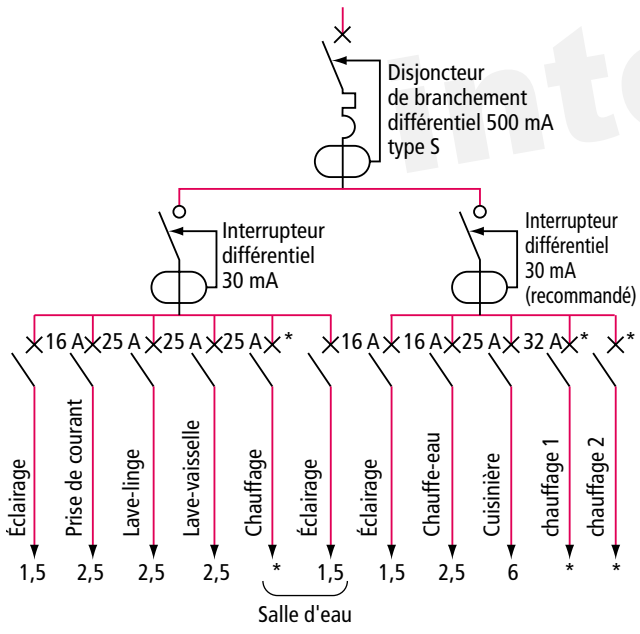
1.3. La programmation

La réglementation thermique prend en compte l'occupation des locaux, les variations de la température, elle impose une programmation.

2. Alimentation des appareils de chauffage

2.1. Tableau de distribution

– Les circuits d'alimentation des appareils de chauffage doivent être distincts des autres circuits.



* Voir calibre et sections des conducteurs au paragraphe 2.3.

Tableau de répartition, avec circuits de chauffage (schéma unifilaire).

– Chaque circuit terminal ne doit pas alimenter plus de cinq appareils.

– Les conducteurs des circuits terminaux doivent aboutir directement aux bornes des appareils ou à des boîtes de connexion.

– Les conducteurs actifs d'un même circuit (phase et neutre) et le conducteur de protection doivent être de même section.

2.2. Appareils de commande

La gestion du chauffage est réalisée à l'aide de différents appareils qui sont fixés et câblés à l'intérieur du tableau de distribution :

– le thermostat, qui prend en compte la température donnée par la sonde ;

– l'interrupteur horaire, mécanique ou programmable ;

– le régulateur qui permet d'avoir plusieurs valeurs de consigne ;

– la commande et la programmation par fil pilote ;

– le gestionnaire d'énergie avec les relais de délestage, qui prend en compte tous les paramètres du chauffage électrique.

2.3. Puissance et sections des conducteurs

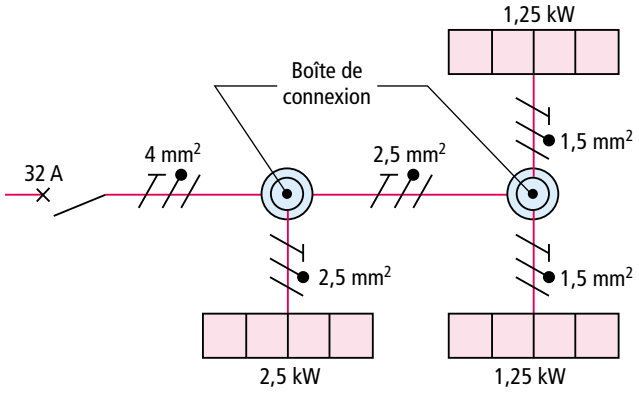
Puissance maximale admissible en fonction de la section des conducteurs pour un circuit monophasé 230 V et protection correspondante.

Section (mm²)	1,5	2,5	4	6
Puissance (kW)	2,2	4,4	5,5	7
Disjoncteur (A)	16	25	32	38
Fusible (A)	10	20	25	32

Un départ chauffage peut alimenter plusieurs **dérivations** à condition de respecter les sections du tableau ci-après.

Section S	Section des dérivations
2,5 mm²	1,5 - 2,5 mm²
4 mm²	1,5 - 2,5 - 4 mm²
6 mm²	1,5 - 2,5 - 4 mm²

Le sectionnement du neutre est obligatoire.



Exemple de circuit d'alimentation de trois connecteurs.

Réserve aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

29 Interrupteurs et contacteurs

1. Interrupteurs modulaires

1.1. Rôle

L'interrupteur modulaire permet d'assurer l'ouverture et la fermeture manuelle, en charge d'un circuit.

Comme tout appareil de coupure modulaire bipolaire, il assure aussi la fonction sectionnement.



Interrupteur modulaire bipolaire (Schneider Electric).

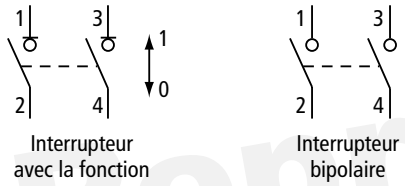
1.2. Caractéristiques

Ces interrupteurs existent en bipolaire (calibre 20, ou 32 A), ou en quatre pôles (calibre 40 ou 63 A).

– Tension : 415 V.

– Tenue aux courts-circuits ; environ 20 In pendant 1 s.

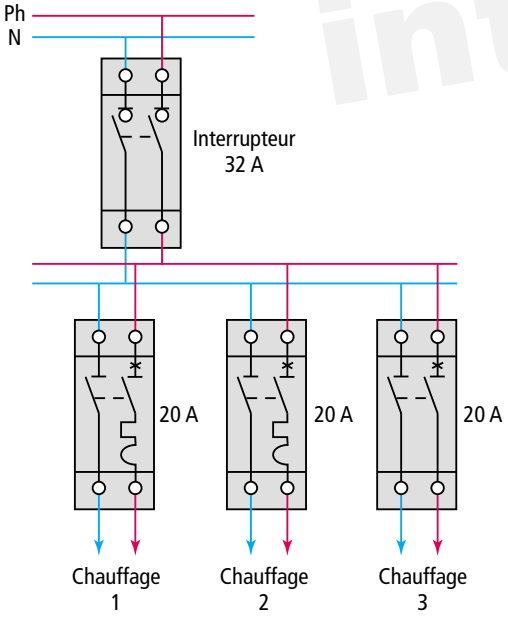
– Symbole.



Symbole des interrupteurs modulaires.

1.3. Schéma d'application

Interrupteur général de commande des circuits de chauffage.



Interrupteur général de commande des circuits de chauffage.

2. Contacteurs divisionnaires

2.1. Rôle

Le contacteur modulaire permet de commander les circuits de puissance en monophasé (chauffage).



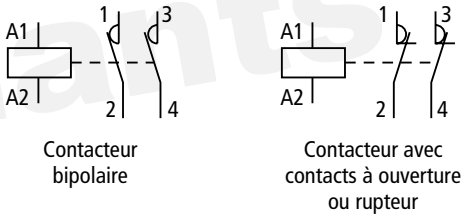
Contacteur modulaire (Schneider Electric).

2.2. Caractéristiques

– Courant assigné : 25 A, ou 40 A.

– Tension d'emploi : 230 V, 50 Hz.

– Symboles.



Symboles des contacteurs et rupteurs.

2.3. Schéma

– Commande d'un contacteur par un thermostat.

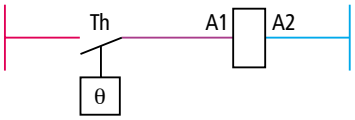
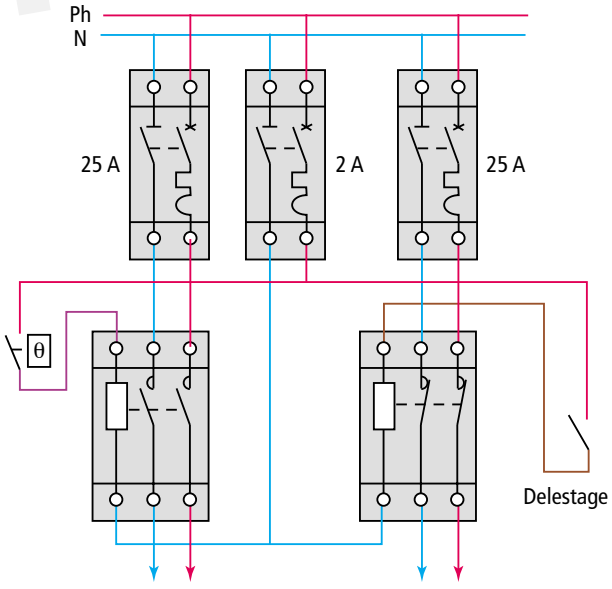


Schéma développé du circuit de commande.

– Commande de deux circuits de chauffage, l'un par contacteur commandé par thermostat, l'autre commandé par contacteur-rupteur, suite à un délestage.



Commande par contacteur et rupteur.

Reproduction interdite aux enseignants
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

30 Contacteur heures creuses

1. Rôle

Pour bénéficier du tarif moins élevé de l'électricité durant les heures creuses, on utilise un contacteur « heures creuses ».

Cet appareil est connu sous plusieurs noms :

– contacteur à commande manuelle ; contacteur heures creuses ; contacteur jour/nuit.

2. Caractéristiques

Le contacteur heures creuses est avant tout un contacteur (électroaimant actionnant des contacts).

Il possède la particularité d'avoir, en plus, un sélecteur manuel à trois positions : marche automatique ; marche forcée ; arrêt.



Contacteur heures creuses modulaire (Schneider Electric MG).

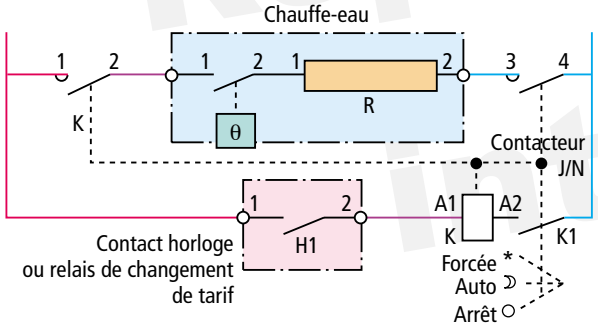
Ces contacteurs existent en 2, 3, 4 pôles, avec un circuit de puissance de 25 ou 40 A.

3. Fonctionnement

3.1. Schéma du circuit de commande

Exemple :

Commande d'un chauffe-eau.



Commande d'un chauffe-eau par un contacteur heures creuses.

3.2. Analyse du fonctionnement

a) Position automatique

Le contact K1 est fermé ; lorsque le contact d'horloge ou le contact de changement de tarif sera fermé, le chauffe-eau pourra chauffer l'eau en fonction de la position du contact du thermostat.

b) Marche forcée de jour

Dans cette position, l'interrupteur K1 est fermé et on agit sur l'équipage mobile des contacts qui est maintenu actionné par un accrochage mécanique. La bobine K n'est pas alimentée. Le contacteur automatique jour/nuit revient automatiquement en position automatique dès la fermeture du contact de télécommande H1.

c) Arrêt

Il permet de couper l'alimentation du contacteur en cas d'absence prolongée ; la télécommande devient inutile.

3.3. Schéma multifilaire

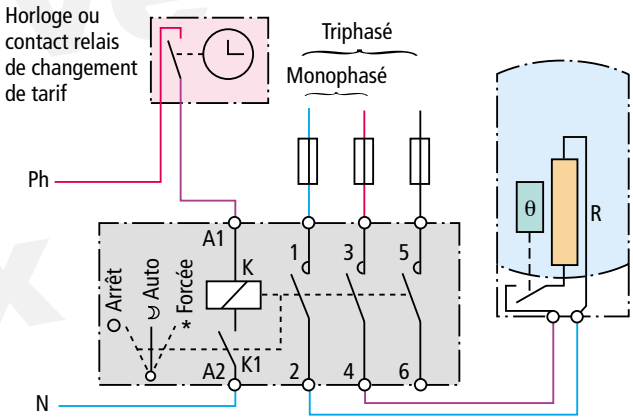


Schéma multifilaire.

Remarque :

Si le chauffe-eau est alimenté en triphasé, le contact du thermostat est monté dans le circuit de la bobine du contacteur heures creuses.

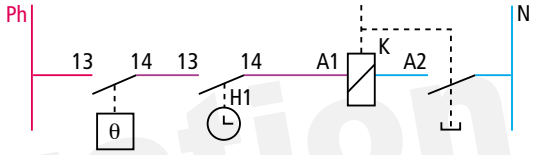


Schéma du courant de commande pour contacteur triphasé.

3.4. Schéma de raccordement

Le plan de câblage du tableau pour l'alimentation d'un chauffe-eau monophasé est donné sur la figure ci-dessous.

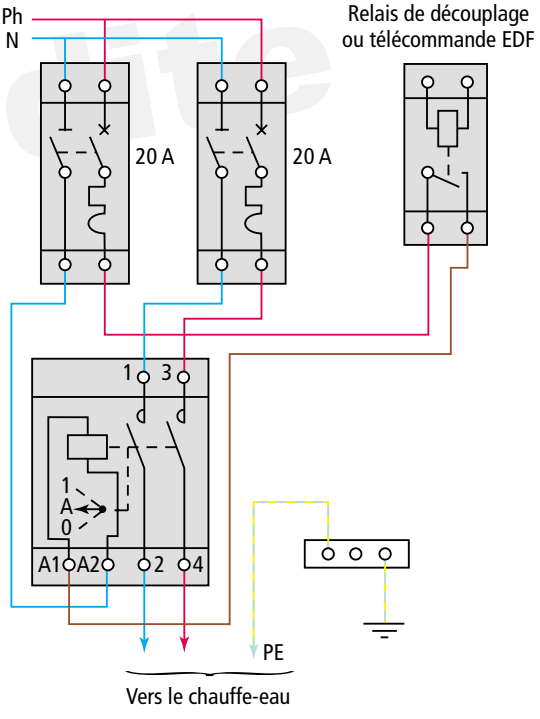


Schéma multifilaire pour l'alimentation d'un chauffe-eau par contacteur jour/nuit.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

31 Interrupteur horaire

1. Rôle

Les interrupteurs horaires commandent l'ouverture ou la fermeture d'un ou de deux circuits, selon la programmation de l'utilisateur. La programmation peut être mécanique (cavalier), ou électronique (clavier).



Interrupteur horaire programmable mécanique et digital (Schneider Electric).

2. Caractéristiques

Les interrupteurs horaires peuvent être classés selon les critères suivants :

– la programmation est journalière (24 h), ou hebdomadaire (7 j) ;

– la technologie adoptée : mécanique ou électronique ;

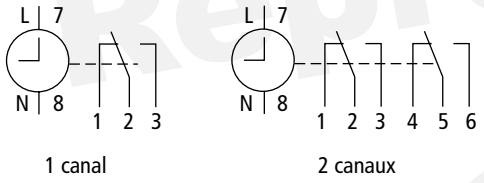
– le contact de sortie peut couper de 4 à 16 A sous 230 V ;

– l'intervalle entre deux commutations de 1 s a 1 min en électronique ; de 15 min à 2 h en mécanique ;

– le nombre de canaux (1 ou 2) : ce sont les contacts de sortie ;

– la réserve de marche : en cas de coupure d'alimentation, l'interrupteur peut continuer à fonctionner pendant un temps nul, ou de 100 h à l'année.

Les symboles sont les suivants :



Symboles d'interrupteurs horaires.

3. Applications

Les interrupteurs horaires sont utilisés pour :

– la commande d'allumage et d'extinction de l'éclairage dans les magasins ;

– la commande de sonneries dans un collège ;

– la commande de chauffage selon les heures d'occupation des locaux.

4. Schémas

Les interrupteurs horaires, du fait de leur faible pouvoir de coupure, sont le plus souvent employés avec un contacteur. Le contact de sortie commande une bobine de contacteur.

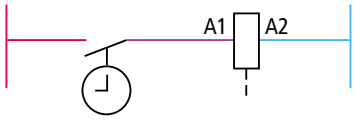


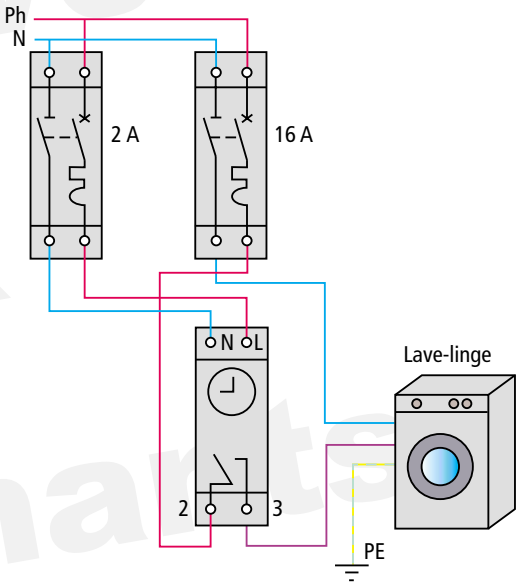
Schéma développé du circuit de commande avec interrupteur horaire.

4.1. Commande d'un lave-linge

Pour faire fonctionner une machine à laver à une certaine heure, on emploie aussi un interrupteur horaire.

Exemple :

Commande de machine à laver.



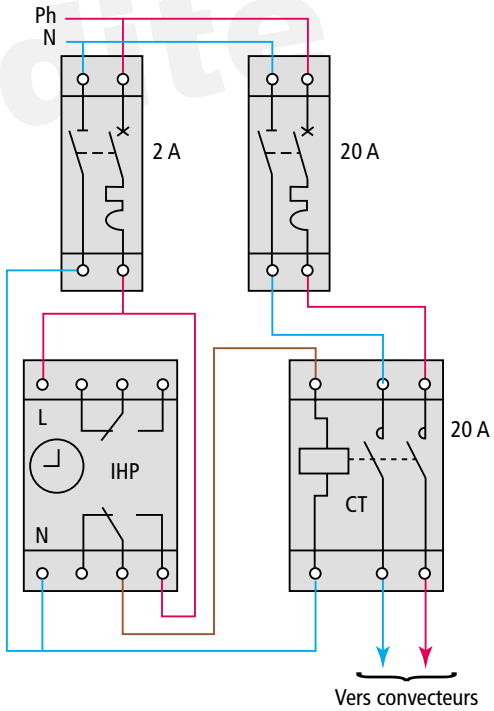
Commande d'un lave-linge par un interrupteur horaire.

4.2. Commande du chauffage

La programmation du chauffage sur deux zones du logement est réalisée par un interrupteur horaire programmable avec 2 canaux. La commande d'un contacteur permet d'alimenter un ou plusieurs circuits de chauffage. Le chauffage peut être coupé à certaines périodes de la journée, ou de la nuit pour réaliser des économies d'énergie :

– IHP = Interrupteur horaire programmable ;

– CT = Contacteur.



Commande du chauffage par interrupteur horaire programmable.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

32 Thermostats

1. Rôle

Le thermostat permet de commander les appareils de chauffage (convecteurs, panneaux rayonnants), selon une valeur de température affichée (consigne), et en fonction de la température ambiante.

On distingue :

– les thermostats d'ambiance ;

– les thermostats modulaires.

Ils peuvent être mécaniques ou électroniques et programmables ou non.



Thermostats d'ambiance et de tableau (Legrand).

2. Thermostat d'ambiance

2.1. Caractéristiques

Le thermostat d'ambiance est situé dans la pièce à chauffer, ou sur le convecteur. La température de consigne est réglable par l'utilisateur.

– Réglage de la température : de 5° à 30 °C.

– Fonctionne en mécanique avec bilame de précision.

– Fonctionne en électronique avec une sonde, thermistance.

2.2. Exemple d'application

Schéma de principe :

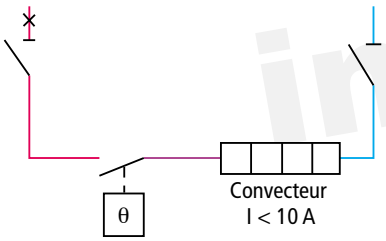


Schéma de principe.

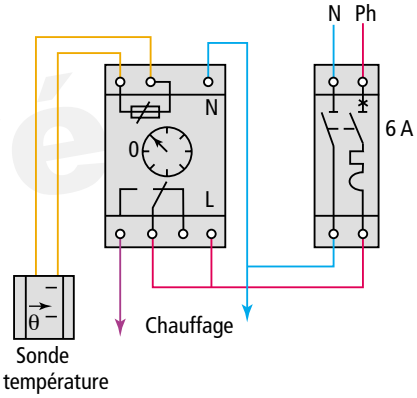
Le thermostat commande directement le convecteur ; le contact du thermostat ne peut couper que de 6 A à 10 A. Au-delà, il faut prévoir une commande par contacteur.

3. Thermostat modulaire

Le thermostat est situé sur le tableau de distribution terminale, et une sonde contrôle la température du local à chauffer.

3.1. Commande directe

Schéma de câblage : voir schéma suivant.



Thermostat de tableau avec réglage de la consigne et sonde de mesure de la température dans le local à chauffer.

Le réglage de la température s'effectue sur le thermostat modulaire.

3.2. Commande par contacteur

Le thermostat commande l'enclenchement ou le déclenchement d'un contacteur.

a) Schéma de principe

Commande de chauffage par contacteur, piloté en fonction de la température, ou en fonction de l'horaire.

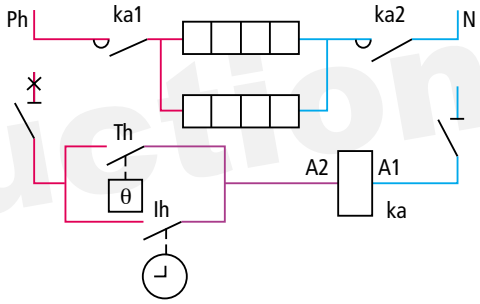
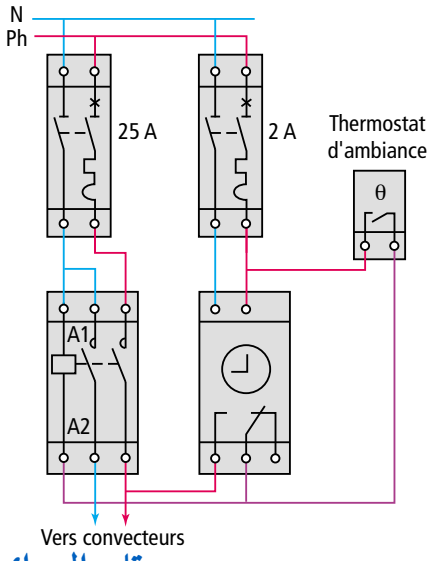


Schéma de principe.

b) Schéma de câblage

En régime confort, contact horaire fermé, le chauffage est contrôlé par le thermostat des convecteurs.

En régime réduit, la température est contrôlée par le thermostat d'ambiance.



Réservé aux enseignants
Reproduction interdite
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

33 Thermostats programmables

1. Rôle

Les thermostats programmables permettent de contrôler et de réguler la température selon trois seuils de températures :

– **Confort :** température ambiante souhaitée, autour de 19 °C.

– **Réduit** : température de 0 à 10 °C en dessous de la température confort choisie.

– **Hors gel :** maintien de la température du local de 6 à 8 °C.

D'autre part, ces thermostats peuvent commander le chauffage sur une ou plusieurs zones. Le passage de la température ambiante à réduit est programmable dans le temps.



Thermostat programmable deux zones, trois seuils (Schneider MG).

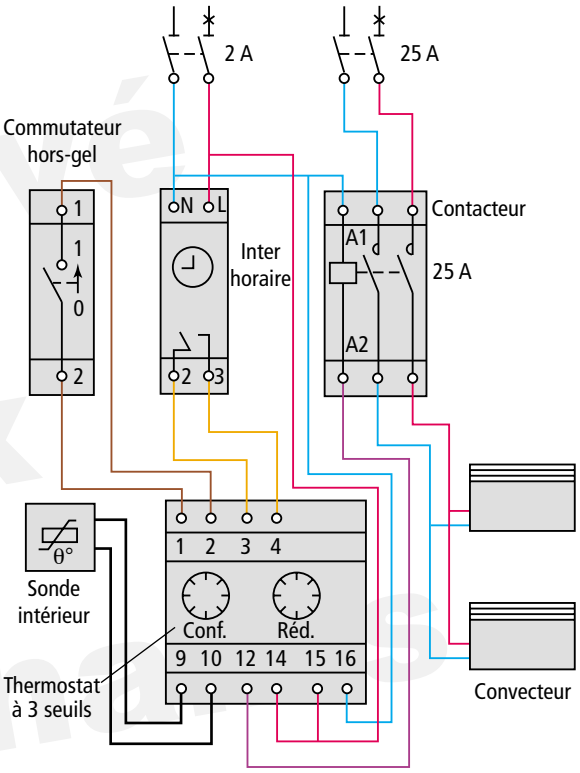


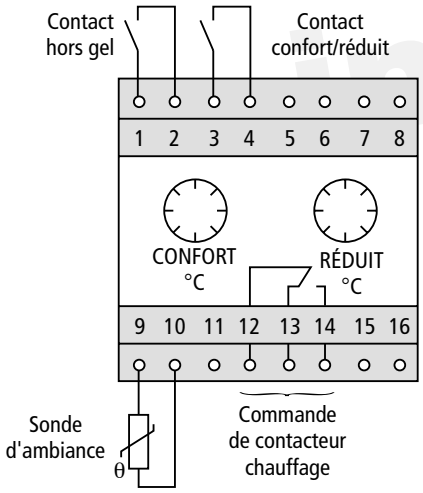
Schéma de câblage d'un thermostat à trois seuils, programmé par interrupteur horaire, et pilotage de contacteur.

2. Thermostats à trois seuils

Ce thermostat permet de sélectionner trois seuils de température (Confort, Réduit, Hors gel). Il comporte deux consignes réglables.

2.1. Schéma des raccordements

Il comporte en entrée les contacts pour la sélection des seuils, ainsi que la sonde de mesure de température. En sortie, un contact de commande du circuit de chauffage.



Thermostat à trois seuils.

2.2. Schéma de câblage

Le thermostat passe de « chauffage réduit » à « confort », selon un programme fixé par l'interrupteur horaire. Les convecteurs sont alimentés par un contacteur.

3. Thermostat programmable

Cet appareil comporte deux thermostats, un par zone, et un programmateur. Le schéma donne un exemple d'utilisation.

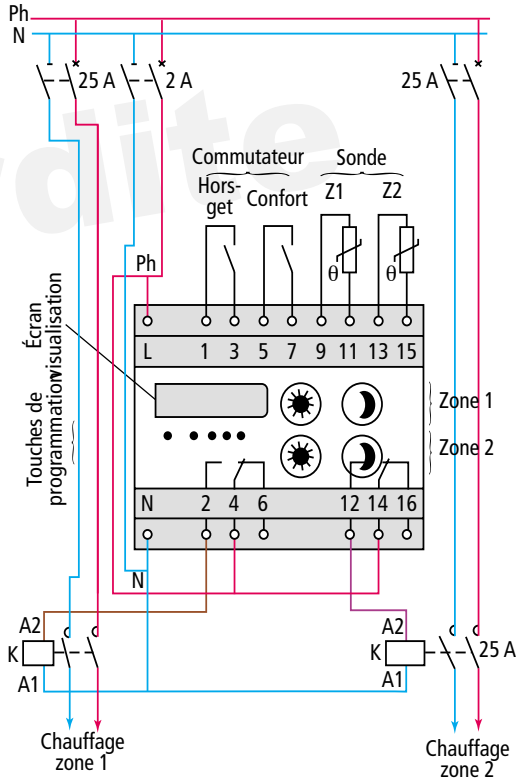


Schéma de branchement d'un thermostat programmable (MG) deux zones.

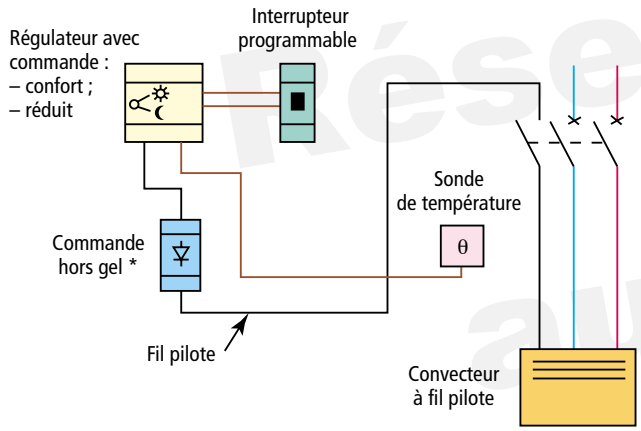
Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

34 Commande par fil pilote

1. Principe

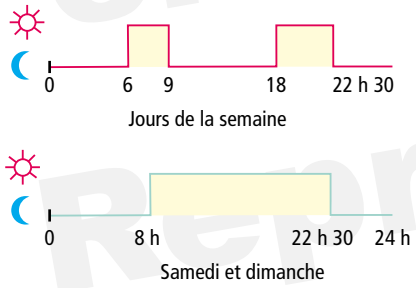
La programmation par fil pilote consiste à envoyer aux appareils de chauffage les changements de niveau de température par un fil pilote.



Éléments intervenant dans une commande de chauffage par fil pilote.

2. Les différents ordres

Selon les heures du jour, et les jours de la semaine, on programme le niveau de la température dans les pièces à chauffer, confort, réduit ou économique, hors gel.



Exemple de programme confort-réduit.

a) Commande 4 ordres

Le fil pilote est un conducteur qui relie le programmateur de chauffage aux radiateurs et convecteurs équipés pour recevoir les informations du fil pilote. Le fil pilote véhicule quatre signaux de commande, selon le protocole GIFAM*.

Désignation et signal	Symbole	Température obtenue
aucun signal	« Confort »	Température normale (19 °C) ajustée sur chaque convecteur
Double alternance	« Réduit »	Température réduite de 3 à 4 °C par rapport à confort (12 °C)
Alternance négative	Hors gel	Température très réduite de 8 à 10 °C par rapport à confort (8 °C)
	STOP Arrêt	

Les différents ordres pour le contrôle par fil pilote.

* GIFAM : Groupement des industriels et fabricants d'appareils ménagers.

b) Commande 6 ordres

On ajoute aux 4 ordres, 2 ordres supplémentaires :

– 5e ordre : envoi de la phase pendant 3 s ;

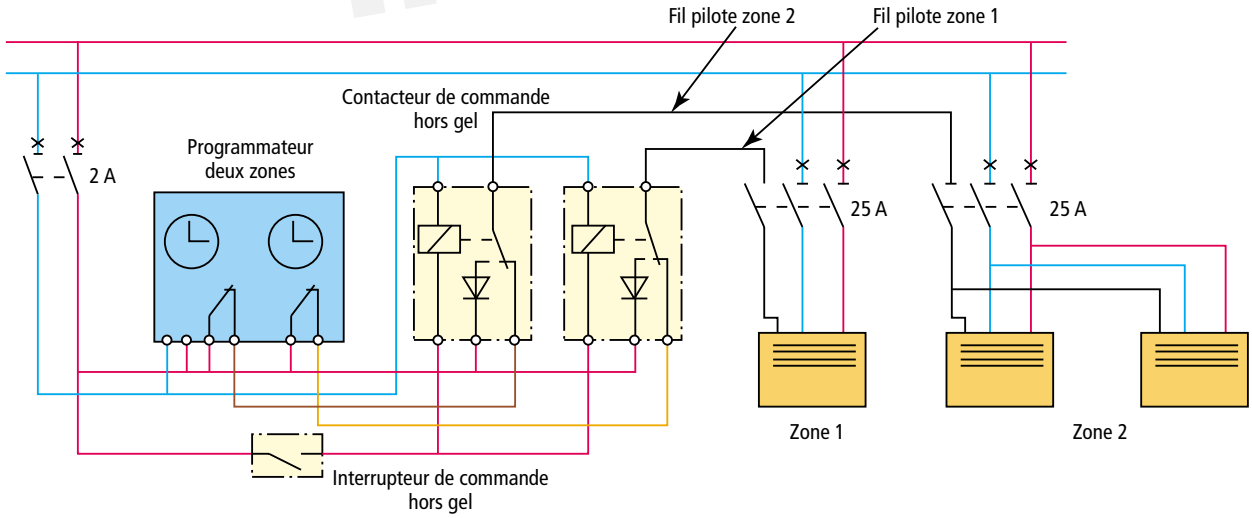
– 6e ordre : envoi de la phase pendant 7 s.

On peut gérer 5 régimes de température : confort ; confort 1 ; confort 2 ; éco et hors gel.

3. Mise en œuvre

La commande par fil pilote s'effectue par un programmateur central d'ou partent le ou les fils pilotes. Le programmateur permet de passer de la température confort à réduit, le passage s'effectue en actionnant un interrupteur. Un exemple montre une commande par fil pilote sur deux zones, avec un interrupteur, « hors gel », qui commande deux contacteurs, un par zone (la présence de la diode ne permet que le passage de l'alternance négative).

Chaque convecteur, ou panneau radiant est équipé pour reconnaître les quatre ordres du fil pilote.



Commande de chauffage deux zones par fil pilote, et une mise hors gel par interrupteur externe et contacteurs.

Réservé aux enseignants
Reproduction interdite
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

35 Circuits de délestage

1. Principe

Le délestage consiste à supprimer momentanément le courant sur des circuits non prioritaires pour éviter une surconsommation d'énergie.

Dans une installation, le relais délesteur permet de limiter la puissance consommée en dessous de la puissance souscrite.

2. Principe de fonctionnement

Le relais délesteur compare l'intensité mesurée par un capteur à la consigne affichée sur le boîtier. Un dépassement du seuil fixé (15, 20, 30 A…) provoque, pendant 5 minutes, le délestage des circuits non prioritaires. Dans le cas du délesteur à deux ou trois voies, si le dépassement persiste, une autre voie est délestée :

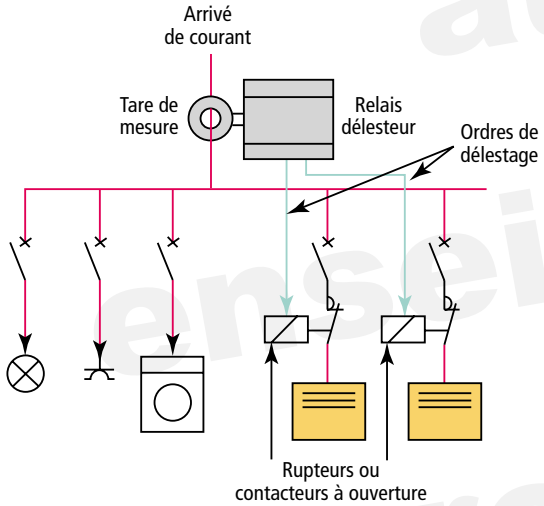


Schéma de principe de montage d'un dispositif de délestage.

Le délesteur tente de rétablir la situation, par annulation du délestage après 5 minutes. Si la surchage a disparu, il n'y a plus délestage, si la surcharge subsiste, un nouveau cycle de délestage reprend à deux ou trois niveaux.

Caractéristiques :

– le calibrage de délestage : 15, 20, 25 A ;

– le cycle de délestage : 5 ou 6 min.

3. Délesteur une voie

Pour effectuer un délestage, un seul circuit non prioritaire peut être coupé dans le schéma.

Pour les faibles charges, le contact du délesteur peut couper le circuit.

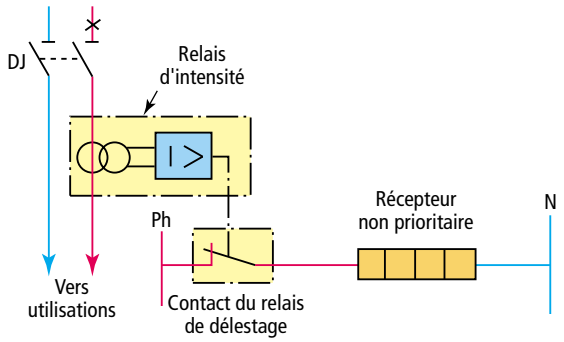
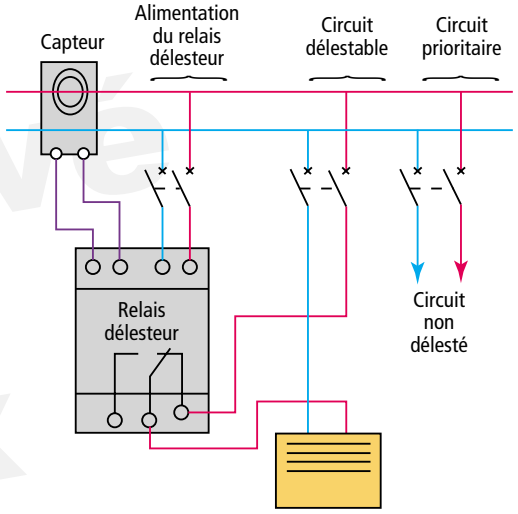


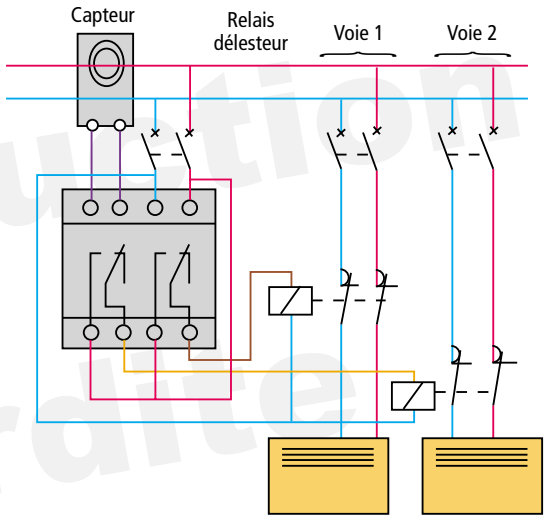
Schéma de principe d'un relais délesteur.



Alimentation d'un circuit non prioritaire par relais délesteur monophasé 1 voie.

4. Délesteur deux voies

Le délestage s'effectue sur chacune des voies par la commande d'un contacteur à ouverture, ou rupteur :



Délestage 2 voies commandé par contacteurs à ouverture, ou rupteurs.

5. Délesteur avec indicateur de consommation

Le relais de délestage électronique reçoit ses ordres du compteur électronique, il limite la puissance consommée en dessous de la puissance souscrite en mettant à l'arrêt les circuits non prioritaires.

Remarque :

Certains relais de délestage peuvent intervenir soit par commande par contacteur, ou par fil pilote. Dans ce cas, le relais envoie l'ordre d'arrêt sur le fil pilote.

La fermeture du contact à l'intérieur du relais de délestage provoque l'alimentation de la bobine du contacteur à ouverture, et l'ouverture de ses contacts, ce qui a pour effet de couper l'alimentation des convecteurs.

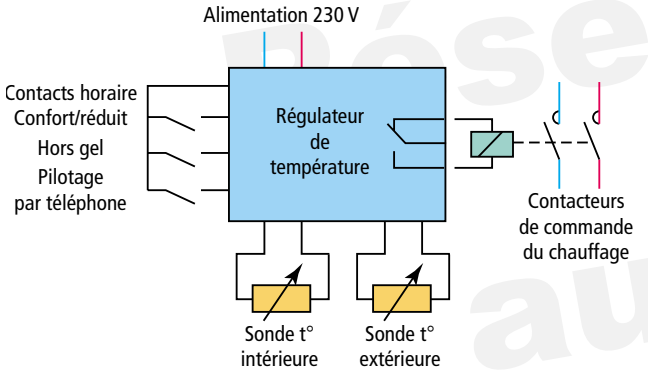
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

36 Régulateurs

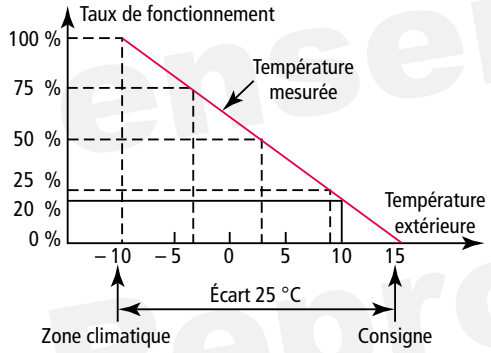
1. Principe de fonctionnement

Le régulateur permet d'effectuer une régulation de la température qui prend en compte plusieurs paramètres (température extérieure, intérieure, durée) ce que ne peut faire le thermostat.



Principe de fonctionnement d'un chauffage commandé par régulateur.

La durée de fonctionnement des appareils de chauffage est inversement proportionnelle à la température extérieure (action chrono-proportionnelle).



Représentation de la durée de fonctionnement du chauffage en fonction de la température extérieure.

Exemple :

Si la température extérieure est de 10 °C, le chauffage fonctionne à 20 % de sa puissance, c'est-à-dire pendant 4 minutes sur les 20 minutes de la base de temps.

2. Fonctionnement

Le schéma multifilaire en bas de la page réalise le fonctionnement suivant :

– L'interrupteur horaire permet de passer automatiquement, aux heures choisies, d'une température « confort » (contact ouvert) à une température « confort réduit » (contact fermé).

– Un commutateur permet de mettre l'installation en « hors gel ».

– Une commande à distance par téléphone peut être raccordée.

3. Raccordement et réglage

• Le raccordement est donné par le schéma multifilaire réalisé dans le tableau de répartition de l'installation.

• **Le réglage** du régulateur s'effectue par action sur les potentiomètres situés en face avant.

Les différents paramètres de réglage sont :

– **consigne :** température extérieure au-dessus de laquelle le chauffage est arrêté ;

– **base de temps :** période pendant laquelle le chauffage est successivement en marche et à l'arrêt ;

– **écart :** il est déterminé par la somme des valeurs de température de consigne et de température moyenne de la zone climatique ;

– **limiteur :** température intérieure à ne pas dépasser, affiche la différence entre les températures intérieures de jour et de nuit souhaitées.

Exemple :

Consigne 15 °C ; limiteur 19 °C ; réduit de 4 °C.

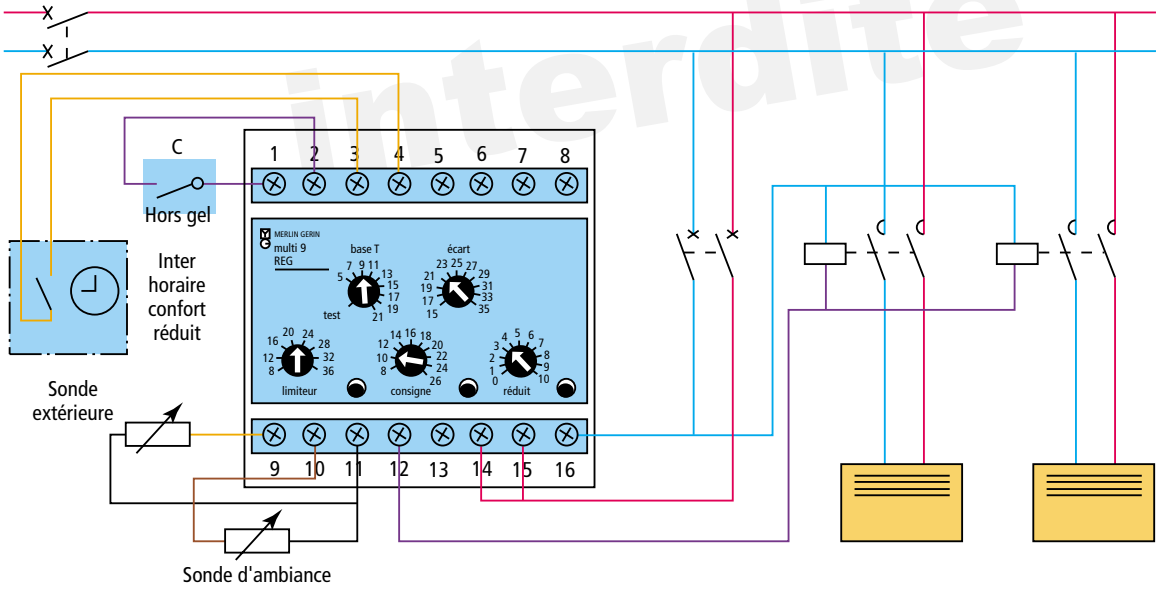


Schéma multifilaire de raccordement d'un régulateur de température (Schneider Electric).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

37 Gestionnaire d'énergie « tempo »

1. Principe

Le boîtier gestionnaire d'énergie permet d'optimiser l'installation électrique lorsque l'on souscrit un contrat EDF avec option tempo ou heures creuses.

Ce boîtier agit automatiquement selon un programme préenregistré sur :

– la gestion du chauffage sur trois zones ;

– la gestion de l'eau **chaude et du gros électroménager**.

Rappel sur le tarif tempo

L'option tempo réalise la combinaison de deux prix par jour (heures pleines-heures creuses) et de trois sortes de jours :

– 300 jours « bleus » à coût de l'électricité faible ;

– 43 jours « blancs » à coût avantageux ;

– 22 jours « rouges » à coût élevé.

Cela a pour résultat de définir six prix de kWh.

L'option tempo est économique pour les installations comportant un **chauffage électrique.**

Pour cette option, EDF signale la couleur du jour en cours et, aux environs de 20 heures, celle du lendemain.

2. Fonctionnement

Différents programmes hebdomadaires permettent de coordonner, en fonction des jous Bleus, Blancs, Rouges et des périodes « heures pleines » et « heures creuses », le fonctionnement selon les paramètres suivants.

a) Pour le chauffage :

– trois zones de chauffage ;

– la période tarifaire ;

– la température désirée (niveaux de confort) ;

– les horaires d'occupation.

b) Pour le chauffe-eau et les gros appareils électriques :

– le délestage en fonction de la puissance installée.

Dans tous les cas, on conserve la possibilité de relance manuelle.

3. Raccordement

Le schéma de raccordement du boîtier gestionnaire exige un compteur d'énergie électronique, il est relié à un boîtier d'ambiance qui permet la commande et la visualisation du fonctionnement de l'installation :

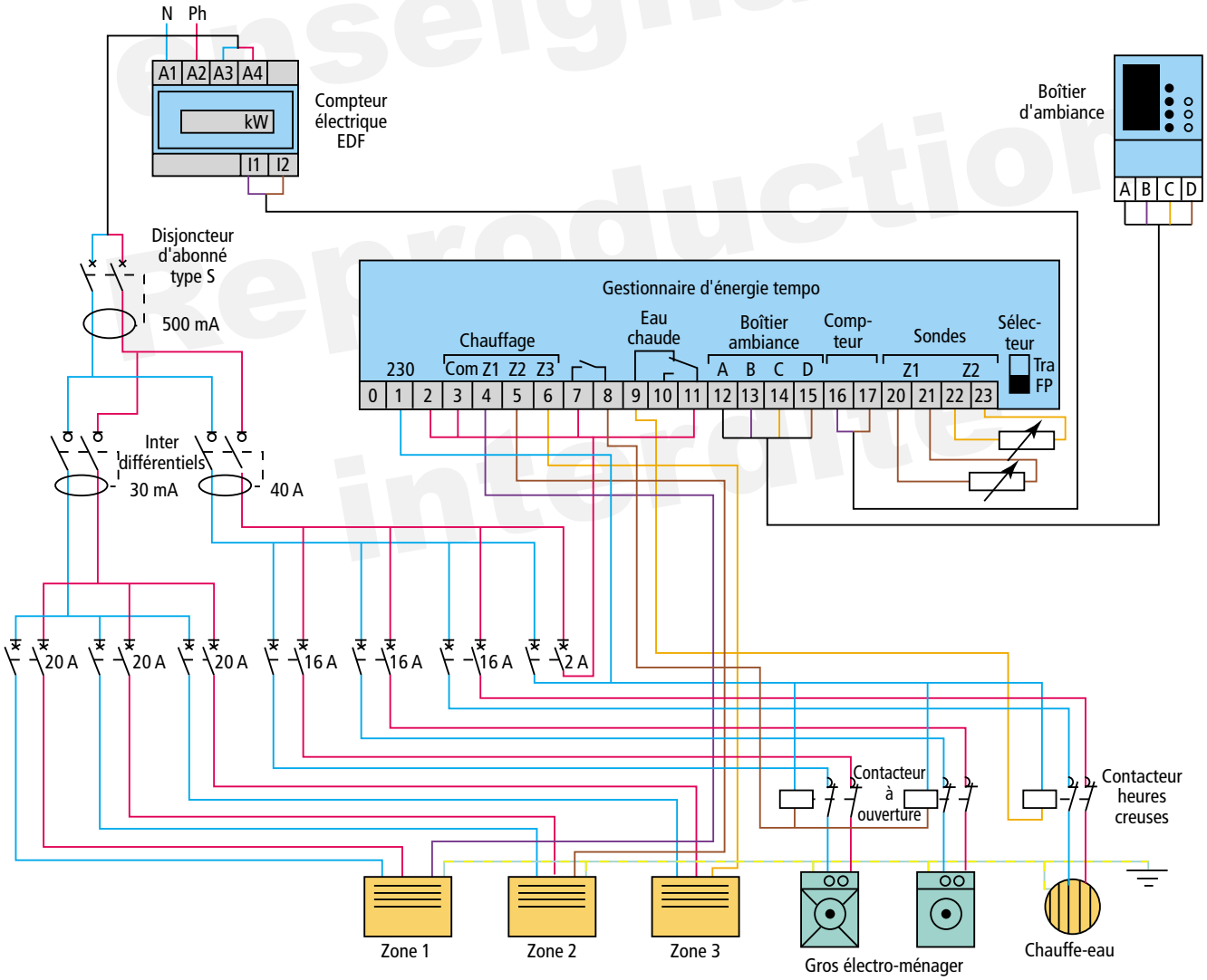


Schéma de câblage d'un tableau de répartition avec un gestionnaire d'énergie « tempo ».

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5 - Transmission des signaux

Sommaire

38. Alarme anti-intrusion ..... p. 54
39. Alarmes techniques ..... p. 56
40. Alarmes incendie ..... p. 57
41. Contrôle d'accès ..... p. 59
42. Commande de volets roulants ..... p. 60
43. Circuits téléphoniques ..... p. 61
44. Circuits télévision ..... p. 62
45. Réseaux bus EIB ..... p. 63
46. Voix Données Images (VDI) ..... p. 68
47. Symboles en signalisation ..... p. 70

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

38 Alarme anti-intrusion

Les particuliers, les magasins, recherchent des systèmes d'alarmes sûres pour protéger leurs biens (chaînes hi-fi, télévisions, ordinateurs, bijoux), ou leurs matériels et produits en stock.

1. Constitution d'une alarme

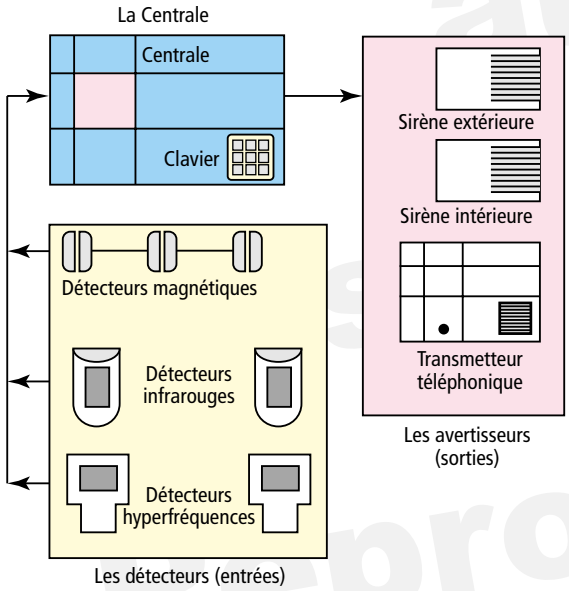
1.1. Schéma fonctionnel

Un système anti-intrusion se compose de trois parties :

– **des détecteurs** qui permettent de déceler l'intrusion ;

– **une centrale** qui traite l'information ;

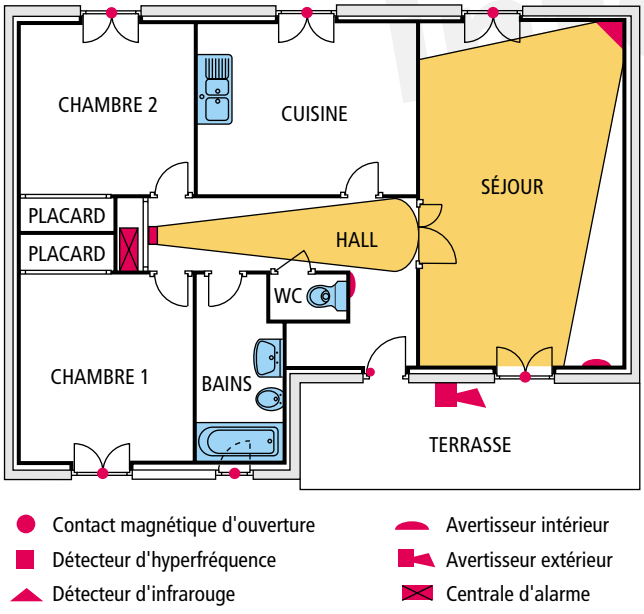
– **des avertisseurs** qui assurent trois fonctions : dissuader l'intrus de poursuivre son action (en cas d'effraction), signaler le lieu menacé, transmettre l'alerte à distance (transmetteur téléphonique).



Système anti-intrusion.

1.2. Plan architectural

Exemple d'implantation ci-dessous :



Implantations des éléments d'alarme.

1.3. Types de liaisons

La sûreté de fonctionnement d'un système anti-intrusion est directement liée à la qualité de la transmission des informations entre les détecteurs, la centrale, et les avertisseurs. On distingue deux modes de liaison :

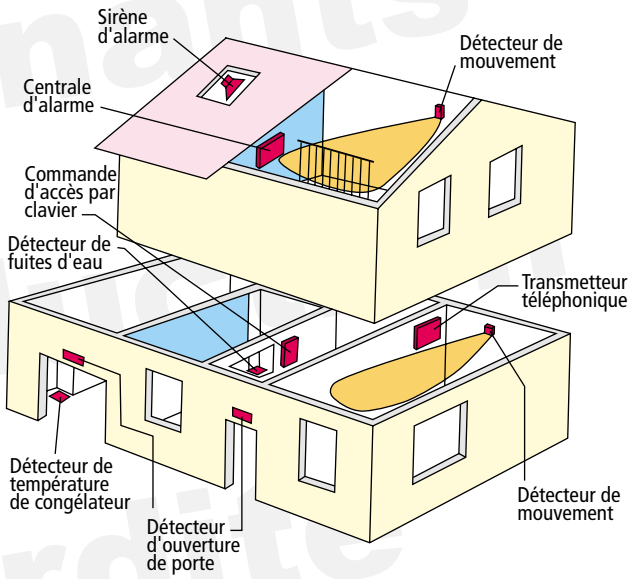
– les liaisons radio ;

– les liaisons filaires.

2. Alarme Radio

Pour éviter les contraintes d'installation liées à l'esthétique ou à la rapidité de pose, l'alarme radio s'impose dans l'habitat. Dans ce cas, chaque appareil (centrale, détecteur, avertisseur) est muni d'un émetteur et d'une alimentation (pile ou batterie). La transmission des informations s'effectue par fréquence radio (433,87 Mhz).

Un exemple d'implantation d'un système d'alarme radio est donné. Chaque appareil est fixé selon l'implantation prévue, la mise en service s'effectue par la mise en place des piles, et la programmation de la centrale, cette programmation est spécifique à chaque constructeur.



Implantation d'un système d'alarme anti-effraction, et des alarmes techniques.

3. Alarme filaire

3.1. Principe de fonctionnement

Un système d'alarme filaire est basé sur un circuit électrique ou boucle de défaut qui est réalisé selon trois configurations possibles :

– avec des contacts à fermeture ;

– avec des contacts à ouverture ;

– avec un courant de garde, ou circuit à boucle de courant.

a) Contacts à fermeture

S1-S2 : Contacts de porte.

S3 : Arrêt de l'alarme.

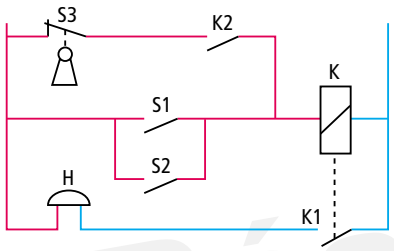
K : Relais qui maintient l'alarme.

K1-K2 : Contacts actionnés par K.

H : Sonnerie.

Réservé aux abonnés
Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Contacts à fermeture.

La fermeture de S1 ou de S2 enclenche le relais K.

Le contact K1 alimente la sonnerie. Le contact K2 mémorise l'alarme. Le contact S3 à clef permet de couper l'alarme. Une coupure d'un fil rend l'alarme inefficace.

b) Contact à ouverture

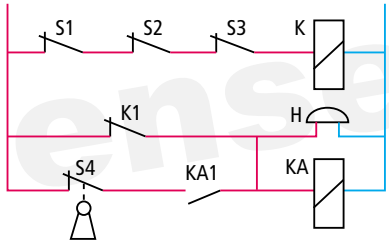
S1-S2-S3 : Contacts de porte.

S4 : Arrêt alarme.

H : Sonnerie.

K : Relais de défaut.

KA : Mémorisation d'alarme.



Contacts à ouverture.

Au repos, un courant alimente le relais K, qui ouvre le contact K1. Dès qu'un contact S1 à S3 s'ouvre, K n'est plus alimenté. Le contact K1 alimente la sonnerie. Le relais KA mémorise l'alarme.

L'ouverture du contact S4 à clef arrête l'alarme.

Le système ne fonctionne plus si on court-circuite les contacts de détection S1, S2, S3.

c) Circuit à courant de garde

Il est basé sur l'établissement d'une boucle de courant. On compare en permanence le courant dans la boucle de détection et le courant de réglage.

Dès qu'un capteur est sollicité, la résistance de la boucle varie et le système prend en compte cette variation.

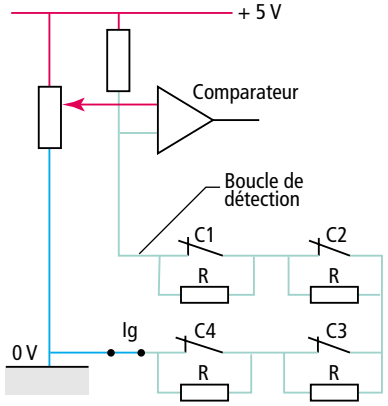
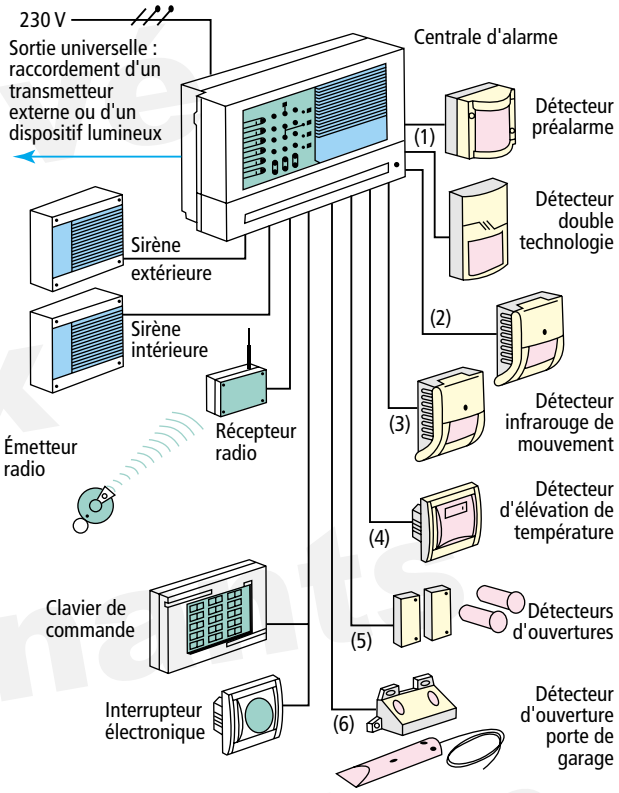


Schéma de principe d'une protection en boucle de courant.

3.2. Exemple d'une installation

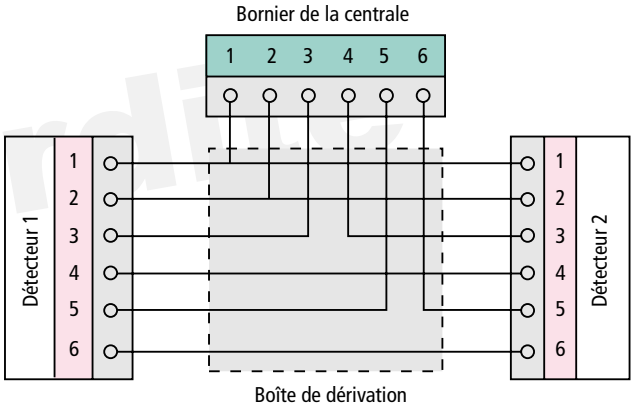
La centrale d'alarme comporte six boucles, chaque boucle repère (1) à (6) peut comporter un ou plusieurs détecteurs :



Centrale d'alarme (d'après Legrand).

Chaque boucle est autoprotégée. Elle est réalisée avec un câble à six conducteurs de couleurs différentes. Si le câble est coupé, l'alarme est déclenchée.

Exemple de raccordements avec deux détecteurs sur une même boucle.



1–2 Alimentation en parallèle
3–4 Détection en série
5–6 Autoprotection en série

Raccordement.

Les différents éléments de l'installation sont reliés par des câbles d'alarme comportant un écran, et six fils de 6/10 de couleurs différentes, deux fils assurent la protection du câble, deux autres la transmission des informations, et deux sont réservés à l'alimentation des détecteurs.

Ce système est très fiable, il est très utilisé pour la protection des locaux à usage commercial, ou des bureaux. Le coût d'installation est beaucoup plus important que pour une alarme radio.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

39 Alarmes techniques

Dans les immeubles, d'habitation ou de bureaux, les usines ou les commerces, on doit surveiller le fonctionnement normal :

– des ascenseurs, des chaufferies ;

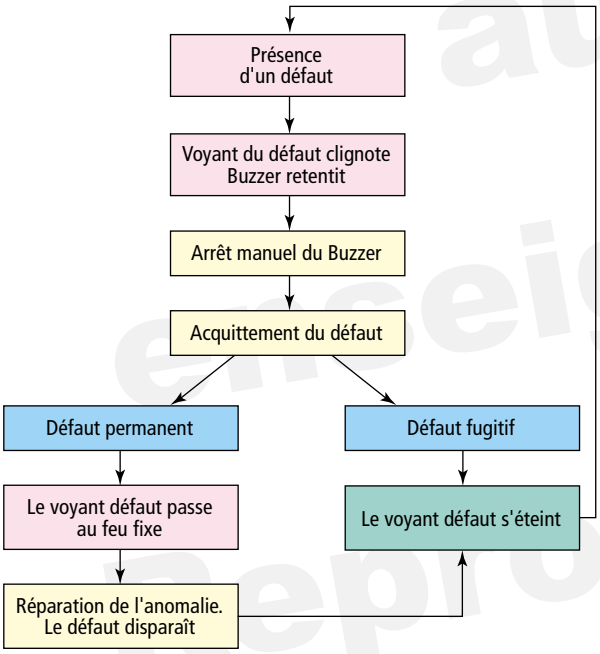
– des systèmes de ventilation, climatisation ;

– des détections de gaz, d'inondation, d'élévation de température, sont aussi nécessaires.

1. Principe de fonctionnement

1.1. Organigramme

Chaque défaut ou anomalie est détecté par un capteur qui agit sur un contact électrique. Le défaut peut être du type permanent ou fugitif.



Organigramme.

Tout défaut fugitif ou permanent doit être signalé sur le tableau par une alarme sonore et un voyant avec maintien de l'indication visuelle tant que le défaut persiste.

le tableau d'alarme technique est placé à la vue du personnel de surveillance (concierge, gardien, service d'entretien).

1.2. Constitution

La centrale d'alarme technique comporte un tableau avec :

– un voyant par alarme technique, et un ronfleur pour l'alarme sonore :

– des boutons poussoir tests d'alarmes ; tests des lampes ; acquittement ;

– une alimentation électrique autonome.

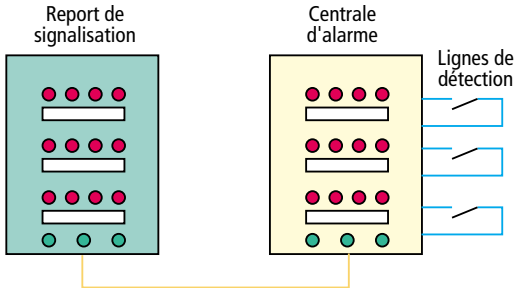


Tableau de la centrale d'alarme.

1.3. Signalisation des défauts

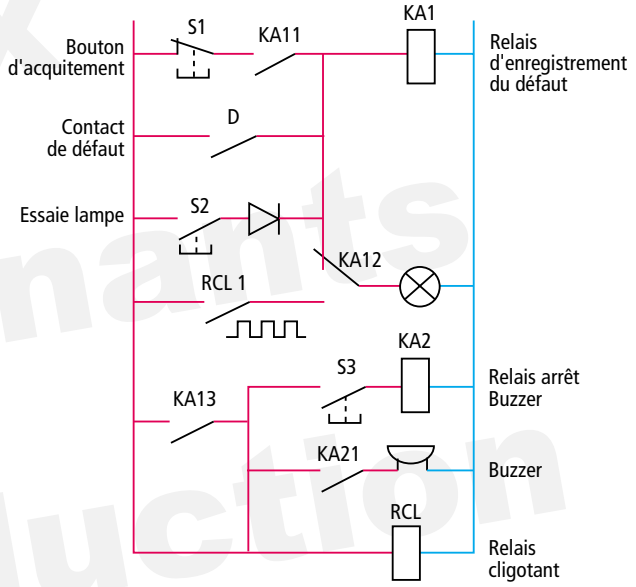
Les défauts sont signalés :

– soit par fermeture de ligne, encore appelée émission de tension (ET) ;

– soit par ouverture de ligne, ou ouverture d'un contact manque de tension (MT). Cette méthode est appelée « à sécurité positive », l'alarme est déclenchée même en cas de coupure du câble.

2. Exemple de réalisation

2.1 Schéma développé



Symbole des capteurs.

2.2. Analyse du fonctionnement

a) À l'apparition d'un défaut

Fermeture du contact D.

– Le relais KA1 s'enclenche et s'auto-alimente par KA11.

– Le contact KA13 commande le buzzer et le relais clignotant.

– Le contact KA12 alimente la lampe de signalisation qui clignote.

b) Arrêt du buzzer

L'appui sur le bouton S3 enclenche KA2 qui s'auto-alimente par KA21, et le contact KA22 s'ouvre et coupe le buzzer, la lampe clignote.

c) Prise en compte du défaut

On s'appuie sur le bouton S1 d'acquittement ; KA1 déclenche le contact ; KA13 coupe le circuit d'alarme, buzzer et relais clignotant. La lampe reste en feu fixe tant que le défaut subsiste ; elle s'éteint si le défaut a disparu.

Remarque :

Dans le schéma, le contact d'acquittement doit être à position maintenue, pour éviter qu'au relâchement, le cycle précédent recommence. À la disparition du défaut, ce contact doit être relâché.

2.3. Réalisation

Les relais sont remplacés par des fonctions logiques sur une carte de circuit imprimé.

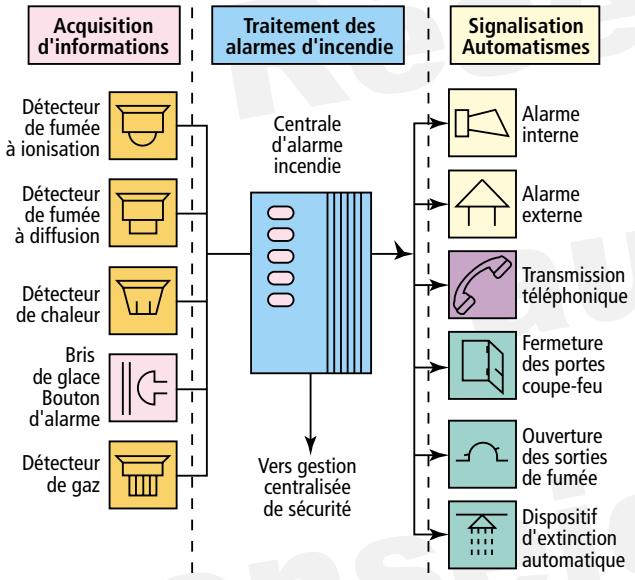
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

40 Alarmes incendie

1. Structure générale d'une alarme incendie

On distingue trois parties essentielles : l'acquisition des informations, leur traitement, et les organes de signalisation et de combat de l'incendie.



Structure générale.

2. Différents types d'alarmes incendie

La réglementation a défini cinq types d'alarmes (1, 2a, 2b, 3, 4) qui sont déterminés selon les locaux (voir cours de technologie). Les fonctions assurées par chaque type sont définies dans le tableau ci-dessous :

Types d'alarmes					Appareils obligatoires
1	2a	2b	3	4	
X					Détecteurs automatiques
X	X	X	X	X	Déclencheurs manuels
X	X				Tableau signalisation incendie
X	X		X		Système de mise en sécurité
X	X	X			Diffuseurs sonores (alarme générale)
X	X	X	X		Blocs autonomes d'alarme de sécurité (BAAS)
				X	Autre type de diffusion sonore

3. Exemple d'un système d'alarme

3.1. Schéma de principe d'installation

Le raccordement des détecteurs, et des blocs d'alarme pour une alarme incendie de type 2b est donné par le schéma unifilaire ci-dessous.

Le tableau de signalisation d'alarme est alimenté en 230 V alternatif et possède une source d'énergie autonome.

La centrale d'alarme possède en général plusieurs lignes de détection, chaque ligne ou boucle de détection pouvant recevoir jusqu'à 30 déclencheurs manuels.

Un ou deux contacts auxiliaires permettent de piloter des portes coupe-feu ou des asservissements techniques.

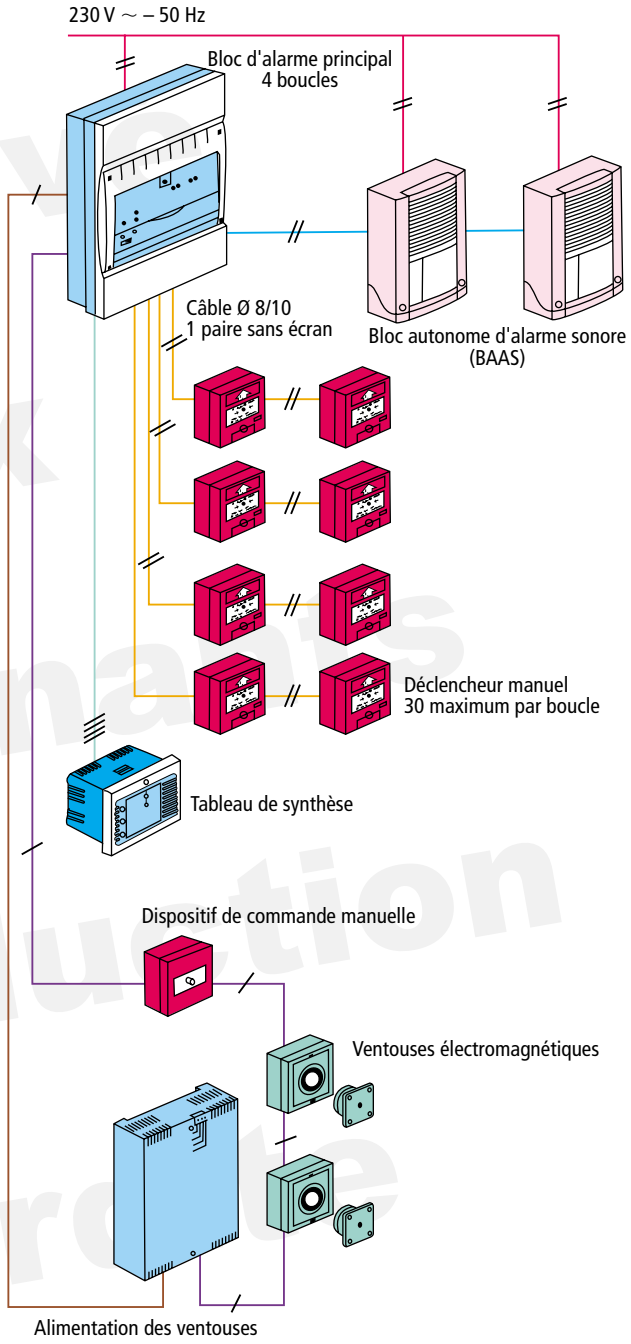
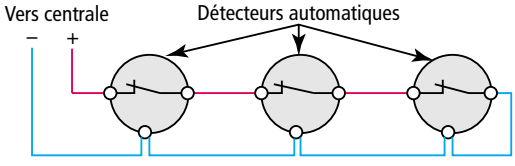


Schéma de principe d'installation (d'après Legrand).

3.2. Schéma de raccordement des détecteurs

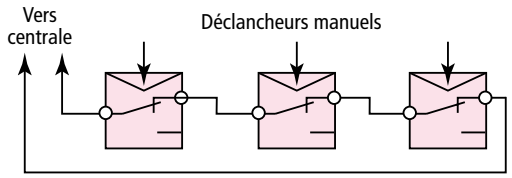
Les détecteurs automatiques et les déclencheurs manuels d'une même zone sont toujours raccordés en série dans une boucle. On ne dépasse pas 20 détecteurs ou déclencheurs par boucle.



Boucle de détection automatique

Chaque détecteur est relié par câble et comporte une borne de repiquage.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

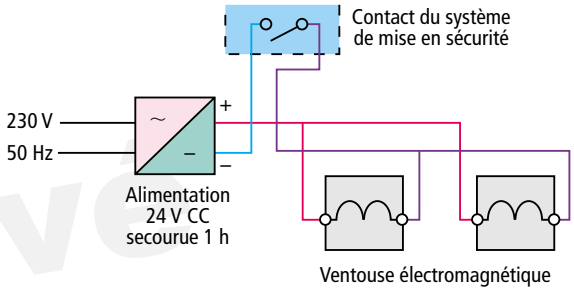


– Les câbles utilisés sont non propagateurs de la flamme (catégorie C2).

– Les avertisseurs d'alarme peuvent être alimentés par un même câble qui doit être bouclé.

3.3 Schéma du système de mise en sécurité

Il permet la commande à distance de la fermeture des portes coupe feu par l'alimentation de ventouses électromagnétiques, et aussi la mise en œuvre des dispositifs de désenfumage :



Système de mise en sécurité.

3.4. Plan architectural

Ce schéma indique la position des différents appareils du système d'alarme incendie pour un hôtel.

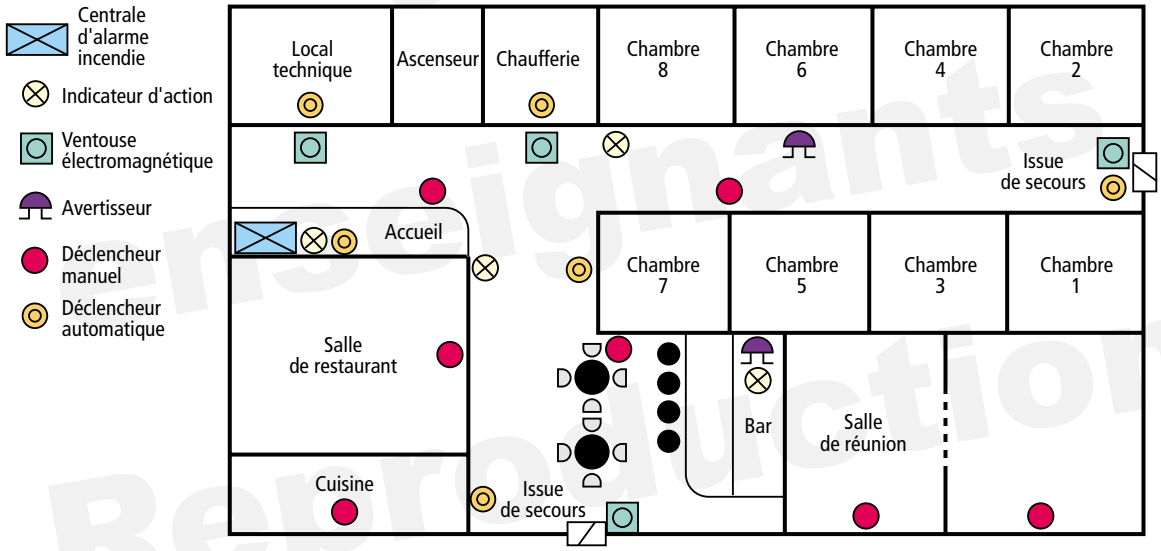


Schéma architectural pour un système d'alarme incendie d'un hôtel.

4. Détecteur autonome déclencheur (DAD)

C'est une mini-centrale d'alarme autonome qui permet une détection partielle, automatique d'incendie et l'alimentation de ventouses électromagnétiques. Il assure les commandes suivantes :

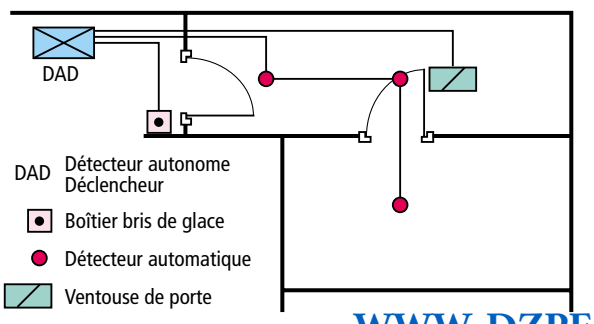
– fermeture de porte coupe-feu ;

– déclenchement d'un organe de désenfumage ;

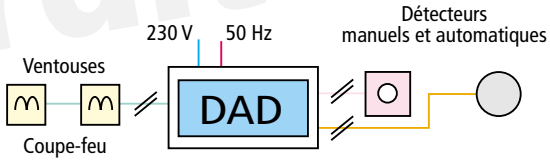
– déverrouillage de porte pour issue de secours ;

– fermeture de clapet coupe feu.

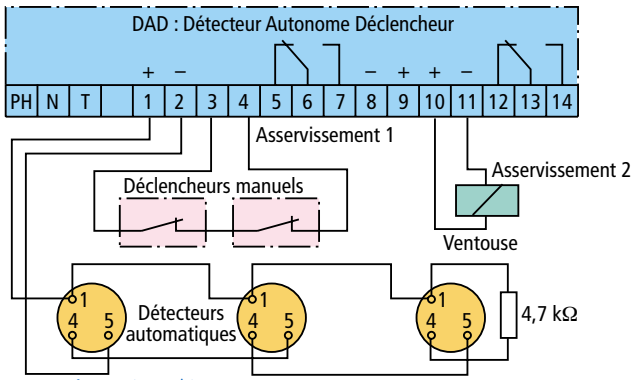
4.1. Plan architectural



4.2. Schéma de principe d'installation



4.3. Schéma de raccordement



Réservé aux Enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

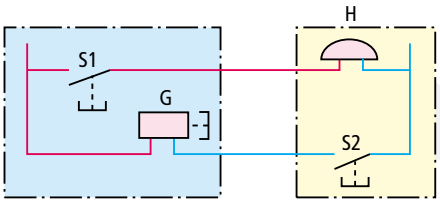
41 Contrôle d'accès

Le contrôle d'accès permet de ne laisser entrer dans un local, que les personnes qui sont autorisées, soit parce qu'elles s'identifient, soit par la connaissance d'un code.

1. Principe du contrôle d'accès

1.1. La sonnette

La sonnette placée à l'entrée de l'appartement est le premier signalement d'une demande d'accès. L'ouverture à distance d'une porte d'entrée est réalisée par une serrure électrique, ou gâche.

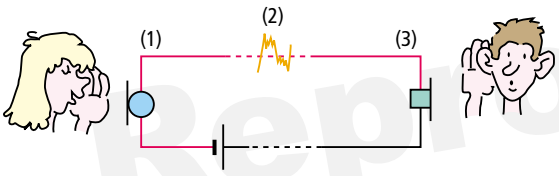


G gâche électrique
S1 bouton d'appel

H sonnerie
S2 bouton de commande d'ouverture de gâche

1.2. Principe de l'interphone

On parle devant un microphone qui transforme les vibrations sonores (1) en un courant électrique modulé (2). Ce courant modulé est transmis par une ligne électrique jusqu'à un écouteur qui transforme le courant modulé en vibrations sonores (3).



2. Portier interphone

2.1. Fonctions d'une installation

L'installation d'interphonie doit permettre :

– l'appel du poste extérieur par action sur un bouton poussoir ;

– la réception de l'appel sur un combiné à l'intérieur ;

– l'établissement de la liaison phonique entre les deux correspondants qui peuvent alors se parler ;

– la commande d'une gâche électrique pour l'ouverture de porte.

2.2. Disposition du matériel

Une installation d'interphone comporte :

– un boîter extérieur avec bouton poussoir ;

– un boîtier intérieur avec une sonnerie, un bouton poussoir d'ouverture de porte ;

– une gâche électrique, et une alimentation électrique en 12 ou 24 V.

La tendance actuelle est de limiter le nombre de conducteurs entre le poste intérieur et le poste extérieur. La section des câbles varie de 0,6 mm de diamètre pour une distance de 50 m à 1,5 mm^2 pour 300 m.

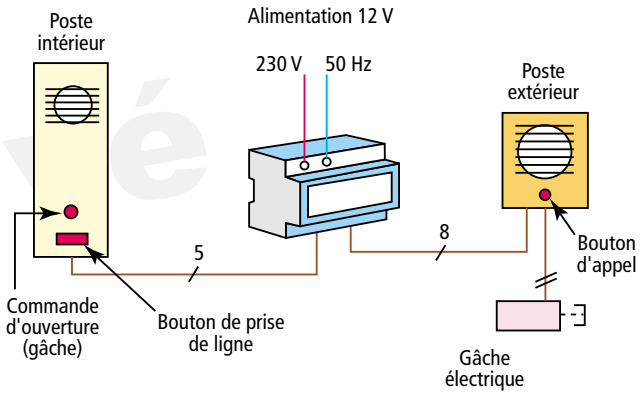
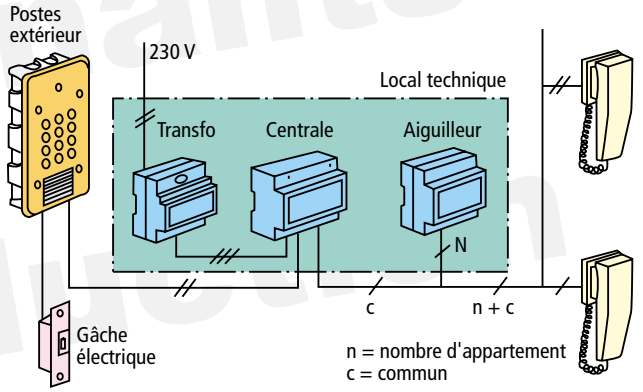


Schéma d'installation d'un interphone.

2.3. Exemples d'installation

L'installation la plus simple est celle qui ne comporte qu'un poste intérieur, cela se complique pour un immeuble, l'installation comporte, en plus, une centrale et un boîtier aiguilleur pour communiquer avec jusqu'à 63 appartements. Un clavier codé permet d'accéder à chaque appartement.



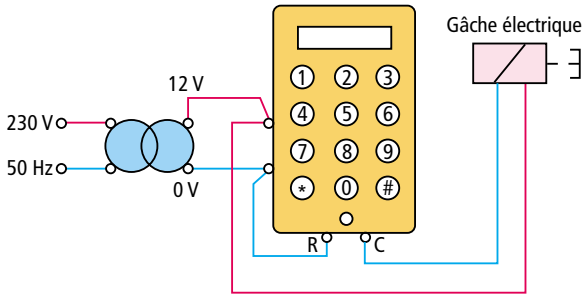
Portier d'immeuble avec clavier codé avec gâche électrique (d'après Legrand).

3. Portier vidéo

Il réalise, en plus du portier audio, une visualisation du visiteur. Le bloc extérieur est muni d'une caméra vidéo souvent infrarouge, avec un éclairage correspondant (infrarouge). Le bloc intérieur est équipé d'un écran plat noir et blanc.

4. Clavier à commande digitale

Ils permettent l'ouverture d'une porte et l'accès aux personnes possédant le code. Le clavier commande l'ouverture de la porte par une gâche électrique.



Clavier codé.

Réservé aux enseignants
Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

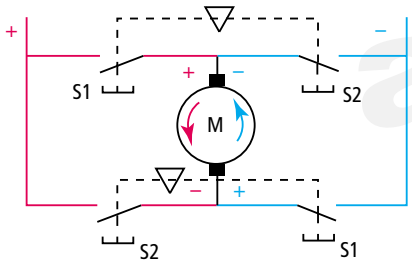
42 Commande de volets roulants

La mise en place de volets constitue une protection anti-effraction. L'installation de volets roulants permet, grâce à la motorisation, d'effectuer une commande automatique pour leurs fermeture et ouverture.

1. Principe

1.1. Moteur à enroulement

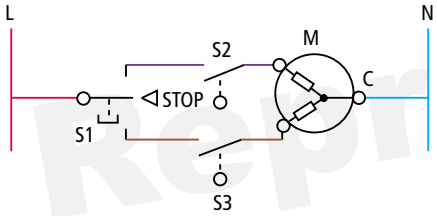
Le plus souvent, les volets roulants sont actionnés par des moteurs à courant continu. La commande d'ouverture, ou de montée du volet, s'effectue dans un sens, la descente ou la fermeture dans l'autre sens.



Moteur à courant continu.

1.2. Moteur à deux enroulements

Dans le cas où le moteur possède deux enroulements, un simple inverseur avec point milieu (S1) permet de commander les deux sens de marche.



S1 Montée – Stop – Descente
S2 Fin de course montée
S3 Fin de course descente

Moteur à deux enroulements.

1.3. Sécurités

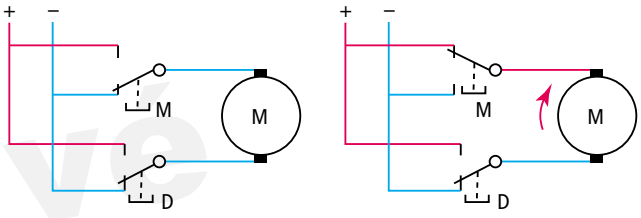
Pour arrêter le mouvement, on dispose dans tous les cas d'interrupteurs fin de course (S2, S3). Ces fins de course sont toujours présents à l'intérieur du volet roulant même s'ils ne sont pas représentés ; ils sont réglés à la mise en service.

De même, chaque moteur dispose d'un contact commandé par un capteur thermique, qui coupe le circuit en cas d'échauffement anormal du moteur.

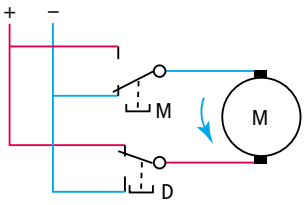
2. Commande individuelle

Elle peut être réalisée par deux inverseurs, l'un pour la montée, l'autre pour la descente. Au repos, les deux bornes du moteur sont au même potentiel, l'appui sur l'un des boutons, montée (M), ou descente (D), provoque l'ouverture ou la fermeture du volet.

La commande individuelle est souvent proposée par le fournisseur du volet roulant, elle est simple, mais elle ne permet pas une commande centralisée ou à distance de l'ensemble des volets d'une villa ou d'un appartement.



Au repos — Bouton monte (M) actionné

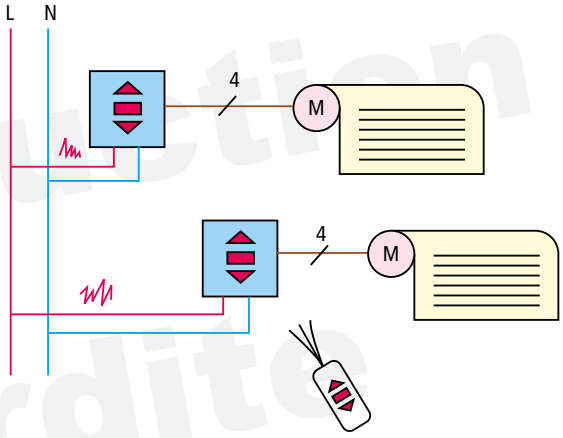


Bouton descente (D) actionné

Commande par double inverseur.

3. Commande par courants porteurs

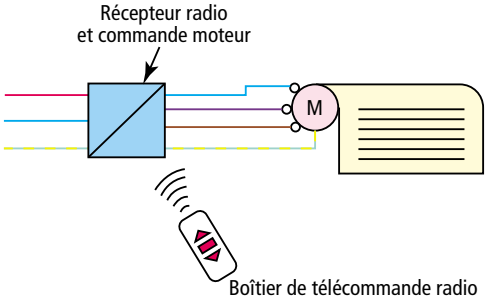
La commande par courants porteurs permet de réaliser une commande locale traditionnelle, ou une commande centralisée ce qui permet la fermeture simultanée de tous les volets roulants (le soir), et leur ouverture indépendante le matin.



Commande par courant porteur.

4. Commande radio

La commande radio de volets roulants radio permet la montée, la descente, le stop ; le signal radio remplace la liaison filaire entre la commande et le volet :



Commande par radio.

Pour la commande des stores, on incorpore une sécurité qui ferme automatiquement le store en cas de grand vent.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

43 Circuits téléphoniques

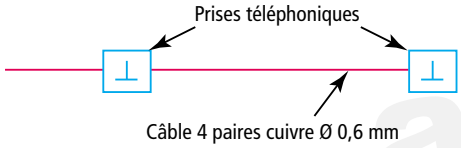
1. Installation téléphonique

Au même titre que l'installation électrique, l'installation téléphonique fait partie du câblage de la maison ou de l'immeuble. Les règles et les matériels sont particuliers à cette application.

1.1. Installation intérieure

a) Installation de base

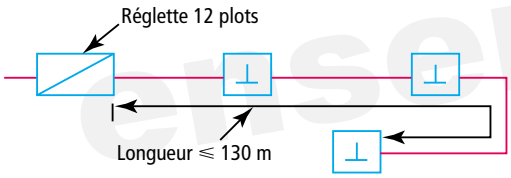
Dans une installation intérieure de base, deux prises sont installées.



Câblage d'une installation intérieure de base.

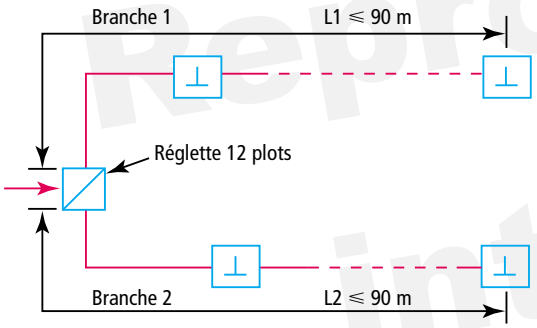
b) Installation de 2 à 10 prises

Cette installation s'effectue sur une seule branche, à partir d'une réglette à 12 plots. La longueur de la branche ne doit pas dépasser 130 m.



c) Installation de 11 à 20 prises

L'installation comporte deux branches de longueur inférieure à 90 m.



2. Câblage intérieur

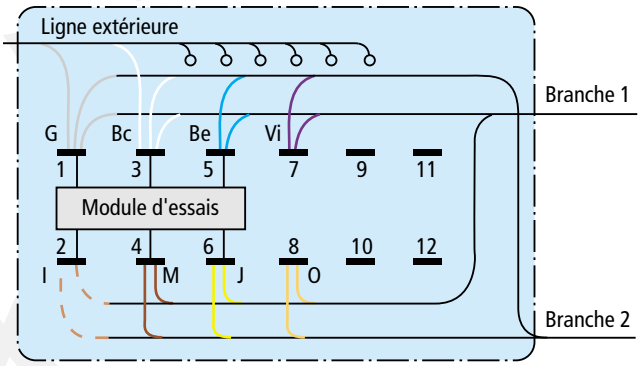
a) Repérage des fils

Dans les câbles pour les installations téléphoniques, les fils sont torsadés par deux, et forment une paire. Chaque paire est caractérisée par deux couleurs différentes, et elle se connecte sur des bornes ou contacts numérotés 1, 2,..., 8.

N° de paire	Couleur de fil	Repère	Contact
1	Gris Blanc	G Bc	1 3
2	Incolore Beu	I Be	2 5
3	Orange Jaune	O J	8 6
4	Marron Violet	M Vi	4 7

b) Réglette 12 plots

C'est une boîte de dérivation où arrive la ligne extérieure, et d'où repartent les lignes intérieures ou branches :

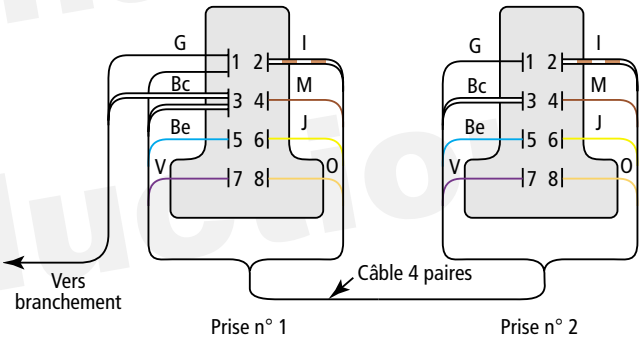


Réglette 12 plots.

c) Prises téléphoniques

Les prises téléphoniques sont normalisées (France Télécom), et sont caractérisées par une ouverture en « T » inversé ; elles comportent 8 bornes ou contacts.

Le câblage des prises s'effectue en parallèle par repiquage sur les bornes :



d) Câble utilisé

Le câble de branchement et d'installation intérieure le plus utilisé est le câble comportant 4 paires ou 8 fils de diamètre 0,6 mm en cuivre recuit. Il est référencé par 278/4/6, sa résistance est de 122 Ω/km.

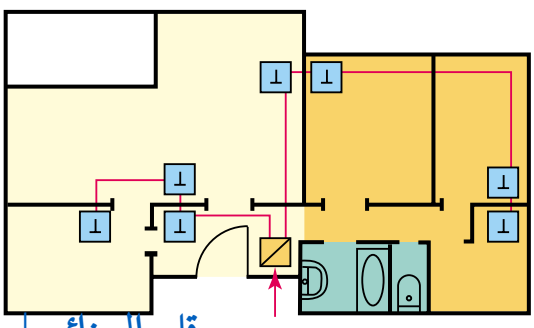
2. Règles d'installation intérieure

Les prises téléphone sont interdites dans les salles d'eau et à 1 m des éviers et plaques chauffantes.

Les prises sont toujours situées à une distance de 8 à 25 cm au-dessus du sol ou d'un plan de travail.

Le nombre de terminaux (poste téléphonique, fax, minitel...) est limité à 3.

Exemple d'installation de prises dans une habitation :



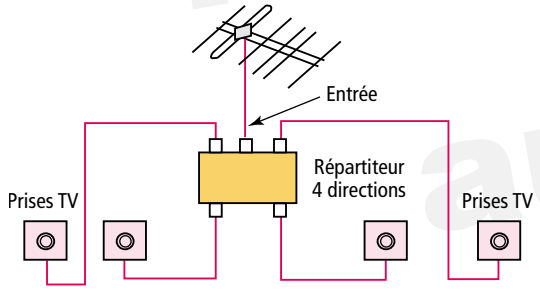
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

44 Circuits télévision

L'installation de plusieurs récepteurs, d'antennes hertziennes ou satellites conduit à des installations qui emploient des accessoires particuliers.

1. Installation avec plusieurs prises

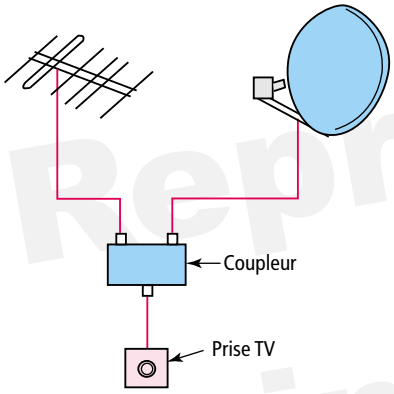
Pour brancher plusieurs télévisions sur une même antenne hertzienne, il faut utiliser un répartiteur à 2, ou 4 directions, qui sépare les différents circuits. Dans le cas où un circuit n'est pas utilisé, il reçoit un bouchon de charge :



Installation de plusieurs prises.

2. Association satellite et hertzien

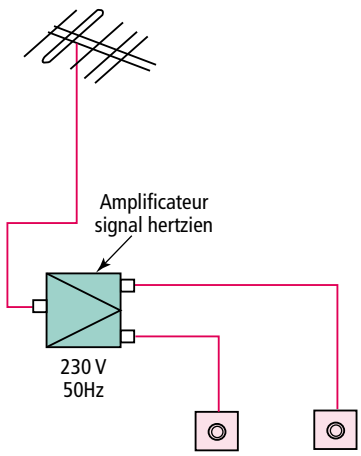
L'emploi d'un coupleur permet de réunir en un seul câble les signaux hertziens et satellites. L'emploi d'une prise TV/SAT, permet de séparer les différents signaux en sortie :



Couplages de deux antennes.

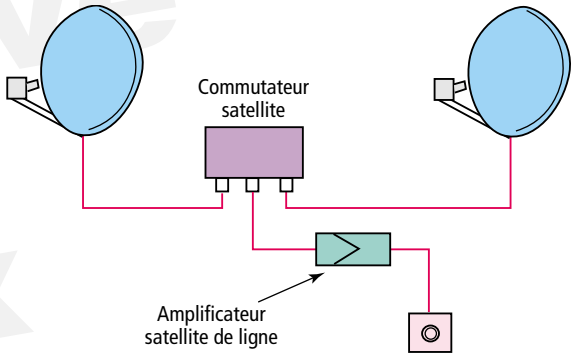
3. Amplification du signal

Lorsque le signal, qu'il soit hertzien ou satellite, est très faible, on utilise un amplificateur de ligne placé à la sortie de l'antenne, ou de la parabole. L'amplificateur doit être alimenté en 230 V CA :



4. Installation avec plusieurs satellites

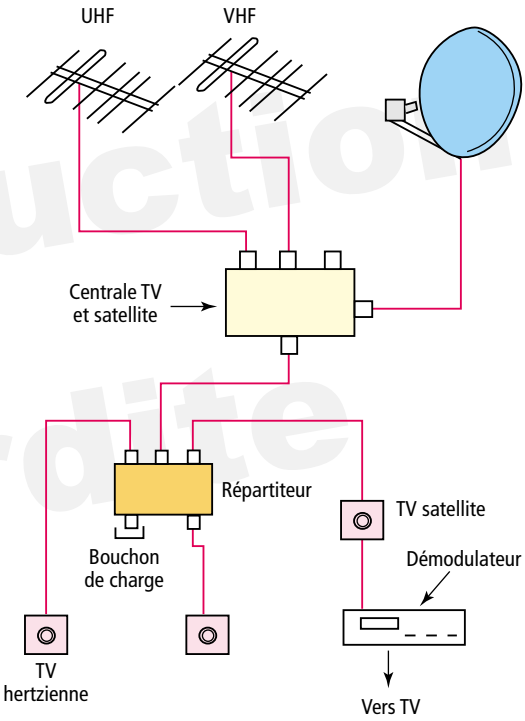
La réception de plusieurs satellites nécessite l'emploi d'un commutateur satellite qui permet de sélectionner le bon protocole de commande :



Couplage de deux paraboles.

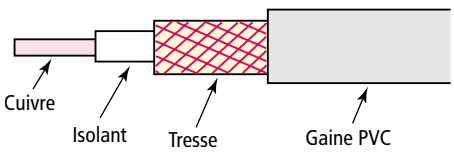
5. Centrale télévision/satellite

L'emploi d'une centrale permet la réception des chaînes satellites sur toutes les prises équipées d'un démodulateur, ainsi que la réception hertzienne :



6. Câbles utilisés

L'emploi de câble coaxial est indispensable pour une bonne réception. Un câble introduit un affaiblissement du signal, un câble de qualité ne doit pas provoquer plus de 2 dB pour 10 m de longueur de câble.



Câble coaxial.

Reserve aux Enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

45 Réseaux bus EIB

Le bus EIB (European Installation ou Inter fonctionnement Bus) est utilisé pour interconnecter les modules d'installation électrique de communication pour la gestion technique des bâtiments. Ce standard définit le support et le protocole de communication entre les produits. Il précise également les règles de mise en œuvre du réseau bus.

1. Principe de fonctionnement

L'utilisation d'un « système bus » dans l'installation électrique a pour conséquence de répartir les produits en capteurs et actionneurs.

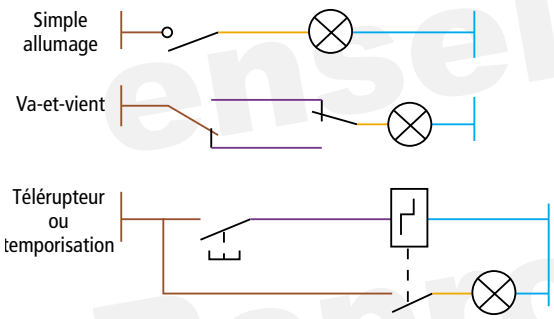
1.1. Installation traditionnelle

Dans une installation traditionnelle, la commande et la puissance sont mélangées, ce qui a pour conséquence d'avoir des appareils différents selon les fonctions réalisées :

– les organes de commande sont des boutons poussoirs, interrupteurs, inverseurs ;

– le schéma de câblage correspond à chaque fonction (simple allumage, va-et-vient…) ;

– les organes de puissance sont adaptés, relais télérupteurs, minuteries…



Les circuits de commande sont superposés avec la puissance.

1.2. Installation par bus

Dans une installation réalisée sous forme de bus, la commande et la puissance sont séparées. Les équipements terminaux (lampes prises commandées) sont alimentés directement par des modules, qui reçoivent les ordres de commande par le bus de communication.

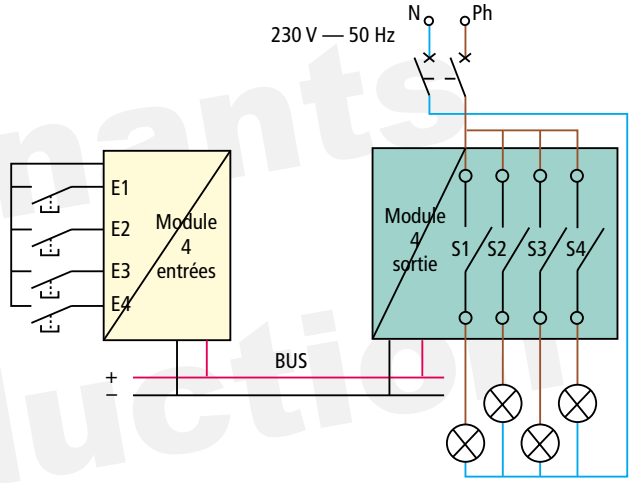
Les capteurs sont reliés uniquement au bus EIB (ex. : boutons poussoir, sondes…).

Les actionneurs sont reliés au bus EIB ainsi qu'à la distribution BT (luminaires, convecteurs…).

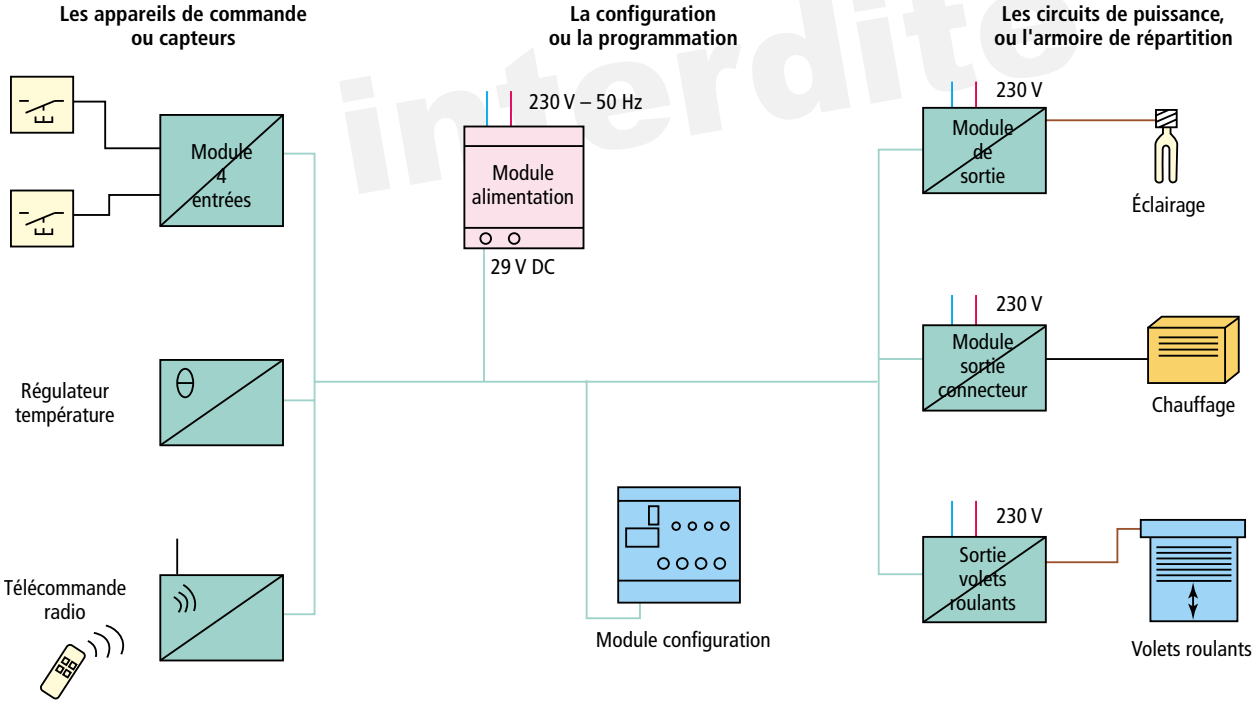
Les ordres de commande émis par les capteurs transitent vers les actionneurs uniquement par le bus EIB.

Exemple :

Commande de 4 lampes par bus EIB, les fonctions de commande de chaque lampe sont définies au moment de la configuration de l'installation, et elles peuvent être modifiées à tout moment, par reconfiguration, ce qui n'est pas le cas de ces mêmes fonctions réalisées en câblage traditionnel :



Le module d'entrée gère tout l'éclairage selon la configuration.



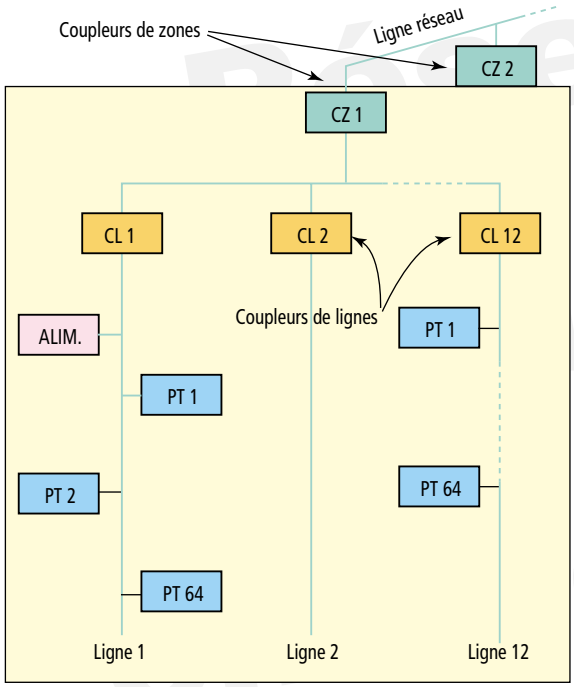
Dans une installation en réseau, le circuit de commande est séparé de la puissance.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2. Topologie du réseau

2.1. Structure

La structure d'un réseau EIB se décompose en différentes zones (15 zones maxi), chaque zone comportant au maximum 12 lignes.



ALIM : Alimentation de ligne en 29 V DC
PT 1, 2 … Module pour Bus EIB

Structure du réseau de communication du bus EIB.

a) Les lignes

Chaque ligne peut recevoir au maximum 64 produits, et comporte obligatoirement une alimentation. La longueur d'une ligne est au maximum de 1 000 m.

b) La zone

Des coupleurs de ligne (CL) permettent de raccorder 12 lignes sur une ligne principale pour former une zone. La ligne principale doit comporter son alimentation, et peut aussi être raccordée à 64 produits avec 1 000 m de câble.

Une zone peut donc contrôler : 13 × 64 = 832 produits.

c) Le réseau

Des coupleurs de zone (CZ), permettent de raccorder 15 zones différentes, d'où une capacité totale du réseau de : 832 × 15 = 12 480 produits commandés.

2.2. L'alimentation

L'énergie nécessaire aux transmissions provient d'une alimentation 21 V DC qui est raccordée au bus ce qui entraîne :

– les différents produits raccordés au bus (boutons poussoir, luminaires…) tirent leur alimentation du bus ;

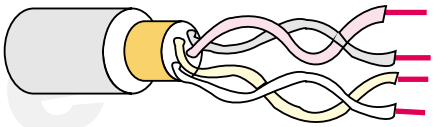
– les informations à transmettre sont superposées à la tension d'alimentation ;

– une seule alimentation suffit pour alimenter une ligne sur laquelle on peut raccorder 64 modules.

2.3. Le support de transmission

Le câble bus (version EIB) est une double paire torsadée. Les conducteurs de diamètre 0,8 mm sont en fil rigide. La première paire comporte les couleurs rouge (+) et noire (–).

Cette paire est utilisée comme support de communication du bus. La deuxième paire (blanc et jaune) est en réserve et peut être exploitée pour d'autres besoins TBTS (report de contact…).



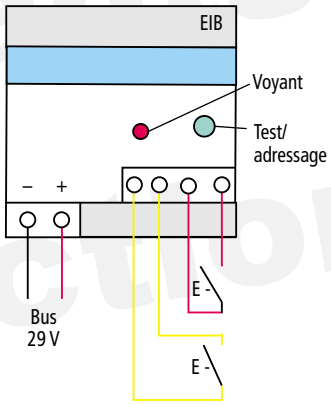
Câble double paire torsadée pour bus EIB.

3. Les modules d'entrée

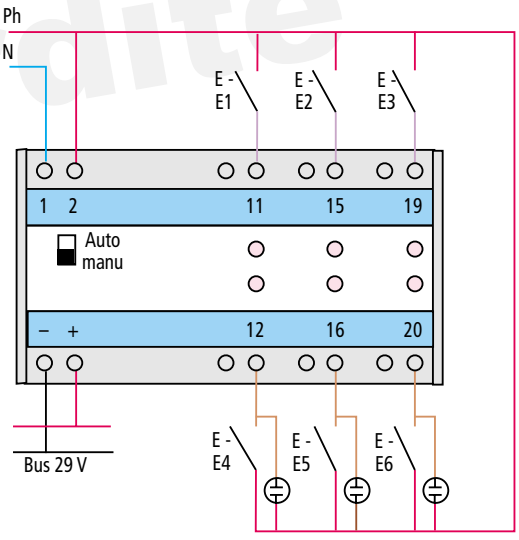
Ce sont des interfaces qui transmettent sur le bus les informations des capteurs, interrupteurs, boutons poussoir, thermostats…

3.1. Éclairage

Les modules pour l'éclairage peuvent recevoir les informations de contacts TOR (Tout Ou Rien). Ils peuvent être placés en ambiance, c'est-à-dire dans une boîte d'encastrement, ou dans un tableau de répartition :



Module d'entrée 2 contacts à placer en ambiance.



Raccordement d'un module d'entrée à 6 boutons poussoir.

Les entrées 4, 5, 6 permettent le raccordement de boutons poussoirs à voyant lumineux.

Ce type de module peut recevoir aussi des interrupteurs horaires, et tout contact de sécurité, ou d'automatisme.

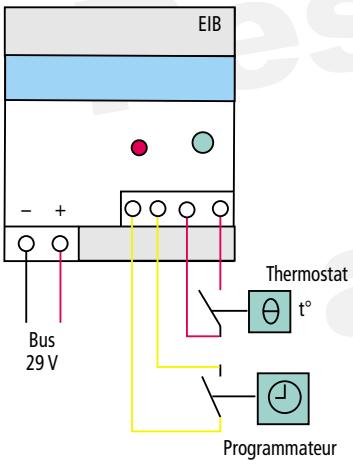
Réserve aux signataires
Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.2. Chauffage

Comme pour l'éclairage, ils sont placés en ambiance, ou dans un tableau de répartition. Ils sont raccordés à un thermostat, ou à un programmateur, et ils émettent, à période fixe (par exemple toutes les 15 minutes), l'état du thermostat.

Il existe des modules régulateur de température ambiante qui intègrent la régulation, la consigne de chauffage et la transmission au bus de communication.



Module d'entrée pour la transmission de température extérieure.

3.3. La commande radio

Des boîtiers avec 2, 4, 8 touches émettent un signal radio qui est reçu par un boîtier récepteur, qui retransmet ces ordres sur le bus. On peut émettre différentes commandes, marche arrêt, montée descente, variation, commande individuelle ou groupée. Ces boîtiers fonctionnnent aussi en infrarouge.

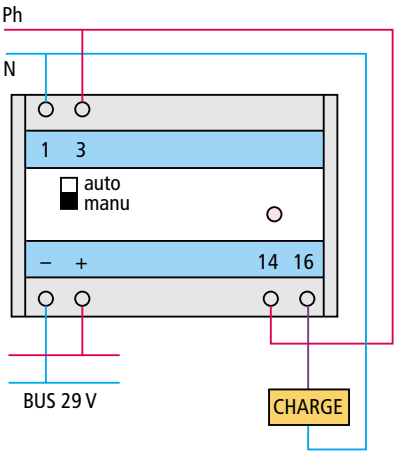
La portée en infrarouge est d'environ 8 m, et en onde radio de 30 m, fréquence 433 MHz.

4. Les modules de sortie

Ce sont des interfaces qui reçoivent des ordres du bus et qui assurent la commande des appareils d'utilisation, pour l'éclairage, le chauffage, la commande des volets roulants…

4.1. Éclairage

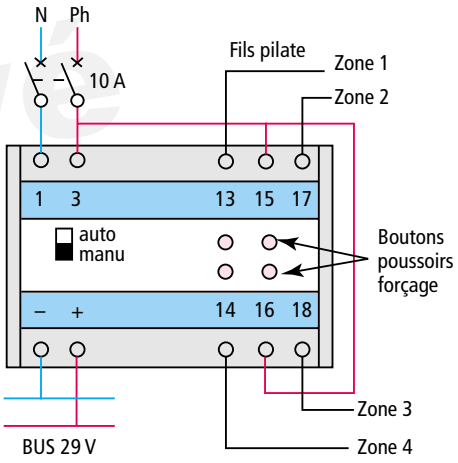
Ces modules permettent de commander tous types d'équipements en TOR (Tout Ou Rien), ou en variation. On peut aussi réaliser des commandes marche, arrêt, ou variation des commandes individuelles ou groupées, des fonctions temporisation.



Raccordement d'un module de sortie variation d'éclairage.

4.2. Chauffage

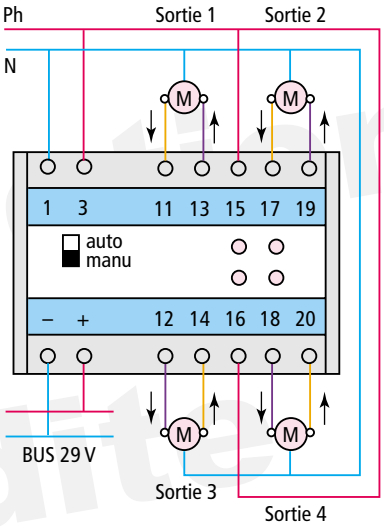
Ces modules assurent la commande des appareils de chauffage, soit en commande TOR, soit en version fil pilote :



Raccordement d'un module de sortie chauffage fil pilote.

4.3. Volets roulants

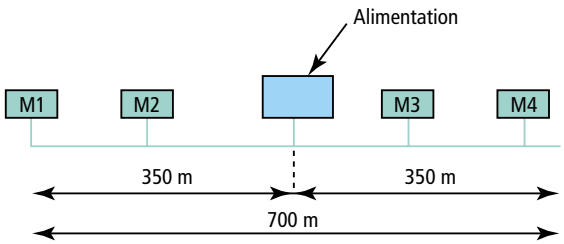
Ces modules interprètent les ordres de montée et de descente, émis par les modules d'entrée :



Raccordement d'un module de sortie, volets roulants.

5. Câblage d'une installation

Le tableau de répartition des circuits renferme en plus des disjoncteurs, les modules interface du bus EIB, d'entrée et de sortie ainsi que l'alimentation de la ligne BUS, et le « configurateur ». La ligne BUS relie tous les modules installés en ambiance :

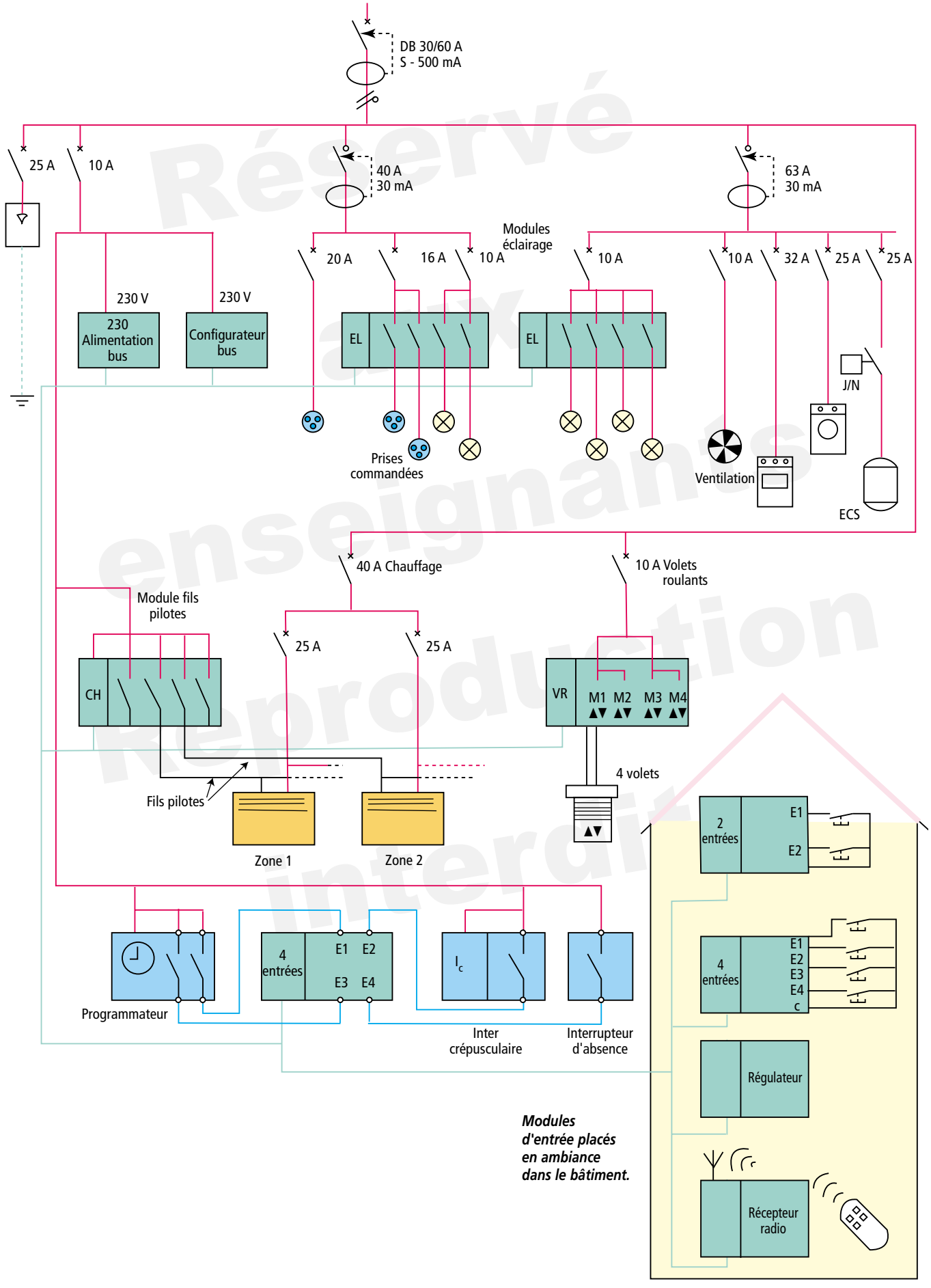


Distances maxi entre l'alimentation et les modules.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Exemple de tableau de distribution terminale avec bus EIB.



Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6. Configuration, programmation

La communication entre les modules s'effectue selon le protocole CSMA-CA.

6.1. Adressage

Chaque module ou participant dispose de deux types d'adresses :

– **l'adresse physique**, laquelle est unique, elle est constituée des numéros de zone, de ligne, et du numéro du produit dans la ligne ;

– **l'adresse de groupe**, elle permet de commander avec un seul ordre plusieurs appareils (un bouton poussoir commande 5 luminaires appartenant au même groupe), tous les appareils ont la même adresse de groupe.

6.2. Configuration

a) Principe de configuration

On associe à chaque entrée, les sorties à commander ainsi que le type de commande c'est-à-dire que l'on précise l'action à obtenir (commande marche/arrêt, variation, montée, descente…).

b) Les étapes de la configuration

La configuration s'effectue après le câblage complet de l'installation, elle se déroule en 3 étapes successives :

– numérotation des entrées (0, …9…) ;

– programmation des liens (PROG.) ;

– téléchargement (AUTO).

Il est possible également de visualiser les liens établis à l'aide du configurateur.

c) Numération des entrées

Cette opération consiste à identifier par un numéro unique chaque entrée raccordée à l'installation en la sollicitant une fois, le configurateur étant en mode numérotation.

d) Programmation des liens

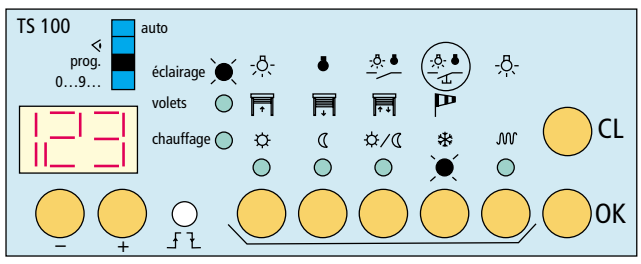
Il s'agit de créer l'ensemble des liens de configuration.

Un lien de configuration correspond à une entrée qui agit vers une ou plusieurs sorties, en transmettant un « type de commande ».

– Les entrées sont sélectionnées sur le configurateur par leur numéro.

– Les types de commande :

Le choix du « type de commande » s'effectue directement par le programmateur, ou sur la matrice du configurateur. Pour cela, on utilise des symboles facilement compréhensibles, et selon les applications de base dans les domaines de l'éclairage, des volets, du chauffage…



Face avant du configurateur (Hager).

– Les sorties sont désignées par les touches des modules concernées, qu'il faut actionner.

e) Téléchargement du programme

Le passage du sélecteur en mode Auto, active le transfert des données de programmation sur les différents produits d'entrées et de sorties de l'installation.

Après le téléchargement, l'installation est opérationnelle. Toutes les fonctions sont décentralisées au niveau de chaque produit.

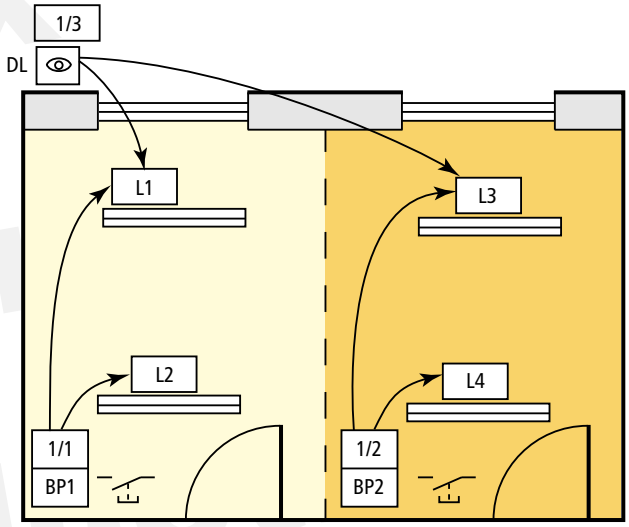
6.3. Application

Étant donné le plan architectural, on désire que :

– le BP 1 commande les luminaires L1 et L2 ;

– le BP 2 commande les luminaires L3 et L4 ;

– le détecteur de luminosité DL coupe les luminaires L1 et L3, près des fenêtres lorsque la luminosité extérieure est suffisante.



Plan architectural de l'installation.

Solution :

– BP 1, L1 et L2 fonctionnent ensemble, ils reçoivent l'adresse 1/1.

– BP 2, L3 et L4 fonctionnent ensemble, ils reçoivent l'adresse 1/2.

– DL, L1 et L3 fonctionnent ensemble, ils reçoivent l'adresse 1/3.

Le schéma d'adressage est donné ci-dessous :

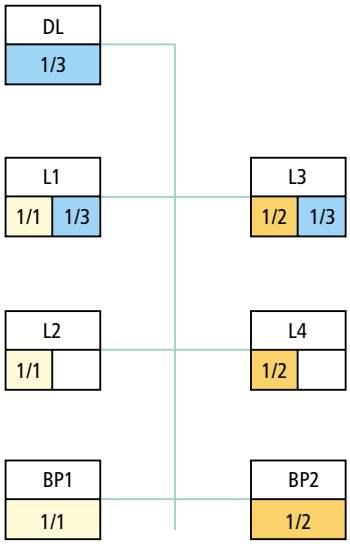


Schéma d'adressage des modules.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

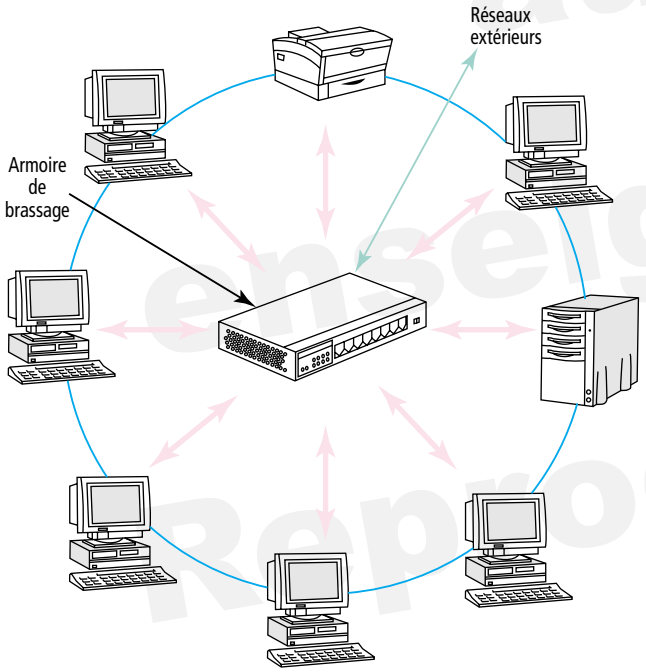
46 Voix Données Images (VDI)

1. Principe de la VDI

La standardisation de la prise RJ 45 permet de véhiculer sur un même câble (4 paires de fils torsadés), des informations de nature différente, la voix (téléphone), les données (informatique), et l'image (vidéo). Cela suppose que pour se connecter sur le réseau, chaque poste soit équipé d'une carte réseau. Le plus souvent, il s'agit du réseau Ethernet.

1.1. Structure en étoile

Au centre du réseau se situent les parties actives du réseau (hubs, switchs, routeurs), auxquelles sont connectées directement par un câble individuel, les unités informatiques du réseau local (micro ordinateur, serveur, imprimantes…), et le réseau extérieur. Cela permet à tout utilisateur de connecter en tout point d'un bâtiment, tout type de matériel de communication VDI :



Réseau local en étoile.

1.2. Caractéristiques des réseaux

a) Voix

Dans un câblage VDI, avec les prises RJ45, le téléphone utilise :

– en réseau analogique, la paire 7-8 ;

– en réseau numérique les paires 3-6 et 4-5.

b) Données

On utilise le réseau Éthernet ou Token-ring.

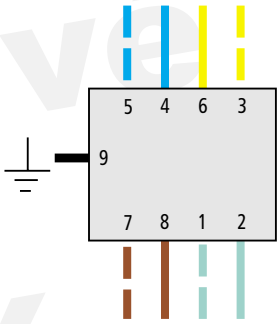
Le réseau Éthernet 10 base T autorise des transmissions à un débit de 10 mégabits par seconde ; 2 paires sont utilisées en Éthernet, on utilise les paires 1-2 et 3-6. En réseau Token-ring, les paires utilisées sont 3-6 et 4-5.

c) Images

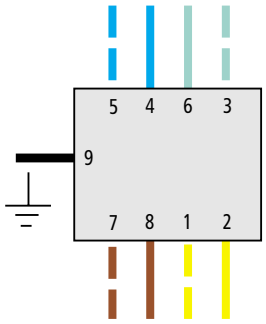
On distingue la vidéo interne (analogique) et la visioconférence (Numéris), débit des 128 kbps à 384 kbps.

1.3. Câblage avec RJ 45

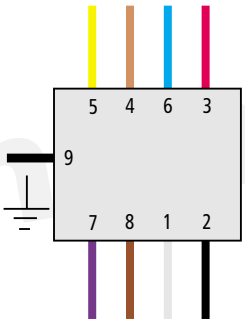
Le standard de connection est réalisé avec des prises RJ 45 (norme ISO 11 801, et EN 50 173). Le câblage est réalisé en câble 4 paires torsadées d'une longueur maximale de 90 m. Les différentes paires sont branchées aux bornes repérées de 1 à 8, la borne 9 étant reliée à la terre.



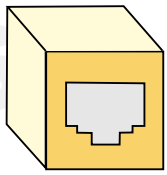
EIA/TIA 568 A



EIA/TIA 568 B



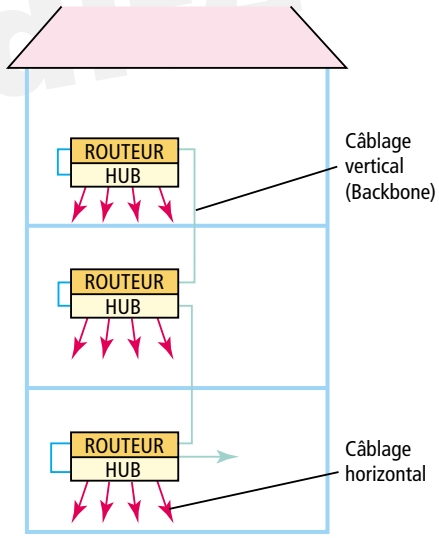
France Télécom (Numeris +)



Présentation extérieure d'une prise RJ 45

1.4. Le bâtiment précâblé

Un bâtiment précâblé doit permettre aux utilisateurs de se connecter en tout endroit d'un étage. Les coffrets ou armoires de brassage sont placés à chaque niveau (câblage horizontal), elles sont reliées entre les niveaux par les routeurs (câblage vertical) :



Liaison entre étage d'un bâtiment.

Les routeurs ou ponts permettent d'étendre le réseau local à d'autres réseaux locaux, proches ou distants de même nature ou hétérogènes. Par rapport aux hubs et switchs, ils constituent les maîtres du réseau local.

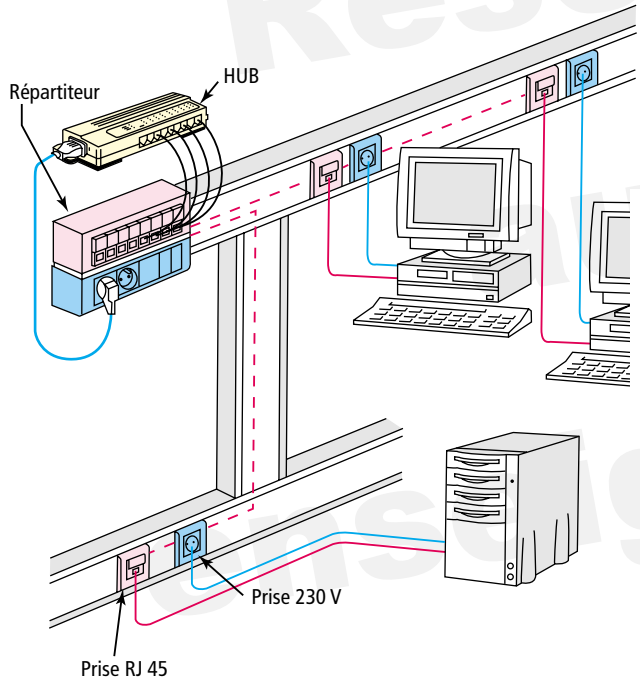
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2. L'installation VDI

2.1. Le poste de travail

Chaque poste de travail doit posséder au moins :
– 2 prises RJ 45 pour l'informatique ;
– 1 prise RJ 45 pour le téléphone ;
– 2 prises de courant 230 V (alimentation sans coupure) ;
– 2 prises de courant 230 V (réseau public).



Câblage RJ 45 et prises secteur 230 V (d'après Legrand).

2.2. Quelques définitions

a) Brassage

On désigne par brassage tous les éléments nécessaires pour effectuer les connexions entre les prises RJ 45 utilisées et les éléments actifs qui sont les hubs, commutateurs (switchs), et routeurs.

b) Hub ou concentrateur

C'est un équipement actif permettant de raccorder plusieurs stations ou terminaux sur un même support de transmission. Lorsque le hub reçoit un message, il le reporte sur toutes ses sorties.

c) Commutateur (ou switch)

C'est un équipement actif chargé de l'acheminement des données dans le réseau. Il aiguille et permet d'établir à la demande et temporairement des circuits de commutation entre ses entrées et ses sorties. Lorsque le switch ou routeur reçoit un message, il lit l'adresse du destinataire, et envoie le message sur la ou les lignes concernées.

d) Répartiteur

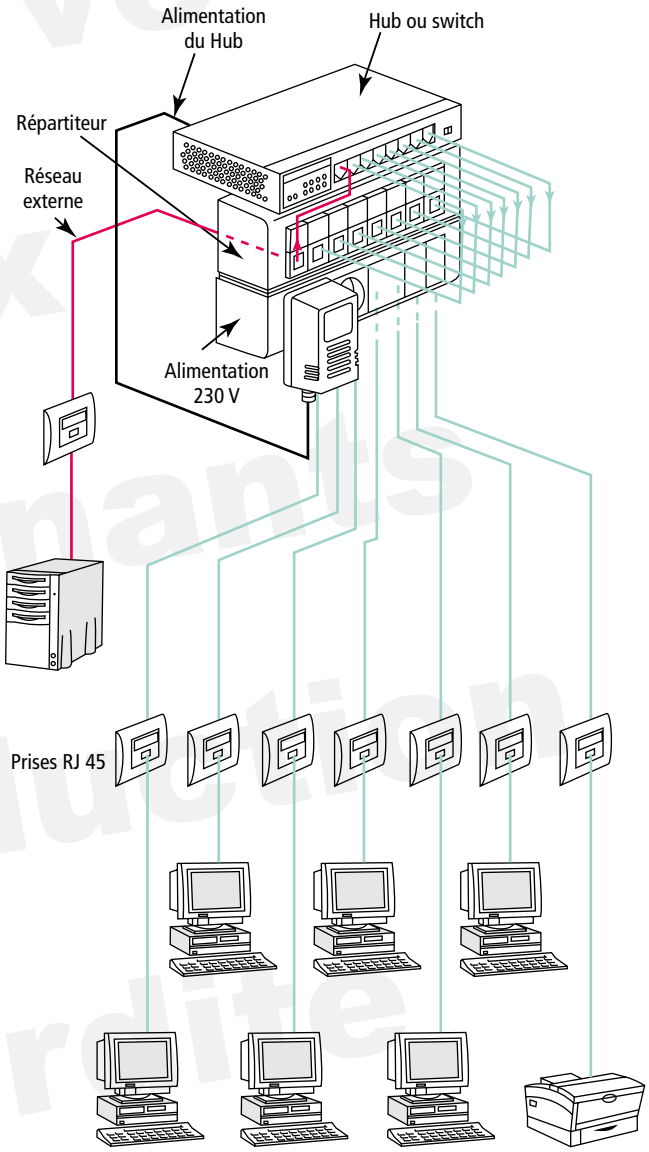
Ensemble de panneaux de brassage ou de modules utilisés pour répartir les liens voix, données, images vers les postes de travail.

Remarque :
La différence entre le hub (concentrateur), et le switch (commutateur) réside dans le fait que le hub reporte un message sur toutes les sorties, alors que le switch n'envoie le message qu'à la sortie correspondant à l'adresse concernée.

2.3. L'armoire de brassage

Elle comporte les éléments actifs, hubs ou concentrateurs, switchs ou commutateur, éventuellement routeurs, et les éléments passifs ou de connexion, appelés aussi répartiteurs qui effectuent le brassage.

a) Exemple de schéma



b) Le câblage

Le câblage est réalisé en câble 4 paires torsadées, en respectant une distance de 5 cm des câbles d'énergie en parcourt horizontal, de 30 cm en parcourt vertical ; de préférence, on utilise des câbles avec écran, ou blindage, contre les perturbations électromagnétiques (CEM).

c) Précautions d'installation

– Un câble VDI se déroule, il faut utiliser un dérouleur de câble.

– Il est préférable de couper les surlongueurs plutôt que de les lover (enrouler sur elle-même).

– Le câble ne doit pas être écrasé par les colliers de fixation.

– Le rayon de courbure doit toujours être supérieur à 8 fois le diamètre extérieur du câble.

– Un câble dont la gaine a été blessée doit être remplacé (éviter les arêtes vives).

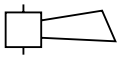
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

47 Symboles en signalisation

NF EN 60 617-6, 7, 8

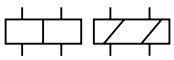
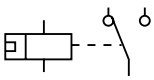
1. Lampes et dispositifs de signalisation C 03-208*

Symbole	Désignation
	Lampe de signalisation Lampe d'éclairage } Symbole général
	Voyant lumineux clignotant
	Lampe de signalisation alimentée par un transformateur incorporé
	Indicateur électromécanique de position
	Voyant électromécanique
	Avertisseur sonore (klaxon)
	Sonnerie
	Sonnerie à un coup
	Sirène
	Ronfleur
	Sifflet à commande électrique
	Horloge électrique, symbole général, horloge secondaire
	Horloge mère
	Horloge à contact

2. Piles, accumulateurs et générateurs C 03-206*

Symbole	Désignation
	Élément de pile ou d'accumulateur Trait court pôle négatif Trait long pôle positif
	Symbole courant
	Batteries de piles ou d'accumulateurs (2 variantes)
	Générateur statique, symbole général
	Générateur photo-voltaïque

3. Relais de tout ou rien C 03-207*

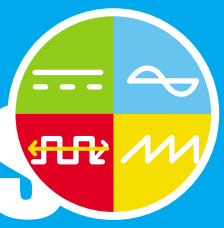
Symbole	Désignation
	Organe de commande d'un relais Symbole général
	Relais à un seul enroulement
	Relais à deux enroulements
	Relais à relâchement retardé
	Relais à enclenchement retardé
	Relais insensible au courant alternatif
	Relais à courant alternatif
	Relais à verrouillage mécanique
	Relais polarisé
	Relais avec indication de sa résistance 200
	Relais à mise au repos et à mise au travail retardée
	Relais rapide (mise au travail et au repos rapide)
	Relais polarisé à 2 positions stables
	Relais à rémanence (forme 1)
	Relais à rémanence (forme 2)
	Relais thermique
	Relais électronique

* Les numéros C 03-206, 207, 208 sont des indices de classement de la norme EN.

Reserve aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6 - Équipements industriels



Sommaire

48. Règles d'exécution des schémas ..... p. 72
49. Repérage et identification ..... p. 73
50. Marquage des bornes ..... p. 74
51. Repérage des conducteurs ..... p. 75
52. Symboles d'appareillage ..... p. 76
53. Symboles d'appareils de mesure .... p. 79
54. Discontacteur ..... p. 80
55. Discontacteur inverseur ..... p. 83
56. Équipement normal-secours ..... p. 85
57. Démarrage direct des moteurs asynchrones ..... p. 86
58. Démarrage étoile triangle ..... p. 88
59. Démarrage statorique ..... p. 89
60. Démarrages moteurs à deux vitesses ..... p. 90
61. Démarrage par gradateur ..... p. 92
62. Variateur de vitesse ..... p. 93
63. Symboles de démarreurs, convertisseurs, générateurs ..... p. 94

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

48

Règles d'exécution des schémas

D'après NF EN 61 082-1 Indice de classement C 03-251

1. Symboles graphiques pour schémas électriques

Les tableaux récapitulatifs permettent d'avoir tous les symboles relatifs à une même utilisation. Ils sont tirés des normes françaises (NF) et européennes (EN).

En particulier, la norme européenne NF EN 60 617-1 à 60 617-13 qui reprend les anciennes normes françaises NF C 03-201 à NF C 03-213.

2. Méthode de repérage en schéma développé

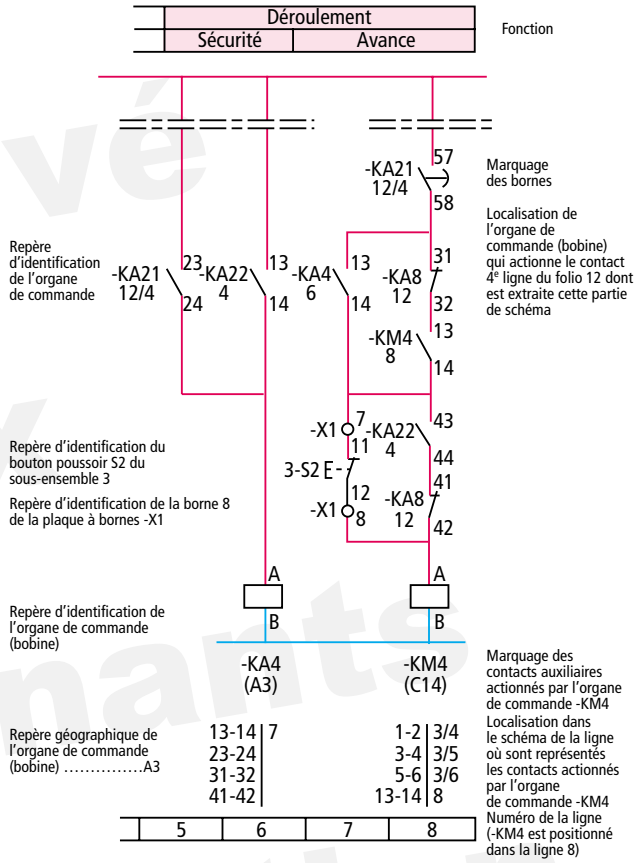
Les circuits élémentaires peuvent être disposés verticalement ou horizontalement. Sur un schéma développé, chaque symbole d'un élément doit être repéré de façon à pouvoir situer tous les éléments d'un appareil (voir schéma ci-contre).

– Chaque ligne verticale du schéma est située dans une zone repérée par un chiffre ou repère de lignes verticales espacées de 20 à 40 mm.

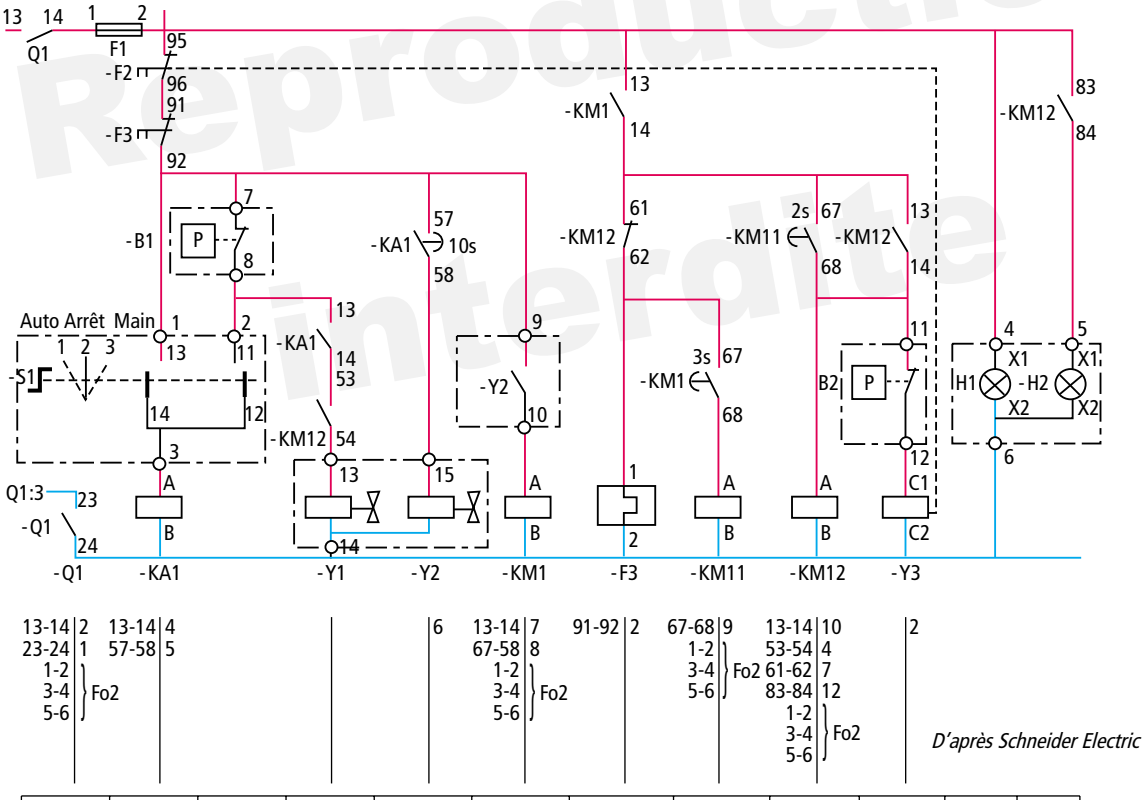
– À la partie supérieure ou inférieure est indiquée la fonction.

– Chaque organe du schéma est repéré par :
- l'identification de l'organe de commande ;
- le marquage des bornes ;
- éventuellement la localisation de l'organe de commande.

– À la partie inférieure, on porte le marquage des contacts actionnés par l'organe de commande ainsi que leur localisation dans le schéma (repère de ligne verticale).



3. Exemple de schéma des circuits



D'après Schneider Electric

Réservé aux enseignants
Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

49 Repérage et identification

D'après NF C 03-152

La complexité des installations électriques et leur étendue obligent à identifier tous les éléments. La norme C 03-152 précise les règles qui permettent un repérage standard dans tous les schémas électriques, elle reste inchangée à ce jour.

1. Repère d'identification

C'est un ensemble de signes, de lettres et de chiffres placés à proximité d'un élément et qui permettent de situer cet élément dans une installation complexe.

Exemple :

= L 12 + B5 – K3A : 9

= L 12 : local 12

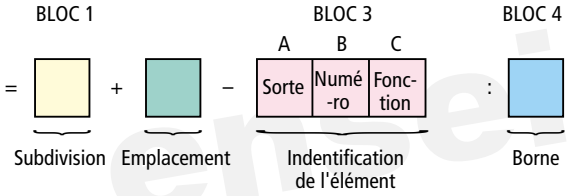
+ B5 : ligne B, colonne numéro 5

– K 3A : contacteur, numéro 3, auxilliaire

: 9 : borne 9

Le repère d'identification comprend donc :
– des signes distinctifs : = + – ;
– des indications alphanumériques.

L'emplacement de chaque identification se décompose en quatre blocs d'information repérés par les signes disctinctifs.



1.1. Subdivision essentielle : bloc 1 (Symbole =)

Elle permet d'effectuer la relation entre un certain nombre d'éléments dispersés en précisant leur emplacement ou leur fonction dans l'équipement.

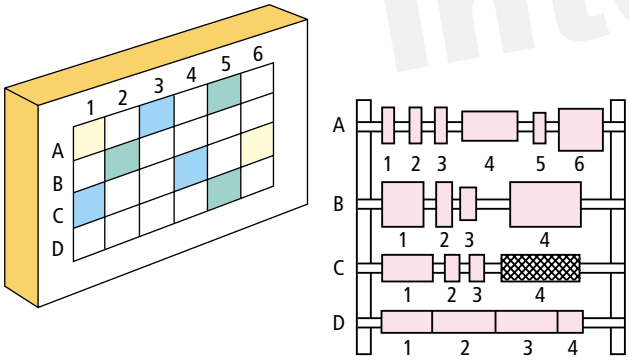
Exemple :

Salle de commande ; convoyeur.

1.2. Emplacement : bloc 2 (Symbole +)

Il permet de localiser rapidement un élément (relais, contacteur, moteur) parmi tous les autres de présentation analogue mais d'usage différent.

Ce symbole peut se présenter sous forme alphanumérique.



1.3. Identification de fonction : bloc 3 (Symbole –)

Ce bloc est composé de 3 parties (3A, 3B, 3C).

a) Partie 3A

Sorte d'élément concerné : les sortes d'éléments sont définies par le tableau donnant la signification des lettres A jusqu'à Z (tableau 1).

Exemple :

K, contacteur.

b) Partie 3B

Numéro de l'élément concerné, de 1 à n.

Exemple :

K3 indique qu'il s'agit du contacteur numéro 3.

Lettre repère	Sorte d'élément
A	Ensemble, sous-ensembles fonctionnels.
B	Transducteurs d'une grandeur non électrique en une grandeur électrique ou vice versa.
C	Condensateurs.
D	Opérateurs binaires, dispositifs de temporisation, dispositifs de mise en mémoire.
E	Matériels divers.
F	Dispositifs de protection.
G	Générateurs (dispositifs d'alimentation).
H	Dispositifs de signalisation.
J	
K	Relais et contacteurs.
L	Inductances.
M	Moteurs.
N	
P	Instruments de mesure, dispositifs d'essai.
Q	Appareils mécaniques de connexion pour circuits de puissance.
R	Résistances.
S	Appareils mécaniques de connexion pour circuit de conduite.
T	Transformateurs.
U	Modulateurs, convertisseurs.
V	Tubes électroniques, semi-conducteurs.
W	Voies de transmission, guide d'onde, antenne.
X	Bornes, fiches, socles.
Y	Appareils mécaniques actionnés électriquement.
Z	Charges correctives, transformateurs différentiels, filtres, correcteurs, limiteurs.

Tableau 1.

c) Partie 3C

Fonction de l'élément concerné (tableau 2) : la diversité des fonctions rend impossible la création d'un code complet.

Exemple :

K3A indique la fonction auxiliaire.

Remarque 1 :

La tendance est de préciser la sorte d'élément par une deuxième lettre.

Exemple :

KM : Contacteur moteur.
KA : Contacteur auxiliaire.
FU : Fusible.
FT : Relais thermique.

Ce qui élimine la dernière lettre de fonction (tableau 2).

Remarque 2 :

Dans les équipements simples, on ne peut conserver que les parties 3A et 3B.

Exemple :

Contacteur K3A ou KA3.

Réserve aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

50 Marquage des bornes

D'après EN 60 445

Lettre repère	Fonction générale
A	Auxiliaire.
B	Direction de mouvement (avant, arrière).
C	Comptage numérique.
D	Différentiel.
E	
F	Protection.
G	Essai.
H	Signalisation.
J	Intégration.
K	Approche (exemple : mise à niveau).
L	
M	Principal.
N	Mesure.
P	Proportionnel.
Q	Démarrage, d'arrêt, de fin de course.
R	Réarmement, effacement.
S	Mise en mémoire, enregistrement.
T	Temporisation.
U	
V	Vitesse (accélération, freinage).
W	Additionneur.
X	Multiplicateur.
Y	Analogique.
Z	Numérique.

Tableau 1.

1. Bornes et conducteurs (Symbole)

Ce repérage fait l'objet des normes :
EN 60 445 : Identification des bornes d'appareils.
EN 60 446 : Identification des conducteurs.

La dénomination des bornes d'après le tableau 1 page 75 s'effectue par la lettre X et celle des conducteurs par la lettre W. Ces repères sont surtout utilisés pour les liaisons entre équipements.

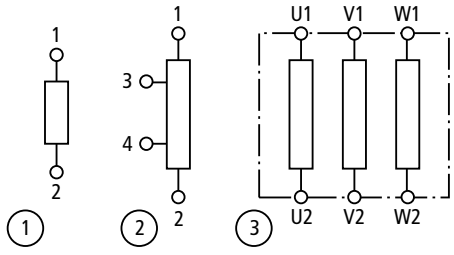
2. Marquage des bornes (NF EN 60 445)

Tous les appareils électriques doivent avoir des repères affectés à chacune de leurs bornes. Ces repères sont constitués par des lettres et des chiffres.

2.1. Éléments simples

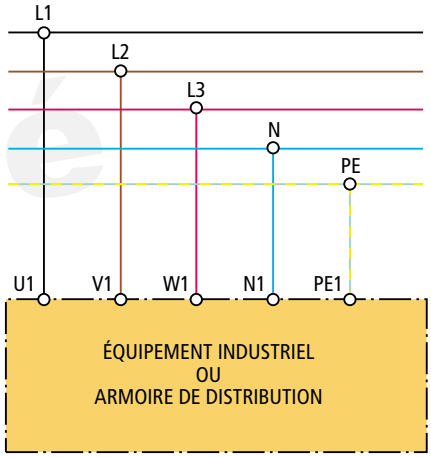
Les deux extrémités d'un élément simple sont repérées par des nombres successifs : 1, 2.

Les points intermédiaires sont numérotés à la suite.



2.2. Marques de bornes d'appareils

Raccordées à des conducteurs particuliers (voir tableau 2).



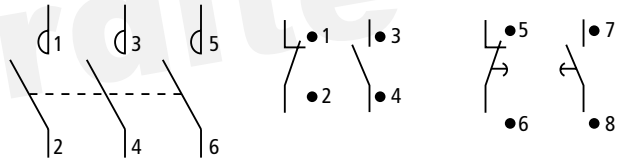
Désignation		Notation ou marquage
Système alternatif	Phase 1	L1
	Phase 2	L2
	Phase 3	L3
	Neutre	N
Appareil alternatif	Phase 1	U
	Phase 2	V
	Phase 3	W
Système continu	Positif	L+
	Médian	M
	Négatif	L–
Conducteur de protection		PE
Terre		E
Terre sans bruit		TE

Tableau 2.

2.3. Contacts

a) Contacts principaux

Les bornes sont repérées par un seul chiffre de 1 à 6 en tripolaire et de 1 à 8 en tétrapolaire. Les bornes des pôles rupteurs peuvent être précédées de la lettre R.



b) Contacts auxiliaires

Ils sont repérés par un nombre à 2 chiffres. Le chiffre des unités indique la fonction du contact.

1 – 2 : Contact à ouverture.

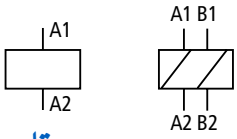
3 – 4 : Contact à fermeture.

5 – 6 et 7 – 8 : Contacts à fonctionnement spécial.

Le chiffre de dizaines indique le numéro d'ordre de chaque contact auxiliaire de l'appareil. Les chiffres 9 et 10 sont réservés aux contacts auxiliaires des relais de protection.

2.4. Organes de commande

On utilise A1 – A2. Pour deux enroulements A1 – A2 et B1 – B2.



Réservé aux enseignants
Reproduction interdite

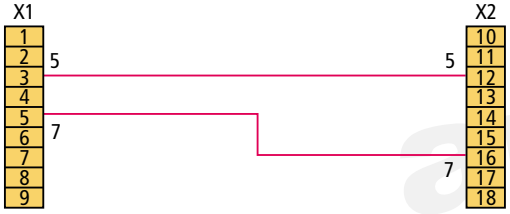
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

51 Repérage des conducteurs

La nécessité d'avoir à suivre les circuits pour les essais, l'entretien, les modifications d'une installation, oblige à repérer les conducteurs par des chiffres et des lettres qui peuvent être dépendants des bornes qu'ils relient ou indépendants de ces bornes.

1. Repérage indépendant

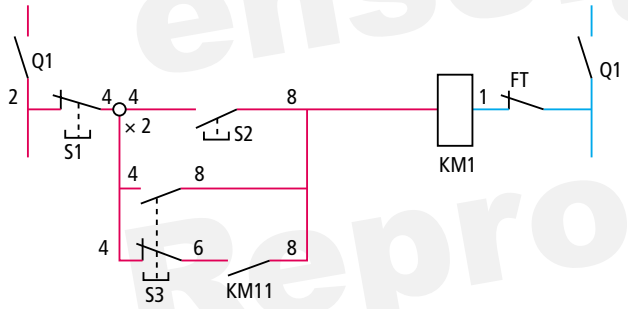
On repère, en général, par un chiffre qui est le même tout le long du trajet même s'il comporte des jonctions en cours de trajet.



Remarques :

– Quand plusieurs fils arrivent à une borne, ce repérage très simple, ne permet pas de savoir d'où ils viennent.

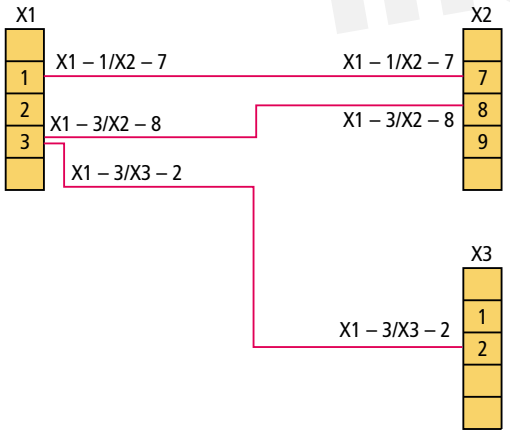
– Si l'on effectue un câblage à partir uniquement du schéma développé, les dérivations peuvent être réalisées différemment, d'où une difficulté supplémentaire lors du dépannage, surtout pour les équipements complexes. Dans ce cas, un tableau des connexions peut être nécessaire.



2. Repérage dépendant

C'est un système d'identification qui utilise les marques des bornes auxquelles sont raccordés les conducteurs.

Le repérage peut dépendre du repère de la borne tenante ou du repère de la borne aboutissante ou des deux.

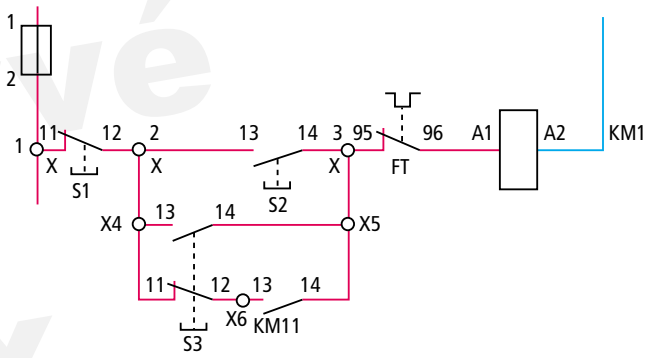


Ce repérage permet l'identification des conducteurs lorsqu'ils ont été débranchés des bornes auxquelles ils doivent être raccordés.

X : Repère des borniers.

W : Repère des conducteurs et câbles.

Le schéma de principe ou développé permet de pouvoir câbler directement l'équipement sans passer par un schéma multifilaire.



3. Disposition du marquage

Les repères sont séparés par des tirets (–) ou des barres de fraction (/). Ils peuvent être disposés longitudalement ou transversalement en bout de conducteur.

Repère longitudinal		Repère transversal	
en ligne	X1 – 1/X2 – 7	en ligne	X1 – 1/ X2 – 7
en colonne	X1 – 1 X2 – 7	en colonne	X1 – 1 X2 – 7

Tableau 1.

4. Autres repères des conducteurs

a) Repères de phases ou de polarités

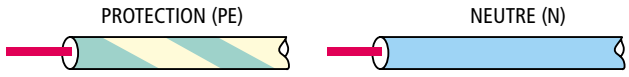
On emploie les repères du tableau 2 page 76 pour les phases, les polarités, les conducteurs de protection.

b) Repérage par la couleur des conducteurs

– Vert-jaune pour le conducteur de protection (PE).

– Bleu-clair pour le conducteur neutre ou médian.

Les conducteurs de câblage seront de préférence de même couleur sauf conditions particulières de fabrication.



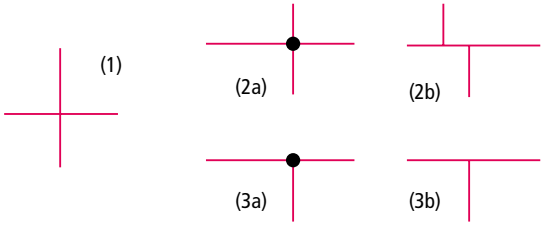
5. Croisement des conducteurs

La normalisation est précisée dans la norme EN 60 617-3.

(1) Croisement sans connexion.

(2) Croisement avec connexion.

(3) Dérivation.



On utilise de préférence les représentations (1), (2b) et (3b).

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

52 Symboles d'appareillage

Extrait NF EN 60 617-7

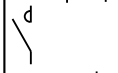
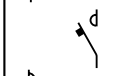
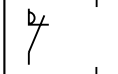
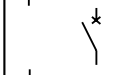
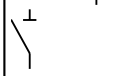
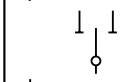
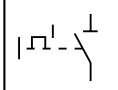
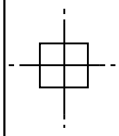
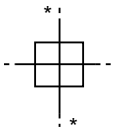
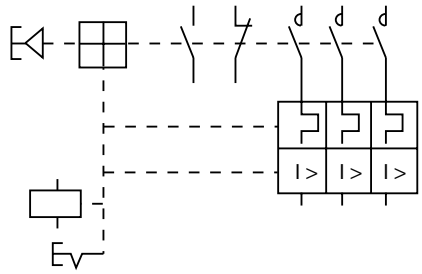
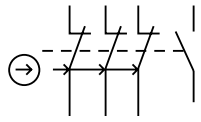
Section 1 : Symboles distinctifs	
Symbole	**Désignation**
	Fonction contacteur.
	Fonction disjoncteur.
	Fonction sectionneur.
	Fonction interrupteur sectionneur.
	Fonction déclenchement automatique.
	Fonction contact de position.
	Fonction retour automatique.
	Fonction position maintenue (non retour automatique).
	Manœuvre positive d'un interrupteur, donne l'assurance que tous les contacts sont dans la position correspondant à celle de l'organe de commande.
Section 2 : Contacts à 2 ou 3 positions **Section 3 : Contacts de passage** **Section 4 : À fonctionnement décalé**	
	Contact à fermeture (contact travail).
	Contact à ouverture (contact repos).
	Contact à deux directions sans chevauchement (ouverture avant fermeture).
	Contact à deux directions avec position médiane d'ouverture.
	Contact à deux directions avec chevauchement.
	Contact de passage fermant momentanément lors de l'action.
	Contact de passage fermant momentanément lors du relâchement.
	Contact de passage fermant momentanément lors de l'action et du relâchement.
	Contact à fermeture anticipée (opère plus tôt que les autres contacts d'un même ensemble).
	Contact à fermeture tardive (opère plus tard que les autres contacts d'un même ensemble).
	Contact à ouverture tardive (par rapport à un même ensemble).
Section 5 : Contacts temporisés	
	Contact à fermeture retardée à la fermeture.
	Contact à ouverture retardée à l'ouverture.
	Contact à ouverture retardée à la fermeture.
	Contact à fermeture, retardé à l'ouverture.

Section 6 : Contacts à retour automatique et à position maintenue	
Symbole	**Désignation**
	Contact à fermeture à retour automatique.
	Contact à fermeture à position maintenue sans retour automatique.
	Contact à ouverture et à retour automatique.
	Contact à deux directions avec position de coupure médiane : – à gauche : à retour automatique ; – à droite : à position maintenue.
Section 7 : Commutateurs unipolaires	
	Contact à fermeture à commande manuelle et à retour automatique.
	Bouton poussoir à fermeture et à retour automatique.
	Interrupteur à tirette à fermeture et retour automatique.
	Bouton rotatif à fermeture sans retour automatique.
	Bouton poussoir, contact à fermeture à manœuvre positive (alarme).
	Interrupteur d'arrêt d'urgence (coup de poing), à manœuvre positive d'ouverture.
Section 8 : Interrupteurs de position	
	Interrupteur de position, contact à fermeture.
	Interrupteur de position, contact à ouverture.
	Interrupteur de position à deux circuits distincts actionnés mécaniquement dans les deux sens.
	Interrupteur de position, contact à ouverture, à manœuvre positive.
Section 9 : Interrupteurs, action température	
	Interrupteur fonctionnant sous l'effet de la température.
	Interrupteur à ouverture actionné par effet thermique direct (bilame).
	Tube à gaz avec bilame (starter, tube fluorescent).
Les sections suivantes : **Section 10 : supprimée (contacts à mercure)** **Section 11 : commutateurs à plusieurs directions (voir chauffage)** **Section 12 : commutateurs complexes (voir chauffage).**	

Réservé aux enseignants
Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Section 13 : Commutation de puissance

Symbole	Désignation
	Interrupteur.
	Contacteur.
	Discontacteur.
	Rupteur.
	Disjoncteur.
	Sectionneur.
	Sectionneur à deux directions avec position d'isolement médiane.
	Interrupteur sectionneur.
	Interrupteur sectionneur à ouverture automatique.
	Sectionneur à commande manuelle avec dispositif de blocage.
	Mécanisme à déclenchement libre : venant de l'actionneur de fermeture  vers les contacts principaux et auxiliaires venant de l'actionneur avec fonction d'ouverture **Exemple :**  Contacteur tripolaire avec 2 contacts auxiliaires, avec commande manuelle et : – déclencheur thermique ; – déclencheur à maxima de courant ; – déclencheur manuel avec crantage ; – déclencheur à distance.
	 Interrupteur de sécurité comportant trois contacts principaux à manœuvre positive d'ouverture et un contact auxiliaire à fermeture sans manœuvre positive.

Section 14 : Démarreur de moteurs
(voir démarrage des moteurs)
Section 15 : Relais tout ou rien
(voir symboles signalisation)

Section 16 : Relais de mesure

Symbole	Désignation
*	Relais de mesure ou auxiliaire de commande automatique. (Symbole général). Ce rectangle doit comporter à l'intérieur : – le symbole de la grandeur mesurée ; – le mode de fonctionnement (voir exemples).

*** Grandeurs électriques caractéristiques**

Symbole	Désignation	Symbole	Désignation
U	Tension.	I_N	Courant dans le conducteur neutre.
$U_{\perp}$	Tension de défaut à la masse.	P	Puissance active.
U_{rsd}	Tension résiduelle.	$P_{\leftarrow}$	Puissance de retour.
I	Courant.	Q	Puissance réactive.
$I_{\leftarrow}$	Courant de retour.	f	Fréquence.
I_d	Courant différentiel.	φ	Déphasage.
I_d/I	Pourcentage de courant différentiel.	Z	Impédance.
$I_{\perp}$	Courant de défaut à la masse.	X	Réactance.
$I_{\perp}$	Courant de défaut à la terre.	R	Résistance.
$I\Delta$	Courant différentiel résiduel.		

Section 17 : Exemples de relais de mesure

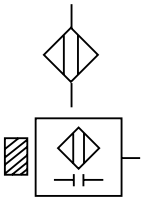
Symbole	Désignation
I >	Relais à maximum de courant à action retardée.
U <	Relais à minimum de tension.
U = 0	Relais à manque de tension.
$I_{\leftarrow}$	Relais à retour de courant.
$U_{\perp}$	Relais de tension de défaut à la masse.
P <	Relais à minimum de puissance active.

Section 18 : Autres dispositifs

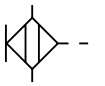
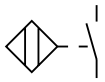
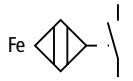
P	Dispositif actionné par la pression.
	Dispositif actionné par le niveau d'un fluide.
	Dispositif actionné par un nombre d'événements (commande par comptage).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

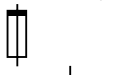
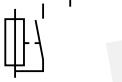
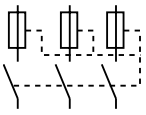
Section 19 : Capteurs et détecteurs

Symbole	Désignation
	Capteur sensible à une proximité. **Exemple :** Détecteur capacitif de proximité fonctionnant à l'approche d'un matériau solide.

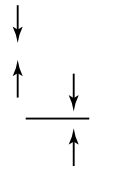
Section 20 : Dispositifs à contacts

	Capteur sensible à l'effleurement.
	Dispositif sensible à une proximité avec contact à fermeture.
	Dispositif sensible à une proximité à l'approche d'un aimant.
	Dispositif sensible à une proximité de fer.

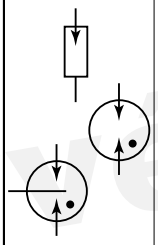
Section 21 : Fusibles

	Fusible.
	Fusible avec indication de l'extrémité restant sous tension après fonctionnement (trait renforcé).
	Fusible à percuteur.
	Fusible à percuteur avec circuit de signalisation à point commun.
	Fusible à percuteur avec circuit de signalisation distinct.
	Fusible interrupteur.
	Fusible sectionneur.
	Fusible interrupteur-sectionneur.
	Interrupteur triphasé à ouverture automatique par fusibles à percuteur.

Section 22 : Éclateurs et parafoudres

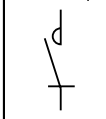
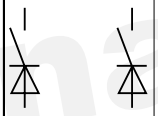
	Éclateur. Éclateur double.

Section 22 : Éclateurs et parafoudres (suite)

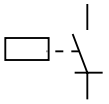
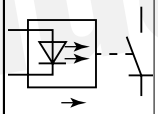
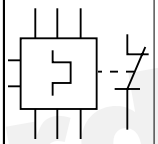
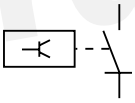
	Parafoudre. Tube à gaz limiteur de tension. Tube à gaz limiteur de tension, symétrique.

Section 23 : Extincteurs (supprimée)
Section 24 : Bobines d'allumage (supprimée)

Section 25 : Interrupteurs statiques

Symbole	Désignation
	Interrupteur à semi-conducteur (statique).
	Contacteur à semi-conducteur (statique).
	Interrupteur à semi-conducteur, passage du courant dans un seul sens.

Section 26 : Dispositifs statiques de connexion

	Relais statique (symbole général).
	Relais statique commandé par diode électroluminescente avec contact à fermeture à semi-conducteur.
	Relais thermique de surcharge triphasé, avec contact statique à ouverture et alimentation auxiliaire séparée.
	Dispositif de commande à semi-conducteur avec contact à fermeture statique.

Section 27 : Coupleurs et relais statiques

	Coupleur à séparation électrique. * Symbole du moyen de couplage.
	Coupleur optique avec séparation électrique.

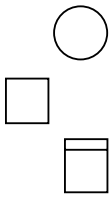
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

53 Symboles d'appareils de mesure

NF EN 60 617-8

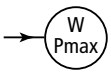
Section 1 : Symboles généraux

Symbole	Désignation
	Appareil indicateur (symbole général) ou appareil de mesure indicateur.
	Appareil enregistreur (symbole général).
	Compteur (symbole général).

Symboles littéraux

Symbole	Désignation	Symbole	Désignation
A	Ampère.	min	Minute.
V	Volt.	s	Seconde.
VA	Voltampère.	n	Nombre tours par unité de temps.
Var	Var.	cos φ	Facteur de puissance.
W	Watt.	φ	Déphasage.
Wh	Wattheure.	λ	Longueur d'onde.
Varh	Varheure.	f	Fréquence.
Ω	Ohm.	t	Temps.
Hz	Hertz.	θ	Température.
h	Heure.	z	Impédance.

Section 2 : Exemples d'appareils indicateurs

Symbole	Désignation
	Voltmètre.
	Ampèremètre.
	Indicateur de maximum de puissance active asservi à un compteur d'énergie.
	Varmètre, indicateur de puissance réactive.
	cos φ mètre. Indicateur du facteur de puissance.
	Phasemètre. Indicateur de déphasage.
	Fréquencemètre.
	Synchronoscope.
	Oscilloscope.
	Galvanomètre.
	Thermomètre, pyromètre.
	Tachymètre.

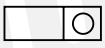
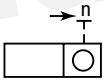
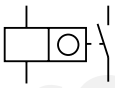
Section 3 : Exemples d'appareils enregistreurs

Symbole	Désignation
	Wattmètre enregistreur.
	Oscillographe.

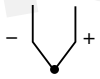
Section 4 : Exemples de compteurs

	Ampèreheuremètre.
	Compteur d'énergie active Wattheuremètre.
	Compteur d'énergie à tarifs multiples (double tarif).
	Compteur d'énergie active à dépassement de puissance.
	Compteur d'énergie réactive varheuremètre.

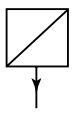
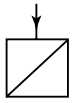
Section 5 : Dispositifs de comptage

	Fonction de comptage d'un nombre d'événements.
	Compteur d'impulsions électriques.
	Compteur d'impulsions avec mise à n (mise à zéro si n = 0).
	Compteur d'impulsions électriques avec un contact à fermeture.

Section 6 : Thermocouples

	Thermocouple avec symboles de polarité.
	Thermocouple à élément chauffant isolé.

Section 7 : Dispositifs de télémesure

	Convertisseur de signal, symbole général.
	Émetteur de télémesure.
	Récepteur de télémesure.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

54 Discontacteur

Le contacteur électromagnétique est souvent associé à un système à relais thermique capable de détecter des surintensités ; dans ce cas, il devient un discontacteur.

La commande d'un contacteur étant électrique, on distingue :

– le circuit de commande qui alimente l'électro-aimant ;

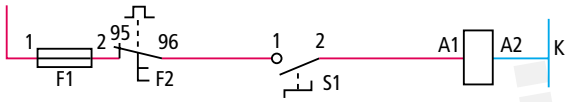
– le circuit de puissance analogue au circuit commandé par un interrupteur.

1. Fonctions du discontacteur

1. Permet la commande à distance.
2. Réalise des systèmes automatiques.
3. Détecte toute coupure de l'alimentation.
4. Assure des verrouillages électriques.
5. Sépare le circuit de commande du circuit de puissance.
6. Protège le récepteur contre les surcharges.

2. Commande manuelle par interrupteur

2.1. Schéma du circuit de commande



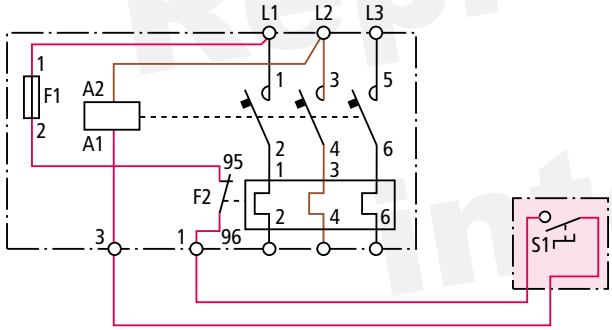
2.2. Fonctionnement

La fermeture du contacteur K est obtenue quand on ferme l'interrupteur S1.

Remarque :

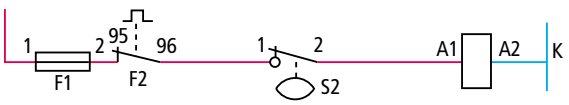
En cas de coupure de courant, le contacteur K déclenche ; mais, dès le retour de la tension, si S1 est toujours fermé, le contacteur K se réenclenche ce qui peut être dangereux dans le cas où le récepteur est une machine-outil.

2.3. Schéma multifilaire



3. Commande automatique par capteur

3.1. Schéma de circuit de commande



Le capteur S2 est un détecteur de niveau.

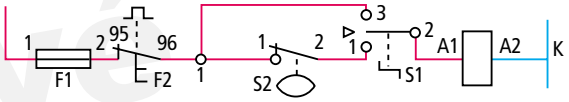
3.2. Fonctionnement

Lorsque le niveau monte dans un réservoir, on coupe le contacteur K qui arrête la pompe ; lorsque le niveau redescend, la pompe est à nouveau mise en route.

L'installation est automatique et peut fonctionner sans surveillance.

4. Commande automatique ou manuelle

4.1. Schéma du circuit de commande



4.2. Fonctionnement

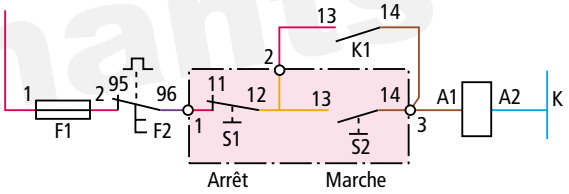
Le commutateur S1 à 3 positions permet de sélectionner :
– position 1 : marche automatique avec capteur S2 ;
– position intermédiaire : arrêt ;
– position 3 : marche du récepteur contrôlé par l'opérateur.

4.3. Schéma multifilaire

On branche entre les bornes 1 et 3 du discontacteur l'inverseur 3 positions et le capteur de niveau.

5. Commande par boutons poussoirs

5.1. Schéma du circuit de commande



5.2. Fonctionnement

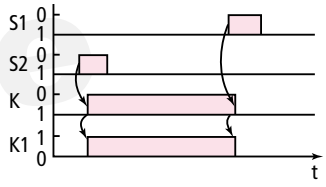
S1 : bouton poussoir d'arrêt à ouverture.

S2 : bouton poussoir marche à fermeture.

K : bobine du contacteur.

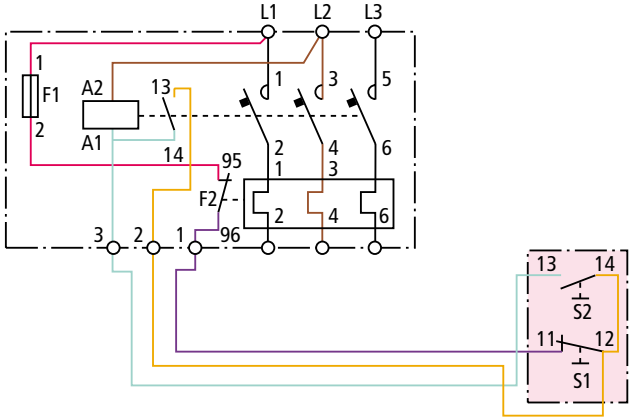
K1 : contact d'auto-alimentatin commandé par K.

En actionnant le bouton poussoir marche S2, le courant s'établit dans la bobine, le contacteur K s'enclenche et ferme le contact K1. Le circuit d'alimentation de K peut s'établir par le contact K1 lorsque l'on relâche le bouton poussoir S2. En appuyant sur le bouton poussoir S1 d'arrêt, on coupe le circuit, la bobine et les contacts reviennent au repos.



5.3. Schéma multifilaire

En cas de coupure de courant, ce montage permet la remise à l'arrêt de l'équipement, c'est-à-dire qu'il faudra une nouvelle action sur le bouton marche pour enclencher le contacteur.

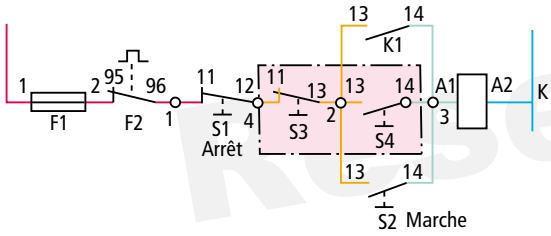


Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6. Commande de deux endroits différents

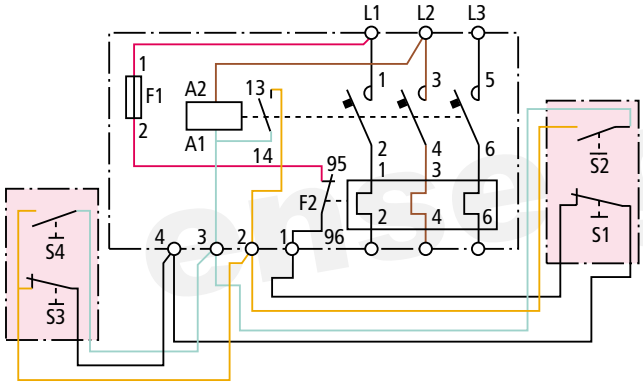
6.1. Schéma de circuit de commande



6.2. Fonctionnement

Par rapport au montage précédent, les boutons « arrêt » sont montés en série : S1 – S3 ; les boutons « marche » sont montés en parallèle : S2 – S4.

6.3. Schéma multifilaire

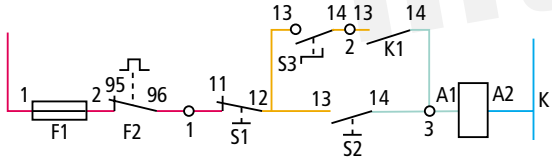


7. Commande par « à-coups »

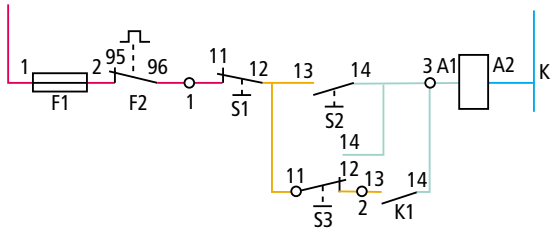
Pour éviter d'appuyer sur 2 boutons, on préfère, par exemple, pour une commande de grue, pouvoir faire tourner le moteur quand on appuie sur un bouton et, au relâchement, provoquer l'arrêt.

7.1. Schéma de circuit de commande

a) Avec inverseur marche normale « à-coups », le bouton marche est utilisé en « à-coups ».



b) Avec 3 boutons poussoirs : marche, arrêt, « à-coups ».

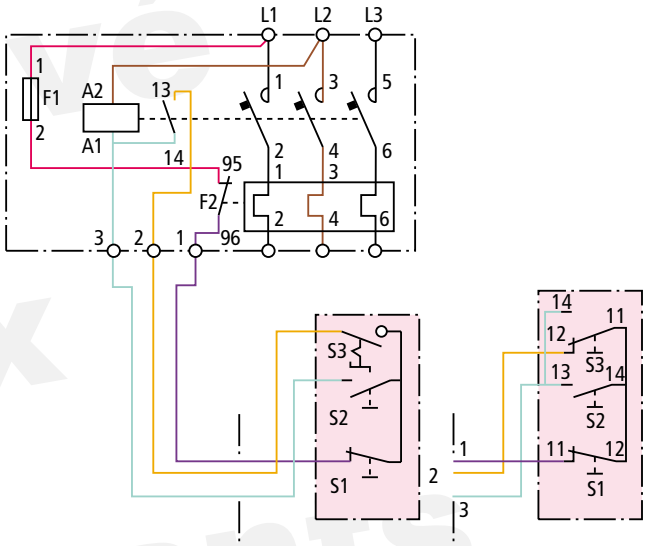


7.2. Fonctionnement

a) L'interrupteur S3 ouvert coupe le circuit de l'auto-alimentation, le bouton marche S2 fonctionne en « à-coups ».

b) Un bouton-poussoir inverseur S3 permet de couper le circuit d'auto-alimentation et, par son contact à fermeture, il assure l'alimentation par « à-coups » de la bobine K.

7.3. Schéma multifilaire



8. Verrouillage du bouton marche

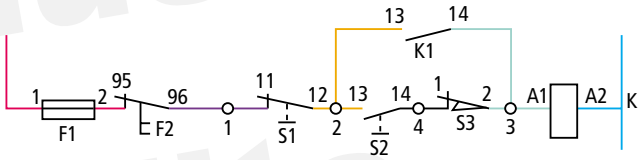
On ne peut mettre le système en marche que si le système est dans une position de départ définie.

Cette position peut être contrôlée par une fin de course.

Exemple :

Le rhéostat doit être à zéro pour pouvoir démarrer le moteur.

8.1. Schéma de circuit de commande

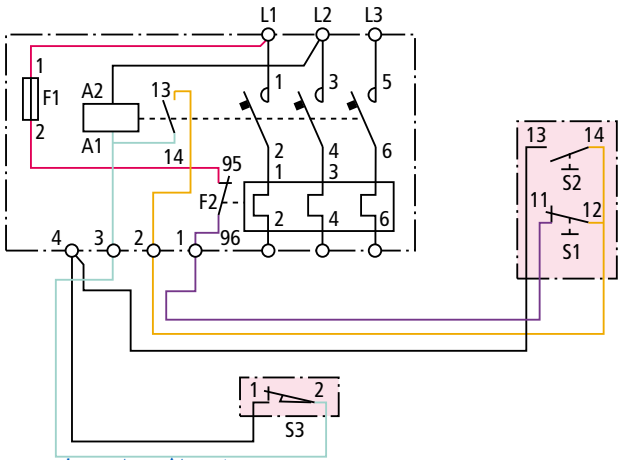


8.2. Fonctionnement

Contact S3 fermé : fonctionnement normal des boutons poussoirs ; l'ouverture de S3 après l'enclenchement de K est sans effet.

Contact S3 ouvert : l'impulsion sur S2 est inefficace.

8.3. Schéma multifilaire



Reproduction interdite aux enseignants
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

9. Alimentation du circuit de commande

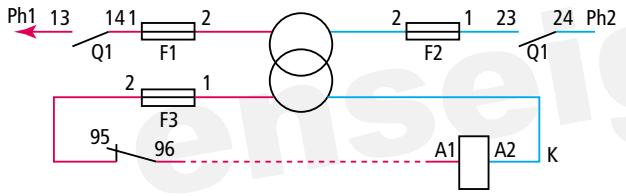
9.1. Alimentation

Les deux fils du circuit de commande sont pris sur l'arrivée du courant soit entre les phases 1 et 2, soit entre une phase et le neutre.



9.2. Alimentation par transformateur

Pour des raisons de sécurité, on est conduit à utiliser du 12 V, 24 V, 48 V pour le circuit de commande ; ce dernier est alors alimenté par un transformateur de sécurité.



La puissance du transformateur est fonction du nombre de bobines de contacteurs à alimenter simultanément.

9.3. Alimentation en courant redressé (Schéma A)

On alimente les contacteurs en courant redressé afin :

a) d'augmenter la pression sur les contacts principaux ;

b) de maintenir le contact fermé même si le réseau subit une forte chute de tension ;

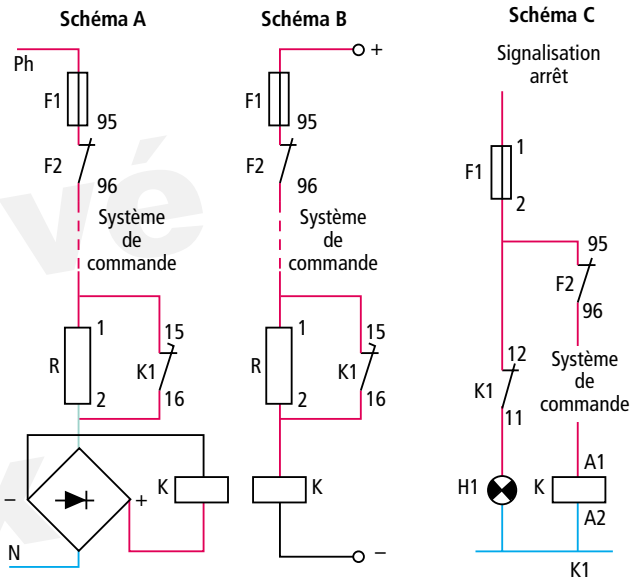
c) de réduire le bruit ;

d) de retader l'ouverture du contacteur dans le cas de micro-coupures.

9.4. Alimentation en courant continu (Schéma B)

Résistance R : résistance de réduction de consommation.

Cette résistance est insérée en série dans le circuit dès l'ouverture du contact K1 (15-16). Ce contact est décalé à l'ouverture pour que la réduction de consommation s'effectue à la moitié de la course d'écrasement des pôles.



10. Signalisation

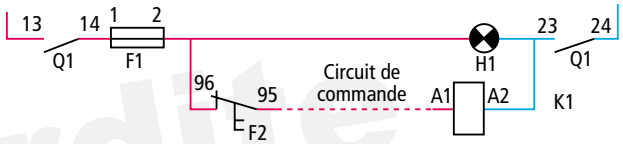
10.1. Signalisation générale

On distingue les signalisations :

– « sous tension ». Dès la fermeture du sectionneur, un voyant signale que l'équipement est sous tension ;

– arrêt. Lorsqu'un contacteur est retombé, il signale l'arrêt du moteur (schéma C) ;

– signalisation marche. Un voyant signale la fermeture du contacteur. Il peut être monté directement aux bornes de la bobine ou alimenté séparément par un contact auxiliaire.



10.2. Signalisation de défaut

En cas de déclenchement du contacteur dû au fonctionnement du relais de protection, le contact F2 s'ouvre et coupe le circuit du contacteur ; un contact à fermeture alimente un voyant H1 qui signale la cause du déclenchement.



10.3. Signalisation avec acquittement

À la fermeture du contact S1 de défaut (schéma D), un avertisseur est mis sous tension. Pour arrêter le signal sonore, la personne responsable doit appuyer sur un bouton poussoir d'acquittement ce qui a pour effet d'enclencher un relais KA1. Ce relais reviendra au repos lorsque le défaut aura disparu.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

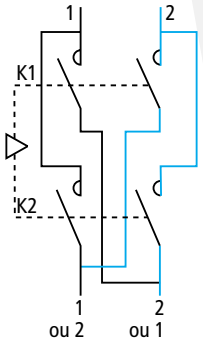
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

55 Discontacteur inverseur

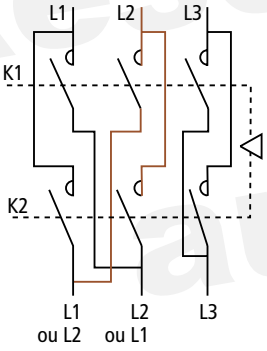
Dans beaucoup d'équipements, il est nécessaire d'inverser des circuits, pour changer le sens de rotation des moteurs, par exemple.

On peut avoir des contacteurs inverseurs bipolaires ou tripolaires. La fermeture d'un contacteur permet d'obtenir le circuit dans un sens ; la fermeture de l'autre contacteur permet d'avoir le circuit électrique dans l'autre sens.

En triphasé, on inverse seulement deux phases.

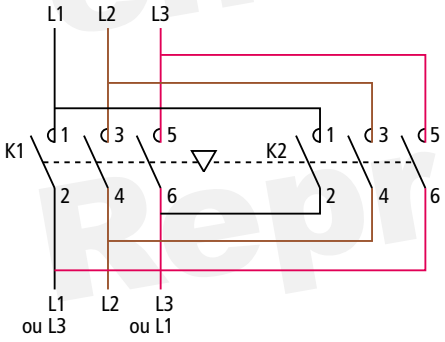


Inverseur bipolaire



Inverseur en triphasé contacteurs superposés

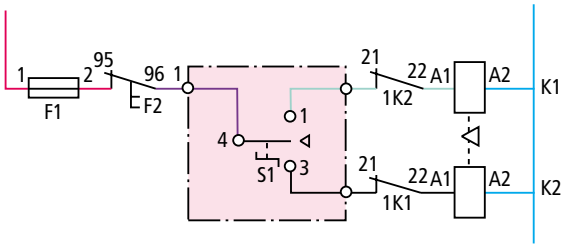
On doit obligatoirement interdire la fermeture simultanée de K1 et K2 ce qui entraînerait un court-circuit. Pour éviter ce risque, on réalise un verrouillage mécanique entre les armatures mobiles des contacteurs symbolisé par un triangle sur la liaison mécanique.



Inverseur triphasé contacteurs alignés

1. Discontacteur inverseur commandé par interrupteur

1.1. Schéma du circuit de commande

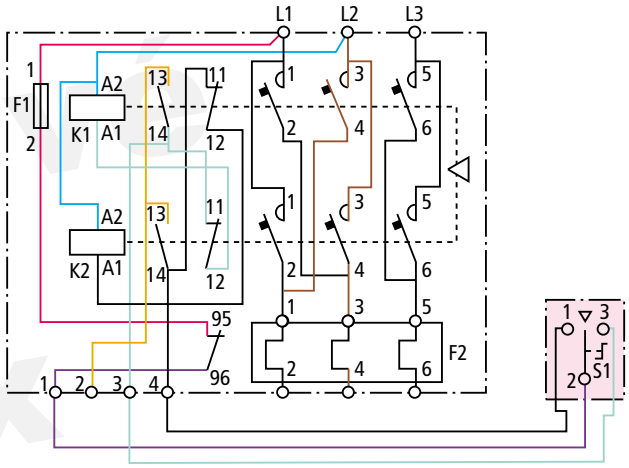


1.2. Fonctionnement

L'inverseur S1 est un commutateur à 3 positions qui permet d'alimenter soit le contacteur K1, soit le contacteur K2.

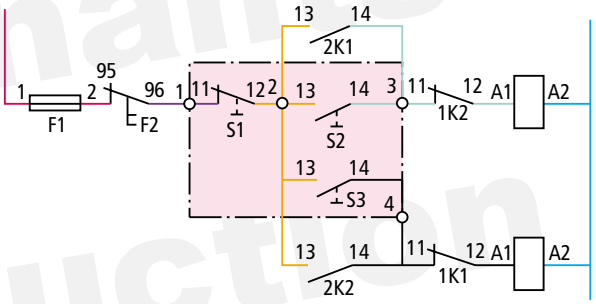
Les contacteurs à ouverture 1K2 et 1K1 effectuent le verrouillage électrique entre les deux contacteurs en plus du verrouillage mécanique. L'arrêt est obtenu en position médiane du commutateur S1.

1.3. Schéma multifilaire



2. Commande par boutons poussoirs

2.1. Schéma du circuit de commande



2.2. Fonctionnement

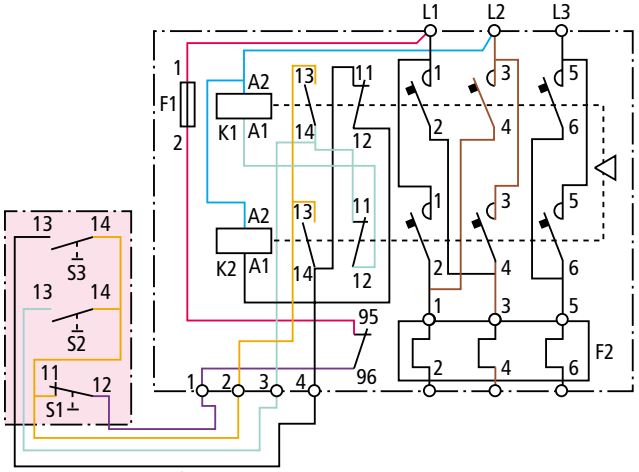
a) Marche avant

Impulsion sur S2, fermeture de K1 si K2 est ouvert.
– Auto-alimentation de K1 par le contact 2K1 et verrouillage mécanique, électrique par 1K1 à ouverture.
– Arrêt par appui sur S1.

b) Marche arrière

– Impulsion sur S3, fermeture de K2 si K1 est ouvert.
– Auto-alimentation de K2 par le contact 2K2 et verrouillage mécanique, électrique par 1K2 à ouverture.
– Arrêt par appui sur S1.

2.3. Schéma multifilaire



Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3. Commande avec fin de course

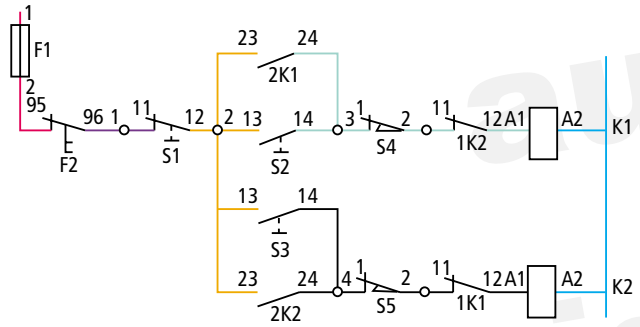
3.1. Conditions de fonctionnement

– Possibilité d'inverser le sens de rotation d'un moteur avec commande manuelle par boutons poussoirs : « Marche avant », « Marche arrière » et « Arrêt ».

– Verrouillage électrique et mécanique.

– Arrêt automatique en fin de course.

3.2. Schéma du circuit de commande



3.3. Fonctionnement

La commande par boutons poussoirs est identique à celle du paragraphe précédent.

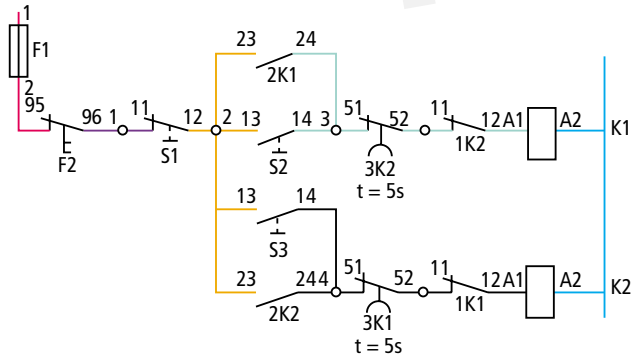
Les contacts fin de course S4 et S5 arrêtent le moteur commandé par K1 ou K2 en fin de course.

4. Commande d'inversion temporisée

4.1. Condition de fonctionnement

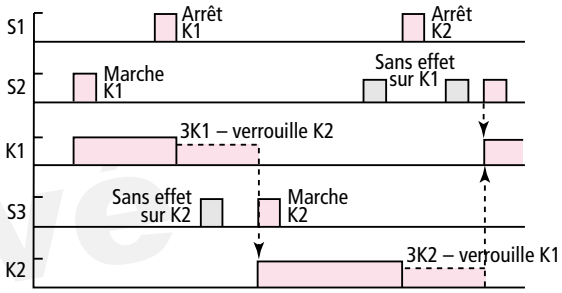
Pour éviter de passer trop rapidement de la marche avant à la marche arrière, on interdit pendant quelques secondes le changement de sens.

4.2. Circuit de commande



4.3. Fonctionnement

À la coupure du circuit de commande de K1, le circuit de commande du contacteur K2 est temporisé. La mise en marche en sens inverse s'effectue selon le cycle ci-dessous.

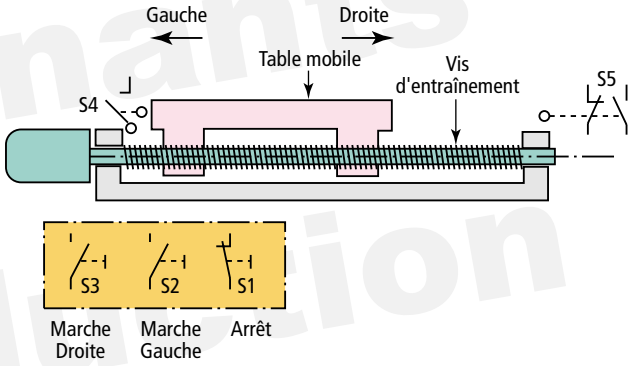


5. Cycle pendulaire

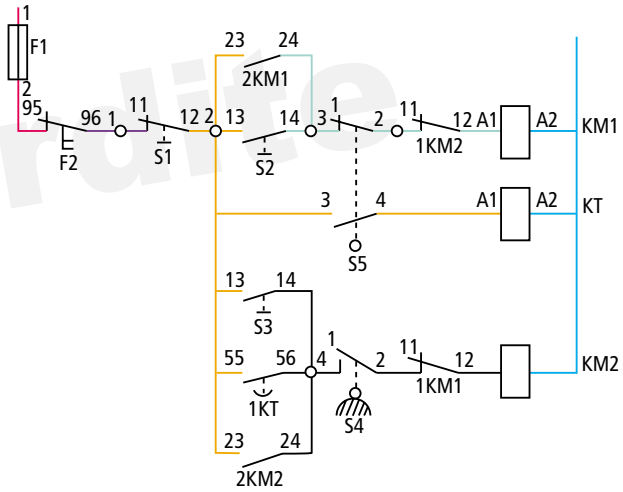
5.1. Conditions de fonctionnement

Un moteur électrique alimenté en triphasé permet le déplacement d'une table de machine-outil dans un sens jusqu'à une fin de course. Arrivé sur la fin de course, on arrête le mouvement vers la droite et on enclenche un relais de temporisation de 5 s. Au bout de 5 s, la table de la machine-outil revient à sa position de départ sur la fin de course S4.

5.2. Disposition des éléments



5.3. Circuit de commande



5.4. Fonctionnement

a) Au repos, le contact S4 est actionné, donc ouvert.

b) Appui sur S3 sans effet, S4 étant ouvert.

Appui sur S2, KM1 s'enclenche :

– 1KM1 verrouille KM2 ; – 2KM1 auto-alimente KM1.

La table actionnée par le moteur se déplace vers la droite et relâche le contact S4.

c) Arrivée en S5 de la table :

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

56 Équipement normal-secours

Dès qu'une panne d'alimentation en énergie électrique survient, il faut lui substituer une source d'alimentation autonome, souvent une batterie d'accumulateurs.

Exemple :
Éclairage de secours pour les salles de spectacles, les grands magasins, etc.

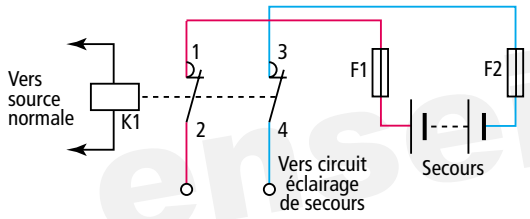
1. Conditions de fonctionnement

Dès que la tension nominale tombe en dessous de 70 % de sa valeur, on doit mettre en service un éclairage de sécurité.

La mise en service du système de permutation des sources peut se faire :
– soit volontairement par intervention manuelle ;
– soit automatiquement.

2. Éclairage de sécurité

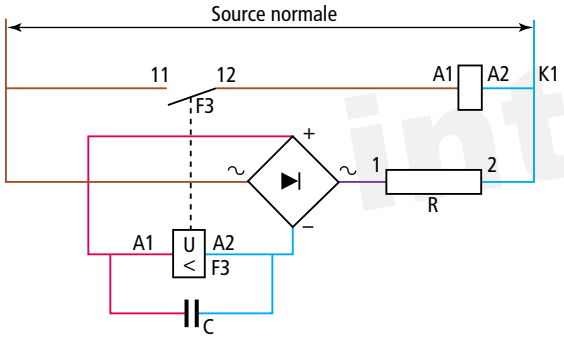
2.1. Circuit de puissance : rupteur



a) En présence de la source normale, la bobine K1 du rupteur est alimentée.
Les contacts (1 – 2) et (3 – 4) sont ouverts.

b) Lors de la disparition de la source normale, la bobine K1 n'est plus alimentée, les contacts du rupteur (1 – 2) et (3 – 4) retombent, la source de secours alimente le circuit d'éclairage de secours.

2.2. Circuit de commande



Utilisation d'un relais de tension (F3) qui, conformément à la norme NF C 63 800, doit mettre en service l'éclairage de sécurité si : U source ⩽ 70 % de U nominale.

Lorsque la tension d'alimentation est normale, le relais de tension est alimenté, son contact F3 est fermé, la bobine du rupteur K1 est alimentée, la source de secours n'est pas en service.

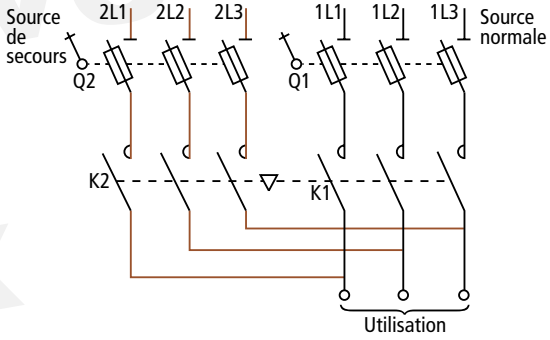
Dès que la tension baisse en dessous de 0,7 Un, le contact F3 s'ouvre, la bobine K1 déclenche et les contacts du circuit de puissance de la source de secours sont établis.

Remarque :
Pour des raisons de puissance disponible plus faible de la source de secours, le circuit d'utilisation en secours peut être différent du circuit avec source normale.

3. Équipement en triphasé

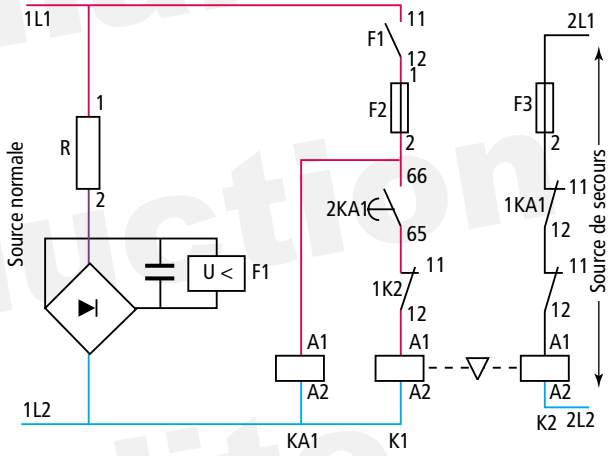
3.1. Circuit de puissance

Le circuit d'utilisation est alimenté soit par la source normale, soit par la source de secours.



3.2. Circuit de commande

Le passage de normal en secours et vice-versa est automatique. Le circuit de commande est séparé, il est alimenté, soit par la source normale KA, K1, soit par la source de secours K2.



3.3. Fonctionnement

a) Présence de la source normale
– KA1 s'enclenche :
1KA1 s'ouvre et verrouille K2 ;
2KA2 se ferme et alimente K1.

– K1 s'enclenche :
1K1 verrouille K2.

b) Disparition de la source normale
– Déclenchement de KA1 et K2 :
1KA1 se ferme ;
1K1 se ferme, d'où enclenchement de K2 qui, par son contact 1K2, verrouille K1.

c) Retour de la source normale
KA1 s'enclenche, coupe KM2 par son contact 1KA1 et ferme au bout de la temporisation, t secondes, le contacteur K1 ; le cycle est complet.

Remarques :
– Le contact temporisé 2KA1 a pour but d'éviter que la source normale et la source de secours soient montées en parallèle.
– Le changement de source est déterminé par le relais à baisse de tension.
– Les alimentations sans interruption (ASI) réalisent le passage

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

57 Démarrage direct des moteurs asynchrones

1. Règles générales

1.1. Protection d'un départ moteur

L'alimentation d'un moteur exige d'appliquer les règles relatives à la protection des matériels.

Chaque départ moteur doit assurer les fonctions de :
– sectionnement ;
– commande ;
– protection contre les surcharges ;
– protection contres les courts-circuits.

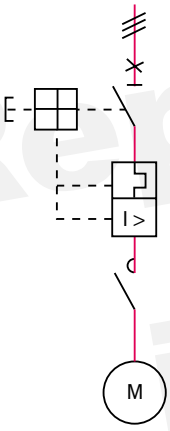
Selon l'appareillage utilisé, on distingue trois types de solutions d'alimentation des départs moteurs.

Type 1 : solution avec sectionneur à fusibles, et contacteur.



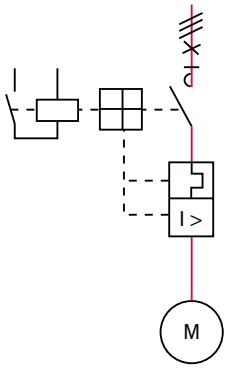
Solution traditionnelle : sectionneur avec fusibles et relais thermique avec contacteur.

Type 2 : solution avec disjoncteur sectionneur, et contacteur.



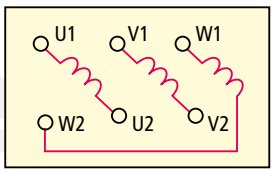
Solution standard : sectionneur, disjoncteur plus contacteur.

Type 3 : solution avec disjoncteur-contacteur assurant aussi la fonction sectionneur.



Solution performance : appareils multifonction. Sectionneur-disjoncteur-contacteur.

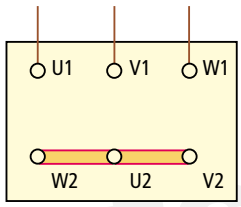
1.2. Couplages d'un moteur triphasé



Plaque à bornes.

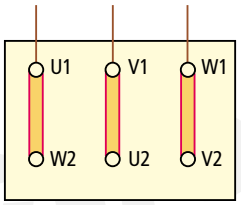
La plaque à bornes d'un moteur triphasé est représentée, le couplage des enroulements peut s'effectuer, selon la tension du réseau (230/400 V) :

– **en étoile**, la tension du réseau est la plus élevée ;



Couplage étoile.

– **en triangle**, la tension du réseau correspond à la tension supportée par un enroulement.

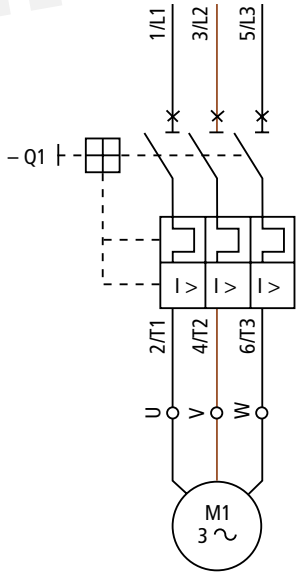


Couplage triangle.

2. Circuit de puissance

La commande s'effectue :

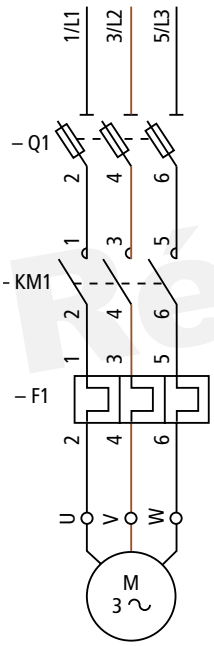
– soit en **commande manuelle**, par disjoncteur assurant le sectionnement et la protection contre les surcharges et les courts-circuits ;



– soit en **commande à distance** par contacteur, avec protection par fusibles et relais thermique (type 1).

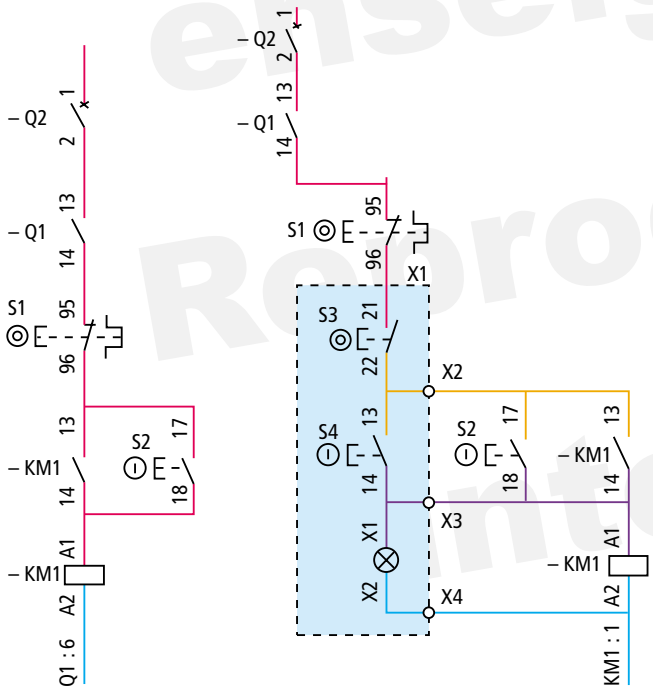
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



3. Circuit de commande

La commande à distance peut s'effectuer d'un poste de commande, ou de deux ou plusieurs postes.



Fonctionnement

– Impulsion sur « I » S2 (17 – 18). Fermeture de KM1.
– Auto-maintien de KM1 (13 – 14).
– Arrêt : impulsion sur S1, « O » ou par déclenchement du relais de protection thermique F1 (95 – 96).

Remarques :

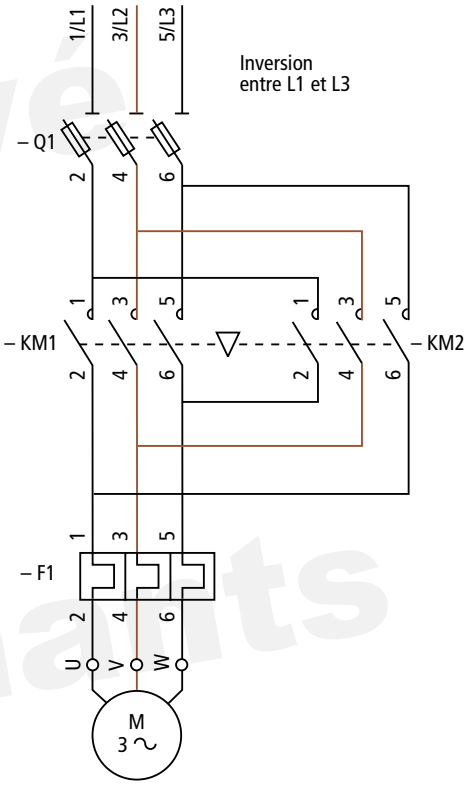
– Les boutons poussoirs arrêt « O », S1, S3 sont montés en série, les boutons marche, « I », S2, S4 sont montés en parallèle.

– Le bouton poussoir S1 permet d'effectuer soit l'arrêt manuel, soit l'arrêt par déclenchement du relais thermique. Il permet également de réarmer le relais thermique si celui-ci a déclenché.

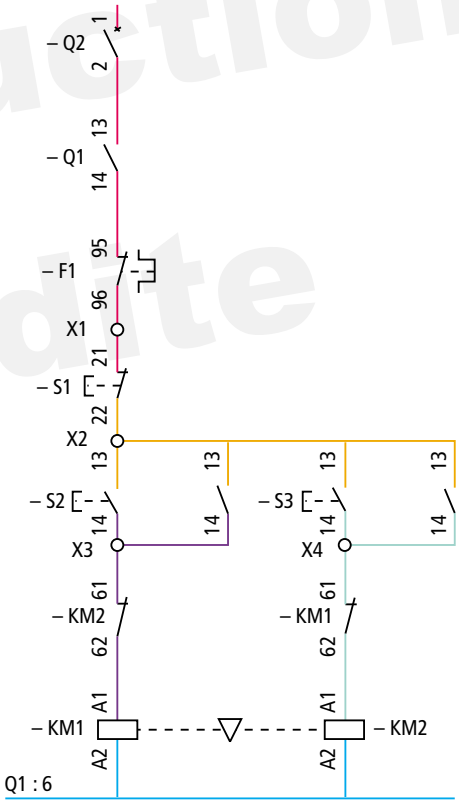
– Le voyant (X1-X2) signale la marche du moteur.

4. Inversion du sens de marche

On commande deux contacteurs avec inversion de deux phases.



Circuit puissance.



Circuit de commande.

Fonctionnement

– Impulsion sur S2 ou S3. Fermeture de KM1 ou KM2.
– Auto-maintien de KM1 ou KM2 (13 – 14). Verrouillage électrique de KM1 par KM2 ou KM2 par KM1 (61 – 62).
– Arrêt manuel par impulsion sur S1.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

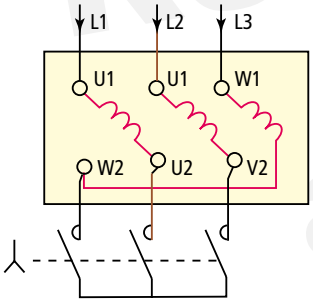
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

58 Démarrage étoile triangle

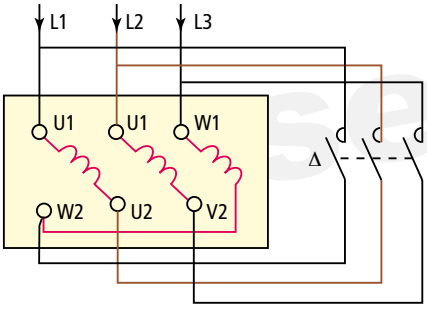
1. Principe

Pour limiter l'intensité au démarrage du moteur, on réduit sa tension d'alimentation, en passant de la tension simple, à la tension composée.

Le démarrage s'effectue en deux temps :
– *premier temps :* mise sous tension et couplage étoile des enroulements. Le moteur démarre à tension réduite $\sqrt{3}$;
– *deuxième temps :* suppression du couplage étoile et mise en couplage triangle. Le moteur est alimenté à pleine tension.

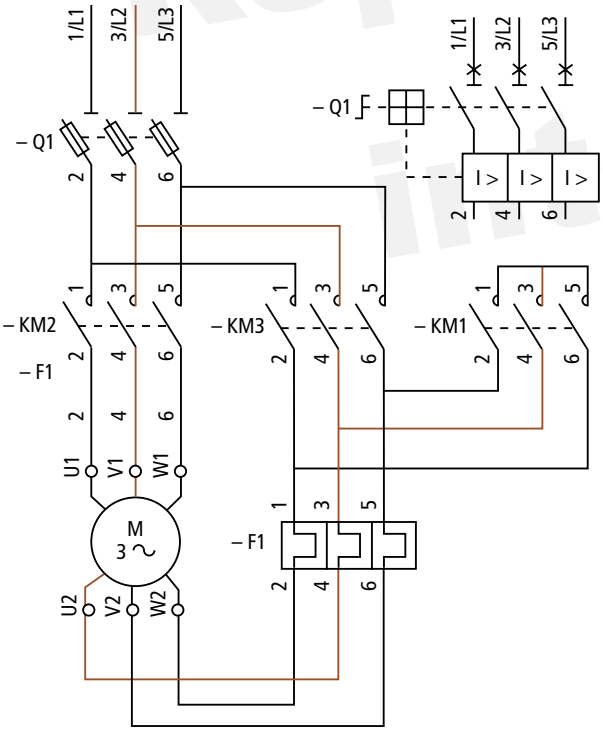


Couplage étoile.



Couplage triangle.

2. Circuit de puissance



Circuit de puissance : protection contre les courts-circuits par fusibles, ou par disjoncteur.

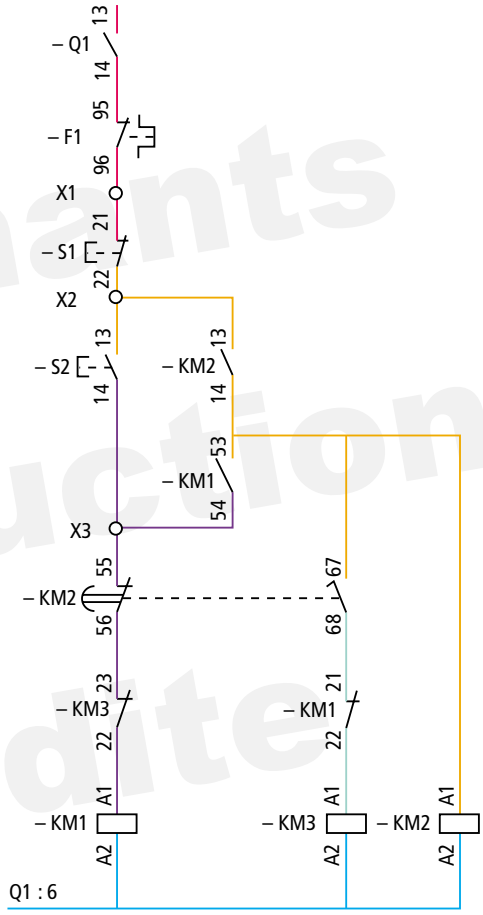
Ce procédé ne peut s'appliquer qu'aux moteurs dont toutes les extrémités d'enroulements sont sorties sur la plaque à bornes, et dont le couplage triangle correspond à la tension du réseau soit :
– pour un réseau 230 V entre deux phases moteur 230/400 V ;
– pour un réseau 400 V entre phases moteur 400/690 V.

Le schéma du circuit de puissance est réalisé à base de sectionneur et discontacteur ou avec un disjoncteur.

Après fermeture de Q1, l'enclenchement de KM1 provoque le couplage étoile, puis alimentation du moteur par KM2.

L'ouverture de KM1 élimine le couplage étoile ; la fermeture de KM3 provoque le couplage triangle.

3. Circuit de commande



Circuit de commande.

Fonctionnement du circuit de commande :
– Impulsion sur S2. Fermeture de KM1. Fermeture de KM2 par KM1 (53 – 54).
– Auto-maintien de KM1 – KM2 par KM2 (13 – 14).
– Ouverture temporisée de KM1 par KM2 (55 – 56).
– Fermeture de KM3 par KM1 (21 – 22) et KM2 (67 – 68).
– Arrêt : impulsion sur S1.

Remarques :

– Un inverseur monté en début du circuit de puissance permet d'inverser le sens de marche.

– La condamnation électrique entre KM1 et KM3 est indispensable pour éviter tout risque de court-circuit. Le contact temporisé KM2 (55-56) et décalé d'environ 40 ms du contact (67-68) permet de réaliser cette sécurité.

– La tension étant réduite, le couple de démarrage est 3 fois plus faible.

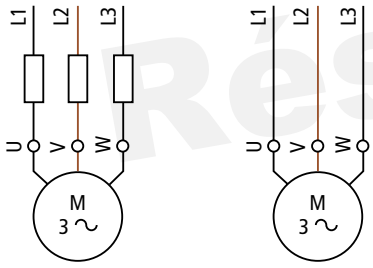
Reproduction interdite aux enseignants

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

59 Démarrage statorique

1. Principe

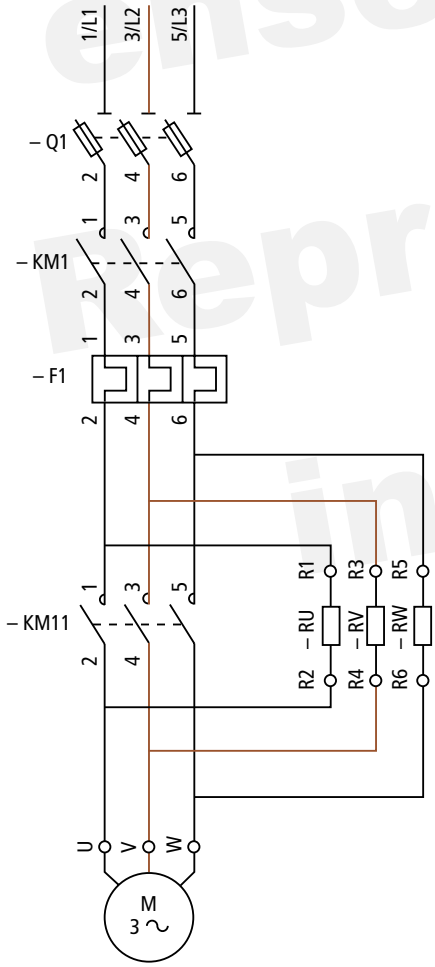
L'alimentation à tension réduite est obtenue dans un premier temps par la mise en série d'une résistance dans le circuit, cette résistance est ensuite court-circuitée.



Démarrage statorique.

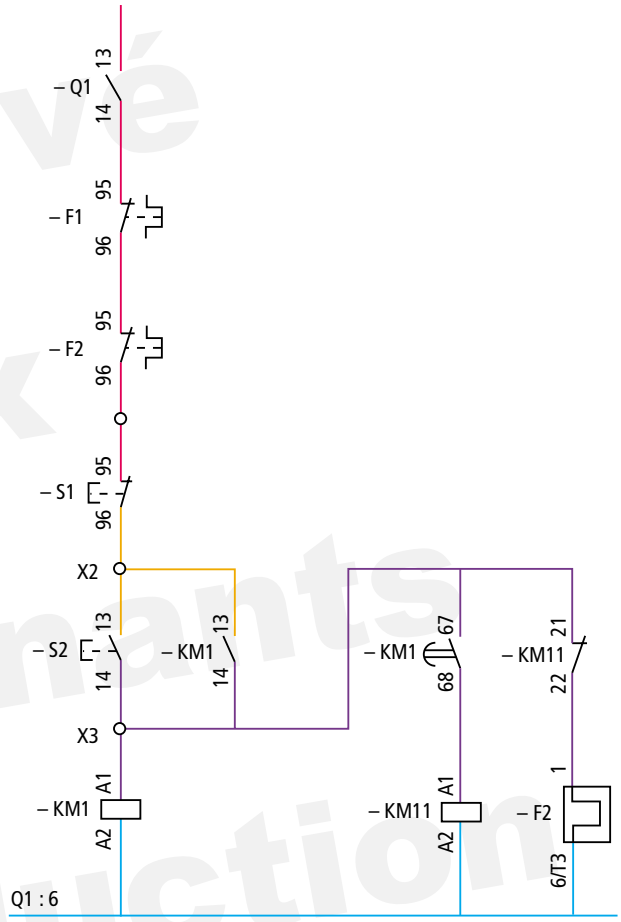
2. Circuit de puissance

Après fermeture manuelle de Q1, on obtient à la fermeture de KM1 : mise sous tension du moteur, les résistances sont insérées dans le circuit. À la fermeture de KM11 : cour-circuitage des résistances, et couplage direct du moteur sur le réseau d'alimentation.



Ce mode de démarrage est caractérisé par :
– une intensité réduite proportionnellement à la tension appliquée au moteur ;
– un **couple moteur** réduit, il diminue comme le carré de la diminution de tension.

3. Circuit de commande



Fonctionnement du circuit de commande :
– Impulsion sur S2. Fermeture de KM1. Auto-maintien de KM1 (13 – 14) et alimentation du relais temporisateur thermique F2.
– Fermeture de KM11 par KM1 (67 – 68). Élimination de F2 par KM11 (21 – 22).
– Arrêt : impulsion sur S1.

Remarques :
– Le relais temporisateur thermique F2, protège les résistances contre les démarrages trop fréquents ou incomplets.
– Les contacteurs KM1 et KM11 sont fermés durant toute la durée de fonctionnement du moteur, leurs pôles sont montés en série, ils sont traversés en permanence par le courant nominal du moteur.

4. Valeurs des résistances

La valeur des résistances est calculée en fonction du courant absorbé par le moteur au moment du démarrage. On peut baser le calcul sur :
– La pointe du courant de démarrage à ne pas dépasser.
– Sur la valeur minimale du couple de démarrage.

En général, les valeurs de courant et de couple de démarrage sont :

$$I_d = 4{,}5\ I_n \quad \text{et} \quad C_d = 0{,}75\ C_n.$$

Pendant le démarrage, la tension appliquée aux bornes du moteur varie en fonction du courant absorbé par le moteur ; la tension est minimale au moment du démarrage, elle augmente progressivement quand le moteur prend de la vitesse. Le couple augmente plus rapidement que dans le démarrage étoile triangle.

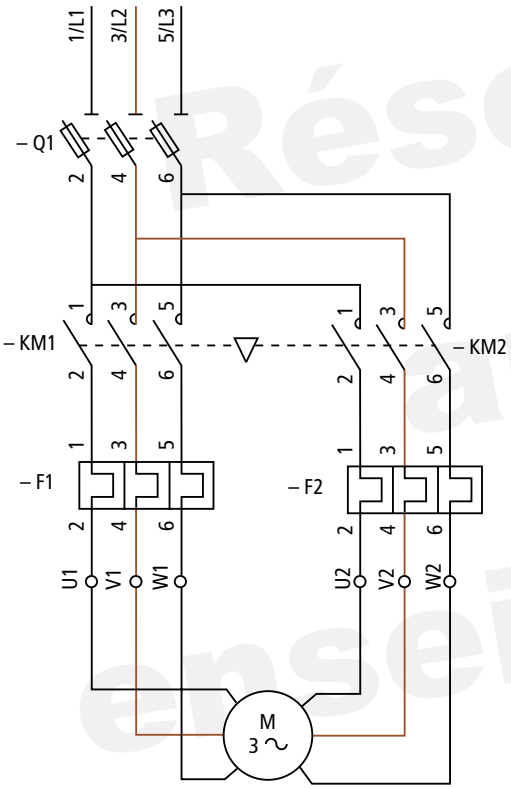
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

60 Démarrages moteurs à deux vitesses

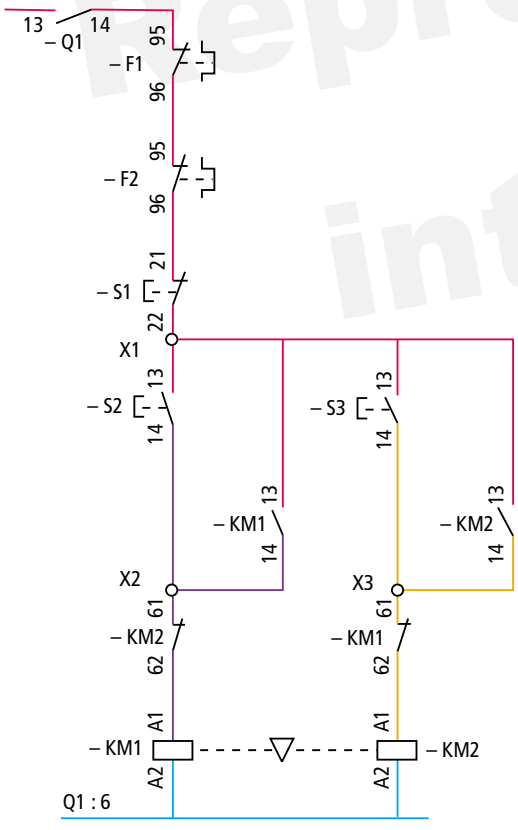
1. Moteurs à deux enroulements

C'est comme si l'on avait deux moteurs séparés.



1.1. Passage d'une vitesse à l'autre par l'arrêt

Fonctionnement du circuit de commande :



Passage de GV en PV en passant par arrêt.

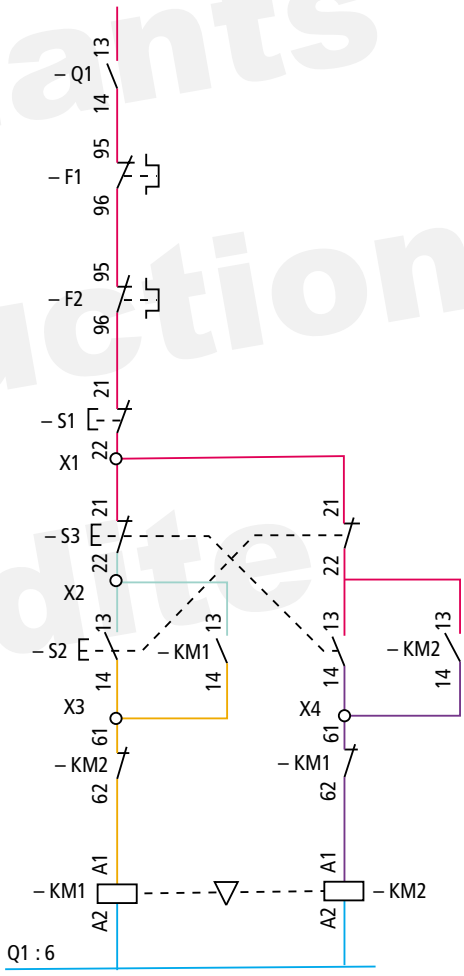
Vitesse 1 :
– Impulsion sur S2. Fermeture de KM1.
– Verrouillage de KM2 par KM1 (61 – 62).
– Auto-maintien de KM1 (13 – 14).

Vitesse 2 :
– Impulsion sur S3. Fermeture de KM2.
– Verrouillage de KM1 sur KM2 (61 – 62).
– Auto-maintien de KM1 (13 – 14).
– Arrêt : impulsion sur S1.

Remarque :
Les condamnations sont doubles, électrique et mécanique entre KM1 et KM2, pour éviter d'alimenter simultanément les deux enroulements.

1.2. Passage d'une vitesse à l'autre sans l'arrêt

Le fonctionnement du circuit de commande est identique, avec une particularité : le passage de PV en GV, ou de GV en PV, se fait par impulsion sur S3 ou S2. Le contact 21 – 22 de S2 ou de S3 provoque l'ouverture du contacteur.



Passage de GV en PV sans passer par arrêt.

2. Moteur à couplage de pôles (Dahlander)

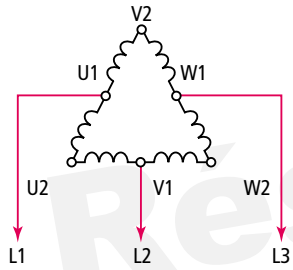
On réalise un moteur deux vitesses avec le même enroulement dans lequel on connecte à l'envers une bobine sur deux de chaque phase. Dans ce cas, on obtient deux vitesses dont l'une est double de l'autre, c'est le *montage Dahlander*.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

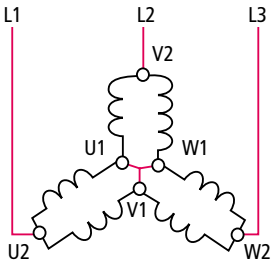
2.1. Principe

– En petite vitesse (PV), on a un couplage triangle série.



Couplage triangle série. Petite vitesse.

– En grande vitesse (GV), le couplage est étoile parallèle.



Couplage étoile parallèle. Grande vitesse.

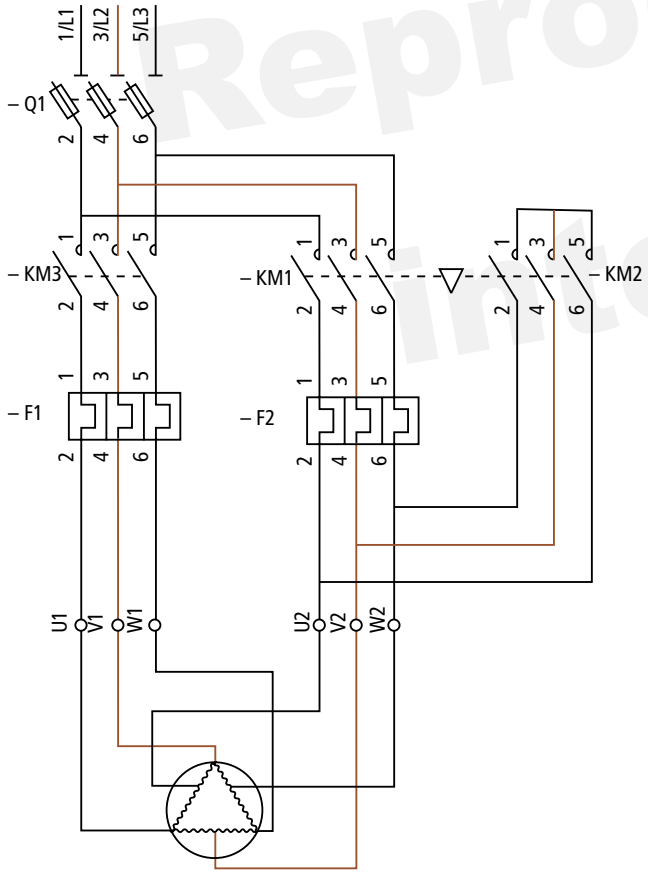
Ces deux couplages permettent d'avoir une tension adaptée des enroulements dans les deux vitesses.

Remarques :

– Les vitesses sont toujours dans le rapport de 1 à 2, par exemple 1 500/750 tr/min.

– La plaque à bornes ne comporte que six bornes, mais les repères sont différents des repères d'un moteur une vitesse.

2.2. Circuit de puissance



Circuit de puissance.

Fonctionnement du circuit de puissance :

– fermeture de KM1 : démarrage du moteur en PV ;

– fermeture de KM2 : couplage étoile des bornes PV du moteur et fermeture de KM3, démarrage du moteur en GV.

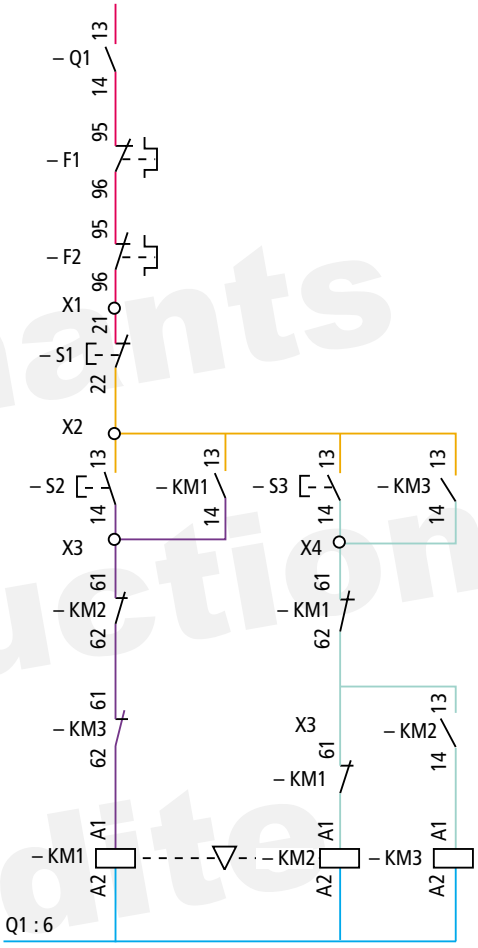
2.3. Circuit de commande

Fonctionnement du circuit de commande :

– Impulsion sur S2 (PV). Fermeture de KM1. Verrouillage de KM2 et KM3 par KM1 (61 – 62). Auto-maintien de KM1 (13 – 14).

– Impulsion sur S3 (GV). Fermeture de KM2. Verrouillage de KM1 par KM2 (61 – 62). Fermeture de KM3 par KM2 (13 – 14).

– Arrêt : impulsion sur S1.



Circuit de commande.

3. Freinage électrique

3.1. Freinage à contre courant

Après avoir isolé le moteur du réseau, alors qu'il tourne encore, on le reconnecte sur le réseau en sens inverse. Il faut couper le réseau avant que le moteur ne reparte en sens inverse. Au moment du freinage, les pointes de courant sont très élevées ; pour les diminuer, on peut insérer une résistance.

3.2. Freinage par injection de courant redressé

Après coupure du réseau, on envoie entre deux phases un courant redressé qui crée un flux fixe dans le circuit magnétique et qui a tendance à bloquer le rotor du moteur.

Pour obtenir un freinage convenable, le courant doit être environ de 1,3 fois le courant nominal.

Réservé aux enseignants Reproduction interdite

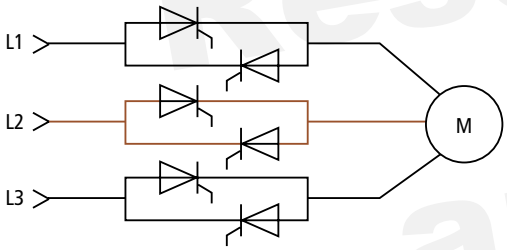
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

61 Démarrage par gradateur

1. Principe

Le gradateur est un appareil qui permet, à partir d'une source alternative, de convertir une tension sinusoïdale constante en une tension alternative de même fréquence, mais de valeur efficace variable.

Chaque phase d'alimentation du moteur est mise en série avec deux thyristors montés « tête-bêche », ou antiparallèle.



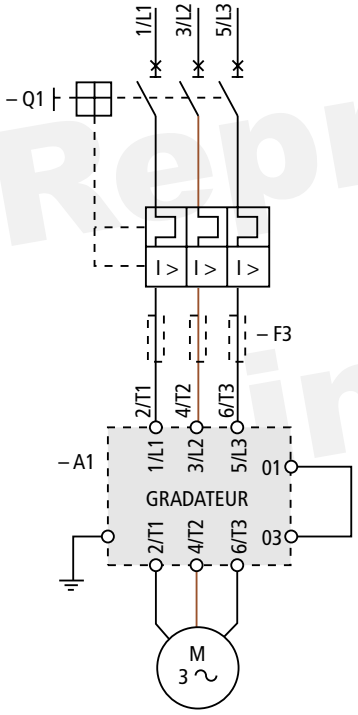
Gradateur triphasé.

Dans un montage tête-bêche de deux thyristors, un thyristor ne peut être amorcé tant que l'autre conduit (tension d'anode négative).

2. Démarreur progressif

2.1. Commande manuelle par disjoncteur moteur

Le disjoncteur assure la commande locale uniquement.



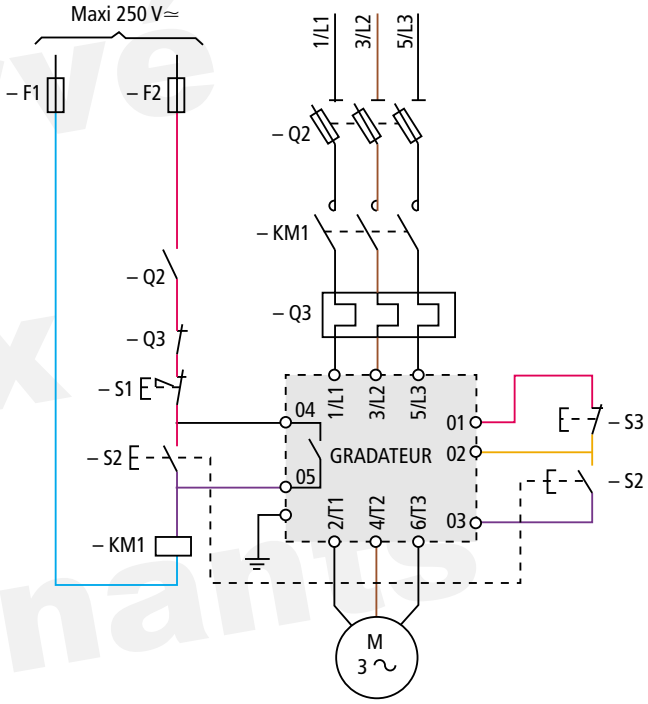
– Enclenchement et réarmement par action sur le bouton marche du disjoncteur.
– Déclenchement manuel par le bouton arrêt, ou automatique lors de l'action du magnéto-thermique.

Les protections contre les surcharges, et les courts-circuits sont assurées par le disjoncteur. Le gradateur se protège par un contrôle de surcharge électronique.

– La commande d'inversion de sens de marche s'effectue en montant un deuxième disjoncteur qui inverse deux phases. Un verrouillage mécanique est indispensable.

2.2. Commande automatique, par contacteur

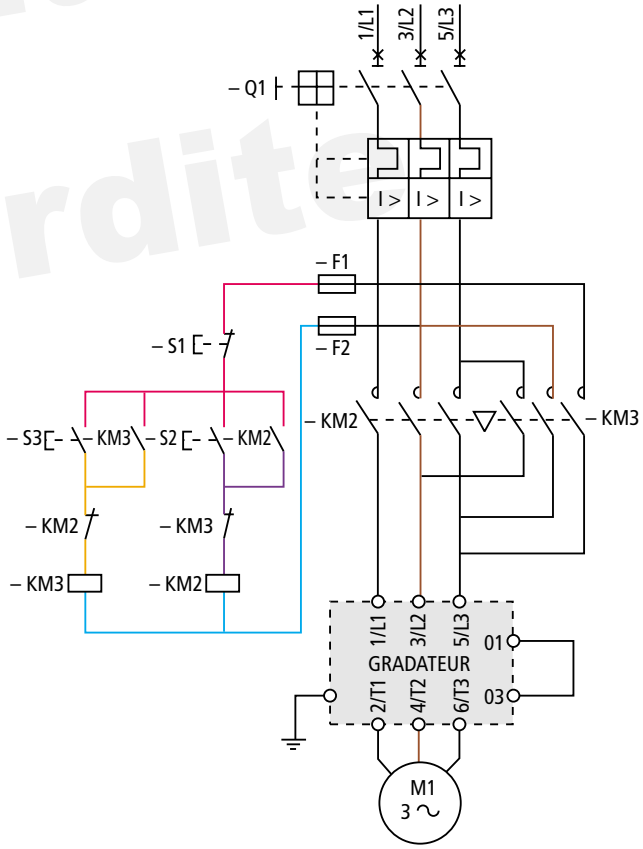
a) Circuit de puissance



Fermeture de KM1 ; KM1 met sous tension le gradateur et un contact auxiliaire donne l'ordre de marche. De ce fait, le contacteur ne s'enclenche pas sur courant élevé mais à courant nul.

b) Circuit de commande

– Enclenchement par action sur le bouton marche S2.
– Déclenchement manuel par bouton arrêt S1.



Commande avec inversion de sens.

Réserve aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

62 Variateur de vitesse

1. Principe

La variation de vitesse est obtenue par variation de la fréquence d'alimentation du moteur asynchrone. Le convertisseur de fréquence comporte un redresseur contrôlé, qui permet d'obtenir une tension variable, et un onduleur triphasé.

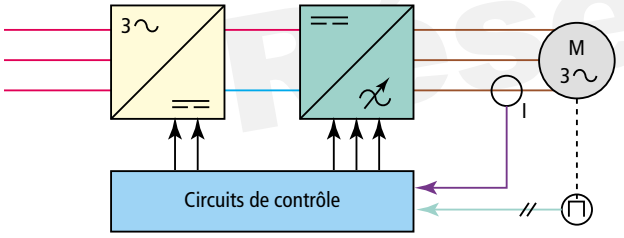
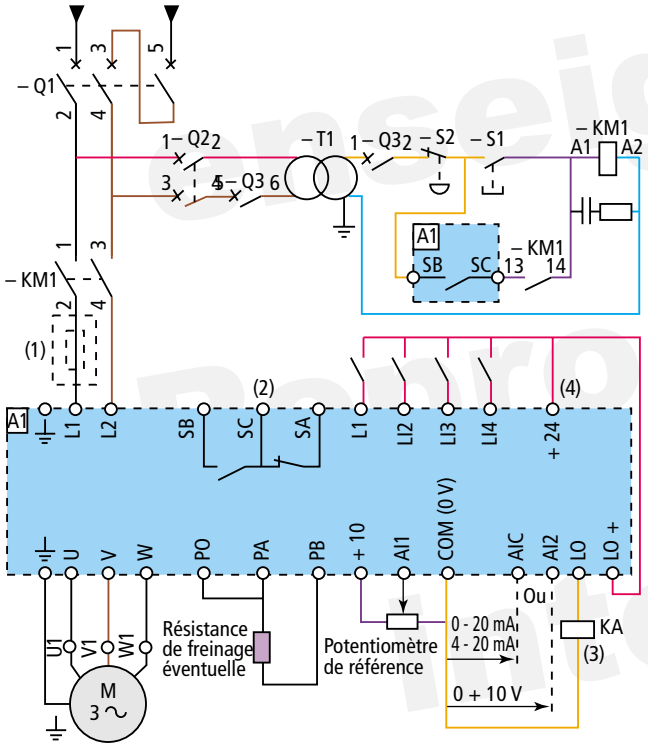


Schéma fonctionnel d'un variateur de vitesse.

2. Exemple de fonctionnement

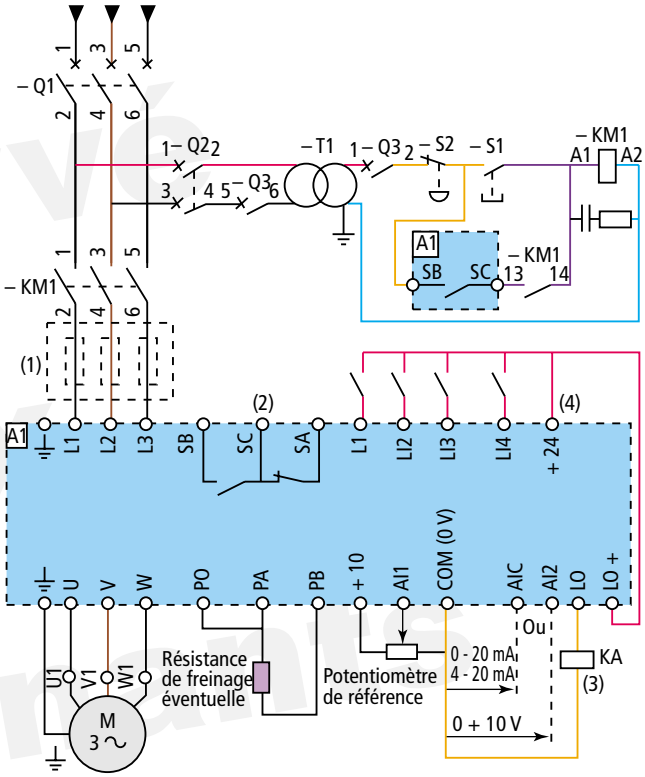
Le schéma de raccordement d'un variateur (Altivar 28 Schneider) est le suivant :



Alimentation monophasée.

2.1. Fonctionnement

– Impulsion sur S1. Fermeture de KM1 qui s'auto-maintient, si le variateur est prêt à démarrer, par les bornes SB – SC. Fermeture de LI2 pour que le moteur tourne dans un sens ou LI3 pour qu'il tourne dans l'autre sens.
– Réglage de vitesse par signal analogique en tension 0-10 V ou par potentiomètre sur la borne AI2, ou par signal analogique en courant 0-20 mA ou 4-20 mA sur la borne AIC, la borne COM étant commune.
– Arrêt normal par ouverture de LI2 ou LI3.
– Arrêt complet par action sur le bouton d'arrêt S2.
– En cas de coupure par SV – SC, l'alimentation de voyants par SA – SC permet d'afficher la cause du déclenchement sur le variateur.
– LO3 – LO2 – LO3 – LO4 sont des sorties logiques affectables pour des informations.



Alimentation triphasée.

2.2. Repérage des bornes

(1) Inductance de ligne éventuelle.
(2) Contacts du relais de sécurité ; pour signaler à distance l'état du variateur.
(3) Relais ou entrée d'automate – 24 V.
(4) Bornes d'entrées logiques alimentées en + 24 V interne. État 0 si U < 5 V, état 1 si U > 11 V.

En cas d'utilisation d'une source externe + 24 V, relier le 0 V de celle-ci à la borne COM, ne pas utiliser la borne + 24 V du variateur, et raccorder LO+ et le commun de entrées Li au + 24 V de la source externe.

Remarque :

Il est nécessaire d'équiper d'antiparasites tous les circuits inductifs proches d'un variateur ou couplés sur le même circuit, tel que relais, contacteurs, électrovannes, éclairage fluorescent…

3. Contrôle et protections

3.1. Protections assurées

– Contre les courts-circuits par le disjoncteur Q1.
– Le variateur assure sa protection interne contre les surcharges, les sous-tensions et surtensions, le déséquilibre et l'absence de phases.

3.2. Freinage

Il s'effectue par le variateur, par injection de courant continu dans le moteur, un module de freinage réalise un ralentissement contrôlé.

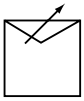
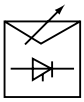
3.3. Contrôle vectoriel de flux

Il permet d'augmenter le couple du moteur asynchrone aux très basses vitesses. On peut aussi doubler la vitesse nominale.

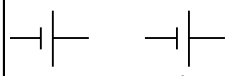
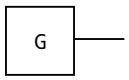
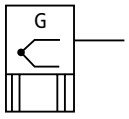
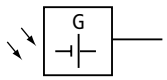
Réservé aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

63 Symboles de démarreurs, convertisseurs, générateurs

Démarreurs de moteurs NF EN 60 617-7	
Symbole	**Désignation**
	Démarreur de moteur, symbole général.
	Démarreur opérant par échelons, le nombre d'échelons peut être indiqué.
	Démarreur-régleur.
	Démarreur direct par contacteur pour deux sens de marche.
	Démarreur étoile triangle.
	Démarreur par autotransformateur.
	Démarreur-régleur par thyristors.
Anciens symboles NF C 03-206	
	Démarreur automatique, symbole général, la partie hachurée peut être remplacée par une surface pleine.
	Démarreur semi-automatique.
	Démarreur rhéostatique.
	Démarreur série-parallèle.
	Démarreur par changement du nombre de pôles. Exemple : 8/4 pôles.
	Exemple : Moteur asynchrone triphasé avec démarreur automatique par contacteur pour les deux sens de marche avec mise à l'arrêt automatique. Démarreur rotorique rhéostatique automatique à 4 échelons.

Convertisseurs de puissance NF EN 60 617-6	
Symbole	**Désignation**
	Convertisseur, symbole général.
	Convertisseur de courant continu.
	Redresseur.
	Redresseur en couplage à double voie (en pont).
	Onduleur.
	Redresseur / Onduleur.

Générateurs et piles NF EN 60 617-6	
Symbole	**Désignation**
	Élément de pile ou d'accumulateur, trait long pôle positif, trait court pôle négatif.
	Batterie d'accumulateurs ou de piles. On peut indiquer le nombre d'éléments, la tension et la nature des éléments.
	Générateur, symbole général.
	Générateur thermo-électrique à source de chaleur.
	Générateur photo-voltaïque.
	Générateur tournant à courant continu.
	Générateur tournant à courant alternatif.

Réserve aux enseignants Reproduction interdite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر