



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد

Université D'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي

Institut de Maintenance et Sécurité Industrielle



Département de Maintenance en Instrumentation

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Ingénierie de la Maintenance en Instrumentation

**Thème : Etude et Réalisation d'un Circuit de Protection
Contre les Surtensions et les Sous-Tensions**

Présenté par :

- *CHENNOUF SOUFYANE*
- *BEKHADDA AKRAM*

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
TITAH Mawloud	MCB	Université d'Oran2 /IMSI	Président
HASSINI Abdelatif	professeur	Université d'Oran2 /IMSI	encadreur
BELABBES Abdalah	MCB	Université d'Oran2 /IMSI	examinateur

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant tout nous tenons tout d'abord à remercier notre dieu tout puissant de nous avoir donné, la force et le courage, la santé, les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Nous remercions notre promotrice monsieur ***HASSINI Abdelatif*** pour ses précieuses orientations, son aide et ses conseils tout au long de ce projet.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et respects à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Nos remerciements les plus chaleureux vont à nos chères **FAMILLES** pour leurs encouragements, leur patience et leur grand soutien durant toutes ces années d'études.

Enfin, un remerciement tout particulier à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Sommaire

Sommaire	3
Liste des Figures	8
Liste des Tableaux	10
Introduction générale	12
Chapitre I : Généralité sur la protection des circuits électriques	
1- Introduction	14
2- Dispositifs De Protection Des Circuits	15
3-conditions de circuit nécessitant des dispositifs de protection	15
3.1-Court-circuit direct	16
3.2-Courant excessif	17
3.3- Chaleur excessive	17
4- Dispositifs De Protection Des Circuits	17
4.1-Fusibles	18
4.1.1 Définitions	18
4.1.2- Types De Fusibles Et Normes De Fabrication	19
4.1.3- Caractéristiques d'un fusible	20
4.2- Disjoncteur	20
4.2.1- Définition	20
4.2.2- Le Rôle Du Disjoncteur Electrique	20
4.2.3- Méthode De Détection Des Défauts D'un Disjoncteur	21
4.2.3.1- Disjoncteurs Electroniques	21
4.2.3.2-Disjoncteurs Magnétothermiques	21
4.2.3.3-Disjoncteurs Thermiques	22
4.2.4- Utilisation Des Disjoncteurs De Protection De Circuits	22

4.2.5-La relation entre Fusible Et Disjoncteur	23
4.2.6-Fonctionnement D'un Disjoncteur En Cas De Défaut	23
4.2.7- Mode De Fonctionnement	23
4.3- Transformateur	24
4.3.1- Définition	25
4.3.2- Les Applications Des Transformateurs	25
4.3.3- Principe De Fonctionnement	25
4.3.4- Transformateur parfait ou idéal.....	26
4.3.5- Les Différents Types De Transformateurs.....	27
4.4- Les Relais	27
4.4.1- Définition	27
4.4.2- Catégories De Relais.....	28
4.4.3- Comment les relais sont-ils classés ?.....	29
a) Caractéristiques D'entrée.....	29
b) Principe De Fonctionnement Ou Caractéristiques Structurales	29
c) Caractéristiques de performance.....	29
4.4.4- Le Type De Relais De Protection Utilisés.....	29
a) Relais De Protection Numériques	29
b) Relais Electromécaniques	29
4.4.5- Types De Transformateurs De Mesure	30
4.4.6-Les systèmes de relais de protection et leur conception	30
4.4.7- Applications D'un Relais	30
4.5- Les Optocoupleurs	31
4.5.1- Définition	31
4.5.2- Caractéristiques Electriques D'un Optocoupleur	31
4.5.3- Symbole De L'optocoupleur	32
4.5.4- Principe De Fonctionnement De L'optocoupleur	32

4.5.6- Tension D'isolation De L'optocoupleur	33
4.5.7- Applications Des Optocoupleurs	33
Conclusion	33

Chapitre II : Etude D'un Circuit De Protection Contre Les Surtensions Et Les Sous-tensions

Introduction.....	35
1- Surtension	35
Généralités.....	35
1.1- Définition.....	35
1.2- Causes De Surtension.....	37
1.3- Surtensions Internes.....	37
1.4- Surtensions Externes.....	38
1.4.1 -Les Surtensions Externes Atmosphériques.....	38
1.5- Surtensions De Commutation	39
1.6- Surtensions De Foudre	40
2- Sous-tension.....	41
2.1- Effets Des Fluctuations De Tension.....	42
2.1.1- Les Appareils Sans Moteur Et Leur Comportement Face Aux Fluctuations De Tension	42
2.1.2- Les Appareils A Moteur Et Leur Comportement Aux Variations De Tension	42
2.2- Effets D'une Basse Tension Sur Les Moteurs	43
2.3- Effets De La Haute Tension Sur Les Moteurs.....	44
2.4- Déséquilibre De Tension.....	44
2.5- Solutions Adoptées.....	45
Conclusion	51

Chapitre III : Réalisation D'un Circuit De Protection Contre Les Surtensions Et Les Sous-tensions

Introduction.....	52
1- Schéma Fonctionnel	52
2- Travail	52
3.1- Conception Des Circuits	53
1.2 .Présentation Du Proteus.....	54
3.2- Conception Des Simulation	54
4 -Protection Contre Les Sur Tension Et Sous-Tensions Des Appareils Electriques	57
4.1-Fonctionnement Des Circuits	57
4.2- Protection De Sur Tension	57
4.3- Protection Contre Les Sous-tensions	58
5- Implémentation Matérielle	59
5.1- Sélection Et Description Des Composants	60
5.2.-- Détails Matériels Du System.....	60
5.2.1- Transformateur	60
5.2.2- Principe Du Transformateur.....	60
5.2.3- Tensions et courants primaires et secondaires	60
5.2.4- Caractéristiques techniques d'un transformateur	58
5.2.2- Pont redresseur à diodes	59
a) Le redresseur est classé en trois types	59
b) Construction.....	60
c) Travail.....	60
d) La forme d'onde de sortie du pont redresseur est illustrée à la figure	61
e) Avantage.....	61
f) Désavantage.....	61

5.2.3- IC LM324.....	62
a) Le schéma des broches du CI LM324 est illustré ci-dessous	62
b) Caractéristiques	63
c) Précautions De Sécurité	63
5.2.4- LM7812	63
a) Description du LM7812	64
b) Caractéristiques Du Circuit Intégré LM7812 / Spécifications Techniques	64
c) Circuit D'alimentation Réglable/Variable LM7812	65
5.2.5 -Diode Zener	65
5.2.6 - RELAIS	67
5.2.6- Potentiomètre	70
a) Brochage Du Potentiomètre	70
5.2.7- Transistor	71
5.2.8- Condensateurs et résistances utilises.....	72
5.2.9- Condensateurs.....	72
5.2.11 Conception matériel	73
Conclusion	76
Conclusion générale	77
ANEXE	78
Annexe 1.....	79
Annexe 2	81

Liste des figures

Figure 1 : Fusibles typiques et symboles schématiques.....	19
Figure 2 : Position 1 – ON à gauche, Position 0 – OFF à droite.....	23
Figure 3 : Velleman TRANSFORMATEUR Chassis Ouvert 12VA 1 x 12V 1000mA.....	24
Figure 4 : Le transformateur.....	26
Figure 5 : Relais de protection de surtension FKM-05.....	28
Figure 6 : Photocoupleur	31
Figure 7 : Symbole d'un optocoupleur.....	32
Figure 8 : optocoupleurs	33
Figure 9 : exemple de surtension	35
Figure 10 : Évolution de la surtension de foudre	41
Figure 11 : Forme D'onde Pour Sous-tension	41
Figure 12 : Schéma fonctionnel du système de protection[1]	52
Figure 13 : Schéma de circuit du système de protection [1]	54
Figure 14 : création d un projet.....	54
Figure15 :configuration de projet.....	55
Figure16 :pcb de projet	55
Figure 17 : Schéma de simulation proteus[1]	56
Figure 18 : SOUS TENSION ET SURTENSION	59
Figure 19 : Pont redresseur (demi-cycle positif)	60
Figure 20 : sortie du pont redresseur	61
Figure 21 : Configuration des broches LM324	62
Figure 22: IC 7812	64
Figure 23 : Le schéma ci-dessous montre une puissance réglable ou variable	65

Figure 24 : Diode Zener	65
Figure 25: Characteristic curve of Zener Diode	66
Figure 26 : Relais	68
Figure 27 : Relais connecte avec lampe.....	68
Figure 28: Potentiomètre	70
Figure 29: Pin Out of Potentiometer	70
Figure 30: BC548 Transistor Pinout	72
Figure.31 : connexions matérielles	73
Figure 31 : Schéma fonctionnel interne	78
Figure 32 : la sous tension	74
Figure 33 : la sur tension	75
Figure 34 : sur tension normal 220V.....	76
Figure 35 schéma fonctionnel interne.....	80
Figure 36 : régulateur de tension7812.....	81

Liste des tableaux

Tableau I-1 Caractéristiques des différents types de surtensions [16].....	30
Tableau 2 : ELICRICITIE LM324	80

Introduction générale

Introduction générale :

La surtension et la sous-tension sont des problèmes de qualité, elles surviennent pour de nombreuses raisons. Les effets de la surtension et de la sous-tension peuvent être graves et peuvent provoquer une défaillance de l'isolation en cas de surtension et une surchauffe et brûler les bobines des moteurs en cas de sous-tension. Pour résoudre le problème, un mécanisme de déclenchement est conçu pour déconnecter la charge lorsqu'elle est soumise à un fonctionnement en surtension, sous-tension ou déséquilibre dans le cas d'équipements triphasés. La conception est d'abord simulée dans un environnement virtuel à l'aide d'un programme de simulation, puis une conception matérielle est réalisée en fonction du circuit simulé. Deux conceptions sont réalisées en monophasé et en triphasé, seule la monophasée est conçue comme matériel. Les circuits ont répondu efficacement aux variations de tension, qu'il s'agisse de sous ou de surtension dans le cas d'un circuit monophasé, et de surtension, sous-tension, défaillance de phase et fonctionnement en déséquilibre dans le cas d'un circuit triphasé. L'affichage à cristaux liquides indique l'état de fonctionnement du système, qu'il fonctionne normalement ou en cas de panne.

Cette étude vise à étudier les causes et les effets d'une augmentation et d'une diminution de la tension sur les appareils électriques, en particulier les charges inductives et résistives. Un mécanisme a été établi pour déconnecter les charges de la source en cas d'augmentation ou de diminution de la tension dans le cas d'appareils monophasés, et pour déconnecter les charges triphasées en cas d'augmentation, de diminution ou de différence des tensions. des phases ou de l'une des phases. Le circuit conçu a répondu efficacement à l'augmentation ou à la diminution de la tension et l'état de fonctionnement est affiché à l'écran.

Notre travail que nous présentons dans cette thèse est structuré en trois chapitres.

- Dans le premier chapitre nous donnerons un aperçu sur la protection du circuit électrique.
- Dans le second chapitre, Nous étudions sous effort et effort excessif, leurs causes et les solutions possibles pour éviter les problèmes dans les appareils
- Dans le troisième chapitre, réalisation d'un circuit qui protège les appareils contre les surtensions et les sous-tensions

Chapitre I :

Généralité Sur La Protection Des Circuit Electriques

1- INTRODUCTION

L'équipement électrique moderne continue de gagner en complexité et en importance dans les secteurs industriels, commerciaux et installations résidentielles. Cet équipement est souvent considéré comme critique pour le fonctionnement normal du système. En tant que tel, l'importance de la protection des circuits et de la protection globale de l'équipement continue d'augmenter et constitue un sujet important comprendre.

Déterminer si un circuit est correctement protégé peut nécessiter une vue d'ensemble de la distribution électrique système, depuis le courant de défaut disponible à la source d'alimentation jusqu'à l'équipement terminal connecté au système.

La protection du circuit comprend la protection contre les conditions de surcharge de l'équipement, les sous-tensions et les surtensions conditions, défauts à la terre et courts-circuits. Bien que mandaté par le code pour toute installation électrique, le bon la mise en œuvre de produits de protection de circuit peut parfois prêter à confusion. Parfois, cette confusion entraîne produits de protection de circuit qui est installés dans des circuits où leur utilisation n'est pas appropriée.

Du point de vue de la conception des machines, les ingénieurs système et les concepteurs d'équipements doivent choisir les dispositifs de protection appropriés pour maintenir la sécurité et la fiabilité de leurs produits. Les dispositifs de protection de circuit protègent les systèmes coûteux en déconnectant rapidement l'alimentation des composants en cas de condition de fonctionnement anormale. Même si des conseils existent sous la forme de divers codes électriques, la grande variété d'offres de produits peut rendre difficile la sélection appropriée des dispositifs de protection de circuit. Une compréhension des types de circuits et des produits de protection des circuits est essentielle pour parvenir à leur application appropriée. Les produits abordés dans ce livre blanc incluent les disjoncteurs fabriqués conformément à la norme UL 4891, les protecteurs supplémentaires fabriqués conformément à la norme UL 10772 et les contrôleurs de moteur manuels tels que définis dans la norme UL 5083. L'application et l'utilisation du produit sont expliquées comme adaptées aux installations nord-américaines. [1]

2- Dispositifs De Protection Des Circuits

L'électricité, comme le feu, peut être soit utile, soit nocive pour ceux qui l'utilisent. Un feu peut garder les gens au chaud et à l'aise lorsqu'il est confiné dans un feu de camp ou une fournaise. Il peut être dangereux et destructeur s'il est en liberté et incontrôlé dans les bois ou dans un bâtiment. L'électricité peut fournir aux gens la lumière pour lire ou, en un éclair aveuglant, détruire leur vue. Cela peut aider à sauver la vie des gens, ou cela peut les tuer. Alors que nous profitons des avantages considérables que l'électricité peut apporter, nous devons veiller à protéger les personnes et les systèmes qui l'utilisent.

Il est donc nécessaire que la force puissante de l'électricité soit maintenue sous contrôle à tout moment. Si pour une raison ou pour une autre, il devait devenir incontrôlable, il doit y avoir une méthode de protection des personnes et des équipements. Des dispositifs ont été développés pour protéger les personnes et les circuits électriques contre les courants et les tensions en dehors de leurs plages de fonctionnement normales. Quelques exemples de ces appareils sont présentés dans ce chapitre.

Pendant que vous étudiez ce chapitre, gardez à l'esprit qu'un dispositif de protection de circuit est utilisé pour maintenir un courant, une tension ou une surtension indésirable hors d'une partie donnée d'un circuit électrique.[2]

3-Conditions De Circuit Nécessitant Des Dispositifs De Protection

Comme cela a été mentionné, de nombreuses choses peuvent arriver aux circuits électriques et électroniques après leur utilisation. Le chapitre 1 de ce module contient des informations vous montrant comment mesurer les caractéristiques du circuit pour vous aider à déterminer les changements qui peuvent se produire. Certains des changements dans les circuits peuvent provoquer des conditions dangereuses pour le circuit lui-même ou pour les personnes vivant ou travaillant à proximité des circuits. Ces conditions potentiellement dangereuses nécessitent une protection du circuit. Les conditions qui nécessitent une protection de circuit sont les courts-circuits directs, le courant excessif et la chaleur excessive.

3.1-Court-Circuit Direct

L'un des problèmes les plus graves pouvant survenir dans un circuit est un COURT-CIRCUIT DIRECT. Un autre terme utilisé pour décrire cette condition est un COURT-CIRCUIT. Les deux termes signifient la même chose et, dans ce chapitre, le terme court-circuit direct sera utilisé. Ce terme est utilisé pour décrire une situation dans laquelle un point du circuit, où la pleine tension du système est présente, entre en contact direct avec la terre ou le côté retour du circuit. Cela établit un chemin pour le flux de courant qui ne contient que la très petite résistance présente dans les fils transportant le courant.

Selon la loi d'Ohm, si la résistance dans un circuit est extrêmement faible, le courant sera extrêmement important. Par conséquent, lorsqu'un court-circuit direct se produit, il y aura un très grand courant à travers les fils. Supposons, par exemple, que les deux fils d'une batterie à un moteur soient entrés en contact l'un avec l'autre. Si les fils étaient dénudés au point de contact, il y aurait un court-circuit direct. Le moteur s'arrêterait de tourner car tout le courant passerait par le court-circuit et aucun par le moteur. La batterie se déchargerait rapidement (peut-être en ruine) et il pourrait y avoir un risque d'incendie ou d'explosion.

Les câbles de batterie dans notre exemple seraient de gros fils capables de transporter de forts courants. La plupart des fils utilisés dans les circuits électriques sont plus petits et leur capacité de transport de courant est limitée. La taille du fil utilisé dans un circuit donné est déterminée par des considérations d'espace, des facteurs de coût et la quantité de courant que le fil est censé transporter dans des conditions de fonctionnement normales. Tout flux de courant largement supérieur à la normale, comme il y en aurait dans le cas d'un court-circuit direct, provoquerait une génération rapide de chaleur dans le fil.

Si le flux de courant excessif causé par le court-circuit direct n'est pas contrôlé, la chaleur dans le fil continuera d'augmenter jusqu'à ce qu'une partie du circuit brûle. Peut-être qu'une partie du fil fondra et ouvrira le circuit de sorte que rien ne soit endommagé autre que le fil impliqué. La probabilité existe, cependant, que des dommages beaucoup plus importants en résulteront. La chaleur dans le fil peut carboniser et brûler l'isolant du fil et celui des autres fils qui y sont associés, ce qui peut provoquer davantage de courts-circuits. Si une fuite de carburant ou d'huile se trouve à proximité de l'un des fils chauds, un incendie catastrophique pourrait se déclencher.

3.2-Courant Excessif

Il est possible que le courant du circuit augmente sans court-circuit direct. Si une résistance, un condensateur ou une inductance change de valeur, l'impédance totale du circuit changera également de valeur. Si une résistance diminue en valeur ohmique, la résistance totale du circuit diminue. Si un condensateur a une fuite diélectrique, la réactance capacitive diminue. Si un inducteur a un court-circuit partiel de son enroulement, la réactance inductive diminue. Chacune de ces conditions entraînera une augmentation du courant du circuit. Étant donné que le câblage et les composants du circuit sont conçus pour résister au courant de circuit normal, une augmentation du courant entraînerait une surchauffe (comme dans le cas d'un court-circuit direct). Par conséquent, un courant excessif sans court-circuit direct causera les mêmes problèmes qu'un court-circuit direct.

3.3- Chaleur Excessive

Comme vous l'avez lu, la plupart des problèmes liés à un court-circuit direct ou à un courant excessif concernent la chaleur générée par le courant plus élevé. Les dommages aux composants du circuit, la possibilité d'incendie et la possibilité que des fumées dangereuses soient émises par les composants électriques sont les conséquences d'une chaleur excessive. Il est possible qu'une chaleur excessive se produise sans court-circuit direct ou courant excessif. Si les roulements d'un moteur ou d'un générateur tombaient en panne, le moteur ou le générateur surchaufferait. Si la température autour d'un circuit électrique ou électronique devait augmenter (à cause d'une panne d'un système de refroidissement par exemple), une chaleur excessive serait un problème. Quelle que soit la cause, si une chaleur excessive est présente dans un circuit, il existe un risque de dommages, d'incendie et de fumées dangereuses.[2]

Pourquoi les dispositifs de protection de circuit sont-ils nécessaires ?

4- Dispositifs De Protection Des Circuits

Toutes les conditions mentionnées sont potentiellement dangereuses et nécessitent l'utilisation de dispositifs de protection de circuit. Les dispositifs de protection de circuit sont utilisés pour arrêter le flux de courant ou ouvrir le circuit. Pour ce faire, un dispositif de protection de circuit doit TOUJOURS être connecté en série avec le circuit qu'il protège. Si la protection est connecté en parallèle, le courant circulera simplement autour du dispositif de protection et continuera dans le circuit.

Un dispositif de protection de circuit fonctionne en ouvrant et en interrompant le courant vers le circuit. L'ouverture d'un dispositif de protection indique que quelque chose ne va pas dans le circuit et doit être corrigé avant que le courant ne soit rétabli. Lorsqu'un problème existe et que le dispositif de protection s'ouvre, le dispositif doit isoler le circuit défectueux des autres circuits non affectés et doit réagir à temps pour protéger les composants non affectés du circuit défectueux. Le dispositif de protection ne doit PAS s'ouvrir pendant le fonctionnement normal du circuit.

Les types de dispositifs de protection de circuit abordés dans ce chapitre sont le

4.1-Fusibles

4.1.1 Définitions

Un fusible est le dispositif de protection de circuit le plus simple. Il tire son nom du mot latin "fusus", qui signifie "fondre". Les fusibles ont été utilisés presque dès le début de l'utilisation de l'électricité. Le premier type de fusible était simplement un fil nu entre deux connexions. Le fil était plus petit que le conducteur qu'il protégeait et, par conséquent, fondrait avant que le conducteur qu'il protégeait ne soit endommagé. Certains types de "fusibles en cuivre" sont encore utilisés, mais la plupart des fusibles n'utilisent plus le cuivre comme élément fusible (la partie du fusible qui fond). Après être passé du cuivre à d'autres métaux, des tubes ou des enceintes ont été développés pour contenir le métal en fusion. Le fusible inclus a rendu possible l'ajout d'un matériau de remplissage, qui aide à contenir l'arc qui se produit lorsque l'élément fond. Pour de nombreuses utilisations à faible puissance, le matériau plus fin n'est pas nécessaire. Un simple tube de verre est utilisé. L'utilisation d'un tube en verre donne l'avantage supplémentaire de pouvoir voir quand un fusible est ouvert. Les fusibles de ce type se trouvent couramment dans les circuits d'éclairage automobile.[2]

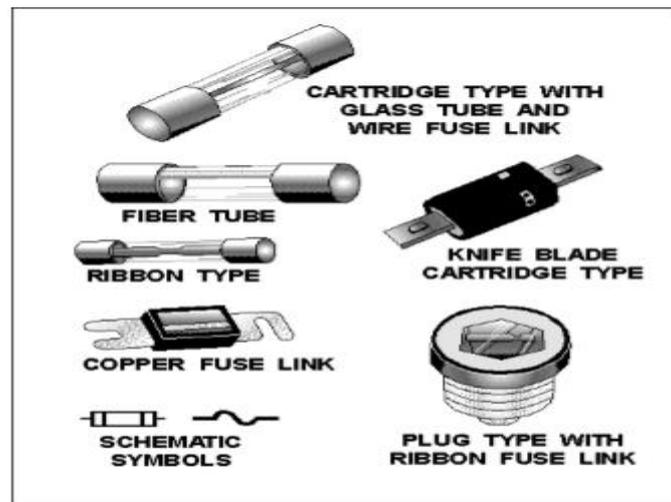


Figure 1 : Fusibles typiques et symboles schématiques

4.1.2- Types De Fusibles Et Normes De Fabrication

Les fusibles sont visibles dans presque toutes les anciennes installations électriques. Le fonctionnement de ces dispositifs est régi par la norme CEI 60269. Cette norme règlemente trois modes de fonctionnement :

- **Fusible gG** : très courant sur les installations domestiques, il offre une protection contre les courts-circuits et les surcharges.
- **Fusible aM** : utilisé uniquement contre les courts-circuits, par exemple dans les moteurs et les circuits primaires des transformateurs.
- **Fusible ultra-rapide** : conçu pour protéger les semi-conducteurs.

Il existe **différents types de fusibles** selon leur forme et leur format. Généralement, un fusible prend la forme d'un cylindre en céramique (surtout pour les circuits électroniques) ou en verre (sur les tableaux électriques, à l'intérieur des prises, etc.), dont le centre est traversé par un filament en métal.

On retrouve d'autres types de fusibles comme ceux à languette ou ceux à lamelle. Ces derniers sont surtout installés sur les systèmes de démarrage des automobiles. Enfin, certains fusibles récents intègrent un composant explosif qui éclate lorsque l'intensité du courant est trop élevée. [4]

4.1.3- Caractéristiques D'un Fusible

- Tension nominale : 250, 400, 500, 660V.
- Courant nominal (I_n) : c'est le calibre du fusible ou de la cartouche de remplacement
- Courant de non fusion (I_{nf}) : c'est la valeur du courant qui peut être supporté par l'élément fusible pendant un temps conventionnel sans fondre.
- Courant de fusion (I_f) : c'est la valeur du courant qui provoque la fusion du fusible avant la fin du temps conventionnel.
- Durée de coupure : c'est le temps qui s'écoule entre le moment où commence à circuler un courant suffisant pour provoquer la fusion et la fin de fusion.
- Pouvoir de coupure : c'est la plus grande valeur du courant de court-circuit qu'un fusible peut interrompre sous sa tension nominale.
- Zone de fonctionnement : C'est l'intervalle du temps entre le début et la fin de la fusion[3]

4.2- Disjoncteur

4.2.1- Définition

Le disjoncteur est un appareil qui permet de couper l'électricité en cas de court-circuit ou de surintensité. Il en existe de plusieurs sortes et ils sont disposés sur le tableau électrique de l'installation. Quand le disjoncteur saute, il convient de rechercher le problème avant de le réarmer.

4.2.2- Le Rôle Du Disjoncteur Electrique

Un disjoncteur fonctionne de la même manière qu'un interrupteur, mais il se déclenche automatiquement. Tous les circuits électriques et tous les appareils sont reliés obligatoirement à un disjoncteur du tableau électrique qui les protège des courts-circuits. Un court-circuit se produit quand deux conducteurs de polarité différente se touchent, générant ainsi une surintensité excessive. Quand tout se passe bien, le courant passe par le disjoncteur sans être interrompu. Si un court-circuit se produit, une bobine détecte la surintensité et crée un champ magnétique qui ouvre les contacts du disjoncteur.

Le disjoncteur protège aussi contre les surcharges. Chaque circuit est prévu pour supporter une intensité déterminée. En cas de dépassement, les conducteurs s'échauffent et le risque d'incendie augmente. Dans le disjoncteur, le courant en surcharge traverse un dispositif thermique qui se déforme progressivement et finit par provoquer l'ouverture du circuit.[5]

4.2.3- Méthode De Détection Des Défauts D'un Disjoncteur

Les disjoncteurs de protection de circuits constituent une mesure importante pour assurer une disponibilité élevée de l'installation. En cas de surcharge et de court-circuit, ils coupent le circuit défectueux de manière sélective. Toutes les autres parties de l'installation continuent de fonctionner. Les disjoncteurs de protection de circuits existent dans différentes technologies. On distingue donc les disjoncteurs de protection de circuits électroniques, magnétothermiques et thermiques. Les différences résident dans la technique de déclenchement utilisée et dans leur comportement de déclenchement. Selon le domaine d'utilisation et les tâches à effectuer, les disjoncteurs de protection de circuits peuvent être utilisés de façon ciblée.

Les caractéristiques déterminent le déclenchement des différents disjoncteurs de protection de circuits.

4.2.3.1- Disjoncteurs Electroniques

Les disjoncteurs de protection de circuits électroniques disposent d'une limitation de courant active. La planification quasi complète d'une alimentation en courant continu est ainsi possible. De plus, la limitation de courant active permet des lignes plus longues entre l'alimentation et la charge. En cas de court-circuit, ces disjoncteurs se déclenchent dans un délai d'environ 100 à 800 millisecondes. Cela évite d'interrompre la tension de sortie sur le bloc d'alimentation. À l'aide d'un capteur intégré, le courant présent est mesuré en permanence et coupé dans l'espace de quelques millisecondes en cas de courant de surcharge ou de court-circuit.

4.2.3.2-Disjoncteurs magnétothermiques

Le disjoncteur magnétothermique est doté de deux mécanismes de déclenchement. La partie thermique du mécanisme, sous la forme d'une bilame, réagit de façon temporisée aux surcharges présentes. Le déclenchement magnétique, qui déclenche un noyau plongeur ou une armature mobile via une bobine d'excitation et coupe ainsi le courant présent, réagit en quelques millisecondes à des courants élevés de surcharge ou de court-circuit.

2-3-Disjoncteurs thermiques

Les disjoncteurs de protection de circuits thermiques se déclenchent par échauffement d'un élément traversé par le courant. Ces éléments thermique sont composés d'une bilame thermique en acier et en zinc qui se dilate et se déforme sous l'effet de la chaleur. Cette bilame se présente sous la forme d'une bande à encliquetage avec un mécanisme de contact par tension à ressort distinct ou sous la forme d'une rondelle à cliquet sur laquelle un contact est directement fixé. Les disjoncteurs de protection de circuits avec rondelle à cliquet sont légèrement plus rapides que ceux avec bande bilame. Un simple bouton permet d'activer et de désactiver les disjoncteurs de protection de circuits thermiques, mais aussi de les réarmer après déclenchement. Ils sont une alternative pratique et abordable pour les applications pour lesquelles un déclenchement rapide n'est pas absolument indispensable.[6]

4.2.4- Utilisation Des Disjoncteurs De Protection De Circuits

Les disjoncteurs de protection de circuits sont utilisés dans des installations de fabrication et des machines de montage, afin de protéger de façon sélective les différents utilisateurs contre les surcharges et les courts-circuits. Pour protéger correctement une installation contre les surintensités, il convient de déterminer quelles parties doivent être protégées avec quel disjoncteur. Tous les disjoncteurs ne conviennent pas pour toutes les applications. Afin de sélectionner le disjoncteur de protection de circuits le plus approprié pour une application, il convient de tenir compte de l'intensité nominale et, le cas échéant, du courant de démarrage de la charge.

4.2.5- La Relation Entre FUSIBLE Et DISJONCTEUR

Les fusibles présentent l'*inconvenient* de ne servir qu'une seule fois. Ainsi, si votre fusible saute, il doit être remplacé par un neuf. Par ailleurs, pour certains types de fusibles, le fil n'est pas visible. En cas de coupure de courant, il est nécessaire de les tester un à un pour déterminer si l'un d'entre eux est responsable de l'ouverture du circuit. Par contre, les disjoncteurs sont réarmables à volonté et réutilisables. Ces derniers correspondent à des interrupteurs conçus pour couper le circuit quand l'intensité du courant dépasse le seuil limite.

4.2.6- Fonctionnement D'un Disjoncteur En Cas De Défaut

Lorsqu'il y a danger en électricité, il faut l'écarter rapidement et mettre en sécurité la partie impactée par ce danger. Le disjoncteur, qui protège donc comme je l'ai expliqué contre les courts-circuits et les surcharges, va entrer en action en isolant électriquement la partie où se situe le défaut Concrètement, il va **sectionner le passage du courant** en ouvrant mécaniquement les pôles de connexion électrique.[5]



Figure 2 : Position 1 – ON à gauche, Position 0 – OFF à droite

Visuellement, lors d'une panne, la manette de manœuvre de l'appareil est positionnée sur OFF ou (selon constructeur).

4.2.7-Mode De Fonctionnement

Dans une résidence, le compteur est relié au disjoncteur général qui protège contre les surcharges et les courts-circuits. Si trop d'appareils sont en marche simultanément, la puissance souscrite par l'abonné peut être dépassée et entraîner la coupure générale. Des disjoncteurs divisionnaires sont reliés à chaque zone de l'habitation.

Il existe également des disjoncteurs différentiels qui protègent les personnes lorsqu'elles sont en contact avec des masses métalliques qui sont mises sous tension de façon accidentelle. Si les masses des appareils sont correctement reliées à la terre, alors le différentiel va détecter la différence d'intensité et couper le circuit électrique. Pour remettre l'électricité, il suffit de réarmer le disjoncteur, à condition d'avoir préalablement détecté et supprimé la fuite de courant.

Une installation électrique bien protégée compte un nombre de disjoncteurs important. Plus ou moins sensibles, ils permettront de parfaitement protéger les biens comme les personnes. Enid vous recommande une vérification périodique du bon fonctionnement des disjoncteurs.

4.3- Transformateur

4.3.1- Définition

Le transformateur permet de transférer de l'énergie (sous forme alternative) d'une source à une charge, tout en modifiant la valeur de la tension. La tension peut être soit élevée ou abaissée selon l'utilisation voulue. Le changement d'un niveau de tension à un autre se fait par l'effet d'un champ magnétique.



Figure 3 : Transformateur Velleman 12VA 1 x 12V 1000mA

4.3.2- Les Applications Des Transformateurs

4.3.2. 1- Electronique

- (a) alimentation a basse tension
- (b) adaptation d'impédance

4.3.2.2- Electrotechnique

- (a) transformation de la tension pour le transport et la distribution d'électricité
- (b) alimentation a basse tension (par exemple, lampes hallogènes)

4.3.2.3- Mesure

- a) transformateurs d'intensité de courant
- b) transformateurs de potentiel

Il y a deux types principaux de transformateurs, le type cuirasse et le type a colonnes

Dans le type cuirasse, on utilise un circuit magnétique a trois branches, et les enroulements sont autour de la branche centrale. Dans le type a colonnes, un circuit magnétique a deux colonnes est utilise.

4.3.3- Principe De Fonctionnement

Le transformateur est constitue de deux enroulements (ou plus) couples sur un noyau magnétique, comme a la figure 8.1. Le cote de la source est appelle le primaire, et a N_1 enroulements de fils (tours). Le cote de la charge est appelle le secondaire et a N_2 enroulements. Le flux ϕ est le flux mutuel. Le “•” indique la polarité des tensions. Par convention, un courant qui entre dans un “•” indique un flux positif.

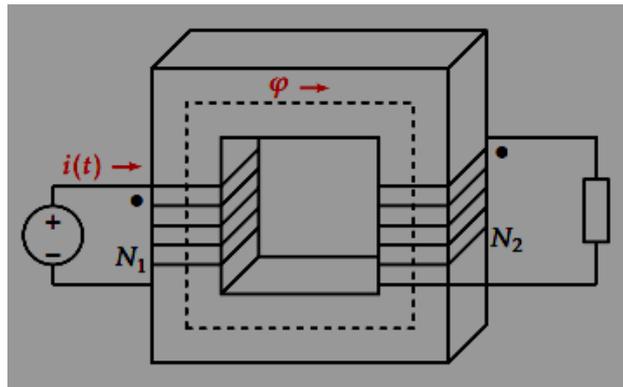


Figure 4 : Le transformateur

Il faut remarquer qu'il n'existe aucune connexion électrique entre le primaire et le secondaire. Tout le couplage entre les deux enroulements est magnétique. Lorsque l'on applique une tension alternative à la source, ceci crée un flux alternatif dans le noyau magnétique. Selon la loi de Faraday, ce flux crée des forces électromotrices dans les bobines. La force électromotrice induite est proportionnelle au nombre de tours dans la bobine et au taux de variation du flux. Selon le rapport du nombre de tours entre le primaire et le secondaire, le secondaire alimente la charge avec une tension différente de celle de la source. [7]

4.3.4- Transformateur Parfait ou Idéal

C'est un transformateur virtuel sans aucune perte. Il est utilisé pour modéliser les transformateurs réels. Ces derniers sont considérés comme une association d'un transformateur parfait et de diverses impédances.

Dans le cas où toutes les pertes et les fuites de flux sont négligées, le rapport du nombre de spires primaires, secondaires détermine totalement le rapport de transformation du transformateur.

Au risque de surchauffer très rapidement, le conducteur du secondaire devra avoir une section adaptée à l'intensité de ce courant.

4.3.5- Les Différents Types De Transformateurs

- _ Autotransformateur
- _ Transformateur variable - variac – alternostat
- _ Transformateur d'isolement
- _ Transformateur d'impédance
- _ Transformateur d'intensité
- _ Transformateur de tension [8]

Conclusion

La protection d'un transformateur MT / BT par disjoncteur est généralement utilisée dans les installations industrielles et bâtiments commerciaux de grande taille et particulièrement quand la puissance du transformateur dépasse 800 kVa. Dans ces applications, les tableaux modulaires offrent une grande flexibilité.

4.4-Les Relais

4.4.1- Définition

Dispositif électrique conçu pour répondre à des problèmes d'entrées d'alimentation selon des modalités réglementaires et, une fois les conditions spécifiées remplies, pour induire un fonctionnement par contact ou un changement soudain similaire dans les circuits de commande électrique associés.

Un relais peut être constitué de plusieurs unités, chacune répondant à une entrée spécifique; l'ensemble des unités fournissant les caractéristiques de performance globale souhaitées du relais. Les entrées sont généralement électriques, mais peuvent être mécaniques, thermiques ou autres, ou combinées. Les interrupteurs de fin de course et autres dispositifs similaires ne sont pas des relais [de protection].[9]



Figure 5 : Relais de protection de surtension **FKM-05**

4.4.2- Catégories De Relais

a) Relais De Protection

Éléments essentiels du réseau électrique, les relais de protection servent à détecter les équipements défectueux ou autres situations dangereuses ou inacceptables et peuvent soit déclencher une commutation, soit simplement émettre une alarme pour fournir un système de distribution plus sûr et plus fiable.

b) Relais De Surveillance

Permet de vérifier les conditions sur le réseau électrique ou dans les systèmes de protection.

c) Relais De Programmation

Permet d'établir ou de détecter des séquences électriques.

d) Relais De Régulation

Se déclenche lorsqu'un paramètre de fonctionnement sort des limites prédéfinies.

e) Relais Auxiliaires

Se déclenche en réponse à l'ouverture ou la fermeture du circuit de fonctionnement, en complément d'un autre relais ou dispositif. Il s'agit notamment des minuteries, dispositifs d'étanchéité, relais de verrouillage, relais de fermeture, relais de déclenchement, etc.

4.4.3- Comment les relais sont-ils classés ?

Outre les catégories fonctionnelles, les relais peuvent être classés par entrée, par principe de fonctionnement ou par caractéristiques de structure et de performance.

a) Caractéristiques D'entrée

Courant. Tension. Alimentation. Fréquence. Pression. Température. Débit.
Vibration.

b) Principe De Fonctionnement Ou Caractéristiques Structurales

Pourcentage. Multi-restrictions. Produit. État solide. Electromécanique. Thermique.

c) Caractéristiques De Performance

Surintensité temporisée inverse et fixe. Surintensité directionnelle. Distance. Sous-tension et surtension. Terre ou phase. Haut ou bas débit. Comparaison des phases. Comparaison directionnelle. Phase séparée.[9]

4.4.4- Le Type De Relais De Protection Utilisés

a) Relais De Protection Numériques : Le relais de protection numérique ou relais numérique est un relais de protection doté d'un microprocesseur pour analyser les tensions, les courants ou autres valeurs du système électrique afin de détecter les défaillances dans un système de commande industriel.

Le principe de fonctionnement d'un relais de protection numérique va du plus simple au plus complexe. En général, le relais de protection numérique gère plusieurs fonctions de protection ou caractéristiques de performance, et a la capacité de communication, de surveillance, d'enregistrement et de logique programmable qu'offre la technologie des microprocesseurs.

b) Relais Electromécaniques : Les relais de protection électromécaniques constituent la première forme de relais de protection et fonctionnent sur la base des forces électromagnétiques et physiques simples ou complexes. Ils ne gèrent généralement qu'une ou deux fonctions de protection ou caractéristiques de performance.

Utilisés depuis l'origine du réseau électrique, les relais de protection électromécaniques sont encore largement intégrés aux systèmes actuels.

4.4.5- Types De Transformateurs De Mesure

Les relais de protection ne mesurent généralement pas directement les valeurs d'entrée (courant ou tension) qu'ils sont censés protéger de tout dysfonctionnement. Ils nécessitent plutôt des transformateurs qui isolent le relais de toute surtension/surintensité dangereuse du système d'alimentation électrique.

- **Transformateurs De Courant**

Utilisés pour mesurer le courant dans les circuits à courant alternatif. Un transformateur de courant réduit proportionnellement toute surintensité de 0 à 5 ampères.

- **Transformateurs De Potentiel Ou De Tension**

Utilisés pour mesurer la tension (différence de potentiel) dans les circuits à courant alternatif. Un transformateur de potentiel ou de tension réduit proportionnellement toute surtension de 0 à 120 volts.

4.4.6-Les Systèmes De Relais De Protection Et Leur Conception

Les relais de protection sont conçus, fabriqués et installés en tenant compte des critères suivants :

- Fiabilité : capacité du relais ou du système de relais à fonctionner correctement en cas de besoin (fiabilité) et à éviter tout fonctionnement inutile (sécurité).
- Vitesse : temps de panne et dommages causés aux équipements minimaux.
- Sélectivité : continuité de service maximale avec déconnexion minimale du système.
- Rentabilité : protection maximale à un coût minimal.
- Simplicité : nombre minimal d'équipement, de circuits et de séquence d'opérations.

4.4.7- Applications D'un Relais

Partout où l'électricité est utilisée, il y a une forte probabilité que des relais soient installés. On trouve des relais et des interrupteurs de fin de course simples dans de nombreuses zones commerciales et résidentielles, notamment dans les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC), les cuisinières, les ascenseurs, les réseaux téléphoniques, les feux de signalisation, la robotique et de nombreuses autres applications.[9].

4.5- Les Optocoupleurs

4.5.1- Définition

Un **Photo-Coupleur**, ou **Optocoupleur**, est un composant électronique capable de transmettre un signal d'un circuit électrique à un autre, sans qu'il y ait de contact galvanique entre eux.[11]

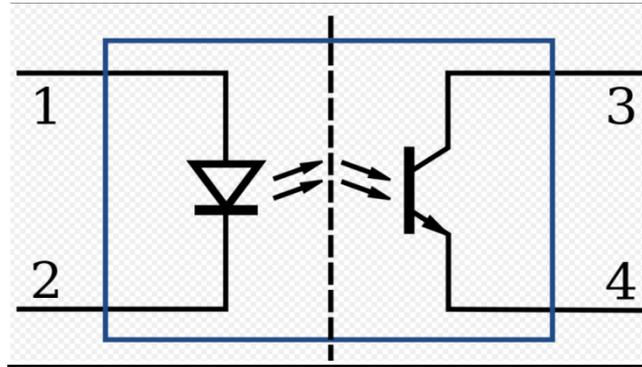


Figure 6 : Photocoupleur [11]

4.5.2- Caractéristiques Electriques D'un Optocoupleur

Les caractéristiques électriques sont pour l'émetteur (LED infrarouge) :

- courant maximum dans la LED
- tension aux bornes de la LED (Vf)

Les caractéristiques électriques sont pour l'émetteur (LED infrarouge) :

- courant maximum dans le phototransistor
- courant de fuite dans le phototransistor (dark current)
- puissance que le phototransistor peut dissiper

Et entre les deux, le coefficient CTR :

- taux de transfert (CTR : curent Transfer ratio)
- tension d'isolation de l'optocoupleur

Le CTR est le rapport entre le courant dans le phototransistor et le courant dans la LED. Il s'exprime en % (pourcent).

4.5.3- Symbole De L'optocoupleur

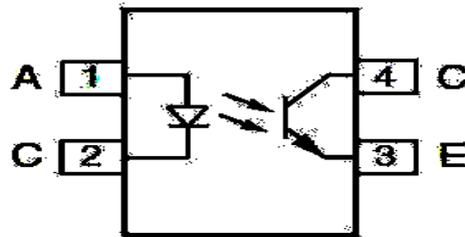


Figure 7 : Symbole d'un optocoupleur

4.5.4- Principe De Fonctionnement De L'optocoupleur

Un optocoupleur repose sur une LED et un phototransistor ou une photodiode. Lorsqu'on fait passer un courant dans la LED, elle brille (elle émet de l'infrarouge) dans un **boîtier bien hermétique à la lumière**. La lumière émise par la LED sont captés par le phototransistor qui devient alors passant. On peut donc transmettre un courant électrique tout en isolant électriquement. Dans son principe, l'optocoupleur fait les conversions successives : courant électrique - lumière infrarouge - courant électrique.[10]

4.5.6- Tension D'isolation De L'optocoupleur

Certaines applications nécessitent une isolation entre une partie basse tension qu'on manipule (carte Arduino, etc) et le secteur. Dans ce cas, il faut faire spécialement attention au choix de l'optocoupleur qui doit présenter une isolation renforcée (reinforced insulation). L'optocoupleur doit présenter au moins ces caractéristiques :

VIORM (maximum repetitive peak voltage input-output) : 800V Le VIORM est la tension crête que peut supporter l'optocoupleur sur le long terme. Si on souhaite isoler du 230V, la tension crête atteint 325V.

Les optocoupleurs sont aussi testés en isolation pendant 1 minute. La tension appliquée par le fabricant pour le test est de 5000 Volts efficaces ou 5300 Volts efficaces pendant une minute :



Figure 8 : optocoupleurs

Tension d'isolation : cet optocoupleur supporte 5000V pendant 1 minute

Une autre méthode de test consiste à envoyer une impulsion de tension qui peut monter à 8kV sur l'optocoupleur qui doit la supporter sans claquer. La distance entre les pattes de la LED et les pattes du phototransistor garantissent aussi l'isolation électrique.

4.5.7- Applications Des Optocoupleurs

Les optocoupleurs se rencontrent dans des domaines variés :

- alimentations à découpage (régulation de la tension de sortie)
- données numériques isolées
- pilotage de charges secteur à partir d'un circuit accessible basse tension

Conclusion

Les optocoupleurs sont des composants prévus pour isoler des signaux électriques et peuvent être utilisés en commutation. L'isolation électrique assure la sécurité si une partie de l'optocoupleur est reliée au secteur. Plus le courant dans la LED est élevé, plus le courant dans le collecteur est élevé aussi, le rapport des deux étant le CTR.

L'optocoupleur ne permet pas de piloter une charge qui fonctionne en alternatif. Dans ce cas, il faut s'orienter vers un optotriac qui pilote un triac de puissance.

Chapitre II : Etude d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

Introduction :

Les systèmes d'énergies électriques peuvent être soumis à des surtensions de toute nature, ces surtensions sont très dangereuses dans la mesure où elles causent des dégâts importants au niveau de l'isolation des lignes de transport et au niveau des équipements constituant le système d'énergie électrique. Les surtensions dans un réseau électrique peuvent être engendrées par une large variété de facteurs comme les défauts, les manœuvres, et la foudre. La conception et le fonctionnement des réseaux électriques dépendent des matériaux disponibles ainsi que des propriétés des conducteurs et des isolants qui jouent un rôle très important dans la gestion des réseaux électriques. L'évolution du choix et du dimensionnement des isolateurs est basée sur l'analyse des différentes contraintes que l'isolateur subit ; sachant que les surtensions électriques qui peuvent provoquer leur détérioration influencent sur ses propriétés diélectriques et électriques.

1- Surtension

Généralités :

La tension électrique est une grandeur physique correspondant à la circulation d'un champ électrique le long d'un circuit électrique. En d'autres termes, elle correspond à la **différence de potentiel électrique entre deux points d'un circuit électrique** (dipôle).

Elle s'exprime en **Volts (V)**, est notée U , et se mesure à l'aide d'un voltmètre [12]

1.1-Définition :

Les surtensions sont dues à des perturbations qui se superposent à la tension nominale d'un circuit. Elles peuvent apparaître : * entre phases ou entre circuits différents, et sont dites de mode différentiel, * entre les conducteurs actifs et la masse ou la terre et sont dites de mode commun. Leur caractère varié et aléatoire les rend difficiles à caractériser et n'autorise qu'une approche statistique en ce qui concerne leur durée, leurs amplitudes et leurs effets. Le tableau I-1 représente les principales caractéristiques de ces surtensions [16]

Types de surtension (cause)	Coefficient de surtension MT - HT	Durée	Raideur du front fréquence	amortissement
A fréquence industrielle (défaut d'isolement)	$\geq \sqrt{3}$	Longue > 1s	Fréquence industrielle	Faible
De manœuvre interruption de court-circuit	2 à 4	Courte 1ms	Moyenne 1 à 200 kHz	Moyenne
Atmosphérique (coup de foudre directe)	> 4	Très courte 1 à 10 μs	Très élevée 1000Kv/ μs	Fort

Tableau [1] : Caractéristiques des différents types de

1.2- Causes de Surtension

Les surtensions sont moins courantes que les sous-tensions, mais elles sont également dues à des défauts du système. Une surtension peut se produire en raison d'un seul défaut de ligne à la terre, qui à son tour augmentera la tension des autres phases. Cela peut également être dû à la déconnexion de charges industrielles lourdes ou à la mise sous tension des batteries de condensateurs. Ceci est généralement dû à des systèmes delta de terre non mis à la terre ou flottants, où un changement de référence de terre donnerait une élévation de tension au système non mis à la terre [13]

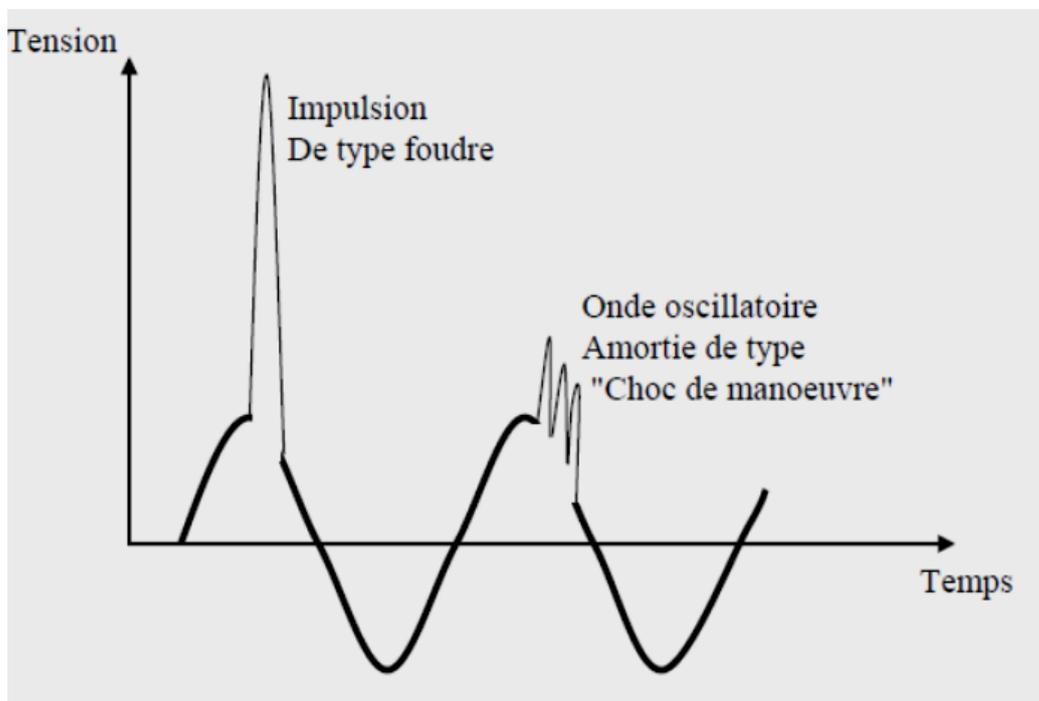


Figure [9] : exemple de surtension

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

1.3- Surtensions Internes

Elles sont classées dans :

- _ Commutation des surtensions.
- _ Défaut d'isolation.
- _ Arc électrique à la terre : peut être évité en mettant le neutre à la terre.
- _ Résonance.

1.4- Surtensions Externes

1.4.1 -Les Surtensions Externes Atmosphériques

Le coup de foudre est une décharge électrique se produisant dans un grand intervalle dont les « électrodes » sont d'une part un nuage orageux chargé et d'autre part la terre. La foudre reste scientifiquement assez mal connue car étant brève et imprévisible, son étude en laboratoire est donc difficile. Dans les grands laboratoires on provoque le coup de foudre par le lancement d'une fusée reliée par un fil à la terre.

- L'impact de la foudre sur une installation est équivalent à un générateur de courant très fort (10 à 100 kA et plus). Il produit une surtension considérable. Les systèmes électriques peuvent être soumis à des surtensions

de toute nature, surtout les surtensions atmosphériques. Ces surtensions sont très dangereuses dans la mesure où elles causent des dégâts importants au niveau des équipements constituant le système d'énergie électrique.

Donc la foudre est un phénomène électrique à haute fréquence qui produit des surtensions sur tous les éléments conducteurs et particulièrement sur les câblages et les Équipements électriques Les éclairs produisent une énergie électrique impulsionnelle extrêmement importante.

- * de plusieurs milliers d'ampères (et de plusieurs milliers de volts),

- * de haute fréquence (de l'ordre du mégahertz)

1.5- Surtensions De Commutation

Il existe une grande variété d'événements qui déclencheront une surtension de commutation dans un réseau électrique. Les opérations de commutation les plus importantes pour la conception de l'isolation peuvent être classées comme suit :

- Mise sous tension des lignes et câbles de transmission. Les opérations de commutation spécifiques suivantes sont parmi les plus courantes dans cette catégorie :
- Mise sous tension d'une ligne en circuit ouvert à l'extrémité distante.
- Mise sous tension d'une ligne terminée par un transformateur non chargé.
- Remise sous tension d'une ligne. Cela signifie la mise sous tension d'une ligne de transmission transportant des charges piégées par des interruptions de ligne précédentes lorsque des réenclenchements à grande vitesse sont utilisés.
- Rejet de charge. Ceci est affecté par l'ouverture d'un disjoncteur à l'extrémité de la ligne. Cela peut également être suivi par l'ouverture de la ligne à l'extrémité émettrice dans ce qu'on appelle une opération de suppression de ligne.
- Allumage et extinction des équipements. Toute opération de commutation impliquant un élément du réseau de transport produira une surtension de commutation. Toutefois, les opérations suivantes revêtent une importance particulière :
- Commutation de réacteurs haute tension.
- Commutation de transformateurs chargés par une réactance sur leur enroulement tertiaire.
- Commutation d'un transformateur à vide.
- Initiation et élimination des défauts

1.6- Surtensions De Foudre

Une décharge électrique entre nuage et terre, entre nuages ou entre les centres de charges d'un même nuage est appelée foudre. La foudre est une énorme étincelle et se produit lorsque les nuages sont chargés à un potentiel si élevé (+ve ou -ve) par rapport à la terre ou à un nuage voisin que la rigidité diélectrique du milieu voisin (l'air) est détruite [2]. Le coup de foudre le plus sévère est celui qui frappe un conducteur de phase sur la ligne de transmission car il produit la surtension la plus élevée pour un courant de coup donné. Le coup de foudre injecte son courant dans une impédance de terminaison Z , qui dans ce cas est la moitié de l'impédance de surtension de ligne puisque le courant circulera dans les deux sens, comme illustré à la figure (9). Par conséquent, l'amplitude de la surtension au point d'amorçage est : $V=(1/2)I*Z_0$ (2)

L'intensité du courant de foudre est rarement inférieure à 10 kA et donc, pour une impédance de surtension de ligne aérienne typique de 300, la surtension de foudre sera probablement ont une amplitude supérieure à 1500 kV. L'équation (2) suppose que l'impédance du canal de foudre lui-même est beaucoup plus grande que $(1/2)$; en effet, on pense qu'elle va de 100 à 3000 Ω . L'équation (2) indique également que la surtension de foudre aura approximativement les formes et les amplitudes des ondes de foudre sont modifiées par leurs réflexions aux points de discontinuité lorsqu'elles se déplacent le long des lignes de transmission. Les coups de foudre représentent un véritable danger pour la vie, les structures, les systèmes électriques et les réseaux de communication. La foudre est toujours une source majeure de dommages aux systèmes électriques où l'isolation des équipements peut se rompre sous la surtension qui en résulte et la décharge à haute énergie qui en résulte.

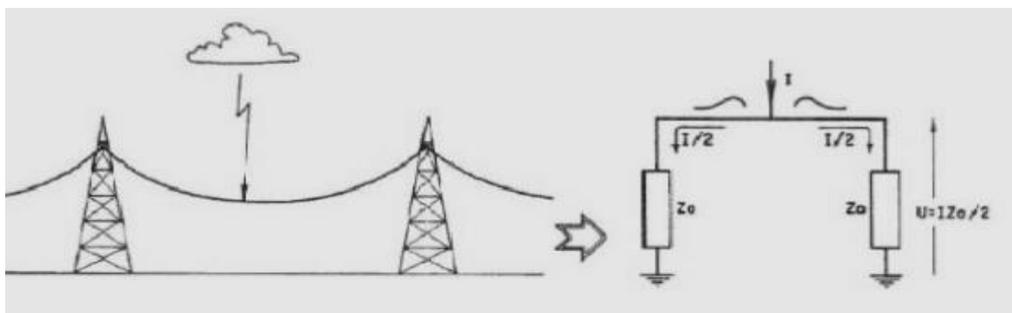


Figure 10 : Évolution de la surtension de foudre

2- Sous-tension

Une sous-tension est une diminution de la valeur RMS avec tension à moins de 90 %0,90 pu à la puissance fréquence pendant une durée supérieure à 1 min. En dessous de les tensions sont le résultat d'événements de commutation qui sont les à l'opposé des événements qui provoquent une surtension.

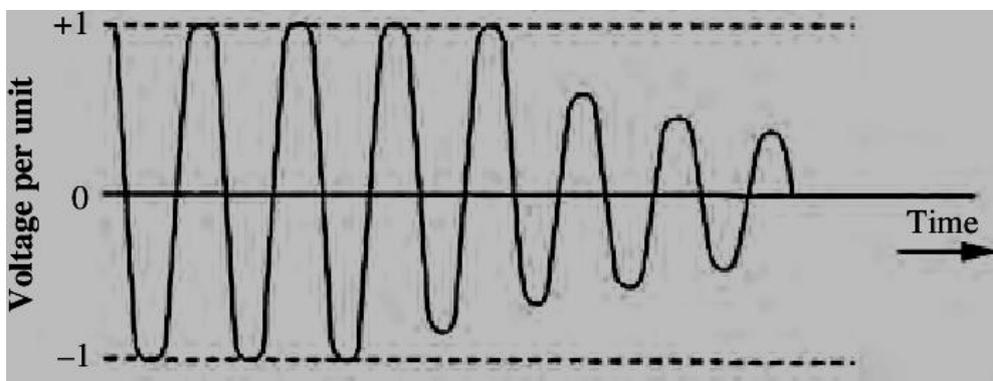


Figure 11 : Forme D'onde Pour Sous-Tension

2.1.2- Les Appareils A Moteur Et Leur Comportement Aux Variations De Tension

Tous les appareils à moteur ont une plage de tension de fonctionnement. Un appareil comme un ventilateur de plafond a une plage de tension de fonctionnement beaucoup plus large et peut donc fonctionner même à des tensions plus basses. Mais les appareils comme les climatiseurs ont une très petite plage de tension de fonctionnement et ne fonctionnent donc pas à basse tension. Si la tension qui leur est fournie est inférieure à leur plage de tension de fonctionnement, alors soit ils ne démarreront pas du tout, et s'ils fonctionnent déjà, ils commenceront à produire un bourdonnement. Ce bourdonnement se produit lorsque ces moteurs consomment plus de courant pour faire fonctionner le système. Cela peut entraîner une surchauffe et une brûlure du moteur si persistant. Il est donc très important de protéger les moteurs à induction des fluctuations de tension. À haute tension, ces appareils consomment plus de courant uniquement au moment du

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

démarrage, mais une fois qu'ils atteignent un état stable, le courant est beaucoup moins important. Néanmoins, le courant de démarrage élevé peut endommager le système et, par conséquent, les appareils équipés de moteurs doivent être protégés à la fois contre les hautes et les basses tension.

Pour des raisons historiques, principalement technologiques, l'électricité énergie est aujourd'hui très largement produite, transportée, distribuée et consommée en courant alternatif. En réalité, on devrait dire sous tension alternative, car c'est la tension (en volts) qui est imposée. En électricité, la tension est généralement notée v ou u . Alternative signifie qu'elle oscille autour d'une valeur moyenne nulle, en outre, sa forme d'onde $v(t)$ est de type sinusoïdal (voir figure 1). La fréquence, notée f , de ses alternances entre une valeur positive maximale V_M et une valeur négative minimale $-V_M$ est égale soit à 50 Hz (hertz), soit à 60 Hz selon les zones géographiques. 50 Hz signifie 50 périodes par seconde, donc une période, notée T , de $1/50 = 20$ ms (millisecondes)

L'amplitude (valeur maximale ou crête) est notée V_M (en volts), mais la grandeur généralement spécifiée est la valeur efficace notée simplement V (voire V_{eff} ou V_{rms} en anglais). Par exemple, le réseau domestique français délivre une tension nominale (efficace) de 230 V (et non plus 220 V comme on le dit souvent) avec une tolérance de +/- 10% (soit une fourchette de 207 V à 253 V) et une fréquence de 50 Hz qui dévie très peu de sa valeur nominale et que nous considérerons constante. Pour une forme d'onde sinusoïdale, la relation entre l'amplitude (valeur maximale) V_M et la valeur efficace V est : $V_M = \sqrt{2} \cdot V$ avec $\sqrt{2} \cong 1,414$, ce qui signifie que l'amplitude de la tension correspondant à 230 V vaut 325 V. La tension distribuée est ainsi caractérisée principalement par deux grandeurs : sa valeur efficace et sa fréquence. Pour être rigoureux, on devrait parler de tension alternative sinusoïdale, mais on parlera dans la suite de tension alternative, tout court.

2.2- Effets D'une Basse Tension Sur Les Moteurs

Lorsqu'un moteur est soumis à des tensions inférieures à la valeur nominale de la plaque signalétique, certaines des caractéristiques du moteur changent légèrement et d'autres changent

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

radicalement. Pour entraîner une charge mécanique fixe connectée à l'arbre, un moteur doit tirer une quantité fixe de puissance de la ligne. La quantité d'énergie consommée par le moteur a une corrélation approximative avec la tension et le courant (ampères). Ainsi, lorsque la tension devient faible, le courant doit augmenter pour fournir la même quantité de puissance. Une augmentation du courant est un danger pour le moteur uniquement si ce courant dépasse le courant nominal du moteur. Lorsque les ampères dépassent la valeur nominale de la plaque signalétique, la chaleur commence s'accumuler dans le moteur. Sans une correction rapide, cette chaleur endommagera le moteur, plus il y a de chaleur et plus l'exposition est longue, plus le moteur est endommagé. La charge existante est un facteur majeur pour déterminer le degré de diminution de la tension d'alimentation qu'un moteur peut supporter. Par exemple un moteur qui supporte une charge légère. Si la tension diminue, le courant augmentera à peu près dans la même proportion que la tension diminue. Par exemple, une diminution de tension de 10 % entraînerait une augmentation de 10 % de l'ampérage. Cela n'endommagerait pas le moteur si le courant reste inférieur à la valeur de la plaque signalétique. Dans le cas de moteurs fortement chargés, le moteur tire déjà un courant élevé, de sorte que la tension est déjà inférieure à ce qu'elle serait sans la charge. Il pourrait même être proche de la limite inférieure de tension de la plaque signalétique. Lorsqu'il y a une réduction de tension, le courant augmenterait jusqu'à une nouvelle valeur, qui peut dépasser les ampères nominaux à pleine charge. Une basse tension peut entraîner une surchauffe, une durée de vie raccourcie, une capacité de démarrage réduite et un couple de traction et de traction réduit. Le couple de démarrage, le couple de traction et le couple de traction des moteurs à induction changent tous, en fonction de la tension appliquée au carré. Ainsi, le couple est très sensible à toute variation de la tension d'alimentation. Par exemple, un changement de 5 % de la tension d'alimentation produira un changement d'environ 10 % du couple du rotor. Sur les moteurs peu chargés avec des charges faciles à démarrer, la réduction de la tension n'aura pas d'effet appréciable, si ce n'est qu'elle peut aider à réduire les pertes à faible charge et à améliorer le rendement dans cette condition. C'est le principe de certains équipements complémentaires dont le but est d'améliorer l'efficacité.

2.3- Effets De La Haute Tension Sur Les Moteurs

La haute tension sur un moteur a tendance à saturer la partie magnétique du moteur. Cela amène le moteur à tirer un courant excessif dans le but de magnétiser le fer au-delà du point où la magnétisation est pratique. Les moteurs toléreront un certain changement de tension au-dessus de la tension de conception. Cependant, des extrêmes au-dessus de la tension de conception entraîneront une augmentation de l'ampérage avec une augmentation correspondante du chauffage et un raccourcissement de la durée de vie du moteur.

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

Par exemple, les constructeurs calibraient auparavant les moteurs à 220/440V, avec une bande de tolérance de 10%. Ainsi, la plage de tension qu'ils peuvent tolérer sur les liaisons haute tension est de 396V à 484V. Même s'il s'agit de la soi-disant bande de tolérance, les meilleures performances se produiraient à la tension nominale. Les extrémités extrêmes (hautes ou basses) exercent une contrainte inutile sur le moteur. Le but de ces bandes est de s'adapter aux fluctuations normales d'une heure à l'autre de la tension de la centrale. Un fonctionnement continu à l'extrême haut ou bas réduira la durée de vie du moteur. Une telle sensibilité à la tension n'est pas propre aux moteurs. En fait, les variations de tension affectent d'autres dispositifs magnétiques de manière similaire. Les solénoïdes et les bobines que l'on trouve dans les relais et les démarreurs tolèrent mieux la basse tension que la haute tension. Cela est également vrai des ballasts des luminaires fluorescents, au mercure et au sodium haute pression. Et c'est vrai des transformateurs de tous types. Les lampes à incandescence sont particulièrement sensibles aux hautes tensions. Une augmentation de 5 % de la tension entraîne une réduction de 50 % de la durée de vie de la lampe. Une augmentation de 10 % de la tension au-dessus de la valeur nominale réduit la durée de vie de la lampe à incandescence de 70 %.

2.4- Déséquilibre de Tension

Une variation de tension dans un système triphasé dans lequel les trois amplitudes de tension ou les différences d'angle de phase entre elles ne sont pas égales, les causes sont des charges monophasées importantes (fours à induction, charges de traction), une mauvaise répartition de toutes les charges monophasées par les trois phases du système (cela peut également être dû à un défaut). Les conséquences sont que les systèmes déséquilibrés impliquent l'existence d'une séquence négative qui est préjudiciable à toutes les charges triphasées.

2.5- Solutions Adoptées

2.5.1- Compensateurs VAR Statiques (SVCS)

les compensateurs VAR statiques (SVR) utilisent une combinaison de condensateurs et de réactances pour réguler rapidement la tension. Les commutateurs à semi-conducteurs contrôlent l'insertion des condensateurs et des réacteurs à la bonne amplitude pour empêcher la tension de fluctuer. L'application principale du SVR est la régulation de tension en haute tension et l'élimination du scintillement causé par les charges importantes (comme les fours à induction). Il est normalement appliqué aux réseaux de transmission

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

pour contrer les creux/surtensions pendant les défauts et améliorer la capacité de transmission de puissance sur de longues périodes.

2.5.2-Changeurs De Prises

Conçus pour s'adapter aux différentes tensions d'entrée en transférant automatiquement les prises sur un transformateur de puissance. Le principal avantage des changements de prises par rapport aux autres technologies de régulation de tension est leur rendement élevé. Les autres avantages sont une large plage d'entrée, une capacité de courant de surcharge élevée et une bonne isolation phonique. Les inconvénients sont le bruit créé lors du changement de prises et l'absence de correction de la forme d'onde.

2.5.3- Régulateurs De Tension

Les régulateurs de tension maintiennent la tension de sortie à la tension nominale sous toutes les variations de tension d'entrée, sauf les plus sévères. Les régulateurs de tension sont normalement installés là où la tension d'entrée fluctue, mais la perte totale de puissance est rare. Il existe trois types de régulateurs de base .

Un régulateur de tension est un dispositif de régulation de l'électricité conçu pour convertir automatiquement la tension en une tension constante inférieure, généralement à courant continu (CC).

Le terme peut faire référence à un circuit intégré de régulateur de tension (IC), que l'on trouve souvent dans les ordinateurs et autres appareils électroniques qui sont branchés directement dans une prise murale à courant alternatif (AC) mais qui ne nécessitent qu'une faible tension CC.

Le terme peut également désigner des dispositifs de régulation de tension ou de module d'alimentation, tels que des chargeurs de téléphones portables et d'ordinateurs portables. Certains régulateurs n'augmentent ni ne diminuent la tension d'un appareil, mais garantissent simplement une valeur de sortie constante.

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

2.5.31 Explique le régulateur de tension

Les régulateurs de tension sont généralement utilisés pour réguler la tension jusqu'à une valeur inférieure et pour fournir cette valeur en permanence dans le temps. Un tel dispositif pourrait être aussi simple qu'une conception à action directe ou il pourrait être plus complexe et inclure des boucles de rétroaction négative.

2.5.31 Utiliser un régulateur de tension électrique

Les différents types

Les équipements électriques étant variés, les onduleurs se présentent sous trois types : les onduleurs off-line, on-line et On-line.

Les onduleurs arrêt-line conviennent à la protection de la bureautique (puissance maximum 1 kVA, temps de commutation d'environ 5 ms).

Les onduleurs on-line protègent les appareils les plus sensibles et sont adaptés pour la protection de serveurs informatiques, d'appareils médicaux, etc. (puissance de plus de 5 kVA, temps de commutation nul).

Les onduleurs in-line régulent la tension d'entrée et conviennent surtout pour les réseaux de tension instable : leur champ d'utilisation est plus large et en font des stabilisateurs surtout utilisés dans les pays où la qualité de distribution d'électricité est mauvaise (puissance de 0,5 à 5 kVA, temps de commutation de 2 ms)

2.5.4- Suppresseur De Surtension Transitoire (TVSS)

Il fournit le moyen le plus simple et le moins coûteux de conditionner l'alimentation. Ces unités limitent les impulsions transitoires (pointes) à un niveau sans danger pour la charge électronique. L'utilisation d'une stratégie de protection complète de l'installation protégera le système électrique contre la plupart des transitoires. La protection en plusieurs étapes implique l'utilisation de TVSS au entrée de service, sous-panneau a au point d'utilisation.

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

Après avoir vu la diode, il est temps de passer à un composant bien plus connu : le **transistor**. Les transistors sont surtout utilisés pour fabriquer des circuits électroniques, comme des ordinateurs, des téléphones et bien d'autres objets numériques du quotidien. Pour donner un exemple, sachez que les derniers modèles de processeurs peuvent utiliser près d'un milliard de transistors. Ils sont utilisés dans de nombreux circuits, qu'il s'agisse de filtres, de stabilisateurs de tension, et bien d'autres fonctions. Il s'agit de composants à trois broches, sur lesquelles peut appliquer une tension électrique.

Ils sont utilisés de deux manières différentes : soit comme interrupteurs, soit comme amplificateurs.

- Le plus souvent, ils servent d'**interrupteurs commandables**, à savoir des interrupteurs commandés par leur troisième broche. Ils se comportent comme un interrupteur fermé ou ouvert selon ce qu'on met sur la troisième broche.
- Ils servent aussi d'**amplificateurs**. Ils amplifient une tension ou un courant qui les traverse. Le coefficient d'amplification est déterminé par la tension et le courant placé sur la troisième broche. Plus précisément, les transistors bipolaires sont des amplificateurs de courant. Ils reçoivent un courant sur la broche d'entrée, et en fournissent une version multipliée sur leur sortie. Le coefficient multiplicateur dépend du courant ou de la tension sur la broche de contrôle.

2.5.5 Les conséquences de la surtension

Une charge électrique soudaine, généralement due à la foudre lorsqu'elle tombe, soit à proximité de votre habitation, soit sur le réseau de lignes de distribution d'électricité, peut provoquer une **importante surtension** sur vos appareils électriques et les **endommager définitivement**. Dans certains cas, heureusement très rares, les appareils mis sous surtension peuvent dégager de la fumée, voire imploser ou prendre feu.

Un réflexe s'impose donc : tâchez de toujours débrancher les appareils électriques dont vous ne vous servez pas, comme les chargeurs de téléphone ou d'ordinateurs portables par exemple, et débranchez vos différents appareils en cas d'orage.

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

Cela n'arrive pas qu'aux autres ! L'incident dû à la foudre est relativement courant. Statistiquement, la part des dégâts causés par la foudre sur les équipements informatiques est loin d'être négligeable.

Les conséquences d'une perturbation ne sont pas toujours visibles et immédiates. L'affaiblissement d'un composant par une surtension peut entraîner une réduction de la durée de vie du matériel, ou une panne 'différée'. L'utilisateur peut dès lors ne pas faire le lien entre la panne et la cause réelle. Il s'empressera d'établir un mauvais diagnostic, donc un mauvais traitement du problème.

Les conséquences de la foudre sur les installations sont bien réelles puisque la normalisation des installations électriques (norme NF C15-100) rend désormais obligatoire, dans certains cas, l'installation de parafoudres (voir ' Estimation du risque ').

Les effets des surtensions sur les équipements sont de plusieurs types, par ordre décroissant :

1.Destruction

- Claquage en tension des jonctions semi-conducteurs
- Destruction des métallisations des composants
- Destruction des pistes de CI ou des contacts
- Destruction des Triacs/Thyristors par dV/dt

2.Perturbations de fonctionnement

- Fonctionnement aléatoires des bascules, thyristors ou triacs
- Effacement de mémoires
- Erreur ou blocage de programmes informatiques
- Erreur de données ou de transmissio

Comment éviter la surtension ?

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

Pour éviter les surtensions, vous pouvez équiper votre habitation d'une protection générale. Faites alors appel à un électricien professionnel qui installera un appareil spécifique comme un parafoudre au point d'entrée des câbles du réseau électrique dans votre logement. Cette solution protégera vos appareils des cas de surtension externe.

Vous pouvez également équiper vos appareils contre les surtensions internes en installant une protection individuelle supplémentaire. Celle-ci prend généralement la forme d'une prise multiple branchée dans la prise murale. En multipliant les protections, vous êtes assuré de protéger vos appareils et d'économiser sur pannes et détériorations.

La première mesure de protection est de prendre l'habitude de débrancher vos appareils lorsqu'ils ne sont pas utilisés, tels que les chargeurs, bouilloires ou grille-pains. En cas d'orage, débranchez automatiquement un maximum d'appareils. Pour protéger vos installations de la surtension externe, vous pouvez faire installer un parafoudre. Pour éviter les surtensions internes, il existe également des multiprises spéciales qui protègent vos appareils même lorsqu'ils sont hors tension. Enfin, pensez à vérifier la validité de votre certificat de conformité Consuel.

En adoptant quelques reflexes simples, vous optimiserez la durée de vie de vos appareils et vous prémunirez contre les désagréments et dangers éventuels de la surtension électrique.

Conclusion

Les problèmes de sous-tension et de surtension sont très courants et peuvent créer des problèmes pour les biens de consommation et les applications industrielles. Ainsi, le système doit être protégé par un certain schéma de protection. Voici donc un système modélisé à l'aide d'un comparateur et d'un relais pour déconnecter l'alimentation en cas de problème de surtension et de sous-tension.

Chapitre III :

Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

INTRODUCTION :

Notre projet s'agit de réaliser un dispositif de protection contre les surtensions et les sous-tensions. lorsque trop de (tension d'utilisation > 240V pour les sustentions , et tension d'utilisation < 180V pour les sous tensions), la protection est faite avec l'utilisation d'un relais statique qui coupe l'alimentation en cas de problèmes de tension. Notamment, si on prend l'exemple d'un moteur électrique comme une charge, et si la tension aux bornes de la charge est plus faible, les bobinages de celui-ci peuvent chauffés et provoques des incendies.

1- Schéma Fonctionnel

La figure 12 montre le schémas synoptique électronique des différents éléments constituant ce projet.

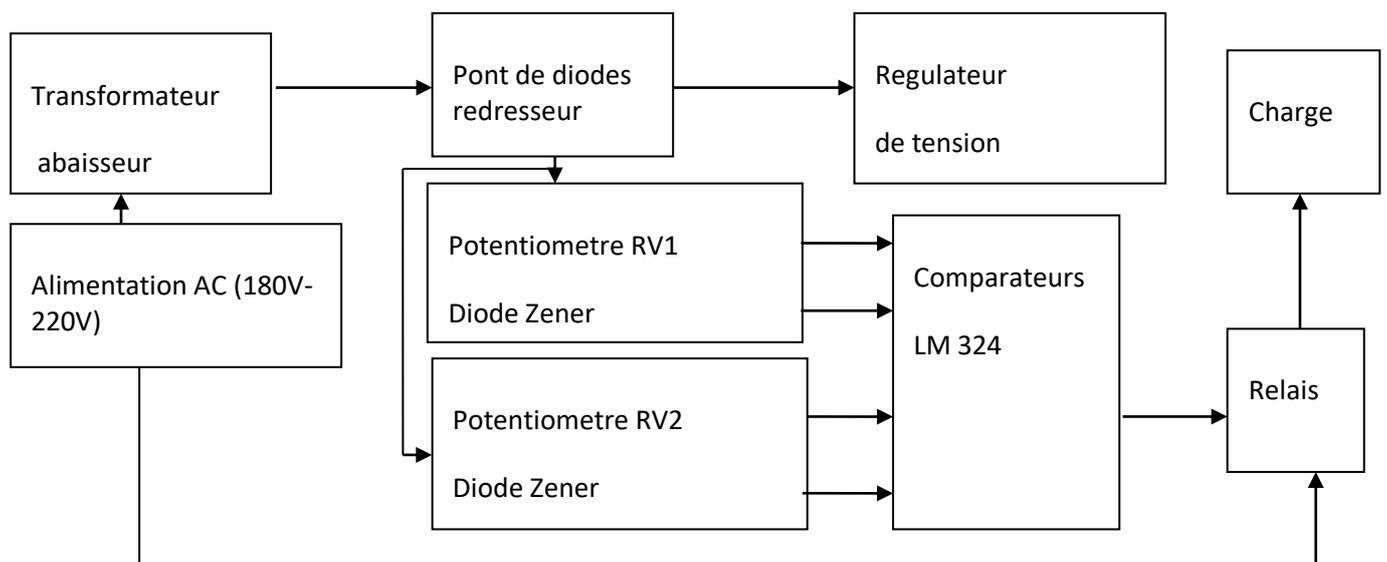


Figure 12 : Schéma fonctionnel du système de protection [1]

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions**2- Fonctionnement**

L'alimentation CA est abaissée à 12 V à l'aide d'un transformateur abaisseur. L'alimentation CA est convertie en alimentation CC par pont redresseur. L'alimentation est ensuite filtrée par des condensateurs connectés aux bornes du redresseur pour réduire les harmoniques. Ensuite, l'alimentation non régulée est transmise au régulateur de tension dont la sortie est transmise aux comparateurs IC LM324 et au relais en tant qu'alimentation. L'alimentation non régulée du redresseur en pont est transmise au pré réglage 1 et au pré réglage 2 en entrée. Le pré réglage 1 et le pré réglage 2 sont le potentiomètre **p.1** et le potentiomètre **p.2** respectivement connectés aux comparateurs IC LM324 en tant que commande ou entrée. Les conditions de pré réglage peuvent être ajustées. De plus, les comparateurs sont connectés au relais et la charge est connectée au relais. les conditions prédéfinies et donne le signal au relais et le relais se déclenche et la charge

3.1- Conception Des Circuits

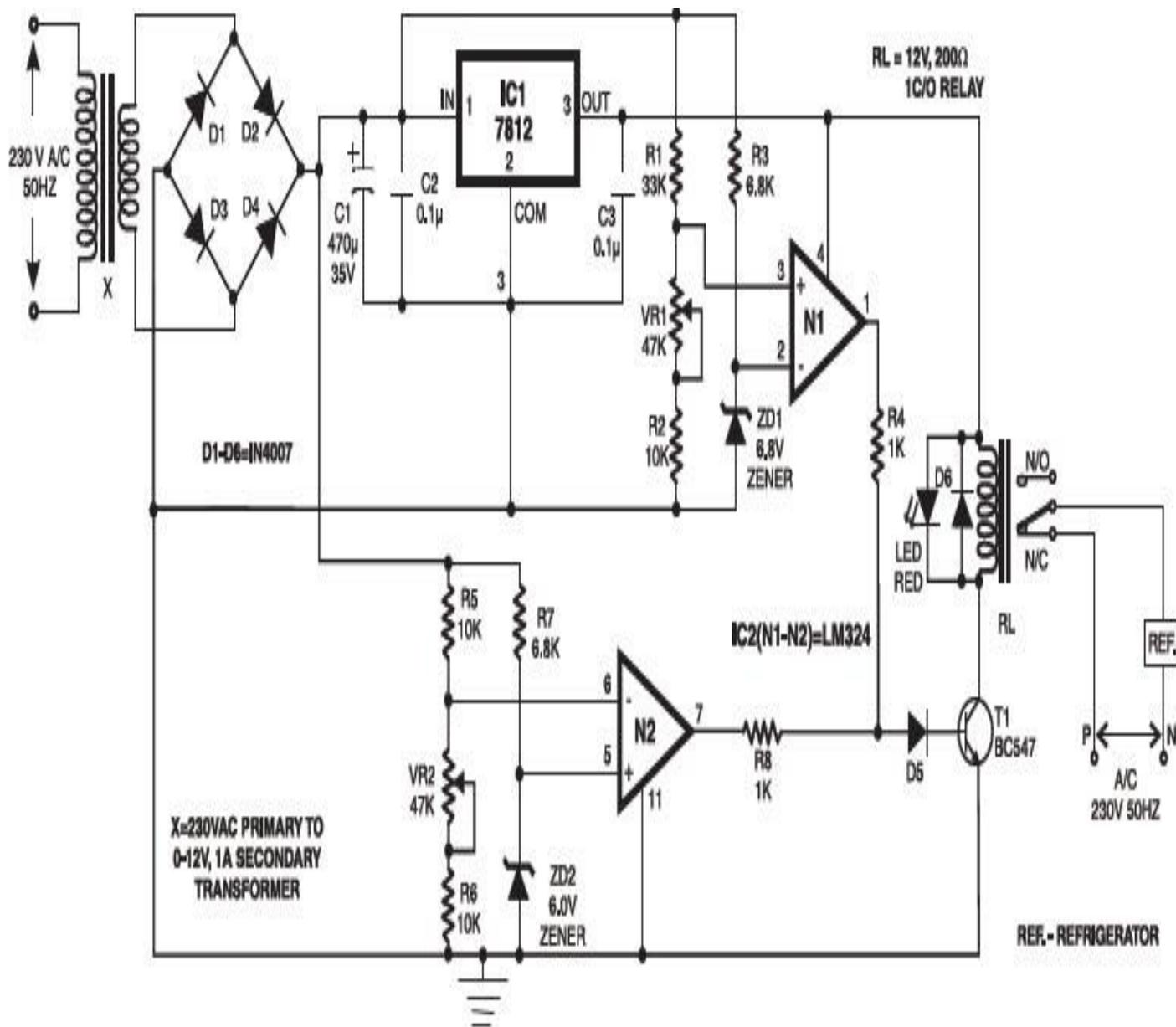


Figure 13 : Schéma de circuit du système de protection [1]

3.2 Présentation Du Proteus

Le logiciel ISIS de Proteus est principalement connu pour éditer des schémas électriques. De plus, nous pouvons également simuler ces schémas et ainsi permettre la détection de certaines erreurs de conception.

3.2.1 Création D'un Projet

Le processus de création d'un nouveau projet est vraiment très simple. Sélectionnez **new projet** (nouveau projet) de puis le menu projet (project), comme indiqué sur figure 35.

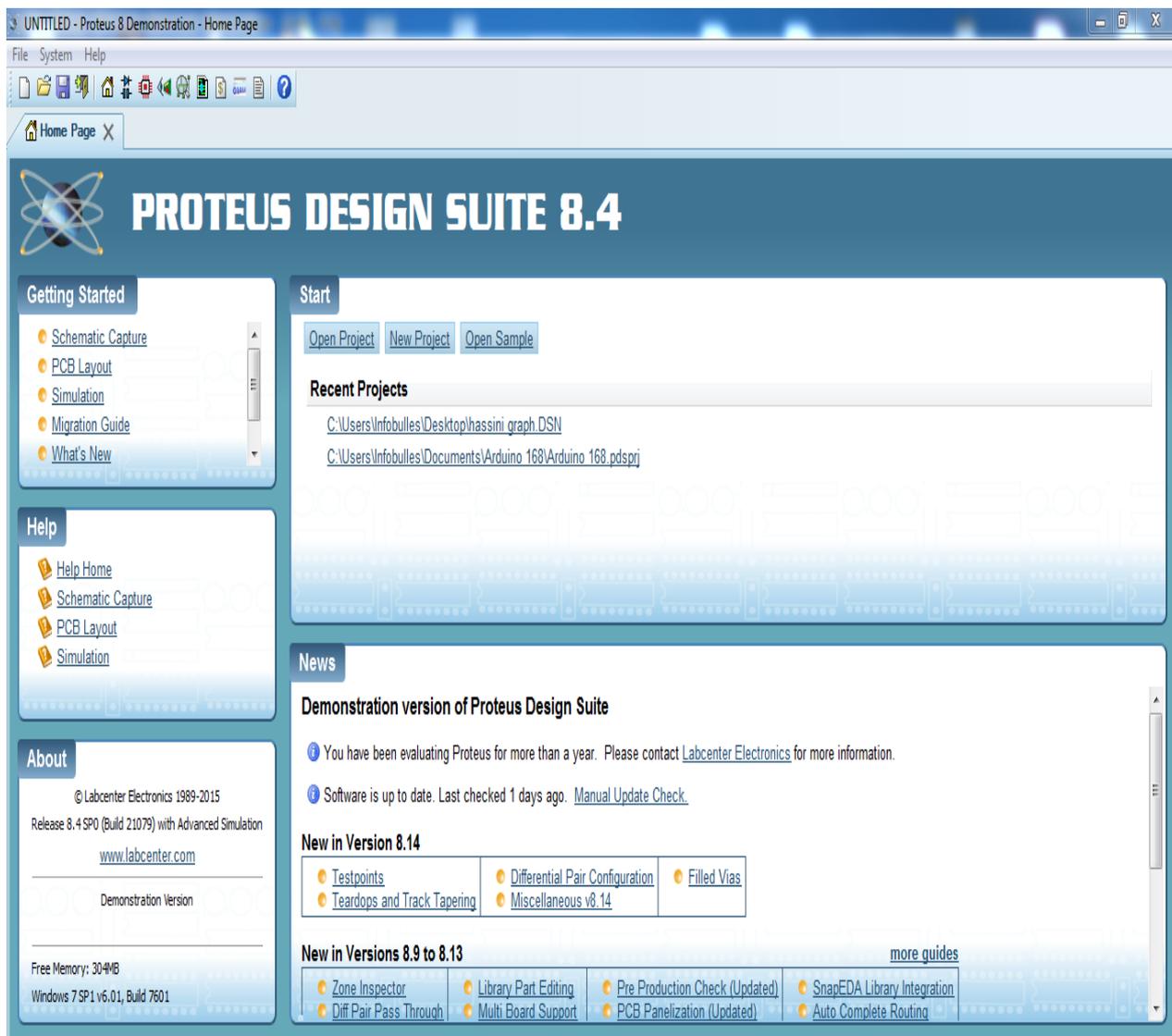


Figure 14 : Création d'un projet

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

Une **nouvelle fenêtre** apparaîtra comme indiqué sur figure36.

2. Sélectionnez le nom et l'emplacement du projet, puis cliquez sur **next** pour ouvrir une nouvelle fenêtre vide pour écrire notre circuit.

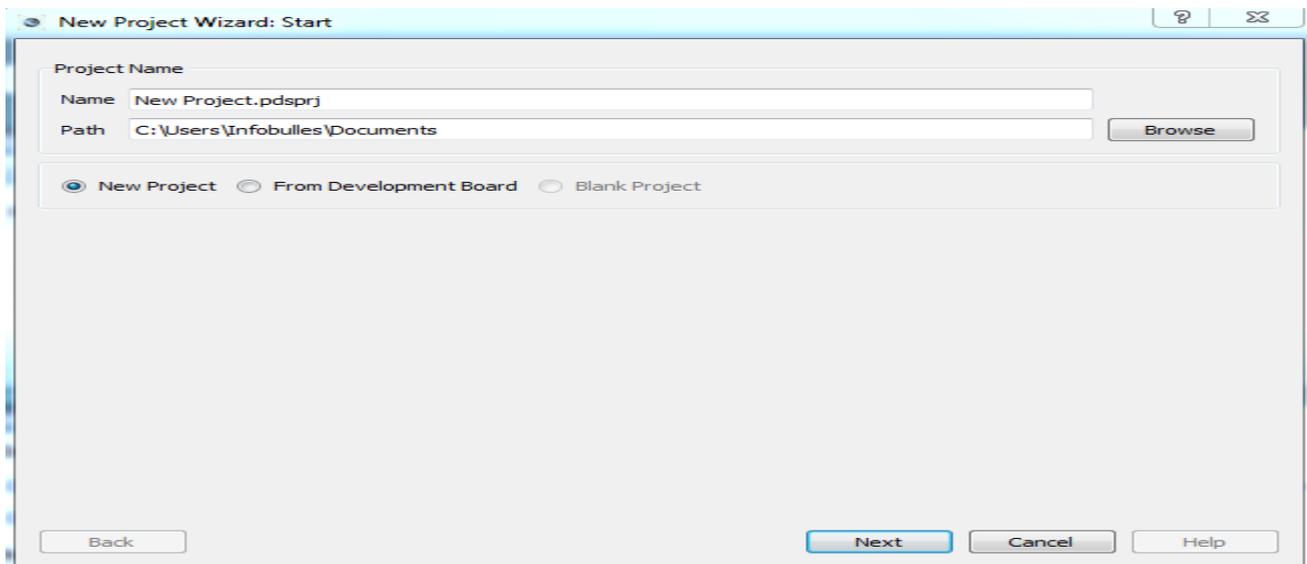


Figure 15 : Configurations de projet

3.2 .2PCB

de

projet

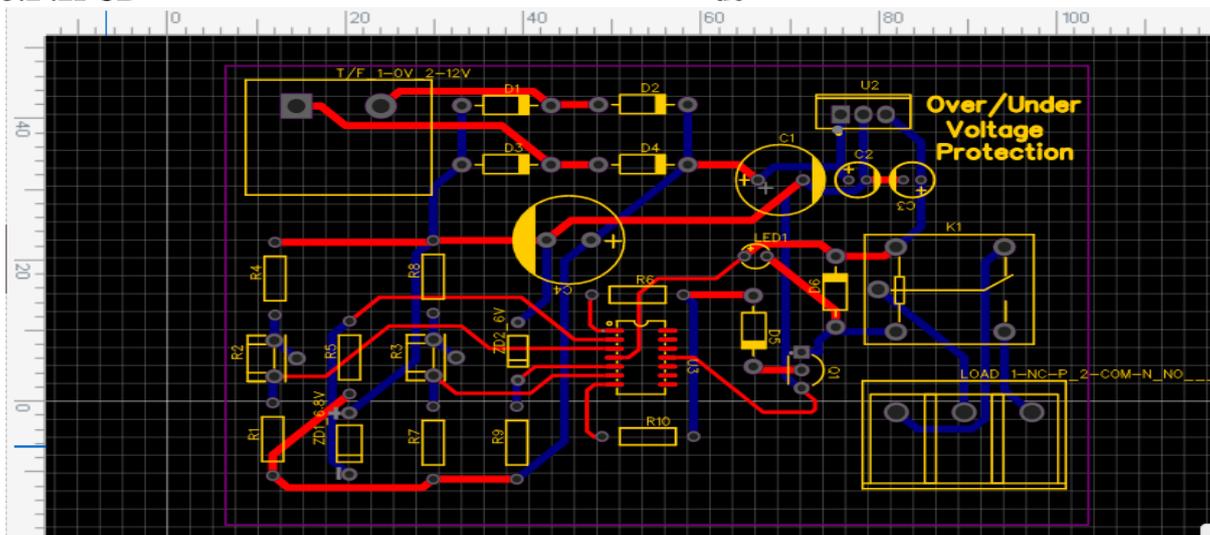


Figure 16 : Pcb DE PROJET

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

3.3- Conception De Simulation

La simulation se fait en utilisant Proteus 8 Professionnel ; c'est un programme, utilisé pour simuler des circuits électriques dans un environnement virtuel.

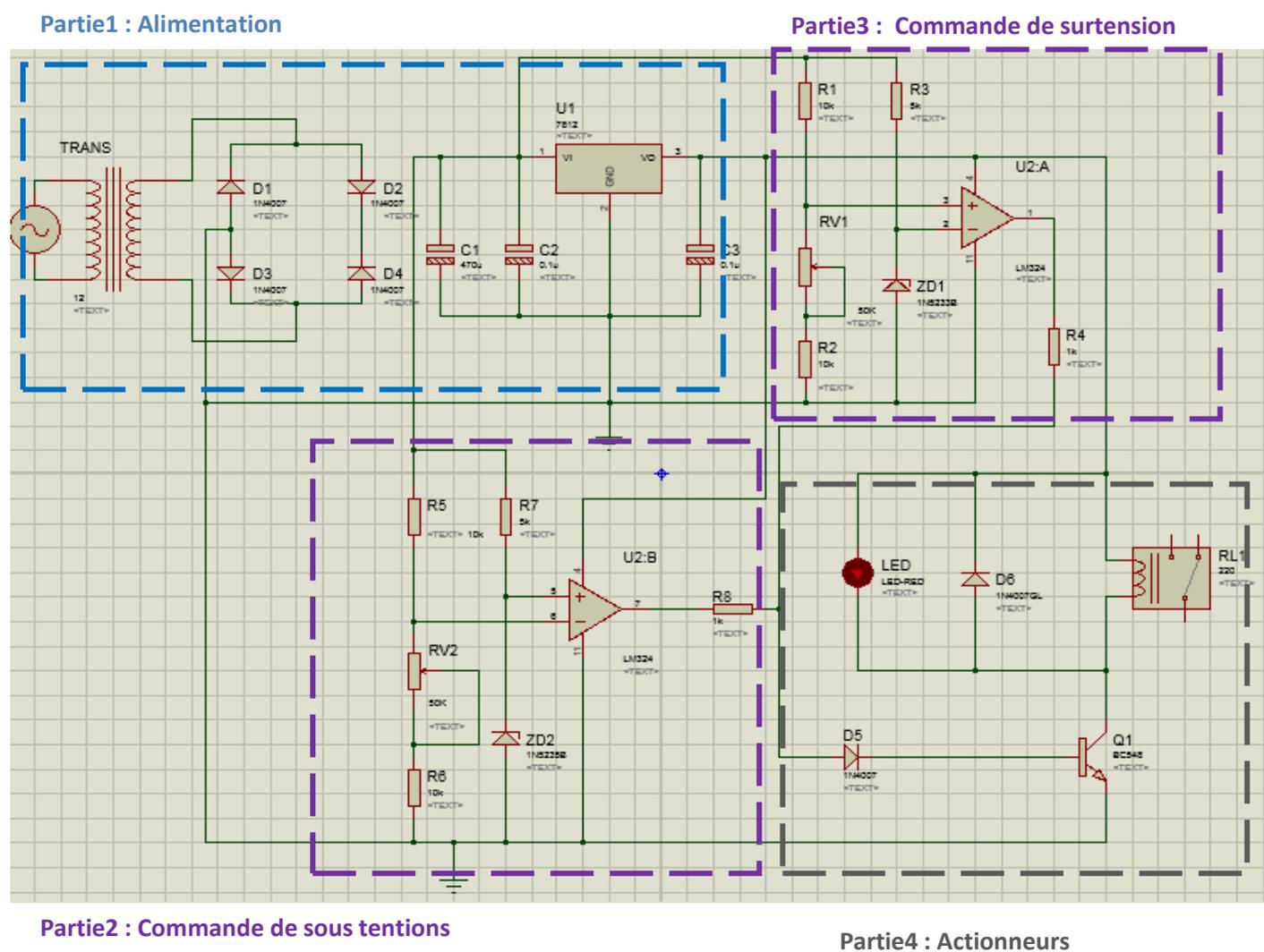


Figure 17 : Schéma de simulation par proteus[1]

4 -Protection Contre Les Sur/Sous-Tensions Des Appareils Electriques

Présenté ici est un circuit de protection contre les sous/surtensions qui protège les réfrigérateurs ainsi que d'autres appareils contre les sous-tensions et les surtensions. L'amplificateur opérationnel IC LM324 est utilisé ici comme comparateur. IC LM324 se compose de quatre amplificateurs opérationnels, dont seuls deux amplificateurs opérationnels (N1 et N2) sont utilisés dans le circuit.

4.1-Fonctionnement Des Circuits

L'alimentation non régulée est connectée à la combinaison en série des résistances R1 et R2 et du potentiomètre VR1. La même alimentation est également connectée à une diode Zener de 6,8 V (ZD1) via la résistance R3. Le préréglage VR1 est ajusté de telle sorte que pour l'alimentation normale de 180V à 240V, la tension à la borne non inverseuse (broche 3) de l'amplificateur opérationnel N1 soit inférieure à 6,8V. La sortie de l'amplificateur opérationnel est donc nulle et le transistor T1 reste bloqué. Le relais, qui est relié au collecteur du transistor T1, reste également désexcité. Comme l'alimentation CA des appareils électriques est fournie par la borne normalement fermée (N/C) du relais, l'alimentation n'est pas déconnectée pendant le fonctionnement normal.

4.2- Protection De Sur Tension

Lorsque la tension alternative dépasse 240 V, la tension à la borne non inverseuse (broche 3) de l'amplificateur opérationnel N1 augmente. La tension à la borne inverseuse est toujours de 6,8 V à cause de la diode Zener. Ainsi maintenant, si la tension à la broche 3 de l'amplificateur opérationnel est supérieure à 6,8 V, la sortie de l'amplificateur opérationnel passe au niveau haut pour piloter le transistor T1 et donc exciter le relais RL. Par conséquent, l'alimentation en courant alternatif est déconnectée et les appareils électriques s'éteignent. Ainsi, les appareils sont protégés contre les surtensions. Ainsi, les appareils sont protégés contre les surtensions.

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

4.3- Protection Contre Les Sous-tensions

Considérons maintenant la condition de sous-tension. Lorsque la tension de ligne est inférieure à 180 V, la tension à la borne inverseuse (broche 6) de l'amplificateur opérationnel N2 est inférieure à la tension à la borne non inverseuse (6 V). Ainsi, la sortie de l'amplificateur opérationnel N2 passe à l'état haut et alimente le relais via le transistor T1. L'alimentation CA est déconnectée et les appareils électriques s'éteignent. Ainsi, les appareils sont protégés contre les sous-tensions. IC1 est câblé pour une alimentation 12 V régulée.

Ainsi, le relais s'active dans deux conditions : premièrement, si la tension à la broche 3 de IC2 est supérieure à 6,8 V, et deuxièmement, si la tension à la broche 6 de IC2 est inférieure à 6 V. Les niveaux de surtension et de sous-tension peuvent être ajustés à l'aide des pré-réglages VR1 et VR2, respectivement

5- Implémentation Matérielle

Il s'agit des détails de l'ensemble des spécifications de conception. La conception matérielle consiste en la sélection des composants du système selon les exigences, les détails des sous-systèmes nécessaires à la mise en œuvre complète du système ont été effectués. Cela implique la sélection des composants, la description des composants et les détails matériels du système conçu.

1. Sélection des composants et description.

2. Détails matériels du système conçu.

5.1- Sélection Et Description Des Composants

La conception du circuit de déclenchement de surtension et de sous-tension comprend les composants suivants :

1. TRANSFORMATEUR -230V, 50HZ
2. DIODE PONT REDRESSEUR
3. VOLTAGE REGULATOR-IC1 78124.
4. LM 324 (OPÉRATIONAL AMPLIFIER)
5. ZENER DIODE
6. Relais
7. POTENTIOMETER
8. NPN - TRANSISTOR
9. CAPACITORS ET RÉSISTANCES
- 10 .LED

5.2 - Détails Matériels Du System

5.2.1- Transformateur

Spécification:

Transformateur abaisseur 230V/12V.

La fréquence de fonctionnement est de 50 Hz.

La tension est convertie de 230 V à 12 V .

Le courant nominal est de 1A.

5.2.2- Principe Du Transformateur

Le transformateur est constitué d'un noyau ferromagnétique fermé réalisé avec du fer ou de la ferrite. Le bobinage qui sert d'entrée est appelé primaire, l'autre enroulement (sortie) est appelé secondaire. Le primaire est alimenté par une tension alternative (secteur dans la plupart des cas), au secondaire apparaît alors une tension aussi alternative (force électromotrice induite).

Si une charge (résistance qui crée un courant de sortie) est branchée sur le secondaire, il apparaît un courant appelé par le primaire qui est proportionnel au courant secondaire. La puissance électrique est ainsi transférée du primaire vers le secondaire, tout en préservant l'isolation. Le transformateur est ainsi réversible.

Le transformateur ne fonctionne pas avec une tension continue.

5.2.3- Tensions Et Courants Primaires Et Secondaires

Lorsque le secondaire est ouvert, aucun courant n'y circule. Il n'existe alors aucun courant primaire.

Supposons qu'il y ait respectivement N_1 et N_2 spires au primaire et au secondaire. Appelons respectivement u_1 et u_2 les tensions au primaire et au secondaire. On obtient alors, pour le transformateur idéal :

$$u_2/u_1 = N_2/N_1$$

Par ailleurs, aucune perte électrique n'existe dans le transformateur idéal. Les courants primaire i_1 et secondaire i_2 sont tels que :

$$i_1/i_2 = u_2/u_1$$

Le rapport des courants est l'inverse du rapport des tensions.

On peut encore dire qu'il y a conservation de la puissance :

$$u_1.i_1 = u_2.i_2$$

On note, selon les ouvrages, le rapport des tensions :

$$k = u_2/u_1 \text{ ou } m = u_1/u_2$$

5.2.4- Caractéristiques Techniques D'un Transformateur

a) Les caractéristiques principales d'un transformateur fournis par le fabricant sont :

- La puissance nominale exprimée en Volt Ampère (VA) qu'il peut fournir. Elle varie de 1 VA à quelques KVA ou même à des centaines de KVA en milieu industriel. Il faut tenir compte des pertes dues au transformateur, il faut choisir la puissance en VA du transformateur supérieure de 5% à 30% à la puissance consommée par la charge (en fonction des caractéristiques données par le fabricant (perte dans les tôles du noyau, etc...)).

- Le nombre de tensions secondaires séparées ou ayant un point commun,
- L'intensité maximale de chaque tension secondaire,
- Le rendement : rapport de la puissance utile sur la puissance consommée (entre 95% et 70%) (due aux pertes : résistances des fils (échauffement par effet joule, pertes dans le noyau par courant de Foucault, etc...),
- Le rapport entre la tension de sortie à vide et en charge,
- Le matériau constituant le noyau quand il existe



Figure 18 : SOUS TENSION ET SURTENSION

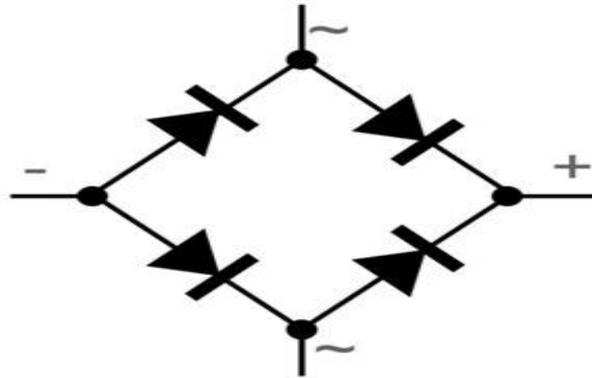
5.2.2- Pont Redresseur A Diodes

Le pont redresseur est utilisé pour convertir le courant alternatif, c'est-à-dire le courant alternatif, en courant continu, c'est-à-dire le courant continu. De nombreux circuits électroniques nécessitent une alimentation en courant continu pour alimenter divers composants électroniques à partir de la source d'alimentation en courant alternatif disponible. Parmi l'ensemble du redresseur, ce pont redresseur est le circuit redresseur le plus efficace.

a) Le Redresseur Est Classé En Trois Types :

2. Demi-onde
3. Pleine onde
4. Pont redresseur

Ainsi, les ponts redresseurs sont des circuits qui convertissent le courant alternatif en courant continu à l'aide de diodes disposées dans la configuration du circuit en pont. Il est composé d'une ou plusieurs diodes. L'onde de sortie générée est de même polarité quelle que soit la polarité à l'entrée. En fonction de l'exigence de courant de charge, un pont redresseur approprié est sélectionné. Lors de la sélection d'une alimentation de redresseur pour les circuits électroniques appropriés, les caractéristiques et spécifications des composants, la tension de claquage, la plage de température, le courant nominal transitoire, le courant nominal direct, etc. sont pris en compte.

b) Construction**Figure 19 : Pont redresseur (demi-cycle positif)**

Le circuit est construit en utilisant quatre diodes, à savoir D1, D2, D3, D4, ainsi qu'une résistance de charge. Il s'agit d'une conception de modèle en boucle fermée pour convertir efficacement le courant alternatif en courant continu. Le principal avantage de cette conception est l'absence d'un transformateur à prise centrale. Ainsi, à cause de cela, le coût, ainsi que la taille, seront réduits.

Lorsque le signal d'entrée est appliqué sur les deux bornes comme A et B, le signal CC de sortie peut être atteint sur le RI. Cette résistance de charge est connectée entre les deux bornes C et D. l'agencement de la diode est fait de manière à ce que l'électricité soit générée par les deux diodes tout au long de chaque cycle. Ainsi, la paire de diodes comme D1 et D3 générera du courant électrique tout au long du demi-cycle positif et, de même, les diodes D2 et D4 conduiront le courant électrique pendant le demi-cycle négatif.

C) Travail

Lorsque le signal alternatif est appliqué aux bornes du pont redresseur, la borne A devient positive et la borne B devient négative pendant l'alternance positive. De ce fait, les diodes D1 et D3 deviennent polarisées en direct tandis que D2 et D4 deviennent polarisées en inverse. Pendant l'alternance négative, la borne B devient positive tandis que la borne A devient négative. Cela amène les diodes D2 et D4 à être polarisées en direct et les diodes D1 et D3 à être polarisées en inverse. Par conséquent, nous avons remarqué que le flux de courant à travers la résistance de charge R_L est le même pendant le demi-cycle positif et le demi-cycle négatif. Et aussi vu que la polarité de sortie du signal peut être complètement positive ou négative. Si le sens

de la diode est inversé alors on obtient une tension continue complètement négative sinon elle est complètement positive. Ainsi, le redresseur en pont permet le courant électrique pendant les demi-cycles positifs et négatifs du signal CA d'entrée.

d) La Forme D'onde De Sortie Du Pont Redresseur Est Illustrée A La Figure

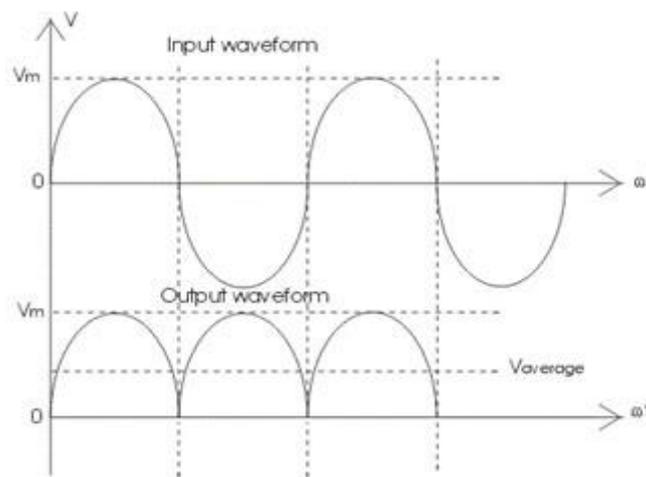


Figure 20 : sortie du pont redresseur

e) Avantage

Un pont redresseur a un rendement plus élevé que le redresseur demi-onde.

Une sortie lisse et stable est obtenue à partir d'un pont redresseur.

La caractéristique de produire à la fois un demi-cycle positif et négatif du signal CA d'entrée ne se trouve pas dans le redresseur demi-onde.

f) Désavantage

Le pont redresseur est complexe par rapport à un redresseur demi-onde. Ainsi, le pont redresseur utilise 4 diodes tandis que le demi-redresseur et le redresseur pleine onde à prise centrale n'utilisent que 2 diodes.

Lorsque plus d'une diode est utilisée, une plus grande perte de puissance se produit.

La chute de tension est plus élevée dans un pont redresseur.

5.2.3- IC LM324

Le LM324 est un circuit intégré à 14 broches, le schéma de circuit du générateur de fonctions avec LM324 est illustré ci-dessous. Les composants requis pour ce circuit sont une puce d'amplificateur opérationnel LM324, deux résistances de 10 k Ω , quatre résistances de 100 k Ω , une résistance de 22 k Ω , une résistance de 220 k Ω , un condensateur en céramique de 1 μ F, un condensateur en céramique de 33 nF, un condensateur de 10 nF et un potentiomètre de 50 k Ω . Le circuit contient trois amplificateurs opérationnels, le premier amplificateur opérationnel génère l'onde carrée, le deuxième amplificateur opérationnel génère la sortie d'onde triangulaire et le troisième amplificateur opérationnel génère la sortie d'onde sinusoïdale.

a) Le Schéma Des Broches Du CI LM324 Est Illustré Ci-Dessous



Figure 21 : Configuration des broches LM324

Le LM324 est une puce intégrée composée de 14 broches. Les broches 1, 7, 8, 14 sont les broches de sortie, les broches 2, 6, 9, 4 sont les broches d'entrée inverseuses et les broches 3, 5, 10, 12 sont les broches d'entrée non inverseuses, la broche 4 est le Vcc (alimentation) et la broche 11 est la masse.

B) schéma interne du LM 324

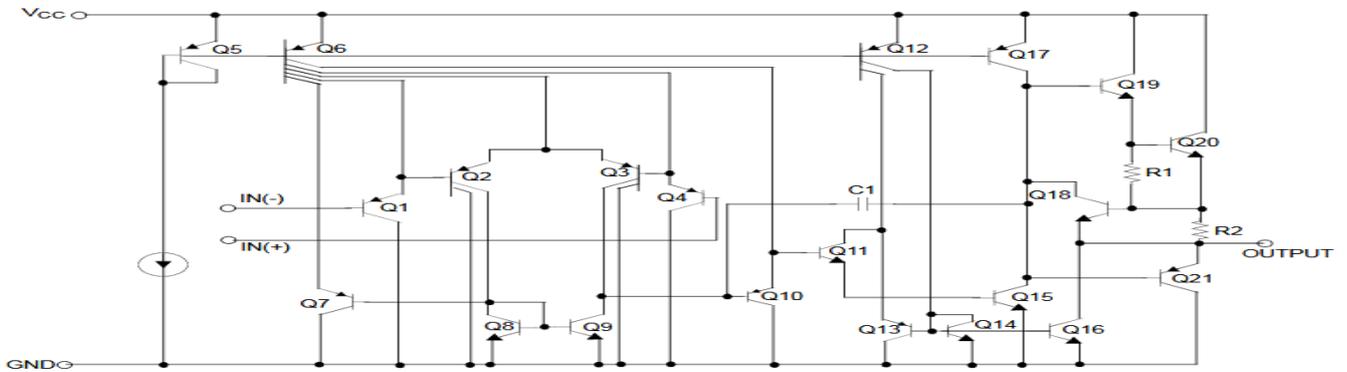


Figure 22 : Diagramme schématique

b) Caractéristiques

Les spécifications du générateur fonctionnel à usage général sont indiquées ci-dessous

- Ce générateur produit cinq types de formes d'onde
- La large gamme de fréquences sont générées par ce générateur
- Pour un générateur analogique, la stabilité de fréquence est de 0,1 % par heure
- La distorsion maximale de l'onde sinusoïdale pour les générateurs analogiques est d'environ 1 %
- Les modulations AM (modulation d'amplitude), FM (modulation de fréquence) ou PM (modulation de phase) sont prises en charge
- La sortie d'amplitude est jusqu'à 10

c) Précautions De Sécurité

Certaines des précautions de sécurité du générateur de fonctions sont :

Utilisez le bon réglage de tension

Assurer une bonne ventilation

Ne pas fonctionner à haute fréquence et pression

5.2.4- LM7812

a) Description du LM7812 :

Le LM7812 est un circuit intégré régulateur de tension positif en boîtier TO-220 de la série LM78xx qui est fabriqué par de nombreux fabricants de composants électroniques. Le circuit intégré fournit une tension de sortie fixe de 12 V, que la tension d'entrée fluctue ou change en continu ou qu'elle soit supérieure à 12 V, mais la tension d'entrée ne doit pas dépasser 35 V, ce qui correspond à la limite de tension d'entrée maximale que ce circuit intégré est capable de gérer. De plus, la tension d'entrée ne doit pas être inférieure

14 V, c'est-à-dire la tension d'entrée minimale requise du CI pour fournir une sortie fixe de 12 V. Bien que ce circuit intégré soit conçu pour une sortie fixe, mais que la sortie puisse également être ajustée si nécessaire par l'utilisateur à l'aide de seulement deux résistances externes à la sortie, les détails peuvent être trouvés ci-dessous dans cet article.

Pendant l'utilisation, lorsque le circuit intégré effectue une régulation de tension ou abaisse la tension d'entrée, toute la différence de tension entre la tension d'entrée et la sortie est convertie en chaleur, ce qui nécessite un dissipateur thermique approprié pour le bon fonctionnement du circuit intégré. Le circuit intégré peut gérer une charge maximale de 1 A à 1,5 A, mais le courant d'entrée doit être de 2 A pour obtenir 1 A à 1,5 A à la sortie.

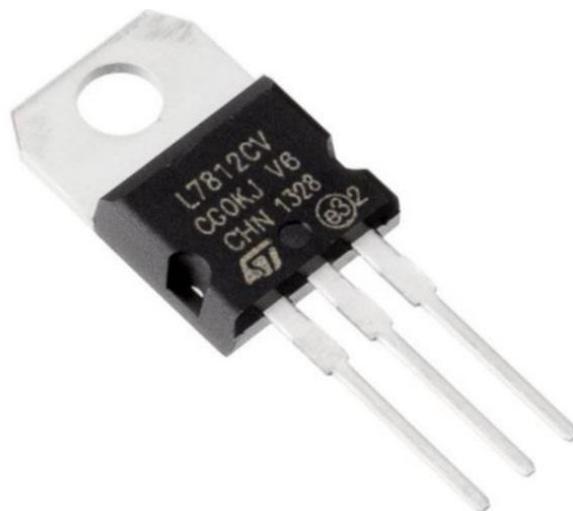


Figure 23: IC 7812

b) Caractéristiques Du Circuit Intégré LM7812 / Spécifications Techniques

- Ensemble TO-220
- Le courant de sortie est de 1,5 Ampère
- Fonction d'arrêt immédiat en cas de court-circuit
- Fonction d'arrêt immédiat en cas de surchauffe
- Bas prix
- Authentique à utiliser dans les appareils commerciaux
- Sortie 12V précise et fixe
- La tension d'entrée maximale est de 35 V CC
- Faible courant de veille seulement 8m

c) Circuit d'alimentation réglable/variable LM7812 :

Le schéma ci-dessous montre une alimentation réglable ou variable utilisant un circuit intégré LM7812 avec deux résistances externes.

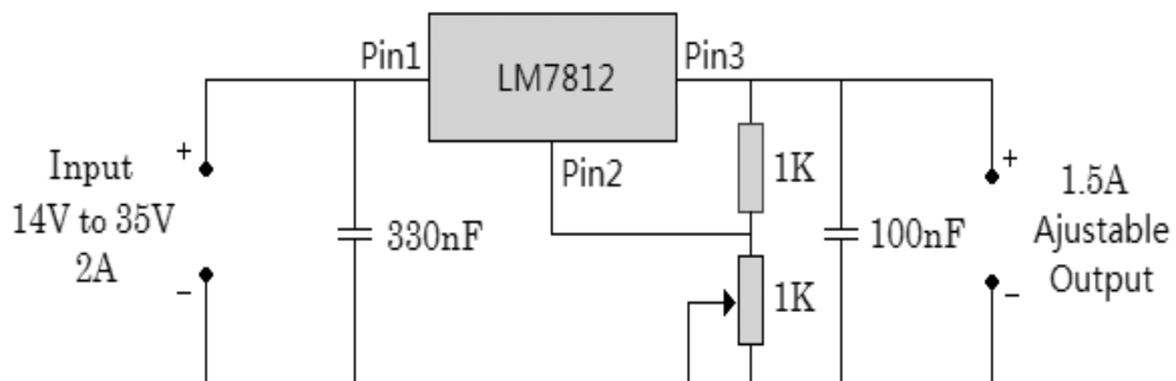


Figure 23 : Le schéma ci-dessous montre une puissance réglable ou variable

5.2.5 -Diode Zener

Une diode Zener est un type de diode qui autorise le courant non seulement dans le sens direct comme une diode normale, mais également dans le sens inverse si la tension est supérieure à la tension de claquage connue sous le nom de "tension de coude Zener" ou "tension Zener".

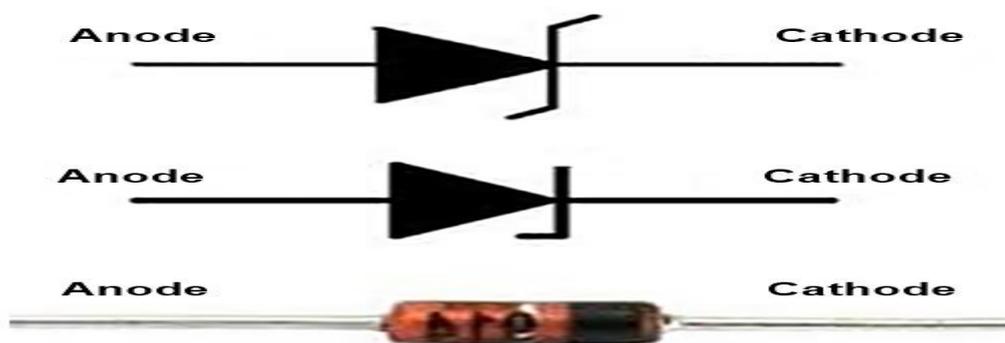


Figure 24 : Diode Zener

Une diode à semi-conducteurs conventionnelle ne permettra pas un courant significatif si elle est polarisée en inverse en dessous de sa tension de claquage inverse. Lorsque la tension de claquage de polarisation inverse est dépassée, une diode conventionnelle est soumise à un courant élevé en raison du claquage par avalanche. À moins que ce courant ne soit limité par des circuits, la diode sera définitivement endommagée. En cas de polarisation directe importante (courant dans le sens de la flèche), la diode présente une chute de tension due à sa tension intégrée de jonction et à sa résistance interne. L'ampleur de la chute de tension dépend du matériau semi-conducteur et des concentrations de dopage. Une diode Zener présente presque les mêmes propriétés, sauf que le dispositif est spécialement conçu pour avoir une tension de claquage fortement réduite, appelée tension Zener. Par contraste avec le dispositif conventionnel, une diode Zener polarisée en inverse présentera un claquage contrôlé et permettra au courant de maintenir la tension aux bornes de la diode Zener à la tension Zener.

La diode Zener fonctionne Diode Zener La diode Zener est un type de diode qui circule également en polarisation inverse et dans les applications, elle est toujours connectée en polarisation inverse et la diode Zener limite la tension, cette diode est utilisée pour réguler la tension dans n'importe quel circuit. Il

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

fonctionne toujours en tension de claquage Zener. La tension de claquage Zener est le niveau de tension au niveau de cette diode Zener qui démarre la conduction du courant en polarisation inverse. Lorsque la tension inverse augmente, la conduction du courant commence à un niveau, ce niveau de tension appelé tension de claquage et le courant traversant la diode est appelé courant Zener. Si la tension de polarisation inverse appliquée à travers elle est supérieure à sa tension Zener. La diode Zener est donc idéale pour des applications telles que la génération d'une tension de référence (par exemple pour un étage d'amplification), ou comme stabilisateur de tension pour les applications à faible courant.

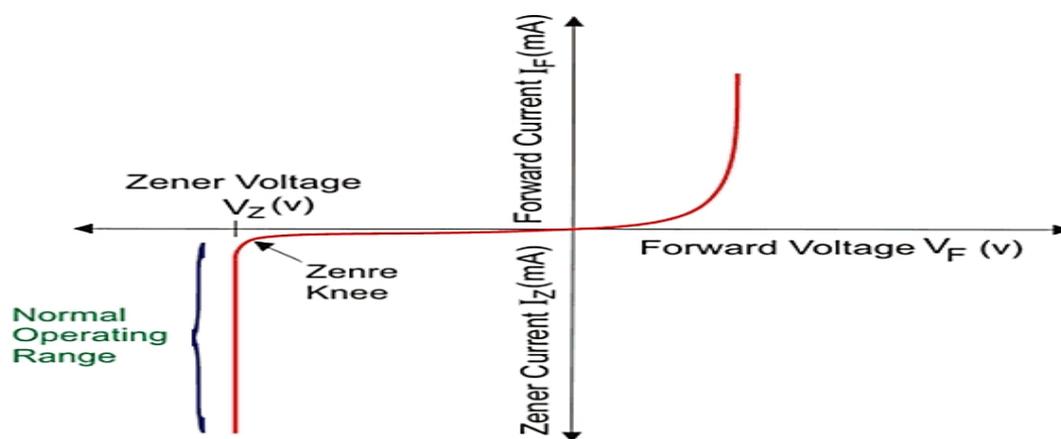


Figure 25: Characteristic curve of Zener Diode

5.2.6 - RELAIS :

Un relais est un interrupteur à commande électrique. De nombreux relais utilisent un électroaimant pour actionner mécaniquement un mécanisme de commutation, mais d'autres principes de fonctionnement sont également utilisés. Les relais sont utilisés lorsqu'il est nécessaire de contrôler un circuit par un signal de faible puissance (avec isolation électrique complète entre les circuits de commande et contrôlés), ou lorsque plusieurs circuits doit être contrôlé par un signal.



Figure 26 : Relais

Que ce soit pour faire clignoter une lampe, pour commuter un moteur à courant alternatif ou pour d'autres opérations similaires, les relais sont destinés à de telles applications. Cependant, les jeunes passionnés d'électronique deviennent souvent confus lorsqu'ils évaluent les brochages du relais et les configurent avec un circuit de commande à l'intérieur du circuit électronique prévu.

Nous étudierons les règles de base qui nous aideront à identifier les brochages de relais et à apprendre comment fonctionne un relais. Commençons la discussion.

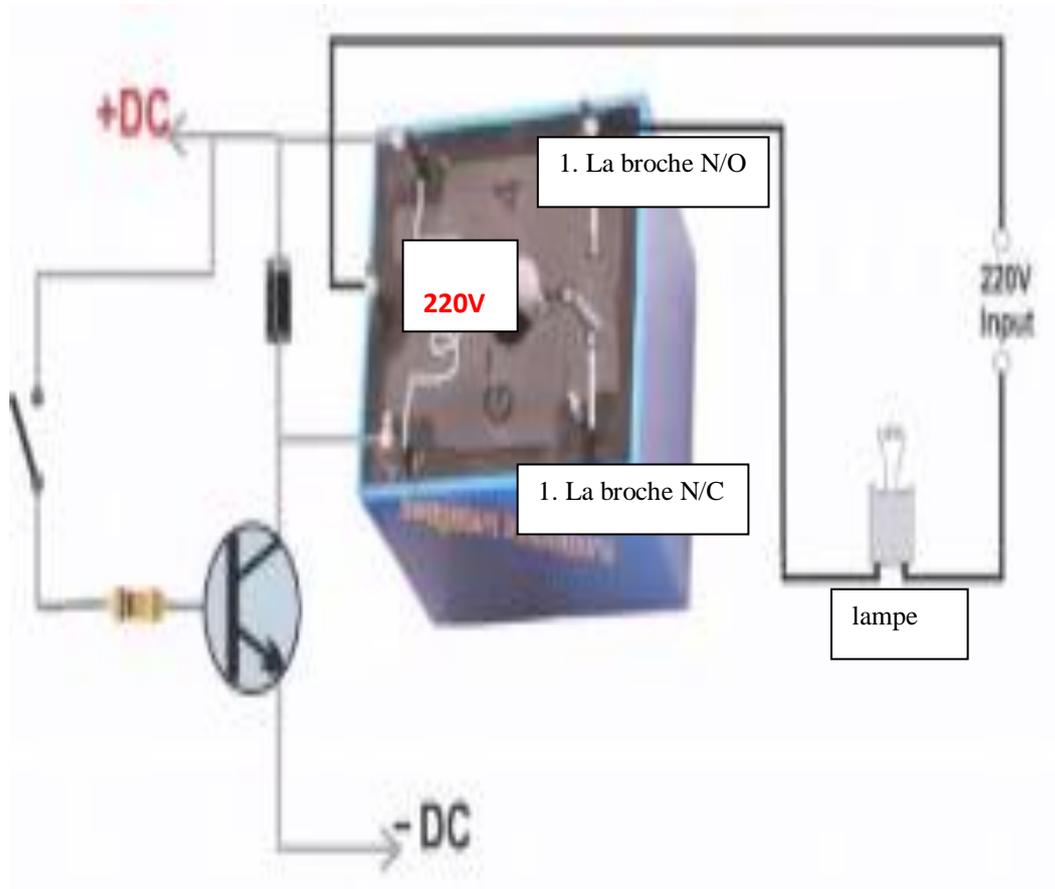


Figure 27 : Circuit électronique d'un relais connecté avec une lampe

1) L'identifier Les Broches De Relais Et Connecter Un Relais

De nombreux relais n'ont pas de brochage marqué, ce qui rend difficile pour les utilisateurs de les identifier et de les faire fonctionner pour les applications prévues.

Les brochages à identifier sont (dans l'ordre indiqué):

1. Les broches de la bobine (-DC/ +DC)
2. La broche Pôle Commun
3. La broche N/C
4. La broche N/O

5.2.6- Potentiomètre

Le potentiomètre est un instrument électrique utilisé pour mesurer la FEM (force électromotrice) d'une cellule donnée, la résistance interne d'une cellule. Il est aussi utilisé pour comparer les champs électromagnétiques de différentes cellules. Il peut également être utilisé comme résistance variable dans la plupart des applications. Ces potentiomètres sont utilisés en grande quantité dans la fabrication d'équipements électroniques qui permettent d'ajuster les circuits électroniques afin d'obtenir les sorties correctes. Bien que leur utilisation la plus évidente doive être pour les commandes de volume sur les radios et autres équipements électroniques utilisés pour l'audio.



Figure 28: Potentiomètre

a) Brochage du potentiomètre

Le schéma des broches du potentiomètre Trimpot est illustré ci-dessous. Ces potentiomètres sont disponibles en différentes formes et comprennent trois fils. Ces composants peuvent être placés facilement sur une planche à pain pour un prototypage facile. Ce potentiomètre comprend un bouton dessus et il est utilisé pour changer sa valeur en la modifiant.

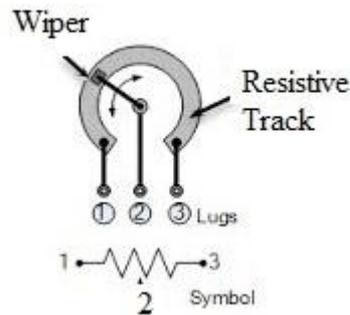


Figure 29: Pin Out of Potentiometer

- **Pin1 (Fixed End)** : La connexion de cette extrémité fixe1 peut se faire à une extrémité du chemin résistif
- **Pin2 (Variable End):** La connexion de cette extrémité variable peut se faire en la connectant à l'essuie-glace afin qu'il fournisse une tension variable
- **Pin3 (Fixed End):** La connexion de cette autre extrémité fixe peut être effectuée en la connectant à une autre extrémité du chemin résistif

Comment sélectionner un potentiomètre ?

Les potentiomètres sont aussi appelés résistances variables. Ceux-ci sont utilisés pour fournir une résistance variable en changeant simplement le bouton du potentiomètre. La classification de cela peut être effectuée sur la base de deux paramètres importants tels que la résistance (R-ohms) et la puissance nominale (P-Watts).

La résistance du potentiomètre sinon sa valeur décide principalement de la résistance qu'il donne au flux de courant. Lorsque la valeur de la résistance est élevée, la valeur inférieure du courant circulera. Certains des potentiomètres sont 500Ω, 1K ohm, 2K ohm, 5K ohm, 10K ohm, 22K ohm, 47K ohm, 50K ohm, 100K ohm, 220K ohm, 470K ohm, 500K ohm, 1M.

La classification des résistances dépend principalement de la quantité de courant qu'elles permettent de traverser, ce que l'on appelle la puissance nominale. La puissance nominale d'un potentiomètre est de 0,3 W et il peut donc être utilisé simplement pour les circuits à faible courant.

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

Il existe encore plusieurs sortes de potentiomètres et leur sélection dépend principalement de certaines nécessités comme les suivantes.

- _ Les nécessités de la Structure
- _ Les caractéristiques de changement de résistance
- _ Choisir le type de potentiomètre en fonction des nécessités d'utilisation
- _ Choisir les paramètres en fonction des nécessités du circuit

Construction et principe de fonctionnement

Le potentiomètre est constitué d'un long fil résistif L composé de magnum ou de constantan et d'une batterie de FEM connue V. Cette tension est appelée tension de cellule pilote. Connectez les deux extrémités du fil résistif L aux bornes de la batterie comme indiqué ci-dessous ; supposons qu'il s'agit d'un circuit primaire.

5.2.7- Transistor

Dispositif actif à semi-conducteur électronique à transistor utilisé pour amplifier ou commuter le signal électrique ou électronique. La plupart des transistors sont des dispositifs à trois bornes. Selon le porteur de charge, le transistor est classé en deux types - BJT (transistor à jonction bipolaire) et UJT (transistor à jonction unipolaire). BJT a trois terminaux - émetteur, base et collecteur tandis que FET (transistor à effet de champ) a trois terminaux - drain, porte et source. Dans cet article, nous allons voir quelques exemples de transistors avec leurs numéros et schéma de brochage.



Figure 30: BC548 Transistor Pinout

- A. **Collector** : Le flux de courant passera par la borne du collecteur. Il est bosselé par "C"
- B. **Base**: Cette broche contrôle la polarisation du transistor. Il est noté "B"
- C. **Emitter**: Le courant passe par la borne de l'émetteur. Il est désigné par "E".

5.2.11 Conception materielle

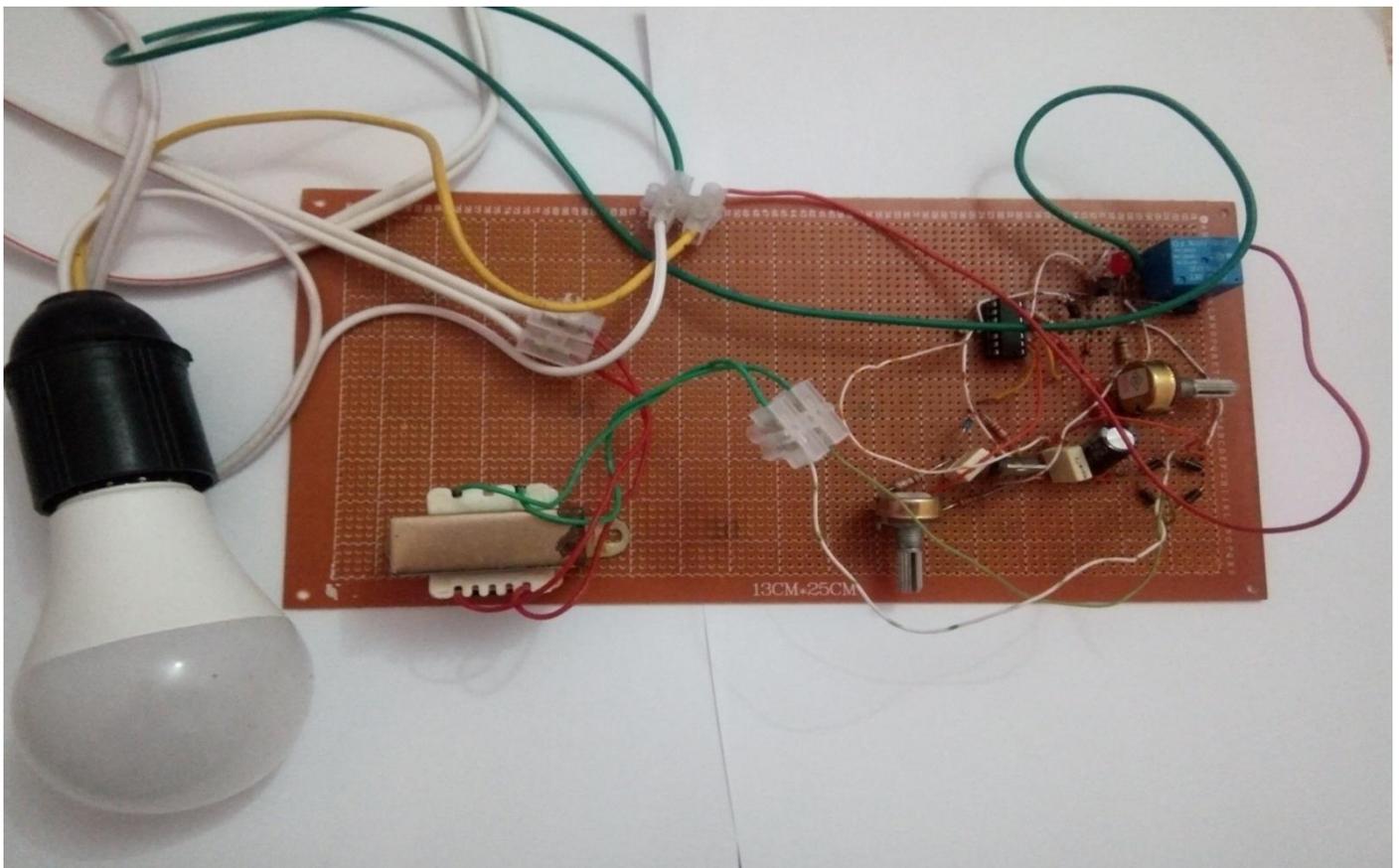


Figure 31 : connexions matérielles

1. Protection contre les sous-tensions:

- Lorsque la tension du secteur est inférieure à 180 V, la tension à la borne inverseuse (broche 6) de l'amplificateur opérationnel N2 est inférieure à la tension à la borne non inverseuse (6 V). Ainsi, la sortie

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

de l'amplificateur opérationnel N2 passe à l'état haut et alimente le relais via le transistor T1.

L'alimentation CA est déconnectée et les appareils électriques s'éteignent (ici la lampe 220 V AC). Ainsi, les appareils sont protégés contre les sous-tensions. IC1 est câblé pour une alimentation 12 V régulée.

- les appareils sont sécurisés contre les sous-tensions. N1 est alimenté en 12V régulée par le LM7812.
- Le relais s'active dans deux conditions : en premier lieu, si la tension à l'entrée 3 de N2 dépasse 6,8 V, et deuxièmement, si la tension à l'entrée 6 de N2 est inférieure à 6V.
- Les niveaux de surtension et de sous-tension peuvent être réglés à l'aide des potentiomètres VR1 et VR2, respectivement.

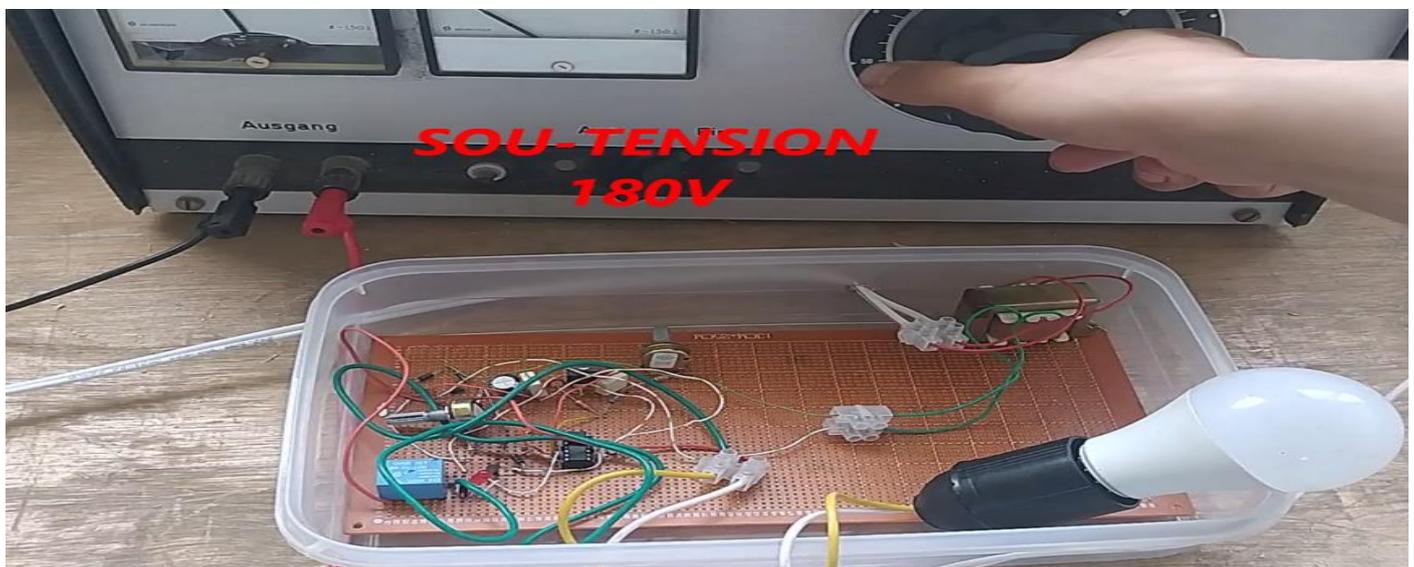


Figure 32 : la sous-tension

2. Protection contre les surtensions:

- L'AOP N1 du IC LM324 est utilisé ici comme comparateur, comme illustré à la figure 12.

16. Le IC LM324 comprend quatre amplificateurs opérationnels, dont seulement deux (N1 et N2) sont utilisés dans le cadre de notre projet.

- L'alimentation non régulée est connectée à l'association d'arrangement de résistances R1 et R2 et potentiomètre VR1. Elle est également connectée à une association de montage de diode Zener 6.8V (ZD1) et résistance R3.
- VR1 et VR2 sont réglés avec l'objectif final que pour l'alimentation ordinaire soit dans la plage de 180V - 240V,

CHAPITRE 3 : Etude et réalisation d'un circuit de protection contre les surtensions et les sous-tensions

- Si la tension à la borne de non inverseuse (entrée 3) de l'AOP N1 est en dessous 6.8V. Par la suite, la sortie de l'AOP N1 est nulle et le transistor T1 reste bloqué, la sortie du relais N/C reste connectée, la lampe reste allumée.
- Lorsque la tension CA augmente au-dessus de 240 V, à ce stade, la tension au point non inverseuse (broche 2) de l'AOP N1 (tension de référence) est toujours de 6,8 V en raison de la diode Zener.
- Maintenant, si le niveau de tension à l'entrée 3 de l'amplificateur opérationnel est supérieur à 6,8 V, à ce point, la sortie l'AOP N1 met le T1 en état passant, la sortie du relais passe à la position N/O, la lampe s'éteint..

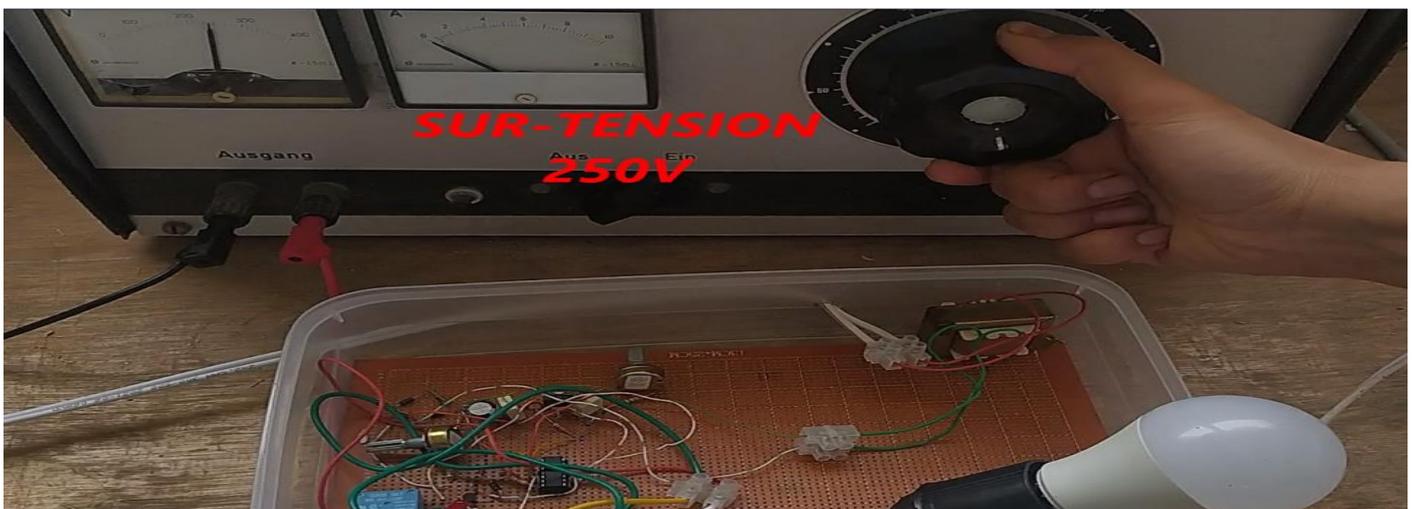


Figure 33 : la sur tension

3. Alimentation en tension normale :

En utilisant deux potentiomètres, la plage d'alimentation typique est choisie entre 180 V et 240 V.

Le niveau de tension est apparu par multimètre dans l'image ci-dessus est de 220 volts, par conséquent

le circuit de protection est alors fermé ce qui signifie que le contact N/C du relais se ferme lorsque l'alimentation typique est détectée par le circuit de protection. La lampe 220 V connectée en tant que charge est de 15 watts. Ainsi, pour toute plage de tension recommandée est choisie par deux potentiomètres VR1 et VR2,



Figure 34 : sur tension normal 220V

Conclusion :

Les circuits présentés répondent efficacement aux variations de tension que ce soit sous ou surtension en cas de circuit monophasé, et surtension, sous-tension, défaillance de phase et fonctionnement en déséquilibre en cas de triphasé circuit.

La plage de tension normale peut être ajustée avec les résistances variables (potentiomètres VR1 et VR2), il peut être rendu très sensible à la surtension ou à la sous-tension, ou il peut être moins sensible.

Conclusion générale :

Nous avons réalisé ce projet grâce à nos observations quotidiennes selon lesquelles les circuits d'alimentation électrique sont souvent exposés à des transitoires dus à des surtensions externes et internes. Les pointes externes sont principalement causées par la foudre, tandis que les pointes internes peuvent être causées par des manœuvres de commutation ou l'initiation et l'élimination de défauts. Si ces augmentations sont incontrôlées ou illimitées, elles peuvent causer de graves dommages aux équipements et mettre en danger la vie des particuliers et du grand public.

Les surtensions peuvent être maîtrisées en utilisant de simples éclateurs ou plus efficacement en utilisant des parafoudres modernes à hautes performances. Le processus de conception, de sélection et d'application des systèmes de protection contre les surtensions nécessite une meilleure compréhension du mécanisme de défaut ou du mécanisme de parafoudre attaché à un circuit, des critères de propagation des surtensions le long du réseau, des aspects de conception du réseau électrique et de ses équipements et du niveau de la résistance d'isolement et des performances du système de mise à la terre. De plus, nous avons conçu, sélectionné et positionné de manière appropriée le dispositif de surtension convivial pour réduire les surtensions et protéger les équipements de valeur. L'objectif de cette protection est d'obtenir une coordination d'isolation efficace et économique du système. Un risque acceptable de défaillance du système peut survenir lorsque la contrainte du système est considérée par rapport à la résistance de ses composants dans le contexte de la coordination de l'isolement.

ANNEXES

Annexe 1

1. La description LM324

Le LM324 se compose de quatre fréquences internes indépendantes à gain élevé amplificateurs opérationnels compensés qui ont été conçus spécifiquement pour fonctionner à partir d'une seule alimentation sur une large plage de tension. Le fonctionnement à partir d'alimentations séparées est

Régalement possible tant que la différence entre les deux alimentations est de 3 volts à 32 volts. Les domaines d'application comprennent amplificateur de transducteur, blocs de gain CC et tous les

Circuits d'ampli OP conventionnels qui peuvent maintenant être facilement implémenté dans des systèmes d'alimentation simples

2. Fonctionnalités

Compensation de fréquence interne pour le gain unitaire

- Grand gain de tension CC : 100 dB
- Large plage d'alimentation : LM324: 3V~32V (ou±1.5 ~16V) LM2902 : 3 V ~ 26 V (ou±1.5V ~ 13V)
- La plage de tension d'entrée en mode commun inclut la terre
- Grande oscillation de tension de sortie : 0 V à VCC-1.5V
- Consommation d'énergie adoptée au fonctionnement sur batterie

3. Schema fonctionnel interne:

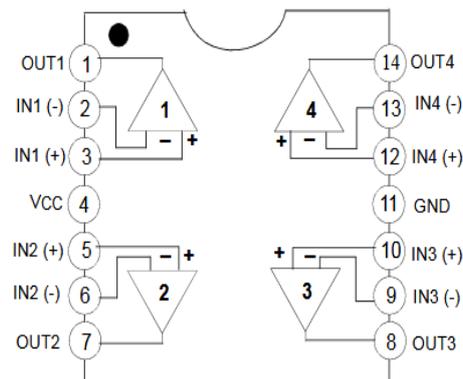


Figure 35 : Schéma fonctionnel interne

5. Electric Caractéristiques :

Parameter	Symbol	Conditions	LM224			LM324		
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
Input Offset Voltage	V_{IO}	$V_{ICM} = 0V$ to $V_{CC} - 1.5V$ $V_{O(P)} = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$ (Note1)	-	-	7.0	-	-	9.0
Input Offset Voltage Drift	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	$R_S = 0\Omega$ (Note2)	-	7.0	-	-	7.0	-
Input Offset Current	I_{IO}	$V_{CM} = 0V$	-	-	100	-	-	150
Input Offset Current Drift	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	$R_S = 0\Omega$ (Note2)	-	10	-	-	10	-
Input Bias Current	I_{BIAS}	$V_{CM} = 0V$	-	-	300	-	-	500
Input Common-Mode Voltage Range	$V_{I(R)}$	Note1	0	-	$V_{CC} - 2.0$	0	-	$V_{CC} - 2.0$
Large Signal Voltage Gain	G_V	$V_{CC} = 15V$, $R_L = 2.0k\Omega$ $V_{O(P)} = 1V$ to $11V$	25	-	-	15	-	-
Output Voltage Swing	$V_{O(H)}$	Note1	$R_L = 2k\Omega$ 26	-	-	26	-	-
	$V_{O(L)}$	$V_{CC} = 5V$, $R_L = 10k\Omega$	27	28	-	27	28	-
Output Current	I_{SOURCE}	$V_{I(+)} = 1V$, $V_{I(-)} = 0V$ $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 2V$	10	20	-	10	20	-
	I_{SINK}	$V_{I(+)} = 0V$, $V_{I(-)} = 1V$ $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 2V$	10	13	-	5	8	-
Differential Input Voltage	$V_{I(DIFF)}$	-	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}

TABLEAU : Electricité LM 324

Annexe2

1. Régulateur de tension 7812

Le régulateur de tension 7812 est un type de circuit intégré de régulateur de tension linéaire fixe autonome. Le circuit intégré appartient à la famille des régulateurs de tension ic 78xx.

Le régulateur de tension 7812 IC est facile à utiliser et disponible à très faible coût. Les deux derniers chiffres de 7812 indiquent la tension de sortie qui est de 12 V



Figure 36 : Régulateur de tension 7812

2. façon d'utiliser LC7812

Le 7812 ic a 3 broches.

- L'entrée positive est à la broche 1.
- La broche 2 est commune entre la tension d'entrée et la tension de sortie.
- La broche 3 est une sortie positive.

Lors de l'utilisation de la configuration du régulateur de tension, vous devez veiller à ce que le courant traversant le régulateur de tension ne dépasse pas la capacité mentionnée dans la fiche technique, sinon il pourrait exploser. Vous devez également faire attention à la connexion que vous effectuez avec l'alimentation en tension. L'inversion de polarité fait chauffer le circuit intégré très rapidement, vous pouvez également utiliser une diode à jonction afin d'éviter une telle condition.

Références

[1] : Pdf online Course E245 (4 PDH) Introduction To Circuit Protection Devices Instructor: A. Bhatia, B.E 2012. (date de consultation le 03/03/2022)

[2] : Les Fusibles : Rôle Et Types (Monelectricite.Pro) (date de consultation le 04/03/2022)

[3] : Disjoncteur Electrique : Principe, Rôle Et Types (Eni.Com) (date de consultation le 05/03/2022)

[4] : Installation-Renovation-Electrique.Com/Disjoncteur-Electrique-Type-Branchement-Symbole/(date de consultation le 05/03/2022)

[5] : GELE3211 - Chapitre 8 (Umoncton.Ca) (date de consultation le 06/03/2022)

[6] : Transformateur Electrique : Définition Et Explications (Techno-Science.Net) (date de consultation le 07/03/2022)

[7] : Principes De Base Des Relais De Protection (Eaton.Com) (date de consultation le 08/03/2022)

[8] : L'optocoupleur : Principe De Fonctionnement - Astuces Pratiques (Astuces-Pratiques.Fr) (date de consultation le 20/03/2022)

[9] : (PDF) PROJECT REPORT ON " UNDER VOLTAGE AND OVER VOLTAGE PROTECTION SYSTEM " Submitted In The Partial Fulfillment Of The Requirement Of Rajath Kashyap - Academia.Edu (date de consultation le 28/03/2022)

[10]: IRJET-V5I208.Pdf[15]: Karout-Wassila-Belhadj-Soumia.Pdf (Univ-Annaba.Dz) (date de consultation le 04/04/2022)

[11]: Www.Astuces-Pratiques.Fr/Electronique/Le-Transformateur-Description-Et-Définition (date de consultation le 08/04/2022)

[12]: [Https://Www.Semiconductorforu.Com/Bridge-Rectifier/](https://Www.Semiconductorforu.Com/Bridge-Rectifier/) (date de consultation le 08/04/2022)

[13]: Www.Elprocus.Com/What-Is-Function-Generator-Circuit-Diagram-Its-Specifications/ (date de consultation le 22/04/2022)

[14]: Fr.Fmuser.Net/Content/?21467.Html (date de consultation le 28/04/2022)

[15]: Www.Etechnog.Com/2021/12/2n2222-Bc557-Bc547-Pinout-Diagram.Html(date de consultation le 30/04/2022)

[16]: Www.Etechnophiles.Com/Bc548-Transistor-Pinout-Specifications-Datasheet-And-Applications/(date de consultation le 05/05/2022)

[17]: Pdf1.Alldatasheet.Com/Datasheet-Pdf/View/53583/FAIRCHILD/LM324.Html(date de consultation le 08/05/2022)

[18]: Eeeproject.Com/7812-Voltage-Regulator-Short-Description-2/(date de consultation le 22/05/2022)

