

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Electronique

Spécialité : Instrumentation

Par : CHEBBAB Samira & BELMAHI Aboubakr

Sujet

Etude, simulation et réalisation d'un éclairage de secours

Soutenu publiquement, le 13 /06 / 2024, devant le jury composé de :

Mr BENADDA Belkacem	Prof	Université de Tlemcen	Président
Mr KERAI Nabil	MAB	Université de Tlemcen	Examineur
Mlle RAHOU Fatima Zohra	MCB	Université de Tlemcen	Encadrant
Mr ZOUGAGH Nabil	MCB	Université de Tlemcen	Co-Encadrant

Année universitaire : 2023 /2024

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Allah le tout puissant pour sa grâce et son assistance dans l'accomplissement de ce modeste travail et pour avoir rendu notre chemin plus facile. À Lui revient toute louange et reconnaissance, en tout temps et en tout lieu.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadrante, Mademoiselle RAHOU Fatima Zohra, Maître de conférences classe "B" à l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, pour la qualité de son encadrement, ses compétences et ses conseils qui nous ont permis de mener à bien ce projet. Nous lui sommes également reconnaissants pour sa disponibilité et sa qualité humaine qui nous ont permis de travailler dans les meilleures conditions. Nous espérons qu'elle trouvera dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.

Nous remercions vivement notre co-encadreur, Monsieur ZOUGAGH Nabil, Maître de conférences classe "B" à l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, qui n'a ménagé aucun effort pour nous éclairer le chemin. Il nous a encadrés tout au long de ce travail, facilitant nos tâches et nous guidant dans l'élaboration de ce mémoire.

Nos remerciements vont également aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de participer à la soutenance et d'évaluer ce mémoire : le président, Monsieur BENADDA Belkacem Professeur à l'université de Tlemcen, et l'examineur, Monsieur KERAI Nabil, enseignant à l'université de Tlemcen.

Nous tenons également à remercier tous les professeurs qui ont contribué à nous formation tout au long de nos études.

Enfin, nous remercions sincèrement toutes les personnes qui nous sont chères, en particulier nos parents, nos frères et nos sœurs, pour leurs encouragements, leur confiance et leur soutien moral dont ils ont fait preuve tout au long de ce travail. Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au succès de ce mémoire.



Dédicace

Avec tous mes sentiments de respect, j'aimerais tout d'abord remercier mon Dieu qui m'a aidé et lui a donné la volonté pour finir cette mémoire.

J'aimerais aussi dédier mon diplôme et ma joie :

À mon Paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et de mon bonheur, à celle qui a allumé mon chemin par ses prières, ma lune, ma mère.

À celui qui m'a fait une princesse, ma source de joie dans la vie, ma source d'amour et d'affection ; à mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, à ma richesse éternelle dont je ne souhaite pas la disparition. À mon roi, mon père.

À ma grande sœur Ikram qui n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.

À mon adorable petite sœur Noura et son fils Amír qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour moi même dans les mauvais moments.

À mes deux petits frères Ayoub et Oussama pour son infini amour.

À mes encadreur, à mes collègues de promo Master 2 Instrumentations.

À tous ceux qui ont participé à ma réussite et à tous ceux qui m'aiment.

CHEBBAB Samira.

Dédicace

De profond de mon cœur, je remercie mon Dieu qui m'a donné le courage pour terminer ce projet de fin d'étude.

Je dédie ce travail aussi à tous qui me sont chers :

A mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour votre scarification pour ma construction et mon bien être. Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

A mes merveilleux frères

Chacun de vos sourires a illuminé mon chemin. Chaque mot d'encouragement a nourri mes rêves. A travers ce travail, je célèbre notre lien indéfectible, merci pour tous.

Mes encadreur

L'ensembles des mots ne peut être suffisants pour vous remercier.

Votre patience et vos conseils tout au long du ce travail sont inestimables. Je vous remercie de tout cœur.

Sans oublier mes collègues et mes amis, nous passons des jours agréables qui ne peut être jamais oublier.

BELMAHI Aboubakr.

Table des matières

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

Chapitre I : Introduction à l'éclairage de secours

I.1. Introduction.....	3
I.2. Définition.....	3
I.3. Historique	4
I.4. Les types d'éclairage de secours	6
I.4.1. Eclairage de remplacement.....	6
I.4.2. Eclairage de sécurité	7
I.4.2.1. Eclairage anti panique.....	7
I.4.2.2. Eclairage des vois d'évacuations	7
I.4.2.3. Eclairage pour les postes de travail présentant un risque particulier	7
I.5. Les sources d'éclairage de secours.....	8
I.5.1. Les blocs autonomes d'éclairage de secours (BAES)	8
I.5.2. Les sources centralisées LSC	9
I.5.3. L'éclairage de remplacement	9
I.6. Conclusion.....	10

Chapitre II : Généralités sur les composants utilisés

II.1. Introduction	12
II.2. Généralités sur les composants.....	12
II.2.1. Résistance.....	12
II.2.2. Potentiomètre	13
II.2.3. Condensateur.....	13
II.2.4. Transformateur	15
II.2.5. Diode	16
II.2.6. Diode électroluminescente LED	17
II.2.7. Transistor.....	17

II.2.7.1. Transistors bipolaires	18
II.2.8. Triac.....	19
II.2.9. Opto-triac	20
II.2.10. Régulateur de tension	21
II.2.11. Accumulateur Cd-Ni.....	22
II.2.12. Fusible	23
II.3. Conclusion	23

Chapitre III : Etude et réalisation pratique

III.1. Introduction.....	26
III.2. Schéma synoptique du circuit électrique	26
III.3. Fonctionnement et utilité des blocs	27
III.3.1. Alimentation stabilisée réglable	27
III.3.1.1. Transformation	27
III.3.1.2. Redressement double alternance	28
III.3.1.3. Filtrage	30
III.3.1.4. Régulation	31
III.3.2. Filtrage	33
III.3.3. Polarisation de transistor	33
III.3.3.1. Polarisation base-émetteur (polarisation directe) :	34
III.3.3.2. Polarisation base-collecteur (polarisation inverse) :	34
III.3.3.3. Transistor PNP de puissance BD136.....	34
III.3.4. Redressement	36
III.3.5. Accumulateur	37
III.3.6. LED (diodes électroluminescentes)	38
III.4. Simulation via Proteus.....	39
III.4.1. Fonctionnement détaillé du montage	39
III.4.2. Simulation du montage via Proteus	41
III.5. Intégration d'un circuit de puissance :	44
III.5.1. Simulation du circuit avec Proteus.....	44
III.6. Test sur la plaque d'essai	47
III.6.1. Mesures en présence de la tension du secteur :	49
III.6.2. Mesures sans tension du secteur	52

III.7. Réalisation en circuit imprimé..... 55

III.8. Conclusion 56

Conclusion générale 58

Annexe

Références

Liste des figures

Figure I.1 : Exemple illustrative d'éclairage de secours	3
Figure I.2 : Lanterne à bougie ancienne	4
Figure I.3 : Ancienne lampe à huile	5
Figure I.4 : Utilisation d'éclairage avec le gaz.....	5
Figure I.5 : Développement d'éclairage de secours avec le temps	6
Figure I.6 : Types d'éclairage de secours	7
Figure I.7 : BAES d'ambiante.....	8
Figure I.8 : Illustration d'un BAEH	8
Figure I.9 : Batteries d'accumulateurs et un groupe électrogène	9
Figure I.10 : Armoire pour éclairage de remplacement	9
Figure II.1 : Symboles d'une résistance.....	12
Figure II.2 : Potentiomètre rotatif	13
Figure II.3 : Symboles d'un condensateur.	14
Figure II.4 : Symboles de transformateur	16
Figure II.5 : Diode fabriquée à partir d'une jonction PN	16
Figure II.6 : Symbole de la diode électroluminescente LED.....	17
Figure II.7 : Transistor bipolaire	18
Figure II.8 : Tableau de comparaison entre transistor bipolaire NPN et PNP	19
Figure II.9 : Structure d'un triac	19
Figure II.10 : Symbole de l'opto-triac MOC3041.	20
Figure II.11 : Régulateur de tension LM7805.....	22
Figure II.12 : Accumulateur Cd-Ni.....	22
Figure II.13 : Un fusible cartouche sous verre.....	23
Figure III.1 : Schéma bloc du montage.....	26
Figure III.2 : Schéma fonctionnel du bloc d'alimentation stabilisée réglable	27
Figure III.3 : Principe de transformateur	27
Figure III.4 : Pont de GRAETZ	28
Figure III.5 : Allures de tension après le redressement.....	29
Figure III.6 : Filtrage avec différentes valeurs de condensateur.....	31
Figure III.7 : Branchement de régulateur de tension LM7805	32
Figure III.8 : Polarisation du transistor bipolaire PNP	34
Figure III.9 : Transistor BD136	35

Figure III.10 : Symbole et schématisation de la diode	36
Figure III.11 : La tension de seuil d'une diode.....	37
Figure III.12 : Circuit d'éclairage de secours	39
Figure III.13 : Simulation du circuit électrique en présence de la tension du secteur.	41
Figure III.14 : Simulation du circuit électrique sans tension du secteur.....	41
Figure III.15 : Visualisation des signaux obtenus via Proteus de l'étage d'alimentation stabilisée et régulée.	42
Figure III.16 : Visualisation des valeurs des tensions via Proteus en présence de la tension du secteur.	43
Figure III.17 : Visualisation les valeurs des tensions via Proteus sans tension du secteur.	43
Figure III.18 : Circuit de puissance sous Proteus.	44
Figure III.19 : Circuit électrique global réalisé sous Proteus.	45
Figure III.20 : Simulation du circuit électrique global en présence de la tension du secteur.	46
Figure III.21 : Simulation de circuit électrique global sans la tension de secteur.	46
Figure III.22 : Circuit d'éclairage de secours réalisé sur la plaque d'essai : avec la tension de secteur.....	47
Figure III.23 : Circuit d'éclairage de secours réalisé sur la plaque d'essai : sans tension de secteur.....	47
Figure III.24 : Circuit d'éclairage de secours global réalisé sur la plaque d'essai : avec la tension de secteur.	48
Figure III.25 : Circuit d'éclairage de secours global réalisé sur la plaque d'essai : sans tension de secteur.	48
Figure III.26 : Points des signaux à mesuré.....	49
Figure III.27 [Point N° 1] : Mesure de la tension à la sortie du pont de diodes [5 V].....	49
Figure III.28 Point N° 2] : Mesure de la tension après le condensateur C3 [11 V], la LED est éteinte.	50
Figure III.29 [Point N° 03] : Mesure de la tension avant les résistances de charge R4 [9V].50	
Figure III.30 [Point N°4] : Mesure de la tension avant le transistor [10 V].	51
Figure III.31 [Point N°5] : Mesure de la tension avant la LED [0V].	51
Figure III.32 [Point N°1] : Tension à la sortie du pont [2.6V].....	52
Figure III.33 [Point N° 02] : Tension après le condensateur C3 [6V], la LED est allumée. .	52
Figure III.34 [Point N° 03] : Mesure de la tension avant les résistances de charge R4 [7V].53	
Figure III.35[Point N°4] : Mesure de la tension avant le transistor [7 V].	53
Figure III.36 [Point N°5] : Mesure de la tension avant la LED [2.6V].	54

Figure III.37: Circuit imprimé du circuit de commande d'éclairage de secours.....	55
Figure III.38 : Circuit imprimé du circuit de puissance d'éclairage de secours.	55
Figure III.39: Circuit global d'éclairage de secours sur circuit imprimé.	56

Table d'abréviations

Acronyme	Signification
AC	Alternatif Current
BAEH	Blocs Autonomes d'Eclairage d'Habitation
BAES	Blocs Autonomes d'Eclairage de Secours
BJT	Bipolar Junction Transistor
DC	Direct Current
FET	Field Effect Transistor
LED	Light Emitting Diode
LSC	Les Sources Centralisées
N	Negatif
NPN	Negatif Positif Negatif
P	Positif
PNP	Positif Negatif Positif
V	Volts

Introduction générale

Introduction générale

Au sein du domaine de l'ingénierie électrique, la fiabilité de l'alimentation en électricité est essentielle pour garantir le bon fonctionnement des équipements et la sécurité des personnes.

Cependant, malgré la mise en place de mesures de sécurité, des coupures de courant peuvent survenir, plongeant les locaux dans l'obscurité totale. Cette situation peut provoquer la panique et compromettre la sécurité des personnes présentes.

Pour pallier ce risque, l'utilisation d'un éclairage de secours s'avère indispensable. Ce dispositif s'active automatiquement dès qu'une coupure de courant se produit, assurant un éclairage d'urgence immédiat. Cela permet aux personnes de se déplacer en toute sécurité et réduit les risques d'accidents.

Avant d'aborder les spécificités de l'éclairage de secours, définissons succinctement ce concept : il s'agit d'un système habituellement composé de luminaires munis de batteries de secours, élaboré pour se déclencher automatiquement en cas de coupure de courant. Son but principal est d'assurer un éclairage minimal requis pour faciliter l'évacuation sécurisée des personnes et maintenir le déroulement des activités essentielles pendant une panne électrique.

L'objectif de ce projet consiste à faire l'étude, la simulation et la réalisation d'un éclairage de secours.

Ce manuscrit s'articule autour de trois chapitres regroupant les principaux travaux effectués lors de ce mémoire.

Le premier chapitre offre une vue d'ensemble exhaustive de l'éclairage de secours, en soulignant son importance, ses fonctions fondamentales, son développement historique, ainsi que ses divers types et sources.

Dans le deuxième chapitre, nous avons enrichi notre projet en présentant les divers composants nécessaires à un système d'éclairage de secours ainsi que leurs principes de fonctionnement.

Le troisième chapitre est une étape cruciale de notre étude, permettant la transition de la théorie à la pratique en examinant le fonctionnement du montage à travers son schéma synoptique. Il combine la simulation à l'aide du logiciel PROTEUS avec la réalisation pratique.

Le mémoire sera complété par une conclusion générale qui résumera nos résultats et des perspectives pour les travaux futurs.

Chapitre I

**Introduction à
l'éclairage de secours**

I.1. Introduction

Dans les milieux spécialisés, il est largement connu qu'on ne peut pas anticiper quand la coupure de courant se produira, alors que ces interruptions peuvent endommager les matériels. L'éclairage de secours a un objectif qui va au-delà de simplement éclairer les espaces sombres. C'est un élément actif dans le domaine de la sécurité et des situations d'urgence. Son importance dépasse sa fonction fondamentale, car il permet de garantir la présence de la lumière dans les périodes d'obscurité causées par une panne de courant et de protéger les gens lorsque des situations soudaines surviennent.

I.2. Définition

L'éclairage de secours est un système automatique conçu pour fournir une source de lumière de secours dans les cas de panne de courant ou d'urgence. Ce système assure la visibilité des voies d'évacuation et des sorties de secours dans le cas des situations d'urgence et garantit aussi la continuité d'éclairage dans les bâtiments ou bien dans les espaces publics en cas de coupure de courant électrique [1].



Figure I.1 : Exemple illustrative d'éclairage de secours [1].

Ce système remplit des fonctions essentielles qui assurent la sécurité des personnes lors d'incidents tels qu'une panne de courant, un incendie ou une évacuation d'urgence. Parmi ces fonctions essentielles, on trouve :

- **Guidage lors d'évacuation** : permettant d'évacuer les personnes en illuminant le chemin de secours.
- **Maintien de la visibilité** : assurer une visibilité uniforme afin de permettre une évacuation sécurisée et ordonnée.
- **Prévention de la panique** : permet de réduire le risque de panique entre les personnes.
- **Faciliter les opérations de secours** : garantit aux équipes de secours d'accéder rapidement aux zones concernées.

I.3. Historique

L'idée de fournir une source lumineuse même en cas de coupure de courant ou d'autres situations d'urgence remonte aux débuts de l'électricité et des systèmes d'éclairage. Au fil du temps, avec les progrès de la technologie électrique et des batteries rechargeables, les systèmes d'éclairage de secours sont devenus de plus en plus sophistiqués et fiables.

Avant l'avènement de l'électricité, l'homme utilisait les lanternes à bougie et des lampes à huile comme les premières sources d'éclairage portable.



Figure I.2 : Lanterne à bougie ancienne [2].

Les lanternes à bougie, ou bien les chandeliers, sont parmi les premières sources d'éclairage. Elles sont fabriquées à partir des matériaux tels que le métal, le bois ou l'argile. Ces lanternes étaient initialement conçues pour contenir une bougie allumée à l'intérieur. Elles étaient souvent équipées de verre transparent ou translucide pour protéger la flamme tout en permettant à la lumière de se propager.

Les lampes à huile représentent un autre outil d'éclairage ancien. Elle était composée d'un récipient contenant une huile de nature végétale ou animale, avec une mèche imbibée d'huile qui s'étendait à travers un bec de métal. Quand la mèche était allumée, elle brûlait lentement en fournissant une source de lumière douce et durable [3].



Figure I.3 : Ancienne lampe à huile [3].

Au XIXe siècle et avec l'avènement de l'éclairage au gaz et au pétrole, des systèmes de secours utilisent des combustibles liquides pour fournir de la lumière en cas d'urgence. Ces dispositifs étaient souvent installés dans des espaces publics et utilisent des réservoirs de pétrole pour fournir une source lumineuse alternative [3].



Figure I.4 : Utilisation d'éclairage avec le gaz [3].

L'introduction de l'électricité a ouvert aussi de nouvelles possibilités pour les systèmes d'éclairage de secours. Les premiers systèmes électriques utilisaient des batteries et des lampes à incandescence. Cependant, ces dispositifs étaient souvent limités en autonomie et en fiabilité.

Au cours du XXe siècle, les normes de sécurité ont évolué pour inclure des exigences spécifiques concernant l'éclairage de secours. Les codes et réglementations du bâtiment ont

commencé à exiger l'installation d'un éclairage de secours dans divers environnements, renforçant ainsi l'importance de cette technologie.

Avec l'avancement des technologies LED (Light-Emitting Diode) et des systèmes d'alimentation de secours, les systèmes d'éclairage de secours sont devenus plus efficaces, fiables et économiques. Les LED offrent une durée de vie plus longue, une meilleure efficacité énergétique et une intensité lumineuse supérieure par rapport aux lampes traditionnelles, ce qui les rend le choix le plus populaire pour plusieurs applications d'éclairage de secours [3]. La figure suivante illustre le développement d'éclairage de secours avec le temps.

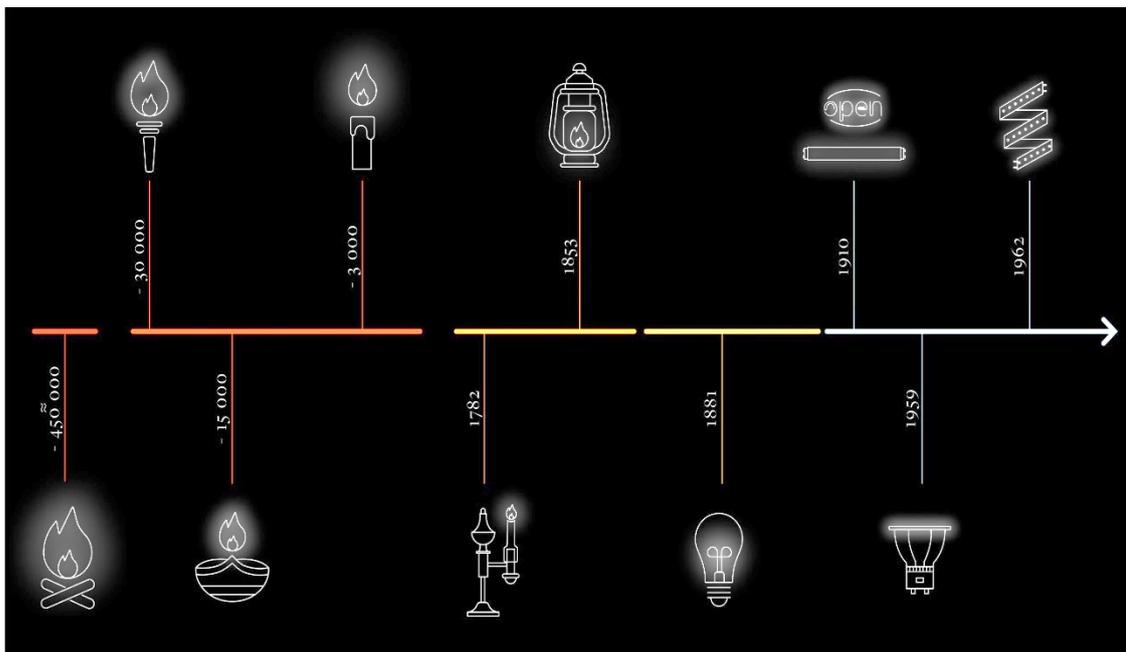


Figure I.5 : Développement d'éclairage de secours avec le temps [3].

I.4. Les types d'éclairage de secours

I.4.1. Eclairage de remplacement

L'éclairage de remplacement proprement dit, permet de maintenir un niveau d'éclairage suffisant pour poursuivre l'activité normale du bâtiment [1]. Il concerne les locaux où l'interruption de l'éclairage peut entraîner des conséquences graves, comme les hôpitaux, les salles d'opération, les centrales nucléaires.

I.4.2. Eclairage de sécurité

Le but de l'éclairage de sécurité est de fournir une lumière suffisante pour guider les occupants vers la sortie en cas d'urgence. Il est indispensable pour éviter les situations de panique dans les bâtiments. La figure suivante illustre les types de cet éclairage.

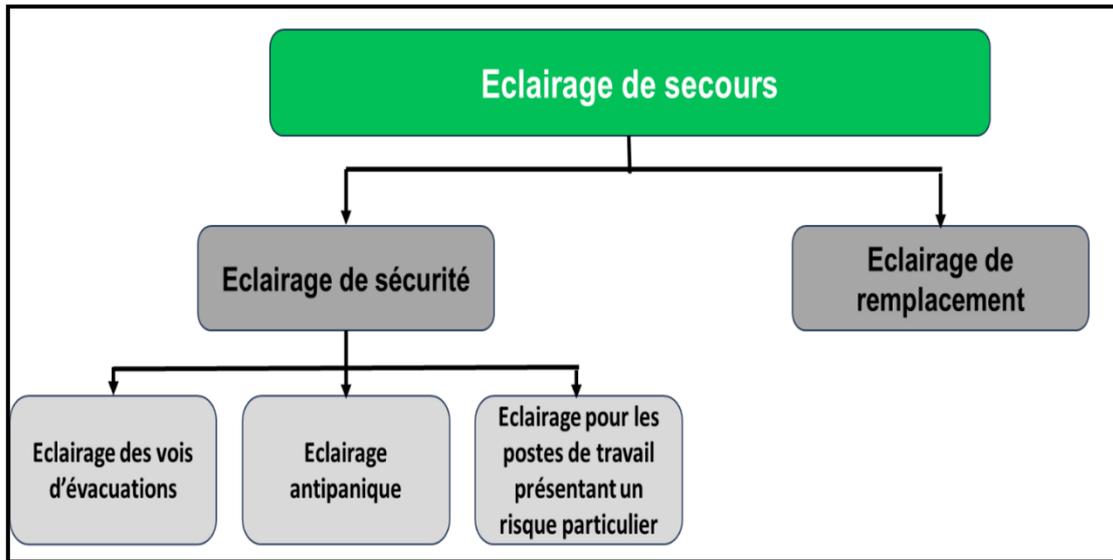


Figure I.6 : Types d'éclairage de secours [4].

I.4.2.1. Eclairage anti panique

Il a pour but de maintenir un niveau d'éclairage suffisant pour éviter les situations de panique dans le cas de coupure générale de l'électricité. L'éclairage doit être calculé pour une durée d'au moins une heure en utilisant un flux lumineux minimal de 0.5 lux/m^2 de surface du local [4].

I.4.2.2. Eclairage des voies d'évacuations

L'éclairage des voies d'évacuation est une installation lumineuse, placée le long des voies d'évacuation, des escaliers, des couloirs et des issues de secours à une longueur de deux mètres pour éclairer et guider les occupants vers les sorties sécurisées en cas d'urgence.

I.4.2.3. Eclairage pour les postes de travail présentant un risque particulier

C'est un système qui garantit la visibilité et la sécurité des travailleurs dans les situations d'urgence ou de danger. Cet éclairage doit être immédiat, fiable et efficace. De plus, il est

essentiel qu'il soit autonome et indépendant du réseau électrique principal pour garantir son fonctionnement en cas de coupure de courant électrique [4].

I.5. Les sources d'éclairage de secours

I.5.1. Les blocs autonomes d'éclairage de secours (BAES)

Ce sont des dispositifs qui fonctionnent à l'aide des batteries intégrées. Ils s'activent automatiquement en cas de coupure de courant pour éclairer les chemins et les sorties d'évacuation afin de permettre aux personnes de quitter un bâtiment ou un espace en toute sécurité. Il existe deux types des BAES [5] :

- **BAES d'ambiance** : Le but des BAES d'ambiance est d'assurer un éclairage d'ambiance et d'éviter la panique du noir complet. Ce bloc émet un éclairage de minimum 5 lumens par mètre carré [4].



Figure I.7 : BAES d'ambiance [1].

- **BAES pour habitation ou BAEH** : Ces blocs autonomes sont conçus pour les besoins des habitations et peuvent être installés dans des couloirs, des escaliers ou d'autres zones critiques pour guider les occupants vers les sorties en cas d'urgence.



Figure I.8 : Illustration d'un BAEH [1].

I.5.2. Les sources centralisées LSC

Ce sont des sources permanentes d'alimentation, utilisés dans les cas des luminaires de sécurité. On site deux types qui sont : les batteries d'accumulateurs et les groupes électrogènes [6].



Figure I.9 : Batteries d'accumulateurs [7] et un groupe électrogène [8].

I.5.3. L'éclairage de remplacement

C'est un système d'éclairage normal alimenté par une source de remplacement différente de la source principale. Cette source de courant de remplacement peut être une alimentation de secours provenant d'une autre source électrique, telle qu'un réseau public à basse tension ou un transformateur statique, qui prend le relais en cas de panne de courant ou de défaillance de la source principale [4].



Figure I.10 : Armoire pour éclairage de remplacement [9].

I.6. Conclusion

Ce chapitre offre une présentation complète et détaillée de l'éclairage de secours, mettant en évidence son importance, ses fonctions essentielles, son évolution historique, ses différents types et sources. Il souligne clairement l'importance cruciale d'avoir un système d'éclairage de secours fiable pour garantir la sécurité des personnes et des biens en cas d'urgence.

Pour mieux comprendre les systèmes d'éclairage de secours, il faut avoir une connaissance aux composants électriques nécessaire à la réalisation de ce système, et c'est ce qu'on va aborder dans notre prochain chapitre.

Chapitre II

**Généralités sur les
composants utilisés**

II.1. Introduction

Dans le domaine de l'électronique, la conception d'un circuit électrique nécessite une compréhension approfondie des composants électroniques. Dans le cadre de notre projet de fin d'étude portant sur la réalisation d'un circuit d'éclairage de secours, il est en effet essentiel de comprendre les composants électroniques nécessaires pour garantir un éclairage fonctionnel, fiable et efficace.

II.2. Généralités sur les composants

Les composants électroniques sont les éléments constitutifs fondamentaux des circuits électroniques. Ils peuvent être classés en deux grandes catégories : les composants actifs tels que les transistors et les circuits intégrés et les composants passifs tels que les résistances et les condensateurs.

En combinant ces différents types de composants, il est possible de concevoir une grande variété de circuits électroniques pour répondre à divers besoins et applications

II.2.1. Résistance

La résistance est un dipôle passif, sa principale propriété est de s'opposer au passage de courant électrique. La résistance est représentée dans les circuits électriques par les symboles de la figure suivante [10] :

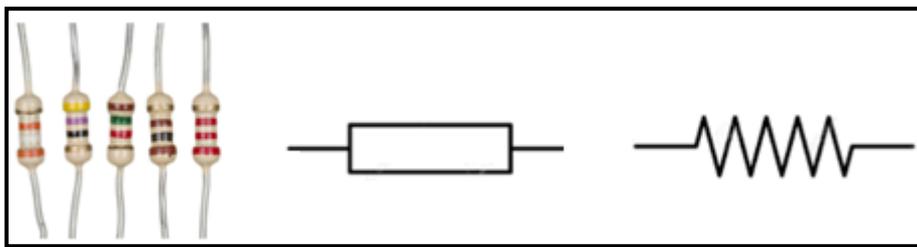


Figure II.1 : Symboles d'une résistance [11].

La relation entre la tension U aux bornes de la résistance et l'intensité de courant I qui la traverse est proportionnelle, elle est exprimée par la loi d'Ohm :

$$U = R \cdot I \quad (\text{II.1}) [10]$$

U : est la tension aux bornes de la résistance (mesurée en volts, V),

I : est l'intensité de courant qui traverse la résistance (mesurée en ampères, A)

R : est la valeur de la résistance (mesurée en ohms, Ω).

Pour choisir la résistance adéquate pour une application spécifique, il fallait avoir une connaissance de ces propriétés [10] :

- **La précision** : la plage de variation autorisée par rapport à cette valeur nominale (de 5 à 10 %).
- **La puissance** : exprimée en Watt (W), elle indique la quantité de chaleur qu'elle peut dissiper en toute sécurité.
- **Coefficient de température** : qui évalue la variation de la valeur de résistance en fonction de la température ambiante.
- **Tension et courant maximaux admissible** : qui indiquent respectivement la tension maximale et le courant maximal que la résistance peut supporter sans subir de dommages [10].

II.2.2. Potentiomètre

Le potentiomètre est une résistance variable qui permet de régler la résistance électrique dans un circuit en ajustant manuellement une commande rotative ou linéaire. Ils sont des composants électroniques de petite taille, souvent utilisés pour régler des paramètres électriques tels que la tension, le volume sonore, la luminosité, etc., en les ajustant dans une direction horizontale [10].

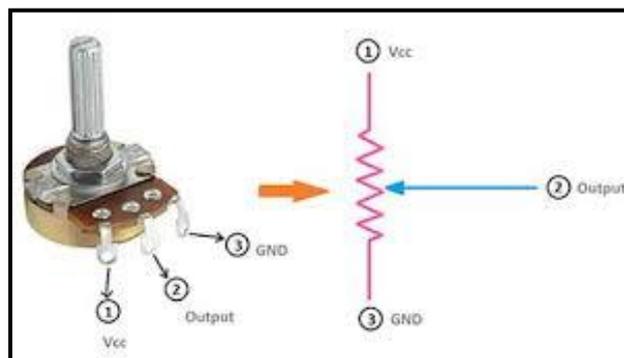


Figure II.2 : Potentiomètre rotatif [12].

II.2.3. Condensateur

Un condensateur est un dispositif électrique constitué de deux armatures conductrices séparées par un isolant, appelé diélectrique. Lorsqu'une tension est appliquée aux armatures, des charges électriques s'accumulent sur celles-ci, créant un champ électrique entre elles. La capacité électrique du condensateur, notée C et mesurée en farads (F), détermine sa capacité à stocker des charges électriques pour une tension donnée.

La charge stockée exprimée par :

$$Q = C.U \quad (II.2) [10]$$

où Q représente la charge stockée et U la tension appliquée [5] [10].

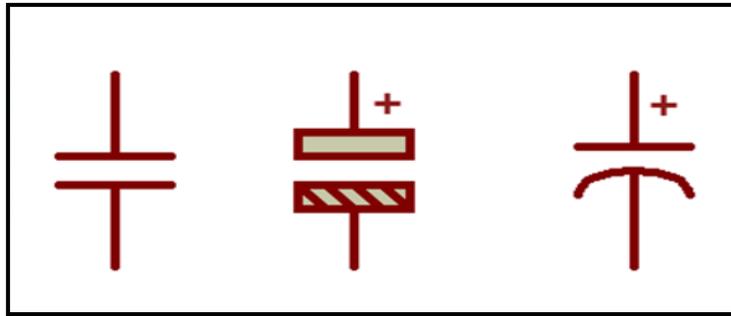


Figure II.3: Symboles d'un condensateur.

Quand on charge un condensateur en le connectant à une source de courant, les charges électriques s'accumulent sur les armatures du condensateur, créant un champ électrique entre elles. Ce processus continue jusqu'à ce que la tension à travers le condensateur atteigne celle de la source [10].

Une fois chargé, le condensateur a la capacité de stocker de l'énergie électrique sous forme de charges électriques. Lorsqu'il est déconnecté de la source, il peut se décharger à travers un circuit, libérant ainsi l'énergie stockée. Cette décharge peut se produire rapidement ou lentement en fonction des caractéristiques du circuit dans lequel le condensateur est connecté, notamment la résistance présente dans le circuit. La vitesse de décharge peut être calculée à l'aide de la constante de temps du circuit, qui dépend de la capacité du condensateur et de la résistance du circuit [10].

Il existe plusieurs types des condensateurs. Dans notre projet, nous avons utilisé deux types de condensateurs, les condensateurs chimiques et les condensateurs en plastique. Voici quelques points de comparaison entre les condensateurs chimiques et les condensateurs en plastique [10] :

Condensateurs chimiques	Condensateurs en plastique
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ils utilisent un diélectrique liquide ou semi-liquide, souvent un électrolyte, qui peut être polarisé. Ce type de condensateur est couramment utilisé pour des applications nécessitant des valeurs de capacité élevées. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ils utilisent généralement un diélectrique solide en plastique, tel que le polyester (Mylar), le polypropylène, ou le polycarbonate. Ces condensateurs offrent

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ils ont tendance à être plus volumineux que les condensateurs en plastique, surtout pour des valeurs de capacité élevées. ▪ Ils ont tendance à avoir une tolérance plus large et une stabilité moins précise par rapport aux condensateurs en plastique. ▪ La plupart des condensateurs chimiques sont polarisés, ce qui signifie qu'ils doivent être connectés dans le bon sens dans un circuit. ▪ Ils peuvent être sensibles aux variations de température et de fréquence. 	<p>généralement une stabilité et une fiabilité élevées.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ils sont généralement plus compacts et peuvent être fabriqués dans une variété de formes et de tailles. ▪ Ils offrent généralement une tolérance et une stabilité plus élevées, ce qui les rend plus adaptés aux applications nécessitant une précision. ▪ Ils sont généralement non polarisés, ce qui signifie qu'ils peuvent être connectés dans n'importe quelle orientation dans un circuit. ▪ Ils offrent généralement une meilleure performance sur une plage de température et de fréquence plus large.
--	---

II.2.4. Transformateur

Un transformateur est un dispositif électromagnétique qui permet de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant alternatif AC fourni par une source électrique tout en conservant la fréquence et la forme du signal [5]. Il est composé d'au moins deux enroulements de fil conducteur, appelés bobines ou enroulements, qui sont généralement enroulés autour d'un noyau magnétique. Lorsque le courant alternatif passe dans l'enroulement primaire (ou entrant), il crée un champ magnétique variable qui à son tour induit une tension dans l'enroulement secondaire (ou sortant), conformément au principe de l'induction électromagnétique [10].

Le transformateur peut augmenter (élévateur) ou diminuer (abaisseur) la valeur efficace de la tension alternative, en fonction du rapport entre le nombre de spires des enroulements primaire et secondaire. La puissance électrique est conservée, donc si la tension est augmentée, le courant est diminué et vice versa.

Les transformateurs sont généralement représentés par un symbole normalisé dans les schémas électriques [10].

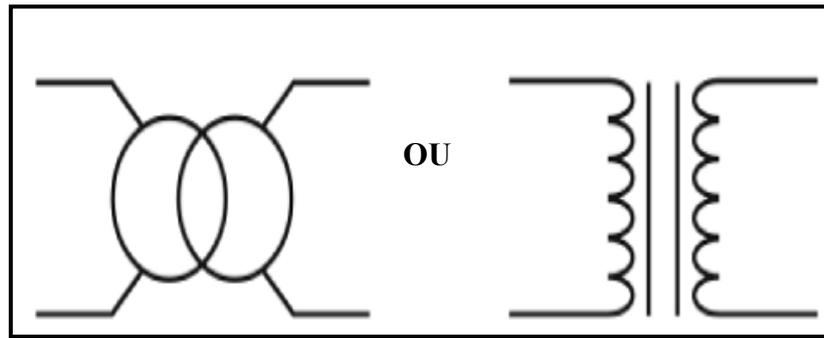


Figure II.4 : Symboles de transformateur [13].

II.2.5. Diode

La diode est un composant passif à semi-conducteur. Elle est formée à partir d'un matériau semi-conducteur, elle est constituée de matériaux semi-conducteurs comme le silicium ou le germanium. Dans une diode, une jonction PN est formée en combinant une région dopée avec des électrons excédentaires (la région N) avec une région dopée avec des trous excédentaires (la région P). Dans une jonction PN, la partie P est appelée l'anode et la partie N est appelée la cathode [10]. Lorsqu'elle est polarisée en direct (c'est-à-dire que la tension positive est appliquée à l'anode et la tension négative au cathode), elle devient conductrice et laisse passer le courant. En revanche, lorsqu'elle est polarisée en inverse (tension positive au cathode), elle bloque le courant et se comporte comme un circuit ouvert [14]. La tension de seuil, généralement autour de 0,6 volts pour une diode en silicium, est nécessaire pour que la diode commence à conduire dans la direction directe [5] [10].

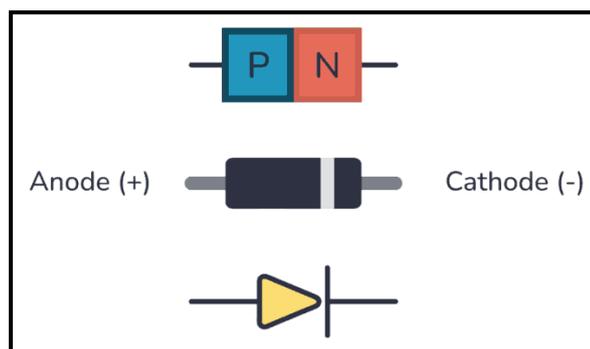


Figure II.5 : Diode fabriquée à partir d'une jonction PN [14].

Les diodes sont utilisées dans de nombreux circuits électriques pour le redressement des signaux alternatifs, le contrôle de la direction du courant (comme dans les circuits de commutation) et la protection contre les surtensions et les courants inverses. Elles sont

essentielles dans de nombreuses applications électroniques, allant des alimentations électriques aux circuits de commutation dans les dispositifs électroniques [10] [14].

II.2.6. Diode électroluminescente LED

Une LED (Light-Emitting Diode) est une diode qui émet de la lumière lorsqu'elle est parcourue par un courant électrique. La couleur de la lumière émise par une LED dépend principalement du matériau semi-conducteur utilisé dans sa fabrication. La tension d'alimentation de la LED varie en fonction du type de LED et du courant qui la traverse ; par exemple une LED rouge a une tension d'alimentation de 1,7 à 2,2 volts, une LED verte a une tension d'alimentation de 2 à 3 volts [10].

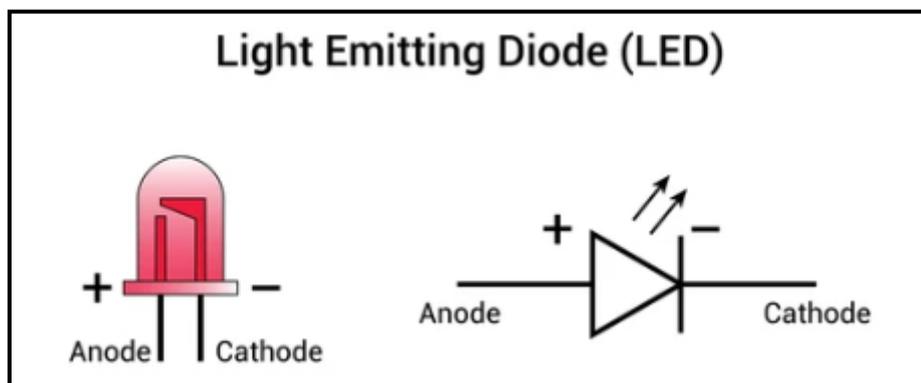


Figure II.6 : Symbole de la diode électroluminescente LED [15].

La tension d'alimentation de la LED est une caractéristique importante à prendre en compte lors de la conception d'un circuit pour alimenter la LED. Si la tension appliquée à la LED est supérieure à sa tension nominale, cela peut entraîner une surchauffe et une défaillance prématurée de la LED. C'est pourquoi une résistance est souvent utilisée en série avec la LED pour limiter le courant traversant la LED et ainsi protéger cette dernière.

II.2.7. Transistor

Un transistor est un composant électronique à semi-conducteur qui peut être utilisé pour amplifier ou commuter des signaux électroniques. Il est composé de trois couches de matériau semi-conducteur : la base, l'émetteur et le collecteur. Il existe deux types principaux de transistors : les transistors bipolaires (BJT : Bipolar Junction Transistor)) et les transistors à effet de champ (FET : Field Effect Transistor) [10].

II.2.7.1. Transistors bipolaires

Le transistor bipolaire, également appelé transistor à jonctions, est un élément qui se compose de trois couches semi-conductrices de dopages alternés. Il existe deux types des transistors bipolaires [16] :

- Le transistor PNP est constitué d'une couche N entre deux couches P.
- Le transistor NPN est constitué d'une couche P entre deux couches N.

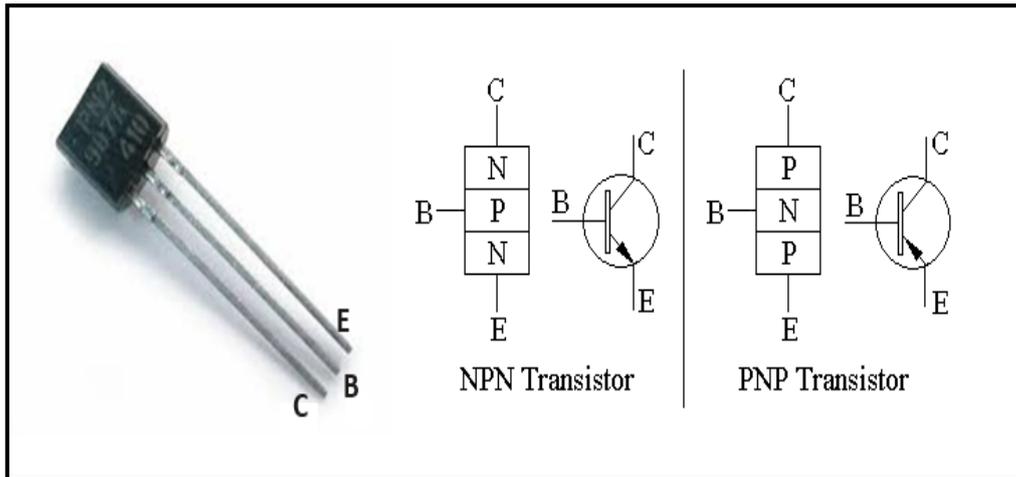


Figure II.7 : Transistor bipolaire [17].

Les transistors bipolaires sont largement utilisés dans une variété d'applications électroniques en raison de leur capacité à contrôler le courant et la tension avec précision. Ils sont essentiels dans de nombreux types de circuits électroniques, notamment les amplificateurs audios, les circuits logiques numériques, les amplificateurs de puissance, les oscillateurs, les régulateurs de tension etc... [10]

Le tableau ci-dessous résume le fonctionnement des transistors PNP et NPN.

	Etat	bloqué	linéaire	saturé
Type NPN	Conditions d'état	$V_{BE} < V_t$ (0,6 à 0,7V) $V_{CE} > 0$	$I_B > 0$ $I_C > 0$ $V_{CE} > V_{BE} > 0$	$I_B > 0$ $I_C > 0$ $V_{BE} > V_{CE} > 0$ $I_C < \beta I_B$
	Caractéristiques d'état	$I_C = I_B = I_E = 0$	$V_{BE} = V_t$ $I_C = \beta I_B$	$V_{BE} = V_t$ $V_{CE} = 0$
Type PNP	Conditions d'état	$V_{BE} > -V_t$ (0,6 à 0,7V) $V_{CE} < 0$	$I_B < 0$ $I_C < 0$ $V_{CE} < V_{BE} < 0$	$I_B < 0$ $I_C < 0$ $V_{BE} < V_{CE} < 0$ $I_C < \beta I_B$
	Caractéristiques d'état	$I_C = I_B = I_E = 0$	$V_{BE} = -V_t$ $I_C = \beta I_B$	$V_{BE} = -V_t$ $V_{CE} = 0$
	Limites	$-V_{BE} < V_{EBmax}$ $ V_{CE} < V_{CEmax} $	$ I_B < I_{Bmax} $ $ I_C < I_{Cmax} $ $ V_{CE} < V_{CEmax} $ $P < P_{max}$	$ I_B < I_{Bmax} $ $ I_C < I_{Cmax} $

Figure II.8 : Tableau de comparaison entre transistor bipolaire NPN et PNP [16].

Dans le montage proposé dans notre projet de fin d'étude, le transistor utilisé est un transistor de puissance de type PNP.

II.2.8. Triac

Un triac est un composant à semi-conducteur qui possède trois bornes : la borne principale (MT1), la borne de commande (G) et la deuxième borne principale (MT2) [18]. Il est constitué de deux thyristors connectés en parallèle (tête-bêche) dans des directions opposées, avec une grille de commande commune [10].

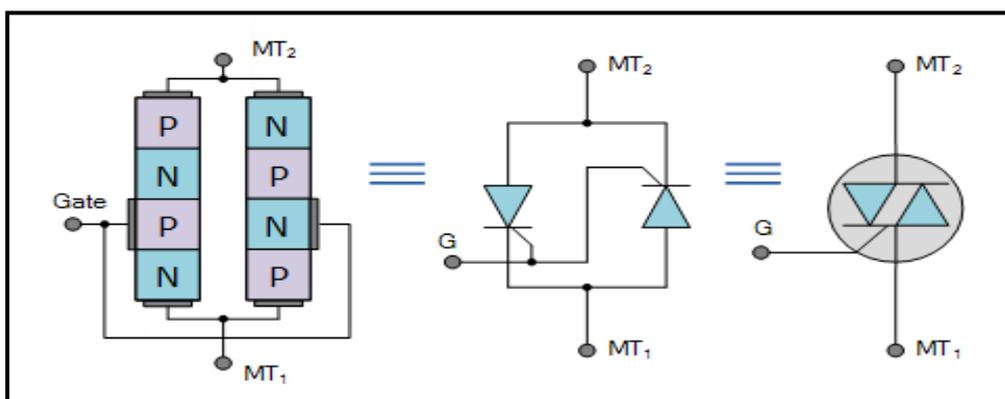


Figure II.9 : Structure d'un triac [18].

Le TRIAC peut conduire le courant dans les deux sens : c'est un composant bidirectionnel, ce qui le rend adapté pour la commutation de charges AC. Lorsqu'une tension est appliquée

entre la borne principale 1 (MT1) et la borne principale 2 (MT2) dans une certaine polarité, le TRIAC reste bloqué tant qu'aucun courant de grille (G) n'est appliqué. Lorsqu'une impulsion de courant positive est appliquée sur la grille (G) par rapport à la borne MT2, le TRIAC devient conducteur. De même, une impulsion de courant négative sur la grille (G) par rapport à la borne MT2 déclenchera également la conduction. Une fois amorcée, la conduction du TRIAC se poursuit jusqu'à ce que le courant principal passe par zéro. En inversant la polarité de la grille, le TRIAC peut être éteint [10] [18] [19].

Les TRIAC sont couramment utilisés dans les circuits de contrôle de puissance AC, tels que les gradateurs de lumière, les commandes de vitesse des moteurs AC, les contrôleurs de chauffage, les régulateurs de tension et bien d'autres applications nécessitant le contrôle précis de la puissance dans des charges AC [10] [19].

II.2.9. Opto-triac

Un opto-triac ou relais statique (SSR) est un dispositif semi-conducteur qui combine dans un même boîtier une diode émettrice de lumière infrarouge et un photo-triac pour détecter le signal lumineux émis par la diode. Cette combinaison permet de contrôler efficacement le flux de courant alternatif tout en assurant une isolation électrique entre le circuit de commande (généralement basse tension) et le circuit de charge (haute tension) [19].

L'opto-triac est très utile dans diverses applications telles que le contrôle de puissance, le contrôle de moteur et le contrôle d'éclairage, offrant sécurité et fiabilité dans ces systèmes.

Les opto-triacs sont disponibles auprès de différents fournisseurs qui proposent des modèles tels que le MOC3041. Ils sont également utilisés pour remplacer les relais dans certains cas.

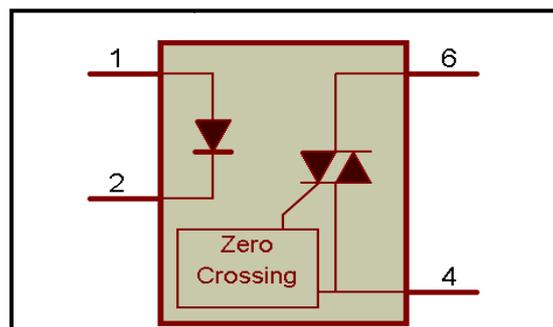


Figure II.10: Symbole de l'opto-triac MOC3041.

Le MOC3041 est équipé d'un système de détection du passage par zéro (zéro crossing) intégré. Cela signifie qu'il est capable de détecter le moment précis où la tension alternative

(230V) passe par zéro. Cette fonctionnalité permet de limiter la production de parasites lié aux commutations du triac [19].

Le principe du zéro crossing (zéro croisement) est simple et efficace pour contrôler des charges électriques en synchronisation avec le passage par zéro de la tension alternative. Cela permet de minimiser les interférences électromagnétiques et de réduire les perturbations sur le réseau électrique [19].

Lorsque la tension entre les pattes 1 et 2 de l'opto-triac est suffisamment élevée pour faire conduire la LED, le triac interne est déclenché, permettant ainsi de conduire le courant. En utilisant le zéro crossing, le contrôle du triac se synchronise avec le passage par zéro de la tension alternative. Cela signifie que le triac ne commencera à conduire le courant qu'au moment où la tension passe par zéro. Cela réduit les risques de surtensions et de surintensités au moment de l'activation du dispositif contrôlé par le triac.

L'ouverture automatique de l'interrupteur (triac) lorsque la tension atteint zéro est une caractéristique importante pour assurer une commutation en douceur et minimiser les perturbations sur le réseau électrique. Cela permet également de prolonger la durée de vie des équipements connectés en réduisant les contraintes électriques lors de la commutation [19].

II.2.10. Régulateur de tension

Les régulateurs de tension comme le LM7805 sont des composants électriques très courants et utiles dans de nombreuses applications. Le LM7805 est un régulateur de tension linéaire qui fournit une tension de sortie fixe de 5 volts, indépendamment des variations de tension en entrée [5].

Le LM7805 est conçu pour maintenir une tension stable et constante à sa sortie, ce qui le rend idéal pour alimenter des circuits nécessitant une alimentation de 5 volts. Son principe de fonctionnement repose sur la régulation de la tension en dissipant l'excès de puissance sous forme de chaleur [10].

Ce régulateur est généralement constitué de trois broches :

1. Broche d'entrée (Input) : Cette broche est connectée à la source d'alimentation, généralement à une tension supérieure à 5 volts.
2. Broche de masse (Ground) : Cette broche est connectée à la référence de tension du circuit.
3. Broche de sortie (Output) : Cette broche fournit une tension régulée de 5 volts qui peut être utilisée pour alimenter les composants du circuit.

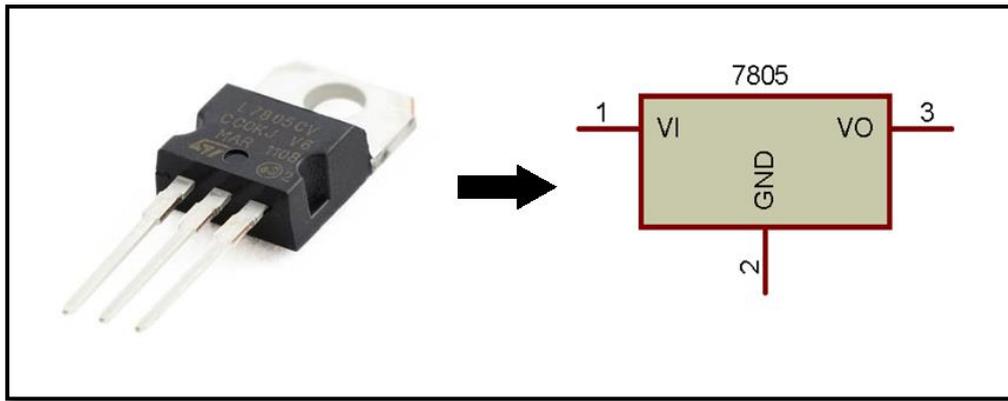


Figure II.11 : Régulateur de tension LM7805 [20].

En maintenant une tension de sortie stable et constante, le régulateur LM7805 permet de contrôler plusieurs appareils électriques en fournissant une alimentation fiable et sécurisée, tout en protégeant les composants sensibles contre les surtensions.

II.2.11. Accumulateur Cd-Ni

Les accumulateurs Cd-Ni sont des batteries rechargeables qui utilisent du cadmium comme anode et de l'hydroxyde de nickel comme cathode. Ils sont réputés pour leur longue durée de vie et leur bonne stabilité dans le temps, mais ont une densité énergétique plus faible par rapport à d'autres batteries rechargeables [5]. Les accumulateurs Cd-Ni sont disponibles dans différentes configurations et sont utilisés dans diverses applications, telles que les outils électriques, les appareils portables et les systèmes d'alimentation de secours. Dans notre projet, on utilise u accumulateur Ni-Cd 8.4V.



Figure II.12 : Accumulateur Cd-Ni [21].

II.2.12. Fusible

Le fusible est un composant électrique crucial dans de nombreux circuits électriques. Son rôle principal est d'assurer la protection des équipements et des installations électriques en interrompant le courant lorsqu'une surcharge ou un court-circuit se produit. Il est composé d'un petit isolant enveloppant un fil conducteur qui fond quand il est traversé par un courant d'intensité supérieure au calibre supporté. Il existe différents types de fusibles, tels que les fusibles à fil, les fusibles à lame et les fusibles à cartouche, qui sont classés selon leur courant nominal et leur temps de réponse. Dans notre projet, le type utilisé est le fusible en cartouche.

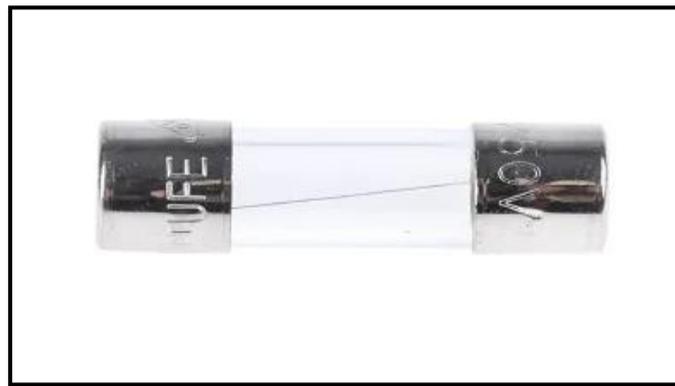


Figure II.13 : Un fusible cartouche sous verre [22].

Le fusible en cartouche sous verre est un dispositif de sécurité électrique qui est encapsulé dans un corps en verre, permettant une identification rapide des incidents pour un remplacement facile. Ce type de fusible est souvent utilisé pour protéger les circuits électroniques contre les surcharges et les courts-circuits. Il est caractérisé par sa taille standard de 5 x 20 mm, sa vitesse de fusion « T » (action lente) et sa plage de tension de 250 V AC [22]. De plus, le fusible en verre offre la possibilité de visualiser l'intérieur du fusible, facilitant ainsi la détection de tout dysfonctionnement.

II.3. Conclusion

La compréhension des composants électroniques essentiels utilisés dans la réalisation des systèmes d'éclairage de secours est cruciale pour assurer l'efficacité, la durabilité et la sécurité de ces systèmes, ce qui est mentionné dans ce chapitre. Chaque composant remplit un rôle spécifique dans le fonctionnement global du système, et une connaissance approfondie de leurs caractéristiques est nécessaire pour avoir des systèmes fiables.

En mettant en pratique ces connaissances à travers des réalisations et des simulations, les concepteurs peuvent vérifier le comportement des composants dans des conditions réelles et optimiser la conception du système. Cela permet d'anticiper les éventuels problèmes, d'optimiser les performances et d'assurer la conformité aux normes de sécurité et de fiabilité.

Les simulations sont particulièrement utiles pour modéliser le comportement des composants dans différentes situations, ce qui permet de tester différentes configurations et de prendre des décisions éclairées lors de la réalisation du système.

En résumé, l'application pratique des connaissances sur les composants électroniques est essentielle pour réaliser un système d'éclairage de secours efficace et fiable. Cela garantit que le système répond aux besoins spécifiques tout en assurant la sécurité des occupants et la conformité aux réglementations en vigueur.

Chapitre III

**Etude et réalisation
pratique**

III.1. Introduction

Ce troisième chapitre est une étape cruciale dans notre étude, où on va passer de la théorie à la pratique en explorant le fonctionnement du montage à travers son schéma synoptique.

Explorer la simulation du montage est une étape judicieuse pour passer de la théorie à la pratique. La simulation offre un environnement virtuel où nous pouvons tester différentes configurations sans avoir à construire physiquement le montage, ce qui peut nous faire économiser le temps et les ressources. Cela nous permettra d'acquérir une compréhension plus profonde du fonctionnement du montage et d'identifier d'éventuels problèmes ou améliorations avant de passer à la réalisation pratique. En utilisant le logiciel de simulation ISIS Proteus, nous pourrions expérimenter avec précision et affiner notre réalisation avant de nous lancer dans la construction réelle.

L'intégration d'un étage de puissance pour des applications variées semble particulièrement intéressante, car elle permettrait de mettre en pratique les concepts abordés dans les chapitres précédents. Cette transition vers l'application concrète des connaissances acquises ouvre la voie à une compréhension approfondie du sujet et à une mise en œuvre efficace du montage.

III.2. Schéma synoptique du circuit électrique

Pour une meilleure compréhension et une analyse plus approfondie de notre montage à réaliser, nous proposons le schéma synoptique suivant.

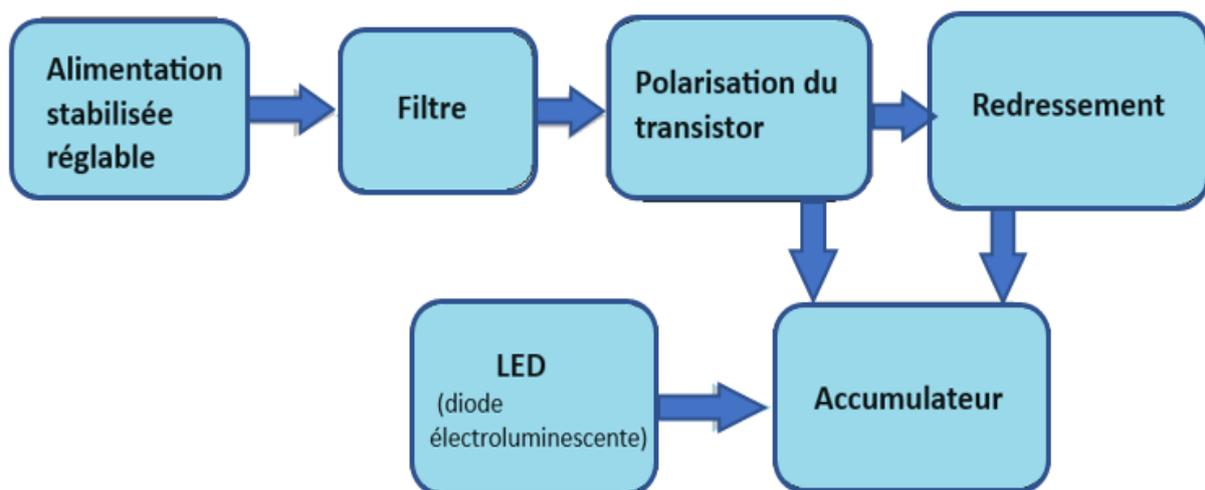


Figure III.1 : Schéma bloc du montage [5].

III.3. Fonctionnement et utilité des blocs

III.3.1. Alimentation stabilisée réglable

Une alimentation stabilisée réglable est composée de différents blocs qui permettent d'obtenir une tension et un courant constants en sortie, même en cas de variations de la tension d'entrée ou de la charge. Les principaux blocs d'une alimentation stabilisée réglable illustrés dans la figure suivante.

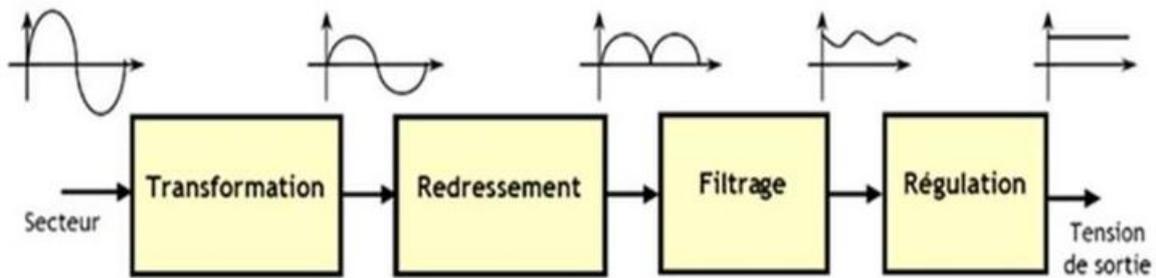


Figure III.2 : Schéma fonctionnel du bloc d'alimentation stabilisée réglable [23].

III.3.1.1. Transformation

Le transformateur est un composant électromagnétique utilisé pour modifier le niveau de la tension d'un courant alternatif (AC) sans changer sa fréquence. Il est composé principalement d'un noyau magnétique en fer et de deux enroulements de fil de cuivre, appelés le primaire et le secondaire.

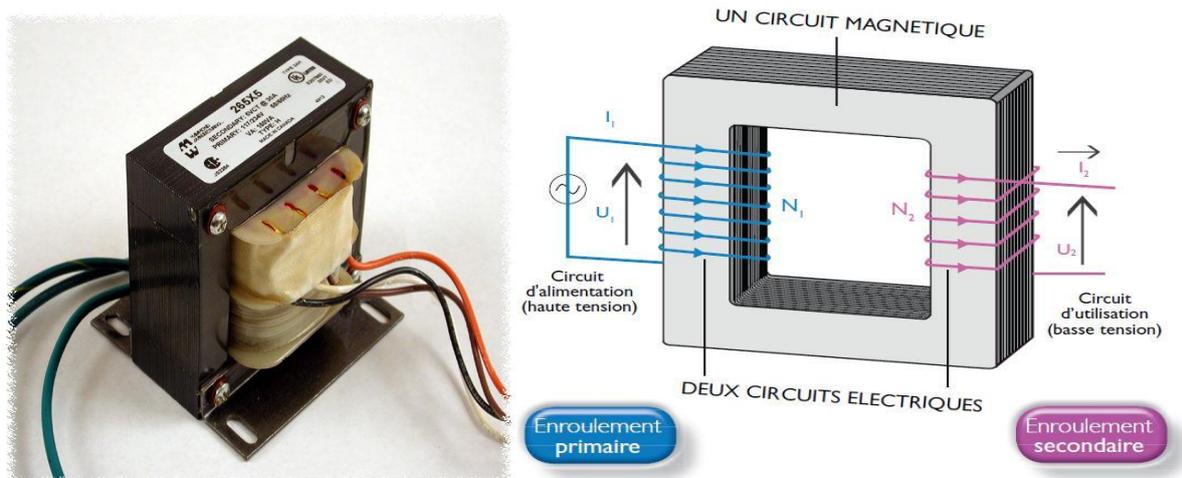


Figure III.3 : Principe de transformateur [24].

L'enroulement primaire est alimenté par une source de tension sinusoïdale U_1 . Cette tension génère un courant alternatif i_1 dans le primaire, induisant un flux magnétique variable dans le circuit magnétique. La variation de ce flux induit une force électromotrice sinusoïdale dans l'enroulement secondaire. Ainsi, une tension alternative sinusoïdale U_2 apparaît aux bornes du secondaire [24].

Le rapport de transformation m entre les tensions du primaire U_1 et du secondaire U_2 est défini par :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{i_1}{i_2} \quad (\text{III.1}) [25]$$

Où N_1 et N_2 sont respectivement le nombre de spires dans les enroulements primaire et secondaire, i_1 est le courant dans le primaire et i_2 est le courant dans le secondaire.

Si $U_2 > U_1$, le transformateur est un élévateur de tension, ce qui signifie qu'il augmente la tension. Inversement, si $U_2 < U_1$ le transformateur est un abaisseur de tension, réduisant ainsi la tension. Cette relation montre comment un transformateur peut modifier la tension électrique en fonction du rapport de transformation entre les enroulements primaire et secondaire [25].

III.3.1.2. Redressement double alternance

Un redresseur double alternance est un dispositif redressant les alternances négatives et conservant les alternances positives du courant à l'entrée. La fréquence en sortie du redresseur est alors le double de la fréquence d'entrée [26].

Dans notre circuit, nous avons utilisé un pont de 4 diodes de redressement dit pont de GRAETZ.

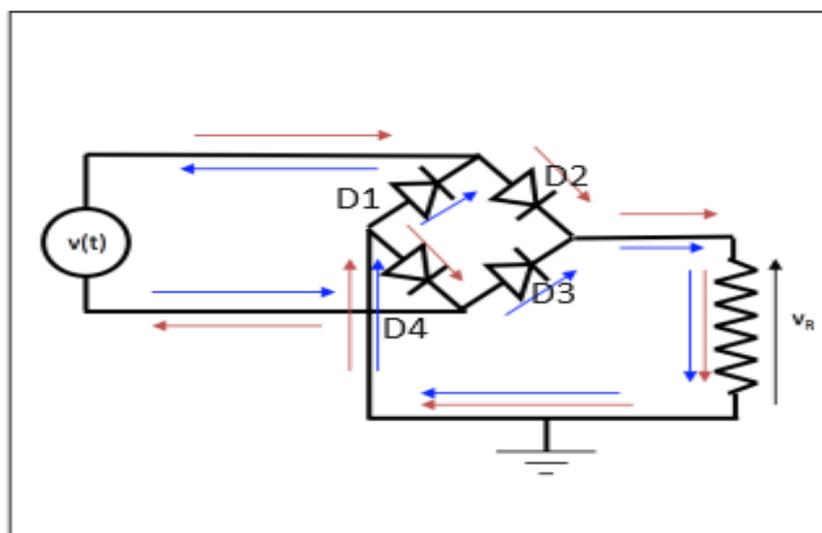


Figure III.4 : Pont de GRAETZ [27].

Le pont comporte quatre diodes qui fonctionnent en pair : D1, D3 et D2, D4. Le pont fonctionne selon la tension d'entrée :

1-Pendant la demi alternance positive de la tension d'entrée ($0 < t < T/2$), les diodes D2 et D4 sont passantes et D1 et D3 sont bloquées.

2-Pendant la demi alternance négative de la tension d'entrée ($T/2 < t < T$), les diodes D1 et D3 sont passantes et les diodes D2 et D4 sont bloquées.

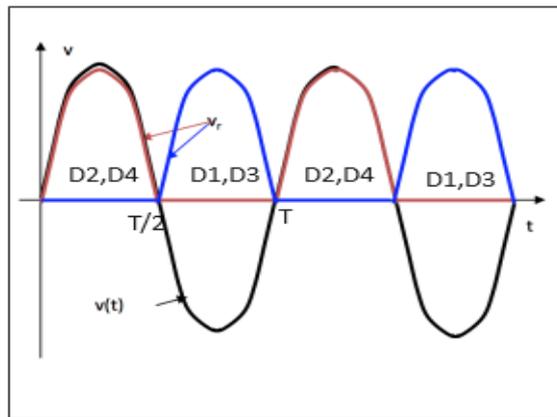


Figure III.5 : Allures de tension après le redressement [27].

Supposons que la tension d'entrée est de la forme :

$$V(t) = V \cdot \sin(\omega t) \quad (\text{III.2}) [28]$$

Avec :

$V(t)$: Valeur instantanée.

V : Amplitude maximale.

ω : Pulsation en (rd/s).

La période T en seconde (S) est donnée par [28] :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} \quad (\text{III.3}) [28]$$

▪ **Calcul de la valeur moyenne de la tension de sortie :**

Entre 0 et $T/2$, D2 et D4 conduisent, on a alors :

$$V_R(t) = V(t) \quad (\text{III.4}) [10]$$

Entre $T/2$ et T , D1 et D3 conduisent, on a alors :

$$V_R(t) = -V(t) \quad (\text{III.5}) [10]$$

La tension de sortie est donc périodique de période $T/2$. La valeur moyenne de la tension de sortie est [28]:

$$V_s(t) = \frac{1}{\left(\frac{T}{2}\right)} \int_0^{\frac{T}{2}} V(t) dt = \frac{1}{\left(\frac{T}{2}\right)} \int_0^{\frac{T}{2}} V\sqrt{2} \sin(\omega t) dt \quad (\text{III.6}) [28]$$

On trouve :

$$V_s(t) = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V \quad (\text{III.7}) [28]$$

Ce dispositif est largement utilisé dans les circuits de redressement à double alternance en raison de sa simplicité et de son efficacité.

III.3.1.3. Filtrage

Après le redressement, le courant continu peut encore comporter des fluctuations ou des ondulations résiduelles. Pour lisser ces fluctuations, des condensateurs sont utilisés. Ces condensateurs se chargent lors des pics de tension et se déchargent lorsqu'il y a une chute de tension, aidant ainsi à maintenir une tension relativement constante en sortie.

Le choix de la valeur du condensateur de filtrage dans une alimentation stabilisée dépend de plusieurs facteurs, notamment [29] :

- 1. Ripple (ondulation) acceptable** : Le condensateur de filtrage aide à lisser les variations de tension en sortie. La valeur du condensateur détermine dans quelle mesure ces variations sont réduites. Plus la valeur du condensateur est élevée, plus l'ondulation est réduite.
- 2. Fréquence de commutation** : Si l'alimentation utilise une fréquence de commutation élevée, un condensateur de plus petite valeur peut être nécessaire pour réduire efficacement l'ondulation. Cependant, à des fréquences plus élevées, les condensateurs électrolytiques peuvent présenter des limitations en termes de capacité.
- 3. Courant de charge** : Le courant de charge de l'alimentation influence également le choix du condensateur. Un courant de charge plus élevé nécessite généralement un condensateur de plus grande capacité pour maintenir une tension de sortie stable.
- 4. Tolérance de tension** : La tension nominale du condensateur doit être supérieure à la tension maximale de l'alimentation pour éviter toute défaillance. Il est recommandé de choisir une tension nominale d'au moins 1,5 à 2 fois la tension maximale de sortie de l'alimentation.
- 5. Espace physique et coût** : Les condensateurs de plus grande capacité sont généralement plus volumineux et plus coûteux. Il est donc important de trouver un compromis entre la taille, le coût et les performances de l'alimentation.

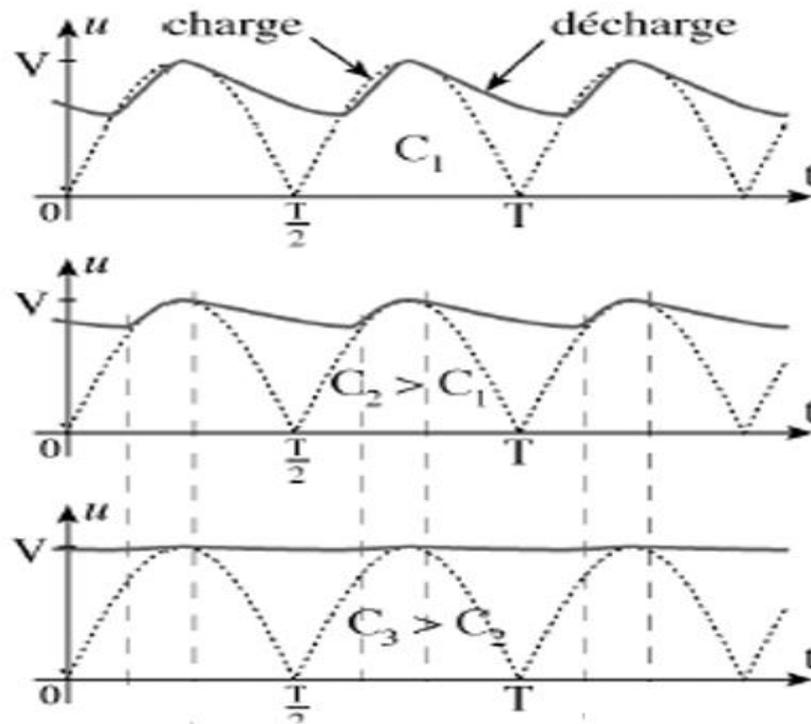


Figure III.6: Filtrage avec différentes valeurs de condensateur [30].

La constante de temps de charge du condensateur est un facteur crucial à prendre en compte lors du choix de sa valeur dans un circuit d'alimentation. La constante de temps de charge, souvent notée τ (tau), est définie comme le produit de la résistance (R) en série avec le condensateur (C), soit $\tau = R \cdot C$ [31].

La constante de temps de charge détermine le temps nécessaire pour que le condensateur se charge à environ 63,2% de sa valeur maximale lorsque soumis à une tension constante [31].

Plus la constante de temps est grande, le condensateur se charge plus lentement ce qui permet de maintenir une tension plus constante en sortie. Les condensateurs électrolytiques ou chimiques sont souvent utilisés dans les circuits de filtrage en raison de leur capacité élevée, généralement de l'ordre de 1 000 μF à 4 000 μF , ce qui les rend adaptés pour lisser les tensions continues [10].

III.3.1.4. Régulation

L'utilisation d'un étage de régulation après le filtrage est nécessaire pour garantir une sortie de tension stable et constante, même en cas de variations des conditions de charge. Le processus de filtrage réduit la tension résiduelle, mais ne l'élimine pas complètement. La tension résiduelle peut provoquer des variations de la tension de sortie, surtout lorsque le courant de charge est élevé. L'étage de régulation compense ces variations en ajustant la tension de sortie

pour maintenir une valeur constante. Cela est particulièrement important dans les applications où une tension stable est requise, comme dans les alimentations des appareils électroniques. Dans ce projet, on utilise le régulateur LM7805 pour avoir une tension continue stable de 5V [29].

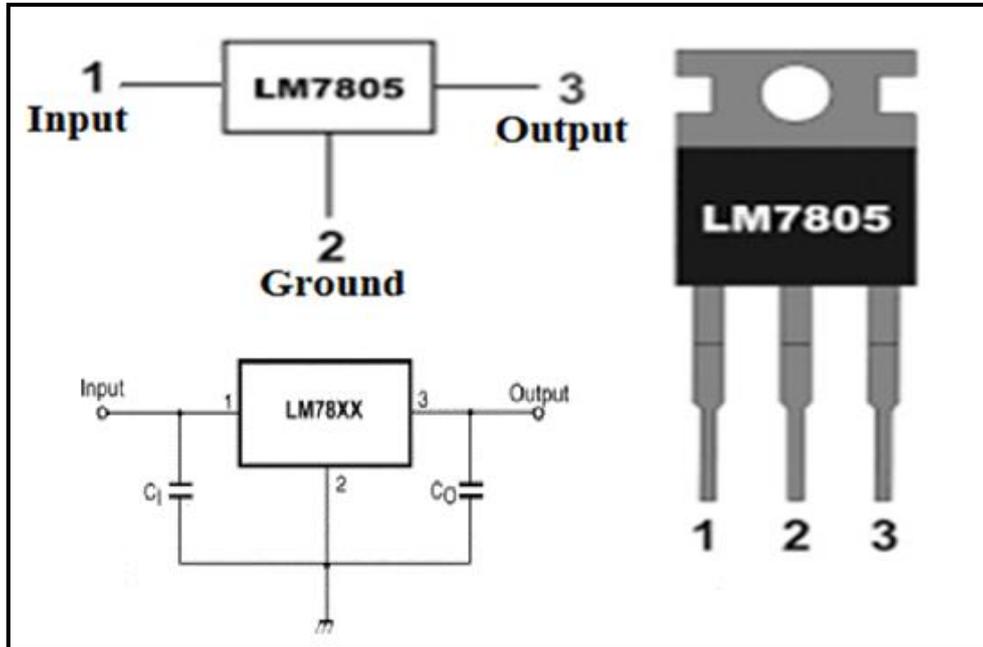


Figure III.7 : Branchement de régulateur de tension LM7805 [32].

La tension d'entrée idéale pour un régulateur 7805 est d'au moins 2,0 volts supérieure à la tension de sortie nominale de 5 volts. Cela garantit que le régulateur peut fonctionner correctement et maintenir une sortie stable même lorsque la tension d'entrée varie ou présente des ondulations.

De plus, les condensateurs C_I et C_O sont souvent recommandés pour assurer une performance optimale du régulateur. Le condensateur C_I (généralement un condensateur électrolytique de faible valeur) est utilisé pour filtrer les variations rapides de la tension d'entrée, tandis que le condensateur C_O (généralement un condensateur céramique de plus faible valeur) améliore la stabilité et la réponse transitoire du régulateur, réduisant ainsi les fluctuations de tension et améliorant la réponse aux changements de charge. Ces condensateurs sont particulièrement importants lorsque le régulateur est situé à une certaine distance de la source d'alimentation principale [33].

III.3.2. Filtrage

Dans un circuit d'éclairage de secours, un étage de filtrage est souvent utilisé pour garantir une alimentation électrique stable et propre pour les lampes d'éclairage ou tout autre équipement nécessaire en cas d'urgence.

Dans notre circuit, le condensateur C3 est utilisé comme un filtre pour absorber les parasites dans la tension d'alimentation (figure III.12).

Les condensateurs agissent comme des réservoirs d'énergie électrique. Lorsqu'ils sont connectés en parallèle avec la charge ou avec d'autres composants, ils absorbent les fluctuations indésirables de la tension, agissant comme un court-circuit pour les hautes fréquences, ce qui permet de les éliminer du circuit [29] [31].

En plus d'absorber les parasites, les condensateurs contribuent également au lissage de la tension en stockant temporairement l'énergie électrique et en la libérant progressivement dans le circuit. Cela contribue à maintenir une tension de sortie stable et sans fluctuations.

En supprimant les parasites et en stabilisant la tension, les condensateurs contribuent à améliorer la fiabilité et les performances globales du circuit d'éclairage de secours, en garantissant un fonctionnement sans problème des lampes d'éclairage ou d'autres équipements connectés [29] [31].

Les condensateurs utilisés comme filtres jouent un rôle essentiel dans la suppression des parasites et le lissage de la tension dans un circuit d'éclairage de secours, ce qui contribue à assurer un fonctionnement fiable et stable de l'équipement même dans des conditions difficiles.

III.3.3. Polarisation de transistor

La polarisation d'un transistor bipolaire PNP est une technique utilisée pour établir les courants nécessaires et les tensions appropriées pour que le transistor fonctionne correctement dans un circuit. La polarisation garantit que le transistor reste dans sa région active où il peut fonctionner comme un amplificateur de courant [34].

Dans un transistor bipolaire PNP, le courant circule de l'émetteur (E) vers la base (B) puis vers le collecteur (C). Pour polariser correctement un transistor PNP, deux configurations principales sont utilisées : la polarisation base-émetteur (polarisation directe) et la polarisation base-collecteur (polarisation inverse).

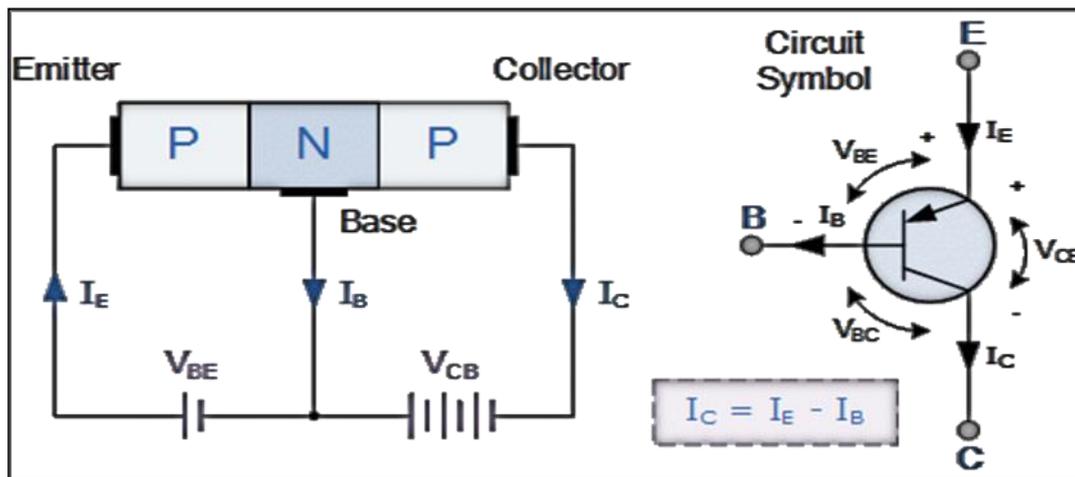


Figure III.8 : Polarisation du transistor bipolaire PNP [34].

III.3.3.1. Polarisation base-émetteur (polarisation directe) :

- La base est connectée au positif et l'émetteur au négatif, ce qui crée une jonction base-émetteur directement polarisée.
- Cela permet un faible courant de base, mais suffisant pour maintenir le transistor en mode actif.

III.3.3.2. Polarisation base-collecteur (polarisation inverse) :

- La base est connectée au négatif et le collecteur au positif, créant une jonction base-collecteur inversée.
- Cette configuration permet de contrôler le courant de collecteur et d'assurer une grande impédance d'entrée.

Ces configurations de polarisation sont choisies en fonction des exigences du circuit dans lequel le transistor est utilisé, telles que la stabilité, le gain et la linéarité. Des techniques plus avancées, telles que la polarisation par le pont diviseur de tension ou la polarisation par le courant de contre-réaction, sont également utilisées pour des applications spécifiques [34].

III.3.3.3. Transistor PNP de puissance BD136

Le BD136 est un transistor bipolaire PNP de puissance largement utilisé dans les applications nécessitant une commutation ou une amplification de puissance moyenne. Voici quelques caractéristiques principales du transistor BD136 [35] [36]:

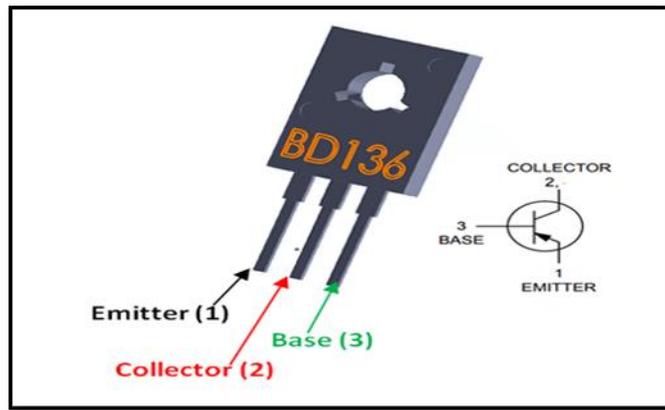


Figure III.9 : Transistor BD136 [35].

Type de transistor : PNP

- **Boîtier :** Il est généralement disponible dans un boîtier TO-126 ou TO-220, qui offre une dissipation thermique efficace.
- **Courant maximal de collecteur (I_c) :** Il peut gérer des courants jusqu'à plusieurs ampères, généralement autour de 1,5 à 2 ampères en continu.
- **Tension de collecteur-émetteur maximale (V_{ce}) :** Cette valeur est généralement de l'ordre de 45 à 60 volts.
- **Puissance maximale dissipée (P_{tot}) :** Elle dépend du boîtier utilisé et des conditions de dissipation thermique, mais elle est généralement de l'ordre de 1 à 2 watts.
- **Gain en courant (h_{fe}) :** Le gain en courant typique est d'environ 25 à 250, ce qui signifie qu'un petit courant de base peut contrôler un courant de collecteur beaucoup plus important.
- **Applications typiques :** Le BD136 est utilisé dans diverses applications, y compris les amplificateurs audios de puissance, les alimentations à découpage, les commutateurs de circuits, etc.

Dans notre circuit d'éclairage de secours, le transistor BD136 est utilisé pour contrôler l'alimentation de secours en fonction de la tension de la source d'alimentation principale, Cela est une configuration de commutation automatique, où le transistor BD136 est utilisé comme un interrupteur pour basculer entre l'alimentation principale et l'alimentation de secours en fonction de la présence ou de l'absence de tension sur la source principale.

Le fonctionnement du transistor BD136 dans notre circuit peut être résumé comme suit [35] :

1. Fonctionnement normal : Lorsque la source d'alimentation principale est active et fournit une tension stable, le transistor BD136 est désactivé. Dans cette condition, la tension de base par rapport à l'émetteur est maintenue à un niveau suffisamment bas pour empêcher le courant

de circuler de l'émetteur vers le collecteur. Ainsi, l'alimentation de secours n'est pas activée et la charge est alimentée par la source principale.

2. Défaillance de la source d'alimentation principale : Lorsque la tension de la source d'alimentation principale tombe en dessous d'un seuil défini ou disparaît complètement, la tension de base du transistor BD136 est modifiée. Cela déclenche la polarisation inverse du transistor BD136. Lorsque la tension de base augmente, le transistor entre en mode actif et commence à conduire du courant de l'émetteur vers le collecteur.

3. Activation de l'alimentation de secours : Lorsque le transistor BD136 est activé, il agit comme un interrupteur permettant à l'alimentation de secours de prendre le relais et d'alimenter la charge connectée. Ainsi, même en cas de défaillance de la source d'alimentation principale, la charge continue à être alimentée de manière ininterrompue grâce à l'alimentation de secours. Cette configuration garantit une alimentation continue et fiable des charges connectées en commutant automatiquement entre la source d'alimentation principale et l'alimentation de secours en cas de besoin. La polarisation inverse du transistor BD136 permet un contrôle efficace de cette commutation, offrant une solution robuste pour les applications nécessitant une alimentation de secours.

III.3.4. Redressement

Dans un circuit d'éclairage de secours, l'étage de redressement est également essentiel pour contrôler la direction du courant électrique. Une diode permet de laisser passer le courant lorsqu'elle est polarisée directement (avec une tension positive sur l'anode) et de bloquer le courant lorsqu'elle est polarisée inversement (avec une tension positive sur la cathode). Cela garantit que le courant électrique circule dans la direction souhaitée dans le circuit d'éclairage. Dans notre circuit, l'étage de redressement concerne la diode D6 (figure III.12).

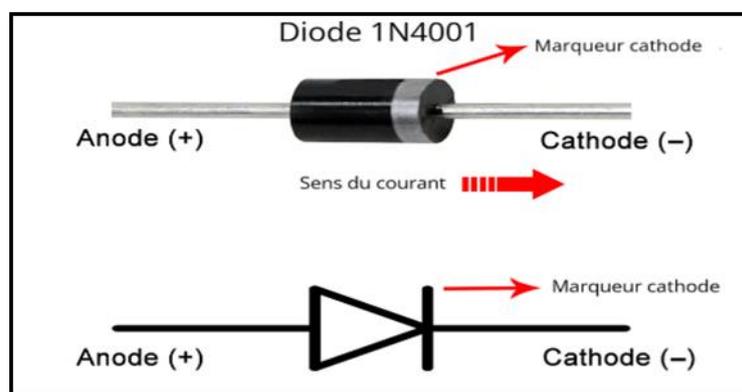


Figure III.10 : Symbole et schématisation de la diode [37].

La diode est un composant électronique qui permet de laisser passer le courant dans un seul sens, de l'anode vers la cathode, lorsque la tension appliquée à ses bornes dépasse une valeur dite tension de seuil.

Cette tension de seuil, souvent autour de 0,6 à 0,7 volts pour une diode au silicium, est nécessaire pour que la diode commence à conduire. En dessous de cette tension, le courant qui la traverse est négligeable, on peut considérer la diode comme étant bloquée.

En revanche, lorsque la tension appliquée dépasse la tension de seuil, la diode devient conductrice, permettant au courant de circuler à travers elle. Dans cette région de fonctionnement, la tension aux bornes de la diode reste généralement proche de la tension de seuil (0,7 volts pour une diode au silicium), mais peut légèrement augmenter avec l'augmentation du courant [5] [37].

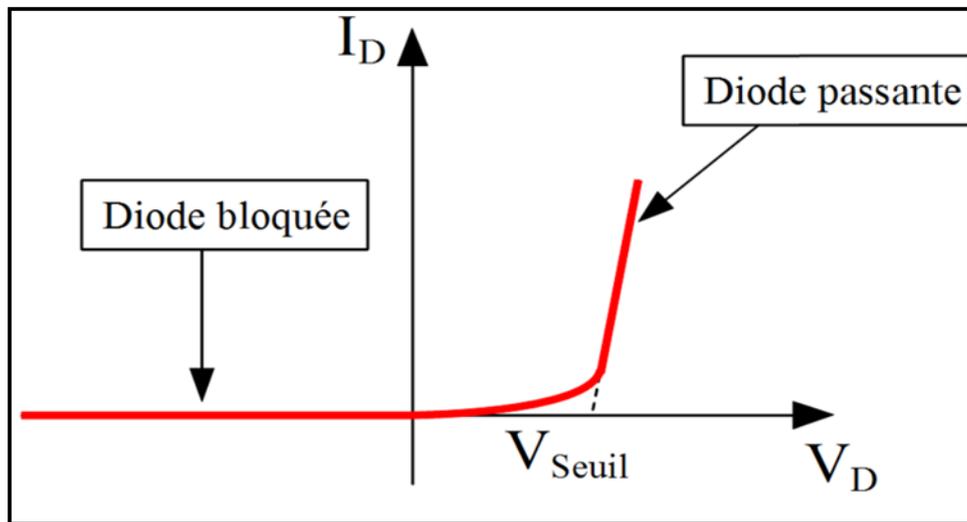


Figure III.11 : La tension de seuil d'une diode [38].

III.3.5. Accumulateur

Dans un circuit d'éclairage de secours, l'accumulateur, plus communément appelé batterie de secours, joue un rôle central en assurant l'alimentation électrique en cas de coupure de courant. Les principaux rôles de la batterie de secours sont :

1. Fournir une alimentation de secours : La fonction principale de la batterie de secours est de fournir de l'électricité lorsque l'alimentation principale est interrompue. En cas de panne de courant, la batterie prend le relais pour alimenter les luminaires d'urgence, assurant ainsi un éclairage minimal pour évacuer en toute sécurité les occupants d'un bâtiment ou pour permettre la continuité des opérations dans certaines installations sensibles [31].

2. Maintenir la charge : La batterie de secours doit être maintenue chargée en permanence afin d'être prête à être utilisée en cas d'urgence. Cela signifie qu'elle est continuellement alimentée en courant électrique lorsque l'alimentation principale est active. Un circuit de charge, généralement intégré dans le système d'éclairage de secours, est responsable de maintenir la batterie chargée [31].

3. Assurer une autonomie : La capacité de la batterie de secours détermine l'autonomie du système d'éclairage de secours. En fonction de la capacité de la batterie et de la consommation électrique des luminaires, la batterie peut fournir de l'électricité pendant une période définie après une coupure de courant. Cette autonomie peut être critique dans les situations d'urgence, car elle permet aux occupants de disposer d'un éclairage pendant une durée suffisante pour évacuer en toute sécurité les lieux [31].

4. Sécuriser les circuits : La batterie de secours peut également être utilisée pour sécuriser les circuits critiques en les alimentant en continu, même en cas de panne de courant. Cela peut être particulièrement important dans les installations où une interruption de l'alimentation électrique peut entraîner des conséquences graves, comme dans les hôpitaux ou les centres de données. En résumé, la batterie de secours est un élément essentiel dans un circuit d'éclairage de secours, assurant une alimentation électrique fiable en cas de coupure de courant et garantissant ainsi la sécurité et la continuité des opérations dans divers environnements [29].

III.3.6. LED (diodes électroluminescentes)

Dans un circuit d'éclairage de secours, les LED (diodes électroluminescentes) sont souvent utilisées comme source lumineuse principale en raison de leurs nombreux avantages par rapport aux autres types d'ampoules. Voici quelques points importants sur l'utilisation des LED dans un tel circuit :

1. Efficacité énergétique : Les LED sont très efficaces sur le plan énergétique, ce qui signifie qu'elles consomment moins d'électricité que les ampoules traditionnelles telles que les lampes à incandescence ou les lampes fluorescentes. Cela les rend idéales pour être alimentées par une batterie de secours, car elles prolongent l'autonomie du système [39].

2. Longue durée de vie : Les LED ont une durée de vie beaucoup plus longue que les autres sources lumineuses. Elles peuvent durer des dizaines de milliers d'heures d'utilisation, ce qui réduit les besoins de maintenance et de remplacement dans les systèmes d'éclairage de secours, ce qui est particulièrement important dans des situations où la fiabilité est essentielle [39].

3. Rapidité de démarrage : Contrairement à certaines autres technologies d'éclairage, les LED s'allument instantanément lorsqu'elles sont alimentées. Cela signifie qu'elles fournissent

immédiatement de la lumière lorsqu'une coupure de courant se produit, ce qui est crucial pour assurer la sécurité des occupants d'un bâtiment [39].

4. Résistance aux chocs et aux vibrations : Les LED sont robustes et résistantes aux chocs et aux vibrations, ce qui les rend adaptées à une utilisation dans des situations d'urgence où elles pourraient être soumises à des conditions difficiles [39].

5. Flexibilité de conception : Les LED sont disponibles dans une variété de formes et de tailles, ce qui offre une grande flexibilité de conception pour les luminaires d'éclairage de secours. Elles peuvent être intégrées dans des dispositifs compacts et discrets, ce qui est particulièrement utile dans les espaces restreints [39].

III.4. Simulation via Proteus

En utilisant le logiciel de simulation Proteus, nous avons réalisé le circuit de la figure III.12 qui représente le schéma électrique de notre montage : circuit d'éclairage de secours.

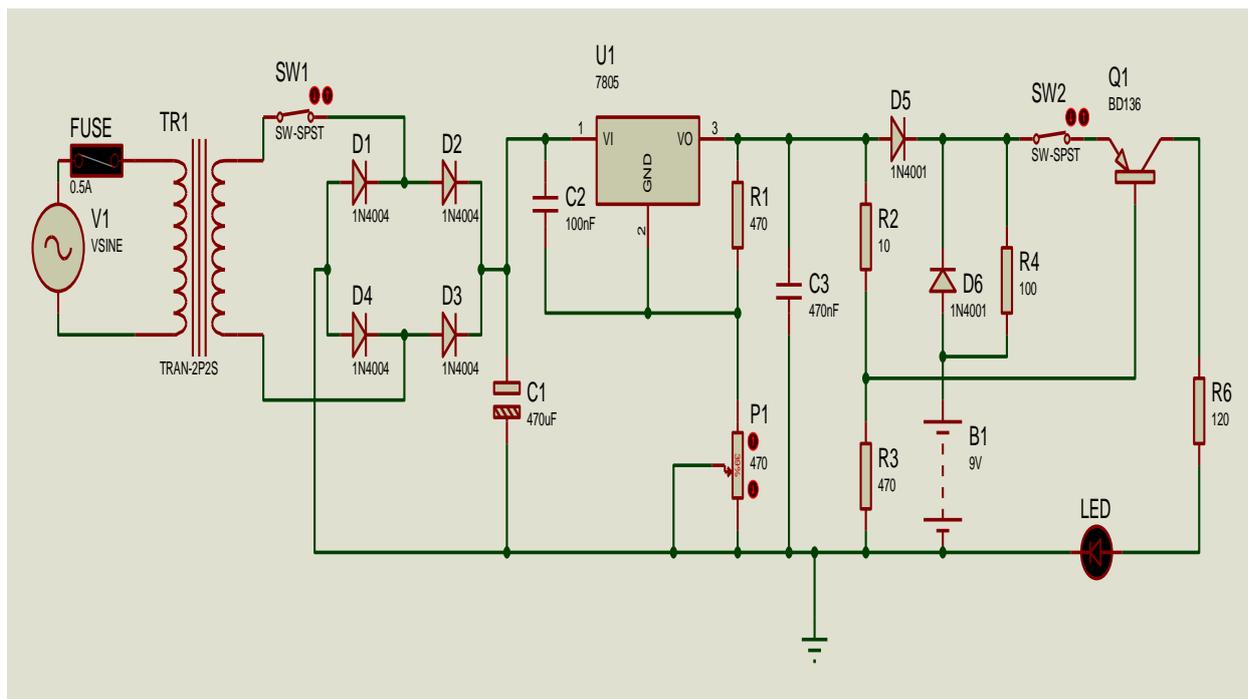


Figure III.12 : Circuit d'éclairage de secours.

III.4.1. Fonctionnement détaillé du montage

On commence par l'étage d'alimentation stabilisée réglable. La source d'énergie, le secteur de tension (230V/50Hz), alimente le primaire d'un petit transformateur de puissance de 2,2V/A. On assure la protection entre le secteur d'énergie et le transformateur par un fusible calibré à

0,5A. Le secondaire du transformateur assure un abaissement de la valeur de tension pour la même fréquence. Cette tension, liée à un pont de Graetz dans le but de redresser ou convertir cette tension bidirectionnelle en tension unidirectionnelle, doit être filtrée par un condensateur chimique C1.

Ensuite, il y a un régulateur de tension IC1 de type LM7805 dont la broche masse est branchée sur un pont diviseur formé à partir de la résistance R1 et du potentiomètre P1. Grâce à cette astuce, il est possible d'augmenter la tension de sortie pour avoir une tension environ de 11V, mais elle peut être ajustée entre 5 et 12V. Il sera possible d'ajuster la tension de charge de l'accumulateur utilisé, qui pourra être configuré de 6 à 12V en fonction de la charge à alimenter, qui ne sera pas nécessairement une LED, mais aussi une lampe à incandescence, pour une autonomie plus importante.

On a ensuite un étage de filtrage assuré par le condensateur C3 qui absorbe les parasites. La diode anti-retour D5 empêchera l'accumulateur de débiter vers le régulateur en cas d'absence du secteur principal ; la diode D6 oblige la tension positive à passer par la résistance R4 vers l'accumulateur : c'est un étage de redressement pour contrôler la direction du courant.

Cette partie du circuit est conçue pour charger l'accumulateur lorsque le secteur est disponible, et pour alimenter la charge (la LED) à partir de l'accumulateur en cas d'absence de secteur. Son fonctionnement peut être résumé comme suit :

1. Charge de l'accumulateur : Lorsque le secteur est disponible, la source de tension fournit une tension positive. Cette tension passe à travers la résistance R4 et charge l'accumulateur. La résistance limite le courant qui circule à travers le circuit de charge, permettant ainsi de charger l'accumulateur à un rythme contrôlé.

2. Alimentation de la charge en cas d'absence de secteur : Lorsque le secteur est coupé, la source de tension externe n'est plus disponible. Cependant, l'accumulateur est désormais chargé et peut fournir de l'énergie. Dans cette situation, la diode D6 entre en jeu. La diode permet au courant de circuler du côté de l'accumulateur vers la charge à travers le transistor BD136. Afin de garantir qu'il n'y aura pas un retour de courant de l'accumulateur vers le régulateur une diode D5 est placée après le régulateur.

L'exploitation de la source de secours consiste à fermer l'interrupteur ON/OFF situé avant le transistor de puissance T1, un modèle PNP dont la base est alimentée par le pont diviseur R2/R3. En réalité, T1 ne sera actif que lorsque le secteur sera absent, c'est-à-dire lorsque sa base sera polarisée négativement à travers R3 seule. Comme prévu, la charge se limite à une seule petite LED qui est protégée par la résistance R6 afin de ne pas dépasser une consommation d'environ 30 mA [40].

III.4.2. Simulation du montage via Proteus

Tout d'abord, on ajuste le potentiomètre P1 pour obtenir une tension de 11V en sortie du régulateur. Ensuite, on lance la simulation du circuit avec la tension du secteur, et ensuite, on ouvre l'interrupteur SW1 pour obtenir le résultat de la simulation sans tension du secteur.

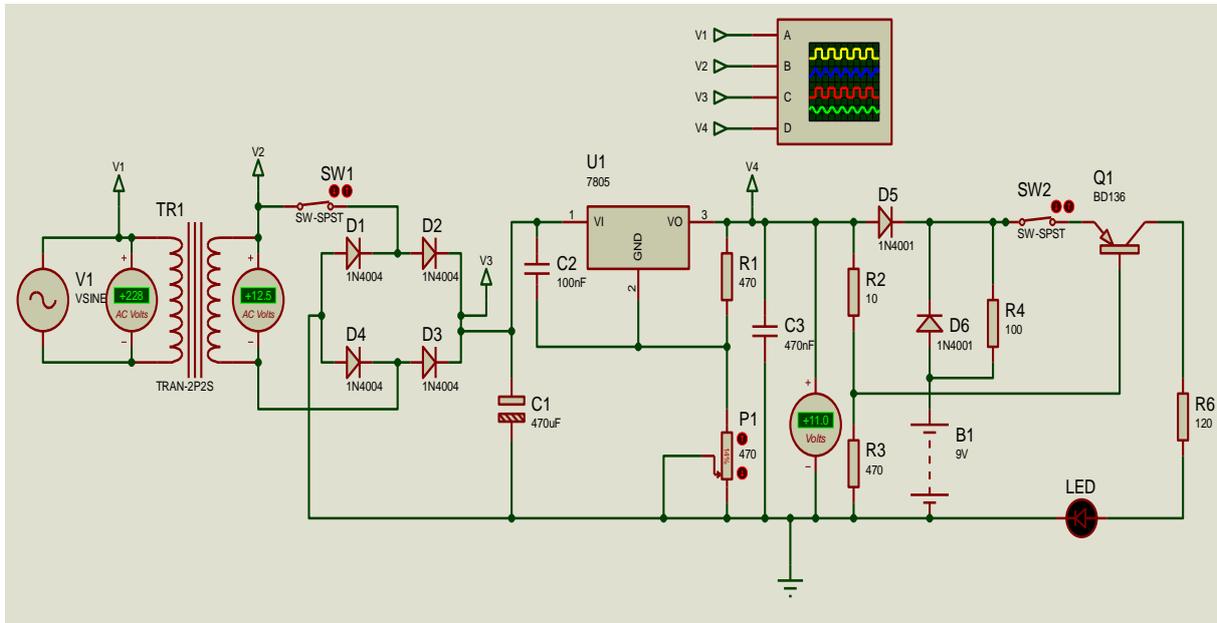


Figure III.13 : Simulation du circuit électrique en présence de la tension du secteur.

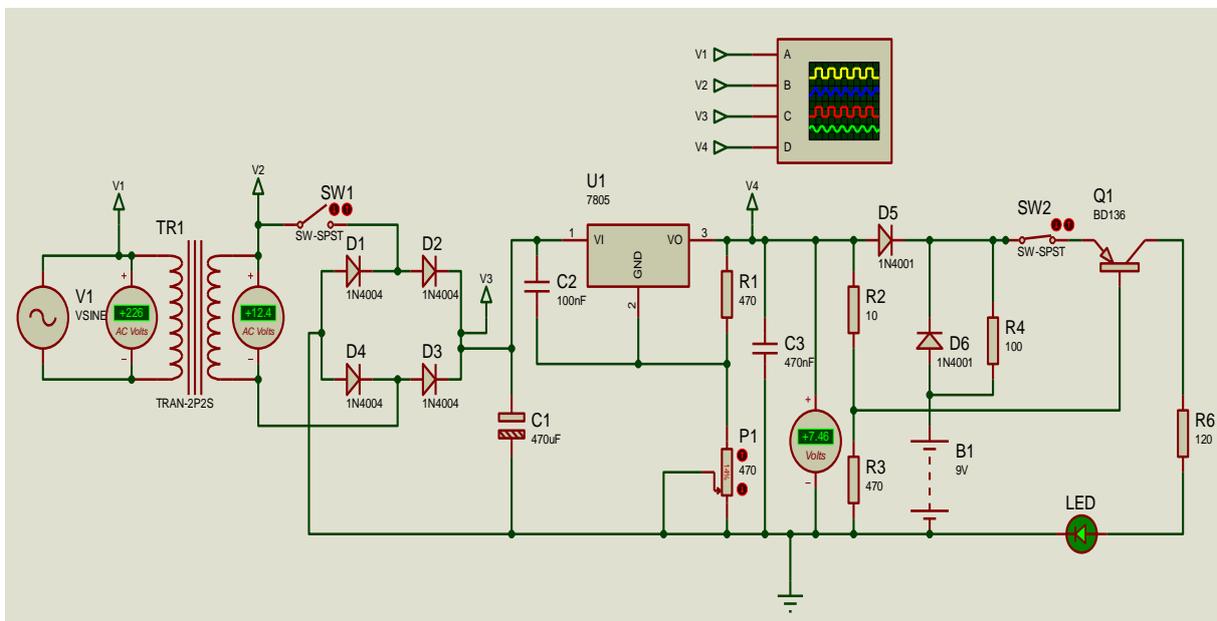
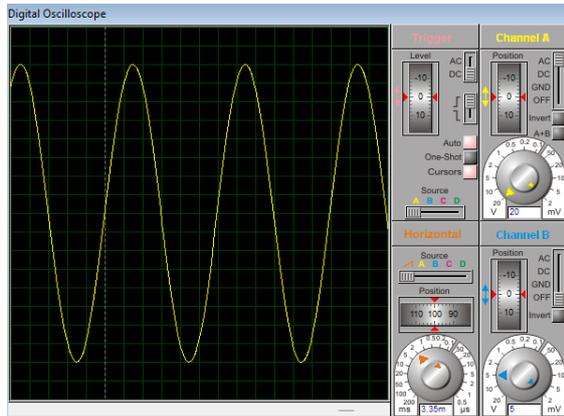
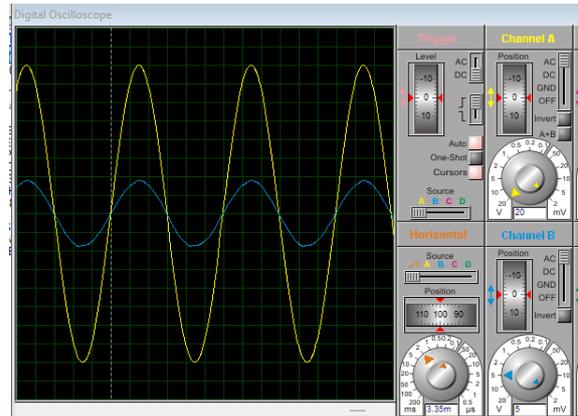


Figure III.14 : Simulation du circuit électrique sans tension du secteur.

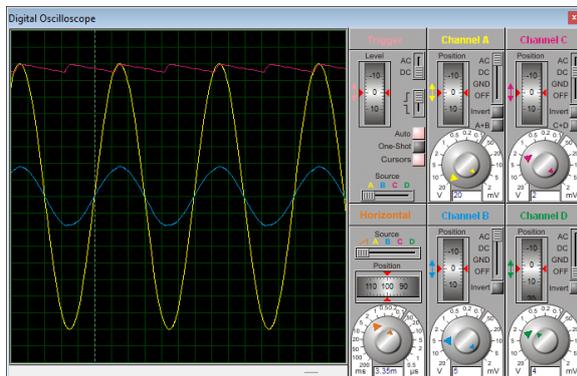
Dans la Simulation du circuit électrique (Figure III.13), la LED est éteinte en raison de la disponibilité de la tension du secteur. En revanche, dans la Simulation du circuit électrique sans tension du secteur (Figure III.14), la LED est allumée. Les valeurs des tensions données par les voltmètres sont cohérentes et identiques aux études théoriques. Des voltmètres sont ajoutés au circuit pour permettre une lecture précise des tensions. Pour visualiser les différents signaux, l'oscilloscope de Proteus est utilisé.



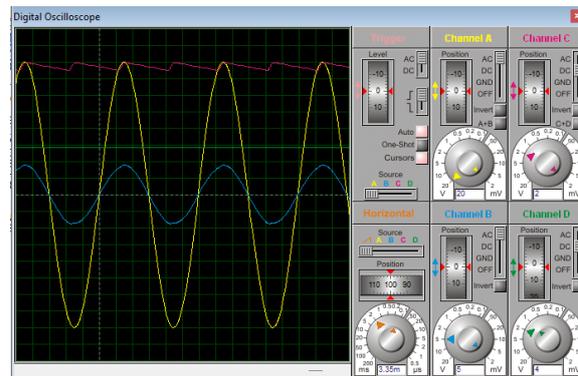
a) $V_1(t)$: Signal d'entrée issue du secteur secondaire



b) $V_2(t)$: En bleu, tension de sortie au du transformateur



c) $V_3(t)$: En rouge, tension redressée et filtrée



d) $V_4(t)$: En vert, tension à la sortie du régulateur

Figure III.15 : Visualisation des signaux obtenus via Proteus de l'étage d'alimentation stabilisée et régulée.

Les Figures III.16 et III.17 présentent respectivement les valeurs des tensions visualisées à travers Proteus en présence et en absence de la tension du secteur.

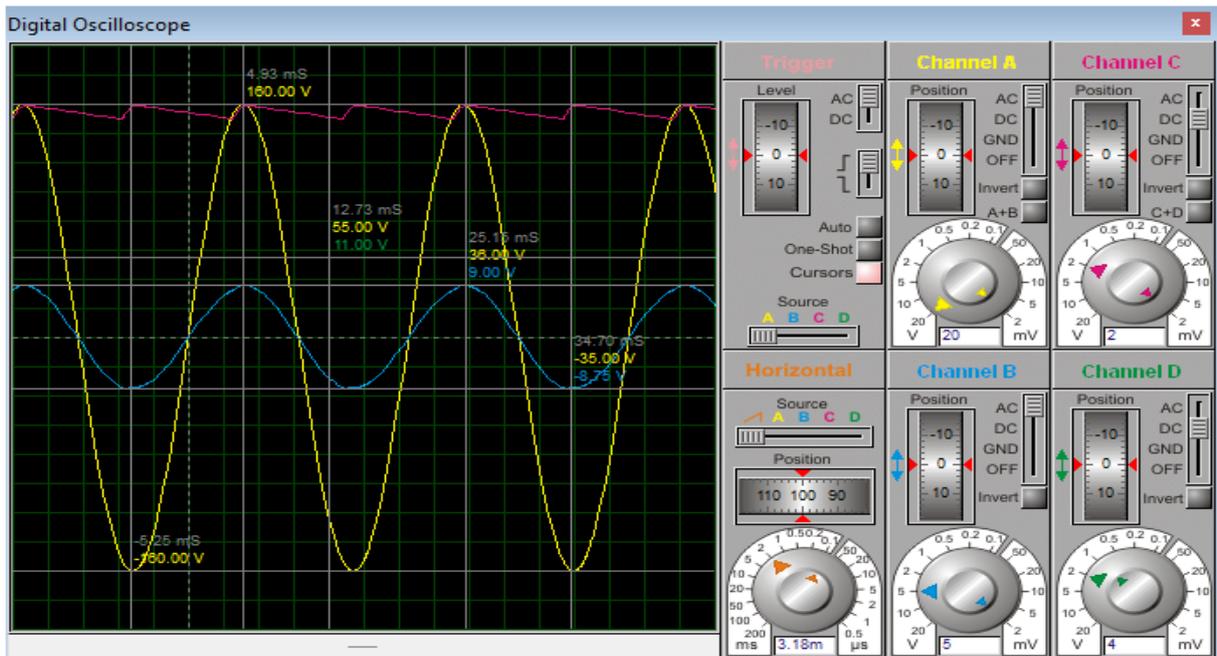


Figure III.16 : Visualisation des valeurs des tensions via Proteus en présence de la tension du secteur.

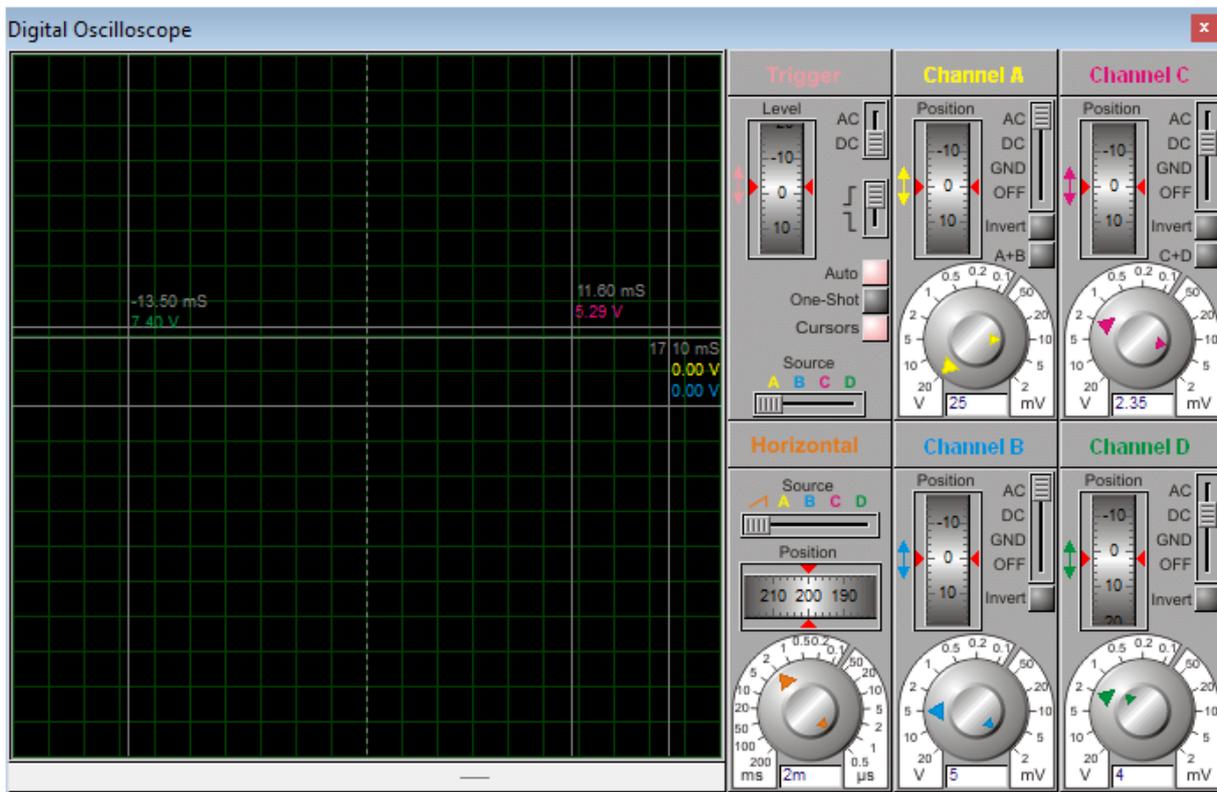


Figure III.17 : Visualisation les valeurs des tensions via Proteus sans tension du secteur.

III.5. Intégration d'un circuit de puissance :

Dans le contexte de l'amélioration des systèmes de secours, l'intégration d'un circuit de puissance représente une avancée significative. Comparé à un simple circuit d'éclairage à 12 volts pour une LED, ce montage de puissance offre une solution robuste, capable d'alimenter des charges de 220 volts. Cette évolution renforce la fiabilité et l'efficacité des opérations de secours, assurant une réponse efficace même dans les situations les plus critiques.

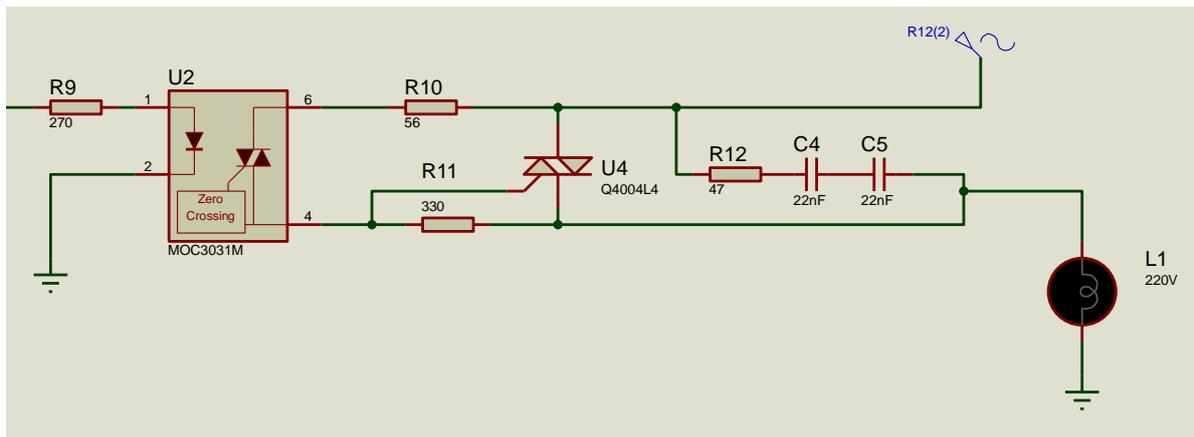


Figure III.18 : Circuit de puissance sous Proteus.

Notre concept est de mettre en place un système d'éclairage de secours capable de basculer vers une autre source d'énergie pour fournir un éclairage de haute intensité. Dans cette optique, la tension de commutation aux bornes de la LED a été utilisée en tant qu'entrée pour le circuit de puissance décrit précédemment. En d'autres termes, nous allons établir une interface entre un circuit à faible puissance et un autre à haute puissance en utilisant une isolation optique.

III.5.1. Simulation du circuit avec Proteus

Dans cette phase, nous simulons le circuit équipé du montage de puissance tel qu'il a été décrit précédemment. Cette démarche vise à nous assurer une transition vers l'élaboration et la réalisation sans encombre.

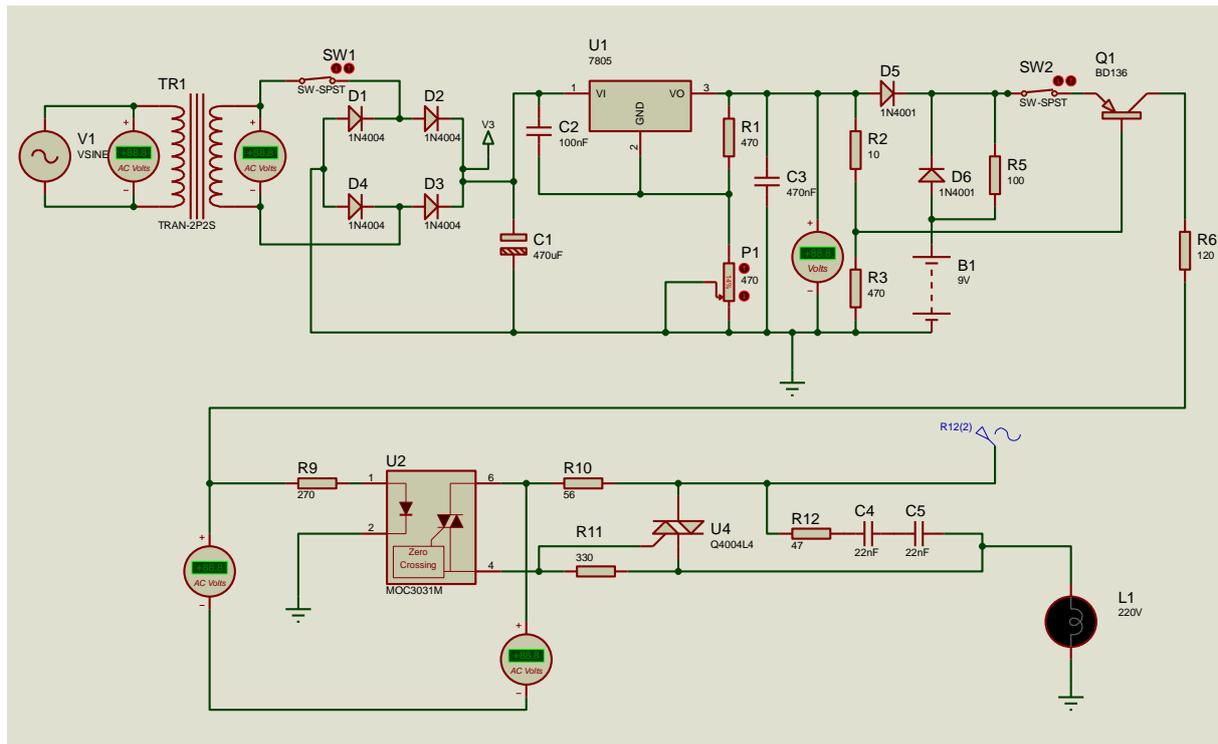


Figure III.19 : Circuit électrique global réalisé sous Proteus.

Le signal de commande traverse la résistance R9 pour atteindre l'opto-triac U2 (MOC3031M ayant les mêmes fonctionnalités que le MOC3041, nous l'avons choisi en raison de sa disponibilité sur Proteus). Ce dernier assure une isolation galvanique entre le circuit de commande et le circuit de puissance, à savoir la lampe. En effectuant la même commande du triac lors du passage par zéro de l'onde de secteur, il réduit également les parasites. Le triac Q4004L4 assure un contrôle fiable, simple et silencieux. Les composants R12, C4 et C5 forment un filtre efficace. Les condensateurs C4 et C5 peuvent être remplacés par un seul composant de 10 nF, à condition que sa tension d'isolement soit d'au moins 400 V [40]. Nous avons choisi d'utiliser deux condensateurs connectés en série uniquement en raison de leur disponibilité.

Les Figures III.20 et III.21 présentent respectivement le circuit électrique global simulé avec Proteus en présence et en absence de la tension du secteur.

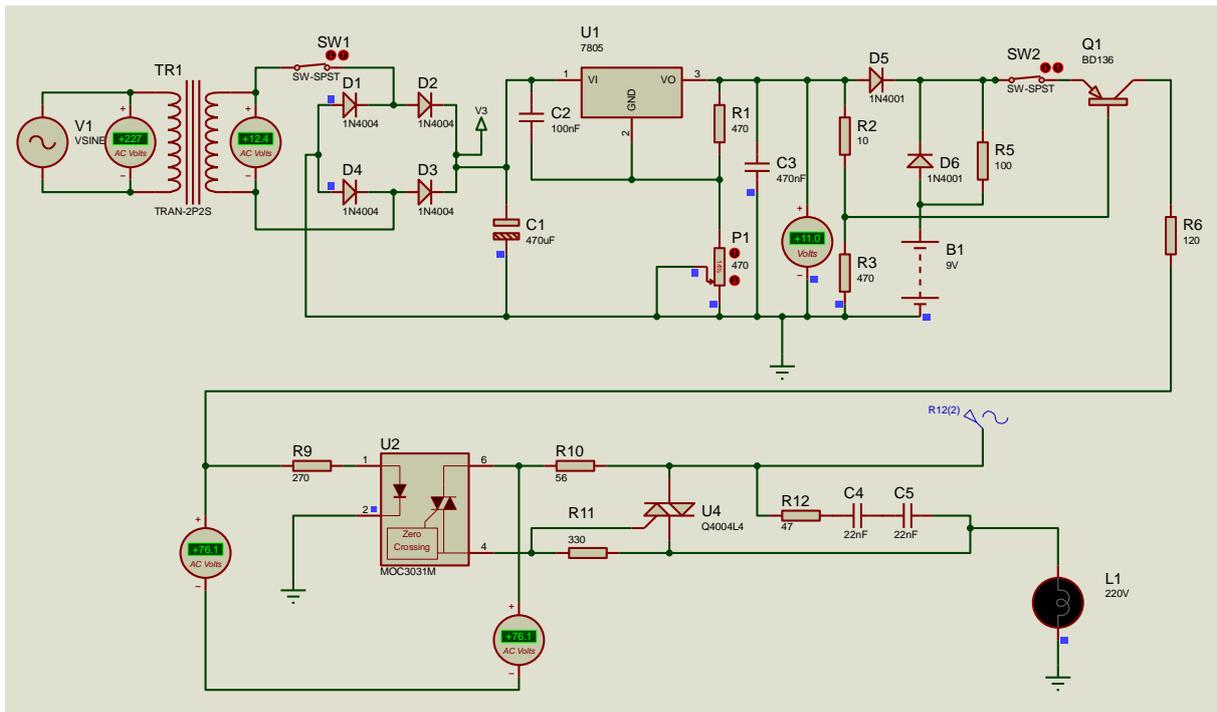


Figure III.20 : Simulation du circuit électrique global en présence de la tension du secteur.

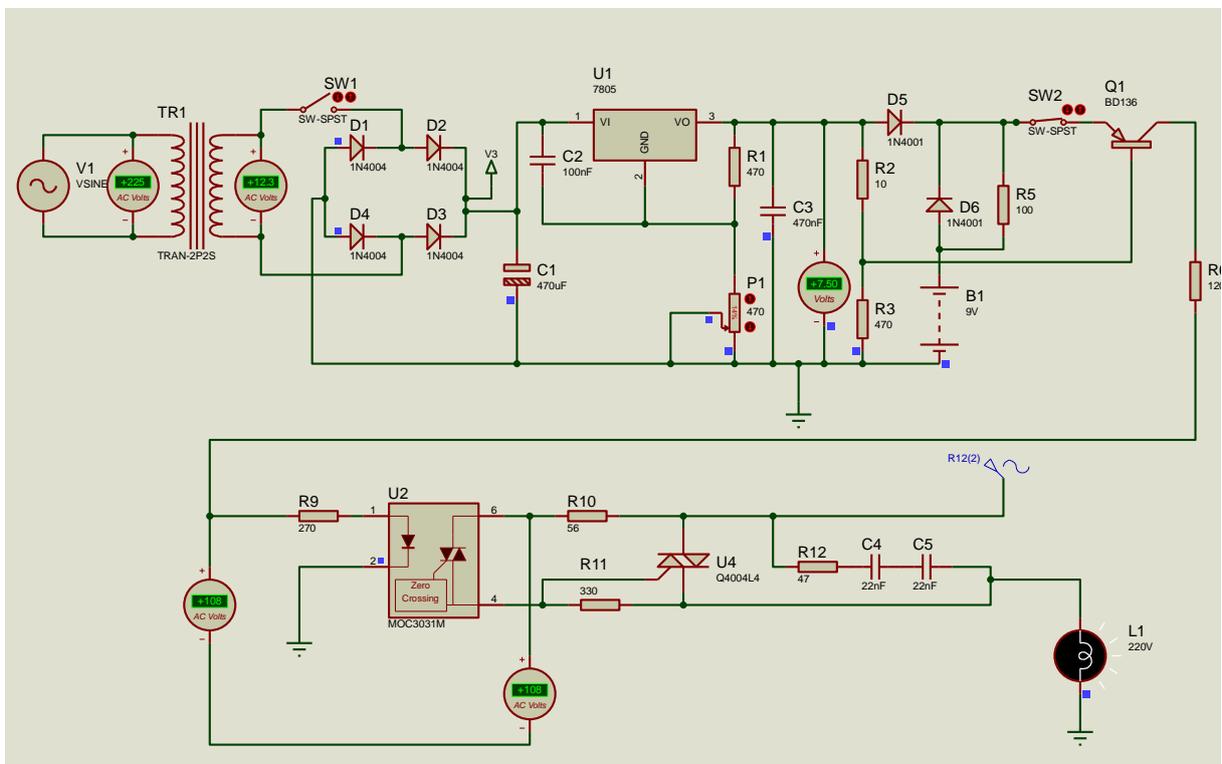


Figure III.21 : Simulation de circuit électrique global sans la tension de secteur.

Lorsque la tension est appliquée à l'entrée de l'opto-triac MOC3041, le courant circulant dans la LED permet la conduction de l'opto-triac, qui à son tour pilote la gâchette du triac U4.

Une fois que le triac U4 est activé, il permet au courant de la tension secteur (230V) de circuler vers la charge connectée au circuit (la lampe est allumée- figure III.21).

Lorsque la tension de commande retourne à 0 V, l'opto-triac est désactivé, empêchant ainsi l'alimentation de la charge (lampe est éteinte - figure III.20).

III.6. Test sur la plaque d'essai

Après avoir vérifié que le circuit électronique fonctionne correctement, on réalise le circuit et le teste sur la plaque d'essai. On utilise un oscilloscope pour visualiser des signaux à différents points de notre montage.

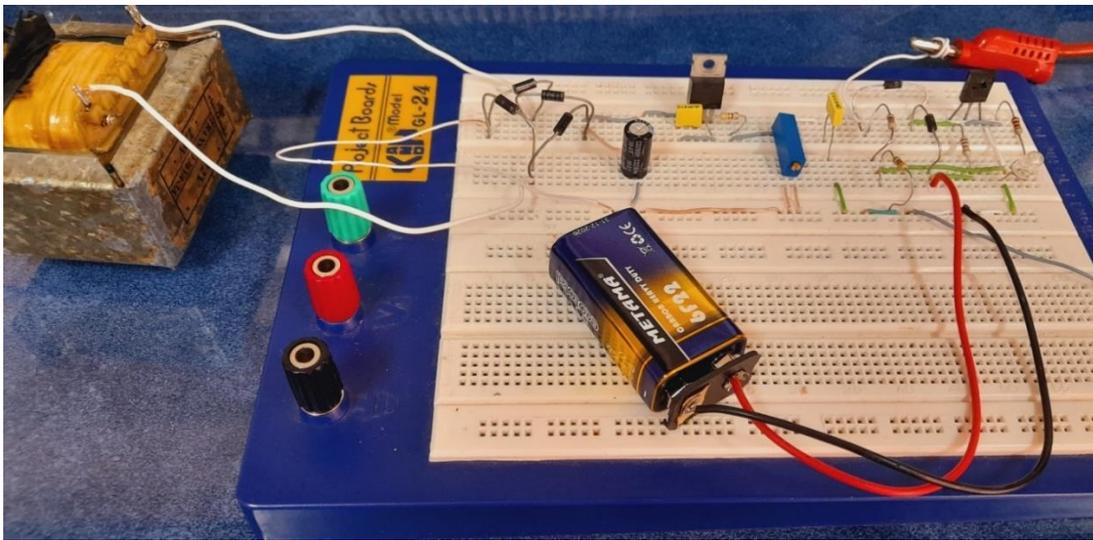


Figure III.22 : Circuit d'éclairage de secours réalisé sur la plaque d'essai : avec la tension de secteur.

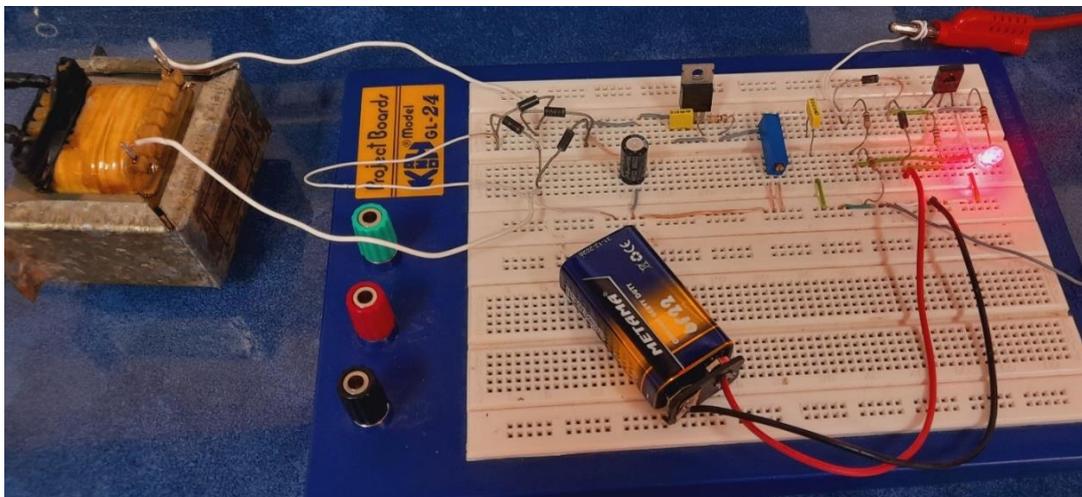


Figure III.23 : Circuit d'éclairage de secours réalisé sur la plaque d'essai : sans tension de secteur.

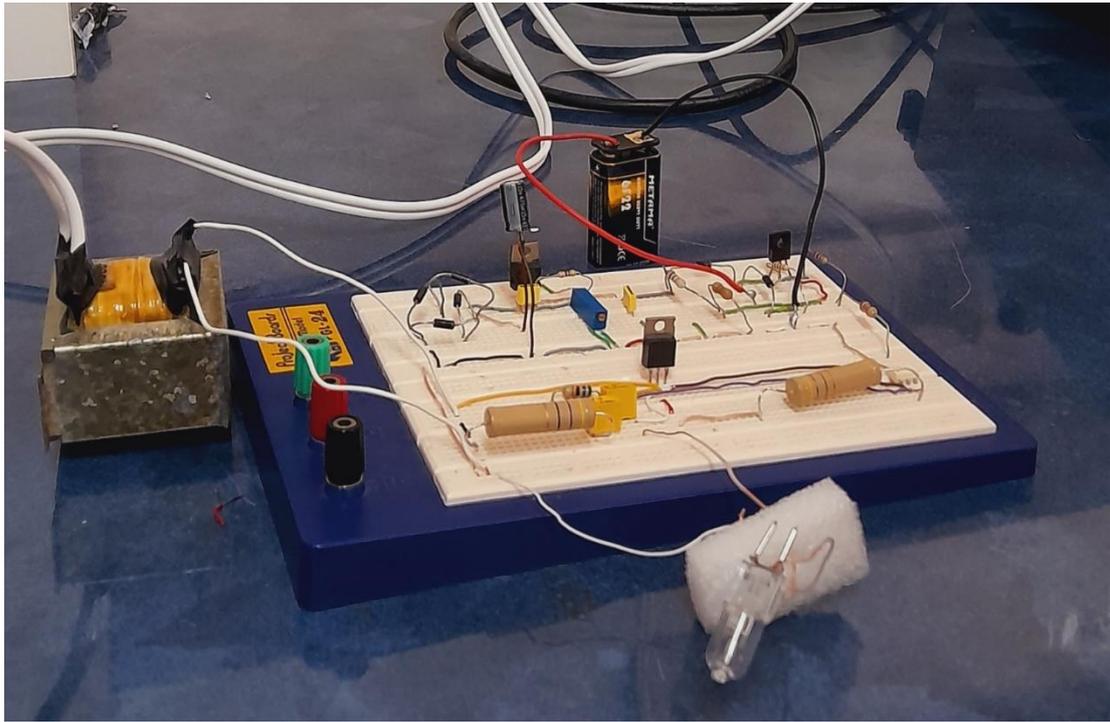


Figure III.24 : Circuit d'éclairage de secours global réalisé sur la plaque d'essai : avec la tension de secteur.

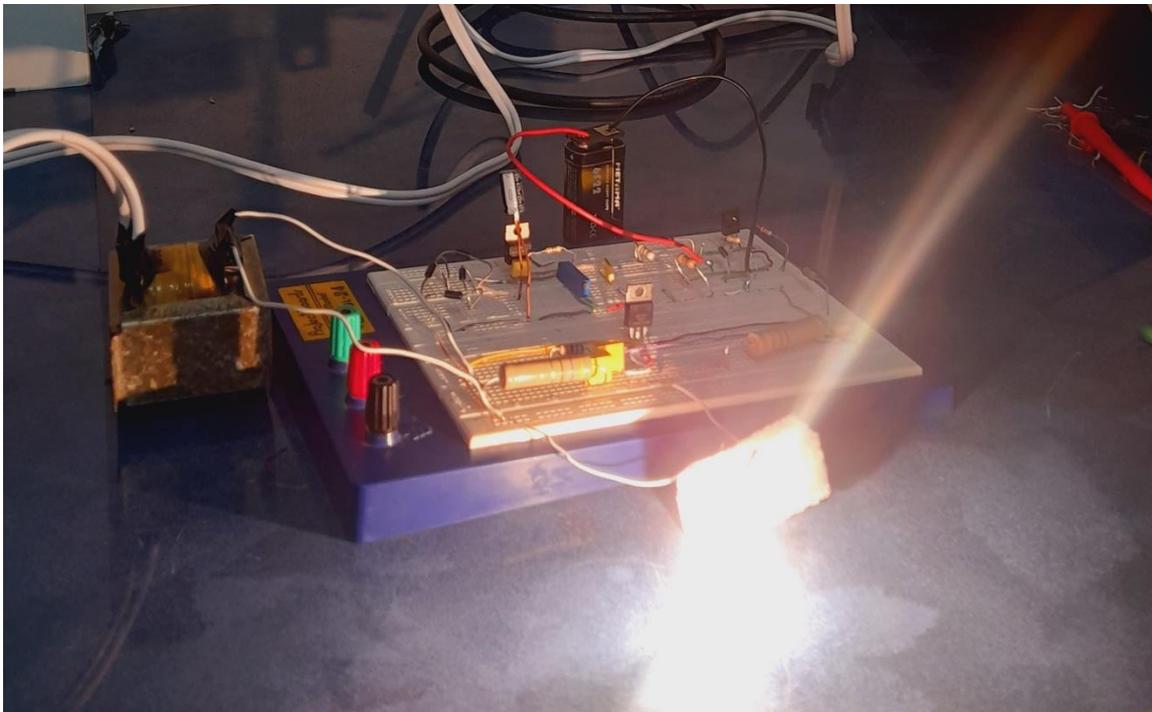


Figure III.25 : Circuit d'éclairage de secours global réalisé sur la plaque d'essai : sans tension de secteur.

III.6.1. Mesures en présence de la tension du secteur :

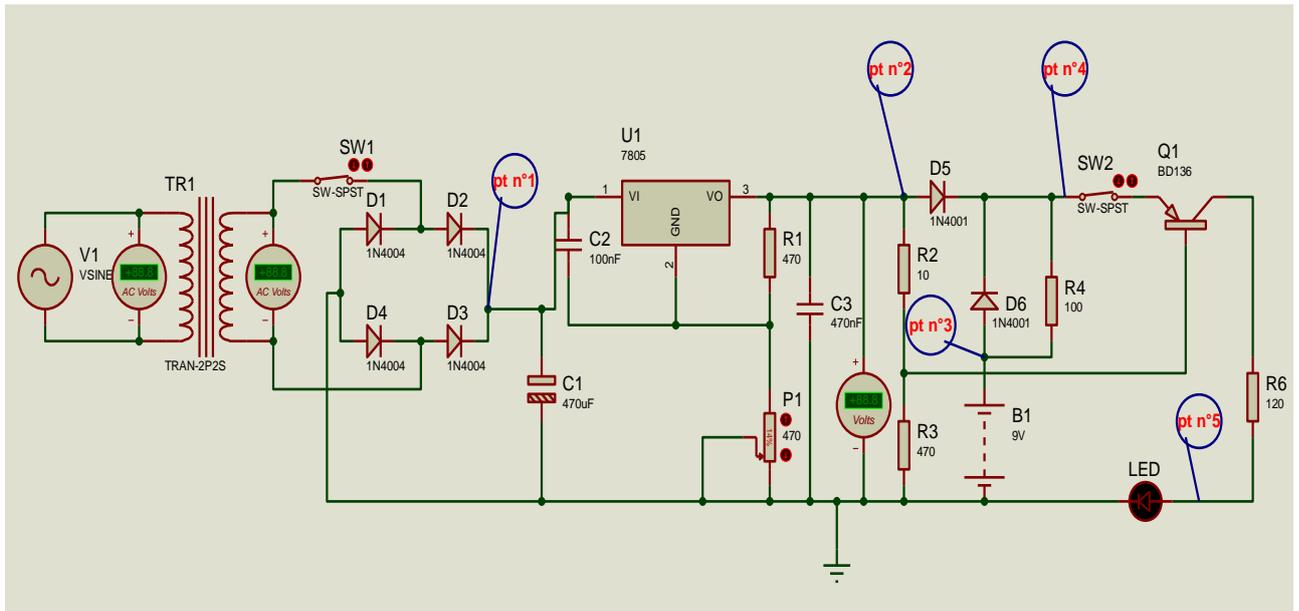


Figure III.26 : Points des signaux à mesuré.

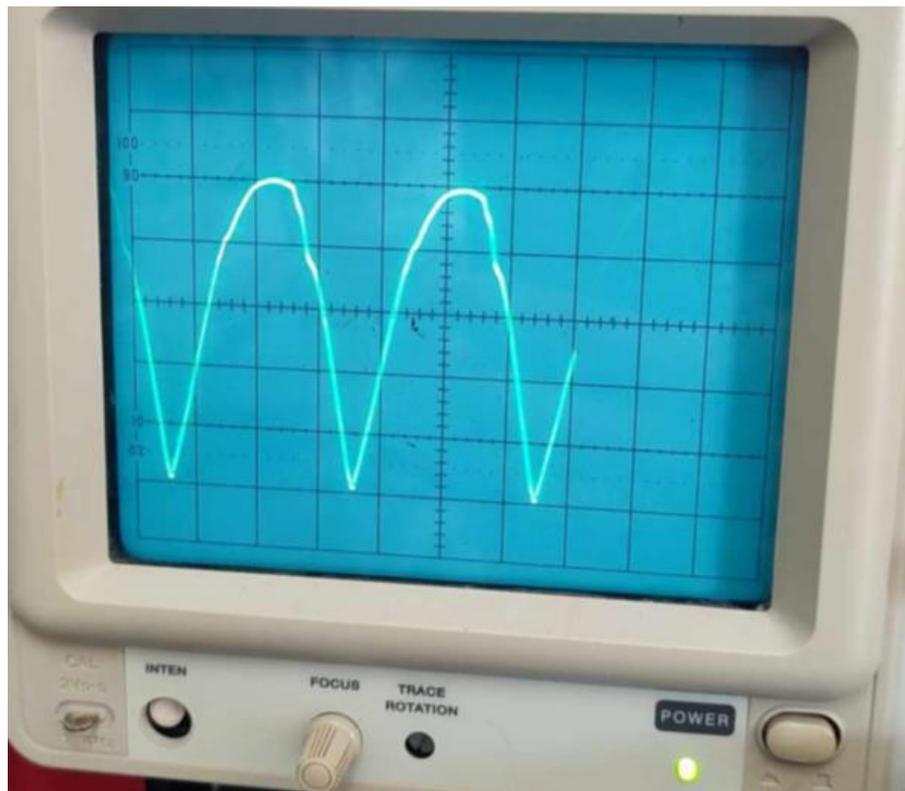


Figure III.27 [Point N° 1] : Mesure de la tension à la sortie du pont de diodes [5 V].

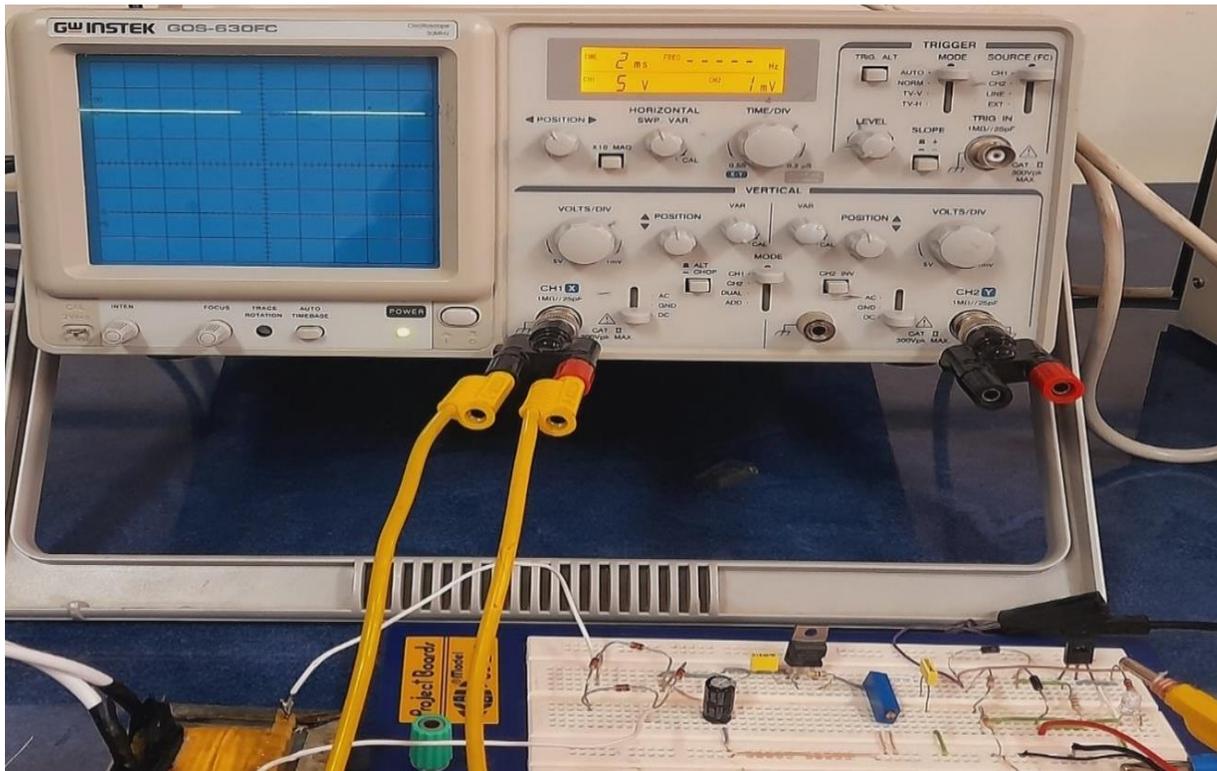


Figure III.28 Point N° 2] : Mesure de la tension après le condensateur C3 [11 V], la LED est éteinte.

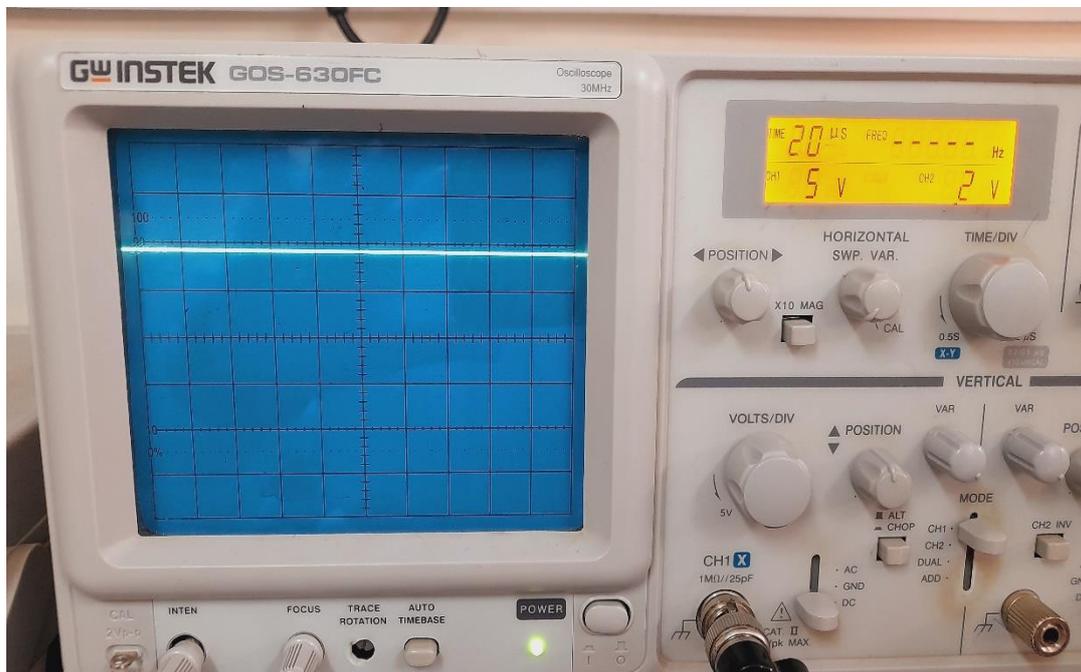


Figure III.29 [Point N° 03] : Mesure de la tension avant les résistances de charge R4 [9V].

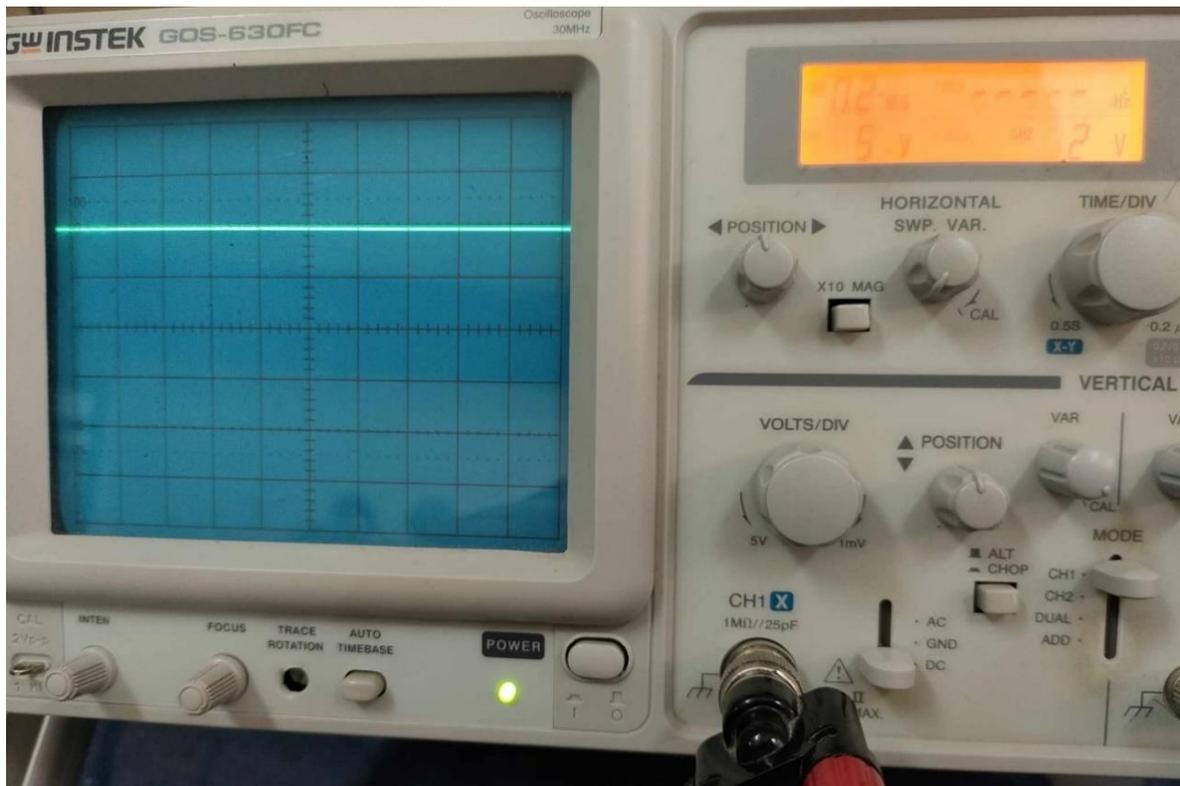


Figure III.30 [Point N°4] : Mesure de la tension avant le transistor [10 V].

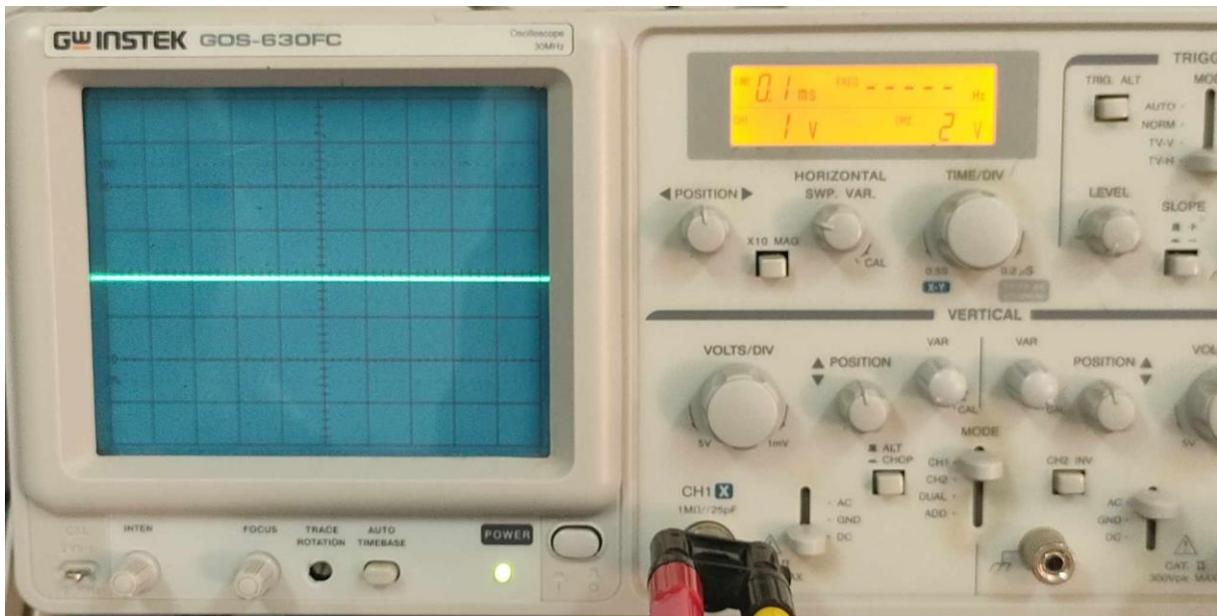


Figure III.31 [Point N°5] : Mesure de la tension avant la LED [0V].

III.6.2. Mesures sans tension du secteur

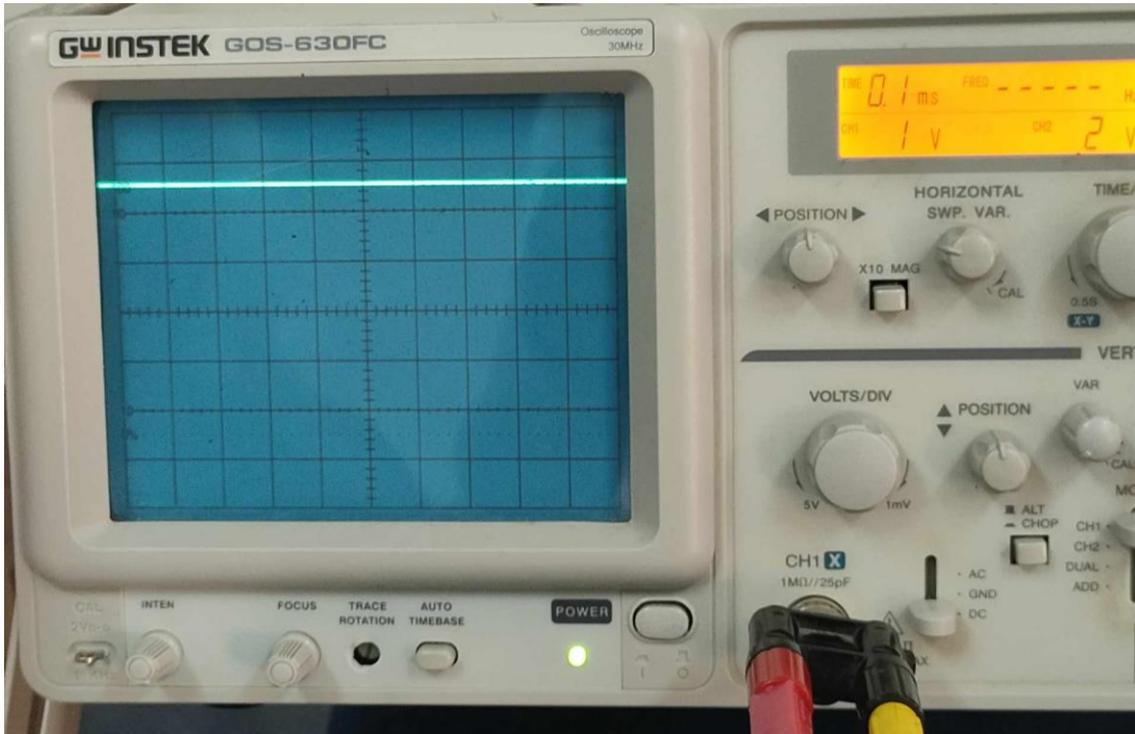


Figure III.32 [Point N°1] : Tension à la sortie du pont [2.6V].

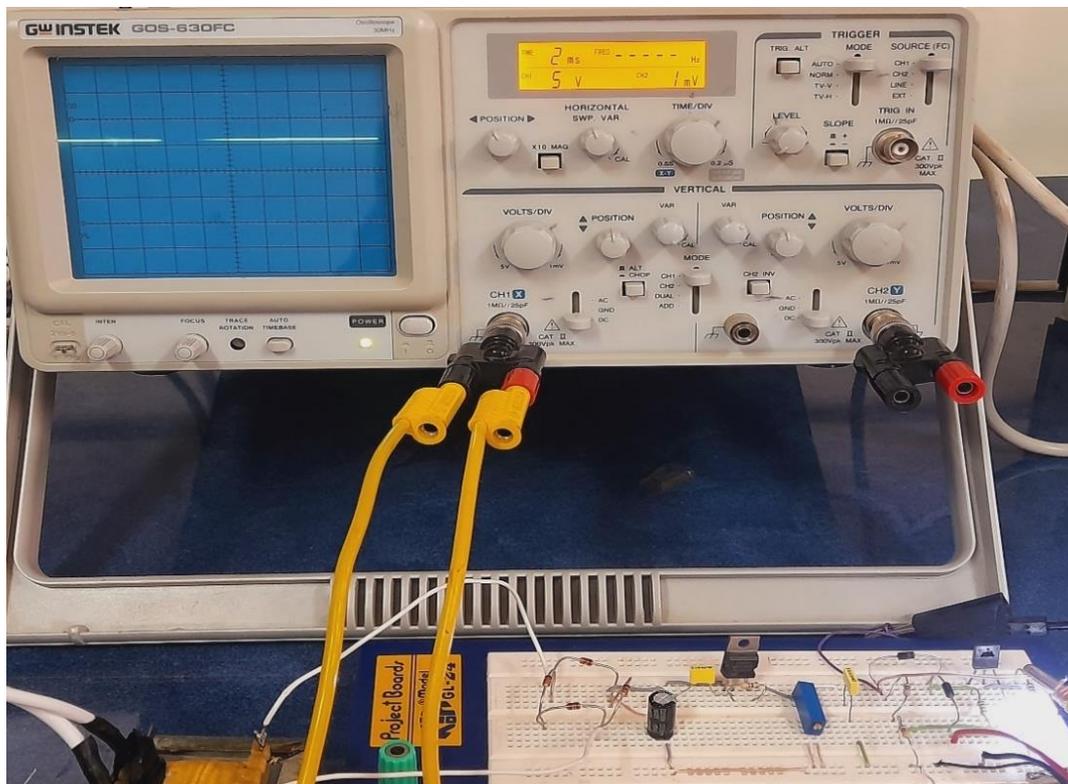


Figure III.33 [Point N° 02] : Tension après le condensateur C3 [6V], la LED est allumée.

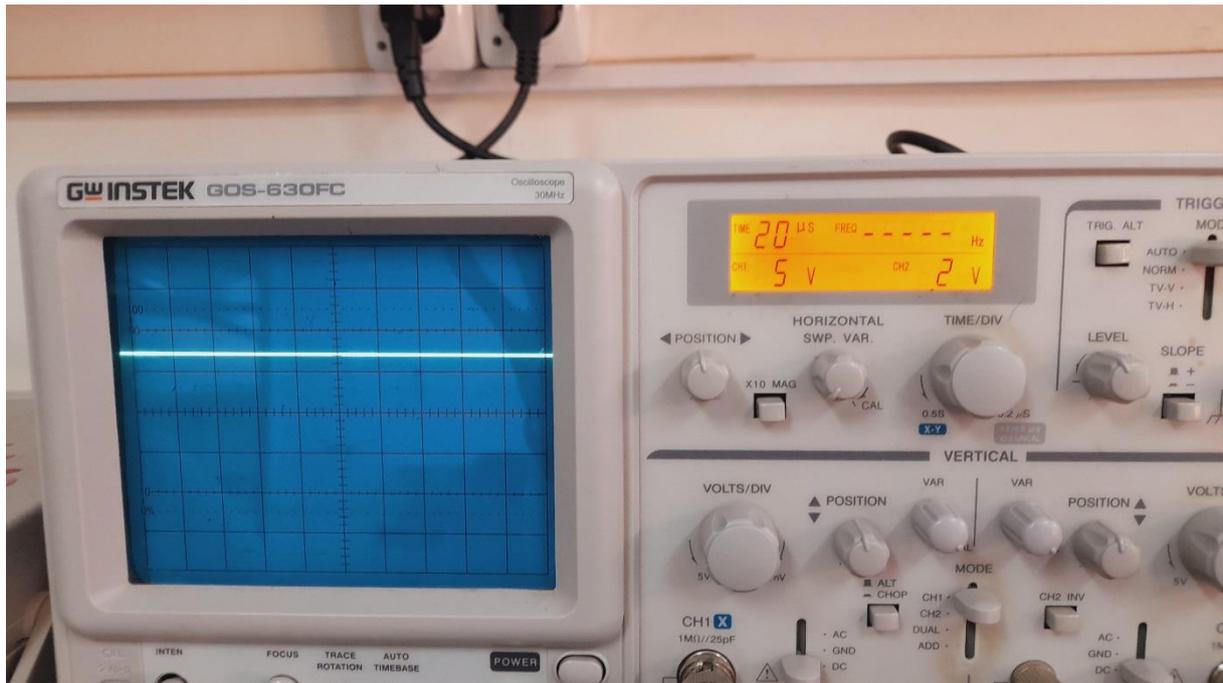


Figure III.34 [Point N° 03] : Mesure de la tension avant les résistances de charge R4 [7V].

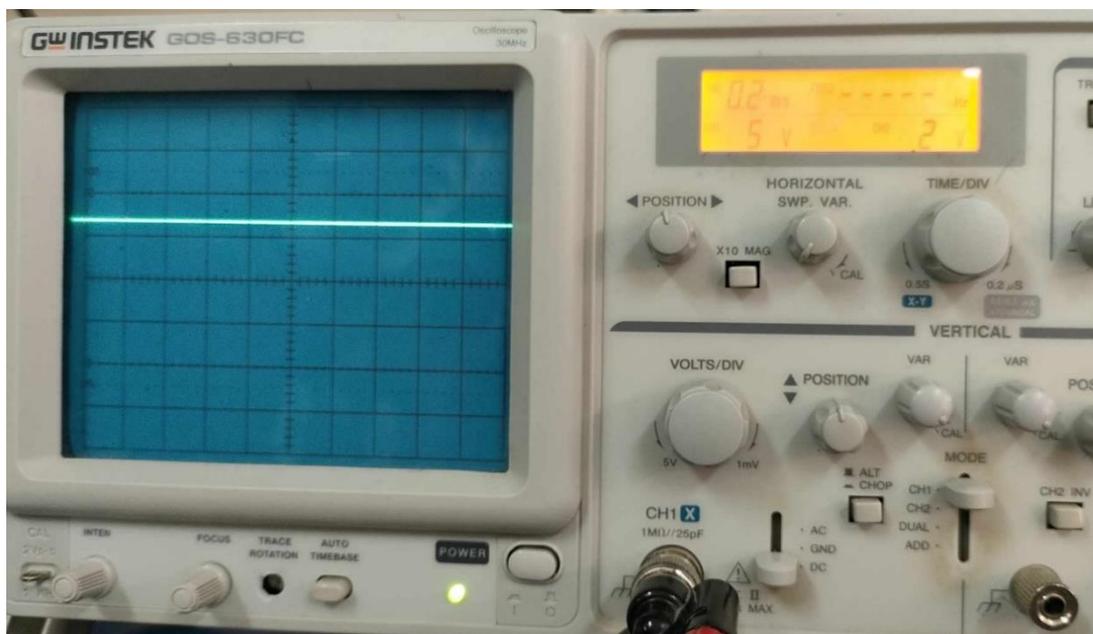


Figure III.35[Point N°4] : Mesure de la tension avant le transistor [7 V].

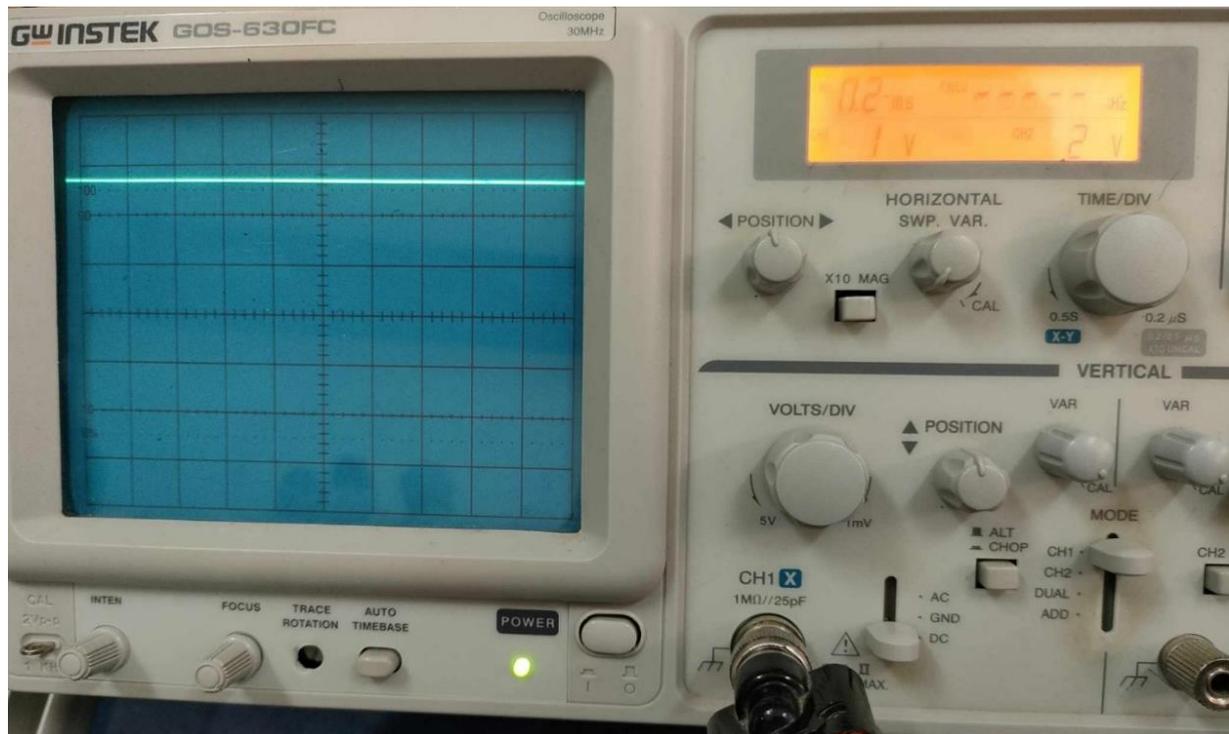


Figure III.36 [Point N°5] : Mesure de la tension avant la LED [2.6V].

▪ **Interprétations des résultats :**

- Les mesures obtenues dans la réalisation pratique sont identiques aux celles obtenues dans la simulation, ce qui confirme la fiabilité et le bon fonctionnement de notre circuit.
- Maintenant que nous avons validé les résultats et que nous nous sommes assurés que le circuit fonctionne correctement, nous allons passer à la fabrication du circuit imprimé de ce circuit.

III.7. Réalisation en circuit imprimé

Pour assurer le bon fonctionnement de notre circuit, nous préférons réaliser deux circuits imprimés distincts : le premier pour le circuit de commande et le deuxième pour le circuit de Puissance.

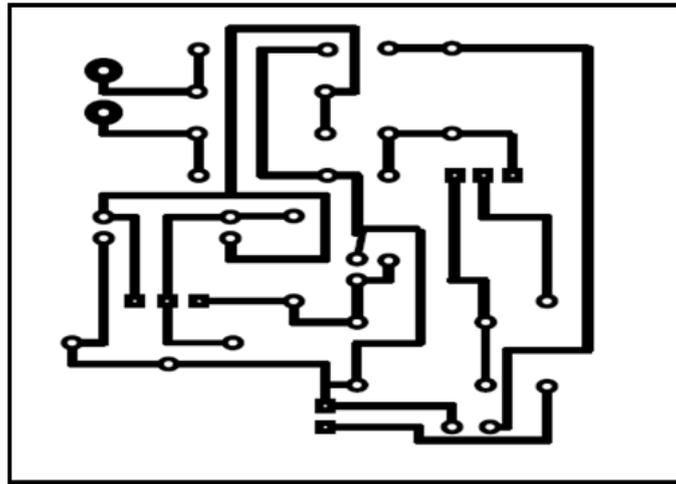


Figure III.37: Circuit imprimé du circuit de commande d'éclairage de secours.

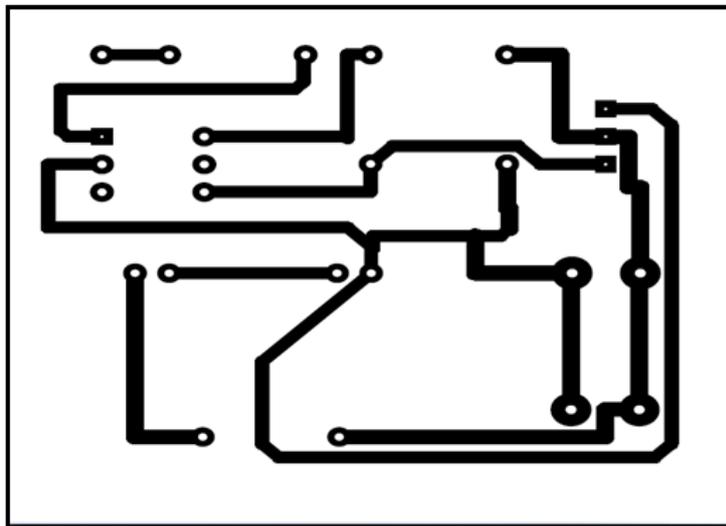


Figure III.38 : Circuit imprimé du circuit de puissance d'éclairage de secours.

Après la réalisation des circuits, on soude les composants puis on teste le fonctionnement de circuit global.

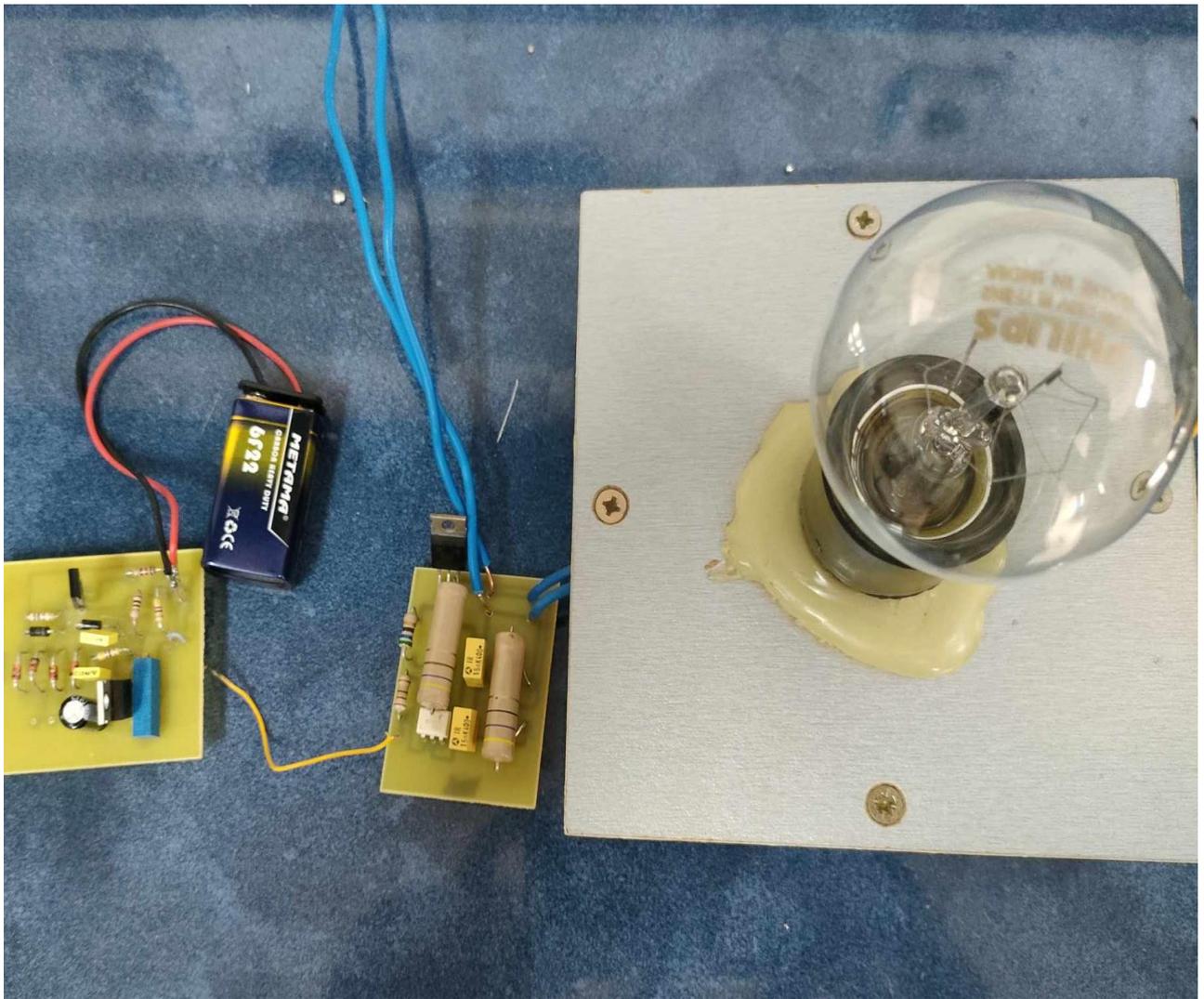


Figure III.39: Circuit global d'éclairage de secours sur circuit imprimé.

III.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré, simulé, testé et mis en œuvre un système électronique d'éclairage de secours. Nous avons réussi à intégrer avec succès un étage de puissance pour répondre aux besoins énergétiques élevés du système. Ce montage permet de fournir un éclairage de secours à haute puissance. En d'autres termes, la commutation s'effectue au niveau de la partie à basse tension, puis est transmise optiquement à l'étage de puissance, assurant ainsi une isolation efficace.

Le circuit réalisé peut être appliqué dans divers domaines tels que le refroidissement de secours, les systèmes antivol ou anti-intrusion, etc.

Conclusion générale

Conclusion générale

La confiance est essentielle, mais la vérification est encore plus cruciale, surtout lorsque des vies humaines sont en jeu. C'est pourquoi nous accordons une attention particulière à l'éclairage de secours, car il assure la sécurité même en cas de panne de courant. Des dispositifs de surveillance et de test automatiques garantissent le respect fiable des normes et des réglementations.

Notre projet consistait à réaliser un circuit permettant d'assurer un éclairage en cas de coupure de courant, qui peut survenir à tout moment en raison de divers facteurs tels que les tempêtes, les gros orages, les incendies, les travaux de construction ou les surcharges électriques. Dans des situations graves, il est essentiel de garantir à la fois la possibilité d'évacuer les bâtiments en toute sécurité et l'intervention des équipes de secours.

Nous avons opté pour l'utilisation d'un accumulateur et d'une simple LED à haute luminosité, qui est amplement suffisante pour l'éclairage de secours. Cependant, il est tout à fait possible de la remplacer par une lampe ordinaire à incandescence ou toute autre alternative sans rencontrer de difficultés particulières. Dans ce cas, l'utilisation d'un circuit de puissance serait nécessaire.

Le circuit de puissance intégré offre plusieurs fonctionnalités au-delà de l'éclairage de secours, telles que le déclenchement d'un moteur ou d'un appareil spécifique fonctionnant à haute tension. Par exemple, si l'on souhaite assurer un refroidissement continu d'un produit délicat, le montage étudié, simulé et réalisé peut-être utiliser en conjonction avec une source de haute tension de secours pour basculer de l'alimentation principale à l'alimentation de secours tout en maintenant un refroidissement adéquat.

En cas de rupture de l'alimentation principale, la partie de puissance peut être activée, par exemple sous la forme d'un haut-parleur, transformant ainsi le système en dispositif antivol. Dans ce cas, la détection de l'intrusion se ferait par la rupture d'un fil fin de l'alimentation à basse tension (absence de tension en entrée dans notre cas), une méthode qui est largement utilisée et fiable.

Annexe :

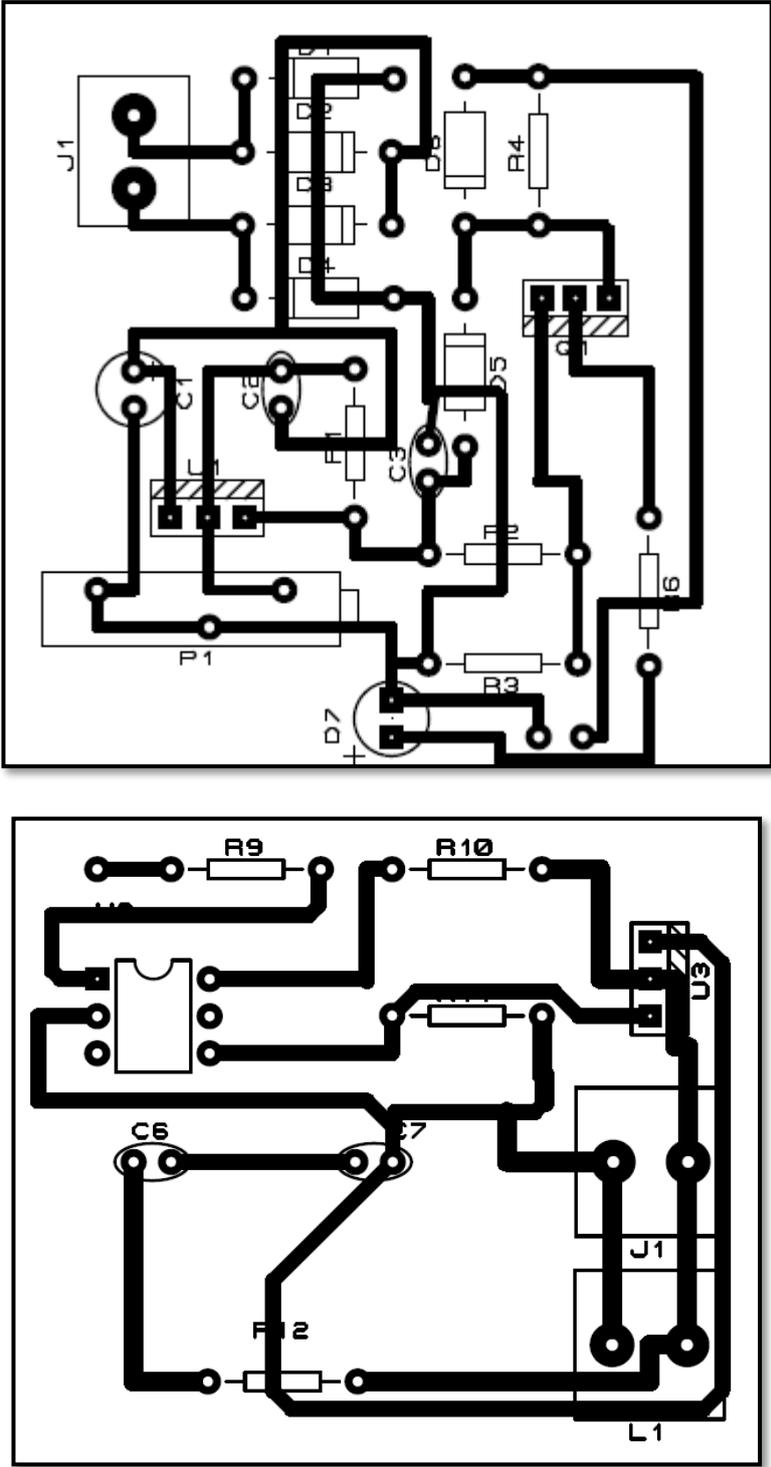


Figure 1 : circuit imprimé avec les composants.

La BOM du circuit système d'éclairage de secours :

- IC1 Régulateur de tension 5V LM7805.
- D1 à D4 diodes de redressement 1N4004.
- D5 et D6 diodes de redressement 1N4001.
- T1 transistor PNP de puissance BD136.
- L1 LED 5mm.
- R1, R3 résistance 470 Ω 1/4 W.
- R2 résistance 10 Ω 1/4 W.
- R4 résistance 180 Ω 1/4 W.
- R6 résistance 120 Ω 1/4 W.
- R9 résistance 270 Ω .
- R10 résistance 56 Ω 5W.
- R11 résistance 330 Ω 5W.
- R12 résistance 47 Ω 5W.
- P1 ajustable horizontal 470 Ω .
- C1 470 μ F/25V condensateur chimique.
- C2, C3 100nF/63V condensateur en plastique.
- C4, C5 22nF condensateur en plastique.
- Transformateur 230V/12V.
- Fusible.
- Cd-Ni Accumulateur 8.4V 1.9A.
- Opto-triac MOC3041.
- Triac 6 N400 V.
- Lampe 220V.

**LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 •
LM7810 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 •
LM7805A • LM7806A • LM7808A • LM7809A •
LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7824A**

3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

General Description

The LM78XX series of three terminal positive regulators are available in the TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

Features

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 12, 15, 18, 24
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Ordering Code:

Product Number	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature
LM7805CT	±4%	TO-220	-40°C - +125°C
LM7806CT			
LM7808CT			
LM7809CT			
LM7810CT			
LM7812CT			
LM7815CT			
LM7818CT			
LM7824CT			
LM7805ACT			
LM7806ACT			
LM7808ACT			
LM7809ACT			
LM7810ACT			
LM7812ACT			
LM7815ACT			
LM7818ACT			
LM7824ACT			

LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 • LM7810 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 • LM7805A • LM7806A • LM7808A
• LM7809A • LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7824A 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$) (for $V_O = 24V$)	V_I	35	V
	V_I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	$^{\circ}C$
LM780x		40 ~ +125	$^{\circ}C$
LM780xA		0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Note 1: Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur. The datasheet specifications should be met, without exception, to ensure that the system design is reliable over its power supply, temperature, and output/input loading variables. Fairchild does not recommend operation outside datasheet specifications.

Electrical Characteristics (LM7805)

(Refer to the test circuits. $-40^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$, $I_O = 500mA$, $V_I = 10V$, $C_I = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = 425^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5mA \leq I_O \leq 1A$, $V_I \leq 18V$, $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note 2)	Regline	$T_J = 425^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.8	50.0	
Load Regulation	Regload	$T_J = 425^{\circ}C$	$I_O = 5mA$ to $1.5mA$	-	9.0	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4.0	50.0	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = 125^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1A$	-	0.03	0.5	mA	
			$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3		1.3
Output Voltage Drift (Note 3)	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5mA$	-	0.8	-	mV/ $^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = 425^{\circ}C$	-	42.0	-	$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection (Note 3)	RR	$f = 120Hz$, $V_O = 8V$ to $18V$	62.0	73.0	-	dB	
Dropout Voltage	V_{DRCP}	$I_O = 1A$, $T_J = 425^{\circ}C$	-	2.0	-	V	
Output Resistance (Note 3)	r_O	$f = 1kHz$	-	15.0	-	m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = 425^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current (Note 3)	I_{PK}	$T_J = 425^{\circ}C$	-	2.2	-	A	

Note 2: Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse loading with low duty is used.

Note 3: These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

LM7805 • LM7806 • LM7808 • LM7809 • LM7810 • LM7812 • LM7815 • LM7818 • LM7824 • LM7824A • LM7824 • LM7824A • LM7805A • LM7806A • LM7808A • LM7809A • LM7810A • LM7812A • LM7815A • LM7818A • LM7818A • LM7824A

Typical Applications

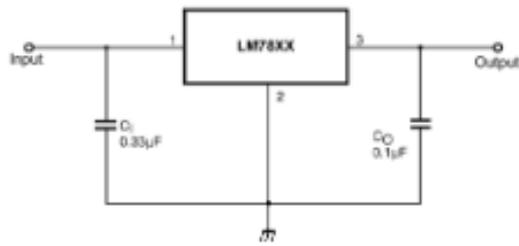


FIGURE 5. DC Parameters

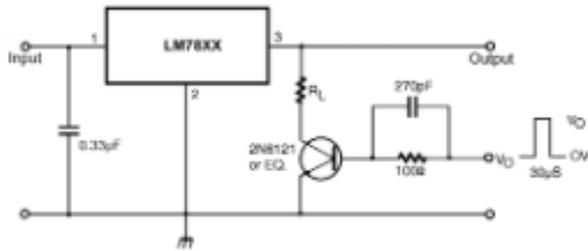


FIGURE 6. Load Regulation

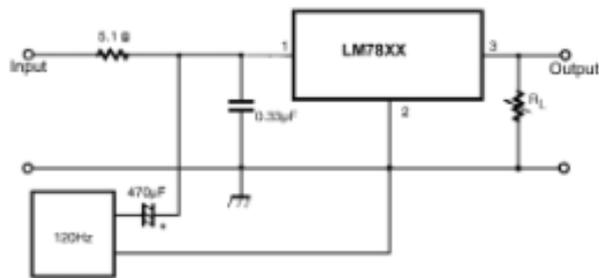


FIGURE 7. Ripple Rejection

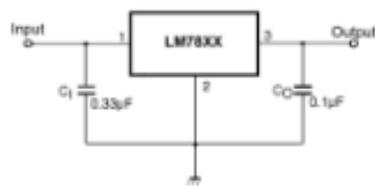
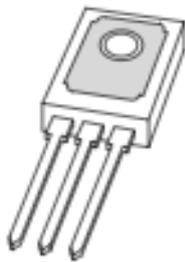


FIGURE 8. Fixed Output Regulator

DATA SHEET



BD136; BD138; BD140 PNP power transistors

Product specification
Supersedes data of 1997 Mar 26

1999 Apr 12

PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

FEATURES

- High current (max. 1.5 A)
- Low voltage (max. 80 V).

APPLICATIONS

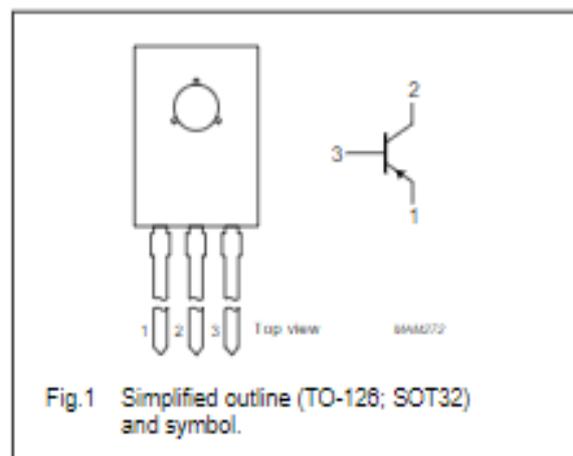
- General purpose power applications, e.g. driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

DESCRIPTION

PNP power transistor in a TO-128; SOT32 plastic package. NPN complements: BD135, BD137 and BD139.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base



LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage	open emitter	-	-	
	BD136		-	-45	V
	BD138		-	-60	V
V_{CE0}	collector-emitter voltage	open base	-	-	
	BD136		-	-45	V
	BD138		-	-60	V
	BD140		-	-80	V
V_{EB0}	emitter-base voltage	open collector	-	-5	V
I_C	collector current (DC)		-	-1.5	A
I_{CM}	peak collector current		-	-2	A
I_{BM}	peak base current		-	-1	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{mb} \leq 70^\circ\text{C}$	-	8	W
T_{stg}	storage temperature		-85	+150	$^\circ\text{C}$
T_j	junction temperature		-	150	$^\circ\text{C}$
T_{amb}	operating ambient temperature		-85	+150	$^\circ\text{C}$

Références

- [1] Legallais. Tout savoir sur l'éclairage de sécurité 2022. <https://www.legallais.com/guides-de-choix/tout-savoir-sur-l-eclairage-de-securite>
- [2] Co, B. a. Ancienne lanterne bougie en tôle, lanterne à main, art populaire, collection. <https://www.bibelotandco.fr/ancienne-lanterne-bougie-en-tole-lanterne-a-main-art-populaire-collection-d-159092>
- [3] Solutions, L. D'une étincelle au LED: L'histoire de l'éclairage. Juin, 2021. <https://www.luxsolutions.ca/2021/06/04/dune-etincelle-au-led-lhistoire-de-leclairage/>
- [4] Berraba, C.-E. &. Etude, Simulation et Réalisation d'un Système d'Eclairage Domotique. Mémoire de master. Université 8 Mai 1945 Guelma, Algérie. 2021.
- [5] Belaidouni, M. &. Etude et réalisation d'un éclairage de secours. Mémoire de master. Université de Tlemcen, Algérie. 2015.
- [6] Legrand. Quels sont les différents types d'éclairage de sécurité ? . <https://www.legrand.fr/pro/normes-et-reglementations/eclairage-de-securite/quels-sont-les-differents-types-declairage-de-securite?fbclid=IwAR1BKdNwSwoHmYTHNQQwIefRwFoF>
- [7] Vlad. Accumulateur Ni-MH 9V 200mAh sous blister. <https://www.vlad.fr/fr/accumulateurs/5392-accumulateur-ni-mh-9v-200mah-sous-blister-285672210140129.html>
- [8] Shop, S. Générateur d'essence Ingco GE30005. <https://mobile.sodishop.com/admin/externes/products/ge30005-generateur-dessence-ingco>
- [9] Plus, I. Remplacement d'armoire d'éclairage. Récupéré sur Ingélec Plus: <https://ingelecplus.fr/portfolio/remplacement-armoire-eclairage/>
- [10] Mayé, P. Aide-mémoire Composants électroniques (éd. 4e édition). Dunod. France, 2010.
- [11] Produits, M. Résistance électronique Maroc. Récupéré sur Maroc Produits: <https://marocproduits.com/produit/resistance-electronique-maroc/>
- [12] Digi-Key.. Principes de base et utilisation des potentiomètres numériques. Mars, 2024. <https://www.digikey.fr/fr/articles/the-fundamentals-of-digital-potentiometers>
- [13] Physique-ChimieSamomoi. Le transformateur. Février, 2024. <https://physique-chimie.samomoi.com/le-transformateur-113.php>
- [14] CircuitsBuildElectronic. What is a Diode?. <https://www.build-electronic-circuits.com/what-is-a-diode/>
- [15] Shutterstock. Light Emitting Diode (LED) Electrical Symbol. <https://www.shutterstock.com/fr/image-vector/light-emitting-diode-led-electrical-symbol-2138708945>
- [16] ligne, I. e. Chapitre N1_2. https://public.iutenligne.net/electricite/marty/ELPU/fichiers/12_BIP/ChapN1_2.htm
- [17] Depanetout. Transistor PNP ou NPN. <https://www.depanetout.com/Forums/topic/transistor-pnp-ou-npn/>
- [18] Tutorials, E. What is a TRIAC?. <https://www.electronics-tutorials.ws/power/triac.html>
- [19] OUGGADA, M. S. Etude et réalisation de la commande d'un moteur alternatif monophasé à base d'un microcontrôleur. Mémoire de Master. Université Ibn Khaldoun-Tiaret. 2018.

- [20] HWlibre. LM7805: tout sur le régulateur de tension. <https://www.hwlibre.com/fr/lm7805/>
- [21] AliExpress. Produit. <https://fr.aliexpress.com/item/4000324293342.html>
- [22] Pro, R.). Cartouche fusible RS PRO, 1A 5 x 20mm Type F 250V c.a. <https://fr.rs-online.com/web/p/fusibles-cartouches/0563380>
- [23] Online, P. Présentation 614310. <https://ppt-online.org/614310>
- [24] NR, H. G. Transformateurs de distribution : définition et caractéristiques. <https://hqe.guidenr.fr/cible-4-hqe/transformateurs-distribution-definition-caracteristiques.php>
- [25] Mansour, A. COURS D'ELECTROTECHNIQUE. 12. Nabeul, Tunisie: Institut Supérieur des Etudes Technologiques. Janvier,2014.
- [26] EEINAP. Les diodes: Le redresseur double alternance. <https://www.eeinap.com/2022/12/httpswww.eeinap.comles-diodes-redresseur-double-alternance.html>
- [27] Toulouse, P. I. Le redressement double-alternance ou pont de Graëtz. Récupéré sur <https://pedagogtech.inp-toulouse.fr/200923/co/V2-double.html>
- [28] Wikiversité. Redresseur/Redresseur double alternance monophasé — Wikiversité. https://fr.wikiversity.org/wiki/Redresseur/Redresseur_double_alternance_monophas%C3%A9
- [29] C, P. Alimentation-ABCElectronique. <https://www.abcelectronique.com/annuaire/cours/cache/41/alimentation.html>
- [30] MCours. Redressement non commandé double et simple alternance. https://mcours.net/cours/pdf/scien1/Redressement_non_commande_fdrst.pdf
- [31] L. J.–V.-L. Charge et décharge du condensateur – Fiche de référence 30. Ressource électronique.2006-2007. http://ressource.electron.free.fr/ref/FicheRef30_Condensateur.pdf
- [32] <https://fr.fmuser.net/content/?20868.html>
- [33] Semiconductor, F. LM7805 Positive-Voltage Regulator. <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/131011/FAIRCHILD/LM7805.html>
- [34] <https://fr.fmuser.net/content/?12399.html>
- [35] <https://makerselectronics.com/product/bd136-medium-power-pnp-transistor>
- [36] Semiconductors, P. BD136 NPN general purpose transistor. <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/16170/PHILIPS/BD136.html>
- [37] NitraThor. Diode / Fiches | Modélisme ferroviaire par NitraThor. <https://www.nitrathor.fr/fiches/diode>
- [38] Commons, W. Caractéristique réelle d'une diode-image. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caract%C3%A9ristique_r%C3%A9elle_diode.PNG?uselang=fr
- [39] <https://www.batiweb.com/actualites/publi-redactionnels/quel-type-d-eclairage-led-choisir-pour-votre-entreprise-43400>
- [40] Magazine. Electronique Pratique, Micro/Robot/Domotique.n° 245. Mars, 2000.

Résumé

Dans le cadre de ce projet de fin d'études, nous avons étudié, simulé, testé et réalisé un système électronique d'éclairage de secours. Nous avons réussi à intégrer un étage de puissance afin d'ajouter une fonctionnalité supplémentaire au circuit initial. Ce nouveau montage permet de fournir un éclairage de secours de grande puissance. En d'autres termes, la commutation se réalise au niveau de la partie à basse tension, puis est transmise optiquement à l'étage de puissance avec une isolation efficace. Le circuit réalisé peut être appliqué dans divers contextes, tels que le refroidissement de secours, les systèmes antivols ou anti-intrusion, entre autres.

Mots clés : Éclairage de secours, sécurité, panne de courant, source de lumière de secours.

Abstract

In the context of this end-of-studies project, we studied, simulated, tested, and implemented an electronic emergency lighting system. We successfully integrated a power stage to add an additional functionality to the initial circuit. This new setup allows for providing high-power emergency lighting. In other words, the switching occurs at the low-voltage part and is then optically transmitted to the power stage with effective isolation. The circuit developed can be applied in various contexts, such as emergency cooling, anti-theft or intrusion systems, among others.

Keywords: Emergency lighting, safety, power outage, emergency light source.

المخلص.

في إطار مشروع نهاية الدراسة، قمنا بدراسة ومحاكاة واختبار وإنشاء نظام إضاءة الطوارئ الإلكتروني. لقد نجحنا أيضًا في دمج طابق الطاقة من أجل إضافة وظائف إضافية إلى الدائرة المنتجة. يتم استخدام التركيب المقترح الجديد لتوفير إضاءة طوارئ قوية. بمعنى آخر يتم العزل بين الدارة ذات التوتر المنخفض والدارة ذات التوتر العالي عن طريق الترياك الضوئي. يمكن استخدام الدائرة المنتجة في العديد من التطبيقات، مثل التبريد في حالات الطوارئ، ونظام الحماية من السرقة أو نظام مكافحة التسلسل، وما إلى ذلك.

الكلمات المفتاحية: إضاءة الطوارئ، السلامة، انقطاع التيار، مصدر ضوء الطوارئ.