



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA**  
**RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU**  
**FACULTE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE**  
**DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE**

## **MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**

**En vue de l'obtention du diplôme de master professionnel**

**Filière : électronique**

**Option : électronique industrielle**

### Thème

**Etude sur la commande d'un poste à souder à  
goujon**

**Présenté par :**

- ❖ BOUABBACHE dihia
- ❖ BACHA amirouche

**Présenté le 26/09/2024 devant les jurys :**

- ❖ Promoteur : M<sup>r</sup>. R.ZIRMI

**Promotion : 2024**

# ***Remerciements***

*Dans le cadre de ce travail nous souhaitons exprimer nos remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation.*

*Nous tenons tous d'abord à exprimer notre profonde gratitude à dieu, qui nous a donné la volonté et la force pour mener à bien ce travail. Sans sa guidance et sa bénédiction ce mémoire n'aurait pas possible.*

*Nous remercions chaleureusement tous nos professeurs pour leur générosité et leur dévouement, en particulier notre encadrant, R.ZIRMI et H.BOUALI pour leurs soutien inestimable, leurs conseils avisés et leurs patience tout au long de ce projet.*

*Nous remercions sincèrement les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail, génie leurs temps, leurs commentaires constructifs et leurs rigueurs académiques sont grandement appréciés.*

*Nos sentiments de gratitude s'adressent aussi à tous les enseignants de département génie électrique et d'informatique qui ont contribué à notre formation durant notre cursus.*

*Nos profonds remerciements vont à nos parents qui nous ont toujours soutenus, encouragé et aidé. Ils ont su nous donner toutes les chances pour réussir.*

*Nous remercions nos frères et sœurs, nos amis et toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



## *Dédicace.*

*Ma tendre mère, tu incarnes la tendresse et le dévouement à mes yeux. Je te dédie ce travail en signe de mon profond amour. Que Dieu le Tout-Puissant te bénisse, te donne santé, longue vie et bonheur.*

*À mes chers frères et sœurs : pour votre présence chaleureuse et vos encouragements constants.*

*Mon binôme Amirouche, pour ta collaboration et ton soutien tout au long de ce parcours.*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ainsi qu'à mes chers amis qui m'ont encouragé et donné la force de continuer, je vous adresse mes plus sincères remerciements. Votre soutien a été précieux et a grandement contribué à ce résultat.*

**DIHIA**





## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à*

*Mes chers parents, source de tendresse, de noblesse et d'affection, pour  
votre soutien indéfectible.*

*Mes frères et sœurs, pour votre camaraderie et vos encouragements constants.*

*Mon binôme dihia, pour ta collaboration et ton soutien tout au long de ce parcours.*

*À toute ma famille et mes amis, à tous ceux qui, par un mot ou un geste, m'ont donné  
la force de continuer. Je vous remercie du fond du cœur. Ce mémoire est autant le  
vôtre que le mien.*

**AMIROUCHE**



## ***LISTE DES FIGURES***

Figure I.1 : Présentation de l'entreprise Electro-industries .....	2
Figure I.2 : poste à souder à thyristors .....	9
Figure I.3 : poste à souder à onduleur .....	9
Figure I.4: poste à souder à batteries .....	10
Figure I.5 : pistolet à souder.....	10
Figure II .6 : photo illustrant un transformateur .....	12
Figure II.7:Exemple d'oscillogramme d'un redressement mono alternance .....	13
Figure II.8 : Exemple d'oscillogramme d'un redressement double alternance .....	14
Figure II.9: pont de diode.....	14
Figure II.10 : thyristor T143-1000.....	15
Figure II.11 : Temps en constantes de temps .....	18
Figure II.12 : photo illustrant la résistance de la tôle.....	19
Figure II.13: photo illustrant la commutation du thyristor .....	20
FigureII.14: Photo illustrant l'activation de thyristor U5 .....	20
Figure II.15:Photo illustrant l'activation de thyristor U2 .....	21
Figure II.16 : photo illustrant un Voltage régulateur .....	21
Figure II.17: NE555 en mode monostable.....	22
Figure III.18:Photo illustrant le schéma électrique .....	24
Figure III.19 : Commander les deux gâchette.....	27
Figure III.20: Photo illustrant les compositions de la carte PCB.....	28
Figure III.21 : Typon imprimé sur film photosensible .....	29
Figure III.22: Etape d'insolation : disposition de la carte dans l'insoleuse et(b) Insoleuse à UV .....	30
Figure III.23 : Allure de la carte PCB après gravure.....	31
Figure III.24 : Soudeur les composant .....	31
Figure III. 25 : Le teste finale .....	32

# Sommaire

Introduction générale .....	1
Chapitre I : Généralités sur les postes à souder	
I.1. Introduction .....	2
I.2. Présentation de l'entreprise .....	2
I.3. EPE/Electro-industries /SPA .....	4
I.4. Histoire sur le soudage à goujons .....	6
I.5. Définition générale d'un poste à souder à goujons .....	6
I.6. Caractéristique des postes à souder .....	6
I.6.1. Alimentation électrique .....	6
I.6.2.courant de sortie.....	7
I.6.2.1. L'intensité du courant du soudage.....	7
I.6 .2. 1. 1. La tension à vide .....	7
I.6.2 .1 .1.1. Le type du courant du soudage .....	8
I.6 .3. Taux de fonctionnement.....	8
I.7. Types de poste à souder à goujons .....	9
I.7.1. Poste à souder à thyristors .....	9
I.7.2. Poste à onduleurs .....	9
I.7.3. Poste à batteries .....	9
I.8. Définition d'un pistolet à souder .....	10
I.9. Fonctionnement d'un pistolet à souder .....	11
I.10.Conclusion.....	11
Chapitre II : Les éléments nécessaires de poste à souder	
II.1. Introduction .....	12
II.2. Partie puissance .....	12
II.2.1. Transformateur .....	12
II.2.3. Fonctionnement d'un transformateur .....	13
II.2.3.1. Rapport de transformateur .....	13
II.2.3.2. Redressement d'une tension alternative.....	13
II .2.3.2.1. Redressement d'une alternance .....	13
II .2.3.2.2. Redressement des deux alternances.....	14
II.2.3.2.3. Lissage d'une tension redressée .....	14
II.2.3.3. Thyristor T143-1000.....	15
II.2.3.4. Spécification générales des thyristor à contrôle de phase T143-1000.....	15

II.2.3.5.	Charge d'un condensateur .....	17
II.2.3.6.	Décharge d'un condensateur .....	17
II.2.3.7.	Détermination de la constante de temps .....	17
II.2.3.8.	Filtrage de la tension redressée .....	18
II.2.3.9.	La Résistance .....	19
II.2.3.10.	La Résistance de la tôle .....	19
II.2.3.11.	La commutation du thyristor .....	19
II.2.3.12.	Fonctionnement de la commutation du thyristor .....	20
II.2.3.12.	Régulateur de tension .....	21
II.3.	Partie commande.....	21
II.3.1	Généralités sur le NE555.....	21
II.3.2.	Diagramme du NE555 en mode monostable .....	22
II.3.3.	Les portes logiques : les briques élémentaires de l'électronique numérique .....	22
III.4.	Conclusion .....	23

### **Chapitre III : Conception et réalisation**

III.1.	Introduction .....	24
III.2.	Présentation de schéma électrique .....	24
III.3.	Le cahier de charge .....	25
III.3.1.	Objectif.....	25
III.3.2.	Spécification fonctionnelles .....	25
III.3.3.	Composants requis .....	25
III.4.	Fonctionnement de deux gâchettes .....	26
III.5.	Définition de PCB .....	27
III.5.1.	Composition d'une carte PCB .....	28
III.5.2.	Conception du typon .....	28
III.5.3.	Optimisation de la réalisation d'une carte PCB : quelques règles essentielles .....	29
III.5.4.	L'étape d'insolation.....	30
III.5.5.	L'étape de révélation (développement) .....	30
III.5.6.	L'étape de gravure.....	30
III.5.7.	Perçage .....	31
III.5.8.	Soudure des composants .....	31
III.5.9.	Étape pour faire une belle soudure à l'étain. ....	32
III.5.10.	Teste finale .....	32
III.6.	Conclusion .....	33
	Conclusion générale .....	34

## *Liste des tableaux*

N °	Titre	Page
II.1	Spécifications générales des thyristors à contrôle de phase T143-1000	15
II.2	Fonctionnement de la porte AND	22
II.3	Fonctionnement de la porte XOR	23
II.4.	Fonctionnement de la porte NOT (inverseur)	23

# **Introduction générale**

### Introduction générale

Aujourd'hui, le poste à souder est largement utilisé en raison de sa capacité à créer des soudures robustes, durables et précises dans divers matériaux. Il est indispensable dans de nombreuses industries, notamment la construction, l'automobile, la fabrication, l'aéronautique et la navale. Le poste à souder permet d'assembler des pièces métalliques de manière rapide et efficace, garantissant une production de haute qualité tout en réduisant le temps et les coûts de fabrication. En outre, les avancées technologiques dans les équipements de soudage permettent d'améliorer la sécurité, la précision, et la facilité d'utilisation, rendant ces outils essentiels pour les professionnels travaillant sur des projets complexes nécessitant des connexions métalliques solides.

Le soudage à goujons est une technique rapide et solide qui fixe des goujons métalliques sur des surfaces métalliques en utilisant un arc électrique. Lors du processus, le goujon, placé contre la surface, est chauffé par un courant électrique qui crée un arc, faisant fondre la base du goujon et la surface. Le goujon est ensuite pressé pour former une soudure en quelques millisecondes. Il existe différents types de postes à souder à goujons, tels que le poste à décharge capacitive pour les petits goujons et métaux fins, et le poste à arc tiré ou court pour les applications industrielles plus lourdes.

Ce mémoire se consacre à la réalisation et à la commande d'un poste à souder à goujon utilisant deux thyristors et fonctionnant en courant continu. Le premier chapitre présente l'entreprise Enel (Entreprise Nationale des Industries Electrotechniques). Elle a débuté son activité de production dès 1986, se spécialisant dans la fabrication de moteurs électriques, de groupes électrogènes et de transformateurs de distribution., ainsi que la définition et les différents types de postes à souder à goujons. Le deuxième chapitre est divisé en deux parties : la partie puissance et la partie commande. La section puissance traite des transformateurs, du redressement, de la méthode de commutation du thyristor T143-1000, ainsi que du condensateur de 3600  $\mu$ F. Quant à la partie commande, elle se concentre sur le circuit intégré NE555 et sur quelques portes logiques, notamment la porte AND. Le troisième chapitre fournit une explication détaillée du schéma électrique et de son fonctionnement. Nous passons ensuite à la conception du PCB, que nous avons soigneusement détaillée ainsi que les étapes suivies pour réaliser cette carte électronique. Enfin, la conclusion fait le bilan des apports et des limites du projet, tout en proposant des pistes d'amélioration pour les développements futurs.

# **Chapitre I**

## Généralités sur les postes à souduire

## I.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous explorerons en profondeur l'univers de la soudure, en mettant particulièrement l'accent sur les postes à souder, le soudage à goujons et les pistolets à souder. Chaque section de ce chapitre représente un aspect essentiel de cette technologie, contribuant à une compréhension globale et détaillée de l'art du soudage et de ses techniques.

Nous débuterons par une présentation de l'entreprise ENEL, qui nous servira de point de départ pour notre exploration. Ensuite, nous définirons les postes à souder à goujons, établissant une base commune pour la suite de notre analyse. Nous examinerons les caractéristiques importantes de ces postes, en mettant l'accent sur les différents types disponibles, l'alimentation électrique, et le courant de sortie, des éléments cruciaux pour garantir des soudures de qualité et sécurisées. Enfin, nous discuterons des avantages des différents types de postes à souder et des spécificités de chaque modèle, offrant ainsi une vue d'ensemble complète et éclairante.

## I.2. Présentation de l'entreprise

Electro-industries est établie sur une zone agricole de 32 hectares, située le long de la routenationale n°12, à 30 km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou et à 8 km du chef-lieu de la daïra d'Azazga. L'Electro-industries est une société par actions au capital de 4 753 000 000 DA, fondée sous sa forme actuelle en janvier 1999 après la scission de l'Entreprise mère ENEL (Entreprise Nationale des Industries Electrotechniques). Elle a débuté son activité de production dès 1986, se spécialisant dans la fabrication de moteurs électriques, de groupes électrogènes et de transformateurs de distribution.



Figure I.1 : Présentation de l'entreprise Electro-industries

L'Electro-industries est composée de trois (03) unités ; toutes situées sur un même site

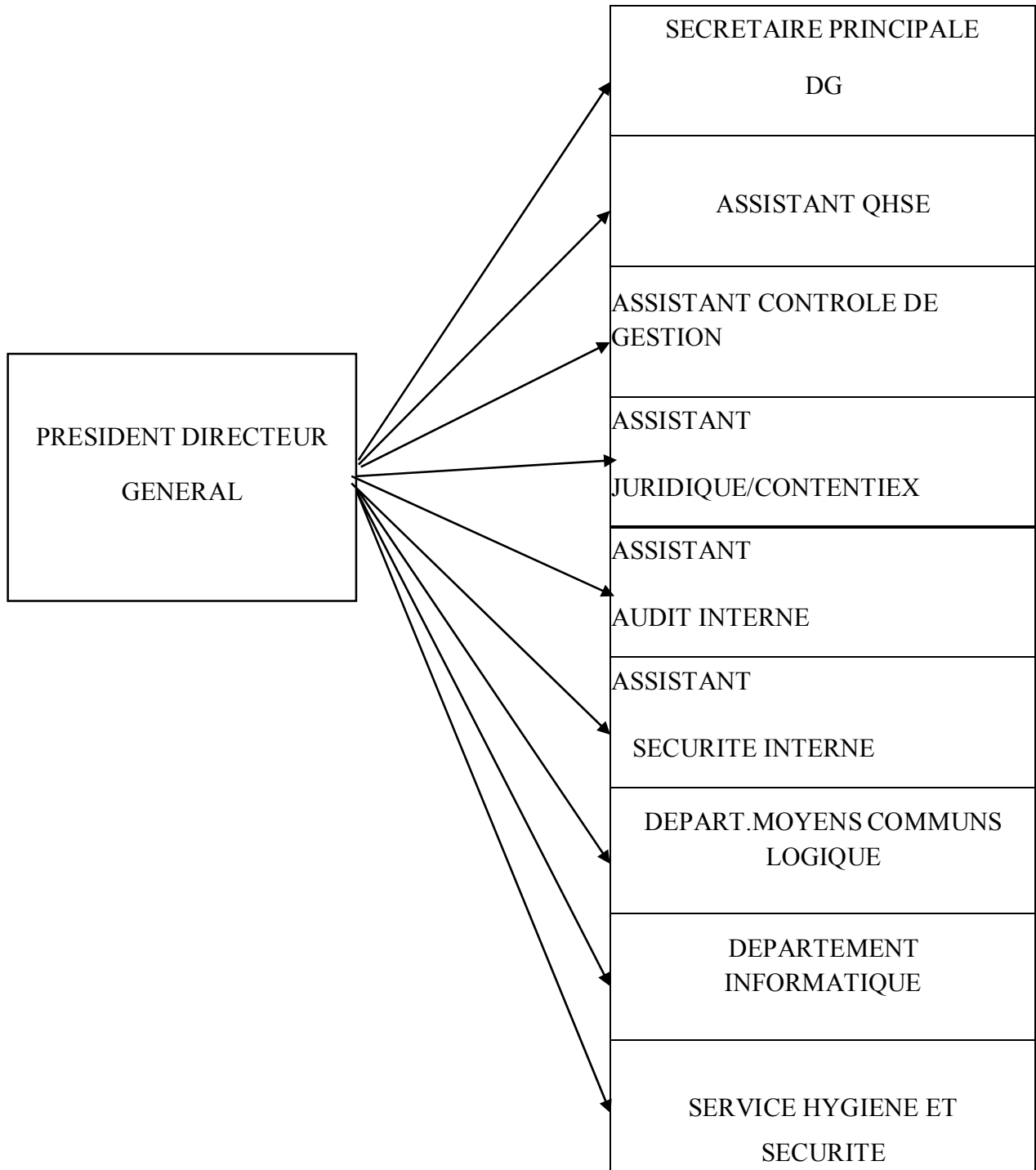
- Unité Transformateur
- Unité Moteurs Electriques
- Unité prestation technique

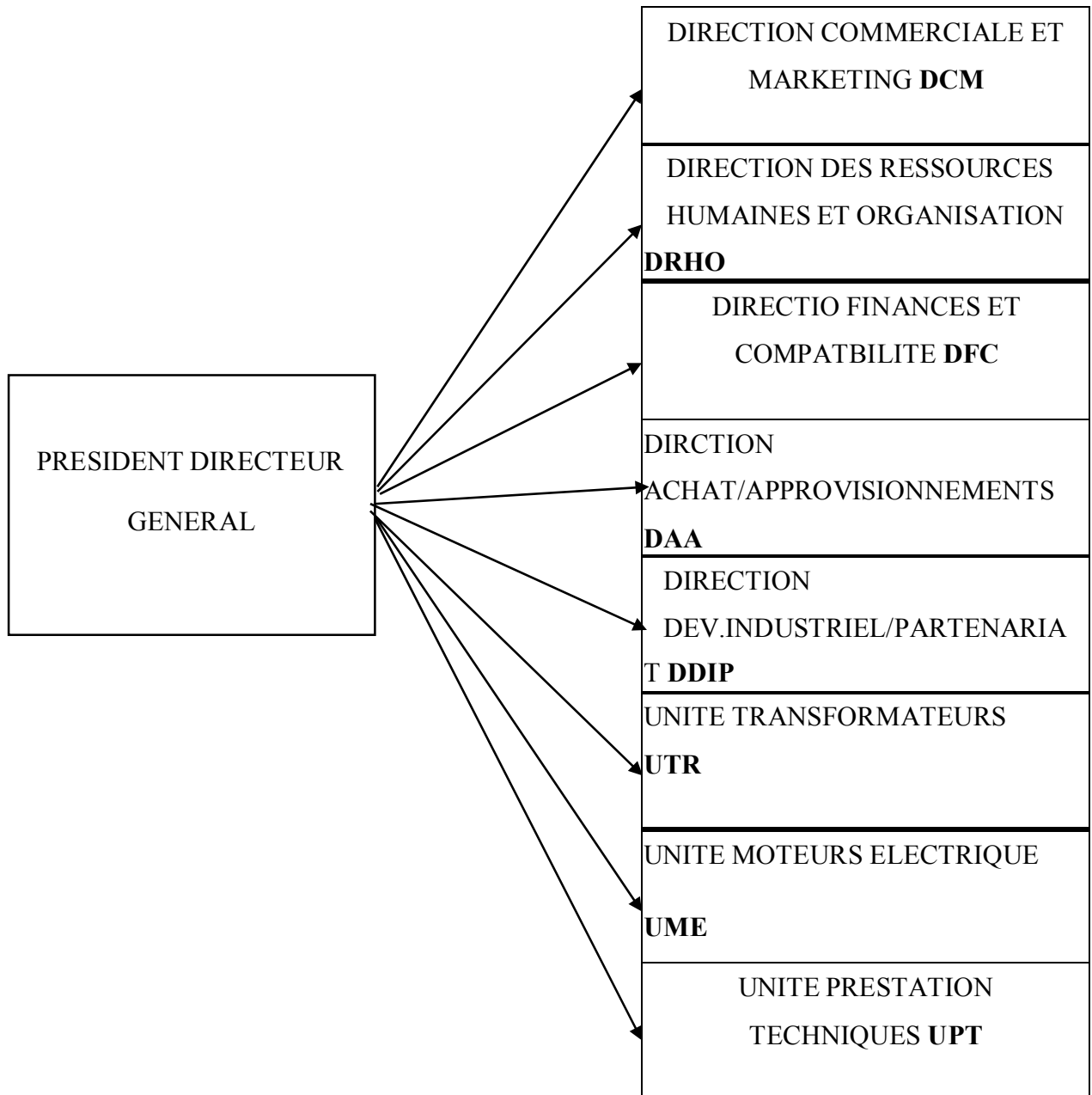
Les produits fabriqués par Electro-industries sont conformes aux recommandations de la CEI ainsi qu'aux normes allemandes DIN/VDE. La production actuelle de l'entreprise est commercialisée sur le marché algérien, générant un chiffre d'affaires de 1,8 milliard de dinars. La capacité de production de transformateurs de notre entreprise couvre environ 70% des besoins du marché. Nos ventes de moteurs représentent environ 30% de notre capacité de production. À noter qu'Electro-industries est le seul fabricant de ces produits en Algérie.

L'entreprise emploie un effectif de 826 travailleurs, répartis comme suit : 26% de cadres, 30% de maîtrise et 44% d'ouvriers. En termes de qualité, Electro-industries dispose de ses propres laboratoires d'essai et de mesure pour contrôler les principaux matériaux utilisés dans sa fabrication.

En ce qui concerne le système documentaire, nous appliquons 252 normes internes en plus des normes DIN/VDE et CEI. Les résultats des tests et mesures sont consignés dans des procès-verbaux et des cartes de contrôle.

### I.3. EPE/ Electro-industries /SPA





## I.4. Historique sur le soudage à goujons

L'histoire du soudage de goujons Nelson® débute en 1939 avec la marine américaine. Edward « Ted » Nelson® a développé ce procédé au chantier naval de Mare Island à Vallejo, en Californie, pour accélérer la construction navale. Initialement conçu pour fixer les terrasses en bois des sous-marins, cette invention a vite été étendue aux cuirassés et porte-avions. Grâce à cette innovation, Nelson a reçu deux citations « E » de la Marine pour avoir permis d'économiser plus de 50 millions d'heures de travail.

Aujourd'hui, les produits de soudage de goujons Nelson® continuent d'évoluer, offrant des équipements innovants comme des outils portables, légers et alimentés par batterie pour façonner la prochaine génération de solutions de fixation. [1]

## I.5. Définition générale d'un poste à souder à goujons

Un poste à souder à goujons est un équipement électrique utilisé pour assembler des tôles métalliques en utilisant des goujons filetés. Le procédé de soudage à goujons repose sur la création d'un arc électrique entre le goujon et la pièce à souder. Cet arc fait fondre le métal des deux éléments, permettant ainsi une liaison solide et permanente une fois refroidie.

Le fonctionnement du poste à souder à goujons consiste à générer un arc électrique entre le goujon et la pièce à souder. Ce processus fait fondre le métal du goujon ainsi que celui de la pièce à souder, créant une jonction permanente. [2]

## I.6. Caractéristiques des postes à souder

De nombreuses caractéristiques différencient les différents postes à souder, telles que :

- L'alimentation électrique.
- Le courant de sortie (tension, puissance).
- Le taux de fonctionnement.

### I.6.1 Alimentation électrique

En général, les postes à souder sont alimentés en énergie électrique par le courant du secteur, à l'exception des groupes autonomes de soudure qui utilisent un groupe électrogène.

Le courant secteur pour un poste à souder peut-être soit du courant monophasé en 220 V, soit du courant triphasé en 380 V. Le choix du type de poste à souder dépend de la source de courant disponible sur le lieu de travail. Le triphasé en 380 V est préférable pour la soudure à l'arc en raison de sa puissance plus élevée.

Un poste à souder monophasé fournit généralement une intensité de soudage inférieure à 200 A, tandis que les postes à souder triphasés délivrent généralement des intensités supérieures à 200 A (entre 400 et 600 A).

Avant de brancher un poste à souder sur un groupe électrogène, il est important de vérifier que la puissance en KVA du groupe est au moins deux fois supérieure à la puissance de soudage du poste. Par exemple, pour une intensité de soudage de 200 A, un groupe électrogène de 4 KVA est nécessaire. [3]

## **I.6.2. Courant de sortie**

Le courant de sortie délivré par le poste à souder se caractérise par la puissance de soudage en ampères (A), la tension à vide en volts (V), ainsi que par le type de courant, qu'il soit continu (CC ou DC) ou alternatif (CA ou AC). [3]

### **I.6.2.1. L'intensité du courant du soudage**

Elle varie en fonction du procédé de soudage et de la taille de l'électrode :

- Pour le soudage à l'électrode enrobée (MMA), une électrode de 4,0 mm de diamètre nécessite environ 200 A de puissance pour un poste monophasé. Pour une électrode de plus de 5,0 mm de diamètre, une puissance supérieure à 200 A est requise, nécessitant un poste triphasé. Par exemple, une électrode de 6,3 mm demande une intensité de soudage de 400 A.
- Pour le soudage TIG ou MIG-MAG, une intensité de soudage minimale de 150 A est nécessaire, mais il est recommandé d'utiliser au moins 200 A. [3]

#### **I.6.2.1.1. La tension à vide**

La tension à vide, mesurée en volts, est la tension électrique présente aux bornes du poste à souder avant qu'il ne commence à fournir le courant de soudage.

- La tension à vide détermine la stabilité de l'arc électrique et facilite l'amorçage.
- Pour le soudage MMA avec une électrode rutile, elle doit être comprise entre 40 et 45 V, tandis que pour les électrodes spéciales (TIG), elle doit se situer entre 70 et 80 V. [3]

### **I.6.2.1.1.1. Le type de courant de soudage**

Le courant de soudage peut être alternatif (CA ou AC) ou continu (CC ou DC) :

- Le courant alternatif est le plus courant car il est fourni par les postes à souder équipés de transformateurs statiques. Il permet d'utiliser presque toutes les électrodes, mais ne convient pas à toutes les électrodes ni à tous les procédés de soudage à l'arc.
- Le courant continu est généralement délivré par les postes de soudure de nouvelle génération, appelés « postes à souder inverser », qui intègrent une électronique de régulation de puissance. Le courant continu permet de fondre tous les types d'électrodes.

### **I.6.3. Taux de fonctionnement**

La délivrance d'un arc électrique implique une augmentation significative de l'intensité du courant de soudure (puissance).

- Au fur et à mesure du soudage, le poste chauffe et voit sa capacité à fournir une puissance élevée diminuer.
- C'est pourquoi la puissance d'un poste à souder est exprimée en fonction de sa capacité à délivrer un courant à 100 % de la puissance demandée pendant un certain cycle.

Le taux de fonctionnement, ou facteur de marche, dépend donc de la construction du poste à souder et de la présence d'un système de refroidissement. Ce taux est exprimé en ampères et en pourcentage sur une période de 10 minutes, à une température de 40 °C. Par exemple, un taux de fonctionnement de 250 A à 40 % signifie qu'en conditions stabilisées, la source de courant peut fournir 250 A pendant 4 minutes de soudage (40 % de 10 minutes) et nécessitera 6 minutes d'arrêt (60 % de 10 minutes) à 40 °C. [3]

## I.7. Types de postes à souder à goujons

### I.7.1. Poste à souder à thyristors

- **Technologie** : Contrôle du courant de soudage par des thyristors, des interrupteurs électroniques à semi-conducteurs.



Figure I.2 : poste à souder à thyristors [4]

### I.7.2. Postes à onduleurs

- **Technologie** : Utilise des onduleurs pour convertir le courant alternatif en courant continu haute fréquence.
- **Avantages** : Plus précis, offre davantage d'options de réglages, et possède une meilleure efficacité énergétique que les postes à thyristors.



Figure I.3 : poste à souder à onduleur [4]

### I.7.3. Poste à batteries

- **Fonctionnement** : Alimentés par des batteries rechargeables, offrant une grande portabilité.
- **Utilisation** : Idéaux pour les chantiers et les interventions sur site sans accès à une alimentation électrique.



Figure I.4 : poste à souder à batteries [4]

## I.8. Définition d'un pistolet à souder

Un pistolet à souder à goujons est un outil électrique utilisé pour souder des goujons métalliques à des tôles fines. Il fonctionne en utilisant un courant électrique pour chauffer le goujon et la tôle, créant ainsi une liaison fondue entre les deux. Ces pistolets sont couramment utilisés dans les secteurs automobiles, de la construction et de la fabrication. [5]

Un pistolet de soudage fiable est essentiel pour garantir une soudure sûre et de qualité. Le système Alpha comprend le pistolet NS 40, une amélioration du légendaire pistolet NS 30. Même dans les conditions de travail les plus difficiles, il a acquis la réputation d'être le pistolet de soudage le plus utilisé, le plus fiable et le plus durable au monde. [6]



Figure I.5 : pistolet à souder

## I.9. Fonctionnement d'un pistolet à souder

Le pistolet à souder à goujons 24V se compose de plusieurs éléments clés :

- **Transformateur** : Convertit le courant alternatif du secteur en courant continu à basse tension.
- **Condensateur** : Stocke l'énergie électrique provenant du transformateur.
- **Interrupteur à gâchette** : Déclenche le processus de soudage.
- **Électrode** : Partie du pistolet qui entre en contact avec le goujon, généralement fabriquée en cuivre ou en alliage de cuivre.
- **Goujon** : Pièce métallique soudée à la tôle, pouvant être en acier, acier inoxydable, aluminium ou autres métaux.
- **Pince de masse** : Connectée à la tôle, elle fournit un chemin de retour pour le courant électrique.

## I.10. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'abord présenté l'entreprise ENEL, établissant ainsi le contexte de notre étude. Nous avons ensuite abordé l'histoire du soudage à goujons, en définissant le procédé et en explorant ses différentes caractéristiques.

Nous avons approfondi notre discussion sur les postes à souder, en examinant les modèles à thyristors, les onduleurs et les postes à batteries, chacun offrant des avantages spécifiques en fonction des besoins de soudage. Enfin, nous avons détaillé les pistolets à souder à goujons, en expliquant leur fonctionnement et les éléments clés qui les composent.

# **Chapitre II**

Les éléments nécessaires de  
poste à souder

## II.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter les éléments essentiels d'un poste à souder ainsi que les composants nécessaires à la création d'un schéma électrique. Ce chapitre est divisé en deux parties :

**La partie puissance :** La partie puissance d'un circuit électronique joue un rôle crucial dans la conversion et la distribution de l'énergie électrique. Les composants essentiels de cette section incluent les transformateurs, les ponts de diodes, les régulateurs de tension, les condensateurs et les résistances.

**La partie commande :** La partie commande, également connue sous le nom de circuit de commande, est un élément essentiel de nombreux systèmes, allant des appareils électroniques grand public aux machines industrielles complexes. Son rôle principal est de gérer et de contrôler le fonctionnement des autres composants en envoyant des signaux appropriés. En d'autres termes, elle agit comme le chef d'orchestre du système, veillant à ce que chaque composant joue sa partition en harmonie pour atteindre l'objectif global.

## II.2. Partie puissance

### II.2.1. Transformateur

Un transformateur est constitué de deux bobines de fil de cuivre isolé montées sur une armature en fer doux. La bobine d'entrée est appelée primaire, et celle de sortie, secondaire. Les deux bobines sont indépendantes, sans aucune liaison électrique entre elles. L'armature en fer doux passe à l'intérieur des bobines et se referme à l'extérieur. Elle est constituée de plaques superposées pour diminuer les pertes. Le fil de cuivre est isolé par un vernis transparent, ce qui pourrait donner l'impression que le fil est nu. [7]



Figure II.6 : photo illustrant un transformateur

### II.2.3. Fonctionnement d'un transformateur

En déplaçant un aimant près d'une bobine, on crée une tension variable dans celle-ci. La tension induite dans la bobine est due à la variation du champ magnétique de l'aimant en mouvement. Dans le cas d'un transformateur, c'est la variation du champ magnétique créé par le courant variable circulant dans la bobine primaire qui induit une tension variable dans la bobine secondaire.

Un transformateur ne fonctionne pas en courant continu, car il n'y a pas de variation du champ magnétique. De même, un alternateur ne fournit aucune tension s'il ne tourne pas. Si le primaire est soumis à une tension alternative, le secondaire le sera également, avec une tension alternative de même fréquence. La tension efficace obtenue au secondaire dépend du nombre de spires des bobines. [7]

#### II.2.3.1. Rapport de transformation

Le rapport de transformation  $k$  est le quotient de la tension au secondaire  $U_s$  et de la tension au primaire  $U_p$  :

$$K = U_s / U_p \quad (1.1)$$

Le rapport d'un transformateur (supposé sans pertes) est égal au quotient du nombre de spires au secondaire et du nombre  $U_p$  de spires au primaire.

$$K = N_s / N_p \quad (1.2)$$

#### II.2.3.2. Redressement d'une tension alternative

##### II.2.3.2.1. Redressement d'une alternance

On utilise habituellement des diodes à jonction pour le redressement des tensions alternatives. Les diodes à jonction sont constituées de deux petits morceaux de semi-conducteurs, généralement du silicium. L'un des morceaux est de type N (négatif) car il a été dopé par adjonction d'une impureté qui lui donne une majorité de porteurs de charges négatifs (électrons), tandis que l'autre morceau, de type P, a été dopé pour avoir des porteurs majoritaires positifs (trous). Ces deux morceaux sont soudés pour former une jonction.

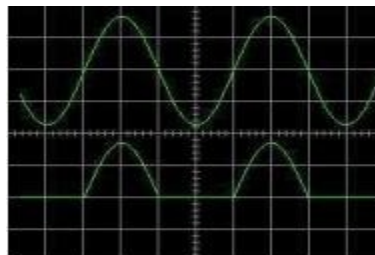


Figure II.7 : exemple d'oscillogramme d'un redressement mono alternance

Une diode ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Si une diode est placée en série dans un circuit soumis à une tension alternative, le courant ne passera que pendant l'une des deux alternances, ce qui permet de redresser la tension.

### II.2.3.2.2. Redressement des deux alternances

La tension redressée mono alternance est moins efficace que la tension alternative, car le courant ne circule que pendant la moitié du temps. En utilisant quatre diodes connectées de manière appropriée, on peut redresser les deux alternances, augmentant ainsi l'efficacité du redressement.

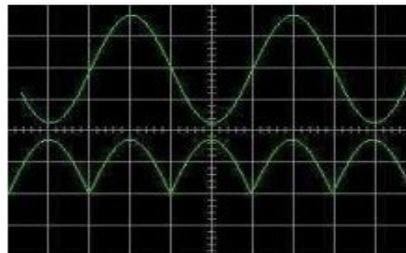


Figure II.8 : exemple d'oscillogramme d'un redressement double alternance

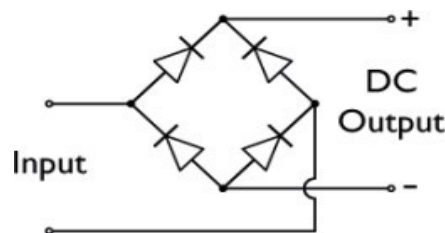


Figure II.9: pont de diode

### II.2.3.2.3. Lissage d'une tension redressée

Une tension redressée a toujours le même signe, mais elle n'est pas continue puisqu'elle varie de 0 à  $U_m$ . Pour obtenir une tension continue, il reste une étape : le lissage. Ce processus consiste à atténuer les variations brutales de tension.

**Première analogie** (pour ceux qui se souviennent de la pompe de la place de la Mairie) : Autrefois, lorsqu'on allait remplir des seaux à une pompe manuelle, l'eau jaillissait par saccades à chaque coup de pompe. Pour qu'elle sorte régulièrement, il aurait suffi de pomper l'eau dans un réservoir dont l'orifice d'évacuation était assez petit pour permettre à la pompe de maintenir un niveau d'eau presque constant. Les châteaux d'eau fonctionnent sur ce principe.

**Deuxième analogie** (pour les Bretons, les Écossais, les Irlandais et les musiciens) : Ce n'est pas le souffle du joueur de cornemuse qui agit directement sur le tuyau sonore, mais l'air emprisonné dans l'outre. Grâce à cette réserve d'air, l'instrument peut produire un son continu, contrairement à une flûte dont le son s'interrompt lorsque le musicien reprend son souffle. [7]

### II.2.3.3. Thyristor T143-1000

Le T143-1000 est un thyristor à disque conçu pour le contrôle de phase. Il peut supporter une tension de crête répétitive à l'état bloqué et inverse (VDRM/VRRM) allant jusqu'à 1000 V et un courant moyen à l'état passant (ITAV) de 1000 A. Son boîtier en céramique robuste, conforme aux normes industrielles, facilite son intégration dans divers équipements. La température maximale de jonction ( $T_{jmax}$ ) admissible est de 150 °C.

Ces thyristors à contrôle de phase sont couramment utilisés pour commander des charges puissantes à l'aide d'un signal de commande faible appliqué à la grille. Ils trouvent des applications dans divers systèmes électriques, y compris les circuits AC et DC fonctionnant aux normes industrielles ou à des fréquences plus élevées. Le boîtier scellé protège la partie fonctionnelle et l'élément semi-conducteur des impacts mécaniques et des influences environnementales. [8]



Figure II.10: exemple d'un thyristor T143-1000

### II.2.3.4. Spécifications générales des thyristors à contrôle de phase T143-1000

Spécifications des thyristors		T143-1000
Courant direct moyen maximum autorisé (température du boîtier)	$I_T (AV)$ (cas T)	1 010 A (85 °C) 1 240 A (70 °C)
Tension de crête répétitive à l'état désactivé ; Tension inverse de crête répétitive	VDRM / VRRM	200-1 000 V
Courant RMS à l'état passant	$J_e T_{RMS}$	1947 UN
Courant de surtension	$J_e T_{SM}$	21 Ka
Facteur de sécurité	$J_e 2 t$	2200 kA 2 · s

Tension de crête à l'état passant, max.	VTM	1,60 V
Courant de crête à l'état passant	Je MT	3140A
Tension de seuil à l'état passant, max.	VT (Å)	0,85 V
Résistance de pente à l'état actif, max	rT	0,250 M $\omega$
Temps d'arrêt, max	Tq	100 $\mu$ s
Courants de crête répétitifs hors état et courants inverses de crête répétitifs, max	Je DRM /Je RRM	50 mA
Taux critique d'augmentation de la tension à l'état bloqué, min	dV D /dt) cr	200-1600 V/ $\mu$ s
Tension continue de déclenchement de porte, max.	VGT	2,5 V
Déclencheur de porte courant continu, max	Je GT	250 Ma
Taux critique d'augmentation du courant à l'état passant	(di T /dt) cr	200 A/ $\mu$ s
Température de la jonction pn, max	Tvj max	130 °C
Résistance thermique, jonction au boîtier, max	R th (jc)	0,030 °C/W
Force de serrage	Fm $\pm$ 10%	15 Kn

Poids, env.	W	180 g (PT41) 240 g (PT42)
Type de colis, Dimensions	ØDxØdxH	PT41, 57x35x14mm PT42, 60x38x20mm
Dissipateurs thermiques recommandés	Dissipateurs thermiques	O143, O243, O343, OM103, OM104

Tableaux I.1. Spécifications générales des thyristors à contrôle de phase T143-1000

### II.2.3.5. Charge d'un condensateur

Si on relie un condensateur à un générateur continu, on observe le passage d'un courant dont l'intensité diminue rapidement pour s'annuler après un temps généralement assez bref. Le condensateur se charge. La caractéristique essentielle d'un condensateur, comme celle d'un réservoir, est sa capacité (C). Elle s'exprime en farads (F). Un condensateur qui possède une charge (q) (en coulombs) lorsque la tension à ses bornes est (U) (en volts) a une capacité (C) (en farads) :

$$C = q/U \quad (1.3)$$

### II.2.3.6. Décharge d'un condensateur

Si on branche une DEL aux bornes d'un condensateur chargé de forte capacité, on observe que la DEL fonctionne pendant quelques secondes, le temps que le condensateur se décharge.

### II.2.3.7. Détermination de la constante de temps

#### Constante de temps :

La rapidité de la charge ou de la décharge d'un condensateur dépend de la constante de temps, notée :

$$\tau = R \times C \quad (1.4)$$

Cette constante de temps s'exprime en secondes, avec la résistance en ohms et la capacité en farads.

$$0,693. RL .C > 100 \text{ us} \quad (1.8)$$

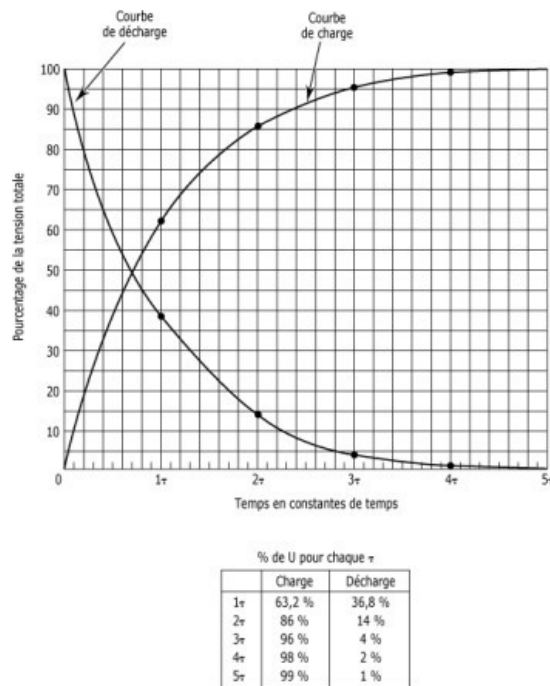


Figure II.11: exemple du temps en constantes de temps [7]

### II.2.3.8. Filtrage de la tension redressée

Un condensateur est placé en parallèle à la sortie du pont de redressement. Lorsque la tension augmente, le condensateur se charge. Lorsque la tension de sortie commence à diminuer, le condensateur se décharge, réduisant ainsi significativement la baisse de tension. Si la capacité du condensateur est suffisamment élevée, les variations de tension deviennent négligeables, rendant la tension pratiquement continue. [7]

R .M :

Le temps nécessaire pour que le condensateur revienne à zéro est donné par

$$T_c = 0,693h * C \quad (1.4).$$

Le temps maximum pendant lequel le thyristor reste activé est

$$T_q = 100 \text{ us} \quad (1.5)$$

Ainsi  $T_c$  doit être supérieur à  $T_q$  :

$$T_c > T_q \quad (1.6).$$

Calculer le condensateur C :

On a :

La valeur de  $R_L = 0,004 \text{ ohm}$

$$0,693 \cdot 0,004 \cdot C > 100 \text{ us} \quad (1.9)$$

$$C > \frac{100 \text{ us}}{0,693 \cdot 0,004} = C > 0,036 \quad (1.10)$$

$$C > 36000 \text{ UF} \quad (1.11)$$

### II.2.3.9. La Résistance

La résistance électrique (R) est une propriété d'un matériau qui s'oppose au passage du courant électrique. Elle se mesure en ohms ( $\Omega$ ), et plus la résistance est élevée, plus il devient difficile pour le courant de circuler.

### II.2.3.10. La Résistance de la tôle

C'est une plaque métallique qui laisse passer le courant, avec une résistance de 0,004 ohm.

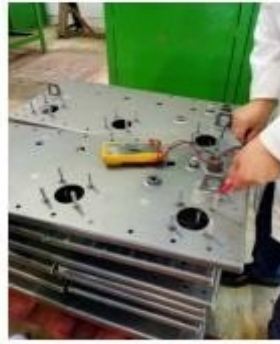


Figure II.12: photo illustrant la résistance de la tôle

R.M :

Amorçage : 
$$T_p = \frac{V^2}{R \cdot 0.004} = \frac{70}{R \cdot 0.004} \quad (1.12)$$

Calculer R1 : 
$$\frac{V^2}{R1} < 50 \text{ MA} \quad (1.13)$$

$$R1 > \frac{70}{50} \cdot (10)^3 \quad (1.13)$$

$$R1 = 1,4 \text{ k Ohm}$$

### II.2.3.11. La commutation du thyristor

La commutation du thyristor définit le processus permettant de désactiver le thyristor.

Nous avons déjà expliqué que pour activer le thyristor avec l'entrée d'alimentation, le dispositif nécessite nécessairement une impulsion de gâchette afin de déclencher le thyristor. Cela signifie qu'au moment de la mise sous tension, l'impulsion de porte agit comme un interrupteur et une fois que l'appareil commence à conduire, même en supprimant le signal de porte, l'appareil continue de conduire [8]

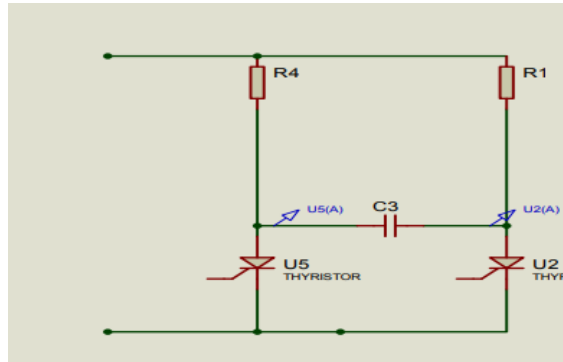


Figure II.13: photo illustrant la commutation du thyristor

### II.2.3.12. Fonctionnement de La commutation du thyristor

#### ❖ Etape 1 :

Le courant de charge et le courant du condensateur sont donnés comme suit :

$$I = \frac{V2}{R4}$$

Alors que le courant de charge

Sera :

$$I = \frac{V2}{R1}$$

Cependant, le courant de charge réduit à 70V une fois que le condensateur est complètement chargé, et donc le seul courant qui continue de circuler à travers U5 est le courant de charge. Même lorsque l'instant C maintient la charge, U5 continue de rester conducteur.

**U 5 = activé ; U 2 = éteint**

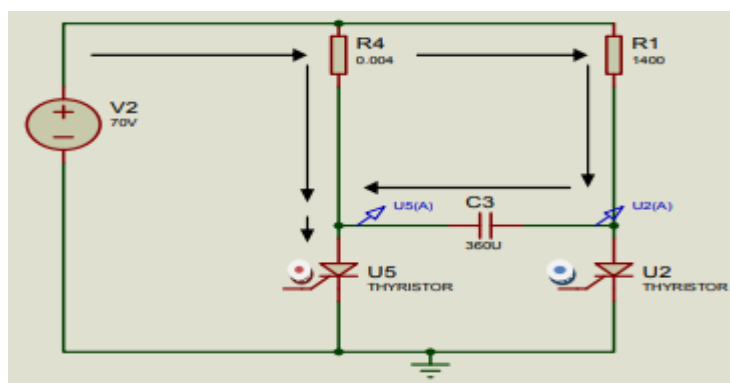


Figure II.14: photo illustrant l'activation de thyristor U 5

#### ❖ Etape 2 :

Le thyristor U 2 reçoit l'impulsion de porte qui le déclenche, entraînant la désactivation du thyristor U 5. Le courant de charge diminue à zéro lorsque le condensateur se décharge.

Le mode de fonctionnement suivant de cette commutation repose sur l'activation du thyristor

U 5, tandis que le thyristor U 2 est désactivé.

En résumé : U 5 = désactivé ; U 2 = activé.

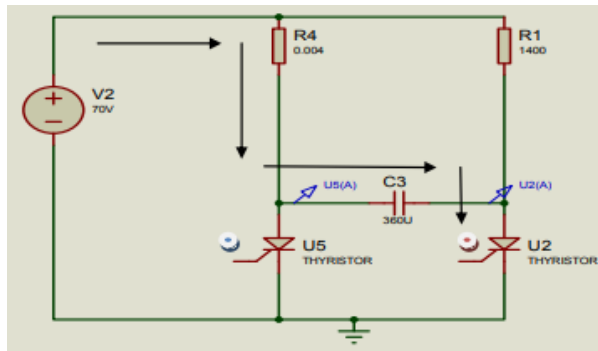


Figure II.15: photo illustrant l'activation de thyristor U 2

### II.2.3.13. Régulateur de tension

Un régulateur de tension est un composant semi-conducteur conçu pour stabiliser la tension d'une alimentation continue. Compact et économique, il peut réguler une large gamme de tensions. Cependant, il est moins efficace que les convertisseurs abaisseurs et peut entraîner un gaspillage d'énergie. Pour l'utiliser, connectez l'alimentation 24V CC à la borne d'entrée du régulateur et la sortie 5V CC à la borne de sortie. Assurez-vous également de choisir un régulateur capable de supporter le courant requis par votre appareil.



Figure II.16: photo illustrant un Voltage régulateur [9]

## III.3. Partie commande

### II.3.1. Généralités sur le NE555

Le NE555 est un circuit intégré temporisateur largement utilisé dans les applications électroniques. Il peut fonctionner en mode monostable ou stable, générant des impulsions ou des oscillations de forme d'ordre carrée. En mode monostable, le NE555 produit une impulsion de durée déterminée à la suite d'un déclenchement externe. La durée de l'impulsion est déterminée par les valeurs de deux composants externes : une résistance (R) et un condensateur (C). [10]

### II.3.1. Diagramme du NE555 en mode monostable

Le NE555 est un circuit intégré versatile qui peut être utilisé dans divers modes de fonctionnement, dont le mode monostable. Dans ce mode, le NE555 produit une impulsion de durée déterminée à sa sortie en réponse à un signal de déclenchement externe.

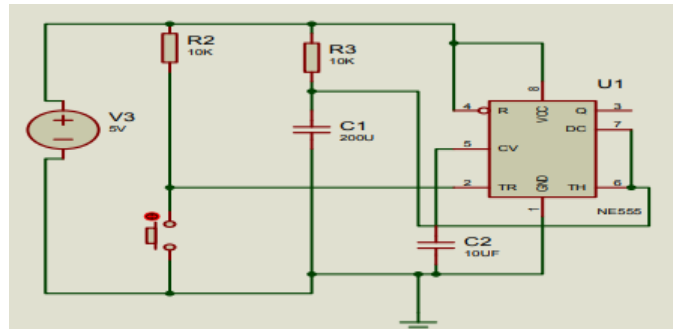


Figure II.17 : le NE555 en mode monostable

### II.3.3. Les portes logiques : Les briques élémentaires de l'électronique numérique

Dans le monde de l'électronique numérique, les portes logiques jouent un rôle crucial en tant que composants fondamentaux. Ces minuscules circuits, semblables à des interrupteurs électroniques, opèrent sur des signaux binaires, représentés par des valeurs "0" et "1". Leur fonction principale est d'effectuer des opérations logiques fondamentales sur ces signaux binaires.[11]

Parmi ces portes

- **La porte AND (ET en français)** : occupe une place fondamentale en effectuant une opération logique simple mais essentielle.

**Table de vérité** : Pour illustrer le fonctionnement de la porte AND, une table de vérité est souvent utilisée :

Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tableaux II.2. Fonctionnement de la porte AND

Comme le montre la table, la seule combinaison qui conduit à une sortie "1" est lorsque les deux entrées sont "1". Dans tous les autres cas, la sortie reste "0".

- **La porte XOR (OU exclusif en français)** : est un autre type de porte logique fondamentale en électronique numérique. Elle effectue une opération logique sur deux signaux d'entrée binaires et produit un signal de sortie binaire en fonction de la combinaison des entrées.

**Table de vérité** : La table de vérité d'une porte XOR résume son fonctionnement en présentant toutes les combinaisons d'entrées possibles et l'état de sortie correspondant.

EntréeA	EntréeB	Sortie
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tableaux II.3. Fonctionnement de la porte XOR

- **Le porte inverseur** : Également appelée porte NOT (NON en français), est l'une des portes logiques les plus fondamentales en électronique numérique. Comme son nom l'indique, elle réalise une opération d'inversion sur un signal binaire d'entrée.

**Table de vérité** : La table de vérité d'une porte NOT résume son fonctionnement en présentant toutes les combinaisons d'entrée possibles et l'état de sortie correspondant.

EntréeA	Entrée
0	1
1	0

Tableaux II.4. Fonctionnement de la porte NOT (inverseur)

### III.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les éléments nécessaires pour le poste à souder. Nous avons commencé par la partie puissance en introduisant le transformateur et en expliquant son fonctionnement, ainsi que le redressement à une seule alternance et à double alternance. Nous avons également abordé le thyristor T143-1000, les condensateurs, et le régulateur. Ensuite, nous avons traité de la partie commande, où nous avons discuté du NE555, et conclu par une explication sur les portes logiques AND, OR, et XOR.

# **Chapitre III**

Conception et réalisation

### III.1. Introduction :

Le poste à souder est actuellement hors service en raison d'un contacteur incapable de supporter un courant élevé. Il serait donc préférable de le remplacer par un système utilisant des thyristors de classe C pour une meilleure résistance.

L'électronique est désormais omniprésente dans notre vie quotidienne, que ce soit dans les voitures, les téléphones portables ou les ordinateurs. La fabrication de cartes électroniques est cruciale pour interconnecter les divers composants nécessaires au bon fonctionnement de ces appareils. Une carte électronique est une plaque qui intègre des éléments tels que des résistances, des condensateurs et des circuits intégrés, assemblés pour former un circuit spécifique. Ces cartes sont réalisées à partir de circuits imprimés (PCB).

Dans ce dernier chapitre, nous allons expliquer toutes les étapes suivies pour réaliser la carte électronique du poste à souder à goujon.

### III.2. Présentation de schéma électrique :

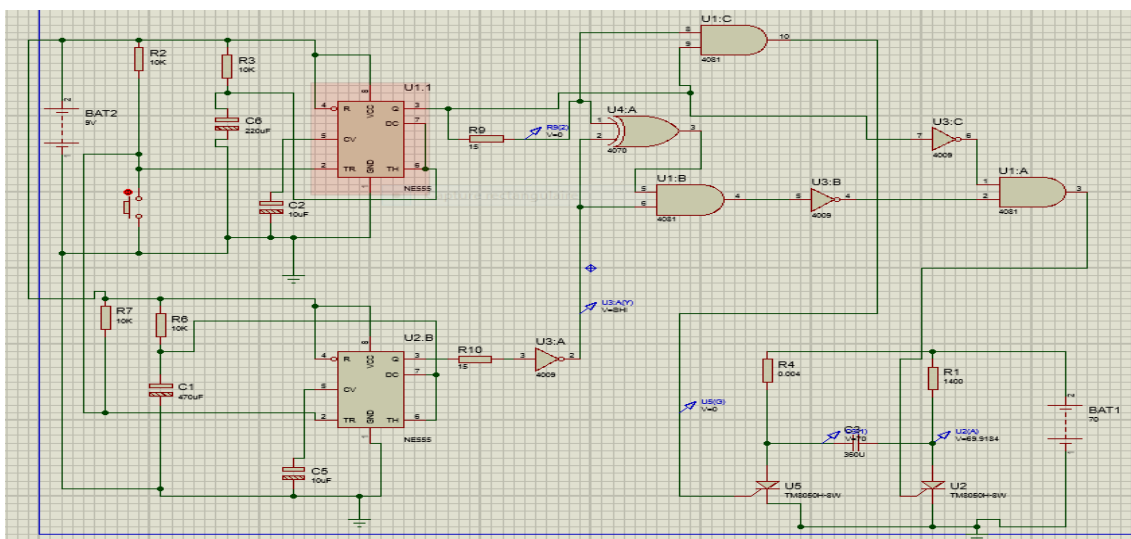


Figure III.18 : photo illustrant le schéma électrique

Le schéma représente un circuit électronique simple, où chaque composant joue un rôle précis

- **Résistance** : protecteur de courant.
- **Condensateur** : stabilisation de tension, assurant un fonctionnement stable du circuit.
- **L'inverseur** : amplifie le signal d'entrée en inversant sa polarité.
- **Les portes AND** : combinent les signaux de l'inverseur.

On a utilisé de l'inverseur et la porte logique AND pour amplifier et contrôler des signaux

électriques et en suite la méthode de la commutation de classe C qui se compose de deux thyristor tels que le thyristor principal U5 et le U2 auxiliaire et un condensateur de commutation .la résistance de charge R1 est connectée en série avec le thyristor principale U5 Cette technique de commutation est également connue sous le nom de commutation complémentaire car la commutation du thyristor principale U5 a lieu lorsque le thyristor auxiliaire U2 est actif.

### III.3. Le cahier des charges :

#### III.3.1. Objectif :

L'objectif de ce projet est de concevoir un schéma de commande électronique utilisant le timer NE555 et des portes logiques pour contrôler et activer les gâchettes de deux thyristors T143-1000. Le circuit doit permettre un contrôle stable et fiable des thyristors, en assurant la gestion de l'alimentation à partir d'une source triphasée. Pour stabiliser l'alimentation en tension continue, un pont de diodes et un régulateur de tension seront utilisés. Le montage doit être soudé avec précision pour garantir la robustesse des connexions à l'aide d'un pistolet NS 40.

#### III.3.2. Spécifications fonctionnelles :

- **Type de commande** : Utilisation du NE555 pour générer les impulsions de commande des thyristors.
- **Logique de commande** : Emploi de portes logiques (AND, XOR, INVERSEUR) pour coordonner les signaux de commande.
- **Protection du circuit** : Condensateurs et résistances intégrés pour filtrage et limitation de courant.
- **Tension d'alimentation** : Stabilisée grâce à un régulateur et un pont de diodes pour garantir une tension continue fiable.
- **Puissance** : Utilisation d'un transformateur triphasé (220V) pour l'alimentation principale du système.

#### III.3.3. Composants requis :

##### Composants électroniques :

- **Timer NE555** : pour la génération des signaux de commande
- **Portes logiques** :
  - **PORTE AND (4081)** : Pour réaliser l'opération logique "ET".

- **PORTE XOR (4070)** : Pour l'opération exclusive OU.
- **PORTE INVERSEUR (4009)** : Pour inverser les signaux de commande.
- **Thyristors T143-1000** : (2 unités), pour la commutation des charges.
- **Condensateur 360  $\mu$ F** : pour le filtrage et la stabilisation du courant
- **Résistances** :
  - **0,004  $\Omega$**
  - **1400  $\Omega$**

### Composants matériels :

- **Alimentation** : Une alimentation stabilisée pour fournir la tension continue.
- **Transformateur triphasé** : 220V, pour l'alimentation primaire.
- **Pont de diodes** : Pour la conversion de courant alternatif en courant continu.
- **Régulateur de tension** : Pour maintenir une tension de sortie stable.
- **Pistolet à souder** : NS 40, pour les soudures et l'assemblage des composants.

### III.3.4. Conditions de test :

Le montage doit être testé en appliquant un signal d'activation via le NE555 pour vérifier que les thyristors T143-1000 fonctionnent comme prévu.

### III.4. Fonctionnement de deux gâchette

Sur ces images, nous pouvons observer les résultats obtenus pour les deux gâchettes que nous avons commandées. Lorsque nous appuyons sur le bouton poussoir, la première gâchette, identifiée par une marque jaune (U5), effectue le soudage une fois que le condensateur est chargé. Ensuite, la deuxième gâchette, signalée par une marque bleue, désactive la première gâchette en déchargeant le condensateur, comme l'illustre la figure. Ce fonctionnement démontre l'efficacité de notre circuit de commande et le bon contrôle des processus de soudage.

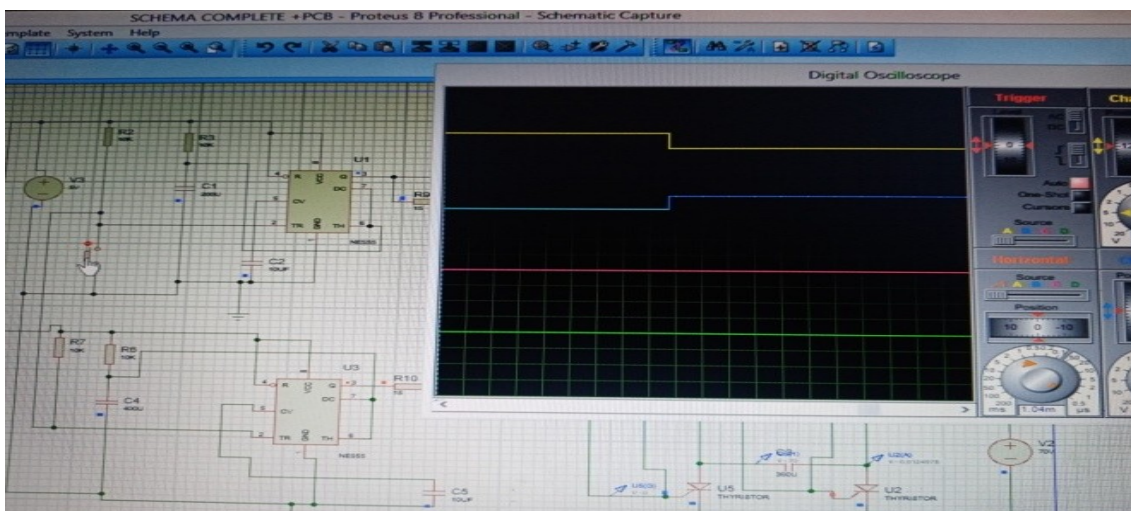
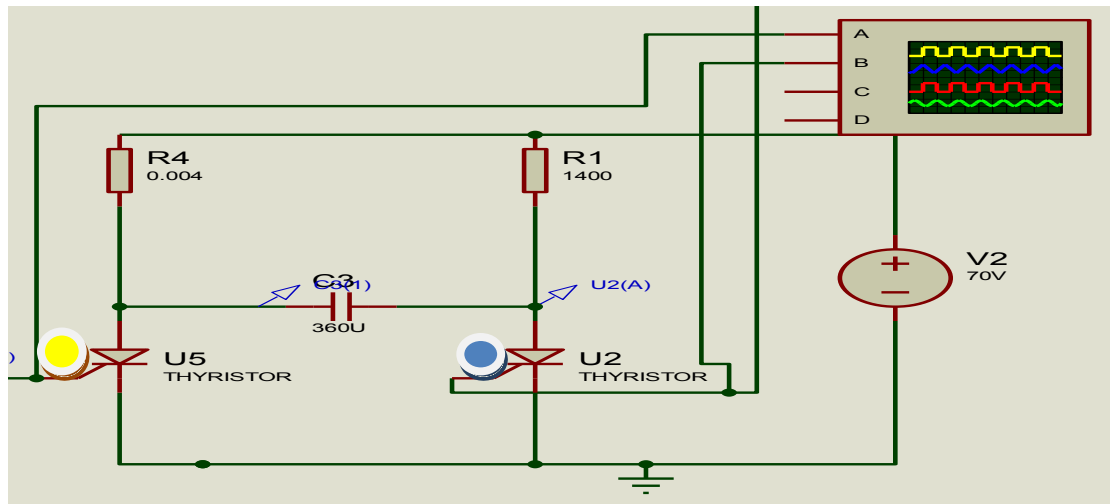


Figure III.19: Commander les deux gachette

### III.5. Définition de PCB

Un PCB (Printed Circuit Board), ou circuit imprimé en français, est une plaque utilisée pour monter et connecter des composants électroniques. Il fournit à la fois un support mécanique et une connexion électrique pour assembler ces composants dans divers appareils électroniques, tels que les téléphones portables, les ordinateurs, les équipements médicaux et les véhicules. Les PCB sont constitués de plusieurs couches superposées de matériaux isolants et conducteurs, comme le cuivre et le plastique, et sont essentiels à la conception et à la fabrication des dispositifs électroniques modernes.

### III.5.1. Composition d'une carte PCB :

Un circuit imprimé (PCB) est constitué généralement de plusieurs éléments essentiels :

- **Couche de cuivre conducteur** : Une fine feuille de cuivre laminée sur un support isolant, formant les pistes conductrices pour acheminer le courant électrique. Son épaisseur est généralement de 18 à 35 micromètres.
- **Couche de résine (substrat isolant)** : Une couche de résine, souvent en fibre de verre ou en époxy, assurant l'isolation électrique entre les pistes conductrices et servant de support structurel.
- **Support isolant** : Un matériau composite comme la fibre de verre, qui maintient les couches ensemble et offre une base rigide et isolante pour les composants électroniques. Son épaisseur varie entre 0,8 mm et 2,4 mm.
- **Revêtement en plastique** : Un film protecteur appliqué pour protéger la carte durant la fabrication et l'assemblage, ainsi que contre les contaminants et les ultraviolets avant son utilisation.

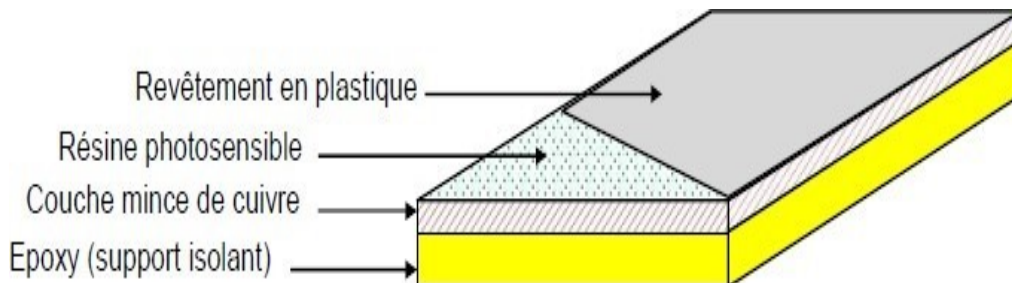


Figure III.20 : photo illustrant les compositions de la carte PCB

### III.5.2. Conception du typon

La réalisation d'une carte électronique commence généralement par la conception du circuit électrique du montage à réaliser. Ce circuit est ensuite simulé sur un logiciel de simulation tel que Proteus, SPICE, MATLAB/Simulink, Pspice, et/ou testé sur une plaque d'essai. Une fois le circuit validé, on passe à la phase de la conception de ce qu'on appelle le typon

Dans le domaine de la fabrication de PCB, un typon est un dessin technique détaillé qui montre la disposition des pistes conductrices, des pastilles de connexion et d'autres éléments du circuit imprimé. Réalisé sur un support transparent, il est crucial pour la production du

PCB, offrant une vue précise et dimensionnée du circuit. Le typon est généralement élaboré à l'aide de logiciels de CAO spécialisés dans la conception de PCB, tels qu'Eagle PCB, Proteus, Altium Designer, ou KiCAD. Une fois la conception terminée.

Le typon est généré en tant que fichier numérique contenant toutes les informations nécessaires à la fabrication. Ce fichier est ensuite transféré sur un film photosensible, utilisé comme modèle lors des étapes ultérieures de production du circuit imprimé.

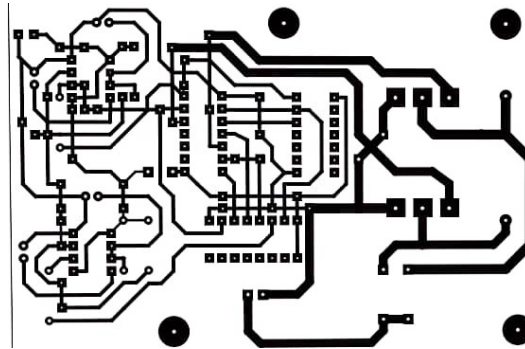


Figure III. 21 : Typon imprimé sur film photosensible.

### III.5.3. Optimisation de la réalisation d'une Carte PCB : quelques règles essentielles

- **Largeur des pistes** : Choisissez des largeurs appropriées pour minimiser les pertes de signal et les interférences. Les pistes pour des circuits à basse tension et faible courant peuvent être aussi étroites que 0,25 mm, tandis que les circuits à haute tension et fort courant nécessitent des pistes plus larges pour éviter la surchauffe.
- **Distances minimales entre les pistes** : Respectez les distances minimales recommandées pour éviter les courts-circuits et les interférences, en fonction de la tension appliquée entre les pistes.
- **Éviter les croisements** : Minimisez les croisements entre les pistes pour réduire les interférences électromagnétiques, en utilisant des couches multiples ou une meilleure organisation des composants.
- **Angles des pistes** : Utilisez des angles à 45 degrés pour réduire les réflexions de signal et les perturbations électromagnétiques, par rapport aux angles droits.
- **Longueur des pistes** : Gardez les pistes aussi courtes que possible pour réduire les pertes de signal et les interférences, en organisant les composants pour minimiser la longueur des pistes.

- **Intersections en T** : Évitez les intersections en T pour prévenir les réflexions de signal et les perturbations, en utilisant des angles droits pour les pistes.

### III.5.4. L'étape d'insolation

L'étape d'insolation consiste à transférer le dessin du typon sur la plaque de cuivre recouverte de résine photosensible. Un film transparent portant le typon est placé sur la plaque, puis exposé à une source de lumière UV. Sous l'action de cette lumière, les propriétés chimiques de la résine photosensible exposée sont altérées, la rendant sensible aux étapes suivantes de développement et de gravure du PCB. En revanche, les zones non exposées à la lumière, définies par les zones noires du typon, demeurent intactes. Ces zones non exposées à la lumière UV resteront préservées lors des processus ultérieurs. Le temps d'insolation est généralement de 2 à 3 minutes.

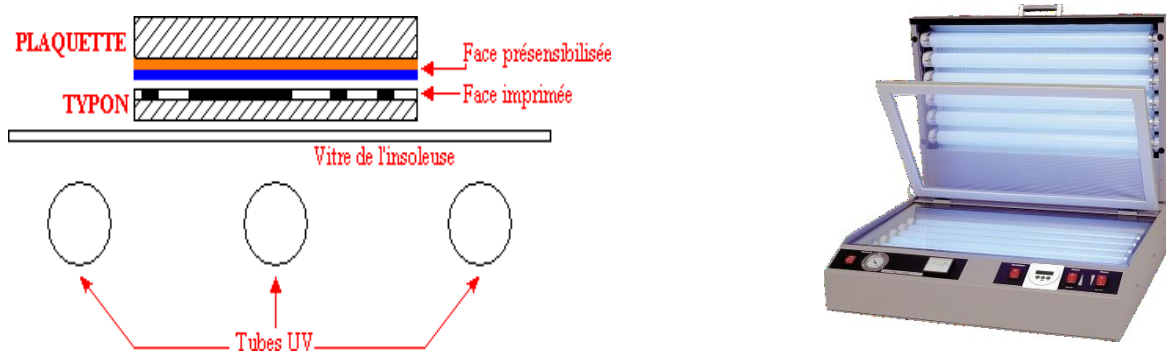


Figure III.22: Etape d'insolation : disposition de la carte dans l'insoleuse et (b) insoleuse à UV.

### III.5.5. L'étape de révélation (développement)

Lors de l'étape de révélation dans la fabrication de circuits imprimés, la plaque est plongée dans un bain de révélateur chimique. Ce révélateur dissout la résine photosensible exposée à la lumière UV, mettant en évidence les zones de cuivre non protégées. Les zones non exposées à la lumière UV restent intactes. Le temps de révélation dépend du type de résine, mais il est généralement court, entre 30 et 90 secondes.

### III.5.6. L'étape de gravure

L'étape de gravure consiste à enlever le cuivre non protégé par la résine photosensible. La plaque est plongée dans un bain d'acide qui dissout le cuivre exposé après la révélation. À la fin du processus, seules les pistes conductrices et les pastilles du circuit imprimé restent,

formant le motif du circuit.

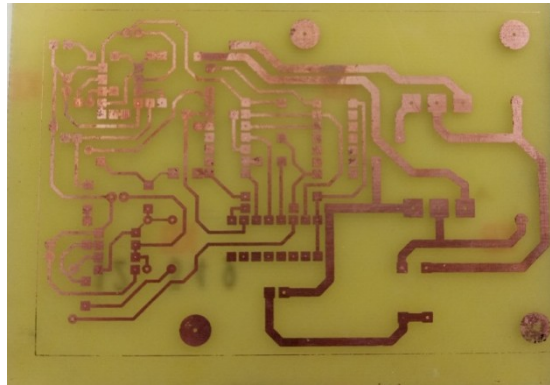


Figure III. 23 : Allure de la carte PCB après gravure.

### III.5.7. Perçage

Le perçage de la carte PCB est une étape essentielle dans la fabrication des circuits imprimés. Il implique la création de trous à des emplacements précis pour le montage des composants électroniques et pour relier les différentes couches de cuivre du PCB

Il existe plusieurs techniques de perçage pour la fabrication des cartes PCB, chacune adaptée à des besoins spécifiques en précision, diamètre de trou et matériau de la carte.

Parmi les plus courantes, on trouve :

- Perçage mécanique
- Perçage laser
- Perçage UV

### III.5.8. Soudure des composants

La soudure est le processus d'assemblage de deux ou plusieurs pièces électroniques, réalisé en faisant fondre la soudure autour de la connexion. Habituellement constituée d'étain, la soudure est un alliage métallique. En refroidissant, elle forme une liaison solide et conductrice entre les pièces. Bien qu'elle puisse créer une connexion permanente, la soudure peut également être retirée à l'aide d'un outil de dessoudage.

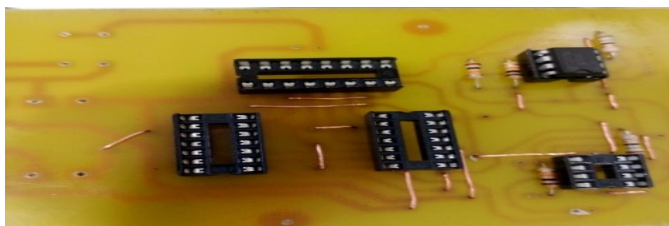


Figure III. 26 : soudure des composants

### III.5.9. Etapes pour faire une belle soudure à l'étain

- Mettre le fer à souder sur la patte du composant et la pastille
- Mettre l'étain à la fois sur la patte du composant, la pastille et la pointe du fer à souder. La soudure se fait.
- Retirer l'étain quand il y en a assez
- Retirer le fer à souder (en dernier). La soudure refroidit en un second à peu près.

### III.5.10. Teste finale :

Nous avons réalisé une petite carte électronique en utilisant des composants très simples, malgré les difficultés rencontrées avec les composants plus coûteux et indisponibles chez les fournisseurs. Contrairement à ce que nous avons décrit dans le chapitre 2, nous n'avons pas pu respecter tous les calculs prévus. Cependant, cette carte a été conçue à titre d'essai pour observer les résultats de notre commande. Lors du test, en appuyant sur le bouton poussoir, le premier thyristor s'active, allumant une LED rouge pendant un certain temps avant de s'éteindre. Ensuite, la LED verte s'allume, indiquant l'activation du deuxième thyristor, avant de s'éteindre à son tour après un moment.

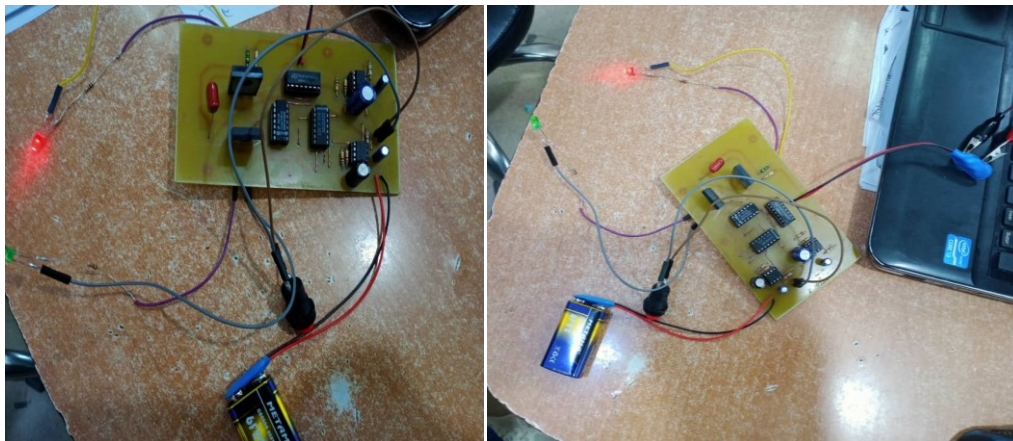


Figure III. 25 : Le teste finale

### III.6. Conclusion

En conclusion, ce chapitre a approfondi notre compréhension de la carte PCB en explorant ses différentes compositions et en procédant à une classification détaillée. Nous avons ensuite traité la conception du typon, en décrivant les étapes essentielles pour sa création. Le schéma électrique a été analysé en profondeur, en mettant particulièrement l'accent sur le fonctionnement des deux gâchettes. De plus, nous avons réalisé une petite carte électronique en utilisant des composants simples, malgré les défis posés par l'indisponibilité et le coût élevé de certains composants. Bien que nous n'ayons pas pu respecter tous les calculs prévus, comme mentionné dans le chapitre 2, cette expérience nous a permis de mieux appréhender les contraintes pratiques de la conception électronique. Ainsi, ce chapitre a constitué une étape cruciale dans notre projet, en nous offrant des enseignements précieux pour de futures réalisations.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Ce projet sur le poste à souder à goujons a été une expérience précieuse, nous permettant de combiner théorie et pratique pour maîtriser une technologie essentielle dans de nombreuses industries. Nous avons approfondi nos connaissances en soudage, en gestion de l'arc électrique et en manipulation des matériaux, tout en relevant le défi de concevoir un système de soudage efficace et fiable.

D'un point de vue technique, nous avons perfectionné nos compétences en ajustant les paramètres de soudage pour différents types de goujons et surfaces, ce qui a renforcé notre compréhension des interactions métallurgiques. Par ailleurs, nous avons réalisé une petite carte électronique en utilisant des composants simples, malgré les défis posés par l'indisponibilité et le coût élevé de certains éléments. Bien que nous n'ayons pas pu respecter tous les calculs prévus, comme mentionné dans le chapitre 2, cette expérience nous a permis de mieux appréhender les contraintes pratiques de la conception électronique.

Sur le plan personnel, ce projet nous a offert l'opportunité de travailler dans un contexte professionnel, notamment grâce à notre expérience au sein de l'usine de l'entreprise Enel dans le secteur industriel. Cette expérience nous a permis d'acquérir des compétences pratiques précieuses et de développer notre capacité à gérer des projets complexes. Ainsi, ce chapitre a constitué une étape cruciale dans notre projet, nous fournissant des enseignements significatifs pour de futures réalisations.

En conclusion, ce projet a été une excellente occasion d'appliquer nos connaissances théoriques à une application pratique. Il nous a dotés d'une solide expérience dans l'utilisation et l'optimisation des postes à souder à goujons, tout en nous préparant à relever de nouveaux défis dans ce domaine. Nous nous engageons à réaliser la carte le plus rapidement possible, même face aux difficultés d'indisponibilité de certains composants, afin de garantir le bon déroulement de nos futures réalisations.

# **Bibliographie**

## Bibliographie :

[1] : Olsen, F. O. (Ed.). (2009). Hybrid laser-arc welding. Elsevier.

[2] : [poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/poste-a-soudure](http://poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/poste-a-soudure).

[3] : [poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/poste-a-soudure](http://poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/poste-a-soudure).

[4] : 10 Best Arc Welders | June 2016 ([wiki.ezvid.com/best-arc-welders](http://wiki.ezvid.com/best-arc-welders)).

[5]: Taylor Stud Welding. (n.d.). *Drawn Arc Products - Hand Tools*. Retrieved from [taylor-studwelding.com](http://taylor-studwelding.com)

[6] : Auctelia. (n.d.). *Poste à souder à goujons TRW Nelson Alpha 850*. Retrieved from ([auctelia.com](http://auctelia.com))

[7] : De l'alternatif au continu ([webetab.ac-bordeaux.fr](http://webetab.ac-bordeaux.fr))

[8] : Dr. P. S. Bimbhra, "Power Electronics", Khanna Publishers, Fifth Edition, 2013

[9]: Régulateur de tension. /[en.wikipedia.org/](http://en.wikipedia.org/)

[10] : NE555 Timer Datasheet. ([ti.com/product/NE555](http://ti.com/product/NE555).)

[11] : Les portes et fonctions logiques ([codeur-pro.fr/les-portes-et-fonctions-logiques/](http://codeur-pro.fr/les-portes-et-fonctions-logiques/).)

## ملخص :

الهدف من هذه الأطروحة هو إنشاء ومراقبة محطة لحام مسمارية باستخدام اثنين من الثايرستور وتعمل بالتيار المباشر. يوفر هذا النوع من المحطات دقة أفضل وتحكمًا متقدمًا في معلمات اللحام فضلاً عن تقليل فقد الطاقة، مما جعل العملية فعالة واقتصادية. يعتمد تصميم هذه المحطة على التحكم في المشغلين، ودمج العناصر الإلكترونية المختلفة لضمان التشغيل الأمثل

## Résumé :

L'objectif de ce mémoire est consacré à la réalisation et à la commande d'un poste à souder à goujons utilisant deux thyristors et fonctionnant en courant continu. Ce type de poste offre une meilleure précision, un contrôle avancé des paramètres de soudage, ainsi qu'une réduction des pertes d'énergie, rendant le procédé à la fois efficace et économique. La conception de ce poste repose sur la commande des deux gâchettes, intégrant différents éléments électroniques afin de garantir un fonctionnement optimal.

**Mots clés :** deux gachette ; thyristor ; soudage ; courant continu

## Abstract

The objective of this dissertation is devoted to the creation and control of a stud welding station using two thyristors and operating in direct current. This type of station offers better precision, advanced control of welding parameters, as well as reduced energy losses, making the process both efficient and economical. The design of this station is based on the control of the two triggers, integrating different electronic elements to guarantee optimal operation

**Key words :** two triggers; thyristor; welding; direct current