

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Electrique  
Filière : Electrotechnique  
Option : Réseaux électrique

Réf:.....

Mémoire de Fin d'Etudes  
En vue de l'obtention du diplôme:

**MASTER**

*Thème*

**ETUDE ET REALISATION D'UN POSTE  
A SOUDURE**

Présenté par :  
**DJEDIDI MOHAMED YAZID**  
Soutenu le : 24 Juin 2015

Devant le jury composé de :

Mr. KHENE MOHAMED L OTFI  
Mr. MIMOUNE Sourî-Mohamed  
Mr. REZIG MOHAMED

MAA  
Pr.  
MAA

Président  
Encadreur  
Examineur

Année universitaire : 2017 / 2018

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Electrique  
Filière : Electrotechnique  
Option : Réseaux électrique

Mémoire de Fin d'Etudes  
En vue de l'obtention du diplôme:

**MASTER**

*Thème*

**ETUDE ET REALISATION D'UN POSTE  
A SOUDURE**

Présenté par :

**DJEDIDI MOHAMED YAZID**

Avis favorable de l'encadreur :

**Pr. MIMOUNE Souri-Mohamed**

*signature*

**Avis favorable du Président du Jury**

**Dr. KHENE MOHAMED L OTFI**

*Signature*

**Cachet et signature**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Electrique  
Filière : Electrotechnique  
Option : Réseaux électrique

*Thème :*  
**ETUDE ET REALISATION D'UN POSTE  
A SOUDURE**

**Proposé par : Pr. MIMOUNE Soury-Mohamed**

**Dirigé par : DJEDIDI MOHAMED YAZID**

**RESUMES (Français et Arabe)**

Dans ce projet de fin d'étude, on a présenté un poste à soudeuse constitué d'un transformateur électrique abaisseur de tension. Cet appareil se basant sur la chaleur importante causée par l'arc électrique produisant un courant électrique élevé au niveau de la partie secondaire de ce transformateur.

Nous avons réalisé ce travail au niveau du laboratoire de l'université de Biskra où nous avons assemblé des pièces des postes à soudeuse qui étaient en panne après avoir démonté le bobinage endommagé du circuit magnétique. Le nombre de spires primaire et secondaire ont été bien calculé pour pouvoir avoir un rapport de transformation convenable aux tensions et courant attendus de ce travail.

**Mots clés :** transformateur électrique abaisseur de tension, poste à soudeuse, parties primaire et secondaire, bobiné, nombre de spires, rapport de transformation.

## Le mémoire contient par ordre d'apparition:

- Dédicaces
- Remerciements
- Liste des Tableaux
- Liste des Figures
- Liste des abréviations
- Résumés (bilingue)

### Sommaire :

- \* Introduction générale
- \* Chapitre 1, 2, 3...  
(Chaque chapitre commence par une Introduction et se termine par une conclusion)
- \* Conclusion générale et perspectives
- \* Bibliographie
- \* Annexe

### Type d'écriture:

- Times new Roman 12
- Les titres en Gras
- Interligne 1.5
- Formules et Figures sont numérotées par chapitre :  
exp. Fig. n°Chap. n°figure (Fig. I.1) ou (Equ. I.1)

---

### **Remarques :**

- Eviter le glaçage de la page de garde.
- Respecter le contenu par ordre d'apparition.
- Ecrire les résumés bilingues dans une seule page...

- عدم تجليد الصفحة الأولى
- احترام المحتوى المذكور أعلاه
- كتابة ملخص للمذكرة باللغتين  
(العربية والفرنسية) و في صفحة  
واحدة... الخ



***Chapitre I:  
Généralités sur les  
postes à souduure***



***Chapitre II:***  
***Les transformateurs***  
***électriques***



***Chapitre III:  
Réalisation d'un  
poste à soudure***

### **I.1.Introduction :**

Les postes à soudure sont utilisés dans plusieurs applications industrielles. Les progrès dans le génie électrique permettent aujourd'hui d'être nécessaires dans la plupart du domaine industriel comme la construction des ponts, automobiles et soudage des pipes de gaz, etc.

Dans ce chapitre, on va présenter un rappel historique sur le soudage avec un arc électrique, puis définir le poste à soudure, après on va discuter aussi les caractéristiques des postes à soudure et les différents types du soudage, et en fin, on présentera les prix et les caractéristiques des meilleures marques des postes à soudure avec un arc électrique.

### **I.2. Historique sur le soudage :**

Les chercheurs attribuent la naissance de l'arc électrique à Sir Humphry Davy qui a montré qu'un arc de fils de carbone peut être créé et manipulé avec un circuit électrique à haute tension alimenté par batterie. L'arc a commencé à être utilisé pour des utilisations plus pratiques, telles que le développement de la lampe de rue à l'arc de carbone.

En 1881, Auguste De Méritens était peut-être le premier à utiliser un arc électrique pour fondre et rejoindre métal, il a développé une méthode pour utiliser la chaleur d'un arc de carbone pour souder des plaques de plomb pour les batteries. Peu après, 1885-1887, Nikolai Bernados et Stanislaw Olszewaski ont délivré des brevets décrivant un procédé de soudage à l'arc de carbone manipulé manuellement.[1]

### **I.3. Définition d'un poste à soudure:**

Le poste à soudure à l'arc est un transformateur électrique modifiant un courant électrique faible pour obtenir un courant électrique grand pour de soudage. En outre, c'est un appareil qui renvoi un courant continu ou alternatif, en fonction de celui-ci, générant des arcs électriques entre la masse et l'électrode. Les paramètres de l'appareil sont : La tension électrique, l'intensité du courant, le type du courant et sa polarité si continue, et la fréquence.

La tension est un paramètre d'usine. Modifiable ou pas, influe à l'amorçage et peu pour le soudage.

L'intensité est la force de l'arc électrique, plus sa valeur est élevée, plus le métal chauffe et se liquéfie. On la règle en fonction des électrodes, matériaux, leurs dispositions et la position de souder.

Le type du courant influe surtout sur l'amorçage de l'arc électrique en fonction des électrodes utilisées.

En alternatif, on a une chance sur deux pour que la baguette colle ; En continue, L'électrode se branche généralement sur le moins (-) et la masse sur le plus (+). Dans le cas contraire, le cordon de soudeur est peu profond mais présente un bon aspect en surface avec des baguettes compatibles.

La fréquence, dépend généralement du secteur, n'est pas variable. Il s'agit de la vitesse de génération des arcs électrique. Elle est de 25 Hz (impulsions par seconde) pour un poste à soudeur « classique » en courant alternatif (dépendant des 50 Hz du secteur). Ça valeur diffère selon les poste à soudeur en courant continue ; se référer à la notice de l'appareil. [2]

#### **I.4. Caractéristiques des postes à soudeur :**

Des nombreuses caractéristiques distinguent entre eux les différents postes à soudeur : L'alimentation électrique, le courant de sortie (tension, puissance), le taux de fonctionnement, les capacités d'isolation et de refroidissement, les dispositifs supplémentaires et les critères de la torche à souder. [3]

##### **I.4.1. Alimentation électrique:**

Le poste à soudeur est en général alimenté en énergie électrique par du courant provenant du secteur sauf pour le groupe autonome de soudeur qui est équipé d'un groupe électrogène.

Le courant secteur alimentant un poste à souder est soit du courant électrique monophasé en 220 V, soit du courant électrique en triphasé 380 V.

Selon la source du courant disponible sur le lieu habituel du travail, il faudra choisir quel type du poste à souder utilisé sachant que le triphasé en 380 V sera mieux adapté à la souder à l'arc en raison d'une plus grande puissance disponible.

Un poste à souder monophasé délivre une intensité de soudage généralement inférieure à 200 A alors que les postes à soudeur triphasés délivrent généralement au-delà de 200 A (400 à 600 A).

Avant de brancher un poste à soudeur sur un groupe électrogène, il faut s'assurer que la puissance en kVA délivrée par le groupe est de deux fois la puissance de soudage délivrée par le poste : exemple pour 200 A d'intensité de soudage, le groupe électrogène de 4 kVA est requis. [3]

##### **I.4.2. Courant de sortie :**

Le courant de sortie délivré par le poste à souder est caractérisé par la puissance de soudage en ampères (A), la tension à vide en Volts (V) et le type du courant continu (CC ou DC) ou alternatif (CA ou AC).[3]

#### **I.4.2.1. L'intensité du courant du soudage :**

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

- Pour le soudage à l'électrode enrobée (MMA), un diamètre de l'électrode de 4,0 mm nécessite environ 200 A de puissance de soudage pour un poste monophasé, au-delà de 5,0 mm de diamètre d'électrode, il faut plus de 200 A et le poste triphasé est requis, car l'intensité de soudage requise se monte à 400 A pour une électrode de 6,3 mm.
- Pour le soudage TIG, ou MIG-MAG, 150 A est un minimum d'intensité de soudage, mais 200 A au moins sont recommandés. [3]

#### **I.4.2.2. La tension à vide :**

C'est la tension électrique en Volts mesurée aux bornes du poste à souder avant qu'il ne débite le courant de soudage.

- La tension à vide détermine la stabilité de l'arc électrique et facilite l'amorçage.
- Elle devra se situer entre 40/45 V pour le soudage MMA à électrode rutile et 70/80 V pour les électrodes spéciales (TIG). [3]

#### **I.4.2.3. Le type du courant du soudage :**

Alternatif (CA ou AC) ou continu (CC ou DC)

- Le courant alternatif est le plus fréquent car il est délivré par des postes à souder à transformateurs statiques. Le courant alternatif permet d'utiliser la presque totalité des électrodes, mais n'est pas utilisable avec toutes les électrodes ni tous les procédés de souder à l'arc.
- Le courant continu est généralement celui débité par les postes de soudure de nouvelle génération intégrant une électronique de régulation de puissance « poste à souder inverser ». Le courant continu permet de fondre tous les types d'électrodes. [3]

### I.4.3. Taux de fonctionnement :

La délivrance d'un arc électrique implique une importante montée d'intensité du courant de souder (puissance).

- Au fur et à mesure que l'on soude, le poste chauffe et perd de sa capacité à fournir une puissance importante de courant.
- C'est pourquoi la puissance du poste à souder s'exprime selon sa capacité à fournir un courant à 100 % de la puissance demandée pendant un certain cycle.

Le taux de fonctionnement dépend donc de la construction du poste à souder et de la présence d'un refroidissement.

Le taux de fonctionnement ou facteur de marche est exprimé en Ampères et en pourcentage d'une période de 10 minutes toujours à température de 40 °C. 250 A à 40 % signifient qu'en cycle stabilisé en température, la source de courant pourra fournir 250 A pendant 6 minutes (60 % de 10 minutes) de soudage et 4 minutes d'arrêt (40 % de 10 minutes) à 40 °C de température. [3]

### I.4.4. Capacités du poste à souder

#### I.4.4.1. Isolation

Le poste à souder est un transformateur électrique produisant un courant danger. Pour éviter les électrisations et les électrocutions, le poste à souder est isolé au moins en catégorie IP23.

**Note :** protection IP23 :

Contre les corps solides : touche par les doigts (> 12.5 mm)

Contre les liquides : pulvérisation (<60 degrés) à la verticale. [4]

### I.4.4.2. Limitation des harmoniques

La norme EN 61000-3-12 encadre la limitation des harmoniques dans les réseaux électriques pouvant être générées par l'utilisation d'un poste à souder à l'arc en raison du fort écoulement de courant vers la terre.[3]

### I.4.4.3. Refroidissement

Le refroidissement est un avantage important des postes à souder dès lors que l'on veut souder autrement que quelques points et réaliser des cordons de soudure sans d'interruptions.

La ventilation du poste à souder permet d'augmenter considérablement le taux de fonctionnement et la puissance de soudage. On distingue désormais :

- les postes à souder ventilés dans lequel un simple ventilateur tourne en permanence pour refroidir le transformateur ;
- les postes à souder turbo-ventilés dans lesquels une turbine généralement régulée automatiquement ventile plus ou moins le poste à souder afin de le conserver à sa température optimale de fonctionnement.[3]

### I.4.5. Dispositifs supplémentaires

Le confort et la sécurité de soudage sont sans cesse améliorés par la mise en place de dispositifs supplémentaires :

- Arc Force : stabilisation de la qualité de l'arc.
- Hot Start : démarrage et amorçage faciles.
- Antistick : shunt automatique au collage qui limite l'endommagement des électrodes ;
- Soudage pulsé : facilite le soudage sur tôles fines et évite l'effondrement du bain. Le soudage pulsé permet un dépôt régulier du métal d'apport et améliore la pénétration.
- Amorçage HF : sur les postes TIG, l'amorçage Haute Fréquence est déclenché à la gâchette de la torche par le soudeur qui évite l'amorçage au gratté susceptible de contaminer l'électrode.[3]

### I.4.6. Torches à souder

Les torches ce sont principalement des dispositifs de gestion du gaz qui facilitent le travail :

- Pré gaz : purge les canalisations avant amorçage.
- Post gaz : protection de la pièce et de l'électrode tungstène, refroidissement à l'air ou à l'eau des torches à souder, torche orbitale pour la soudure des canalisations et tuyaux.[3]

## I.5. Différent type de soudage:

### I.5.1. Soudage MIG

Le procédé de soudage qu'on utilise est le MIG/MAG (GMAW pour les Anglo-saxons)

**MIG** : soudage à l'électrode métallique sous gaz inerte (argon, hélium ou mélanges) Ces mélanges sont principalement utilisés pour le soudage des aciers inoxydables sensibles, ainsi que des alliages d'aluminium ou de cuivre.

**MAG** : soudage à l'électrode métallique sous gaz actif (le gaz de protection contient des éléments actifs tels que l'oxygène et le dioxyde de carbone).

Extrêmement flexibles et adaptatifs, ces procédés sont utilisés lorsque l'on recherche une productivité élevée et des résultats de haute qualité. [5]

Ils sont mis en œuvre en soudage manuel (semi-automatique) ou dans des installations automatisées /robotisées pour souder les aciers au carbone faiblement alliés, les aciers inoxydables fortement alliés ou les alliages non ferreux comme ceux d'aluminium et de cuivre.[5]

### I.5.2. Procédé MIG/MAG

L'automatisation du procédé MIG/MAG est possible en plusieurs modes et ceci en fonction des besoins du client.[5]

- Pour les assemblages de haute qualité et de très belle présentation des aciers inoxydables et alliés (épaisseur de 0,5 à 3 mm), de l'aluminium et de ses alliages (épaisseur de 1 à 8 mm), du cuivre, des métaux nobles.
- Pour les dépôts anticorrosion et anti usure.
- Pour la réparation des pièces mécaniques (aéronautique)

Tableaux I.1. Sélection du gaz de protection MIG/MAG.[5]

Sélection du gaz de protection MIG/MAG.		
type de métal	protection standard	haute productivité
<b>Acier au carbone</b>		
usage général	ATAL	ARCAL 21
métaux minces	Teral	ARCAL 14
<b>Aciers inoxydables austénitiques</b>		
Usage général	CARGAL	ARCAL 12
Nuances ELC	déconseillé	ARCAL 121
<b>Alliages d'aluminium</b>		
Usage général	Argon	ARCAL 1
Manuel et automatique	déconseillé	ARCAL 32
Automatique	déconseillé	ARCAL 37
<b>Alliages de cuivres</b>		
Usage général	Argon	ARCAL 1
épaisseur moyennes	déconseillé	ARCAL 32
fortes épaisseurs	déconseillé	ARCAL 37

### I.5.3. Soudage TIG

Ce procédé est utilisé lorsque l'on doit obtenir une très haute qualité de soudage (appareils à pression, tuyauteries, récipients pour applications alimentaires, etc ...).Un métal d'apport additionnel peut être mis en œuvre :

- manuellement (baguette)
- sous forme de fil alimenté par un dévidoir séparé dans le cadre d'un procédé automatique [5]

### I.5.4. Procédé Plasma + TIG

Variante du procédé plasma, idéale pour les assemblages de grande taille ou circulaires de grand diamètre, pour des épaisseurs entre 3 et 8 mm.[5]

Tableaux I.2. Sélection du gaz de protection TIG. [5]

Sélection du gaz de protection TIG.		
type de métal	protection standard	haute productivité
Acier au carbone	Argon	ARCAL 1
<b>Aciers inoxydables</b>		
Austénites		
e < 3 mm	Argon	ARCAL 10
3 < e < 5mm	Déconseillé	ARCAL 15
Base Ni	Argon	ARCAL 15
Duplex	Argon	ARCAL 19
<b>Alliages d'aluminium</b>		
Usage général	Argon	ARCAL 31
Manuel et automatique	Déconseillé	ARCAL 32
Automatique	Déconseillé	ARCAL 37
<b>Alliages de cuivres</b>		
Usage général	Argon	ARCAL 31
épaisseur moyennes	Déconseillé	ARCAL 32
fortes épaisseurs	Déconseillé	ARCAL 37

### I.5.5. Soudage ARC

Le soudage à l'arc électrique est une soudage pour assembler des pièces en acier et réparer des objets en acier. Les assemblages obtenus sont très résistants puisque l'acier est mis en fusion et deux éléments soudés ne forment plus qu'une seule masse d'acier. [5]

La soudage est mettre en fusion l'acier des pièces à soudu et de les assembler en un métal d'apport qui est aussi de l'acier, mis en fusion lors du soudage. Pour obtenir cette fusion, il faut une température très élevée, supérieure à 3000 ° C, qui est obtenue par court-circuit entre deux électrodes (la pièce à soudu et l'électrode constituée de métal d'apport) en créant un "arc électrique" qui est une sorte d'étincelle continue de très forte puissance qui dégage à la fois une lumière et une chaleur intenses.[5]

## I.6. Meilleurs marque des postes à souder avec un arc électrique

### I.6.1. Pro-Series PS07572 [6]

Le prix de ce poste à souder est 111.88 dollar et les caractéristiques de cette machine sont dessous :

- Il y a deux variateurs de tension pour bon commande de la chaleur.
- Le rapport cyclique est 20 % pour 50 A, l'entrée primaire est 20 A et la tension en circuit ouvert (max) est 42V AC.
- Le courant de sortie minimal est 50 A et maximal est 70 A, le diamètre des ports des électrodes sont plus de 5/32 pouces.
- Le poids total est 31 pounds.
- Les dimensions de ce poste a souder sont :

15.25 pouces longueur × 7.25 pouce largeur × 13 pouce hauteur.

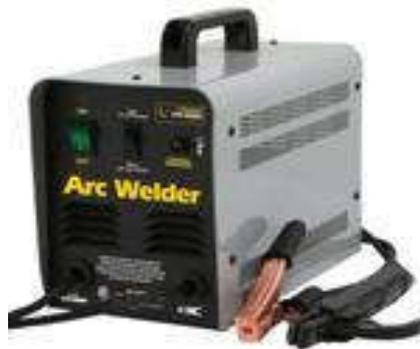


Figure I.1. Le poste à Pro-Series PS07572 120 Volt Arc Welder.

### I.6.2. Forney 301

Le prix de ce poste à souder est 145.45 dollar et les caractéristiques de cette machine sont dessous :[6]

- La baguette de soudage à droite et loin du sachet.
- Sortie de chaleur commandée (variable).
- Le rapport cyclique est 20% dans 60 A.
- L'entrée de tension est 120 V, la fréquence est 60 Hz, avec une protection conter la surcharge thermique pour protéger l'opérateur et l'équipement.
- Le poids total est 29.2 pounds.
- Les dimensions de ce poste à souder sont :

14 pouces longueur × 9 pouces largeur × 11 pouces hauteur.



Figure I.2. Le poste à Souder Forney 301120 Volt Arc Welder.

### I.6.3. Blue Demon BLUEARC-90STI

Le prix de ce poste à souder est 167.65 dollar et les caractéristiques de cette machine est sont comme suit : [6]

- Le blue arc 90STI inverter basé sur une baguette de soudage avec l'option TIG, cette technologie est capable utilisée dans différentes places.
- Le poids total est 12.2 pounds.
- Les dimensions de ce poste a souder sont :

14 pouces longueur × 8 pouces largeur × 11.3 pouces hauteur.



Figure I.3. Le poste à souder Blue Demon BLUEARC-90STI

### I.6.4 Sun Gold Power

Le prix de ce poste à souder est 199 dollars et ses caractéristiques sont dessous : [6]

- Un module de commande avancée IGBT dual 110 V et 220 V. améliore les performances du poste à souder.
- Une compensation automatique pour une fluctuation de tension.
- Le poids total est 15 pounds.
- Les dimensions de ce poste à souder sont :

13.6 pouces longueur × 5.5pouces largeur × 10.4 pouces hauteur.

- La puissance nominale de l'entrée est 7 KVA, le courant de l'entrée est 32 A, le courant de sortie nominale 200 A/ 28 V, Le rapport cyclique nominal est 60%, la fréquence 50/60 Hz et La tension en circuit ouvert 62 V.



Figure I.4. Le poste à Souder Sun Gold Power.

### I.6.5. Ashton Welding BX1-3250AW

Le prix de ce poste à souder est 114 dollars et ses caractéristiques sont : [6]

- La baguette de soudage pour le soudage MMA en courant alternatif.
- La tension d'entrée 110/220 V et la gamme de courant entre 60 - 250 A
- Le rapport cyclique est 10% pour 250 A, l'entrée primaire est 20 A et la tension en circuit ouvert (max) est 48 V.



Figure I.5. Le poste à souder Ashton Welding BX1-3250AW

### I.6.6. Klutch MIG 250S

Le prix de ce poste à souder est 1049.99 dollars et les caractéristiques sont : [6]

- L'onduleur à haute technologie fournit une sortie de soudage DC de qualité exceptionnelle.
- La tension d'entrée 230 V et la gamme de courant entre 40 - 250 A
- Les dimensions de ce poste a souder sont :

36 pouces longueur × 14 pouces largeur × 28 pouces hauteur.



Figure I.6. Le poste à Souder Klutch MIG 250S

### I.6.7. Hobart 500502 Stickmate

Le prix de ce poste à souder est 274.99 dollars et ses caractéristiques sont : [6]

- Un commande du courant infini permet à l'opérateur de régler la sortie par aussi peu que incréments de 1 A.
- La tension d'entrée 230 V et la gamme de courant entre 30 – 205 A
- Le rapport cyclique est 20 % pour 165 A.
- Le poids total est 90 pounds.
- Les dimensions de ce poste à souder sont :

18 pouces longueur × 13 pouces largeur × 19 pouces hauteur.



Figure I.7. Le poste à souder Hobart 500502 Stickmate

### I.6.8. LONGEVITY 721405557523

Le prix est 275 dollar et les caractéristiques sont : [6]

- Opération d'élévateur est disponible, alors vous pouvez connecter une torche TIG.
- La tension d'entrée 110 / 220 V.
- Le poids total est 15 pounds.
- Les dimensions : 20 pouces longueur × 20 pouces largeur × 10 pouces hauteur.



Figure I.8. Le poste à souder LONGEVITY 721405557523

### I.6.9. Rand BX1-100B

Caractéristiques : [6]

- Parfait pour souder tous les types d'acier (jusqu'à 1/4 "d'épaisseur) dans votre maison.
- Réglé facilement à partir de 40-100 ampères en tournant simplement un bouton.
- Le rapport cyclique est 45% pour 40 A.
- Le poids total est 30 pounds.
- Dimensions : 12 pouces longueur × 6.75 pouces largeur × 8.5 pouces hauteur.



Figure I.9. Le poste à souder Rand BX1-100B

### I.6.10. Lotos Pilot LTPDC2000D

Le prix est 544.51 dollars et les caractéristiques sont : [6]

- Le Lotos LTPDC2000D est le premier sur le marché soudeur polyvalent qui permet à l'utilisateur de DC TIG / Stick soudure et plasma coupé tout d'une machine portable.
- Il est capable de couper les différents types de métal jusqu'à 1/2 pouce avec la fonction de découpe au plasma d'arc témoin 50 A.



Figure I.10. Le poste à Souder Lotos Pilot LTPDC2000D

## I.7. Composants nécessaires d'un poste à souder

Le poste de soudage à l'arc avec électrode enrobée, comme celui de la figure I.11, est constitué de plusieurs composants.[7]

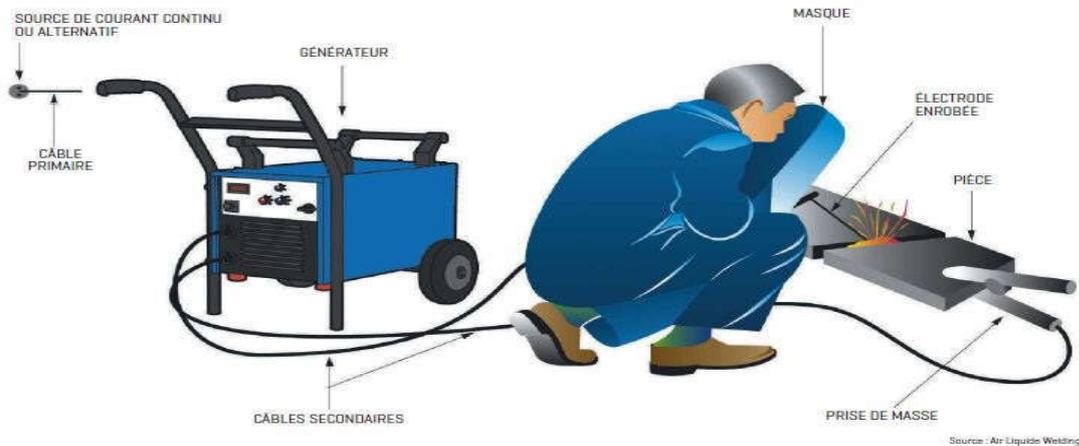


Figure I.11. Composants nécessaires d'un poste à souder

Le matériel de soudage à l'arc se compose de plusieurs éléments :

### I.7.1. Poste à souder

Existent aussi des postes à souder électriques portatifs.



Figure I.12. Poste à souder.

### I.7.2. Electrode de souder

De transport de l'énergie électrique. Il peut être soit fusible (c'est-à-dire que l'électrode fond et devient donc un métal d'apport) soit non fusible (c'est-à-dire que l'électrode ne fond pas).



Figure I.13. Electrode de souder.

### I.7.3. Paramètres de soudage par diamètre des électrodes enrobées : [8]

Lorsque l'intensité est faible, il y a collage de l'électrode enrobée sur la pièce à souder, la fusion est molle et la pénétration est faible, l'amorçage est difficile, une instabilité de l'arc et une mauvaise compacité du métal déposé (présence de défaut type soufflure et inclusion de laitier)

Lorsque l'intensité est trop forte, vous constatez des projections importantes aux abords du joint, des écoulements de métal lors du soudage en position.

Tableaux I.3. Intensité moyenne de soudage pour la position à plat. [8]

Intensité moyenne de soudage pour la position à plat				
Ø électrode	Enrobage mince	Enrobage semi-épais	Enrobage épais	Enrobage R% 110 / 130
Ø 1,6 mm	25 A	30 A	35 A	
Ø 2,0 mm	40 A	50 A	55 A	
Ø 2,5 mm	60 A	70 A	75 A	80 A
Ø 3,2 mm	90 A	100 A	110 A	115 A
Ø 4,0 mm	130 A	150 A	160 A	170 A
Ø 5,0 mm	170 A	190 A	200 A	220 A

### I.7.4. Porte électrode



Figure I.14. Porte électrode

#### Porte électrodes à pince 200 A [9]

60% - 150 A

35% - 200 A

Pour un électrode de diamètre de 1,6 à 4 mm

Pour câble de 25 à 35 mm<sup>2</sup>

Poids de la pince: 330 g

Norme CE EN60974.11

Serrage du câblage par cosse à oeil M5

Modèle : PEC 200

Marque GYS

### I.7.5. Pince de masse pour poste à souder [10]

Pince de masse en tôle 300/400 A avec tresse - GYS



Figure I.15. Pince de masse pour poste à souder

60% - 300 A / 35% - 400 A  
Pince en tôle emboutie zinguée  
Tresse en cuivre  
Contact par plaque de laiton  
Pour câblage 16 à 70 mm<sup>2</sup>  
Fixation par cosse M8  
Longueur totale : 200 mm  
Epaisseur : 23 mm  
Poids de la pince: 270 g  
Modèle : 043213 G  
Marque GYS  
HT : 6,10 € TTC : 7,32 €

### I.7.6. Câble de souder 50 mm<sup>2</sup> [11]



Figure I.16. Câble de souder 50 mm<sup>2</sup>

Câble cuivre spécial souder 50mm<sup>2</sup>  
Diamètre du câble : 10 mm  
Diamètre extérieur de la gaine : 15 mm  
Normes : CE  
La découpe est au mètre,  
Si vous souhaitez 2 mètres linéaire de câble, vous devez commander 2 pièces dans votre panier.  
HT : 15,00 € TTC : 18,00 €

## **I.8.Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons vu un historique sur le soudage avec un arc électrique, définition d'un poste à souder ainsi que les caractéristiques des postes à souder et les différents types de soudage. Puis, on a vu les prix et les caractéristiques des meilleures marques des postes à souder avec un arc électrique avec les composants d'un poste à souder.

Les prix des postes à souder dépendent aux matières de fabrication.

Le refroidissement des postes à souder prend une place importante pour mener une longue durée de vie de l'appareil et travailler sans interrompre ce qui nous permet d'exploiter le temps d'une manière favorable.

Le poste à souder est en général alimenté en énergie électrique par le courant provenant de réseaux électrique. Ce courant est transformé en courant plus fort par un transformateur abaisseur. Le chapitre suivant décrit ce type de transformateur.

### 0III.1. Introduction

Dans ce chapitre, on va décrire la procédure qui a été suivie pour la réalisation du poste à souder. Pour se faire, on a récupéré de la casse un poste à souder qui était en panne. Ce poste a des dimensions normalisées et de technologie acceptable (Fig.III.1.). De plus le bobinage primaire et secondaire est fabriqué par de l'Aluminium.

### III.2.les différentes étapes de la construction de notre poste à souder

Pour la réalisation du poste à souder un transformateur doit être construit concernant les bobines primaire et secondaire les files électriques sont disponibles sur le marché. Pour le circuit magnétique qui est formé de tôles empilées. Ces tôles sont utilisées dans la fabrication du circuit, mais de type spéciale qui ne sont pas disponibles sur le marché, la solution était de récupérer un transformateur avec des bobines endommagées.

#### III.2.1 Circuit magnétique

La figure ci-dessous représente un transformateur d'un poste à souder à arc endommagé que nous avons ramené pour que nous utilisions son circuit magnétique



Figure III.1. transformateur d'un poste à souder endommagé

### III.2.2 Démontage et nettoyage du transformateur

Dans cette partie nous avons suivi les démarches suivantes : figure III.2

- Démonté notre transformateur.
- Enlevé les deux bobines primaire (endommagé) et secondaire du circuit magnétique.
- Récupéré les plaques de tôle et les nettoyées.



Figure III.2.démontage et nettoyage de notre transformateur

### III.2.3. Calcul des paramètres du transformateur

Le calcul des paramètres du transformateur à vide constitué d'un primaire et d'un circuit magnétique passe par l'utilisation de la loi de Boucherot :

$$U_1 = 4.44 \times f \times S \times B_m \times N_p$$

La fréquence d'utilisation  $f$  est la fréquence industrielle  $f = 50$  Hz. Pour l'induction magnétique maximale  $B$  ces tôles saturent pour une induction max de 1.2 T ou 0.85 T eff.

Pour avoir un nombre de spires  $N$  minimal, on peut recourir à l'augmentation de la section  $S$  (Section du circuit magnétique) pour une tension d'utilisation monophasée  $U$  majorée de 230V.

Suivant les tôles disponibles, on a pu avoir une section de  $S=5 \times 7.5 = 37.5 \text{ cm}^2$ . Alors le nombre de spires est évalué comme suit :

$$N_p = \frac{U_1}{4.44 \times f \times S \times B_m} \rightarrow N_p = \frac{230}{4.44 \times 50 \times 37.5 \times 10^{-4} \times 1.2} = 230.23$$

$N_p = 230.23$  spires  $\approx 230$  spires (une majoration à 233 spires a été faite)

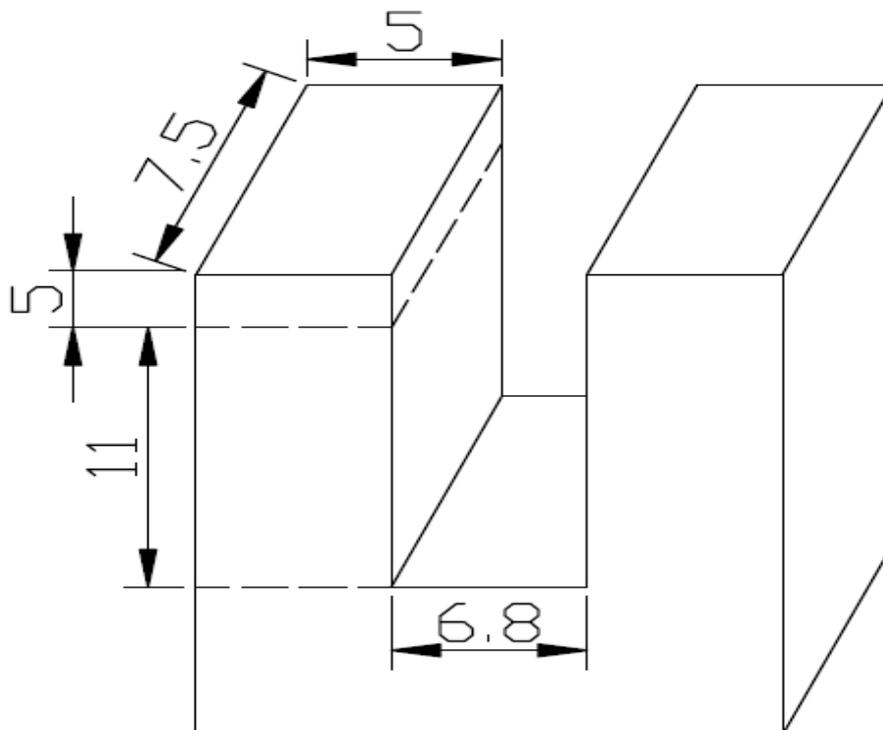


Figure III.3. dimensionnement du circuit magnétique

### III.2.3.1 Calcul des courants dans les bobines (théorique)

Pour ces tôles d'acier magnétique l'équivalence à l'induction magnétique de 1.2 T est un champ magnétique de  $H = 847 \text{ A/m}$ . Cela nous permet d'évaluer la valeur du courant efficace en connaissant la longueur moyenne (55 cm) suivant la formule suivante :

$$I = \frac{H \times L}{N_p} = \frac{847 \times 0.55}{233} = 2 \text{ A}$$

Cela nous donne un courant efficace de 2A. La puissance est de  $230\text{V} \times 2\text{A} = 0.46 \text{ kVA}$  à vide

Le fil utilisée est en Cuivre de section  $4.2 \text{ mm}^2$  supporte un courant de 20 A, alors la puissance de cet poste à soudeuse est de  $230\text{V} \times 20\text{A} = 4.6 \text{ kVA}$ .

En pratique, en court circuit on a trouvé que le courant primaire atteint 10A donnant une puissance de 2.3 kVA.

### III.2.3.2 Calcul du nombre de spires secondaire :

Le nombre de spires secondaire peut varier suivant le courant secondaire. Il peut varier de la simple spire à plusieurs spires. Pour notre part puisqu'on a un conducteur en Aluminium de section  $2.9\text{mm} \times 8.4\text{mm} = 24.36\text{mm}^2$  et support  $2\text{A}/\text{mm}^2$ , le courant disponible au niveau secondaire est de 48 A. Le courant secondaire sera divisé par le courant primaire qui est de 10A admissible cela donne un rapport de transformation égale à  $48/10 = 4.8$ . le nombre de spires secondaire est aboutit par la division du nombre de spires primaire au rapport de transformation, on aura 48.5~49 spires dans le secondaire.



Figure III.4 le bobinage secondaire

### III.2.3.3 Choisir de la section du fil de bobinage primaire

On a choisi un fil de 2.34 mm pour ces caractéristiques équitables avec notre travaille (le courant 10A)

La caractéristique du fil pour l'intensité 5A/1mm<sup>2</sup> de section de fil

$$s = \frac{20A}{5} = 4\text{mm}^2$$

Donc un fil de diamètre 2 mm mais on a utilisé un diamètre de 2.34 mm car le 2 mm n'est pas disponible sur le marché.

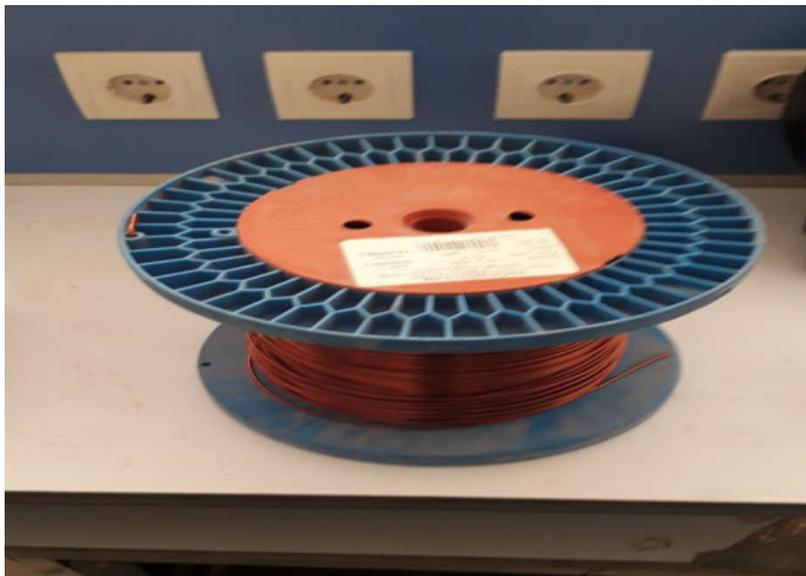


Figure III.5. Rouleau de fil de cuivre 2.34 mm

### III.2.3.4 Nombre des couches et nombre de spires par couche

#### 1. Nombre de spires en une seule couche :

Nombre des spires dans une couche = hauteur du circuit magnétique / le diamètre du fil primaire

$$Ns/\text{cou} = \frac{Hc}{D}$$

$$Ns_{1\text{cou}} = \frac{90}{2.34} = 38.5 = 39 \text{ spires}$$

## 2. Nombre des couches totale :

Nombre des couches = nombre totale des spires / nombre de spire par couche

$$N_c = \frac{N_p}{N_{s1cou}}$$

$$N_c = \frac{233}{39} = 5.97 = 6 \text{ couches}$$

### III.2.3.5 Calcul de l'épaisseur de la bobine primaire E1

$E_1$  = Nombre de couche  $\times$  diamètre de file primaire

$$E_1 = N_{Cou} \times D_f$$

$$E_1 = 6 \times 2.34 = 14.04 \text{ mm} = 1.404 \text{ cm} < 6.8 \text{ cm}$$

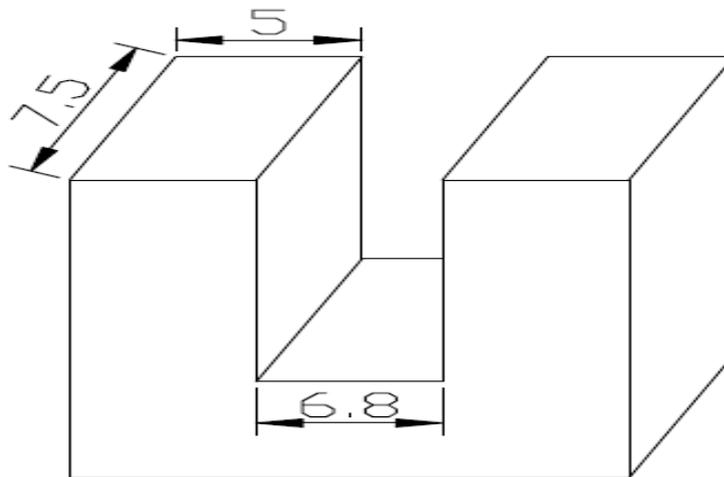


Figure.III.6 Dimension de fenêtre du circuit magnétique.

### III.2.3.6 Mesure de la longueur du fil de bobinage primaire :

Périmètre du gabarit =  $(6+8) \times 2 = 28 \text{ cm} = 0.28 \text{ m}$

Longueur du fil pour chaque couche = périmètre  $\times$  Nombre de spires par couche

$$L_{1cou} = P_e \times N_{s1cou} \leftrightarrow L_{1cou} = 0.28 \times 39 = 10.92 \text{ m (1}^{\text{ère}} \text{ couche)}$$

**Remarque :** Pour chaque couche on ajoute  $(2.34 \times 4 = 9.36 \text{ mm} = 0.00936 \text{ m})$  au périmètre

$$P_e = 0.28 + 0.00936 = 0.28936 \text{ m}$$

$$L_2 = P_2 \times N_{s1cou} = 0.28936 \times 39 = 11.28504 \text{ m (2}^{\text{ème}} \text{ couche)}$$

### III.2.3.7 Calcul théorique des couches :

Tableau III.1. nombre de métrage de cuivre utilisé (théoriquement)

N <sup>bre</sup> de couches	Longueur du fil par couche
1 <sup>ère</sup> couche	= $0.28 \times 39 = 10.92$ m
2 <sup>ème</sup> couche	= $0.28936 \times 39 = 11.28504$ m
3 <sup>ème</sup> couche	= $0.29872 \times 39 = 11.65008$ m
4 <sup>ème</sup> couche	= $0.30808 \times 39 = 12.01512$ m
5 <sup>ème</sup> couche	= $0.31744 \times 39 = 12.38016$ m
6 <sup>ème</sup> couche	= $0.3268 \times 39 = 12.7452$ m
Total	71 m

### III.2.3.8 Le nombre de spires par couche réalisé

Tableau III.2. nombre de spires par couches (pratiquement)

Nombre de couche	Nb de spire par couche
1 <sup>ère</sup> couche	<b>39 spires</b>
2 <sup>ème</sup> couche	<b>39 spires</b>
3 <sup>ème</sup> couche	<b>39 spires</b>
4 <sup>ème</sup> couche	<b>39 spires</b>
5 <sup>ème</sup> couche	<b>39 spires</b>
6 <sup>ème</sup> couche	<b>38 spires</b>

#### Remarque :

On conclue des deux tableaux (pratique et théorique) que le nombre des spires par couche n'est pas le même parce que notre moyen de bobinage est manuel et n'est pas précis (avec une machine à bobiner).

### III.2.4.construction de notre support de bobinage (gabarit)

Dans cette partie on a mesuré notre circuit magnétique puis on a construit un gabarit (support bobine) en bois avec les dimensions correspondantes

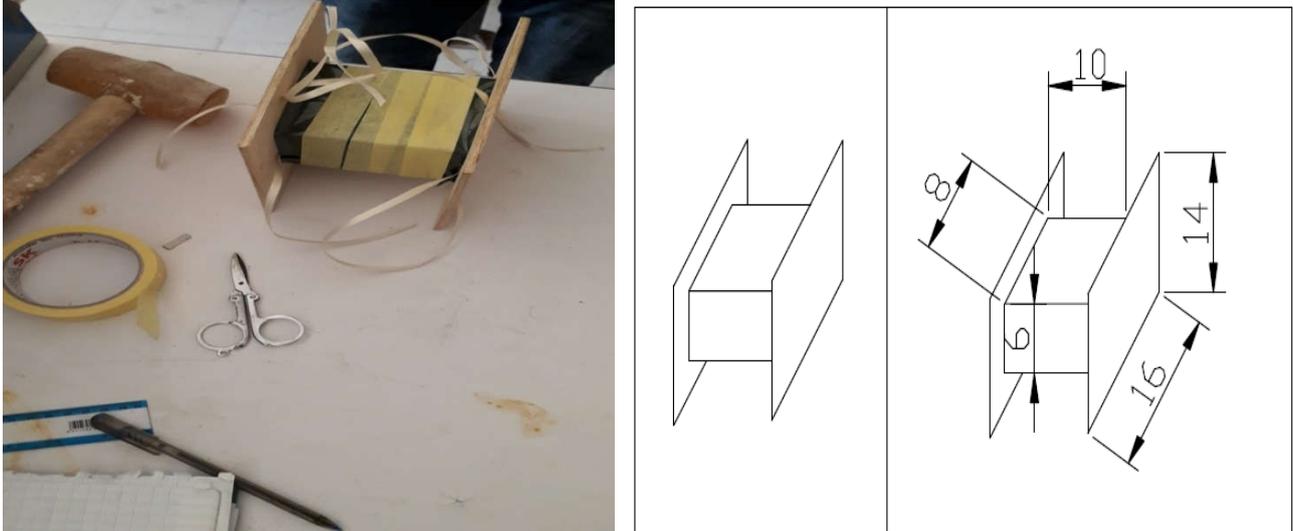


Figure III.7.Gabarit du bobinage

### III.2.5.Bobinage et isolation de la bobine primaire

Dans cette étape on commence le bobinage à l'aide du gabarit avant chaque couche on isole à l'aide du papier kraft et on ajoute à l'extrémité des couches des bout de fils pour tenir la bobine figure III.6 ci-dessous.



Figure III.8. Papier kraft



Figure.III.9. bobinage primaire nouveau.



Figure.III.10. Bobinage primaire secondaire et place dans le circuit magnétique.

### III.2.6. Fermeture du circuit magnétique .

Après placement de la bobine primaire et secondaire on procède maintenant au montage des tôles. Chaque tôle sera croisée avec la précédente



Figure.III.11. Remontage des tôles.



Figure.III.12. Serrage des tôles

### III.2.7. Testes sur le poste à soudure réalisé

#### III. 2.7.1. Pertes Fer

Il faut rappeler un peu de théorie et parler des différentes pertes dans un transformateur. En premier lieu, il y a des pertes dans le fer, car après tout le circuit magnétique s'il est en fer reste tout de même un mauvais conducteur. On les regroupe sous le terme pertes "Fer" constituées des pertes par "courants de Foucault" et par "hystérésis".

Pour minimiser ces pertes, il faut utiliser des matériaux à faibles pertes (Tôles au silicium, à grains orientés). On remarquera que les pertes 'Fer' sont fixes, que le transformateur soit à vide, en charge ou en court circuit.

#### III. 2.7.2 Pertes Joule

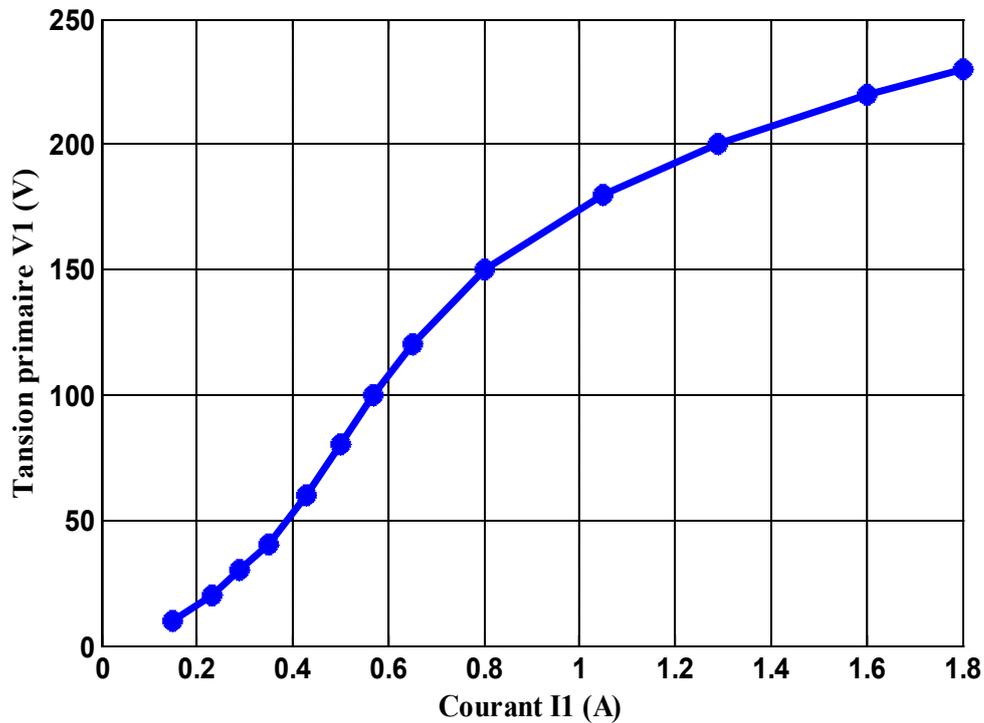
Tout le monde connaît ces pertes, ce sont les pertes dues à la résistance des fils de l'aluminium. Certes l'Aluminium est un bon conducteur, mais il reste avec le cuivre le métal utilisé pour les fils des postes à soudure. Ces pertes joules vont donc s'ajouter aux pertes "Fer" du transformateur.

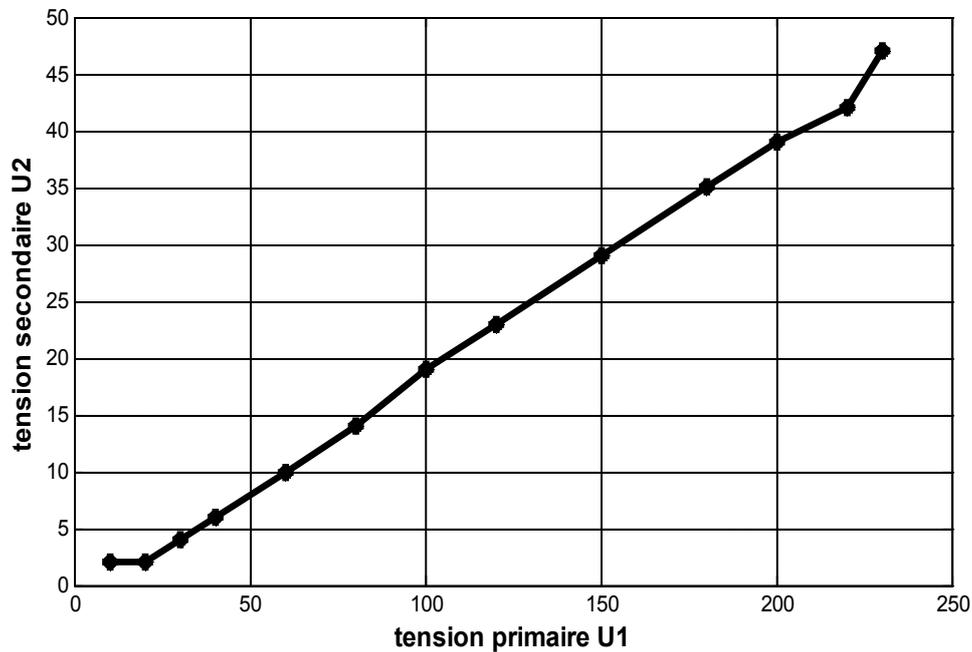
On notera que ces pertes "Joule" vont donc augmenter en même temps que la puissance transmise. La température de fonctionnement des transformateurs en charge sera principalement due à ces pertes Joule. Une petite partie des pertes "Joule" est également constante et correspond au courant à vide du transformateur (ou courant magnétisant). On notera que les "pertes à vide" sont constituées des pertes "Fer" et des pertes "Joule" du courant magnétisant.

Nous avons mesuré la caractéristique à vide du transformateur abaisseur pour différentes tensions primaires (Tab. I). Ces mesures ont montré que pour la tension nominale qui est de 230 V, le courant primaire ne dépassent pas 2 A exigé par le fil conducteur (fig.13a). D'après ces mesures, on peut constater que le rapport de transformation est égale 4.8 (48 V tension secondaire / 230 V tension primaire) (fig.13b).

Tab.III.3. Caractéristique à vide

Caractéristique à vide		
$U_1$ (V)	$U_2$ (V)	$I_1$ (A)
10	2	0,15
20	2	0,23
30	4	0,29
40	6	0,35
60	10	0,43
80	14	0,50
100	19	0,57
120	23	0,65
150	29	0,80
180	35	1,05
200	39	1,29
220	42	1,60
230	48	1,80

a) Caractéristique  $U_1/I_1$



b) Caractéristique U2/U1

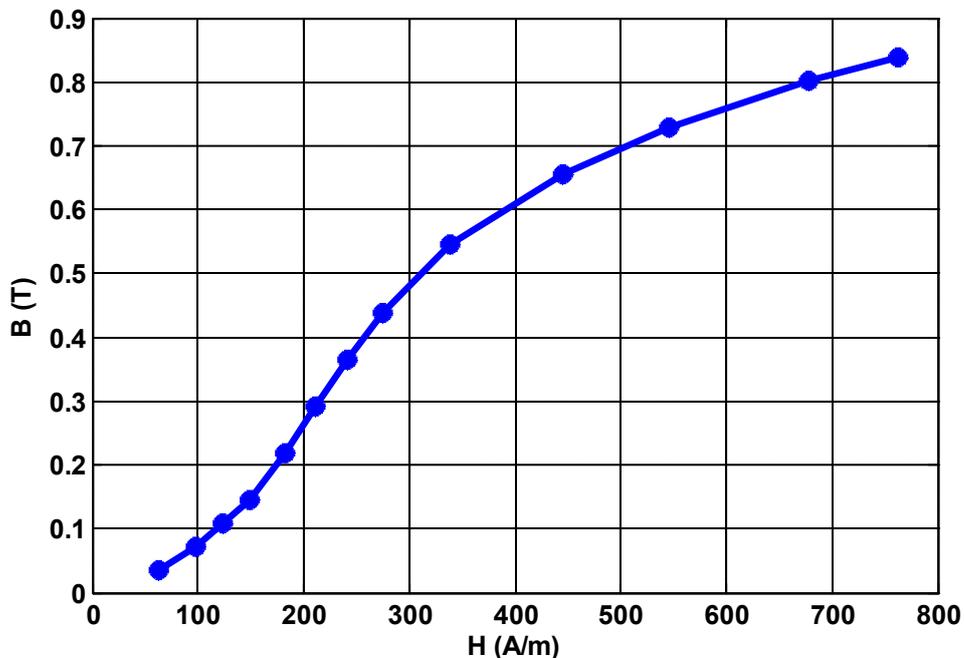
Figure.III.13.Caractéristique expérimentale à vide

On peut déduire la courbe de la première aimantation de l'induction magnétique  $B$  en fonction du champ magnétique  $H$  du circuit magnétique, tel que :

$$B = \frac{U_1}{N_1 \times \omega}$$

$$H = \frac{N_1 \times I_1}{L}$$

D'après cette courbe, on voit que pour la tension primaire admissible de 230V, le circuit magnétique ne sature pas complètement et atteint une induction de 0.85T engendrant un champ magnétique qui n'est pas intense 780A/m qui correspond à un courant de 1.8A.



**Figure.III.14.**Caractéristique de l'induction magnétique B en fonction du champ magnétique H du circuit magnétique

On comprendra facilement que dans les conditions de travail, les résultats ne tomberont jamais de façon absolument rigoureuse. Cependant les résultats seront au moins tout aussi satisfaisants que les matériels du commerce. On peut signaler qu'un transformateur est fait pour travailler et donc pour une puissance nominale de service, et qu'en dehors de cela, les valeurs ne sont qu'approchées. Notre poste à soudeur travail en court-circuit inter-mittent. Le courant primaire augmente d'une manière très courte engendrant des pertes Joules et Fer qui vont limiter la durée de vie de notre poste à soudeur (Figure.III.13). Le coût de ce poste est estimé à 20000 DA.



Figure.III.15. Poste a soudé finale

### III.2.8. Protection de poste

1. Un ventilateur (220V) pour le refroidissement du transformateur.
2. Disjoncteur (16A) utilisé pour limité l'augmentation soudain du courant.

### III.3. Conclusion

On a pu réaliser un poste à souder que nous avons récupéré endommagé de la casse. Le bobinage du primaire était important pour le bon fonctionnement du poste. Le secondaire a été utilisé tel qu'il est. Cette étude nous a permis de bien maîtriser la technologie de ces postes à souder et nous a donné une impulsion pour ouvrir une petite entreprise de fabrication et de réparation de ces postes. Connaissant le marché on n'a pas trouvé des réparateurs qualifiés dans le domaine. Je pense que cette étude va aider d'autres étudiants à l'avenir.

## II.1.Introduction

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

## II.2.Définition

Le transformateur est un convertisseur « alternatif-alternatif » qui permet de modifier la tension efficace d'une tension alternative en maintenant la fréquence et la forme de l'onde inchangée. Les transformateurs sont des machines entièrement statiques, cette absence de mouvement est d'ailleurs à l'origine de leur excellent rendement. Leur utilisation est primordiale pour le transport de l'énergie électrique où l'on préfère « transporter des volts plutôt que des ampères ». Ils assurent l'élévation de tension entre la source et le réseau de transport, En outre, le transformateur procure un isolement entre réseaux et permet de changer de régime de neutre. Les transformateurs sont réalisés en toutes puissances et tensions, de quelques VA et à basse tension pour l'alimentation de circuits électroniques à quelques centaines de MVA et de kV pour l'alimentation ou le couplage des réseaux de transport de l'énergie électrique. Le transformateur est également utilisé comme adaptateur d'impédance en électronique. [12]

## II.3.Invention

1831 Michael Faraday réussit à induire un courant dans un circuit électrique secondaire.

1832 Joseph Henry observe l'étincelle se produisant à l'ouverture d'un circuit électrique et nomme ce phénomène extra-courant de rupture. C'est la découverte de l'auto-induction.

1835 Charles Grafton Page expérimente un autotransformateur.

1837 Nicholas Joseph Callan réalise le premier transformateur composé d'un primaire et d'un secondaire.

1838 Charles Grafton Page construit une bobine d'induction qui peut être considérée comme l'ancêtre de la bobine de Rhumkorff.

1845-1850 Antoine Masson et Louis Bréguet fabriquent une bobine d'induction à axe verticale.

1851-1856 Heinrich Ruhmkorff met au point la bobine qui porte son nom en se basant sur les travaux de ses prédécesseurs et en fait un instrument scientifique performant qu'il soit commercialisé.

En 1883, Lucien Gaulard et John Dixon Gibbs réussissent à transmettre pour la première fois, sur une distance de 40 km, du courant alternatif sous une tension de 2000 volts à l'aide d'un transformateur avec un noyau en forme de barres. En 1884, Lucien Gaulard, jeune électricien français, présente à la Société Française des Electriciens un « générateur secondaire » dénommé depuis transformateur.[13]

En 1884 Lucien Gaulard met en service une liaison bouclée de démonstration (133 Hz) alimentée par un courant alternatif sous 2000 volts et allant de Turin à Lanzo et retour (80 km). On finit alors par admettre l'intérêt du transformateur qui permet d'élever la tension délivrée par un alternateur et facilite ainsi le transport de l'énergie électrique par des lignes à haute tension. [13]

Ainsi, en 1885, les Hongrois Károly Zipernowsky, Miksá Déry et Otto Titus Bláthy mettent au point un transformateur avec un noyau annulaire commercialisé dans le monde entier par la firme Ganz à Budapest.[13]

Le transformateur de Gaulard de 1886 n'a pas grand chose à envier aux transformateurs actuels, son circuit magnétique fermé (le prototype de 1884 comportait un circuit magnétique ouvert, d'où un bien médiocre rendement) est constitué d'une multitude de fils de fer annonçant le circuit feuilleté à tôles isolées. [13]

#### II.4.Utilisations du transformateur

Dans les réseaux de distribution électrique, le but est de transférer de l'énergie électrique  $W[J]$  avec lamions de pertes possibles entre la centrale et le consommateur.

Les pertes sont dues essentiellement à l'**effet joule**. Elles sont proportionnelles au carré de l'intensité du courant électrique  $I$ .

$$W_j = R \cdot I^2 \cdot t [J]$$

Au moyen d'un transformateur, il est possible de modifier les grandeurs électriques et de diminuer ces pertes. [16]

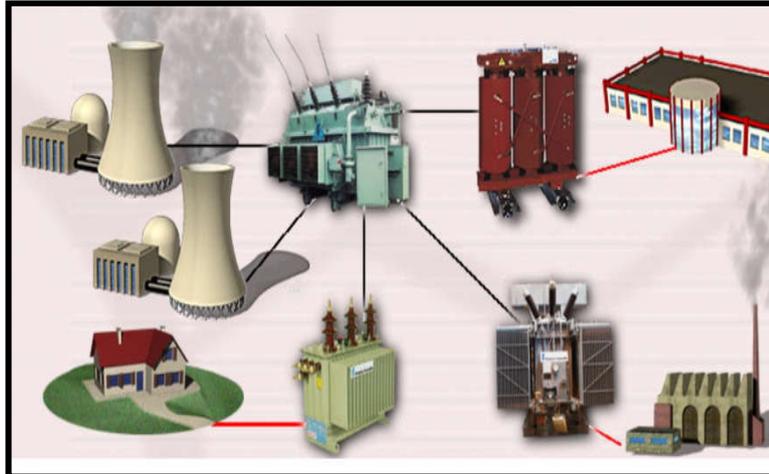


Figure II.1. Domaine d'utilisation des transformateurs

## II. 5. Symbole du transformateur

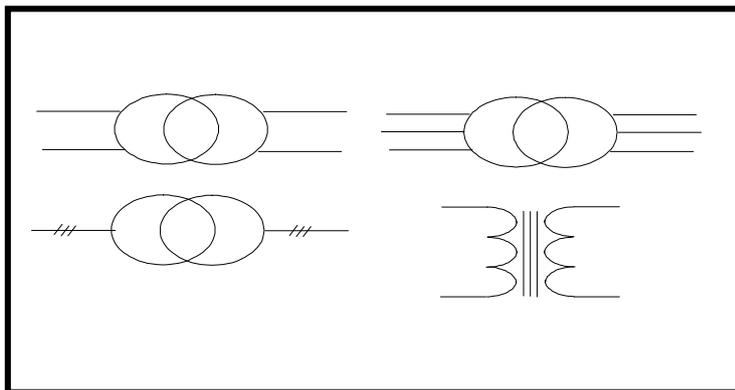


Figure II.2. Symbole du transformateur

## II. 6. Schéma équivalent d'un transformateur

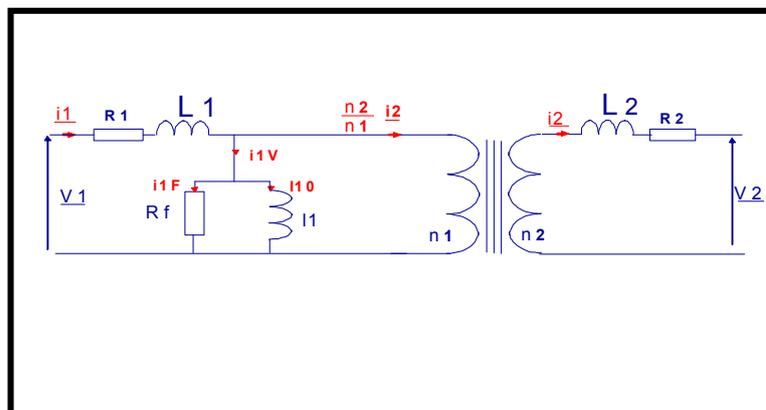


Figure II.3. Schéma équivalent d'un transformateur

$V_1$ : tension primaire	$V_2$ : tension secondaire
$R_1$ : résistance primaire	$R_2$ : résistance secondaire
$L_1$ : réactance primaire	$L_2$ : réactance secondaire
$I_1$ : réactance magnétique	$i_1$ : courant de primaire
$R_f$ : résistance de fer	$i_2$ : courant de secondaire

## II.7. Transformateur idéal

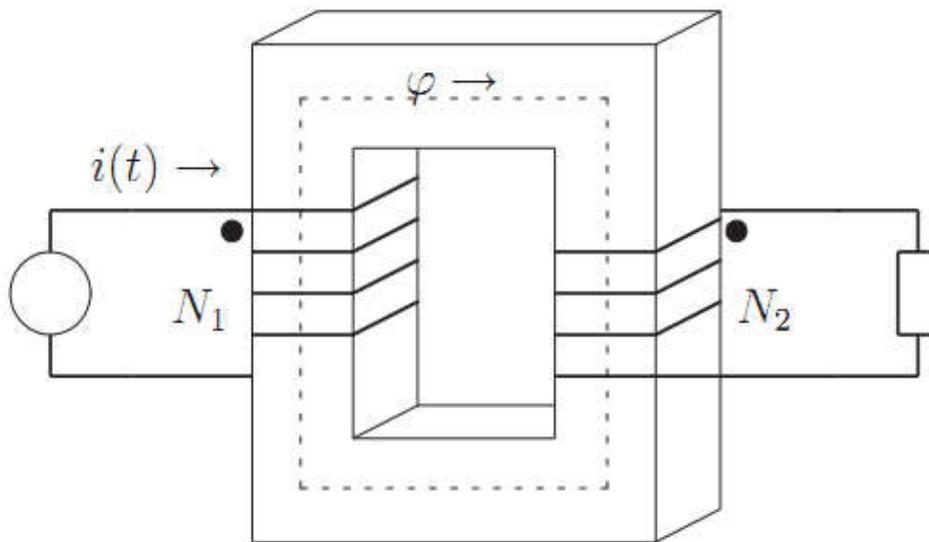


Figure II.4. Le transformateur

Si on reprend la bobine de la Figure II.4, on définit un transformateur idéal ayant les caractéristiques suivantes : [15]

1. La résistance dans les fils (au primaire et secondaire) est nulle.
2. Le noyau magnétique est parfait ( $\mu = \infty, p = 0$ ).

Si on étudie les implications de ces simplifications, on voit que la réluctance du noyau sera nulle, et donc il n'y a pas de fuite. Le flux est donc totalement contenu à l'intérieur du noyau. Le couplage magnétique entre le primaire et le secondaire est parfait ; tout le flux du primaire, se rend au secondaire. [Un paramètre de couplage,  $k$ , est défini dans le cas non-idéal ; pour un transformateur idéal,  $k = 1$ ].

Le circuit équivalent du transformateur idéal est donné dans la Figure II.5 : [15]

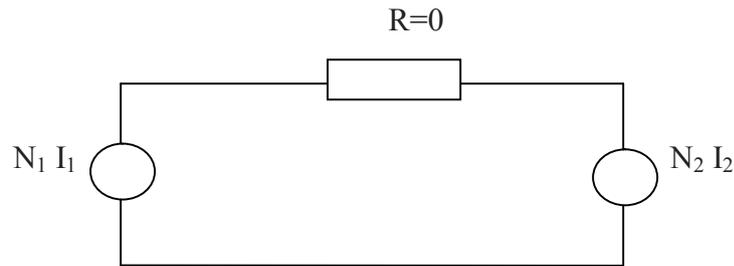


Figure II.5. Circuit équivalent du transformateur idéal

Selon le circuit précédent, on a :

$$N_1 I_1 - N_2 I_2 = R \varphi = 0 \quad (2.1)$$

### II.7.1. Rapport de transformation

On peut écrire les équations suivantes : [16]

$$\phi_1 = \phi_2 \quad (2.2)$$

$$U_1 = 4,44 \cdot F \cdot N_1 \cdot \phi_{Max} [V] \quad (2.3)$$

$$U_2 = 4,44 \cdot F \cdot N_2 \cdot \phi_{Max} [V] \quad (2.4)$$

Des équations ci-dessus on tire l'expression du rapport de transformation d'un transformateur.

Le rapport de transformation  $m$  exprime la relation entre la tension  $U_1$  et la tension  $U_2$  d'un Transformateur. Ce rapport ne pas d'unité.

$$m = \frac{N_1}{N_2} \text{ mais nous savons que } m = \frac{U_1}{U_2}$$

Réécrivons le tout

$$m = \frac{N_1 \cdot V_1}{N_2 \cdot V_2} \quad (2.5)$$

### II.7.2. Fonctionnement à vide

Le fonctionnement à vide du transformateur est obtenu lorsqu'on ne branche aucune charge au secondaire. Ceci nous donne le circuit suivant : [15]

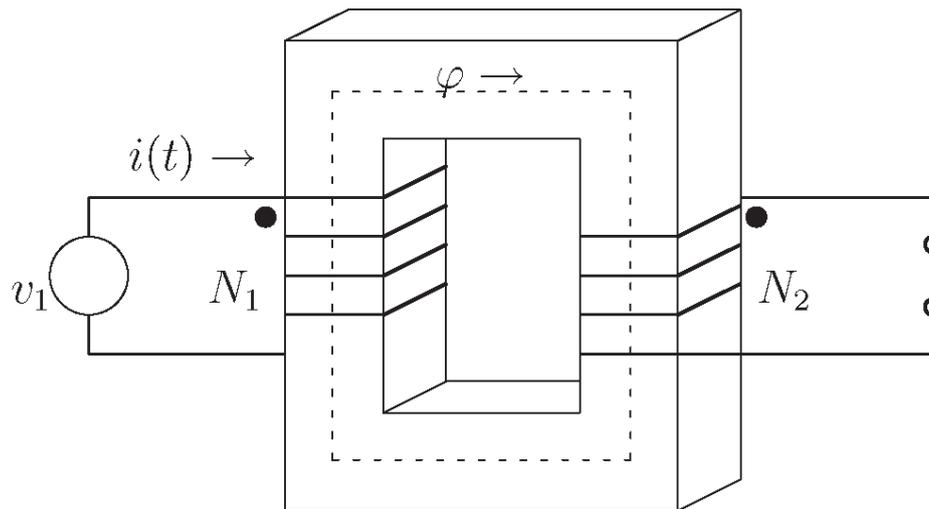


Figure II.6. Le transformateur a vide

Dans ce cas, on obtient la relation suivante : [15]

$$U_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt} \tag{2.6}$$

qu'on peut réarranger pour obtenir :

$$\phi = \frac{1}{N_1} \int u_1 dt \tag{2.7}$$

Le flux magnétique total couplé au secondaire est proportionnel au nombre de tours  $N_2$  :

$$\Lambda_2 = N_2 \phi = N_2 \left\{ \frac{1}{N_1} \int u_1 dt \right\} \tag{2.8}$$

La force électromotrice induite dans la bobine secondaire est donnée par la loi de Faraday :

$$e_2 = \frac{d\Lambda_2}{dt} = \frac{N_2}{N_1} \frac{d}{dt} \left\{ \int u_1 dt \right\} = \frac{N_2}{N_1} u_1 \tag{2.9}$$

( $e_2$  représente la tension aux bornes du noyau, entre les deux bornes de l'enroulement. Si la résistance du fil de cuivre est nulle,  $e_2 = v_2$ ). La force électromotrice induite dans le primaire est : [15]

$$e_1 = \frac{d\Lambda_1}{dt} = \frac{d}{dt} \left\{ N_1 \phi \right\} = \frac{d}{dt} \left\{ N_1 \frac{1}{N_1} \int u_1 dt \right\} = u_1 \tag{2.10}$$

Qu'on peut réarranger pour obtenir :

On obtient donc :

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} \tag{2.11}$$

On définit le rapport de transformation  $a$  comme étant le rapport du nombre de tours du transformateur. Donc : [15]

$$a = \frac{N_1}{N_2} \tag{2.12}$$

Le circuit équivalent du transformateur a vide est (Figure II.7)

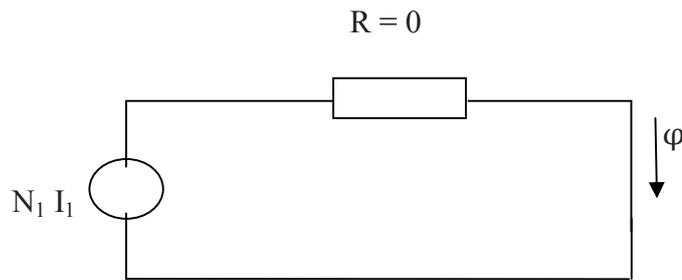


Figure II.7. Circuit équivalent du transformateur à vide

Le flux magnétique  $\varphi$  est différent de zéro mais la force magnétomotrice de la bobine au primaire est nulle, puisque  $N_1 I_1 = R \varphi = 0$ . Le courant dans la bobine au primaire est nul. [15]

### II.7.3. Polarité d'un transformateur

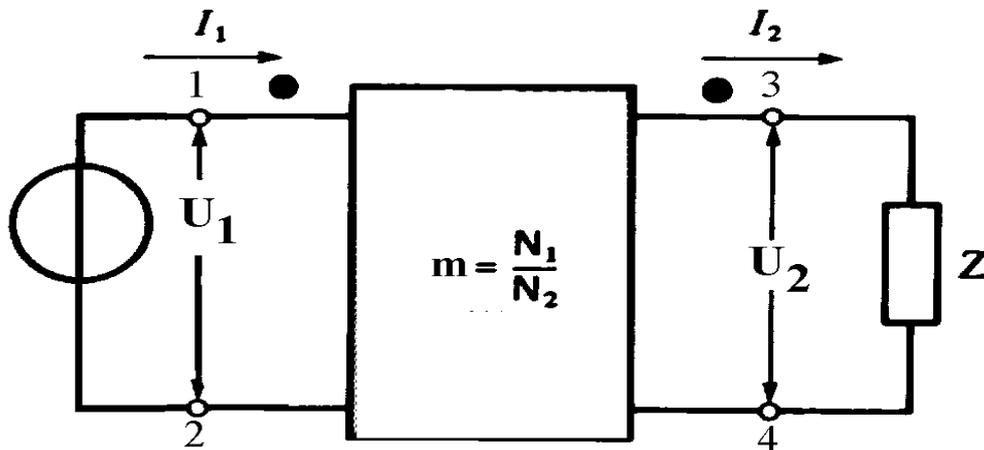


Figure II.8. Circuit équivalent du transformateur

Supposons qu'au moment où les tensions atteignent leur maximum, la borne 1 soit positive par rapport à la borne 2, et que la borne 3 soit positive par rapport à la borne 4. On dit alors que les bornes 1 et 3 possèdent la même *polarité*. On l'indique en plaçant un point noir vis-à-vis la borne 1 et un autre près de la borne 3. Ces points sont appelés *marques de polarité*. [16]

On peut réaliser un test de polarité d'un transformateur de la manière suivante :

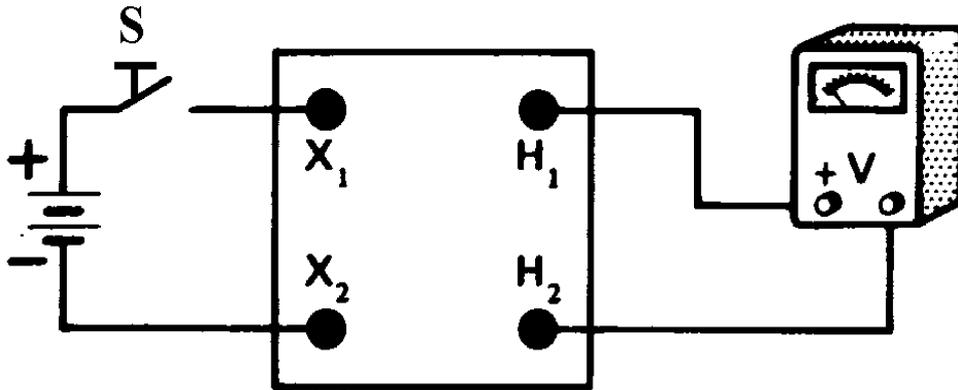


Figure II.9. test de polarité d'un transformateur

On raccorde une pile de 1,5 [V] aux bornes basse tension du transformateur à travers un poussoir S. [16]

Lors de la fermeture (une seule impulsion) du poussoir, une tension est induite dans le secondaire. Si à ce instant l'aiguille du voltmètre dévie dans le bon sens, la borne du transformateur reliée à la borne positive du voltmètre est marquée H1 et l'autre est marquée H2. Quant aux bornes à basse tension, celle qui est reliée au pôle positif de la pile se nomme X1 et l'autre X2. [16]

#### II.7.4. Fonctionnement en charge du transformateur idéal

Lorsqu'on branche une charge au secondaire, avec une source sinusoïdale, on obtient le circuit suivant (Figure II.10) : [15]

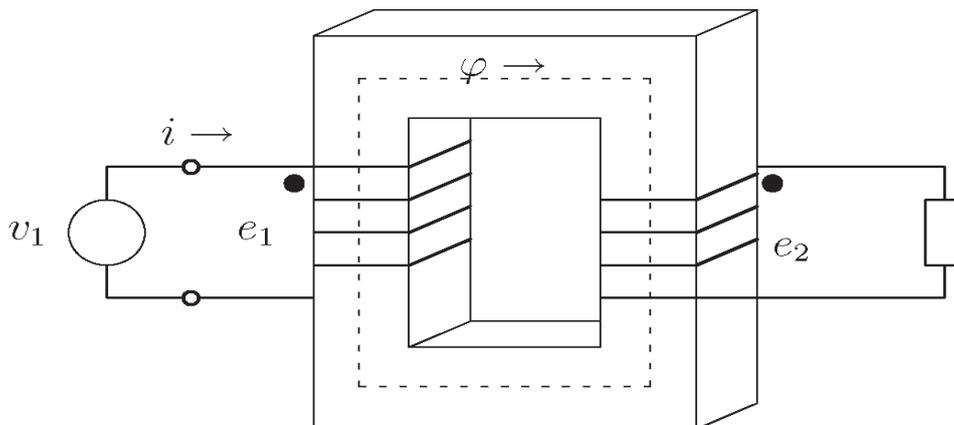


Figure II.10. Le transformateur en charge

On obtient le circuit équivalent suivant (Figure II.11) :

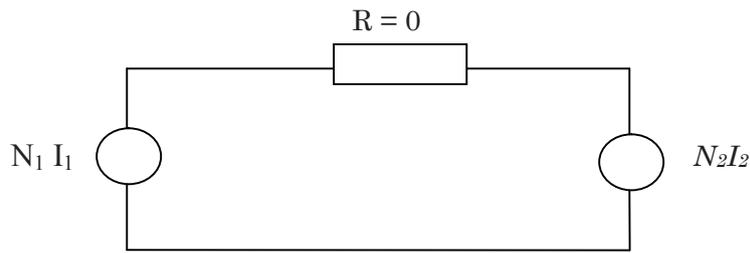


Figure II.11. Circuit équivalent du transformateur idéal

La réluctance est nulle parce que la perméabilité est infinie. Donc, on obtient : [15]

$$N_1 I_1 - N_2 I_2 = R \varphi = 0 \quad (2.13)$$

d'où on retrouve :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a} \quad (2.14)$$

La puissance instantanée est :

$$u_1 i_1 = u_2 i_2 \quad (2.15)$$

### II.7.5. Rapport des courants

De l'équation précédente on tire : [16]

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad (2.16)$$

En comparant l'équation précédente à l'équation du rapport de transformation, on constate que le rapport des courants est l'inverse de celui des tensions. Autrement dit, ce que l'on gagne en tension, on le perd courant, et vice versa.

### II.7.6. Puissance apparente S du transformateur idéal monophasé

La tension  $U_1$  appliquée au primaire engendre un courant  $I_1$ . Le produit de ces 2 grandeurs se nomme la puissance apparente  $S_1$ . Dans un transformateur idéal, cette puissance apparente  $S$  est constante entre le primaire et le secondaire. Nous pouvons donc écrire que dans ce cas: [16]

$$S_1 = S_2 \quad (2.17)$$

Mais nous connaissons la relation suivante

$$S = U \cdot I \text{ [VA]} \quad (2.18)$$

Ce qui nous donne la relation

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \quad (2.19)$$

Le rapport de transformation  $m$  peut être exprimé à l'aide des courants

$$m = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (2.20)$$

### II.7.7. Modèle du transformateur idéal

Un transformateur peut être représenté par le circuit de la Figure II.12 [15]

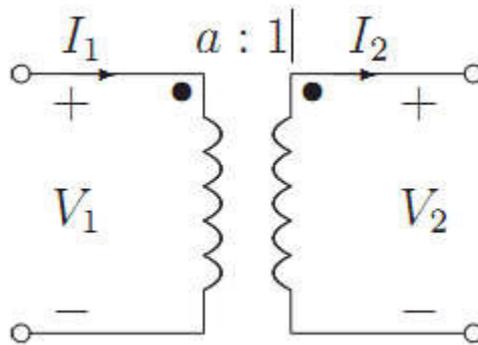


Figure II.12. Circuit équivalent du transformateur idéal, en charge

Dans ce circuit, on a : [15]

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a \quad (2.21)$$

### II.8. Transformateur réel

Le transformateur réel ne possède pas des caractéristiques parfaites comme le transformateur idéal. On doit tenir compte de : [15]

1. Noyau magnétique. Le noyau possède une caractéristique  $B(H)$  non-linéaire, avec hystérésis, et une perméabilité non-infinie ( $\mu_r = 1$ ).

2. Bobinages. Les bobinages sont en aluminium, ayant une résistivité non-nulle ( $\rho \neq 0$ ).

Compte tenu de ces caractéristiques, on peut déduire six sources de pertes dans le transformateur : [15]

1. Puisque la perméabilité du noyau est non-infinie, la reluctance du noyau ne sera pas nulle.

Il y a par conséquent des fuites de flux :

(a) au primaire et (b) au secondaire

2. On a déjà vu qu'il existait des fuites par hystérésis et des fuites par courants de Foucault.

3. La résistivité des fils de cuivre implique une résistance interne au primaire et au secondaire.

Les conséquences de ces phénomènes parasites sont :

- Le rendement du transformateur est inférieur à 100%.
- Le rapport de tension entre le primaire et le secondaire ne sera pas exactement égal au rapport du nombre de tours. La tension au secondaire variera aussi en fonction de la charge. [15]

### II.8.1. Circuit équivalent du transformateur réel

Avec tous les phénomènes parasites vus dans la section précédente, on peut représenter ces pertes par des éléments de circuit équivalent de la Figure II.13. On regardera ensuite la raison pour chacun de ces éléments. [15]

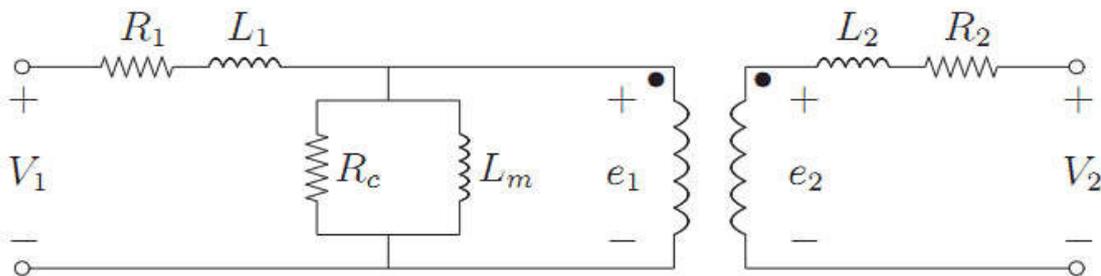


Figure II.13. Circuit équivalent du transformateur.

Puisque la perméabilité du noyau est finie, la reluctance sera non-nulle. Par conséquent, Pour créer le flux  $\varphi$  dans le noyau, il faut un courant  $i_m$ . Ceci peut être représentée par une Inductance  $L_m$ , qu'on appelle une inductance magnétisante. [15]

### II.8.2. Pertes dans le noyau

On représente les pertes dans le noyau par une résistance  $R_c$  en parallèle avec l'inductance magnétisante  $L_m$ . [15]

### II.8.3. Fuites au primaire et secondaire

On représente ces pertes par des inductances  $L_1$  et  $L_2$ , pour le primaire et le secondaire, respectivement, Resistance des fils

On représente la résistance des fils de cuivre par des résistances  $R_1$  et  $R_2$  pour le primaire et le secondaire, respectivement. [15]

## II.9. Détermination des paramètres du transformateur

On peut déterminer les paramètres physiques d'un transformateur µa l'aide de trois tests Expérimentaux. [15]

### a. Essai à vide

On applique la tension nominale au primaire du transformateur.

On mesure : [15]

- $v_{1v}$ , la tension au primaire (avec un voltmètre AC)
- $i_{1v}$ , le courant µa vide (avec un ampèremètre AC)
- $p_{1v}$ , la puissance dissipée µa vide (avec un wattmètre AC) Al 'aide décès mesures, On peut déterminer:
- La polarité du transformateur.

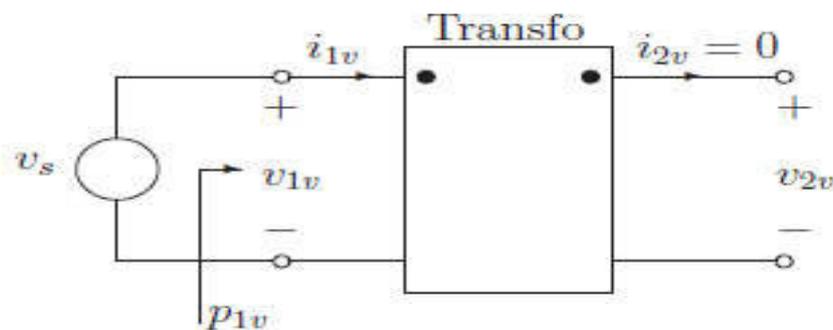


Figure II.14. Essai à vide d'un transformateur

- si  $v_{1v}$  et  $v_{2v}$  sont en phase, la polarité est bonne.

- sinon, inverser.

• rapport de transformation  $a$ .

$$a = \frac{e_1}{e_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_{1v}}{v_{2v}} \quad (2.22)$$

• valeurs de  $X_m$  et  $R_f$

- On suppose que  $X_m \gg X_1$  et  $R_c \gg R_1$ , donc :

$$p_{1v} = \frac{v_{1v}^2}{R_c} = \frac{v_{1v}^2}{P_{1v}} \quad (2.23)$$

$$S_{1v} = v_{1v} \cdot i_{1v} \quad (2.24)$$

$$Q_{1v} = \sqrt{S_{1v}^2 - P_{1v}^2} = \sqrt{(v_{1v}i_{1v}^*) - P_{1v}^2} \quad (2.25)$$

$$Q_{1v} = \frac{v_{1v}^2}{X_m} \quad (2.26)$$

$$X_m = \frac{v_{1v}^2}{\sqrt{(v_{1v}i_{1v}^*) - P_{1v}^2}} \quad (2.27)$$

### b. Essai en court-circuit

On ajuste la tension  $v_s$  pour obtenir un courant  $i_{1cc}$  qui est le courant nominal au primaire.

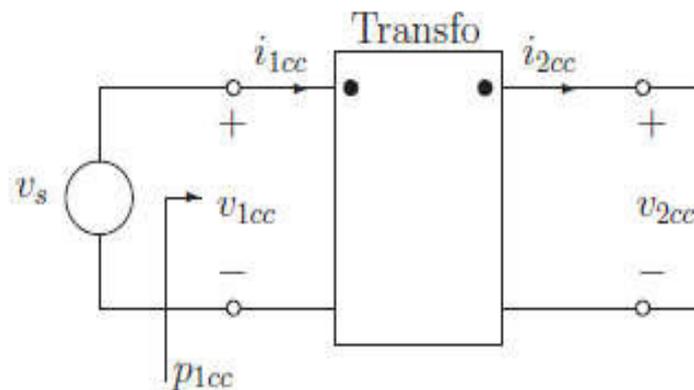


Figure II.15. Essai en court-circuit d'un transformateur

On mesure : [15]

- $v_{1cc}$ , la tension au primaire (avec un voltmètre AC)
- $i_{1cc}$ , le courant au primaire (avec un ampèremètre AC)
- $p_{1cc}$ , la puissance dissipée  $\mu a$  vide (avec un wattmètre AC)

Pour obtenir les paramètres, on suppose que  $R_c$  et  $X_m$  ont des effets négligeables. On obtient alors : [15]

- Les résistances  $R_{eq} = R_1 + a^2 R_2$

$$p_{1cc} = i_{1cc}^2 R_{eq} \rightarrow R_{eq} = \frac{p_{1cc}}{i_{1cc}^2} \quad (2.28)$$

- Les réactances équivalentes  $X_{eq} = X_1 + a^2 X_2$

$$Q_{1cc} = \sqrt{S_{1cc}^2 - P_{1cc}^2} = \sqrt{(v_{1cc}i_{1cc})^2 - P_{1cc}^2} \quad (2.29)$$

$$Q_{1cc} = i_{1cc}^2 X_{eq} \rightarrow X_{eq} = \frac{\sqrt{(v_{1cc}i_{1cc})^2 - P_{1cc}^2}}{i_{1cc}^2} \quad (2.30)$$

On suppose habituellement que  $X_1 = X'_2$ .

### c. Essai en courant continu

Si on applique une tension  $v_c$  continue au primaire du transformateur, on obtient que : [15]

$$R_1 = \frac{v_c}{i_1} \quad (2.31)$$

Où  $i_1$  est le courant au primaire. On peut alors trouver  $R'_2$  :

$$R'_2 = R_{eq} - R_1 \quad (2.32)$$

## II.10. Transformateur parfait

Afin de dégager les aspects fondamentaux, et compte tenu des ordres de grandeur, il est commode d'utiliser la notion de transformateur idéal (sans pertes, ni fuites) ou transformateur parfait. Nous verrons ensuite qu'un transformateur réel peut être étudié à partir de ce modèle en y introduisant les paramètres négligés ici. [13]

Un transformateur parfait : [13]

- n'a pas de fuites magnétiques :  $\ell_1 = \ell_2 = 0$  ;
- n'a pas de pertes Joule :  $R_1 = R_2 = 0$  ;
- possède un circuit magnétique infiniment perméable :  $R = 0$  ;
- s de pertes fer.

Il est à noter que le transformateur réel est, numériquement, assez proche de ces hypothèses, et ce d'autant plus que les transformateurs sont de grandes dimensions et donc de grande puissance.

Les équations se simplifient :

$$\underline{V}_1 = jn_1\omega\Phi \quad (2.33)$$

$$\underline{V}_2 = jn_2\omega\Phi \quad (2.34)$$

$$n_1I_1 - n_2I_2 = 0 \quad (2.35)$$

En éliminant le flux communs et en utilisant la relation de Hopkinton, on obtient les relations fondamentales : [13]

$$\frac{\underline{V}_2}{\underline{V}_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{I_1}{I_2} \quad (2.36)$$

Le nombre  $\frac{n_2}{n_1}$  (ou bien son inverse selon les auteurs) est appelé rapport de transformation.

Le transformateur permet d'élever ou de diminuer la tension.

On remarque, d'autre part, que le flux  $\Phi$  est lié à la tension d'alimentation : on a en module

$$\Phi = \frac{V_1}{\omega n_1} \quad (2.37)$$

Dans le circuit magnétique, si  $S$  est sa section, l'induction a pour valeur efficace :

$$B_{\text{eff}} = \frac{B_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad (2.38)$$

la référence d'équation est insérée à cet emplacement L'induction maximale  $B_{\text{max}}$  étant limitée par la saturation des matériaux, nous voyons que pour  $S$ ,  $\omega$ ,  $n_1$  donnés, la tension applicable à un enroulement est elle aussi limitée : [13]

$$B_{\text{max}} = \frac{\sqrt{2}}{\omega S n_1} \cdot V_1 \leq B_{\text{saturation}} \quad (2.39)$$

Cette relation permet, connaissant  $S_{\text{saturation}}$  (information donnée par le métallurgiste qui fabrique les tôles du circuit magnétique) et  $V_1$ , d'en déduire la valeur minimum de  $n_1$ .

En fonctionnement industriel,  $V_1$ ,  $\omega$  sont des constantes, par suite la valeur efficace du flux dans le circuit est elle aussi constante. On dit que le transformateur travaille à flux forcé (par la tension d'alimentation). [13]

## II.11. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu le principe de fonctionnement du transformateur abaisseur, ainsi que l'étude du transformateur à vide et en charge. Puis, on a vu le rapport du courant et la puissance apparente ainsi que le modèle du transformateur idéal.

Nous avons aussi présentée transformateur réel et circuit équivalent, puis on a vu transformateur parfait et la détermination des paramètres du transformateur sur tous en court circuit.



***Conclusion  
Générale***

### Conclusion générale

L'étude présentée dans cette mémoire représente une application de transformateurs électriques dans l'industrie (soudage à l'arc électrique).

Les postes à souder sont utilisés dans des applications variées et parfois limitées, mais les progrès dans l'électricité, la chimie et la mécanique leur permettent aujourd'hui d'être nécessaires dans la plupart du domaine industriel comme la construction des ponts, automobiles et soudage des pipes de gaz, etc.

Nous avons vu un historique sur le soudage avec un arc électrique, définition d'un poste à souder ainsi que les caractéristiques des postes à souder et les différents types de soudage. Puis, on a vu les prix et les caractéristiques des meilleures marques des postes à souder avec un arc électrique avec les composants d'un poste à souder.

Le refroidissement des postes à souder prend une place importante pour mener une longue durée de vie de l'appareil et travailler sans interrompre ce qui nous permet d'exploiter le temps d'une manière favorable.

Nous avons vu aussi le principe de fonctionnement du transformateur abaisseur, ainsi que l'étude du transformateur à vide et en charge. Puis, on a vu le rapport du courant et la puissance apparente ainsi que le modèle du transformateur idéal.

Nous avons présenté le transformateur réel et circuit équivalent, puis on a vu transformateur parfait et la détermination des paramètres du transformateur sur tous en court circuit. On a pu réaliser un poste à souder que nous avons récupéré endommagé de la casse. Le bobinage du primaire était important pour le bon fonctionnement du poste. Le secondaire a été utilisé tel qu'il est. Cette étude nous a permis de bien maîtriser la technologie de ces postes à souder et nous a donné une impulsion à ouvrir une petite entreprise de fabrication et de réparation de ces postes. Connaissant le marché on n'a pas trouvé des réparateurs qualifiés dans le domaine. Je pense que cette étude va aider d'autres étudiants dans l'avenir.

# *Dédicace*

*A ma Chère Mère pour ses sacrifices et ses  
Efforts pendant toutes ces années,*

*A mon Père*

*Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines*

*M'ont permis de vivre ce jour.*

*A mon Frères et mes sœurs*

*A tous les gens qui m'aiment*

*Je supplie dieu de Leur donner le bonheur et la santé.*

*Mohamed yazid*

### Introduction générale

Le soudage des métaux est une technique d'assemblage permanent qui établit la continuité métallique entre les pièces soudées. La soudure est le nom donné au joint formé par la fusion des bords des pièces à souder entre elles, avec ou sans adjonction d'un métal d'apport. Le soudage peut donc être le résultat du seul mélange des métaux de base ou du mélange des métaux de base et d'un métal d'apport. Beaucoup de métaux sont soudables moyennant des études préalables et la mise au point de modes opératoires spécifiques ; citons les aciers, le cuivre, l'aluminium, le nickel et leurs alliages.

Le soudage est un domaine de construction électromécanique très vaste où les spécialistes, techniciens, ingénieurs et chercheurs continuent de faire des progrès très importants en vue d'améliorer son efficacité.

On estime aujourd'hui que de la production mondiale des aciers est destinée à la fabrication des produits soudés. Leurs compositions chimiques et leurs caractéristiques mécaniques présentent un d'éléments essentiels intervenant dans le choix du métal d'apport destiné à leurs jonctions par un procédé de soudage approprié (soudage à l'arc électrique, soudage par résistance électrique, soudage par faisceau d'électron, soudage par plasma, soudage par laser).

Le soudage à l'arc électrique est la procédure utilisée pour assembler deux pièces métalliques, en profitant de la chaleur produite par l'arc électrique qui se forme entre une électrode et le matériau à souder.

L'arc de soudage peut être alimenté par une machine génératrice de courant alternatif. Cette machine de soudage est essentiellement un transformateur statique monophasé approprié pour la fusion des électrodes.

Pour éviter que les capacités de service ne soient pas dépassées, les postes à souder sont équipées d'une protection contre les surcharges qui coupe automatique de l'alimentation électrique en cas de surcharge. L'opérateur doit alors attendre quelques minutes avant de retourner travailler.

La maîtrise de la technologie de soudage passe par une connaissance approfondie des systèmes de soudage. Notre but dans ce travail est de faire une étude en plus une réalisation d'un poste à souder à l'arc électrique. Cela va nous permettre de se familiariser avec cette

technologie qui nous semble facile en première vue mais qui n'a pas été abordé par des chercheurs ou des industrielles Algériens de la région.

Dans le premier chapitre, on va présenter un bref historique sur le soudage avec un arc électrique et définir le poste à souder, ses caractéristiques, différents types du soudage, et en fin les prix et les caractéristiques des meilleures marques des postes à souder avec un arc électrique dans le marché.

Le deuxième chapitre déclare le principe de fonctionnement des transformateurs électriques et leurs différents types et applications. Le transformateur abaisseur et le transformateur utilisé dans notre travail et nous déterminons ses paramètres (essai à vide et essai en court circuit).

En fin, dans le dernier chapitre on va décrire la procédure qui a été suivie pour la réalisation du poste à souder. Pour se faire, on a récupéré de la casse des postes à souder qui sont tous en panne.

Ces postes ont des tailles variées et de technologies très différentes. De plus le bobinage primaire et secondaire sont fabriqués soit par de l'Aluminium ou soit par du Cuivre.

Une conclusion et une perspective sont données à la fin.



***Introduction  
générale***

## Liste Des Abréviations Et Symboles

### Abréviations

<b>CC</b>	<b>Courant continue</b>
<b>CA</b>	<b>Courant alternatif</b>
<b>TIG</b>	<b>Tungsten sous gaz inerte</b>
<b>MIG</b>	<b>métallique sous gaz inerte</b>
<b>MAG</b>	<b>métallique sous gaz actif</b>
<b>HF</b>	<b>Haute Fréquence</b>
<b>MMA</b>	<b>Manuelle métal arc</b>

### Symboles

<b><math>\emptyset</math></b>	<b>Sexions de l'électrode</b>
<b><math>\Phi, \varphi</math></b>	<b>Le flux magnétique</b>
<b>V</b>	<b>La tension</b>
<b>I</b>	<b>Courant</b>
<b><math>N_2, n_2</math></b>	<b>Nombre de Spires secondaire</b>
<b>R</b>	<b>Résistance</b>
<b><math>W_J</math></b>	<b>l'effet joule</b>
<b>t</b>	<b>Le temps</b>
<b><math>L_1</math></b>	<b>La bobine</b>
<b><math>\phi_2</math></b>	<b>étant le déphasage dû au dipôle</b>
<b>P</b>	<b>La puissance active</b>
<b>F</b>	<b>La fréquence</b>
<b><math>\phi_{Max}</math></b>	<b>Le flux magnétique maximale</b>
<b>m , a</b>	<b>Le rapport de transformation</b>
<b><math>\mathcal{A}_2</math></b>	<b>Le flux magnétique total</b>
<b><math>e_2</math></b>	<b>la tension aux bornes du noyau</b>
<b>S</b>	<b>La puissance apparente</b>
<b><math>L_m</math></b>	<b>inductance magnétisante</b>
<b><math>X_{eq}</math></b>	<b>Les réactances équivalentes</b>
<b><math>\omega</math></b>	<b>La pulsion de vitesse</b>
<b><math>B_{eff}</math></b>	<b>L'induction efficace</b>
<b><math>B_{max}</math></b>	<b>L'induction maximale</b>

**Liste des figures**

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure I.1.</b>	Le poste à Pro-Series PS07572 120 Volt Arc Welder	13
<b>Figure I.2.</b>	Le poste à souder Forney 301120 Volt Arc Welder	14
<b>Figure I.3.</b>	Le poste à souder Blue Demon BLUEARC-90STI	14
<b>Figure I.4.</b>	Le poste à souder Sun Gold Power.	15
<b>Figure I.5.</b>	Le poste à souder Ashton Welding BX1-3250AW	16
<b>Figure I.6.</b>	Le poste à souder Klutch ST200i	16
<b>Figure I.7.</b>	Le poste à souder Hobart 500502 Stickmater	17
<b>Figure I.8.</b>	Le poste à souder LONGEVITY 721405557523	17
<b>Figure I.9.</b>	Le poste à souder Rand BX1-100B	18
<b>Figure I.10.</b>	Le poste à Souder Lotos Pilot LTPDC2000D	18
<b>Figure I.11.</b>	Composants nécessaires d'un poste à souder	19
<b>Figure I.12.</b>	Poste à souder.	19
<b>Figure I.13.</b>	Electrode de souder.	20
<b>Figure I.14.</b>	Porte électrode	21
<b>Figure I.15.</b>	Pince de masse pour poste à souder	21
<b>Figure I.16.</b>	Câble de souder 50 mm <sup>2</sup>	22
<b>Figure II.1.</b>	Domaine d'utilisation des transformateurs	27
<b>Figure II.2.</b>	Symbole du transformateur	27
<b>Figure II.3.</b>	Schéma équivalent d'un transformateur	27
<b>Figure II.4.</b>	Le transformateur	28
<b>Figure II.5.</b>	Circuit équivalent du transformateur idéal	29
<b>Figure II.6.</b>	Le transformateur a vide	30
<b>Figure II.7.</b>	Circuit équivalent du transformateur à vide	31
<b>Figure II.8.</b>	Circuit équivalent du transformateur	31
<b>Figure II.9.</b>	Test de polarité d'un transformateur	32
<b>Figure II.10.</b>	Le transformateur en charge	32
<b>Figure II.11.</b>	Circuit équivalent du transformateur idéal	33
<b>Figure II.12.</b>	Circuit équivalent du transformateur idéal, en charge	34
<b>Figure II.13.</b>	Circuit équivalent du transformateur	35
<b>Figure II.14.</b>	Essai à vide d'un transformateur	36
<b>Figure II.15.</b>	Essai en court-circuit d'un transformateur	37

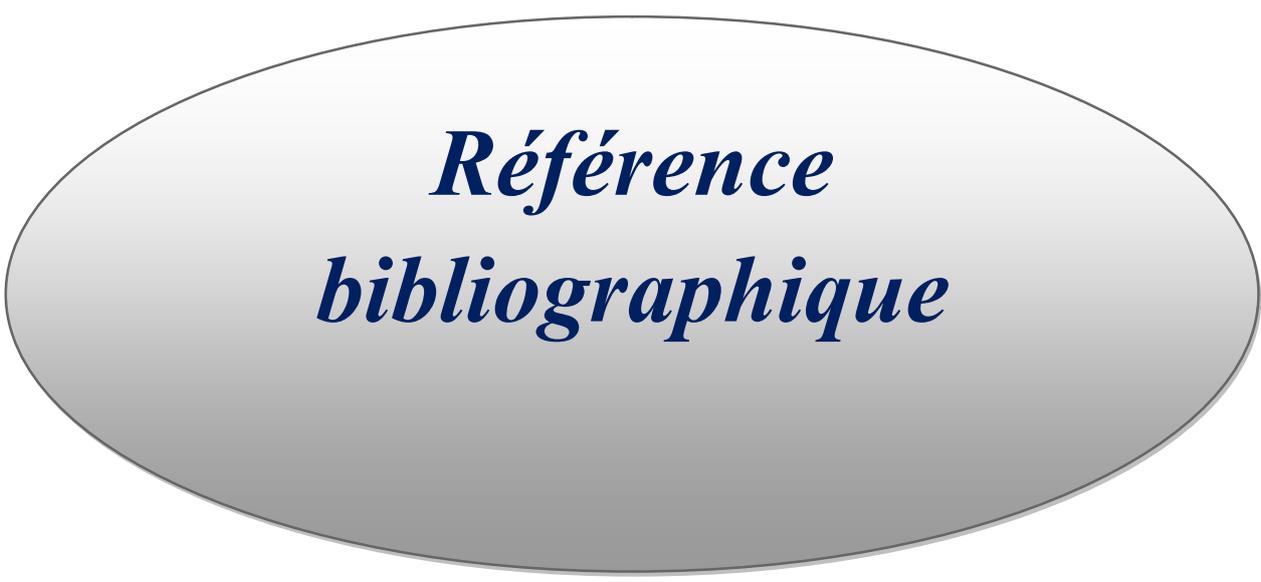
## Liste des figures

---

<b>Figure.III. 1.</b> Transformateur d'un poste à souder endommagé	41
<b>Figure.III. 2.</b> démontage et nettoyage de notre transformateur	42
<b>Figure.III. 3.</b> dimensionnement du circuit magnétique	43
<b>Figure.III. 4.</b> le bobinage secondaire	44
<b>Figure.III. 5.</b> Rouleau de fil de cuivre 2.34 mm	45
<b>Figure.III. 6.</b> Dimension de fenêtre du circuit magnétique.	46
<b>Figure III.7.</b> Gabarit du bobinage	48
<b>Figure III.8.</b> Papier kraft	48
<b>Figure.III.9.</b> Bobinage primaire neveux	49
<b>Figure.III.10.</b> Bobinage primaire secondaire et place dans le circuit magnétique.	49
<b>Figure.III.11.</b> Remontage des tôles.	50
<b>Figure.III.12.</b> Serrage des tôles	50
<b>Figure.III.13.</b> Caractéristique expérimentale à vide	
a) Caractéristique $U_1/I_1$	52
b) b) Caractéristique $U_2/U_1$	53
<b>Figure.III.14.</b> Caractéristique de l'induction magnétique B en fonction du champ magnétique H du circuit magnétique	54
<b>Figure.III.15.</b> Poste a soudé finale	55

### Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I.1</b>	<b>Sélection du gaz de protection MIG/MAG.</b>	<b>11</b>
<b>I.2</b>	<b>Sélection du gaz de protection TIG</b>	<b>12</b>
<b>I.3</b>	<b>Intensité moyenne de soudage pour la position à plat.</b>	<b>20</b>
<b>III.1.</b>	<b>nombre de métrage de cuivre utilisé (théoriquement)</b>	<b>47</b>
<b>III.2.</b>	<b>nombre de spires par couches (pratiquement)</b>	<b>47</b>
<b>III.3.</b>	<b>Caractéristique à vide</b>	<b>52</b>



*Référence  
bibliographique*

### Références Bibliographiques

- [1] hybrid laser-arc welding (edited bay flemming ove olsen) ‘book’
- [2] poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/poste-a-souder
- [3] poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/poste-a-souder
- [4] Informations techniques normes électriques - France - NF C15-100
- [5] Fiche technique pratique en Carrosserie crée par jeu2mainjeu2vilain le 05 mars 2006. Pour tous les véhicules toutes motorisations confondus  
Tags: soudure, MIG, TIG, arc, baton, argon
- [6] 10 Best Arc Welders | June 2016 (wiki.ezvid.com/best-arc-welders)
- [7] Soudage à l'arc avec électrode enrobée - Chapitre 4 ([www.rocdacier.com](http://www.rocdacier.com))
- [8] Le guide des formations 2016 (institut de soudure industriel)  
Fiches de contrat. Procédé 111 : Arc manuel à l'électrode enrobée
- [9] La boutique du soudeur (porte-électrodes-pince-200amp-gys)
- [10] pince-pour-cable-de-demarrage-en-laiton-isolant-rouge-jusqu-a-700  
amperesoutiland.
- [11] La boutique du soudeur (câble-soudure-50-mm-vendu-mètre)
- [12] cour PDF Machine-Electrique-à-courant-continu-et-transformateur.
- [13] Transformateur monophasé. Plate-forme 3E (Electricité, Electronique, Electrotechnique) C.E.S.I.R.E. – Université J.Fourier Grenoble.
- [14] Mémoire fin d'étude (conception de transformateur électrique),  
Université de Biskra, 2008/2009.
- [15] Cormier Gabriel. (Les cours électrotechnique d'Université de  
Moncton canada.2010)
- [16] Cours transformateurs 04/05/1998

# Remerciement

*Avant tout, Je remercie, notre créateur ALLAH le tout  
Puissants que nous a donné la force et la volonté pour  
Terminer ce travail...*

*Je remercie mon encadreur monsieur MAMOUNE Souri-  
Mohamed*

*Pour son encouragement, sa disponibilité, ses orientations,  
Ses conseils et pour le temps précieux qu'il m'a consacré  
Durant l'année théorique et pour récolter le fruit de ce  
Travail ...*

*Je tiens à remercier aussi Dr Khan Mohammed Lotfi  
(Président de jury) et Dr REZIG Mohamed Examineur de  
ce travail*

*Je remercie tous mes enseignants durant mes années  
Scolaire et surtout, Dr. NAMNI Djemai*

*Je remercie tous les personnes qu'ils ont facilité la  
Réalisation de ce travail.*

*MOHAMED WAZID*

## ملخص

في هذه المذكرة سنقوم بعرض محول كهربائي خافض للجهد و استخدامه كآلة لحام، هذه الآلة تعتمد على الحرارة الكبيرة الناتجة عن القوس الكهربائي المتولد نتيجة التيار الكهربائي المرتفع على مستوى الجزء الثانوي لهذا المحول. قمنا بهذا العمل على مستوى مخبر الجامعة لولاية بسكرة أين جمعنا قطع من محولات كهربائية معطلة لآلات لحام بعد تفكيكها و أعدنا تليف الدارة المغناطيسية يدويا بحيث يوفر لنا عدد اللفات في كل من الجزئين الأولي و الثانوي معاملا للتحويل مناسباً للجهد و التيار المرجو في هذا العمل. **الكلمات المفتاحية :** محول كهربائي خافض للجهد، آلة لحام، الجزئين الأولي و الثانوي، تليف، عدد اللفات، معاملا التحويل.

## Résumé

Dans ce projet de fin d'étude, on a présenté un poste à soudeur constitué d'un transformateur électrique abaisseur de tension. Cet appareil se basant sur la chaleur importante causée par l'arc électrique produisant un courant électrique élevé au niveau de la partie secondaire de ce transformateur.

Nous avons réalisé ce travail au niveau du laboratoire de l'université de Biskra où nous avons assemblé des pièces des postes à soudeur qui étaient en panne après avoir démonté le bobinage endommagé du circuit magnétique. Le nombre de spires primaire et secondaire ont été bien calculé pour pouvoir avoir un rapport de transformation convenable aux tensions et courant attendus de ce travail.

**Mots clés :** transformateur électrique abaisseur de tension, poste à soudeur, parties primaire et secondaire, bobiné, nombre de spires, rapport de transformation.

Titre	Page
Dédicace.....	I
Remerciement.....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des figures.....	V
Liste Des Abréviations Et Symboles.....	VI
Résumé.....	VII
Sommaire.....	X
Introduction générale.....	2

## Chapitre I : Généralités sur les postes à souder

I.1. Introduction :.....	5
I.2. Historique sur le soudage :.....	5
I.3. Définition d'un poste à souder:.....	5
I.4. Caractéristique des postes à souder : .....	6
I.4.1. Alimentation électrique:.....	6
I.4.2. Courant de sortie : .....	7
I.4.2.1. L'intensité du courant de soudage :.....	7
I.4.2.2. La tension à vide :.....	7
I.4.2.3. Le type de courant de soudage : .....	7
I.4.3. Taux de fonctionnement : .....	8
I.4.4 .Capacités du poste à souder .....	8
I.4.4.1. Isolation .....	8
I.4.4.2. Limitation des harmoniques .....	9
I.4.4.3. Refroidissement .....	9
I.4.5. Dispositifs supplémentaires.....	9
I.4.6 .Torches à souder.....	10
I.5. Différent type de soudage: .....	10
I.5.1. Soudage MIG.....	10
I.5.2. Procédé MIG/MAG.....	10
I.5.3. Soudage TIG .....	11
I.5.4. Procédé Plasma + TIG .....	11
I.5.5. Soudage ARC.....	12
I.6. Meilleurs marque des postes à souder avec un arc électrique .....	13
I.6.1. Pro-Series PS07572.....	13
I.6.2. Forney 301.....	13

I.6.3. Blue Demon BLUEARC-90STL.....	14
I.6.4. SunGoldPower .....	15
I.6.5. Ashton Welding BX1-3250AW.....	15
I.6.6. Klutch ST200i .....	16
I.6.7. Hobart 500502 Stickmate.....	17
I.6.8. LONGEVITY 721405557523.....	17
I.6.9. Rand BX1-100B.....	18
I.6.10. Lotos Pilot LTPDC2000D.....	18
I.7. Composantes nécessaires d'un poste à souder.....	19
I.7.1. Poste à souder.....	19
I.7.2. Electrode de souder .....	20
I.7.3. Paramètres de soudage par diamètre des électrode enrobées :.....	20
I.7.4. Porte électrode.....	21
I.7.5. Pince de masse pour poste à souder .....	21
I.7.6. Câble de soudure 50 mm <sup>2</sup> - (vendu au mètre).....	22
I.8. Conclusion.....	23

### **Chapitre II: Les transformateurs électriques**

II. 1 Introduction .....	25
II. 2 Définition.....	25
II. 3 Invention.....	25
II. 4 Utilisations du transformateur .....	26
II. 5 Symbole du transformateur .....	27
II. 6 Schéma équivalent d'un transformateur .....	27
II. 7 Transformateur idéal.....	28
II. 7.1 Rapport de transformation.....	29
II. 7.2 Fonctionnement à vide .....	29
II. 7.3 Polarité d'un transformateur.....	31
II. 7.4 Fonctionnement en charge du transformateur idéal.....	32
II. 7.5 Rapport des courants.....	33
II. 7.6 Puissance apparente S du transformateur idéal monophasé.....	33
II. 7.7 Modèle du transformateur idéal.....	34
II.8 Transformateur réel .....	34
II. 8.1 Circuit équivalent du transformateur réel.....	35

II. 8.2 Pertes dans le noyau.....	35
II. 8.3 Fuites au primaire et secondaire.....	35
II.9 Détermination des paramètres du transformateur.....	36
II. 9.1 Essai à vide.....	36
II. 9.2 Essai en court-circuit.....	37
II. 9.3 Essai en courant continu.....	38
II.10 Transformateur parfait.....	38
II.11 Conclusion.....	39
<b>CHAPITRE III : Réalisation d'un poste à soudeur</b>	
III.1.Introduction.....	41
III.2.les différentes étapes de la construction de notre poste à souder .....	41
III.2.1Circuit magnétique.....	41
III.2.2Démontage et nettoyage du transformateur.....	42
III.2.3.Calcul des paramètres du transformateur.....	43
III.2.3.1Calcul des courants dans les bobines (théorique) .....	44
III.2.3.2 Calcul du nombre de spires secondaire.....	44
III.2.3.3 Choisir de la section du fil de bobinage primaire .....	45
III.2.3.4 Nombre des couches et nombre de spires par couche .....	45
III.2.3.5 Calcul de l'épaisseur de la bobine primaire E1 .....	46
III.2.3.6 Mesure de la longueur du fil de bobinage primaire .....	46
III.2.3.7 Calcul théorique des couches.....	47
III.2.3.8 Le nombre de spires par couche réalisé.....	47
III.2.4.construction de notre support de bobinage (gabarit) .....	48
III.2.5.Bobinage et isolation de la bobine primaire.....	48
III.2.6.Fermeture du circuit magnétique.....	50
III.2.7. Testes sur le poste à soudeur réalisé.....	51
III. 2.7.1. Pertes Fer.....	51
III. 2.7.2 Pertes Joule.....	51
III.2.8. Protection de poste.....	55
III.3.Conclusion.....	56
Conclusion Générale.....	58
Référence bibliographique.....	60