

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**

**CONCEPTION D'UN POSTE  
A SOUDURE**

Présenté par :  
Anouar MOKRANI  
Mohamed ELhadi SELMI  
Soutenu le : 2020

Devant le jury composé de :

Mr. BEN ALIA Khaled	MCB	Président
Mr. MIMOUNE Soury-Mohamed	Pr.	Encadreur
Mr. KHENE Mohammed Lotfi	MCA	Examineur

Année universitaire : 2019 / 2020

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**

**CONCEPTION D'UN POSTE  
A SOUDURE**

**Présenté par**

Anouar MOKRANI

Mohamed ELhadi SELMI

*Signature*

**Avis favorable de l'encadreur :**

Pr. MIMOUNE SOURI-Mohamed

*Signature*

**Avis favorable du Président du Jury**

Dr. BEN ALIA KHALED

**Cachet et signature**

## *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 m'aiment*

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

# Remerciement

Nos remerciements vont tout premièrement à ALLAH le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné pour réaliser ce modeste travail.

Je remercie mon encadreur monsieur MIMOUNE 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 ...

Nos sincères remerciements s'adressent à monsieur BENE ALIA Khaled, enseignant à l'université Mohamed KHIDER de Biskra, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Nous tenons à remercier monsieur KHENE Mohammed Lotfi, enseignant à l'université Mohamed KHIDER de Biskra, pour l'honneur qu'elle nous fait de bien vouloir examiner ce travail.

Nos remerciements vont également à tous les membres de la faculté des Sciences et de la Technologie de l'université Mohamed KHIDER de Biskra pour leur aide et sympathie.

Enfin nous adressons les remerciements les plus sincères à nos chers parents ont sacrifié pour notre bonheur et surtout notre réussite et à nos chers grands parents, sœurs, frères, tantes, oncles et à toutes les familles MOKRANI et SELMI.

A tous les enseignants, à tous nos amis de proche ou de loin.

## *Liste des tableaux*

N°	Titre	Page
I.1	Sélection du gaz de protection MIG/MAG.	9
I.2	Sélection du gaz de protection TIG	10
I.3	Intensité moyenne de soudage pour la position à plat.	19
III.1.	Caractéristique à vide	50

## *Liste des figures*

N°	Titer	Page
Figure I.1.	Le poste à Pro-Series PS07572 120 Volt Arc Welder	11
Figure I.2.	Le poste à soudure Forney 301120 Volt Arc Welder	12
Figure I.3.	Le poste à soudure Blue Demon BLUEARC-90STI	12
Figure I.4.	Le poste à soudure Sun Gold Power.	13
Figure I.5.	Le poste à soudure Ashton Welding BX1-3250AW	13
Figure I.6.	Le poste à soudure Klutch ST200i	14
Figure I.7.	Le poste à soudure Hobart 500502 Stickmater	15
Figure I.8.	Le poste à soudure LONGEVITY 721405557523	15
Figure I.9.	Le poste à soudure Rand BX1-100B	16
Figure I.10.	Le poste à Souder Lotos Pilot LTPDC2000D	16
Figure I.11.	Composants nécessaires d'un poste à soudure	17
Figure I.12.	Poste à soudure.	17
Figure I.13.	Electrode de soudure.	18
Figure I.14.	Porte électrode	18
Figure I.15.	Pince de masse pour poste à soudure	20
Figure I.16.	Câble de soudure 50 mm <sup>2</sup> - (vendu au mètre)	20
Figure II.1.	Le flux magnétique est noté	25
Figure II.2.	Transformateur cuirassé	25
Figure II.3.	Le transformateur orientée vers le haut	26
Figure II.4.	Le transformateur récepteur	27
Figure II.5.	Flux inducteur	27
Figure II.6.	Le sens du courant secondaire	28
Figure II.7 .	Le sens du vecteur tension secondaire	29
Figure II.8.	Le transformateur	29
Figure II.9.	Circuit équivalent du transformateur idéal	30
Figure II.10	Le transformateur a vide	31
Figure II.11.	Circuit équivalent du transformateur à vide	32
Figure II.12.	Circuit équivalent du transformateur	32
Figure II.13.	test de polarité d'un transformateur	33
Figure II.14.	Le transformateur en charge	34
Figure II.15.	Circuit équivalent du transformateur idéal	34
Fig II.16.	Circuit équivalent du transformateur idéal, en charge	35
Fig II.17.	Circuit équivalent du transformateur.	36
Fig II.18.	Essai à vide d'un transformateur	37

Fig II.19.Essai en court-circuit d'un transformateur	38
Fig.III. 1 Différents postes à soudeure récupérés de la casse.	41
Fig.III.2a. Bobinage primaire endommagé (gauche) et bobinage secondaire saint (droit)	42
Fig.III.2b. Bobinage primaire partiellement endommagé	42
Fig.III. 3.Démantèlement du poste à soudeure	43
Fig.III. 4.Tôles magnétiques réponsus "E", "I", "U" et "T"	43
Fig.III. 5.Tôles magnétiques utilisées dans la fabrication du circuit magnétique	44
Fig.III. 6. Empilement des tôles..	44
Fig III.7. Serrage des tôles	45
Fig III.8. le bobinage secondaire	45
Fig.III.9. Le support pour bobinage avec mandrin et flasques	47
Fig.III.10. Enroulement à 280 spires récupérées de l'enroulement endommagé.	47
Fig.III.11. Support isolant entre enroulement et circuit magnétique	48
Fig.III.12. Bobinage primaire et secondaire placé sur le circuit magnétique	48
Fig.III.13. Remontage des tôles	49
Fig.III.14. Resserrage des tôles	49
Fig.III.15. Caractéristique à vide	41
Fig. 16.: Poste à soudeure réalisé	51
Fig. 17. : Poste a soudé finale	52

## *Abréviations*

CC	: Courant continue
CA	: Courant alternatif
TIG	: Tungsten sous gaz inerte
MIG	: Métallique sous gaz inerte
MAG	: Métallique sous gaz actif
HF	: Haute Fréquence
MMA	: Manuelle métal arc

## *Symboles*

$\emptyset$	: Sections de l'électrode
$\Phi, \varphi$	: Le flux magnétique
V	: La tension
I	: Courant
$N_2, n_2$	: Nombre de Spires secondaire
R	: Résistance
	: l'effet joule
t	: Le temps
Ll	: La bobine
	: Etant le déphasage dû au dipôle
P	: La puissance active
F	: La fréquence
	: Le flux magnétique maximale
m, a	: Le rapport de transformation
$\Lambda_2$	: Le flux magnétique total
	: La tension aux bornes du noyau
S	: La puissance apparente
	: Inductance magnétisante
Xeq	: Les réactances équivalentes
$\omega$	: La pulsion de vitesse
	: L'induction efficace
<b>B<sub>max</sub></b>	: L'induction maximale

---



Dédicace.....	I
Remerciement.....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des figures.....	IV
Liste Des Abréviations Et Symboles.....	V
Sommaire.....	VI

Introduction générale.....	2
----------------------------	---

*Chapitre I : Généralités sur les postes à souder*

Introduction .....	3
Historique sur le soudage .....	3
Définition d'un poste à souder.....	3
Caractéristiques des postes à souder.....	4
Alimentation électrique: .....	4
Courant de sortie.....	5
Taux de fonctionnement .....	6
Capacités du poste à souder.....	6
Dispositifs supplémentaires.....	7
Torches à souder.....	7
Différent type de soudage:.....	8
Soudage MIG.....	8
Procédé MIG/MAG.....	8
Soudage TIG.....	9
Procédé Plasma + TIG.....	9
Soudage ARC .....	10
Meilleurs marque des postes à souder avec un arc électrique .....	11
Pro-Series PS07572 [6] .....	11
Forney 301.....	11
Blue Demon BLUEARC-90STI.....	12

	Sun Gold Power.....	12
	Ashton Welding BX1-3250AW .....	13
	Klutch ST200i .....	14
	Hobart 500502 Stickmate .....	14
I.7.8	LONGEVITY 721405557523 .....	15
	Rand BX1-100B .....	15
	Lotos Pilot LTPDC2000D.....	16
	Composants nécessaires d'un poste à soudeur .....	16
	Poste à soudeur .....	17
	Electrode de soudeur .....	18
	Paramètres de soudage par diamètre des électrodes enrobées : [8] .....	18
	Porte électrodes à pince 200 A [9].....	19
	Pince de masse pour poste à soudeur [10] .....	20
	Câble de soudeur 50 mm <sup>2</sup> - (vendu au mètre) [11].....	20
	Conclusion.....	21

### *Chapitre II : Principe de fonctionnement du transformateur*

	Introduction .....	22
	Définition.....	22
	Invention.....	23
	Utilisations du transformateur .....	23
	Principe de fonctionnement.....	24
	Transformateur idéal .....	29
	Rapport de transformation.....	30
	Fonctionnement à vide .....	31
	Polarité d'un transformateur .....	32
	Fonctionnement en charge du transformateur idéal.....	33
	Rapport des courants .....	35
	Puissance apparente S du transformateur idéal monophasé .....	35

Modèle du transformateur idéal.....	35
Transformateur réel.....	36
Circuit équivalent du transformateur réel.....	36
Pertes dans le noyau.....	37
Fuites au primaire et secondaire.....	37
Détermination des paramètres du transformateur.....	37
Transformateur parfait.....	39
Conclusion.....	40

### *CHAPITRE III : Réalisation d'un poste à soudure*

III.1.Introduction.....	41
Préparation du circuit magnétique.....	43
Bobinage ancien secondaire.....	45
Bobinage primaire.....	46
Remontage des tôles.....	48
Testes sur le poste à soudure réalisé.....	49
Pertes Fer.....	49
Pertes Joule.....	50
Protection de poste.....	52
Conclusion.....	52
Conclusion Générale.....	53
Référence bibliographique.....	54

A decorative border resembling a scroll, with a black background and white outlines. The left side features a scroll-up icon, and the right side features a scroll-down icon.

# *Introduction générale*

## Introduction générale

Le soudage est un moyen d'assemblage permanent. Il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler. Dans le cas des métaux, cette continuité est réalisée à l'échelle de l'édifice atomique. En dehors du cas idéal où les forces interatomiques et la diffusion assurent lentement le soudage des pièces métalliques mises entièrement en contact suivant des surfaces parfaitement compatibles et exemptes de toute pollution, il est nécessaire de faire intervenir une énergie d'activation pour réaliser rapidement la continuité recherchée.

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.

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 courant alternatif. La machine de soudage est essentiellement un transformateur statique monophasé approprié pour la fusion des électrodes.

Les électrodes peuvent également être fondues par un courant alternatif lorsque la tension en circuit ouvert en secondaire est supérieure à 70 V.

Le courant de soudage est continuellement réglé en tournant le volant à l'extérieur du poste de soudage, ce qui permet de sélectionner la valeur actuelle, indiquée sur une échelle graduée spéciale, avec la plus grande précision. Pour éviter que les capacités de service ne soient pas dépassées, les postes à souder sont équipés 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. [2]

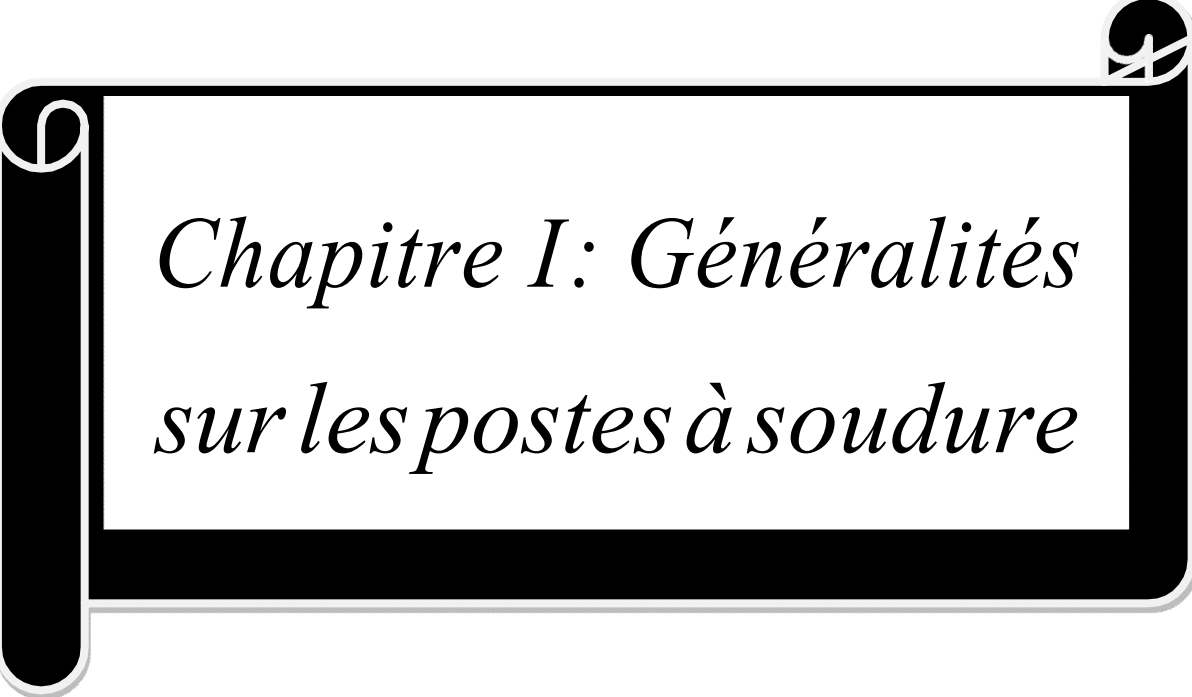
La maîtrise de la technologie de soudage passe par une connaissance approfondie des systèmes de soudage. Notre but dans ce travail est de faire une étude en plus une réalisation d'un poste à souder à l'arc électrique. Cela va nous permettre de se familiariser avec cette technologie qui nous semble facile en première vue mais qui n'a pas été abordé par des chercheurs ou des industrielles Algériens de la région.

Le thème abordé « Conception d'un poste à souder » est la suite d'un travail mini projet fait à la licence.

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.

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 ce 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.

A decorative border resembling a scroll, with a black background and white outlines. The top-left corner is a scroll-up, the top-right is a scroll-down, and the bottom-left is a scroll-down. The text is centered within the white space of the scroll.

*Chapitre I: Généralités  
sur les postes à soudu*

## **Introduction**

Depuis longtemps, les postes à souder sont utilisés dans des applications limitées, mais les progrès dans l'électricité et la chimie 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.

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

### **Historique sur le soudage :**

La plupart des chercheurs attribuent la naissance de l'arc électrique à Sir Humphry Davy qui –en 1801- a démontré 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 dans les années 1870.

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 Stanislav Olszewaski ont délivré des brevets décrivant un procédé de soudage à l'arc de carbone manipulé manuellement.[1]

### **Définition d'un poste à souder:**

Le poste à souder à l'arc est un transformateur électrique modifiant un courant électrique faible pour obtenir un courant électrique plus fort pour de soudage. On outre, c'est un appareil 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. Pensez à vérifier la compatibilité entre votre appareil et les électrodes que vous vous procurerez.



- 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 soudure.
- 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 moine (-) et la masse sur le plus (+). Dans le cas contraire, le cordon de soudure 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 souder « classique » en courant alternatif (dépendant des 50 Hz du secteur). Ça valeur diffère selon les poste à souder en courant continue ; se référer à la notice de l'appareil. [2]

### **Caractéristiques des postes à soudure :**

Des nombreuses caractéristiques distinguent entre eux les différents postes à souder : 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]

### **Alimentation électrique:**

Le poste à souder est en général alimenté en énergie électrique par du courant provenant du secteur sauf pour le groupe autonome de soudure 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 soudure 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 souder triphasés délivrent généralement au-delà de 200 A (400 à 600 A).

Avant de brancher un poste à souder 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]

### **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]

#### ***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]

#### ***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]

#### ***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 soudure 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 inverter ». Le courant continu permet de fondre tous les types d'électrodes.[3]

### **Taux de fonctionnement :**

La délivrance d'un arc électrique implique une importante montée d'intensité du courant de soudure (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]

### **Capacités du poste à souder**

#### ***Isolation***

Le poste à souder est un transformateur électrique produisant un courant pouvant être dangereux pour le soudeur. 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]

#### ***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]

## **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 (trop) 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 réglée automatiquement ventile plus ou moins le poste à souder afin de le conserver à sa température optimale de fonctionnement.[3]

## **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]

## **Torches à souder**

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

- Prégaz : purge les canalisations avant amorçage.
- Postgaz : 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]

## **Différent type de soudage:**

### **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]

### **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 antiusure.
- 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
Acier au carbone		
usage général	ATAL	ARCAL 21
métaux minces	Teral	ARCAL 14
Aciers inoxydables austénitiques		
Usage général	CARGAL	ARCAL 12
Nuances ELC	déconseillé	ARCAL 121
Alliages d'aluminium		
Usage général	Argon	ARCAL 1
Manuel et automatique	déconseillé	ARCAL 32
Automatique	déconseillé	ARCAL 37
Alliages de cuivres		
Usage général	Argon	ARCAL 1
épaisseur moyennes	déconseillé	ARCAL 32
fortes épaisseurs	déconseillé	ARCAL 37

## 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]

## 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
Aciers inoxydables		
Austénites		
$e < 3$ mm	Argon	ARCAL 10
$3 < e < 5$ mm	Déconseillé	ARCAL 15
Base Ni	Argon	ARCAL 15
Duplex	Argon	ARCAL 19
Alliages d'aluminium		
Usage général	Argon	ARCAL 31
Manuel et automatique	Déconseillé	ARCAL 32
Automatique	Déconseillé	ARCAL 37
Alliages de cuivres		
Usage général	Argon	ARCAL 31
épaisseur moyennes	Déconseillé	ARCAL 32
fortes épaisseurs	Déconseillé	ARCAL 37

## Soudage ARC

La soudure à l'arc électrique est une soudure de type "autogène" 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 soudure autogène consiste à mettre en fusion l'acier des pièces à souder 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 souder 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]

## **Meilleurs marque des postes à souder avec un arc électrique Pro-Series PS07572 [6]**

Le prix de cette 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 démentions de ce poste a souder sont :  
15.25 pouces longueur × 7.25 pouce largeur × 13 pouce hauteur.

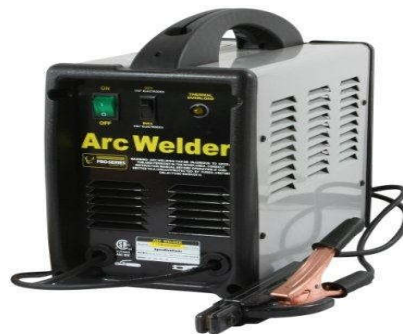


Fig I.1. Le poste à Pro-Series PS07572 120 Volt Arc Welder.

## **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 contre la surcharge thermique pour protéger l'opérateur et l'équipement.
- Le poids total est 29.2 pounds.
- Les démentions de ce poste à souder sont :



14 pouces longueur  $\times$  9 pouces largeur  $\times$  11 pouces hauteur.



Fig I.2. Le poste à souder **Forney 301120 Volt Arc Welder**.

### **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 démentions de ce poste a souder sont :  
14 pouces longueur  $\times$  8 pouces largeur  $\times$  11.3 pouces hauteur.



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

### **Sun Gold Power**

Le prix de ce poste à souder est 199 dollars et ses caractéristiques sont dessous : [8]

- Une 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 démentions 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 courent de l'entrée est 32 A, le courent 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.



Fig I.4. Le poste à souder Sun Gold Power.

### **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 courent 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.



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

## **Klutch ST200i**

Le prix de ce poste à souder est 299.99 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 20 - 200 A
- Les dimensions de ce poste à souder sont :  
15 pouces longueur × 6 pouces largeur × 11 pouces hauteur.



Fig I.6. Le poste à souder Klutch ST200i

## **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.



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

### **I.7.8 LONGEVITY 721405557523**

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

- Opération d'élevateur 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.



Fig I.8. Le poste à souder LONGEVITY 721405557523

### **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.
- Démentions : 12 pouces longueur × 6.75 pouces largeur × 8.5 pouces hauteur.



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

### **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.
- Le poids total est 44.5 pounds.



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

### **Composants nécessaires d'un poste à souder**

Le poste de soudage à l'arc avec électrode enrobée, comme celui de la figure 1.11, est constitué de plusieurs composants.[7]

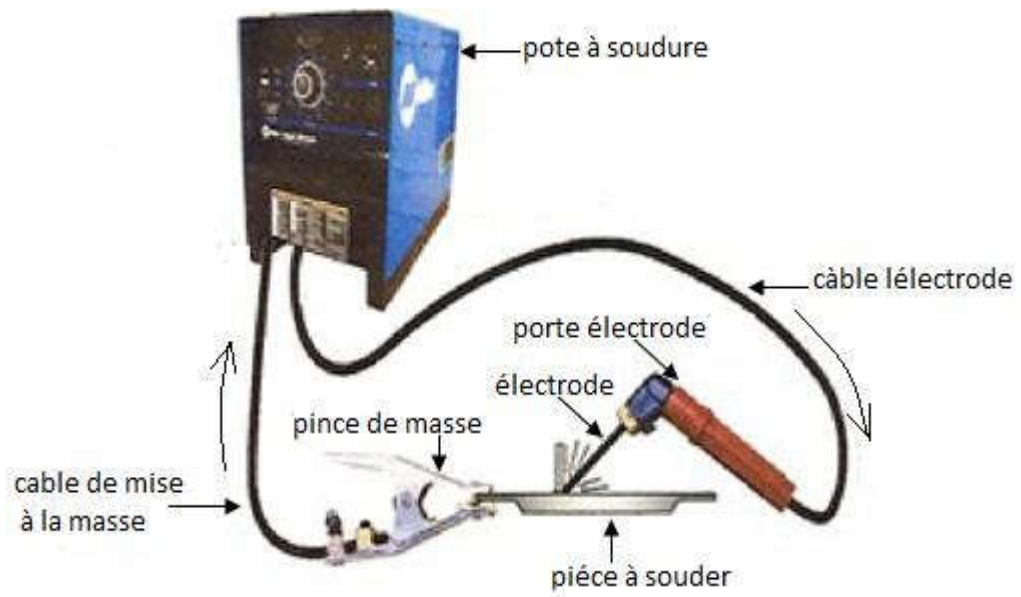


Fig I.11. composants nécessaires d'un poste à souder

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

**Poste à souder**

(Générateur électrique).Existent aussi des postes à souder électriques portatifs.



Fig I.12. Poste à souder.

## Electrode de soudure

Le vecteur 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).



Fig I.13. Electrode de soudure.

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

Lorsque l'intensité est trop 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.



Fig I.14. porte électrode

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

### 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



## Pince de masse pour poste à soudure [10]

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



Fig I.15. Pince de masse pour poste à soudure

- 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 €

## Câble de soudure 50 mm<sup>2</sup> - (vendu au mètre) [11]



Fig I.16. Câble de soudure 50 mm<sup>2</sup> - (vendu au mètre)

- Câble cuivre spécial soudure 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 €

## **Conclusion**

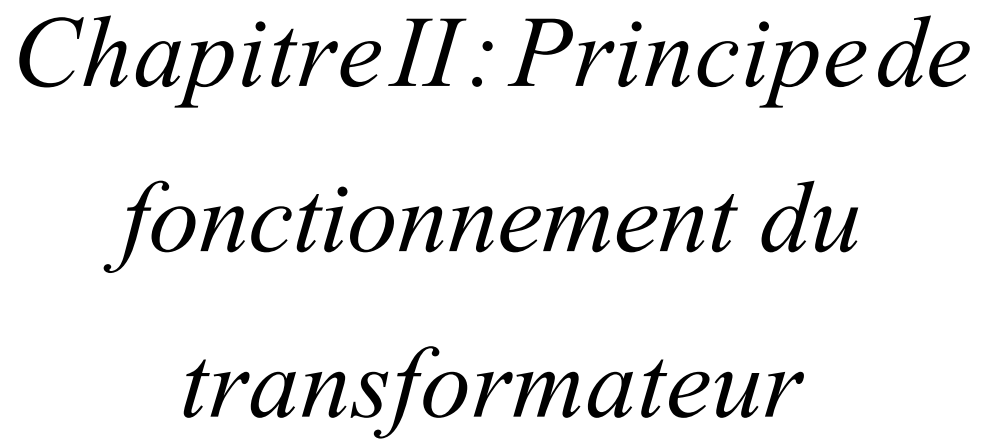
Dans ce chapitre, nous avons vu un historique sur le soudage avec un arc électrique, définition d'un poste à souder ainsi que les caractéristiques des postes à souder et les différents types de soudage. Puis, on a vu les prix et les caractéristiques des meilleures marques des postes à souder avec un 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 du secteur. Pour les régions isolées, ils existent des groupes autonomes de soudure qui sont équipés avec des groupes électrogènes.

Le triphasé en 380 V sera mieux adapté à la soudure à l'arc en raison d'une plus grande puissance disponible.

A decorative scroll frame with a black border and white scroll-like ends on the left and right sides. The text is centered within the scroll.

*Chapitre II: Principe de  
fonctionnement du  
transformateur*

## Introduction

Le poste à souder est constitué essentiellement d'un transformateur, le transformateur permet de transférer 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.[14]

Parmi les applications des transformateurs, on note :

1. Electronique :
  - a) alimentation à basse tension
  - b) adaptation d'impédance
2. Electrotechnique :
  - a) transformation de la tension pour le transport et la distribution d'électricité
  - b) alimentation à basse tension (par exemple, lampes halogènes)
3. Mesure :
  - a) transformateurs d'intensité de courant
  - b) transformateurs de potentiel

Il y a deux types principaux de transformateurs, le type **cuirassé** et le type **à colonnes**. Dans le type cuirassé, on utilise un circuit magnétique à trois branches, et les enroulements sont autour de la branche centrale. Dans le type à colonnes, un circuit magnétique à deux colonnes est utilisé.[14]

Dans ce chapitre, on va présenter le principe de fonctionnement du transformateur abaisseur, puis discuter aussi l'étude du transformateur idéal fonctionnant en charge, après on va parler aux rapports de transformation pour le courant et pour la puissance apparente, on va présenter aussi le modèle du transformateur idéal, avant de présenter le transformateur réel et sa circuit équivalent, et en fin on va passer au transformateur parfait et déterminer ses paramètres en fonctionnement court circuit.

### Définition

Le transformateur est un appareil statique, basé sur le phénomène de l'induction électromagnétique  $\vec{B} \rightarrow \vec{E}$ .

Il permet de convertir l'énergie électrique alternative  $W$  [J] en énergie de même nature. Ce transfert d'énergie peut se faire avec des différents niveaux de tensions ou de courants.

Usuellement, nous parlons d'appareil avec séparation galvanique, ce qui signifie : sans aucune liaison électrique entre les deux circuits (primaire et secondaire). [15]

## **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 auto-transformateur.

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 Ruhmkorff.

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.[15]

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. [15]

Ainsi, en 1885, les Hongrois Károly Zipernowsky, Miksa 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.[15]

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. [15]

## **Utilisations du transformateur**

Dans les réseaux de distribution électrique, le but est de transférer de l'énergie électrique  $W[J]$  avec le moins 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  $I$ .

$$J \quad (2.1)$$

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

### **Principe de fonctionnement**

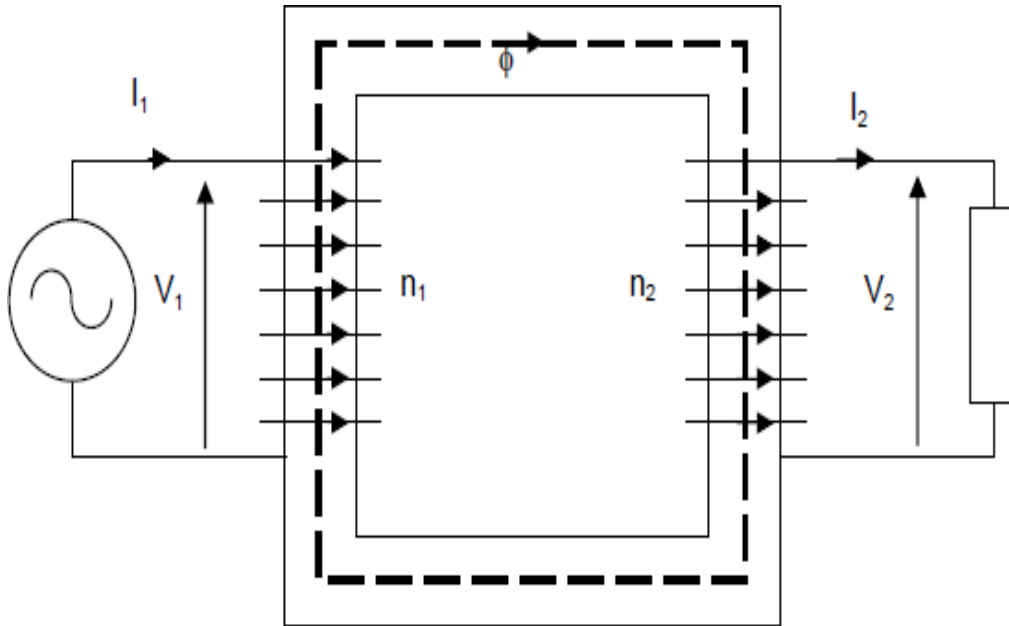
L'un des deux bobinages joue le rôle du primaire, il est alimenté par une tension variable et donne naissance à un flux magnétique variable dans le circuit magnétique. Le circuit magnétique conduit avec le moins de réluctance possible les lignes du champ magnétique créées par le primaire dans les spires de l'enroulement secondaire. D'après la loi de Faraday, ce flux magnétique variable induit une force électromotrice dans le deuxième bobinage appelé secondaire du transformateur. [15]

Le transformateur ne peut pas fonctionner s'il est alimenté par une tension continue. Le flux doit être variable pour induire une f.é.m. au secondaire, il faut donc que la tension primaire soit variable.

Le transformateur est réversible, chaque bobinage peut jouer le rôle du primaire ou du secondaire. Le transformateur peut être abaisseur ou élévateur de tension.

Un transformateur comprend : [15]

- Un circuit magnétique fermé, son rôle est de transmettre le plus efficacement possible l'énergie magnétique du primaire, qui la génère, au secondaire. Il doit donc être :
  - ✓ d'hystérésis aussi faible que possible pour limiter les pertes ;
  - ✓ feuilleté (tôles de 4 à 5 mm d'épaisseur) afin de limiter les courants de Foucault ;
  - ✓ de résistance électrique aussi élevée que possible, toujours dans le but d'affaiblir les courants de Foucault, à cette fin on utilise des aciers au silicium ;
- $x$  enroulements (bobines) :
  - ✓ Le primaire alimenté par un générateur de tension alternative de tension  $V_1$  et comportant  $n_1$  spires. La bobine  $L_1$  absorbe le courant  $I_1$ . Le primaire transforme l'énergie électrocinétique reçue en énergie magnétique. C'est un récepteur d'énergie électrique.
  - ✓ Le secondaire comporte  $n_2$  spires ; il fournit, sous la tension  $V_2$ , un courant  $I_2$  au dipôle récepteur. Le secondaire transforme l'énergie magnétique reçue du primaire en énergie électrocinétique. C'est un générateur d'énergie électrique. [15]



FigII.1. Le flux magnétique est noté  $\phi$ .

Il peut y avoir plus d'un enroulement secondaire. Par exemple dans le cas d'un transformateur abaisseur fournissant une tension efficace de 24 V, une de 12 V et une autre de 5 V, on a un primaire et trois secondaires.

L'isolement électrique et l'échauffement constitue les limitations des enroulements. [15]

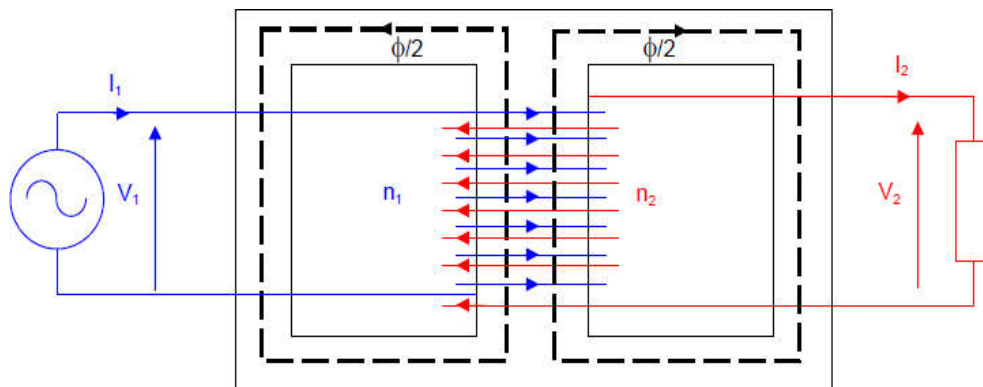


Fig II.2. Transformateur cuirassé

On rencontre essentiellement le transformateur cuirassé (Fig II.2) dans lequel les bobines sont coaxiales. Ce type de transformateur émet moins de lignes de champ magnétique à l'extérieur (fuites). Que ce soit le transformateur de la (Fig II.1) ou bien celui de la (Fig

, les deux enroulements sont isolés électriquement, mais magnétiquement couplés par le flux  $\phi$ . [15]

Alimenté par une tension alternative, le primaire crée le flux alternatif  $\phi$  dans le circuit magnétique. Par induction, une f.é.m. apparaît aux bornes du secondaire. Si le dipôle récepteur absorbe une puissance ( étant le déphasage dû au dipôle), le primaire, qui se comporte comme un récepteur, absorbe ( étant le déphasage entre). La conservation de la puissance permet d'écrire, au rendement près :  $P_1=P_2$ . [15]

Les grandeurs physiques apparaissent dans l'ordre chronologique suivant, il est nécessaire de bien assimiler cette chaîne de causalité afin de placer correctement tensions et courants sur un schéma : [15]

1. On choisit arbitrairement un instant où la d.d.p. du générateur a le sens que l'on souhaite (ici elle est orientée vers le haut) :

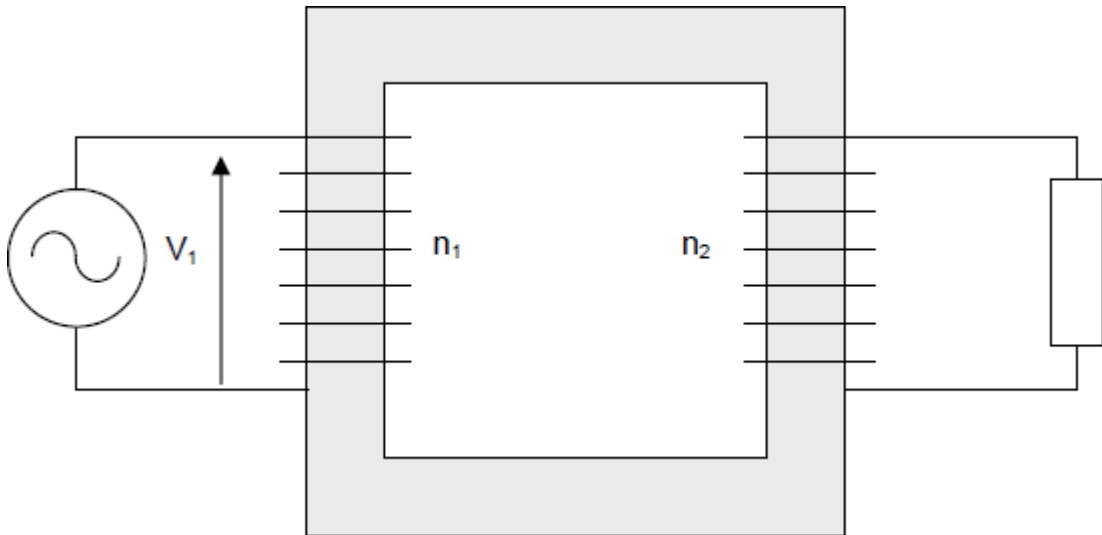


Fig II.3. Le transformateur orientée vers le haut

A cet instant, le transformateur est un récepteur, le courant sort par la borne « + » du générateur et rentre par une borne « - » dans le transformateur. On a donc déterminé le sens du courant parcourant l'enroulement primaire à cet instant : [15]



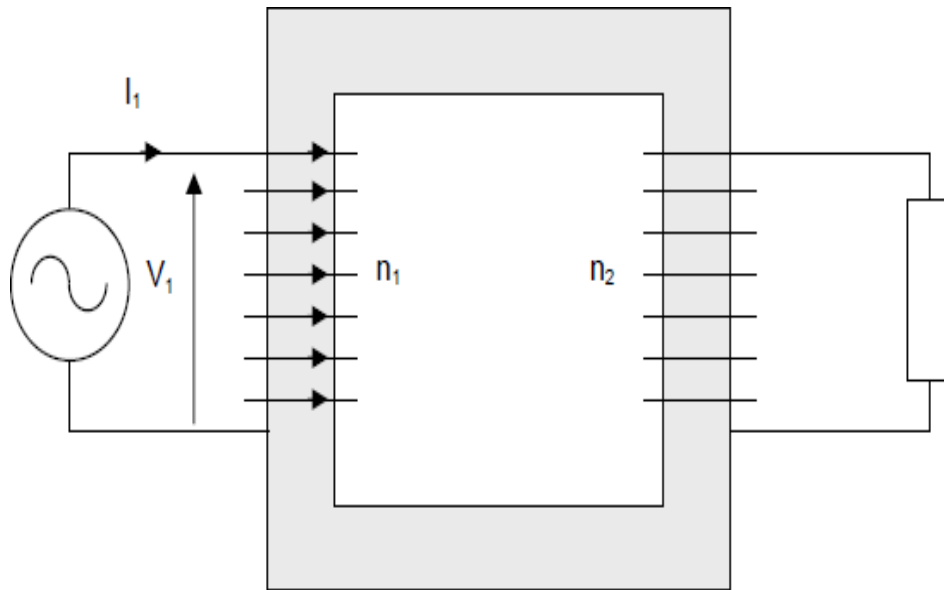


Fig II.4. Le transformateur récepteur

Le sens du courant primaire détermine, d'après la règle du tire-bouchon de Maxwell par exemple, le sens du flux magnétique produit à cet instant par l'enroulement primaire. Ce flux est qualifié de « flux inducteur » : [15]

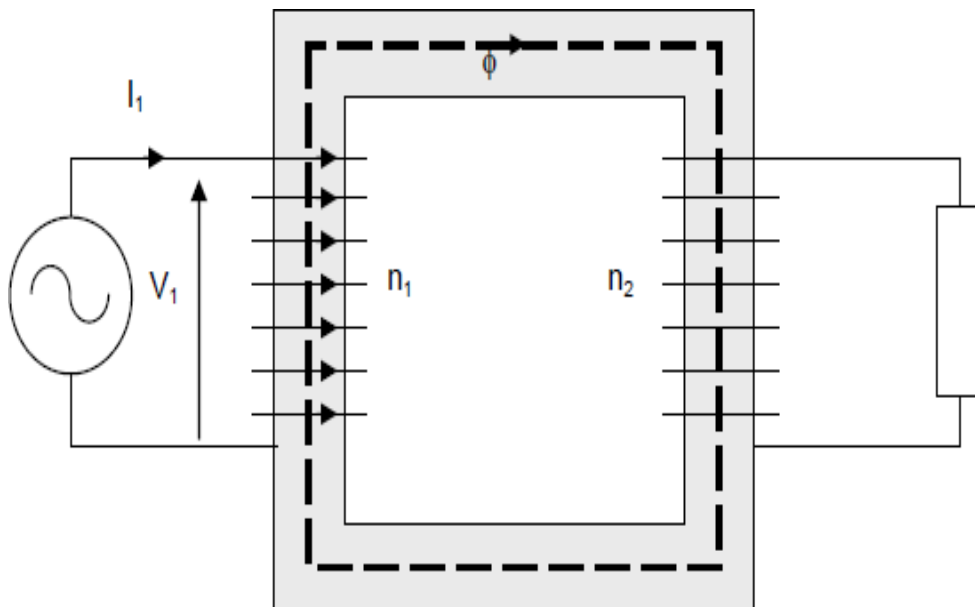


Fig II.5. Flux inducteur

2. En admettant que le courant primaire est en train de croître à l'instant considéré, il en est de même pour le flux magnétique, canalisé par le circuit magnétique, à travers

l'enroulement secondaire. Selon la de Faraday, un courant va apparaître dans le secondaire (celui-ci étant fermé sur un récepteur). D'après la loi de Lenz, le sens de ce courant secondaire sera tel qu'il créera un flux induit antagoniste au flux inducteur. La règle du tire-bouchon de Maxwell permet de déterminer le sens du courant secondaire.[15]

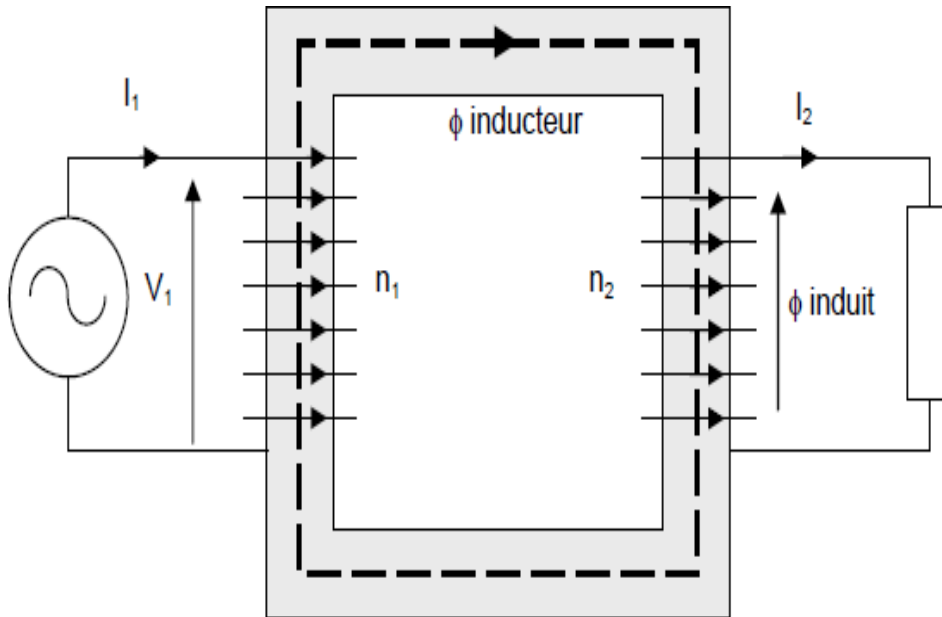


Fig II.6.Le sens du courant secondaire

L'enroulement secondaire est un récepteur d'énergie magnétique et un générateur d'énergie électrocinétique. Le courant sort par la borne « plus », la polarité, le sens de la vectrice tension secondaire à cet instant en découle : [15]

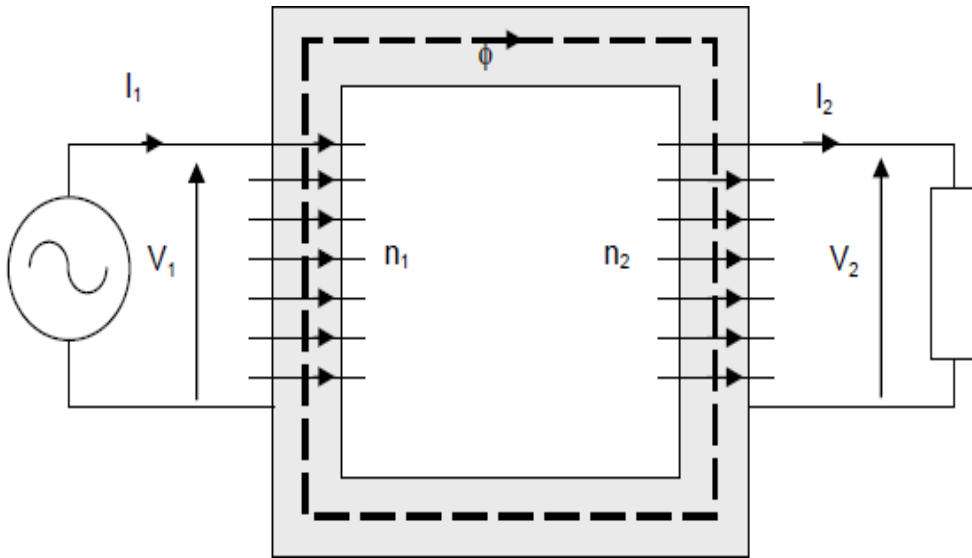


Fig II.7. Le sens du vecteur tension secondaire

### Transformateur idéal

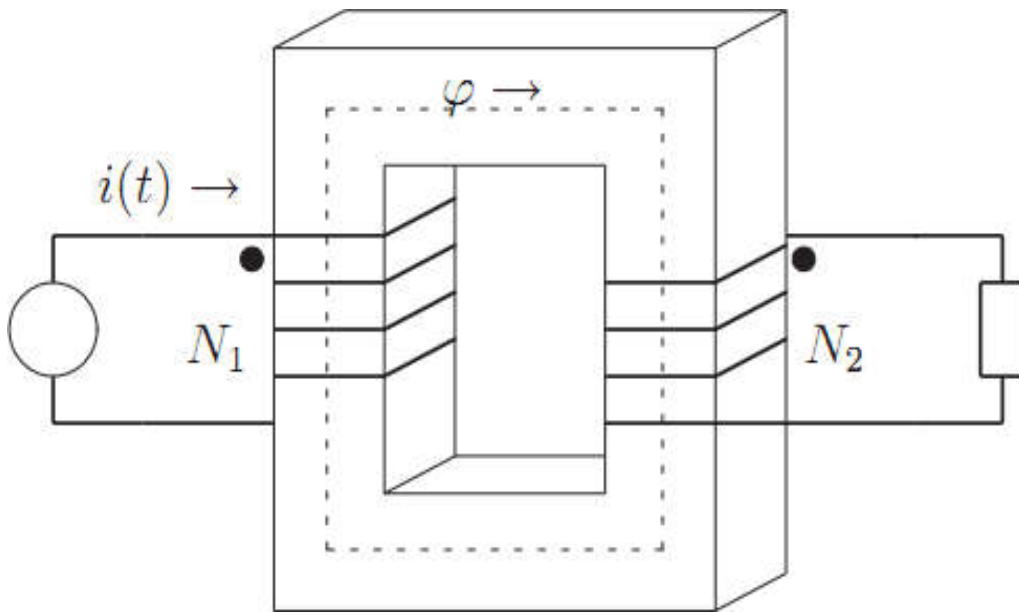


Fig II.8. Le transformateur

Si on reprend la bobine de la Fig II.8, on définit un transformateur idéal ayant les caractéristiques suivantes : [14]

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

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 Fig II.9. : [14]

$$R=0$$

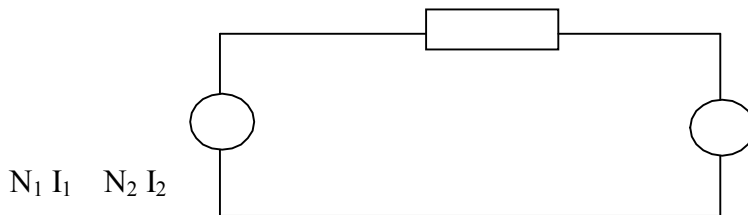


Fig II.9. Circuit équivalent du transformateur idéal

Selon le circuit précédent, on a :

$$N_1 I_1 - N_2 I_2 = R \phi = 0 \quad (2.2)$$

### Rapport de transformation

On peut écrire les équations suivantes : [16]

$$\phi = \phi \quad (2.3)$$

$$\phi \quad (2.4)$$

$$\phi \quad (2.5)$$

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 possède pas d'unité.

~~$m =$~~  mais nous savons que  $m = [-]$

Réécrivons le tout

$$m = \frac{U_1}{U_2} \quad (2.6)$$

## 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 : [14]

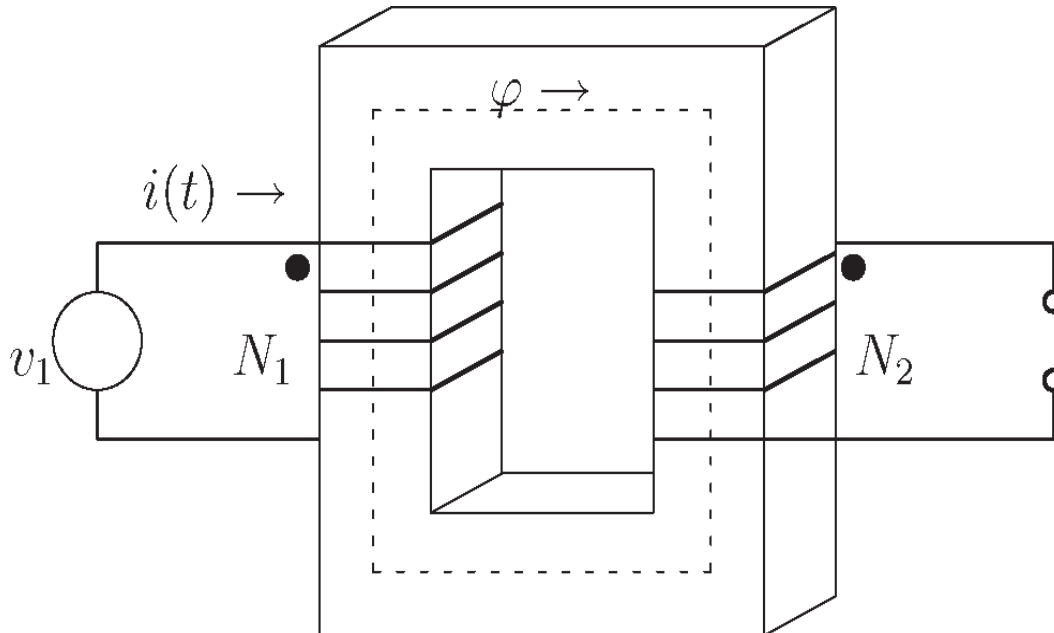


Fig II.10. Le transformateur a vide

Dans ce cas, on obtient la relation suivante : [14]

$$U_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt} \quad (2.7)$$

qu'on peut réarranger pour obtenir :

$$-\dot{\phi} = \frac{U_1}{N_1} \quad (2.9)$$

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

$$\phi = \frac{U_2}{N_2} \quad (2.10)$$

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

$$e_2 = -N_2 \dot{\phi} \quad (2.11)$$

( $e_2$  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 : [14]

$$e_1 = -N_1 \dot{\phi} \quad (2.12)$$

qu'on peut réarranger pour obtenir :

On obtient donc :

$$\text{---} \text{---} \text{---} \quad (2.13)$$

On définit le rapport de transformation  $a$  comme étant le rapport du nombre de tours du transformateur. Donc : [14]

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

Le circuit équivalent du transformateur à vide est (figure II.11.)

$$R = 0$$

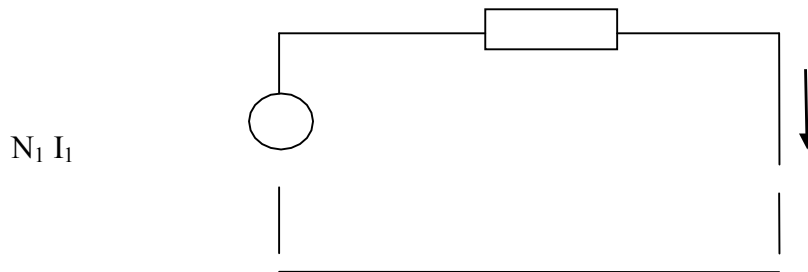


Fig II.11. Circuit équivalent du transformateur à vide

Le flux magnétique est différent de zéro mais la force magnétomotrice de la bobine au primaire est nulle, puisque  $N_1 I_1 = R = 0$ . Le courant dans la bobine au primaire est nul. [14]

### Polarité d'un transformateur

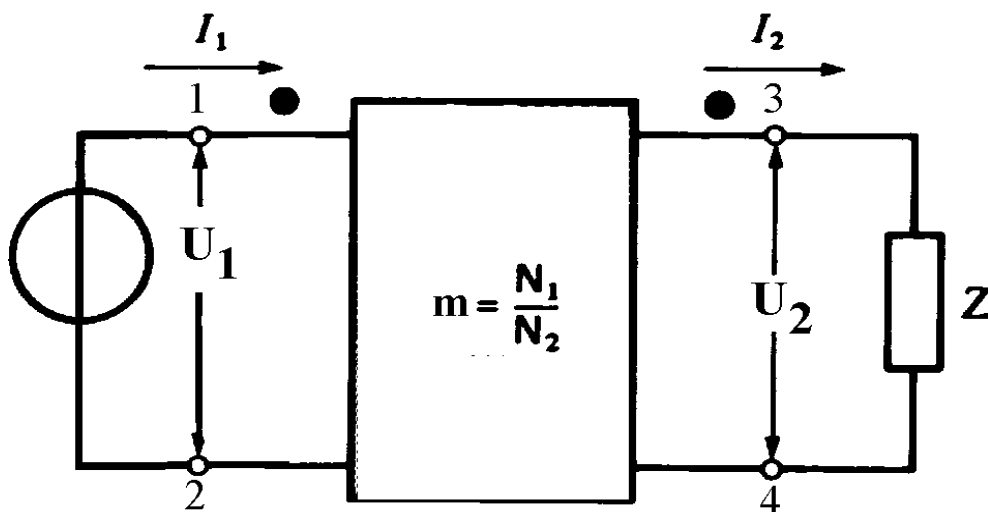


Fig II.12. Circuit équivalent du transformateur

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 :

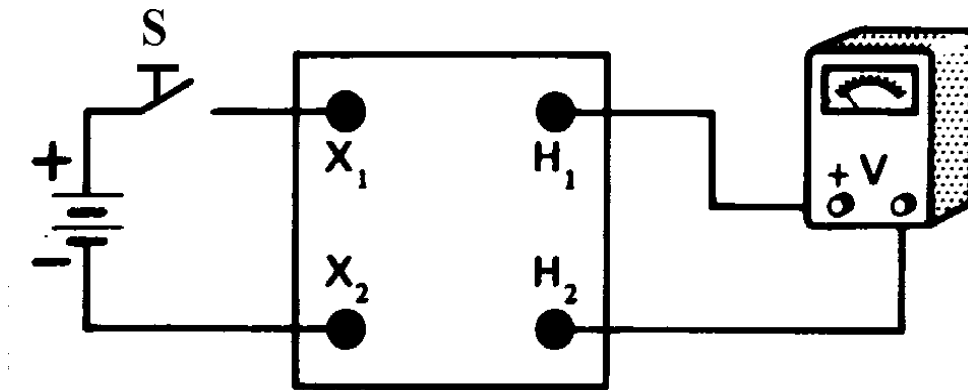


Fig II.13. test de polarité d'un transformateur

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 cet 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]

### **Fonctionnement en charge du transformateur idéal**

Lorsqu'on branche une charge au secondaire, avec une source sinusoïdale, on obtient le circuit suivant (figure II.14) : [14]

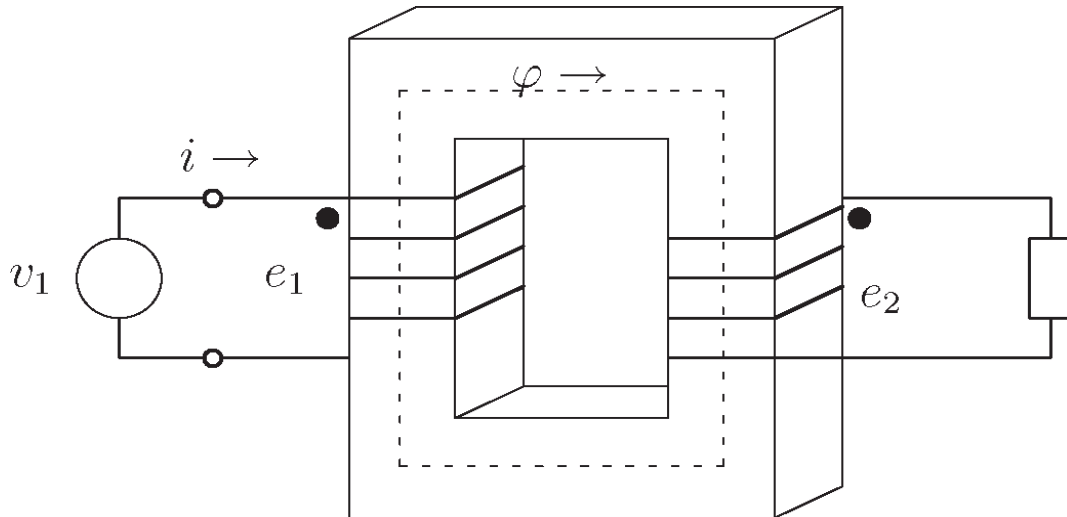


Fig II.14. Le transformateur en charge

On obtient le circuit équivalent suivant (figure II.15) :

$$R = 0$$

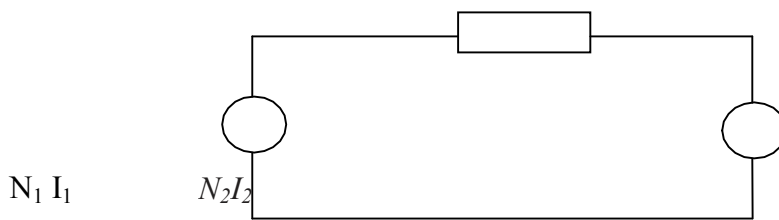


Fig II.15. Circuit équivalent du transformateur idéal

La réluctance est nulle parce que la perméabilité est infinie. Donc, on obtient : [14]

$$N_1 I_1 - N_2 I_2 = R = 0 \tag{2.15}$$

d'où on retrouve :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \tag{2.16}$$

La puissance instantanée est :

$$P = v_1 i_1 = v_2 i_2 \tag{2.17}$$



## Rapport des courants

De l'équation précédente on tire : [16]

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{a} \quad (2.18)$$

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.

## 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]

$$S_1 = S_2 \quad (2.19)$$

mais nous connaissons la relation suivante

$$S = U \cdot I \text{ [VA]} \quad (2.20)$$

ce qui nous donne la relation

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \quad (2.21)$$

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

$$m = \frac{I_1}{I_2} \quad (2.22)$$

## Modèle du transformateur idéal

Un transformateur peut être représenté par le circuit de la Fig II.16. [14]

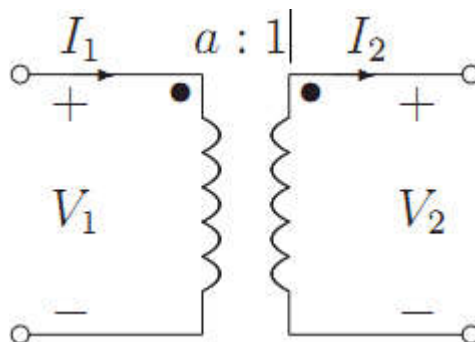


Fig II.16. Circuit équivalent du transformateur idéal, en charge

Dans ce circuit, on a : [14]

## Transformateur réel

Le transformateur réel ne possède pas des caractéristiques parfaites comme le transformateur idéal. On doit tenir compte de : [14]

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 : [14]

1. Puisque la perméabilité du noyau est non-infinie, la réluctance du noyau ne sera pas nulle. Il y a par conséquent des fuites de flux :

- (a) au primaire
- (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. [14]

## 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 Fig II.17. On regardera ensuite la raison pour chacun de ces éléments. [14]

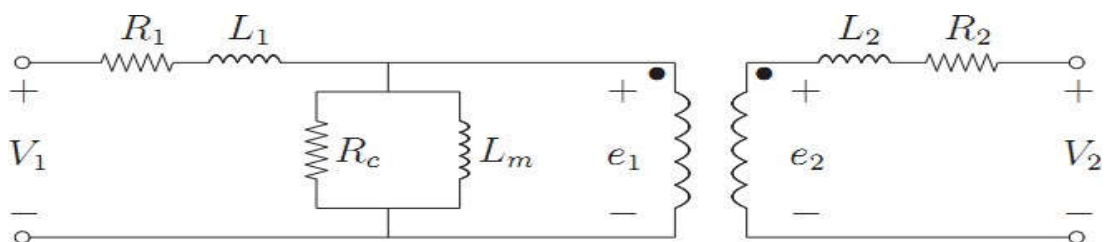


Fig II.17. Circuit équivalent du transformateur.

Puisque la perméabilité du noyau est finie, la reluctance sera non-nulle. Par conséquent, pour créer le flux dans le noyau, il faut un courant . Ceci peut être représentée par une Inductance , qu'on appelle une inductance magnétisante. [14]

### Pertes dans le noyau

On représente les pertes dans le noyau par une résistance en parallèle avec l'inductance magnétisante . [14]

### Fuites au primaire et secondaire

On représente ces pertes par des inductances et , pour le primaire et le secondaire, respectivement, résistance des fils

On représente la résistance des fils de cuivre par des résistances et pour le primaire et le secondaire, respectivement. [14]

### Détermination des paramètres du transformateur

On peut déterminer les paramètres physiques d'un transformateur µa l'aide de trois tests Expérimentaux. [14]

#### a. Essai à vide

On applique la tension nominale au primaire du transformateur.

On mesure : [14]

- $v_{1v}$ , 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) A l'aide de ces mesures,

On peut déterminer :

- La polarité du transformateur.

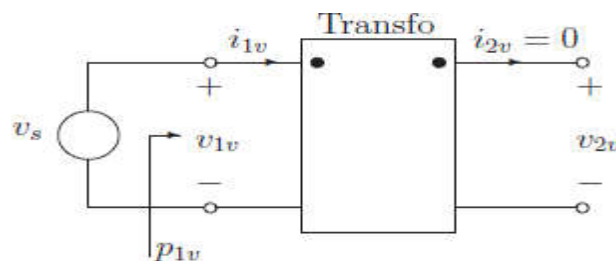


Fig II.18.Essai à vide d'un transformateur

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

- rapport de transformation  $a$ .

$$a = \quad (2.24)$$

- valeurs de  $X_m$  et  $R_f$

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

$$p_{1v} = \frac{R_c}{\dots} \quad (2.25)$$

$$(2.26)$$

$$\sqrt{\dots} \quad \sqrt{\dots} \quad (2.27)$$

$$\frac{\dots}{\dots} \quad (2.28)$$

$$\frac{\dots}{\sqrt{\dots}} \quad (2.29)$$

### b. Essai en court-circuit

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

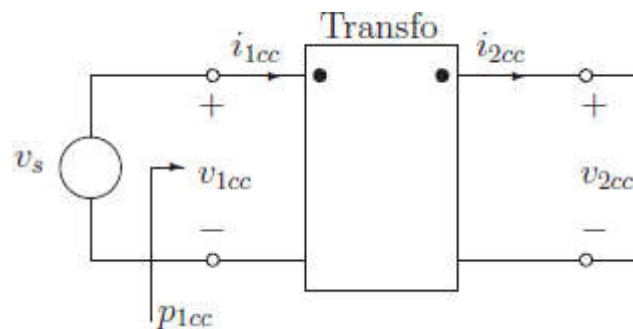


Fig II.19. Essai en court-circuit d'un transformateur

On mesure : [14]

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

Pour obtenir les paramètres, on suppose que  $R_c$  et  $X_m$  ont des effets négligeables. On obtient alors : [14]

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

$$\rightarrow \text{---} \quad (2.30)$$

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

$$\sqrt{\text{---}} \quad \text{---} \quad (2.31)$$

$$\text{---} \quad \sqrt{\text{---}} \quad (2.32)$$

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

c. Essai en courant continu

Si on applique une tension continue au primaire du transformateur, on obtient que :

[14]

$$R_1 = \text{---} \quad (2.33)$$

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

$$R'_2 = R_{eq} - R_1 \quad (2.34)$$

### 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. [15]

Transformateur parfait

Un transformateur parfait : [15]

- n'a pas de fuites magnétiques : ;
- 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 :

$$\frac{U_1}{N_1} = \frac{U_2}{N_2} \quad (2.35)$$

$$\frac{I_1}{N_1} = \frac{I_2}{N_2} \quad (2.36)$$

En éliminant le flux communs et en utilisant la relation de Hopkinton, on obtient les relations fondamentales : [15]

$$\frac{U_1}{N_1} = \frac{U_2}{N_2} \quad (2.37)$$

Le nombre  $\frac{N_1}{N_2}$  (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  $\phi = \frac{U_1}{N_1} \frac{1}{\omega}$  (2.38)

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

$$B = \frac{\phi}{S} = \frac{U_1}{N_1 S \omega} \quad (2.39)$$

la référence d'équation est insérée à cet emplacement L'induction maximale  $B_{max}$  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 : [15]

$$U_1 = N_1 S \omega B_{max} \quad (2.40)$$

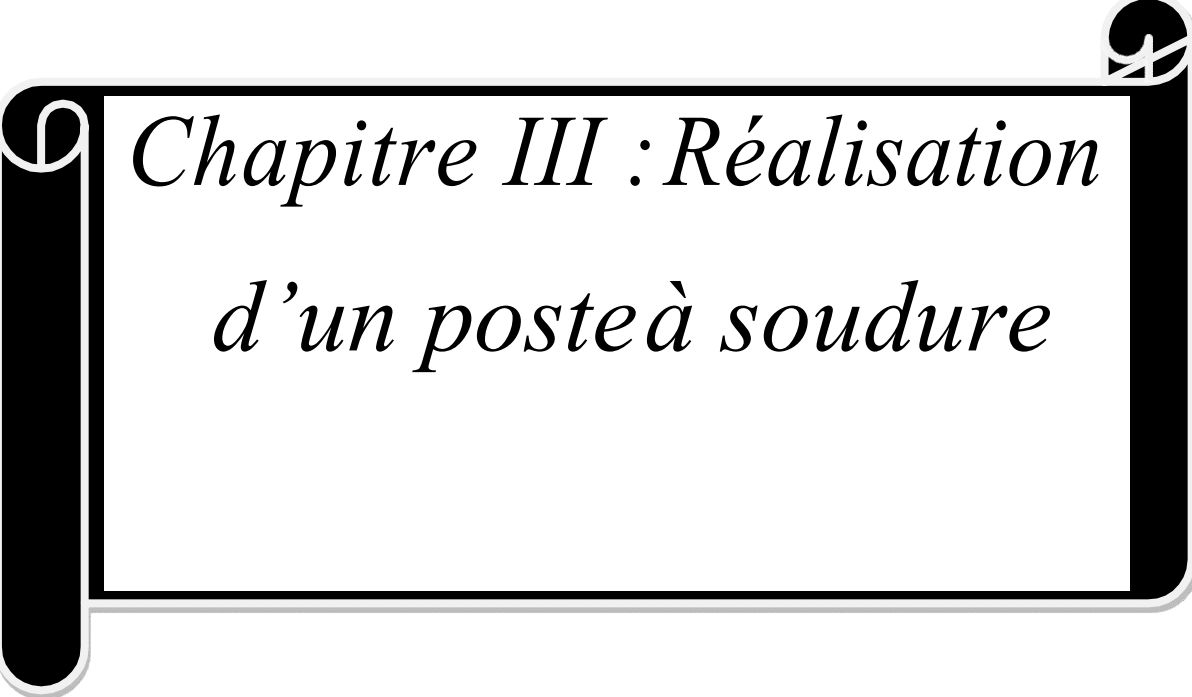
Cette relation permet, connaissant  $B_{saturation}$  (information donnée par le métallurgiste qui fabrique les tôles du circuit magnétique) et  $V_1$ , d'en déduire la valeur minimum de  $n_1$ .

En fonctionnement industriel,  $V_1$ , 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). [15]

## 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.

A decorative scroll frame with a black border and white scroll-like ends on the left and right sides. The text is centered within the scroll.

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



## 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 cinq postes à souder qui sont tous en pannes. Ces postes ont des tailles variées et de technologies très différentes (Fig III 1). De plus le bobinage primaire et secondaire sont fabriqués soit par de l'Aluminium ou soit par du Cuivre.



Fig.III. 1. Différents postes à souder récupérés de la casse.

Un premier constat sur ces postes a montré que tous ces postes ont le bobinage primaire endommagé. Cet endommagement consiste à une fusion complète de l'enroulement primaire et de la gaine isolante ou d'une partie de l'enroulement primaire (Fig III. 2a gauche). Par contre le bobinage secondaire formé par un enroulement ou deux ou parfois trois en Aluminium de sections différentes et plus grandes que le primaire (Fig III. 2a droit) est récupéré à un état saint.

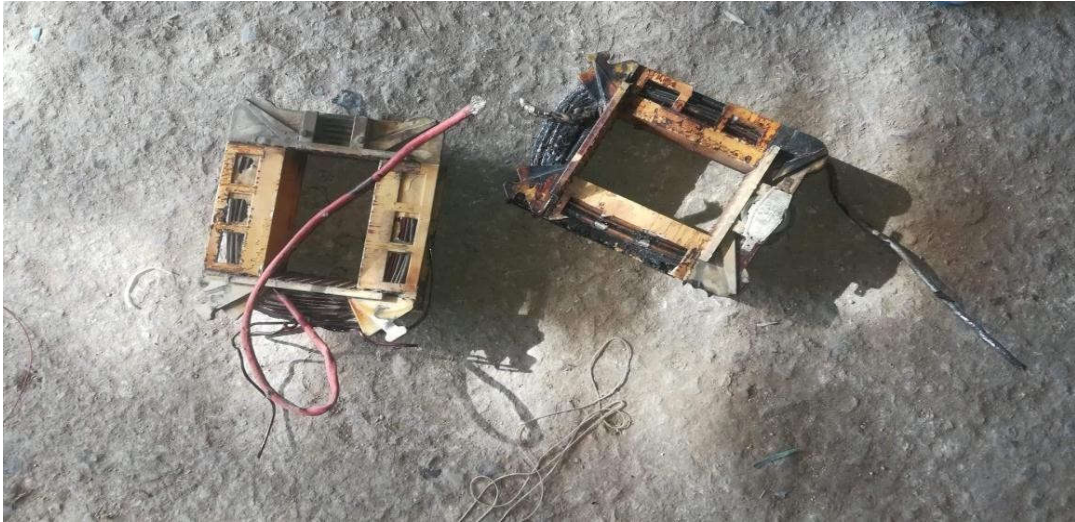


Fig.III.2a. Bobinage primaire endommagé (gauche) et bobinage secondaire saint (droit)



Fig.III.2b. Bobinage primaire partiellement endommagé

Nous avons sélectionné l'un des cinq postes (Fig III .3). Le démantèlement de ce poste à soudeuse nous a coûté une demi-journée. Dans cette procédure de démantèlement, nous avons essayé de compter le nombre de spires dans l'enroulement primaire mais en vain.

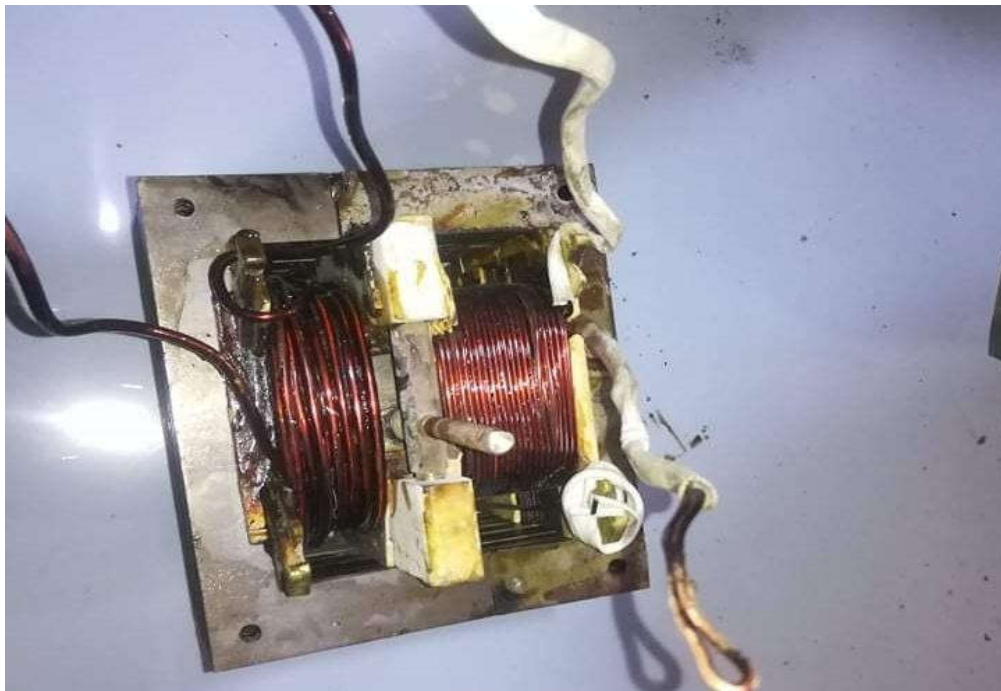


Fig.III.3. Démantèlement du poste à soudeur

### Préparation du circuit magnétique

La deuxième étape pour la réalisation du poste à soudeur consiste au montage du circuit magnétique. Ce circuit magnétique est constitué par des tôles magnétiques. Le choix des tôles est moyennement important, car il ne faut pas faire la "fine bouche" du fait que pour trouver le bon circuit magnétique, ce ne sera pas toujours facile. Donc tôle de grande qualité ou non, cela restera tout de même des tôles magnétiques.

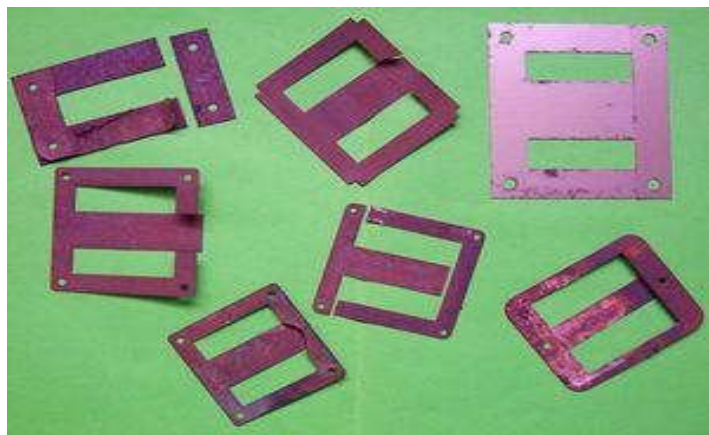


Fig.III.4. Tôles magnétiques réponsus "E", "I", "U" et "T"

Le plus important est de reconnaître le "design" des tôles, car il y a de nombreuses solutions existantes avec des tôles en un ou plusieurs éléments à assembler. **Les tôles en formes de "E", "I", "U" et "T" sont les formes les plus répandues (Fig III. 3.).**

Ces tôles sont également importantes par la place laissée aux bobinages. Il n'est pas exclu de se trouver devant des impossibilités d'assurer tous les bobinages dans l'espace prévu entre les différentes sections magnétiques. Pour notre part, nous avons utilisé les tôles en forme de "I", qu'on a récupérées du poste à soudeuse endommagé. Ces tôles sont d'épaisseur 5 mm, de longueur 120 mm et de largeur 50 mm (Fig III. 5).



Fig.III.5. Tôles magnétiques utilisées dans la fabrication du circuit magnétique

Plus le circuit magnétique est "concentré", moins il y aura de pertes de flux. Ceci explique que les fenêtres réservées aux bobinages sont toujours très "justes". Ceci explique aussi que le bobinage est toujours placé au centre pour que les flux parasites puissent se reboucler dans le fer. Les tôles seront empilées une fois les bobinages réalisés (Fig III. 6).



Fig.III.6. Empilement des tôles.

Habituellement, il y a des trous prévus pour le passage des tiges filetées de serrage des tôles. Ce serrage est important car dans le cas contraire, il génère des vibrations des tôles à 50 Hz ou à 100 Hz ? Ainsi que déjà dit à propos des fuites, les tôles seront croisées et les derniers à rentrer seront insérées au milieu de l'empilement, car on aura pris soin de ne pas croiser deux ou trois I au centre de l'empilage des tôle.



Fig.III.7. Serrage des tôles

### **Bobinage ancien secondaire**

Le bobinage secondaire est restitué tel qu'il est. Il est formé de trois enroulements en Aluminium de sections différentes. Le premier enroulement a 40 spires de section  $10 \text{ mm}^2$ , le deuxième enroulement a 30 spires de section  $15 \text{ mm}^2$  et le troisième a 20 spires de section  $20 \text{ mm}^2$ . Pour notre part, nous avons utilisé le premier enroulement puisqu'il délivre plus de courant.

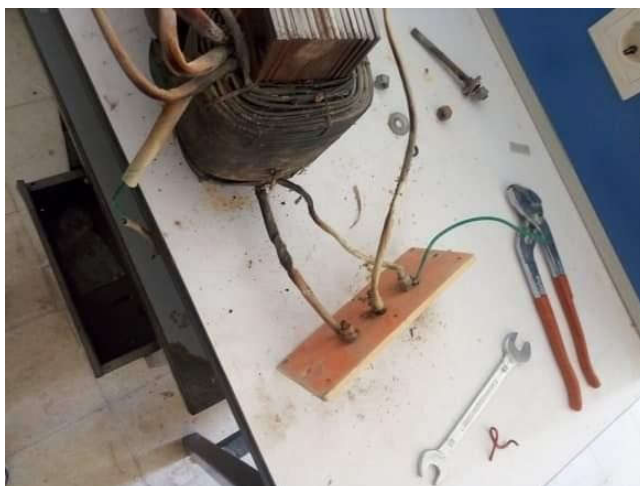


Fig.III.8. le bobinage secondaire

## Bobinage primaire

Tous les abaques sont basés sur une induction moyenne de 1 Tesla (10000 Gauss). Si on veut utiliser d'autres valeurs de l'induction, il faudrait reprendre la formule de Boucherot :

$$N=U*10^8/4.44*f*B*S$$

Avec pour N le nombre de spires. (Si U=1 volt, ce sera le nombre de spires par volt)

**U** : la tension en Volts

**f** : la fréquence en Hertz

**B** : l'induction en Gauss

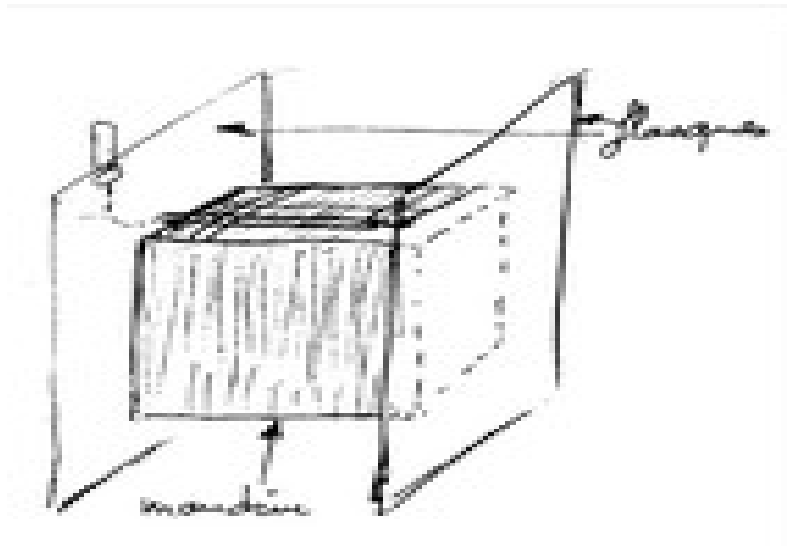
**S** : la section en centimètres carrés

Un premier calcul du nombre de spires, nous a donné une première estimation qui est très raisonnable. Pour une tension U égale à 1V, une fréquence f égale à 50 Hz, une induction B égale à 10000 Gauss et une section S égale 5 cm x 7 cm donnant un nombre de spire par volt égale à 1.287. Alors pour une tension de 220 V, le nombre de spires est égale à 220x1.287 donnant un nombre de spires totales égale à 283 spires.

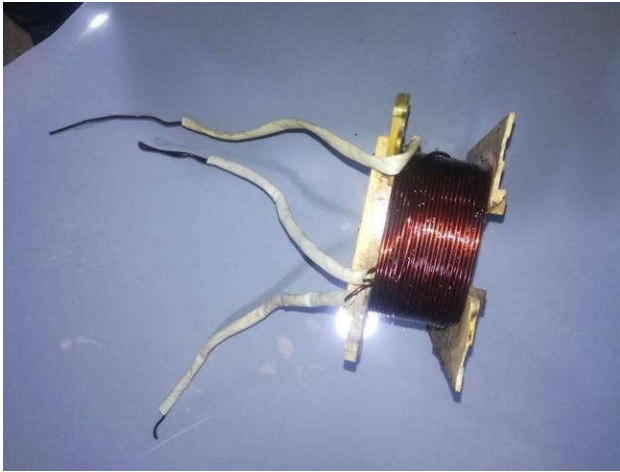
On a récupéré de l'un des enroulements primaires qui est partiellement endommagés (Fig III. 2b) un certain nombre de spires égales à 280 spires en Aluminium avec un isolant spécial.

L'enroulement primaire constitué de 280 spires a été bobiné sur un support contenant un mandrin en bois avec flasques dans les extrémités (Fig III 9.). Pour éviter de tout refaire, le support du bobinage doit comporter les flasques qui sont toujours préférables, car ils évitent que les spires ne s'écartent en bout de bobinage. Les mandrins sans flasques, permettent de bobiner, mais il faut être vigilant sur la bonne tenue des spires d'extrémités, et cela d'autant plus que le nombre des couches augmente le bobinage final est représenté sur les figures (Fig III.10).

Il est parfois nécessaire de placer un isolant de couche un peu plus épais après 40 spires, car ça aide à reprendre de meilleurs alignements des spires et assurer une bonne isolation.



**Fig.III. 9.** Le support pour bobinage avec mandrin et flasques



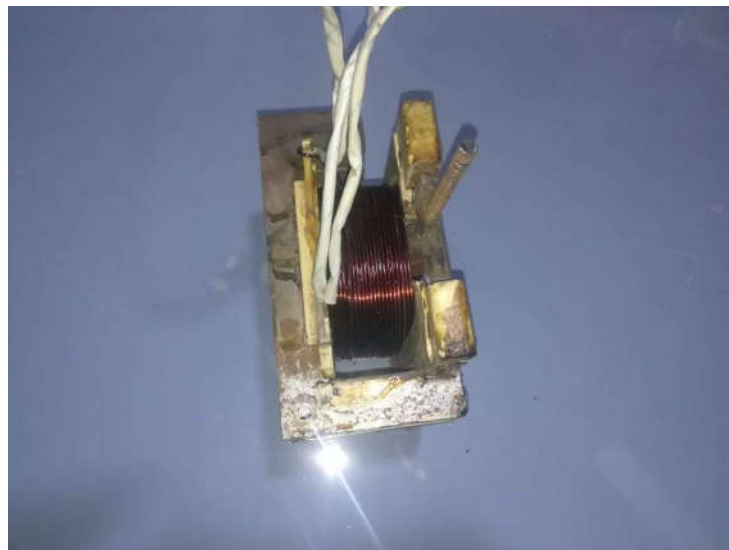
**Fig.III.10.** Enroulement à 280 spires récupérées de l'enroulement endommagé

Il faut absolument travailler avec le plus grand soin possible en évitant toutes les épaisseurs différentes ou les accidents de hauteurs sur une même couche. Après que le bobinage soit terminé, les flasques sont ensuite arasés et le bobinage est ensuite minutieusement enlevé.

L'enroulement ainsi constitué (Fig III. 10) est monté sur un support isolant (Fig III. 11) qui sert à isoler l'enroulement primaire du circuit magnétique (Fig III. 12).



**Fig.III.11.** Support isolant entre enroulement et circuit magnétique



**Fig.III.12.** Bobinage primaire et secondaire placé sur le circuit magnétique

### **Remontage des tôles**

C'est maintenant l'heure de la vérité et on procède maintenant au montage des tôles. Chaque tôle sera croisée avec la précédente. Dans notre cas tout est rentré juste sans jeu ni forçage excessif.





Fig.III.13. Remontage des tôles

Prendre ensuite un marteau et un bout de bois pour taper délicatement toutes les tôles pour qu'elles soient bien alignées, mais surtout sans aucun entrefer entre les I. On resserre les côtés latéraux à l'étau et pincer légèrement les bords inférieurs.

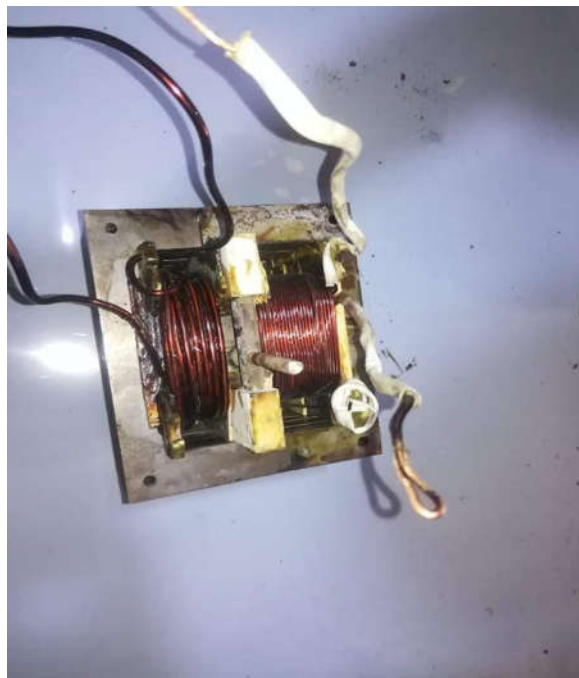


Fig.III.14. Resserrage des tôles

Notre transfo a des pattes à l'équerre et des vis c'est encore plus facile, et dans tous les cas le bon sens fait toujours le reste des opérations.

### **Testes sur le poste à soudure réalisé** **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 et/ou carcasse en C, double C ou torique). On remarquera que les pertes 'Fer' sont fixes, que le transformateur soit à vide, en charge ou en court-circuit.

## Pertes Joule

Tout le monde maîtrise 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 tension primaire (Tab III. I). Ces mesures ont montré que pour la tension nominal qui est de 220 V, le courant primaire ne dépassent pas 1.5 A exigé par le fil conducteur. D'après ces mesures, on peut constater que le rapport de transformation est égale 1/6 (37.35 V tension secondaire / 226.4 V tension primaire) légèrement inférieur au rapport calculé 1/7 (40 spires secondaires / 280 spires primaires). La caractéristique à vide est illustrée sur la figure 15.

Tab.III.1. Caractéristique à vide

Caractéristique à vide		
U <sub>1</sub> (V)	U <sub>2</sub> (V)	I <sub>1</sub> (A)
6,62	1	0,134
12,91	2	0,215
19,11	3	0,273
31,35	5	0,362
40	6,49	0,40
60	10	0,49
80	13,28	0,57
100	16,74	0,64
140	23,42	0,79
160	26,75	0,88
180	30	1,00
200	33,32	1,16
226,4	37,35	1,447

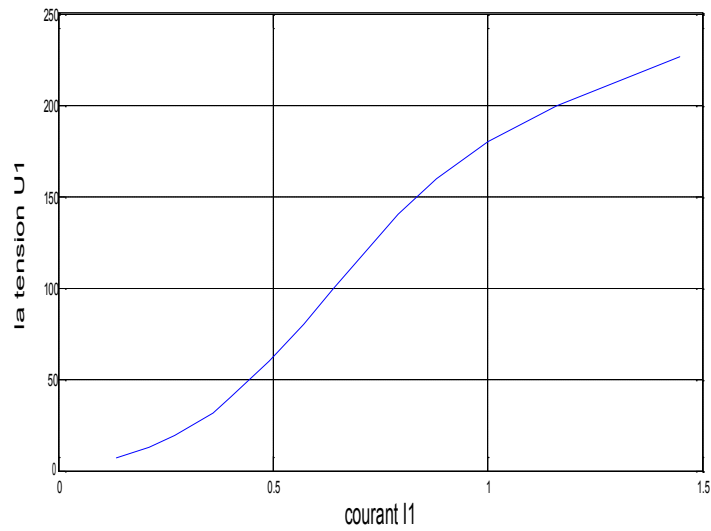


Fig.III.15. Caractéristique à vide

On comprendra facilement que dans ces conditions, 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-mi-temps. 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.



Fig. 16. : Poste à soudeur réalisé



Fig. 17. : Poste a soudé finale

### **Protection de poste**

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

### **Conclusion**

On a pu réaliser un poste à soudeure 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 soudeure 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.

## Conclusion générale

L'étude présentée dans ce 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.

## Références Bibliographiques

- [1] : Olsen, F. O. (Ed.). (2009). Hybrid laser-arc welding. Elsevier.
- [2] : poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/poste-a-souder.
- [3] : poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/poste-a-souder.
- [4] : CHARLES, J. (1976). Les installations électriques basses tension. La nouvelle NORME NF C15-100.
- [5] : Fiche technique pratique en Carrosserie créée par jeu2mainjeu2vilain le 05 mars 2006. (<http://faq.6enligne.net/display.php?id=221/les-differents-types-de-soudures>)
- [6] : 10 Best Arc Welders | June 2016 ([wiki.ezvid.com/best-arc-welders](http://wiki.ezvid.com/best-arc-welders)).
- [7] : Soudage à l'arc avec électrode enrobée - Chapitre 4 ([www.rocdacier.com](http://www.rocdacier.com)).
- [8] : Michaud, H. (2017). Conception d'une structure soudée pour l'actionnement de vannes de pipelines automatisées (Doctoral dissertation, École de technologie supérieure).
- [9] : La boutique du soudeur (porte-electrodes-pince-200amp-gys).
- [10] : pince-pour-cable-de-demarrage-en-laiton-isolant-rouge-jusqu-a-700-ampesoutiland.
- [11] : La boutique du soudeur (cable-soudure-50-mm-vendu-metre).
- [13] : La boutique du soudeur (cable-soudure-50-mm-vendu-metre).
- [14] : Cormier\_Gabriel, (2010), les cours électrotechnique, Université de Moncton canada.
- [15] : Transformateur monophasé. Plate-forme 3E (Électricité, Electronique, Electrotechnique) C.E.S.I.R.E. – Université J.Fourier Grenoble.
- [16] : Darkawi, A. (2019). Transformateur monophasé.

## Résumé

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.

## المختصر

تُعد هذه الأداة من الأدوات الكهربائية المستخدمة في اللحام، وهي تعمل على خفض الجهد الكهربائي من الجهد العالي إلى الجهد المنخفض. هذا الجهاز يتكون من ملفين مغناطيسيين، أحدهما ذو عدد لفات كبير (المرحلة الأولية) والآخر ذو عدد لفات صغير (المرحلة الثانوية). يتم تصميم هذا الجهاز بحيث يعمل على خفض الجهد الكهربائي مع زيادة التيار الكهربائي. هذا الجهاز يستخدم في اللحام الكهربائي، حيث يتم توليد الحرارة اللازمة للذوبان من خلال الطاقة الكهربائية المارة في الوصلة بين القطبين.

**الكلمات المفتاحية :** محول كهربائي، خافض جهد، آت نجاو، انجزين الأولي و الثانوي، تلف، عدد اللفات، معام انجومي.