

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DE LA GENIE DE LA CONSTRUCTION DEPARTEMENT
D'ELECTROMECHANIQUE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Electromécanique

Option : Maintenance Industrielle

THEME :

Instrumentation d'un banc d'essai de flexion 3 points

Dirigé par :

Mr : BELDI Mustapha

Réalisé par :

Mr : BERDOUS Amayès

Année universitaire : 2022/2023

REMERCIEMENTS

A l'issue du cycle de ma formation je tiens à remercier le bon Dieu qui m'a donné le courage, la volonté et la force d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et ma gratitude à mon encadrant Mr. MUSTAPHA BELDI pour ses conseils, ses orientations ainsi que sa disponibilité tout au long de notre travail.

Sans oublier d'exprimer ma reconnaissance à MR S. KHATI le chargé de la formation Arduino pour m'avoir orienté et laissé mener mon expérimentation au sein du centre de loisirs scientifiques [CLS] de Tizi Ouzou.

Que messieurs le président et les membres du jury trouvent ici l'expression de ma gratitude pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de lire et d'expertiser ce mémoire.

TABLE DES MATIERES

Introduction generale

Chapitre Essais mécaniques

1.1	Essai de flexion.....	4
1.1.1	Définition	4
1.1.2	Principe de l'essai de flexion 3 points.....	5
1.1.3	Essai de flexion 4 points.....	5
1.2	Essai de traction.....	6
1.2.1	Définition	6
1.2.2	Principe de l'essai.....	6
1.3	Essai de compression.....	8
1.3.1	Principe de l'essai.....	8
1.4	Essai de cisaillement.....	9
1.4.1	Définition	9
1.5	Essai de torsion.....	10
1.5.1	Définition	10

Chapitre 2 : Les alimentations électriques

	Introduction	13
2.1	Rôle d'une alimentation électrique.....	14
2.2	Types d'alimentations stabilisées	15
2.2.1	Les alimentations linéaires	15
2.2.2	Les alimentations à découpage.....	16
2.3	Les fonctions principales d'une alimentation	18
2.3.1	Abaissement la tension (adaptation).....	18
2.3.2	Redressement	21

2.3.3	Filtrage	24
2.3.4	Stabilisation ou régulation.....	28

Chapitre 3 : Capteurs et jauges

3.1	Définitions principales.....	32
3.2	Généralité sur les capteurs	35
3.2.1	Chaîne de mesure	35
3.2.2	Classification des capteurs	35
3.2.3	Capteur actifs.....	36
3.2.4	Capteur passif.....	38
3.3	Jauges extensométriques (jauges de contraintes)	39
3.3.1	Constitution	40
3.3.2	Principe de fonctionnement.....	40
3.3.3	Caractéristiques (quelques points sur les jauges de déformation).....	41
3.4	Pont de Wheatstone	42
3.4.1	Présentation et principe de fonctionnement	42
3.4.2	Les différents montages du pont	43

Chapitre 4 Partie expérimentale

Introduction	48	
4.1	Partie 1 : présentation du banc de flexion 3 points.....	48
4.1.1	Définition du banc	48
4.2	Présentation des capteurs de force et de déplacement.....	50
4.2.1	Présentation du capteur de force	50
4.2.2	Le collage des jauges.....	51
4.2.3	L'étalonnage du capteur	52
4.2.4	Alimentation du capteur, la fonction de remise à zéro et l'amplification du signal	

4.3	Partie 2 : Conception, réalisation et vérification d'une alimentation Symétrique 12V/0,2A	55
4.3.1	Définition	55
4.3.2	Principe de fonctionnement.....	55
4.4	Notion sur les composants d'une alimentation symétrique stabilisée	56
4.4.1	Transformateur	56
4.4.2	Diodes et pont de diodes	57
4.4.3	Condensateur.....	60
4.4.4	Régulateur de tension	61
4.5	Conception du projet à l'aide du logiciel Proteus.....	63
4.5.1	Description	63
4.5.2	Carte Arduino	64
4.5.3	Réalisation de l'alimentation sur plaque d'essai	65
4.5.4	Tests et vérifications de l'alimentation du capteur.....	71
	Conclusion	71

Conclusion generale

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure 1.1 : banc d'essai de flexion	4
Figure 1.2 : schéma représentant flexion trois points	5
Figure 1.3 : machine de traction compression	6
Figure 1.4 : éprouvette de traction	7
Figure 1.5 : Graphe de l'allongement en fonction de la charge appliquée	7
Figure 1.6 : machine d'essai de compression	8
Figure 1.7 : Essai de cisaillement	9
Figure 1.8 : courbe de cisaillement effort / déformation	10
Figure 1.9 : Machine à essai de torsion	11
Figure 2.1 : (A) Alimentation stabilisée simple, (B) AS double, (C) AS triple	13
Figure 2.2 : Échanges énergétiques dans un amplificateur audio	14
Figure 2.3 : Alimentation linéaire Figure 2.4 : Alimentation a découpage	15
Figure 2.5 : Alimentation électrique linéaire PC 30D.	15
Figure 2.6 : Schéma fonctionnel d'une alimentation linéaire.	16
Figure 2.7 : Alimentation a découpage 240W/ $\pm 45V$	17
Figure 2.8 : Schéma fonctionnel des alimentations à découpages.	17
Figure 2.9 : schéma explicatif du fonctionnement d'une alimentation	18
Figure 2.10 : (A)Transformateur normale,(B)Transformateur à point milieu,(C)Transformateurs toriques.	19
Figure 2.11 : Schéma descriptif d'un transformateur électrique	20
Figure 2.12 : Enroulement du transformateur	20

Figure 2.13 : Circuit d'un redressement double alternance.	21
Figure 2.14 : (a) représentation électrique de la diode (b) anneau indicateur du sens de la diode (c)	22
Figure 2.15 : circulation du courant à travers les diodes 2 et 4.	22
Figure 2.16 : circulation du courant à travers les diodes 1 et 3.	23
Figure 2.17 : Filtrage de la tension.	24
Figure 2.18 : Le filtrage le plus simple.	25
Figure 2.19 : Effet de RC sur la tension redressée.	25
Figure 2.20 : le diélectrique dans le condensateur.	26
Figure 2.21 : charge du condensateur.	27
Figure 2.22 : décharge du condensateur.	27
Figure 2.23 : différents types de régulateur de tension.	28
Figure 2.24 : Brochage du LM7812.	29
Figure 2.25 : Schéma régulateur LM78XX et LM79XX.	30
Figure 3.1 : fonctionnement d'un capteur	32
Figure 3.2 : différents types de signaux	33
Figure 3.3 : schéma de la chaine de mesure	34
Figure 3.4 : schéma synoptique d'une chaine de mesure.....	35
Figure 3.5 : fonctionnement d'un capteur actif	36
Figure 3.6 : effet thermoelectrique	36
Figure 3.7 : effet photoelectrique	37
Figure 3.8 : effet piezoelectrique	37
Figure 3.9 : jauge de contrainte résistive	38
Figure 3.10 : fonctionnement d'un capteur passif	38
Figure 3.11 : (A)Potentiométrique,(B) Pont de Wheatstone,(C)Amplificateur inverseur	39
Figure 3.12 : schéma qui explique la différence entre un capteur actif et passif	39

Figure 3.13 : jauge de contrainte	40
Figure 3.14 : (A) jauge,(B) rosette,(C) pont de Wheatstone,(D) jauge pour béton	41
Figure 3.15 : Capteur de force à base de jauges extensométriques	42
Figure 3.16 : Schéma représentatif d'un pont de Wheatstone	43
Figure 3.17 : Montage en 1/4 du pont	44
Figure 3.18 : Montage en 1/2 pont	45
Figure 3.19 : montage en pont complet	45
Figure 4.1 : le banc d'essai de flexion 3 points	49
Figure 4.2 : Montage des capteur de force et de déformation	50
Figure 4.3 : dessin de préparation de la jauge et cosses relais	51
Figure 4.4 : collage des jauges	51
Figure 4.5 : capteur de force	52
Figure 4.6 : étalonnage du capteur	52
Figure 4.7 : courbe d'étalonnage du capteur	53
Figure 4.8 : pont de Wheatstone amplifié	54
Figure 4.9 : alimentation symétrique réalisée.	55
Figure 4.10 : Schéma simplifié de l'ensemble d'une alimentation symétrique régulée	56
Figure 4.11 : transformateur a point milieu utilisé dans notre alimentation	56
Figure 4.12 : tension de sortie du transformateur en fonction du temps.....	57
Figure 4.13 : (A) diode (B) pont de diode.....	57
Figure 4.14 : circuit de redressement double alternance	58
Figure 4.15 :tension sinusoïdale (avant pont de diode).....	58
Figure 4.16 tension redressée (après pont de diode)	58
Figure 4.17 : restitution de l'alternance négative	59
Figure 4.18 : redressement de l'alternance négative	59
Figure 4.19 : les trois types de condensateurs utilisés dans notre alimentation	60

Figure 4.20 : Tension aux bornes du pont de diode	61
Figure 4.21 : tension aux bornes du condensateur	61
Figure 4.22 : (A) régulateur de tension (LM7812) (B) : régulateur de tension (LM7912).....	62
Figure 4.23 : Tension en sortie négative	62
Figure 4.24 : tension en sortie positive	63
Figure 4.25 : Exemple d'un schéma électrique sur Proteus	63
Figure 4.26 : la carte d'acquisition Arduino	64
Figure 4.27 : schéma de simulation de notre alimentation symétrique $\pm 12 V$	65
Figure 4.28 : schéma PCB de l'alimentation symétrique.....	66
Figure 4.29 : typon du circuit.....	66
Figure 4.30 : transfert du typon à l'aide d'un fer à repasser	66
Figure 4.31 : la maquette après transfert du typon sur sa surface	67
Figure 4.32 : dissolution du cuivre hors circuit.....	67
Figure 4.33 : plaque d'essai après rinçage à l'eau	68
Figure 4.34 : Mini perceuse (Volta Kit V211).....	68
Figure 4.35 : Perçage des connexions avec la mini perceuse.....	69
Figure 4.36 : frottage de la surface avec du papier vert fin avant soudage.	69
Figure 4.37 : plaque après soudage de tous les composants	69
Figure 4.38 : Schéma de simulation de la tension positive de l'alimentation.....	70
Figure 4.39 : Schéma de simulation de la tension négative de l'alimentation	70
Figure 4.40 : Tension en sortie négative	71
Figure 4.41 : tension en sortie positive.....	71
Figure 4.42 : tests de vérification du capteur et de l'alimentation	71

Liste des tableaux

Chapitre 1 : Essais mécaniques

Tableau 1.2: Forme et dimension normalisées de l'éprouvette compression 8

Chapitre 4 : partie expérimentale

Tableau 4.1 : Etalonnage du capteur Erreur ! Signet non défini.

Liste des abréviations

AS : Alimentation stabilisée

VE : Tension d'entrée

VS : Tension de sortie

AC : Courant alternatif

CC, DC : Courant continue

TOR : Tout ou rien

CAO : Conception assistée par ordinateur

ISIS : Logiciel de simulation et de réalisation de carte électronique

ARES : Logiciel destiné à la création de circuits imprimés.

PCB: Printed Circuit Board

VSM: Virtual Simulation Module

PVC : PolyVinyl Chloride

IDE : Environnement de développement intégré

σ : Représente la contrainte(MPa)

E : Le module de Young(MPa)

ε : Représente la déformation relative

Re : Résistance élastique

A% : Coefficient d'allongement :

Rr : Résistance à la rupture

INTRODUCTION GENERALE

Un banc d'essais industriel est une machine utilisée pour tester les performances de différents types de machines et d'équipements. Les bancs d'essai sont généralement employés dans des industries qui exigent des mesures ou des tests précis de produits tels que l'aérospatiale, l'électronique, la santé ou les transports. Ils sont utilisés pour s'assurer que les produits peuvent résister aux contraintes de leur utilisation prévue, et aident les ingénieurs à développer de nouveaux produits ou à leur amélioration. Un banc d'essai industriel joue donc un rôle crucial pour garantir la qualité et les performances des produits fabriqués.

Notre travail consiste à instrumenter ou équiper un banc d'essai de flexion 3 points d'un circuit électronique qui n'est autre qu'une alimentation symétrique simple avec deux sorties stabilisées, continues et régulées à $+12V/-12V$ qui assurera le bon fonctionnement des capteurs et du moteur pas à pas dont le banc dispose. Les deux capteurs seront connectés à une chaîne d'acquisition de données puis reliée à un ordinateur qui permettra de visualiser la courbe contrainte-déformation en temps réel. Des essais conduits sur un matériau connu permettront de faire une validation du banc d'essai.

Ce mémoire est composé de quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présentons quelques rappels sur les principaux essais et sollicitations mécaniques que subissent les matériaux tels que la flexion, la traction ...etc., et les démarches à suivre pour réaliser ces essais.

Le deuxième chapitre est consacré à la définition des alimentations électriques stabilisées, qui sont des systèmes électroniques alimentent une charge et qui utilisent un régulateur linéaire et offre la possibilité de régler la tension et le courant nécessaires au fonctionnement d'un appareil électrique ou électronique.

Le troisième chapitre est réservé aux capteurs à base de jauges d'extensomètre. Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

Le quatrième et dernier chapitre est dédié à la partie expérimentale qui est partagée en deux parties où la première partie est destinée à la présentation du banc d'essai de flexion 3

Introduction générale

points tandis ce que la deuxième partie est dédiée à la conception, réalisation et vérification d'une alimentation symétrique 12V/ 0,2A.

Nous terminerons par une conclusion générale et des perspectives

Chapitre 1

Essais mécaniques

Introduction

Dans le domaine de la construction, tous les matériaux subissent différents types de sollicitation :

- La flexion est la déformation d'un objet qui se traduit par une courbure.
- La traction est une sollicitation qui consiste à étirer un matériau.
- La compression est une contrainte mécanique équivalente à l'action d'une force qui exerce une pression à chaque extrémité d'une poutre. La flèche indique une pression sur l'extrémité de la poutre.
- La torsion est une sollicitation mécanique qui consiste à tordre un matériau.

A partir de ces sollicitations, la mécanique des solides définit des grandeurs mécaniques spécifiques.

1.1 Essai de flexion

1.1.1 Définition

La flexion est la déformation d'un échantillon qui se traduit par une courbure. Dans le cas d'une poutre, elle tend à rapprocher les deux extrémités de la poutre. L'essai de flexion d'une poutre est un essai mécanique utilisé pour tester la résistance en flexion. On utilise la flexion dite « trois points » et la flexion dite « quatre points ».

En chaudronnerie, le pliage d'une tôle est une flexion pour laquelle on veut dépasser la limite élastique du matériau, afin d'avoir une déformation définitive (déformation plastique). Dans la plupart des autres cas, on cherche au contraire les conditions nécessaires pour ne pas dépasser la limite élastique, afin de préserver l'intégrité de la pièce. [1]



Figure 1.1 : banc d'essai de flexion [1]

1.1.2 Principe de l'essai de flexion 3 points

L'essai de flexion 3 points permet de mesurer la résistance à la rupture d'un matériau. Une éprouvette du matériau à tester est placée sur deux appuis et l'on applique au centre de la barrette une force croissante jusqu'à rupture. Comme l'essai de compression, l'essai de flexion ne permet généralement pas d'atteindre la rupture des matériaux ductiles. L'essai de flexion est surtout adapté aux matériaux fragiles. Cet essai se caractérise par la simplicité du montage de l'éprouvette et sa géométrie simple (peu ou pas d'usinage). Lors du test, la partie supérieure est en compression et la partie inférieure en traction. [1]

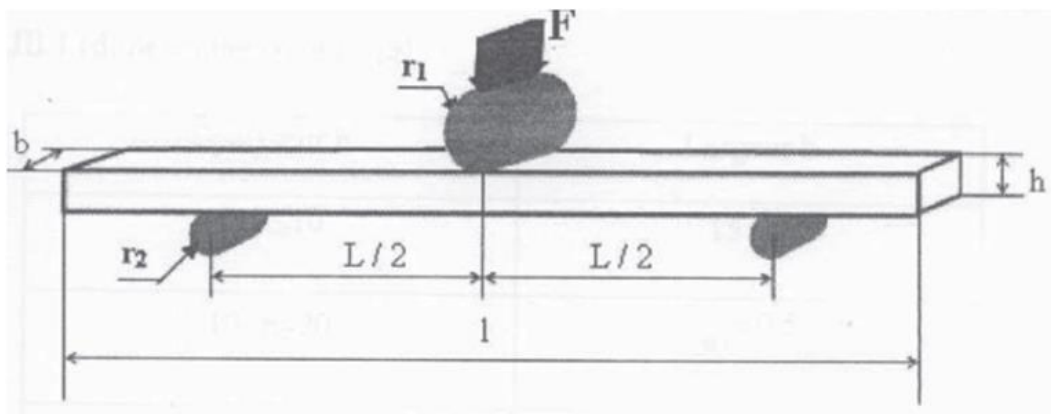


Figure 1.2 : schéma représentant flexion trois points [1]

Avec :

- | | |
|--|---------------------------------------|
| F : charge appliquée ; | l : longueur totale de l'éprouvette ; |
| r ₁ : rayon du cylindre de la panne ; | h : hauteur de la poutre ; |
| r ₂ : rayon des cylindres appuis ; | b : largeur de la poutre. |
| L : longueur entre appuis | |

1.1.3 Essai de flexion 4 points

La différence principale avec l'essai de flexion 3 points réside dans la manière d'appliquer la force. Celle-ci est appliquée par l'intermédiaire de 2 pannes de flexion positionnées aux appuis et chargée en son centre par un poinçon d'essai à deux points de pression. [1].

1.2 Essai de traction

1.2.1 Définition

L'essai de traction constitue le type principal des essais de propriétés mécaniques des matériaux, parce qu'il fournit les principales caractéristiques pour divers matériaux métalliques et non métalliques directement utilisées lors des calculs des structures mécaniques. Il se fait par l'application d'une charge croissante de l'éprouvette prélevée dans le matériau à étudier, et on enregistre, au cours de l'essai les allongements correspondants. [2]



Figure 1.3 : machine de traction compression [2]

1.2.2 Principe de l'essai

L'essai est réalisé sur une machine de traction. On applique progressivement et lentement (sans choc) à une éprouvette cylindrique ou prismatique de formes et de dimensions normalisées, un effort de traction croissant. [2]

Eprouvette proportionnelles

- **Forme générale (Figure 1.4)**

La partie calibrée (partie utile) doit être raccordée par des congés aux têtes d'amarrage. Celles-ci pouvant être de toute forme adaptée aux dispositifs de fixation de la machine d'essai. [2]



Figure 1.4: éprouvette de traction [2]

Résultats d'un essai de traction

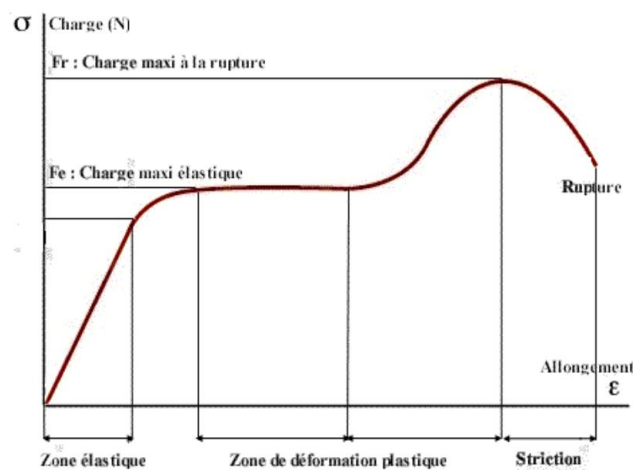


Figure 1.5: Graphe de l'allongement en fonction de la charge appliquée [2]

Avec comme caractéristiques de l'éprouvette :

- Résistance élastique R_e :

$$R_e = \frac{F_e}{S_0} \quad \text{Avec } R_e \text{ en Mpa, } F_e \text{ en N, } S_0 \text{ en mm}^2$$

- Résistance à la rupture R_r :

$$R_r = \frac{F_r}{S_0} \quad \text{Avec } R_r \text{ en Mpa, } F_r \text{ en N, } S_0 \text{ en mm}^2$$

- Coefficient d'allongement :

$$A\% = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 \quad \text{avec } L_u : \text{longueur ultime après rupture, } L_0 : \text{longueur initiale}$$

- Allongement relatif :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad \text{avec } \Delta L : \text{allongement total de la poutre, } L_0 : \text{longueur d'origine, } \varepsilon$$

1.3 Essai de compression

Les essais de compression sont utilisés pour déterminer le comportement d'un matériau sous des charges d'écrasement appliquées, et sont généralement réalisés en appliquant une pression de compression à un échantillon (généralement de géométrie cubique ou cylindrique) à l'aide de plateaux ou des montages spécialisés sur une machine d'essai universelle. [3]



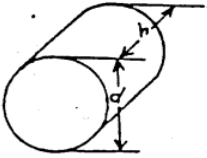
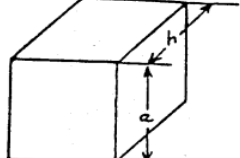
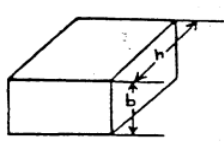
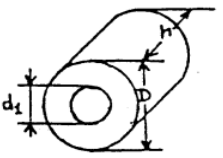
Figure 1.6: machine d'essai de compression [3]

1.3.1 Principe de l'essai

Cet essai consiste à appliquer un effort de compression à un échantillon reposant sur une surface indéformable. Cette sollicitation provoque un écrasement de l'éprouvette. On mesure simultanément les contraintes et déformations au cours de l'essai.

Pour obtenir des résultats comparatifs en compression il est nécessaire d'employer des éprouvettes de forme, de dimensions et de mode d'obtention identiques, et de les soumettre à essais dans des conditions bien définies de traitement préalable, de température, d'humidité et de vitesse de mise en charge. [3]

Tableau 1.1: Forme et dimension normalisées de l'éprouvette compression [3]

Cylindrique	Prisme carré	Prisme rectangulaire	Tube cylindrique
			
$h = 2,5 \cdot d$	$h = 2,9 \cdot a$	$h = 2,9 \cdot b$	$h = 2,5\sqrt{D^e + d^2}$
$h_1 = 1,5 \cdot d$	$h_1 = 1,74 \cdot a$	$h_1 = 1,74 \cdot b$	$h_1 = 1,5\sqrt{D^e + d^2}$

L'éprouvette doit être constituée d'un cylindre droit, d'un prisme droit ou d'un tube droit. Les extrémités des éprouvettes doivent être parallèles et perpendiculaires à la direction de l'application de l'effort. - Sauf spécification contraire, la hauteur des éprouvettes, en fonction des dimensions de leur section droite, doit être égale à h - Dans le cas où un flambage des éprouvettes se produit au cours de l'essai le rapport d'effilement doit être réduit ce qui conduit à des éprouvettes de hauteur h_1 . [3]

1.4 Essai de cisaillement

1.4.1 Définition

Un essai de cisaillement implique que les sollicitations soient tangentielles à la surface d'application et qu'elles soient parfaitement égales en tout point de cette surface. Il ne doit y avoir aucune sollicitation perpendiculaire à cette surface. C'est un essai très intéressant pour évaluer un collage ou une liaison céramo-métallique [4]

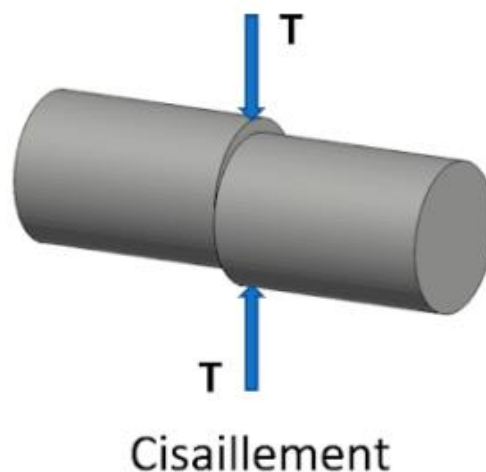


Figure 1.7 : Essai de cisaillement [4]

➤ Eprouvette

L'essai s'effectue sur une éprouvette de sol placée dans un bâti de cisaillement constitué de deux demi-boîtes indépendantes. Le plan de séparation des deux demi-boîtes constitue un plan de glissement préférentiel correspondant au plan de cisaillement de l'éprouvette.

L'essai est réalisé sur au minimum 3 éprouvettes en augmentant à chaque fois la contrainte normale appliquée. [4]

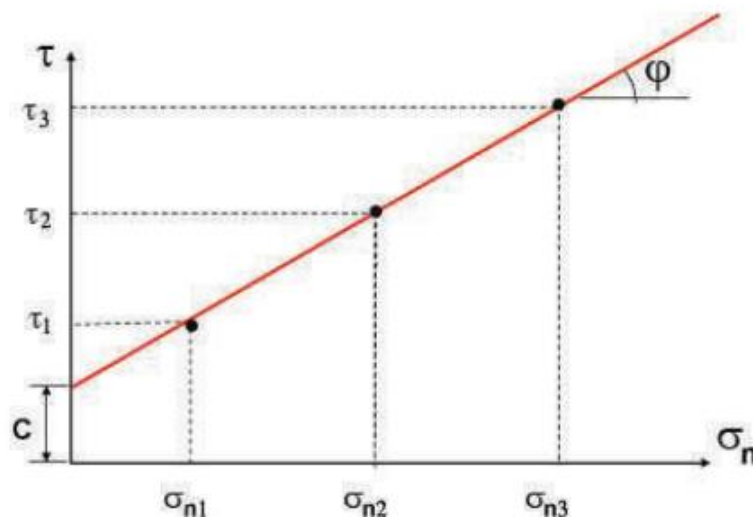


Figure 1.8 : courbe de cisaillement effort / déformation [4]

1.5 Essai de torsion

1.5.1 Définition

La torsion est la sollicitation subit par un corps soumis à l'action d'un couple de forces opposées agissant dans des plans parallèles et dont l'élément de réduction est un moment de force agissant dans l'axe de la poutre. Le but est de déterminer le module d'élasticité transversale G qui dépend des caractéristiques du matériau utilisé. G vaut typiquement : [5]

- $8 \cdot 10^4$ pour l'aciers
- $7 \cdot 10^3$ pour l'aluminiums
- $11 \cdot 10^3$ pour le cuivre



Figure 1.9 : Machine à essai de torsion [5]

Conclusion

La caractérisation d'un matériau composite doit tenir en compte de toutes les conditions. Les essais mécaniques sont réalisés pour déterminer les propriétés mécaniques intrinsèque du matériau afin d'optimiser la matière, minimiser les coûts de production, prévoir la fatigue et la rupture..., mais, dans l'industrie, on est confronté à des dommages et rupture avant les limites tracer dans l'étude, car d'autres paramètre intervient comme la présence des défauts dans les pièces. Donc, nous voyons la compréhension et l'étude de la mécanique de la rupture qui est le sujet du 3éme chapitre est très importantes.

Chapitre 2 :

Les alimentations électriques

Introduction

Presque tous les montages électroniques exigent une alimentation continue. Il faut en effet fournir à un circuit l'énergie nécessaire pour fonctionner correctement en lui permettant de délivrer une puissance utile à sa charge et de compenser ses pertes internes inévitables (à cause de l'effet Joule). Il faut également mettre les composants dans les conditions où ils peuvent assurer leur fonction : on parle alors de polarisation.

Une alimentation stabilisée est un système électronique qui utilise un régulateur linéaire et offre la possibilité de régler la tension et le courant nécessaires au fonctionnement d'un appareil électrique ou électronique. Ou une alimentation stabilisée est un composant qui alimente une charge électrique. [6]

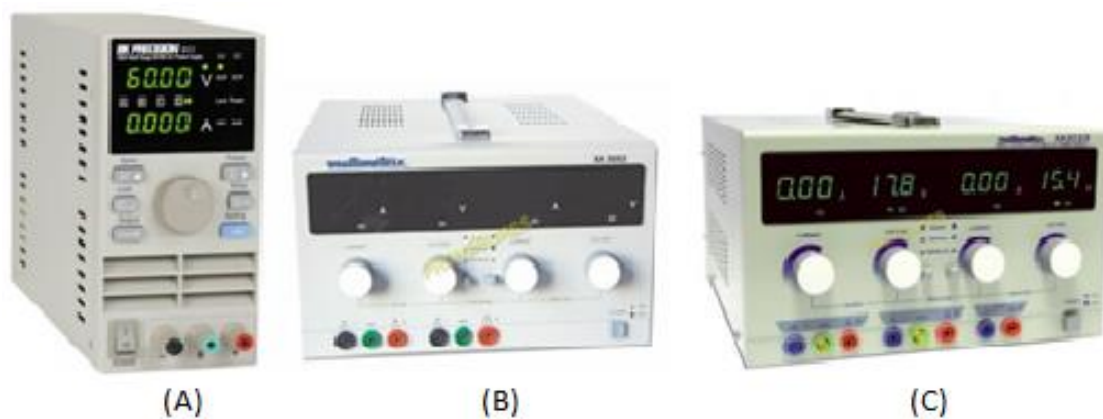


Figure 2.1 : (A) Alimentation stabilisée simple, (B) AS double, (C) AS triple [6]

Par exemple, quand on réalise un amplificateur audio, son alimentation fournit la puissance utile au haut-parleur et les pertes dans les résistances et les transistors du montage. De plus, la tension continue constante imposée par cette alimentation permet de fixer le point de repos des transistors afin d'obtenir le fonctionnement envisagé. Ainsi, l'étage de sortie sera polarisé en classe B en plaçant les transistors à leur limite de conduction. Les signaux d'entrée entraînent alors des variations des tensions et des courants qui constituent l'information à traiter. Par contre, la source de ces signaux ne fournit qu'une faible puissance. [6]

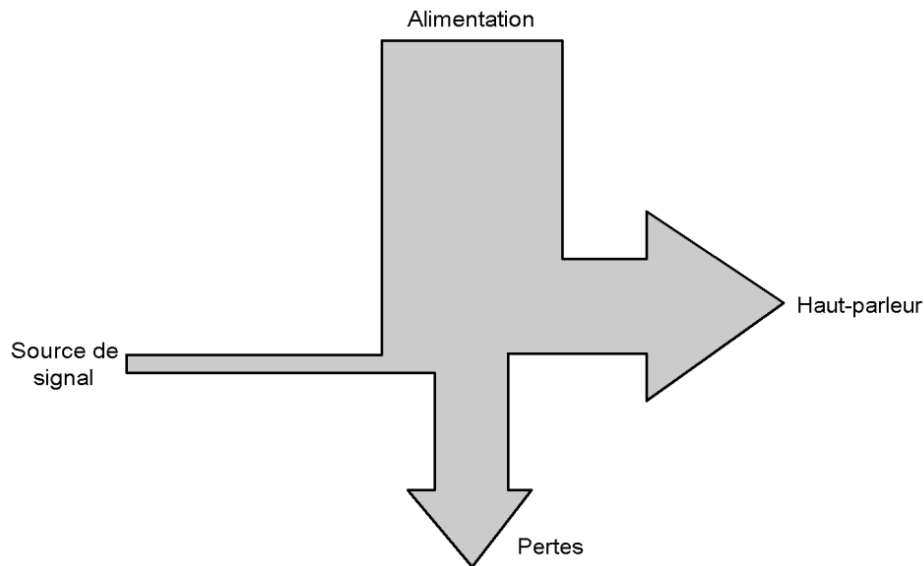


Figure 2.2 : Échanges énergétiques dans un amplificateur audio [6]

Lorsque l'alimentation est à l'intérieur d'un appareil et à son usage spécifique, on parle d'alimentation d'équipement. Il s'agit alors d'une ou de plusieurs sources de tensions continues selon les besoins du montage. Un autre type d'alimentation répond à un besoin différent : l'alimentation de laboratoire. Il s'agit alors d'un appareil utile à l'électronicien pour ses manipulations et qui comprend une ou plusieurs sorties indépendantes délivrant des tensions ou des courants réglables par des potentiomètres accessibles sur la face avant et dont on peut lire les valeurs sur des indicateurs à aiguille ou à afficheurs électroluminescents. Le technicien peut ainsi disposer soit d'une source de tension avec limitation de courant, soit d'une source de courant avec limitation de tension. Ces fonctions sont très utiles pour relever les caractéristiques des composants ou alimenter les circuits en essai. De plus, l'alimentation de laboratoire possède des protections élaborées afin d'éviter les conséquences de manipulations erronées. [6]

2.1 Rôle d'une alimentation électrique

Une alimentation stabilisée est un dispositif électronique de puissance qui fournit à un dispositif électrotechnique une ou plusieurs tensions continues qui, malgré les variations de la source (du réseau) et que la charge soit parfaitement stabilisée et maintenue constante. Le bloc d'alimentation est donc conçu pour fournir de quelques watts à plusieurs centaines de watts. La majorité des assemblages électroniques nécessitent une puissance constante. En lui permettant d'envoyer une puissance significative à sa charge et de rendre compte de ses inévitables pertes internes, il est essentiel de fournir à un circuit l'énergie dont il a besoin pour fonctionner

correctement (en raison de l'effet Joule). Pour que les composants servent à leurs fins, il faut créer un environnement approprié. [7]

2.2 Types d'alimentations stabilisées

Il existe deux familles principales d'alimentations stabilisées :

- Les alimentations linéaires.
- Les alimentations à découpage.

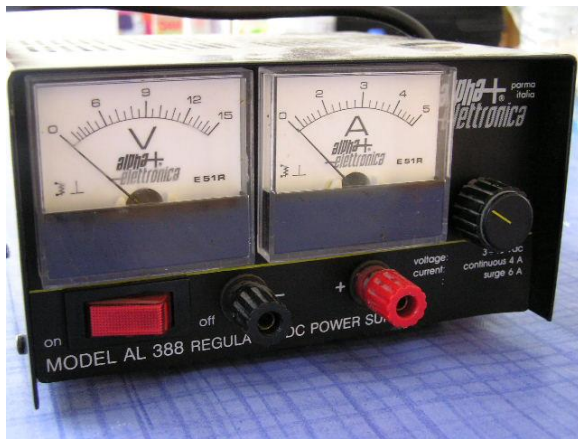


Figure 2.3 : Alimentation linéaire [7]

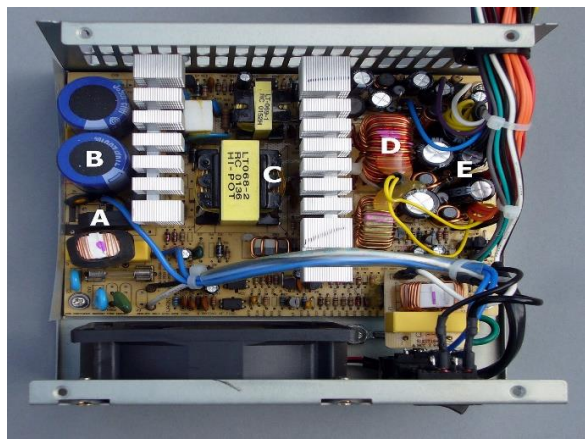


Figure 2.4 : Alimentation à découpage [7]

2.2.1 Les alimentations linéaires

Les alimentations linéaires sont basées sur un amplificateur de puissance, généralement unidirectionnel, intégré dans une boucle de rétroaction. Ces alimentations fonctionnent en continu, donc sans interrompre la tension. [7]



Figure 2.5 : Alimentation électrique linéaire PC 30D. [7]

2.2.1.1 Principe de fonctionnement

Les principes simples de l'alimentation linéaire dictent qu'une partie de la puissance entrante est dissipée thermiquement pour produire la tension de sortie. Par conséquent, on a nécessairement $V_s < V_e$. Le principe de base d'une alimentation linéaire est d'utiliser un transformateur sur le secteur AC. Pour réduire la tension, 60 cycles (cas le plus courant, mais rien n'empêche de l'augmenter), un condensateur pour stocker les charges et un pont redresseur pour obtenir le courant qui circule toujours dans la même direction, et empêcher que la tension ne tombe à 0V, et un régulateur pour enlever l'ondulation. [7]

V_s : Tension en sortie de l'alimentation

V_e : Tension en entrée de l'alimentation

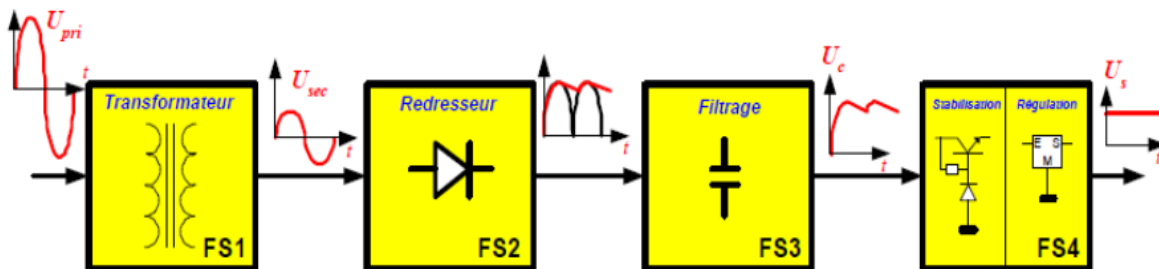


Figure 2.6 : Schéma fonctionnel d'une alimentation linéaire. [7]

2.2.1.2 Caractéristiques

- Tension de sortie supérieure (excellente précision, stabilité, absence quasi-totale d'ondulations parasites ou de bruit).
- En cas de perturbation, temps de réponse très rapide.
- Tension de sortie facilement réglable sur une large plage.
- Aucun problème de stabilité, faible sensibilité à la charge (circuit ouvert ou très chargé).
- Faible efficacité (en fonction de la charge et de la différence de tension entre leur rentrée et leur sortie).
- Une empreinte énorme (souvent liée la dissipation de la chaleur).

Ces alimentations sont typiquement utilisées, en laboratoire, pour des puissances faibles à moyennes ou encore comme alimentation de puissance à très hautes exigences (ampli haute-fidélité) [7].

2.2.2 Les alimentations à découpage

Une alimentation de découpages est une alimentation dont la régulation est assurée par des composants d'alimentation électroniques utilisés en commutation (habituellement des

transistors). Cette méthode de fonctionnement diffère de celle des alimentations linéaires dans lesquelles des composants électroniques sont utilisés dans la modélisation. Une alimentation à commutation directe est une alimentation qui transmet l'énergie instantanément, tandis que le type flyback stocke cette énergie sous forme d'énergie magnétique dans une inductance (bobine) puis libère cette énergie dans un circuit dit secondaire. [7]

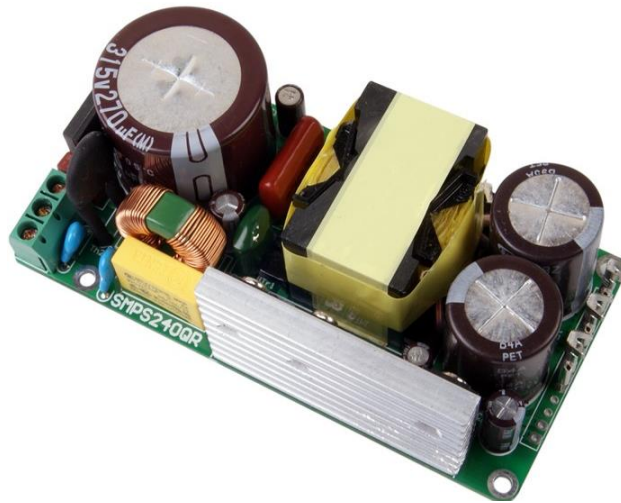


Figure 2.7 : Alimentation à découpage 240W/ $\pm 45V$ [7]

2.2.2.1 Principe de fonctionnement

Le découpage consiste à accumuler de l'énergie et à la transférer à la charge tout en interrompant la consommation de courant électrique de façon cyclique. La fréquence de fonctionnement d'une alimentation de commutation est généralement élevée car elle réduit l'encombrement des enroulements et facilite le filtrage des sorties de tension continue. [7]

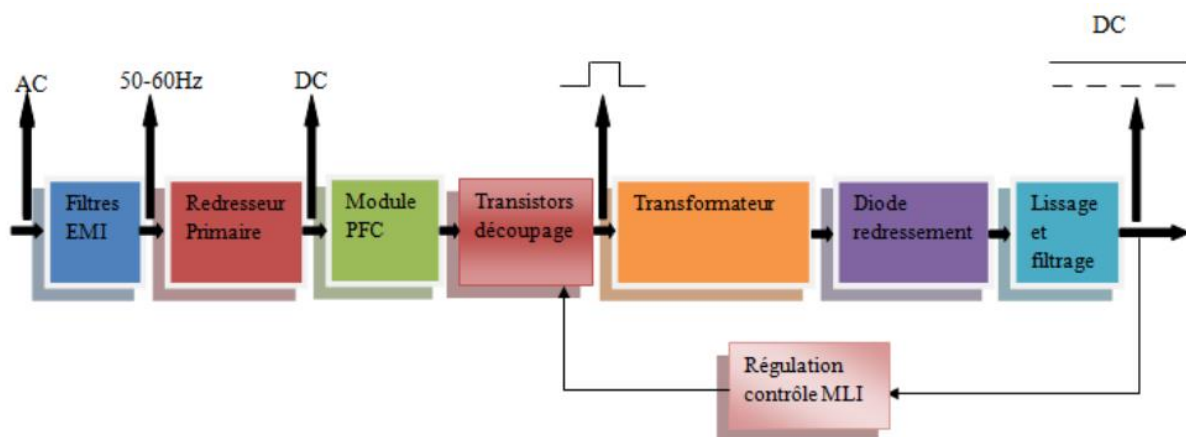


Figure 2.8 : Schéma fonctionnel des alimentations à découpages. [7]

2.2.2.2 Caractéristiques

Les alimentations à découpages sont caractérisées par :

- Une légère ondulation de la tension de sortie.
- Un très haut rendement.
- Un faible encombrement (lié au haut rendement).
- Une boucle d'asservissement relativement complexe.
- Une réponse plus lente aux perturbations.
- Une génération relativement importante de perturbations électromagnétiques.

L'alimentation électrique de découpage peut être classée selon plusieurs critères : topologie des circuits, isolation, composants utilisés, etc.

2.3 Les fonctions principales d'une alimentation

Sa fonction consiste à fournir une ou plusieurs tensions et courants continus stabilisés, des variations de tension de la source d'énergie principale, c'est-à-dire dont l'amplitude est indépendante, du courant délivré, de la température et du vieillissement. Pour mieux comprendre le fonctionnement général d'un régime, nous allons maintenant nous concentrer sur sa composition. Une source d'alimentation stabilisée qui comprend les redresseurs nécessaires, les filtres, la stabilisation/régulation, et un transformateur (pour l'adaptation). Nous examinerons de plus près chacun de ces éléments. (Ajustement, Correction, Filtrage). [7]

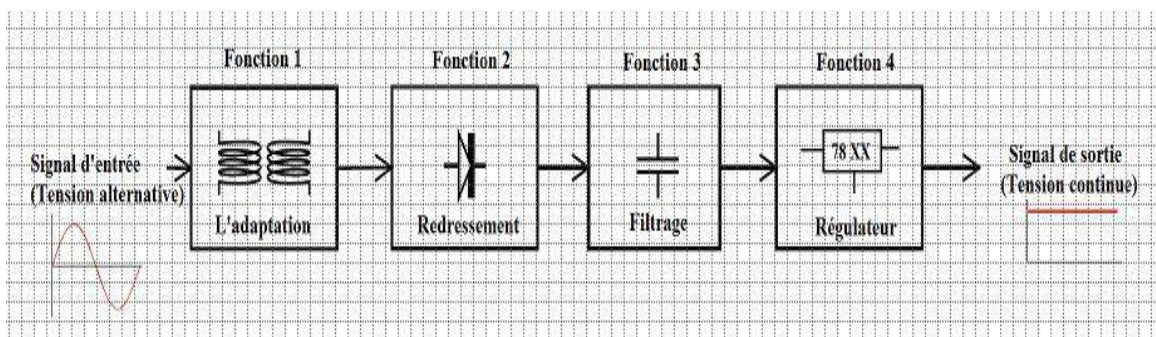


Figure 2.9 : schéma explicatif du fonctionnement d'une alimentation [7]

2.3.1 Abaissement la tension (adaptation)

2.3.1.1 Présentation

Cette fonction a pour le but :

- D'adapter la tension fournie par le secteur.

– D'isoler le montage du secteur.

C'est pourquoi nous utiliserons un transformateur pour obtenir une tension plus basse. [7]

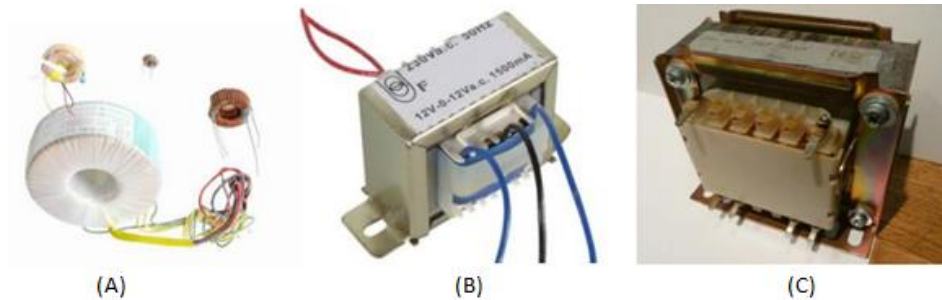


Figure 2.10 : (A) Transformateur normale, (B) Transformateur à point milieu, (C) Transformateurs toriques. [7]

Il y a deux caractéristiques importantes :

– La tension crête et le courant disponible

Un transformateur est un quadripôle (deux entrées et deux sorties) :

- les deux entrées E1 et E1.' reliées à un enroulement primaire,
- les deux sorties S2 et S2.' reliées à un enroulement secondaire.

Une bobine de fil conducteur traversée par un courant électrique d'intensité I donne naissance à un champ magnétique B . [7]

Un transformateur monophasé est constitué de 2 bobines en fil de cuivre (**Figure 2.11**), l'une est dite "primaire", l'autre "secondaire". Ces bobines sont enroulées sur un noyau magnétique constitué d'un empilage de tôles minces en acier. Celui-ci permet de relier magnétiquement le primaire et le secondaire en canalisant les lignes de champ magnétiques produites par le primaire.

Il existe deux types de transformateurs : l'élévateur de tension, ou survolteur, est un transformateur dans lequel la tension secondaire est supérieure à la tension primaire. Dans le cas contraire, il s'agit d'un transformateur abaisseur de tension. [7]

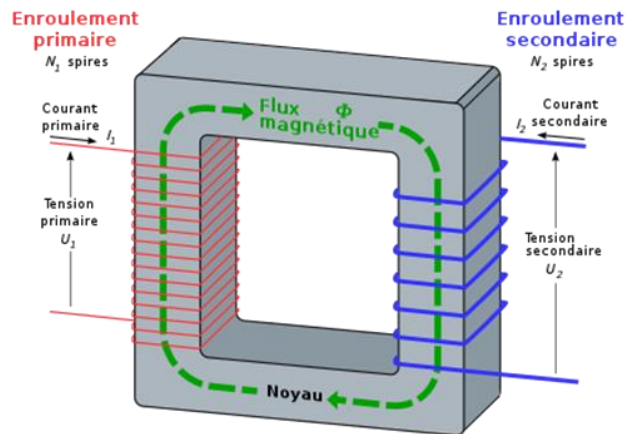


Figure 2.11 : Schéma descriptif d'un transformateur électrique [7]

2.3.1.2 Principe de fonctionnement

Le courant alternatif qui circule dans l'enroulement primaire génère un flux magnétique variable dans le noyau, cette variation de flux induit dans le secondaire un autre courant. On dit que le transformateur est à vide quand le circuit secondaire est ouvert, il ne débite alors aucun courant. L'enroulement primaire se comporte dans ce cas comme une self en courant alternatif, une simple inductance qui s'oppose au passage du courant. [7]

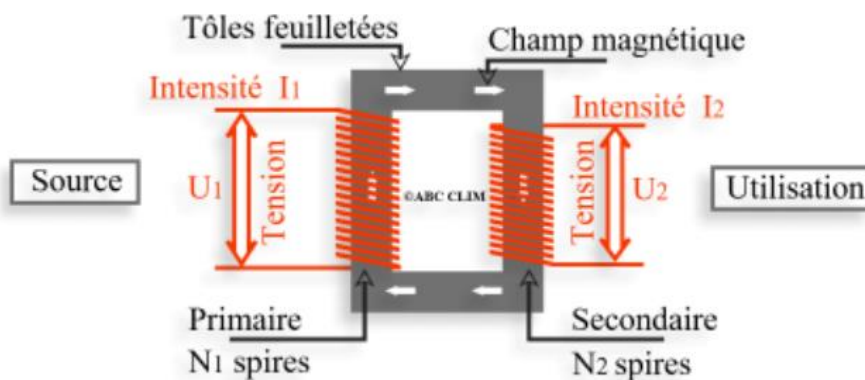


Figure 2.12 : Enroulement du transformateur [7]

Le transformateur fonctionne en charge quand un récepteur est raccordé à sa sortie. Le courant débité par le secondaire crée alors un champ magnétique opposé au champ produit par le primaire. Il s'ensuit une augmentation du courant dans le primaire et en fin de compte il y a égalité quasi parfaite entre la puissance que génère le secondaire et la puissance consommée par l'enroulement primaire. [7]

En toute rigueur, il y a bien quelques pertes entre la puissance que consomme l'enroulement primaire et celle qui sort du secondaire mais, en théorie du moins, on peut dire que :

$$P_1 = P_2$$

Les transformateurs ont un très bon rendement, de l'ordre de 99%, les flux magnétiques produit par les courants primaires et secondaires s'annulent. Le flux généré par une bobine étant proportionnel au courant et au nombre de spires, on peut comprendre que

$$N_1 \times I_1 = N_2 \times I_2$$

2.3.1.3 Rapport de transformation

$$(1) \Rightarrow U_1 \times I_1 = U_2 \times I_2 \Rightarrow U_1/U_2 = I_2/I_1$$

$$(2) \Rightarrow N_1/N_2 = I_2/I_1$$

Les tensions sont proportionnelles aux nombres de spires Si $N_2 > N_1$ le transformateur est dit élévateur de tension Si $N_2 < N_1$, il s'agit d'un abaisseur de tension.

C'est le cas de tous les transformateurs que l'on trouve dans les adaptateurs qui rassemblent en un seul bloc une fiche, un petit transformateur et un petit système de redressement.

2.3.2 Redressement

2.3.2.1 Présentation

Un pont de diodes, également connu sous le nom de pont redresseur de tension, est un dispositif essentiel pour convertir efficacement un courant alternatif (CA) en courant continu (CC). Son rôle principal consiste à redresser le signal alternatif en éliminant la composante négative du courant, ce qui permet d'obtenir une tension continue et constante. La conversion du courant alternatif en courant continu est importante pour de nombreux appareils électroniques et électriques qui nécessitent une alimentation en courant continu pour fonctionner correctement. Les diodes du pont de diodes permettent d'éliminer les fluctuations du courant alternatif, ce qui garantit une alimentation en courant continu stable et fiable pour ces appareils. [8]

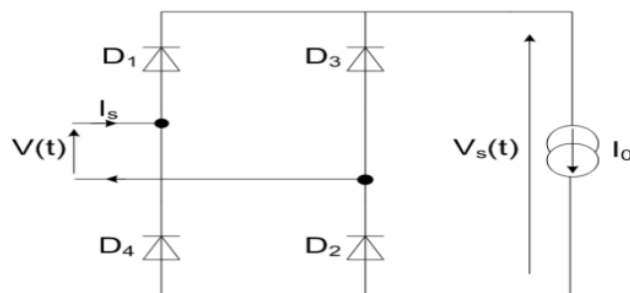


Figure 2.13 : Circuit d'un redressement double alternance. [8]

2.3.2.2 Description

La diode (du grec di deux, double ; odos voie, chemin) est un composant électronique non-linéaire et polarisé. Le sens de branchement de la diode a donc une importance sur le fonctionnement du circuit électronique. C'est un dipôle qui ne laisse passer le courant électrique que dans un sens. Ce dipôle est appelé diode de redressement lorsqu'il est utilisé pour réaliser les redresseurs qui permettent de transformer le courant alternatif en courant continu.

La diode est une jonction «PN » qui est encapsulée dans un boîtier hermétique de protection. La diode est employée dans de nombreuses fonctions de l'électronique. La représentation électrique d'une diode classique est donnée à la (**Figure 2.14**) . [8]

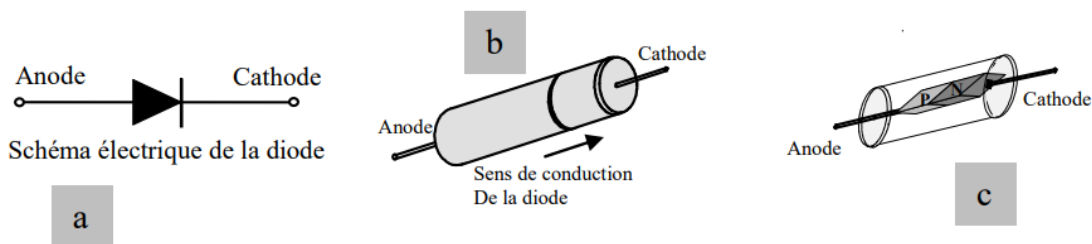


Figure 2.14 : (a) représentation électrique de la diode (b) anneau indicateur du sens de la diode (c) polarité de la jonction PN [8]

2.3.2.3 Principe de fonctionnement

La structure et la composition d'un pont redresseur sont relativement simples. Il est généralement composé de 4 diodes à jonction semi-conductrices qui permettent de bloquer ou de laisser passer le courant électrique dans une seule direction. Elles sont disposées de manière spécifique pour former une configuration en pont. [8]

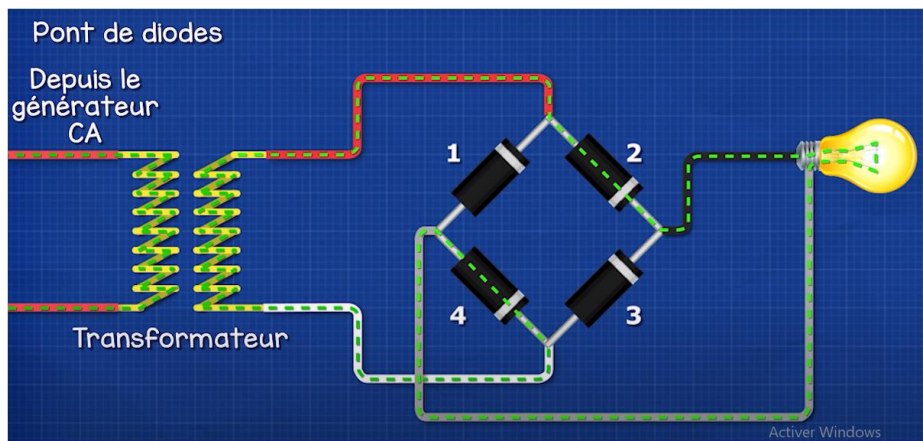


Figure 2.15 : circulation du courant à travers les diodes 2 et 4. [8]

Un câblage va permettre de relier les cathodes et les anodes des diodes. Chaque diode est placée dans une branche du pont (structure en forme de losange). Le pont redresseur possède également deux bornes d'entrée (AC) et deux bornes de sortie (DC) où la tension continue redressée est disponible après traversée du pont.

Pour convertir le courant alternatif en courant continu, le pont de diodes fonctionne selon le principe de redressement à 4 diodes (en général). Les diodes sont disposées en forme de losange, comme un pont. Deux diodes se situent à une extrémité du pont et les deux autres à l'autre extrémité. En connectant les bornes d'entrées à la source d'électricité fournie, un courant alternatif entre dans le pont. Deux diodes 2 et 4 (**Figure 2.15**) permettent alors au courant de circuler dans une direction spécifique, tandis que les diodes 1 et 3 le bloquent dans la direction opposée.

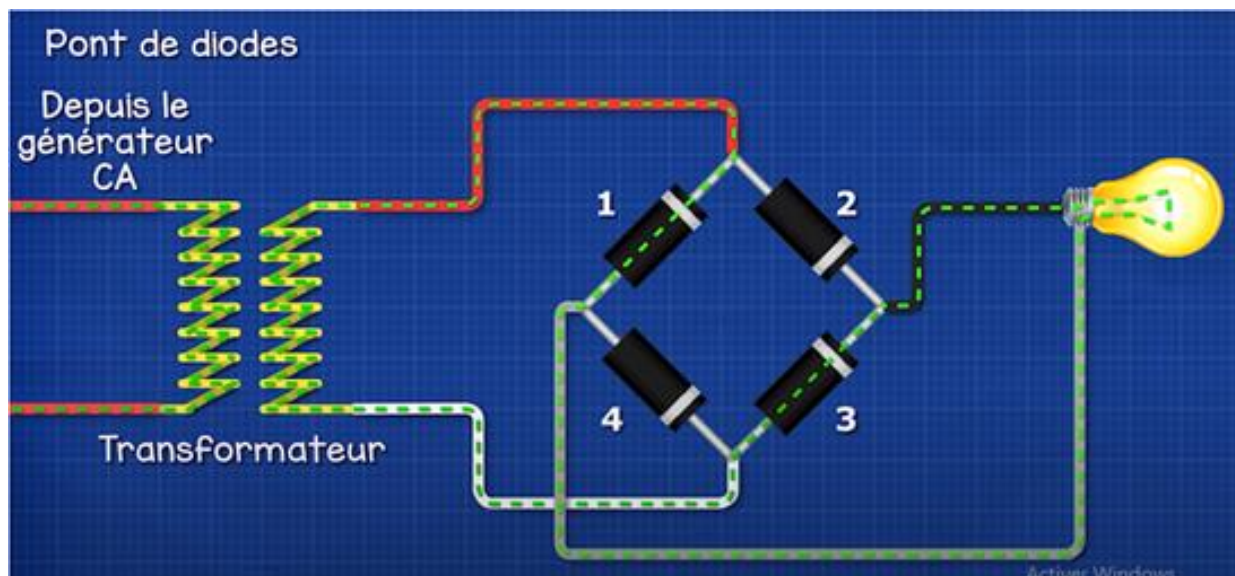


Figure 2.16 : circulation du courant à travers les diodes 1 et 3. [9]

Ainsi, le courant circule à travers le chemin ouvert formé par les diodes qui sont conductrices. Puis, lorsque le courant alternatif change de direction (**Figure 2.16**), les diodes 2 et 4 qui étaient conductrices deviennent bloquées, et diodes 1 et 3 qui étaient bloquées deviennent conductrices.

Ainsi, le courant alternatif est redressé et transformé en courant continu. Au niveau des bornes de sortie du pont. [8]

2.3.2.4 Caractéristiques du signal de sortie après redressement du courant

- Le courant de sortie est un courant continu
- La tension moyenne du signal de sortie correspond à la valeur moyenne du courant alternatif d'entrée
- La fréquence du signal est également là même en entrée et en sortie
- le courant de sortie peut présenter des ondulations.

2.3.3 Filtrage

2.3.3.1 Présentation

La tension obtenue après la récupération est positive mais non continue. Pour annuler les harmoniques responsables des hautes fréquences, on utilise un filtre à la sortie du redresseur. On obtient alors la sortie opposée (**Figure 2.17**) La tension d'entrée est indiquée en bleu et la tension de sortie du filtre est indiquée en rouge.

Un condensateur est un composant électronique capable de stocker de l'énergie sous la forme d'un champ électrostatique, entre deux armatures métalliques séparées par un isolant (diélectrique). Il s'agit d'un composant passif, qui dans la plus simple de ses formes est constitué de deux surfaces conductrices d'électricité mises face à face et séparées par un isolant diélectrique.

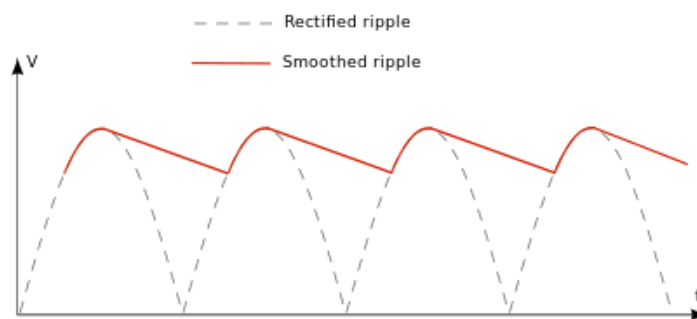


Figure 2.17 : Filtrage de la tension. [7]

Le filtrage le plus simple se fait à l'aide d'un condensateur (**Figure 2.18**) placé parallèlement à la charge. Le condensateur stocke ensuite l'énergie pendant les alternances positives de la tension d'entrée et la redistribue lorsque la diode est bloquée.

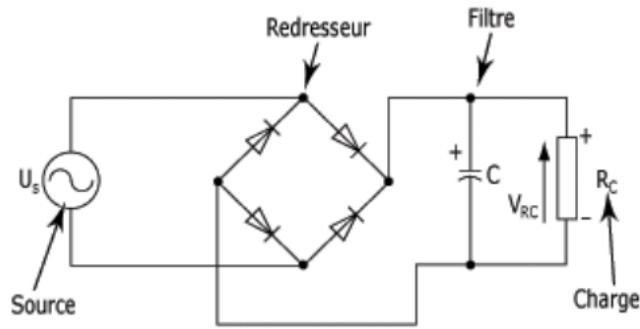


Figure 2.18 : Le filtrage le plus simple. [7]

Pour réduire les ondulations, la capacité du condensateur doit être aussi élevée que possible. On démontre que la capacité C du condensateur, la fréquence f de la source, l'intensité maximale I_{max} Amplitude de sortie et d'ondulation maximale U :

$$C = \frac{I_{max}}{Uf}$$

L'utilisation de filtres plus complexes peut améliorer le lissage. Le filtrage est plus efficace pour une charge donnée lorsque la capacité du condensateur est plus élevée.

- Pour un condensateur donné, moins la charge appelle du courant, plus le filtrage n'est efficace
- En règle générale, lorsque le redresseur alimente une charge résistive de résistance R , plus le produit RC est grand, plus le filtrage est efficace. [7]

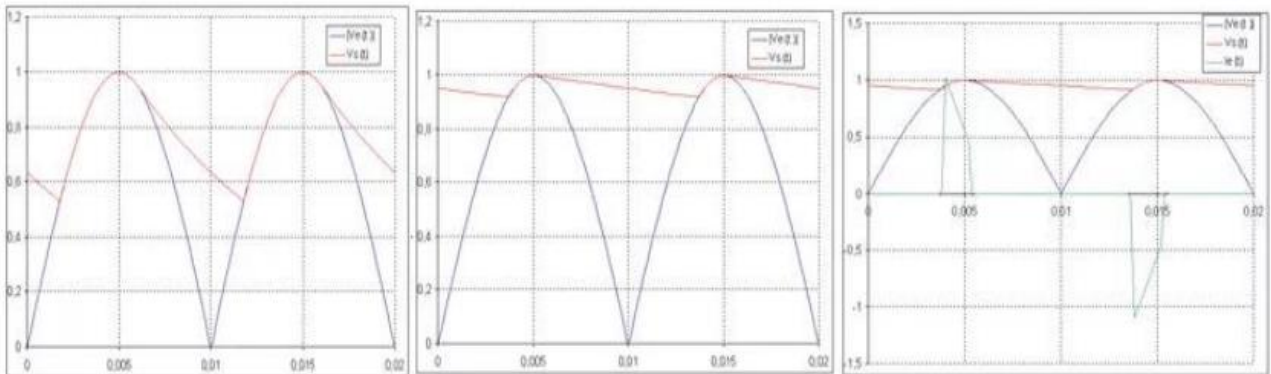


Figure 2.19 : Effet de RC sur la tension redressée. [7]

Remarque

Le diélectrique est un matériau isolant qui sépare les deux armatures. Il doit avoir une bonne rigidité diélectrique. Autrement dit, il doit offrir une bonne résistance à la perforation ou supporter des tensions très élevées. Un bon diélectrique permettra de rapprocher les armatures

pour obtenir des capacités élevées. Le diélectrique peut être du type gazeux (air), liquide (huile ou électrolyte) ou solide (papier, mica, céramique, polyester). Les divers types de diélectriques donnent lieu à différentes familles de condensateurs.

Le diélectrique peut être :

- -Gazeux (air, etc....)
- -liquide (huile, électrolyte, etc....)
- -solide (papier, mica, etc)

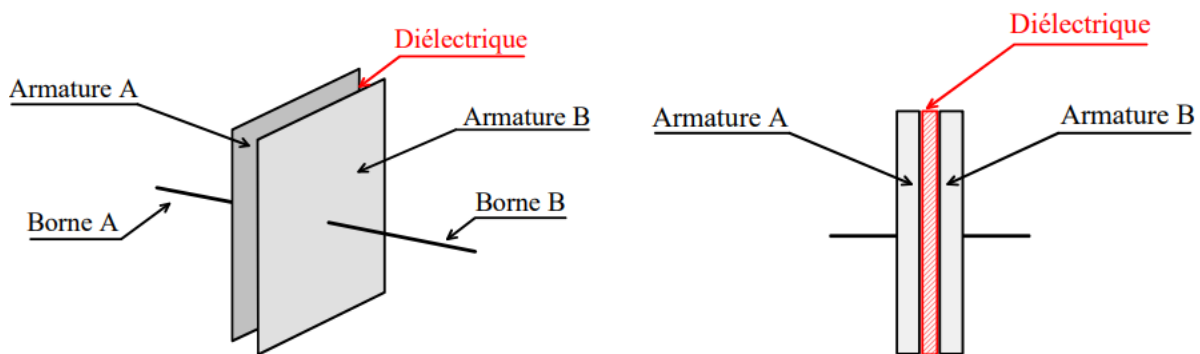


Figure 2.20 : le diélectrique dans le condensateur. [7]

2.3.3.2 La capacité d'un condensateur

On constate que pour un condensateur donné, la charge Q portée par ses armatures est proportionnelle à la différence de potentiel V qu'on y applique. La constante de proportionnalité de cette relation, C , est appelée capacité du condensateur :

$$C = Q/V = \text{constante}$$

La capacité est une constante propre à chaque condensateur. Sa valeur dépend de la taille, de la forme, de la position relative des deux conducteurs qui le constituent, ainsi que de la substance isolante, appelée diélectrique, qui sépare éventuellement les deux armatures.

2.3.3.3 Principe de fonctionnement

❖ Charge et décharge d'un condensateur

- Charge du condensateur

Au départ, le condensateur est totalement déchargé, la tension U_{AB} à ses bornes est nulle. Fermons l'interrupteur k . Les électrons circulent de la borne - du générateur vers l'armature B. Ces électrons repoussent ceux de l'armature A qui retournent à la borne + du générateur, laissant ainsi des trous (absence d'électrons) ayant une charge positive. On dit que le condensateur se charge.

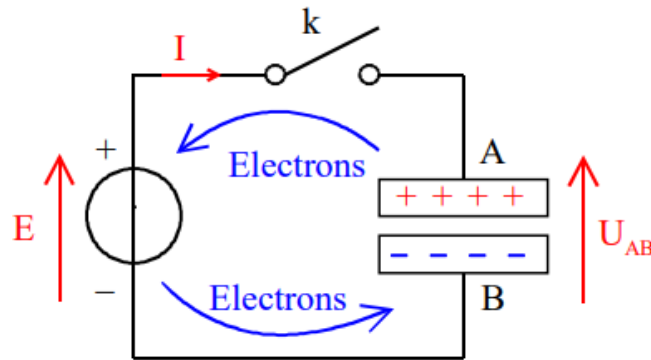


Figure 2.21 : charge du condensateur. [7]

- Lorsque la tension à ses bornes vaut $U_{AB} = E$, la circulation d'électrons cesse, on dit que le Condensateur est complètement chargé.

- **Décharge du condensateur**

Relions par un conducteur les bornes des armatures A et B du condensateur chargé en fermant l'interrupteur k . Les électrons cumulés sur l'armature B circulent vers l'armature A où ils neutralisent les charges positives, On dit que le condensateur se décharge.

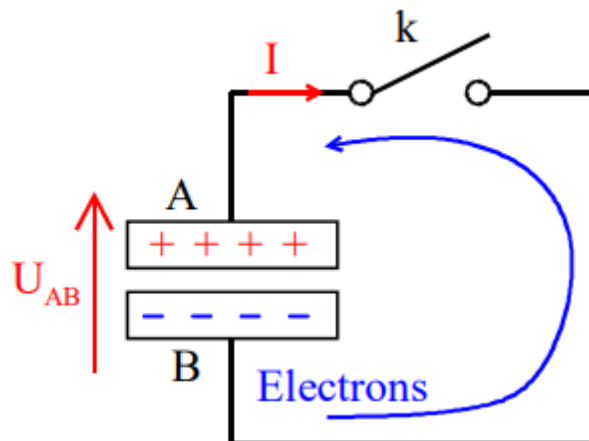


Figure 2.22 : décharge du condensateur. [7]

- Lorsqu'il est complètement déchargé, la tension à ses bornes vaut $U_{AB} = 0V$.

2.3.4 Stabilisation ou régulation

2.3.4.1 Présentation

La tension du filtre a toujours une ondulation assez grande, donc il y a des systèmes qui Permettent de diminuer autant que possible cette ondulation et de rendre la tension de sortie constante. [8]

2.3.4.2 Description

Un régulateur de tension permet de délivrer une tension dont la valeur est la plus stable possible, et qui est très utilisé (car la plupart du temps nécessaire) dans de nombreux montages électroniques. Un régulateur de tension peut être composé d'un ensemble de composants classiques (résistances, diodes zener et transistor par exemple), mais il peut aussi être de type "intégré" et contenir tout ce qu'il faut dans un seul et même boîtier, pour faciliter son usage. C'est ce genre de régulateur intégré dont il est question dans ce mémoire. [8]



Figure 2.23 : différents types de régulateur de tension. [8]

2.3.4.3 Différence entre régulation et stabilisation

Les termes "tension stabilisée" et "tension contrôlée" sont fréquemment utilisés dans la littérature. La distinction entre les deux est-elle significative ? Rarement, car dans les deux cas on souhaite obtenir la même chose, à savoir une tension qui s'éloigne le moins possible de la valeur qu'on souhaite lui donner. Contrairement à la définition physiologique (vivante) de la réglementation, qui est "Assurer la cohérence d'un environnement interne malgré les modifications dans l'environnement externe," la signification technique de la réglementation est "Maintenir une magnitude entre deux limites fixes.". La définition de la stabilisation est « de maintenir un système de façon durable sans fluctuations profondes » ou « de permettre à un système de revenir à une position établie après avoir été délogé par une action extérieure ». Dans chaque cas, il est question d'un état désiré (dans notre cas, la valeur de tension) et d'une

plage étroite de variation qui doit être tolérée parce que la perfection n'existe pas. Ne soyez pas surpris quand je dis "tension stabilisée à la sortie du régulateur" parce que j'ai toujours utilisé les deux phrases de façon interchangeable." [8]

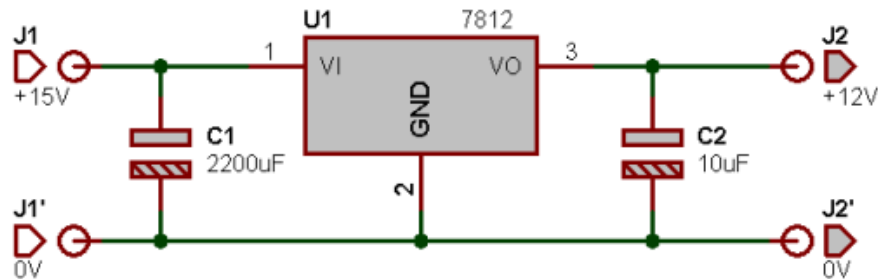


Figure 2.24 : Brochage du LM7812. [8]

2.3.4.4 Régulateurs fixes a circuit intégrée (78XX et 79XX)

Les régulateurs fixes sont appelés ainsi parce qu'ils sont conçus pour fournir une tension continue d'une valeur donnée, qui ne peut pas être modifiée sans artifice. Il existe différentes variétés, mais les séries LM78xx et LM79xx sont sans aucun doute les plus populaires. Ils sont très faciles à mettre en œuvre, et il faut un peu de connaissances pour savoir lequel utiliser, dont le nom est ce qu'il est. Pour tout savoir, décomposons les noms de ces régulateurs, leur nom indiquant lui-même ce qui est impliqué. Pour tout savoir, nous allons ventiler les noms de ces organismes de réglementation : - LM = préfixe employé par le fabricant. Il peut également être MC ou uA. (LM7812, MC7812, uA7812 - Parfois pas de préfixe mais une lettre au milieu, comme 78M12). - 78 = Signifie qu'il s'agit d'un régulateur positif ; - 79 = Signifie qu'il s'agit d'un régulateur négatif - xx = Tension de sortie fixe (valeur entière sur deux chiffres, par exemple "05" pour 5 V). [10] Il faut être très prudent, le des régulateurs négatifs n'est pas le même que le des régulateurs positifs ! Voici le brochage des régulateurs fixes les plus courants LM78xx / LM79xx en TO220. [8]

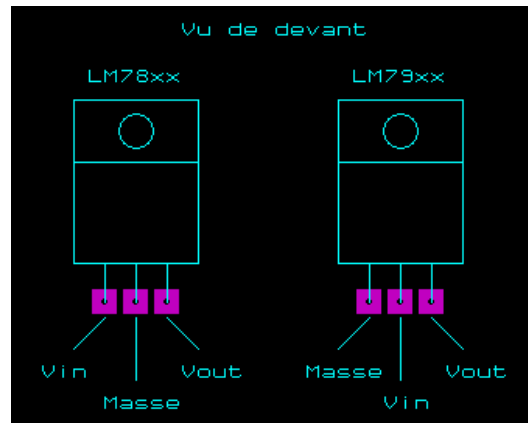


Figure 2.25 : Schéma régulateur LM78XX et LM79XX. [8]

Conclusion

Un circuit électrique est un ensemble simple ou complexe de conducteurs et de Composants électriques ou électroniques parcouru par un courant électrique.

Dans toutes les applications électroniques, l'alimentation est un sous-système incontournable.

Sa fonction consiste à fournir une ou plusieurs tensions et courants continus stabilisés, c'est-à-dire dont l'amplitude est indépendante, du courant délivré, des variations de tension de la source d'énergie principale, de la température et du vieillissement. On distingue deux grandes familles d'alimentations stabilisées, soit :

- Les alimentations à régulateurs linéaires.
- Les alimentations à découpage.

D'une manière générale, l'alimentation stabilisée est constituée d'un transformateur, d'un pont redresseur, d'un filtre à condensateur en tête suivi d'une régulation.

Chapitre 3 :

Capteurs et jauges

Introduction

En technologie, un automatisme est défini comme étant une action autonome d'un système destiné à remplacer l'action physique de l'homme. Un exemple simple d'automatisme est constitué par l'action d'un moteur qui ouvre ou ferme une porte sans intervention humaine lorsqu'il reçoit l'information à partir d'un capteur de proximité. Ce type d'automatisme concerne surtout les circuits logiques. Dans ces systèmes d'automatismes, les signaux d'entrées induisent des réponses en sorties conformément à des tables de correspondance entre les entrées et les sorties.

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs), on a besoin de contrôler de nombreux paramètres physiques (température, force, position, vitesse, luminosité, ...). Le capteur est l'élément indispensable à la mesure de ces grandeurs physiques.

[9]

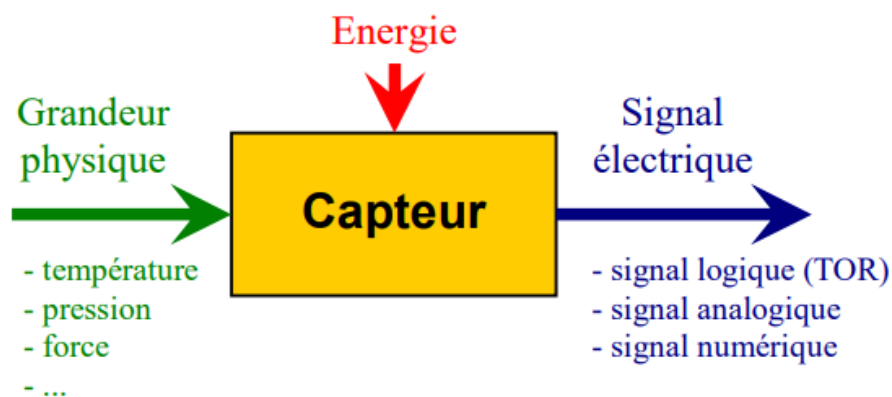


Figure 3.1 : fonctionnement d'un capteur [9]

3.1 Définitions principales

Capteur : un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande. C'est également, l'élément qui va permettre sous l'effet du mesurande d'en délivrer une image exploitable (signal électrique par exemple.)

On parle aussi de transducteur, la grandeur physique d'entrée (le mesurande) étant transformée en une autre grandeur physique de sortie ou en un signal électrique. [9]

Mesurande : c'est la grandeur physique d'entrée du capteur ou la grandeur direct ou intermédiaire qu'on cherche à mesurer. Dans les automatismes industriels on cherche souvent

à mesurer : la température, la pression, le niveau, le débit, le couple, le déplacement, la vitesse, l'accélération, la distance. [9]

Grandeur de sortie : elle est généralement de type électrique. Elle peut être soit : une charge, une tension, un courant ou une impédance (R, L, C).

La grandeur de sortie est donc un signal électrique qui pourrait être de type analogique ou numérique. [9]

- **Signal analogique :** Un signal est dit analogique si l'amplitude de la grandeur physique le représentant peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné.
 - **Signal continu :** C'est un signal qui varie lentement dans le temps, température, débit, niveau.
 - **Forme :** C'est la forme de ce signal qui est important : pression cardiaque, chromatographie impact.
 - **Fréquentiel :** C'est le spectre fréquentiel qui transporte l'information désirée : analyse vocale, sonar, spectrographie.

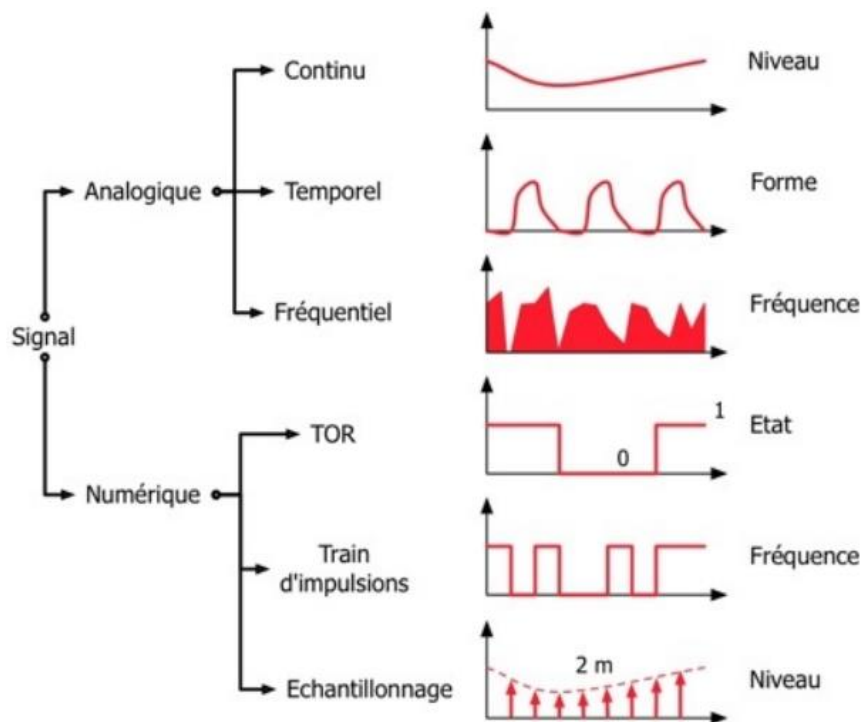


Figure 3.2: différents types de signaux [9]

- **Signal numérique** : Un signal est numérique si l'amplitude de la grandeur physique le représentant ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs. En général ce nombre fini de valeurs est une puissance de 2
- **Tout ou rien (TOR)** : Il informe sur un état bivalent d'un système. Exemple : une vanne ouverte ou fermée.
- **Train d'impulsion** : Chaque impulsion est l'image d'un changement d'état. Exemple : un codeur incrémental donne un nombre fini et connu d'impulsion par tour.
- **Echantillonnage** : C'est l'image numérique d'un signal analogique. Exemple : température, débit, niveau.

Chaîne de mesure : généralement, le signal de sortie n'est pas directement utilisable. On appelle chaîne de mesure l'ensemble des circuits ou appareils qui amplifient, adaptent, convertissent, linéarisent, digitalisent le signal avant sa lecture sur le support de sortie. [9]

Transducteur : c'est tout capteur intermédiaire qui permet de convertir le mesurande en une grandeur physique mesurable par le capteur qui fournit la grandeur électrique avant conditionnement. [9]

Corps d'épreuve : en mécanique, notamment, la conversion du mesurande en signal de sortie n'est pas directe. Par exemple, la mesure d'une force nécessite de l'appliquer à un solide déformable auquel sera fixé un capteur de déformation. Ce solide et plus généralement tout corps intermédiaire entre le capteur et le mesurande est appelé corps d'épreuve. [9]

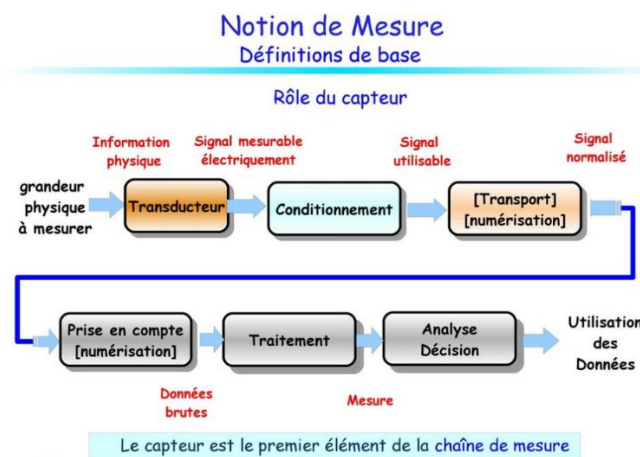


Figure 3.3: schéma de la chaîne de mesure [9]

3.2 Généralité sur les capteurs

3.2.1 Chaîne de mesure

Pour obtenir une image d'une grandeur physique, on fait appel à une chaîne de mesure qui peut faire intervenir plusieurs phénomènes différents.

Par exemple, la mesure d'un débit peut se faire en plusieurs étapes :

- Transformation du débit en une pression différentielle,
- Transformation de la pression différentielle en la déformation mécanique d'une membrane,
- Transformation de la déformation mécanique en une grandeur électrique (à l'aide d'un piézo-électrique) via un circuit électronique associé.

L'ensemble de ces étapes constitue la chaîne de mesure. [9]

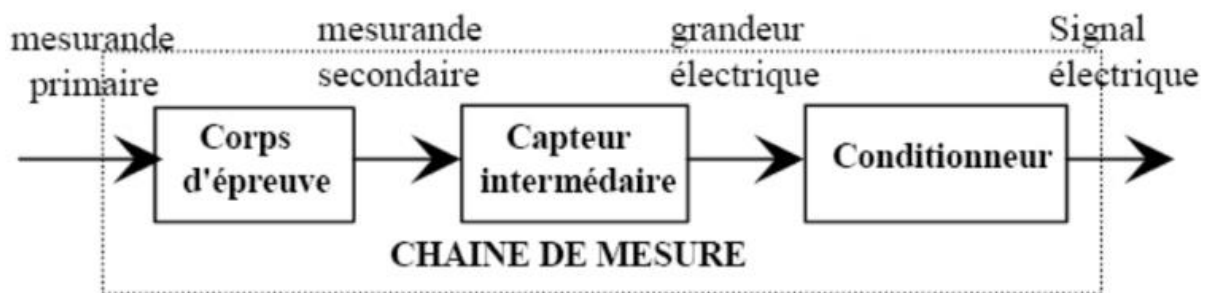


Figure 3.4 : schéma synoptique d'une chaîne de mesure [9]

De manière classique, la sortie d'une chaîne de mesure est du type électrique. Si la chaîne de mesure fait intervenir plusieurs transducteurs, le corps d'épreuve est celui qui est en contact direct avec le mesurande. Le dernier transducteur (capteur) est associé à un conditionneur qui fournit la grandeur électrique de sortie de manière exploitable. Le choix de ce conditionneur est une étape importante dans le cadre de la chaîne de mesure car, associé au capteur, il détermine la nature finale du signal électrique et va influencer les performances de la mesure. [9]

3.2.2 Classification des capteurs

On peut classer les capteurs sur la base de consommation ou pas de l'énergie. Dans ce cas on pourrait les classer en deux catégories : capteurs actifs ou passifs. [9]

3.2.3 Capteur actifs

Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement.

Donc, un capteur actif produit lui-même le signal de sortie électrique par conversion de l'énergie fournie par la grandeur d'entrée ou de ses variations.

On peut schématiser (figure ci-dessous) ce type de capteur par un bloc possédant un accès « Signal » [9]



Figure 3.5: fonctionnement d'un capteur actif [9]

- Effet thermoélectrique

C'est le principe de tout thermocouple. C'est un circuit constitué de deux conducteurs de nature chimique différentes et dont les jonctions sont à des températures différentes T_1 et T_2 . Il apparaît aux bornes de ce circuit une tension (force électromotrice) liée à la différence de température ($T_1 - T_2$).

Application : détermination à partir de la mesure de e d'une température Intro Généralités Capteurs Principes de mesure TD et TP Application : détermination à partir de la mesure de e d'une température inconnue T_1 , lorsque T_2 (0°C par exemple) est connue. [10]

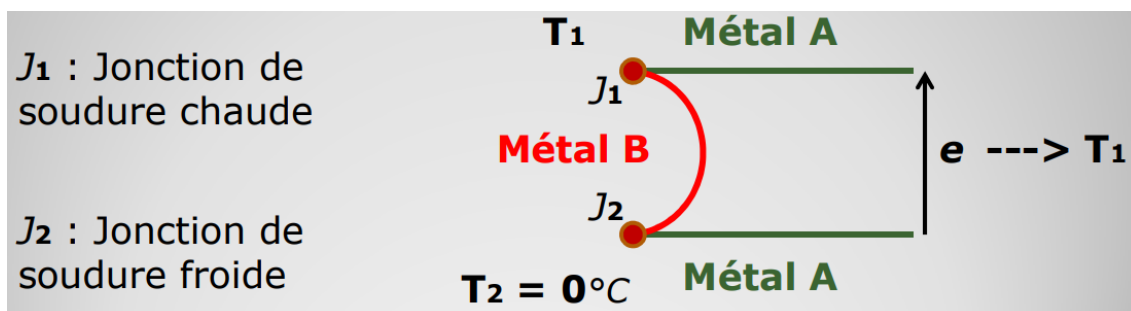


Figure 3.6: effet thermoelectrique [10]

- **Effet photoélectrique**

On en distingue plusieurs, qui diffèrent par leurs manifestations, mais qui ont pour origine commune la libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux, ou plus généralement électromagnétique, dont la longueur d'onde est inférieure à une valeur seuil, caractéristique du matériau. [10]

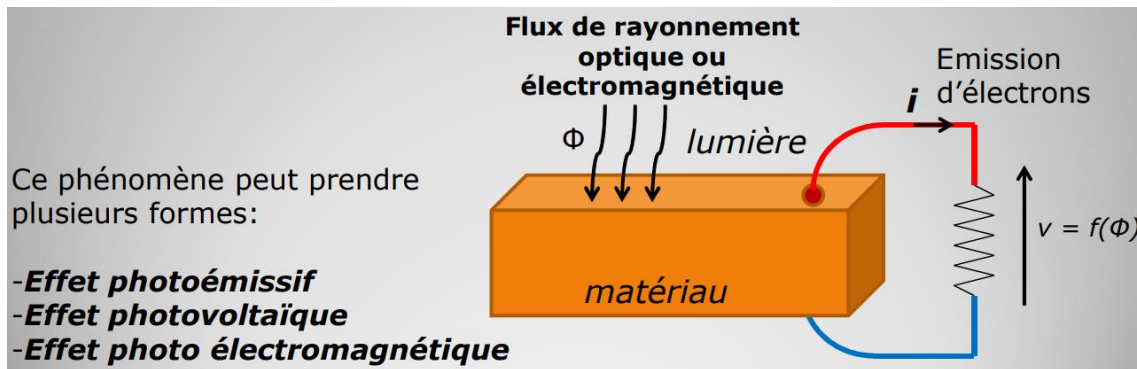


Figure 3.7: effet photoelectrique [10]

- **Effet piézoélectrique**

L'application d'une force et plus généralement d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézoélectriques, le quartz par exemple, entraîne une déformation qui créent des charges électriques égales, et de signes contraires sur les faces sous contraintes.

Application: mesure de forces ou de grandeurs s'y ramenant (pression, force, accélération) à partir de la tension que provoquent aux bornes d'un condensateur associé à l'élément piézoélectrique, les variations de sa charge. [10]

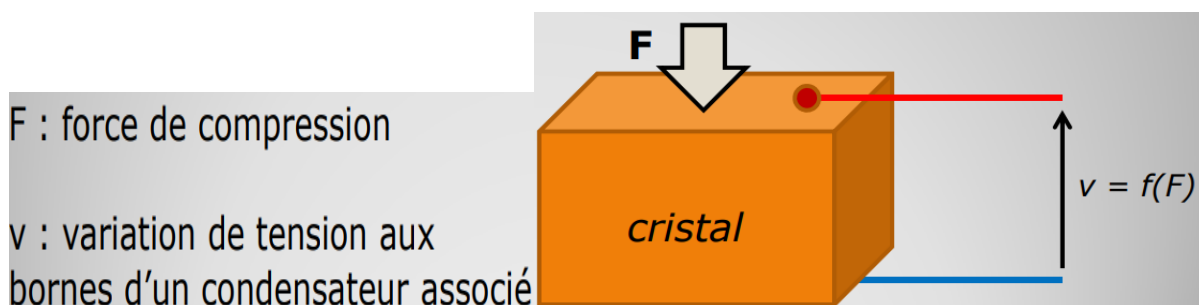


Figure 3.8: effet piezoelectrique [10]

3.2.4 Capteur passif

Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte :

- soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiometre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile.
- Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression, accélération. Exemple : jauge de contrainte résistive

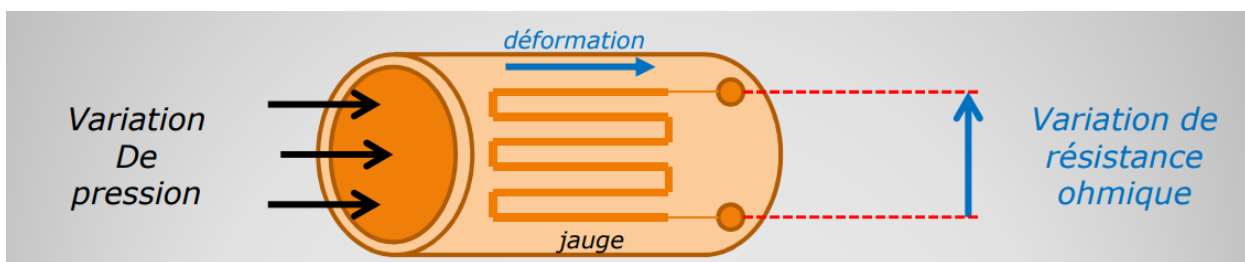


Figure 3.9 : jauge de contrainte résistive [10]

Une jauge de contrainte résistive (transducteur) est collée sur l'extérieur d'un tube. Sous l'influence d'une variation de pression, la jauge subit une déformation identique au tube (corps d'épreuve), et sa résistance ohmique varie.

Le Capteur passif est un dipôle passif : les variations de son impédance ne sont mesurables qu'en intégrant le capteur dans un circuit électrique alimenté, qui est son conditionneur électronique associé. [10]



Figure 3.10 : fonctionnement d'un capteur passif [10]

Il faut leur appliquer une tension pour obtenir un signal de sortie, par exemple dans le cas d'un changement de résistivité, les montages électroniques les plus couramment utilisés sont **Figure 3.11** :

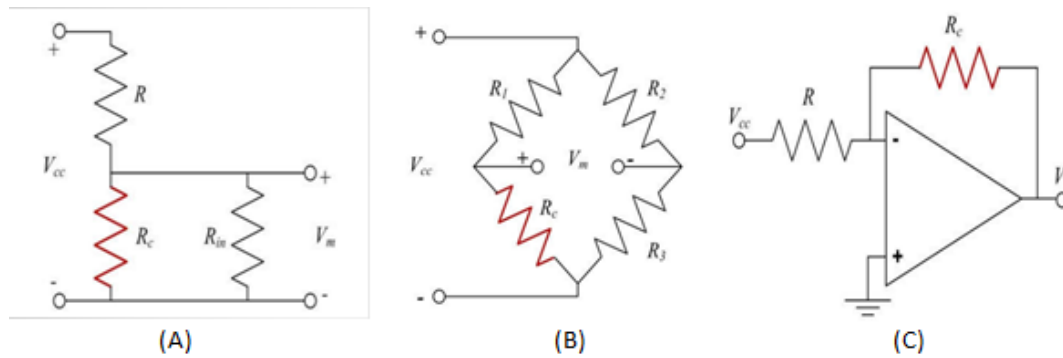


Figure 3.11 : (A) Potentiométrique, (B) Pont de Wheatstone, (C) Amplificateur inverseur [10]

En résumé

Les capteurs passifs ont besoin d’une source d’excitation pour fournir un signal électrique de mesure, certains ont besoin d’un circuit complexe.

Les capteurs actifs ont besoin d’un circuit d’adaptation pour fournir un signal électrique de mesure utilisable. [10]

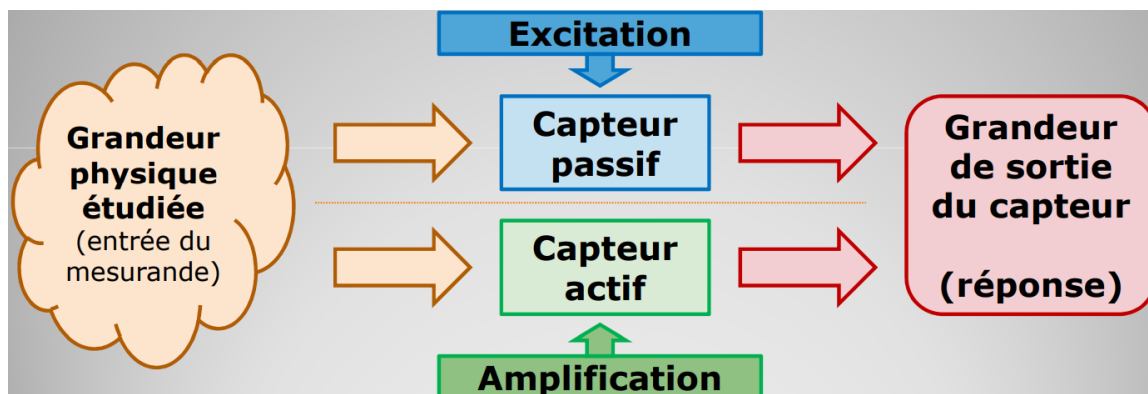


Figure 3.12 : schéma qui explique la différence entre un capteur actif et passif [10]

3.3 Jauges extensométriques (jauges de contraintes)

Les jauges sont constituées par un fil plié en accordéon et sont généralement fabriquées à partir d’une mince feuille métallique (quelques μm d’épaisseur) et d’un isolant, que l’on traite comme un circuit imprimé (par lithographie ou par attaque à l’acide). [11]

3.3.1 Constitution

La jauge : Circuit métallique peu épais (de l'ordre du μm), ayant une résistance électrique qui varie lorsqu'il subit une déformation. La jauge doit être apte à résister à haute température et à l'usure. La jauge de contrainte est fixée sur un support. [12]

Le support : Il sert de lien entre le corps d'épreuve et la jauge. Il doit donc être souple et isolant. Ce support est en résine. La fabrication de la jauge et du support est identique à celle des circuits imprimés. [12]

Le corps d'épreuve : C'est le corps qui subira la déformation. Il doit être souple et élastique. Le support est fixé dessus. Il faut éviter de sortir de sa gamme de déformation élastique pour éviter tout risque de déformation permanente. [12]

La colle : Elle réalise la liaison entre le support de la jauge et le corps d'épreuve. Elle a également le rôle d'isolant. La colle est choisie en fonction du support. [12]

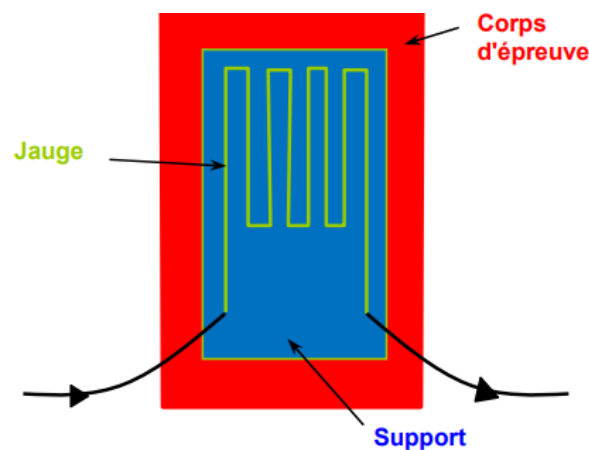


Figure 3.13 : jauge de contrainte [12]

3.3.2 Principe de fonctionnement

La jauge de déformation (souvent improprement appelée jauge de contrainte) repose sur le principe de l'allongement ou du raccourcissement d'un fil résistif solidaire du support qui se déforme. Lorsque le champ de déformation est relativement uniforme et uniaxial, la jauge est

placée suivant l'orientation principale de ce champ. Lorsque le champ de déformation est surfacique (sans orientation préférentielle), il est nécessaire de placer au moins trois jauges (rosettes) pour mesurer les composantes principales des déformations, ainsi que leur orientation. En agissant par traction ou compression sur le fil, celui-ci s'allonge ou se rétrécit. Cette variation de longueur modifie sa résistance électrique. On mesure alors cette variation de résistance entre l'état de repos et l'état sous contrainte. Le fil est agencé en spires de manière à ce que la déformation agisse en même temps sur plusieurs tronçons du fil pour amplifier la variation de résistance électrique. [12]

La résistance d'un conducteur de section S et de longueur l est égale à : $R = \frac{\rho l}{S}$

Une variation de longueur provoque une variation de résistance selon la formule essentielle de l'extensométrie :

$$\frac{\Delta R}{R} = K \varepsilon$$

K est le facteur de jauge dont la valeur est voisine de 2. [12]

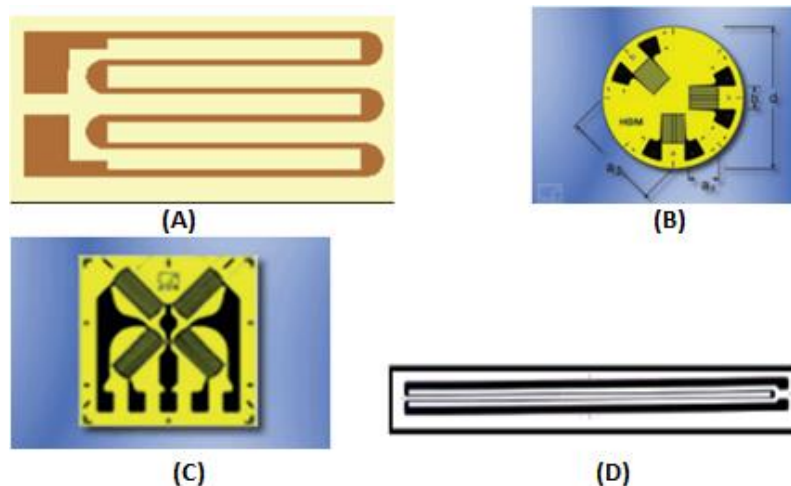


Figure 3.14 : (A) jauge, (B) rosette, (C) pont de Wheatstone, (D) jauge pour béton [12]

3.3.3 Caractéristiques (quelques points sur les jauges de déformation)

- Les jauges sont souvent collées et parfois soudées (sur métal).
- Il est nécessaire de connaître le module d'élasticité du matériau en déformation uniaxiale, et le coefficient de Poisson en déformation surfacique. Cette détermination est aisée pour le métal car le module est bien défini (200 000 à 210 000 MPa). Cela est

beaucoup plus difficile pour le béton car le module varie entre 25 000 (béton bas de gamme) et 50 000 MPa (béton THP).

- Il est possible de répartir des jauges sur la hauteur d'une section pour évaluer sa courbure (Diagramme de Navier).
- Il existe une jauge dite « Pain de sucre » pour les inclusions dans le béton.
- Il existe des chaînettes de jauges pour mesurer les déformations dans des zones de concentration de contraintes.
- Le même principe des jauges peut être adapté pour détecter l'apparition d'une fissure et suivre sa propagation. L'adaptation consiste à utiliser la rupture progressive de fils lors de la propagation d'une fissure.

3.4 Pont de Wheatstone

3.4.1 Présentation et principe de fonctionnement

Du nom de son inventeur Charles Wheatstone (1802-1875), c'est un circuit électronique constitué de 4 résistances électriques avec une grande précision telles que celles rencontrés lors de l'utilisation de jauge de déformations relatives. [13]

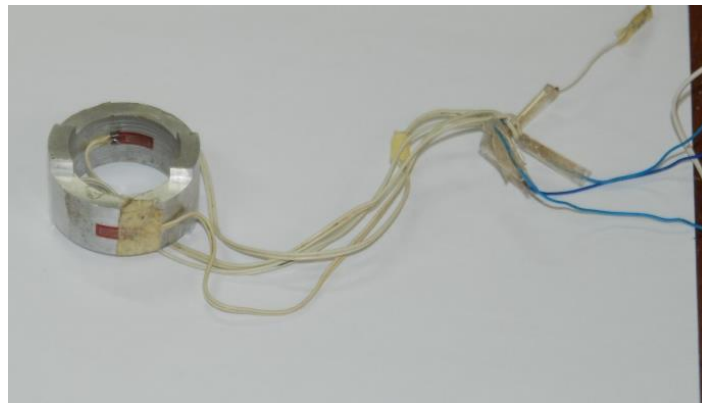


Figure 3.15: Capteur de force à base de jauges extensométriques [14]

Cette technique est communément employée pour les capteurs basés sur les jauges, la tension VAB est l'image de la variation des résistances.

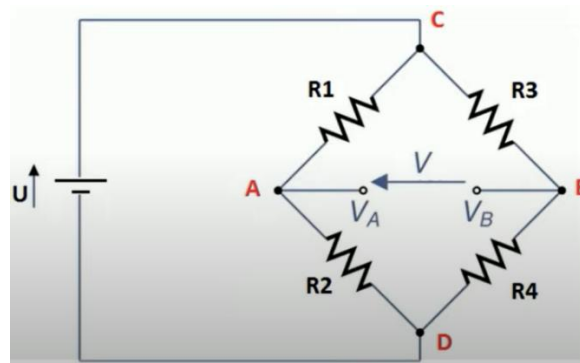


Figure 3.16 : Schéma représentatif d'un pont de Wheatstone [13]

Lorsqu'un pont est constitué de 4 résistances de valeurs égales et alimenté par une source de tension (U) constante aux points C et D, on obtient par symétrie, une différence de potentiel nulle entre les points A et B. si la résistance R_2 varie légèrement, ce déséquilibre est mesuré par un voltmètre. On réalise donc une mesure proportionnelle (variation de résistance \Leftrightarrow tension électrique). [13]

Calcul de la tension V_{AB}

$$V = V_{AB} = V_A - V_B$$

Par le diviseur de tension on a :

$$-V_A = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times U \quad V_B = \frac{R_4}{R_3+R_4} \times U$$

$$-V_{AB} = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times U - \frac{R_4}{R_3+R_4} \times U$$

$$-V_{AB} = U \cdot \left(\frac{R_2}{R_1+R_2} - \frac{R_4}{R_3+R_4} \right)$$

$$-\text{Si } R_1 = R_2 = R_3 = R_4 \quad \mathbf{V_{AB} = 0V}$$

$$-\text{Si } R_2 \neq (R_1 = R_3 = R_4) \quad \mathbf{V_{AB} \neq 0v}$$

3.4.2 Les différents montages du pont

- $\frac{1}{4}$ du pont : (un élément sensible)

L'élément sensible qui remplace R_2 délivre une variation de résistance en fonction de la grandeur à mesurer.

$$R_2 = R + \Delta R$$

$$\Delta R = \alpha M$$

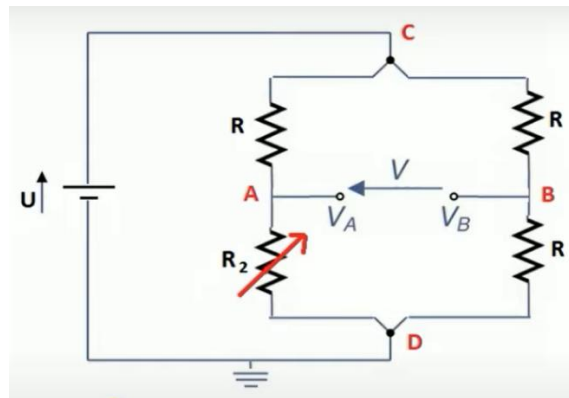


Figure 3.17: Montage en 1/4 du pont [13]

$$-V_{AB} = U \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 - R_2} - \frac{R}{R + R} \right)$$

$$-V_{AB} = U \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 - R_2} - \frac{1}{2} \right)$$

$$-V_{AB} = U \cdot \frac{(2R_2 - R - R)}{2(R + R_2)}$$

$$-V_{AB} = U \cdot \frac{R_2 - R}{2(R + R_2)}$$

$$-V_{AB} = U \cdot \frac{\Delta R}{2(2R + \Delta R)}$$

Cette expression montre que l'évolution de V_{AB} en fonction de ΔR n'est pas linéaire. Dans le cas où ΔR est faible, l'expression se simplifie en :

$$\text{SI } 2R \gg \Delta R \longrightarrow V_{AB} = U \cdot \frac{\Delta R}{4R}$$

On peut considérer l'évolution de V_{AB} en fonction ΔR linéaire

- **1/2 pont (deux éléments sensibles)**

On associe deux éléments sensibles, l'intérêt de ce montage est que deux résistances adjacentes agissent en sens opposé et deux résistances opposées agissent dans le même sens. On peut donc réduire les variations parasites (comme la température) et avoir une meilleure précision.

$$R_1 = R - \Delta R$$

$$R_2 = R + \Delta R$$

$$\Delta R = \alpha M$$

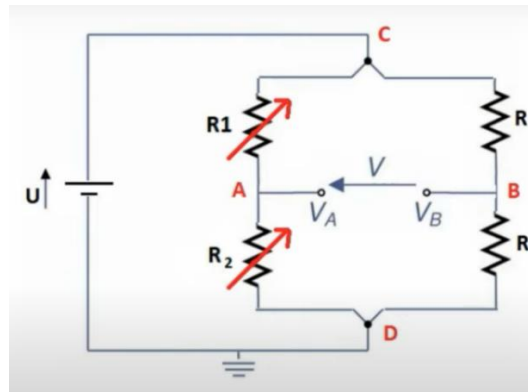


Figure 3.18: Montage en 1/2 pont [13]

$$-V_{AB} = U \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R}{R + R} \right)$$

$$-V_{AB} = U \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{1}{2} \right)$$

$$-V_{AB} = U \cdot \frac{(2R_2 - R_1 - R_2)}{2(R_1 + R_2)}$$

$$-V_{AB} = U \cdot \frac{R_2 - R_1}{2(R_1 + R_2)}$$

$$-V_{AB} = U \cdot \frac{2\Delta R}{2(2R)}$$

$V_{AB} = U \cdot \frac{\Delta R}{2R}$ l'évolution de V_{AB} en fonction de ΔR est linéaire

- **Pont complet (4 éléments sensibles)**

Un pont complet à quatre éléments sensibles montés en diagonale est préférable puisqu'il délivre une tension plus importante.

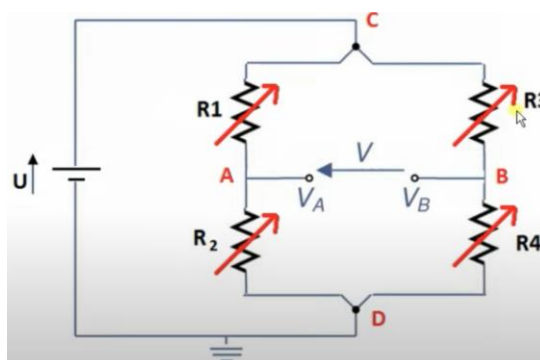


Figure 3.19 : montage en pont complet [13]

$$R1 = R4 = R + \Delta R$$

$$R2 = R3 = R - \Delta R$$

$$\Delta R = \alpha M$$

$$V_{AB} = U \cdot \frac{\Delta R}{R}$$
 l'évolution de VAB en fonction de ΔR est linéaire

Conclusion

Les capteurs ont une importance capitale dans l'industrie. Ils constituent les organes de sens de toute chaîne de mesure, leurs signaux sont indispensables pour de nombreuses fonctions de commande et de régulation. Le domaine des capteurs est extrêmement vaste et intéressant. La conception d'un capteur fait appel à toutes les ressources offertes par des disciplines scientifiques et techniques aussi variées que la mécanique, l'électromécanique, l'optique, l'informatique, la chimie etc.

Les extensomètres à fils résistants, que l'on désigne aussi sous le nom de jauges de contrainte, furent inventés pour mesurer les déformations des structures en vue d'en évaluer l'état de contraintes. Il s'agit de petits circuits électriques très fins qui, collés sur les pièces à étudier, en subissent les déformations, ce qui entraîne une variation de leur résistance électrique. Les mesures électriques peuvent être très précises et très sensibles puisque l'on atteint facilement des déformations de l'ordre du micromètre par mètre ($\mu\text{m}/\text{m}$).

Chapitre 4 :

Partie expérimentale

Introduction

L'objectif de ce chapitre est l'instrumentation du banc d'essai de flexion 3 points en réalisant une alimentation double (-12 +12V). Cette dernière a pour rôle l'alimentation d'un circuit électronique capable d'amplifier le signal différentiel des deux capteurs à pont de Wheatstone dont le banc dispose, et de corriger la remise à zéro des signaux au démarrage (c.-à-d. la remise à zéro du signal au repos).

4.1 Partie 1 : présentation du banc de flexion 3 points

4.1.1 Définition du banc

Ce banc a été réalisé au département du Génie Mécanique de l'université de Tizi-Ouzou **Figure 4.1**. Il se compose d'un cadre rectangulaire qui repose sur une table. Il permet en flexion de recevoir des éprouvettes d'environ 200 mm de longueur. L'effort appliqué pendant l'essai est déterminé par la mesure de la flèche maximale (15 mm), l'effort maximum (450 N) avec une vitesse de déplacement de 2mm/min (**NF EN ISO 178**). La mesure de l'allongements et de l'effort appliqué sur l'éprouvette est réalisée par des capteurs de déplacements et de force.

Le dispositif de chargement se compose de deux appuis disposés parallèlement pour l'éprouvette et d'une panne de flexion, qui applique la charge à l'éprouvette au centre des appuis. Les appuis et pannes de flexion doivent être fixes, selon les exigences de la demande d'essai, pour permettre à l'essai de remplir les exigences correspondantes. L'essai est principalement utilisé pour les matériaux résistants et élastiques.

Afin de minimiser les frottements pendant l'essai, les appuis pourront être montés sur deux rouleaux pivotant et permettre ainsi leur rotation autour de l'axe longitudinal. Les pannes et appuis de flexion peuvent être montés sur rouleaux basculants afin de garantir leur parallélisme à l'éprouvette. [14]

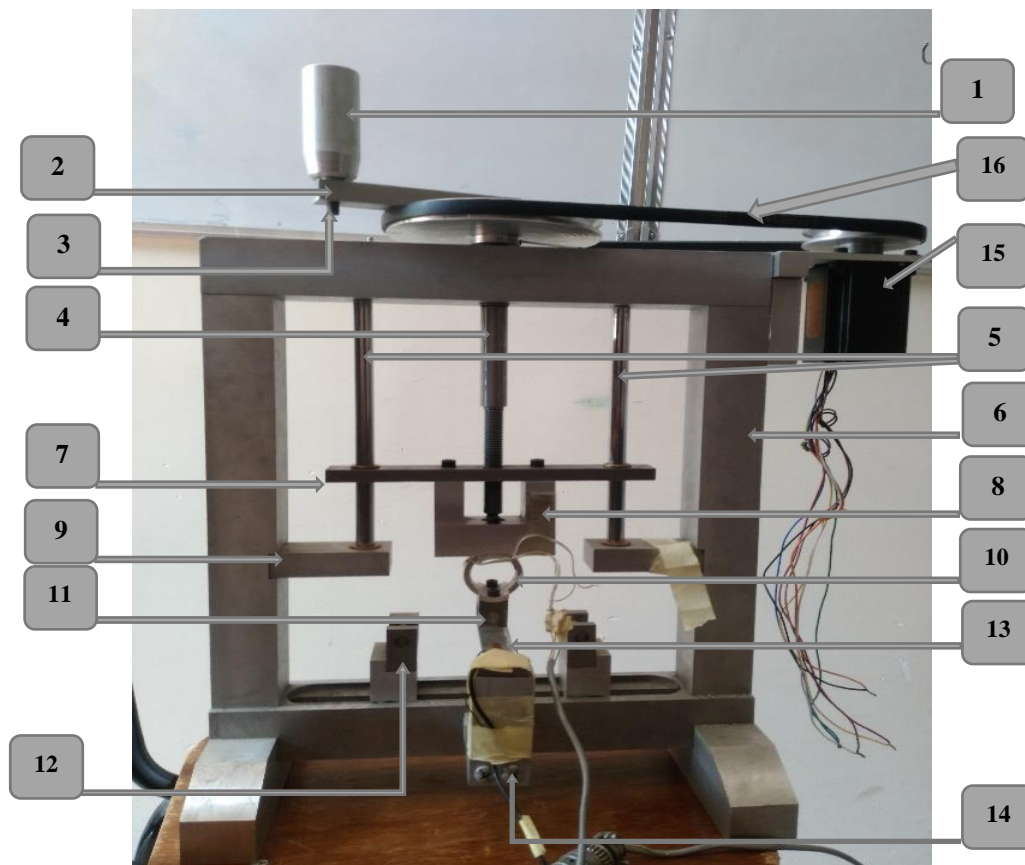


Figure 4.1 : le banc d'essai de flexion 3 points [14]

Nomenclature du dispositif :

1. La pognée

2. Le bras

3. Vis-écrou

4. La tige filetée

5. Glissière

6. Cadre rectangulaire

7. La tige en acier

8. Porte capteur

9. Cale de fixation de la glissière

10. Capteur

11. Poinçon

12. Appuis

13. Lame en fixation

14. La vis

15. Moteur pas à pas

16. Courroie

4.2 Présentation des capteurs de force et de déplacement

Le dispositif est équipé de deux capteurs à base de jauges de déformation, un capteur permet de mesurer la déflexion de l'éprouvette et le deuxième capteur mesure la force appliquée. Afin de mesurer les caractéristiques mécaniques du matériau de l'éprouvette, ces deux capteurs permettent d'obtenir la courbe force-déplacement en temps réel. Ainsi le module de Young qui représente la tangente de la partie linéaire de la courbe (partie élastique) sera obtenu en utilisant la loi de Hooke contrainte-déformation d'un matériau homogène isotrope (**Erreur ! Source du envoi introuvable.**)

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (1)$$

Où :

σ : Représente la contrainte (MPa)

E : Le module de Young (MPa)

ε : Représente la déformation relative

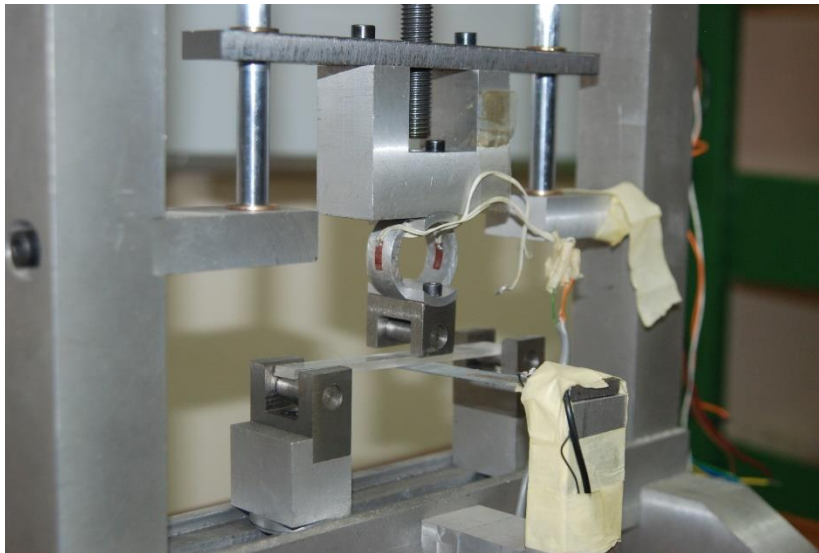


Figure 4.2 : Montage des capteurs de force et de déformation

4.2.1 Présentation du capteur de force

Le capteur de force utilisé permet grâce aux jauges électriques collés sur son anneau en aluminium de mesurer une force en transformant l'effort mécanique en un signal électrique proportionnel à celui-ci.

4.2.2 Le collage des jauges

La partie de collage des jauges est particulièrement une étape très importante, il faut respecter les points indispensables suivant :

- Préparation de l'état de surface : tout d'abord faire un nettoyage grossier de la surface. Ensuite faire un nettoyage fin et répéter le nettoyage, jusqu'à ne plus avoir de trace de saleté sur le tampon.
- Préparation de la jauge et cosses relais : Préparer une bande adhésive disposée en angle sur la jauge et la cosse relais, aligner la jauge sur la marque et fixer avec une bande adhésive, la jauge et la cosse relais doivent être manipulées avec une pince. [15]

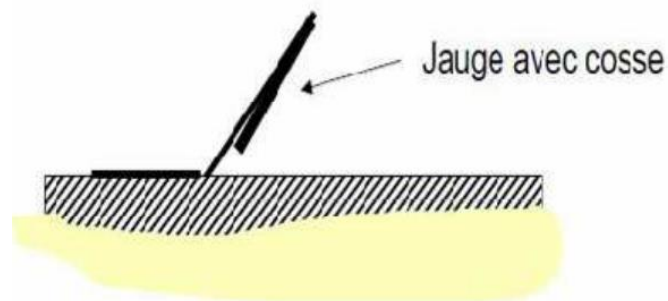


Figure 4.3 : dessin de préparation de la jauge et cosses relais [15]

- Collage avec colle : verser une goutte de colle et étaler aussitôt uniformément le produit sans exercer de pression. Rabattre la jauge aussitôt avec une feuille téflon en appliquant une pression uniforme d'environ une minute sur l'ensemble. Après la prise de la colle, la bande adhésive peut être enlevée de l'ensemble jauge et cosse relais. [15]

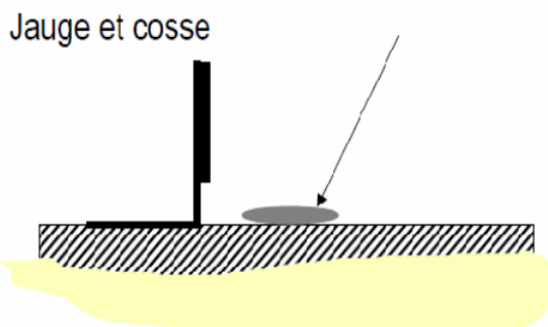


Figure 4.4 : collage des jauges [15]

- Raccordement du câble : dans notre cas les jauges sont des jauges pré-câblées.
- Contrôle électrique et visuel de l'équipement.
- Test (raccordement sur l'amplificateur).
- Tests de bon fonctionnement avec l'amplificateur.

Au final on obtient le capteur de force (**Figure 4.5**) qui permet la mesure des efforts dus à la déflexion de l'éprouvette testée.

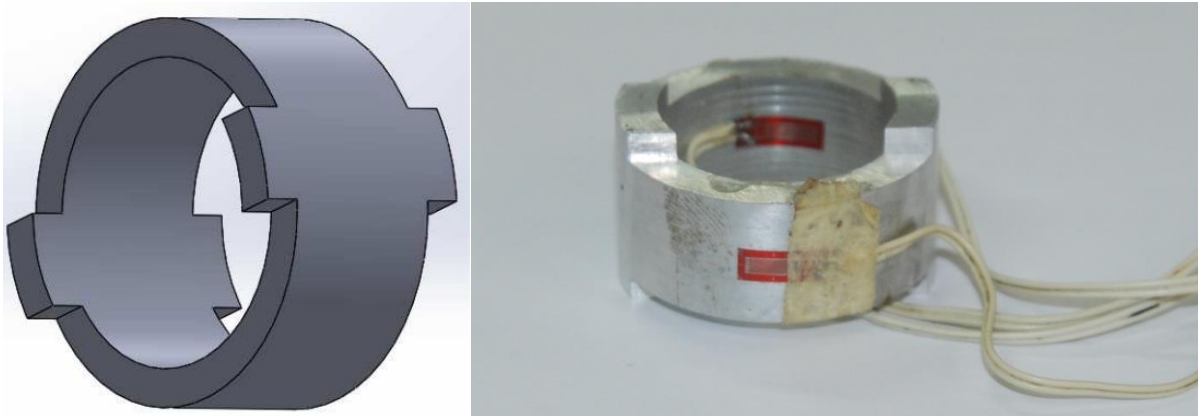


Figure 4.5 : capteur de force [15]

4.2.3 L'étalonnage du capteur

L'étalonnage du capteur a été réalisé par deux dynamomètres, on règle les deux dynamomètres au même effort, puis on récupère le signal équivalent à l'effort appliqué sur l'anneau. [15]



Figure 4.6 : étalonnage du capteur [15]

Les valeurs de l'étalonnage de notre capteur sont données dans le tableau en dessous :

Tableau 4.1 : Etalonnage du capteur [15]

Effort (N)	Signal (mV)
0	0
58,13	100
116,18	200
172,49	300
223,51	400
278,08	500
334,30	600
390,62	700
443,37	800

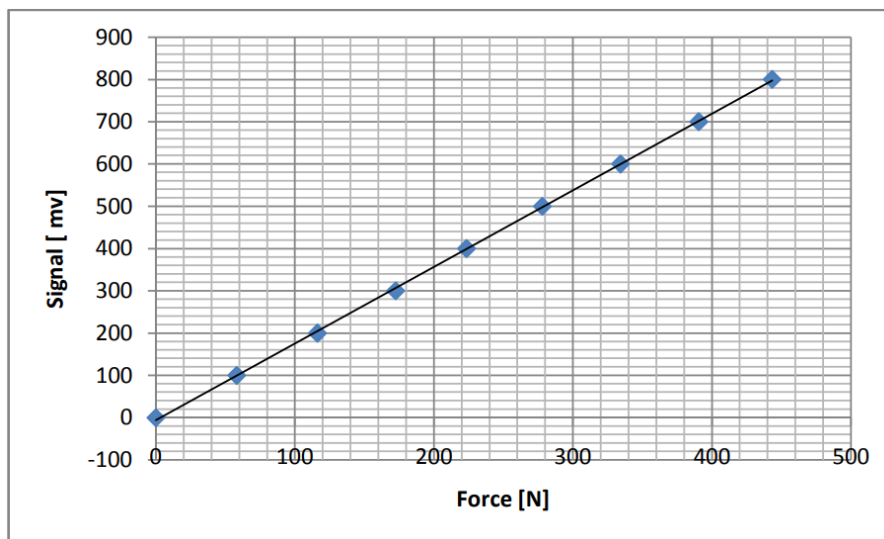


Figure 4.7 : courbe d'étalonnage du capteur [15]

4.2.4 Alimentation du capteur, la fonction de remise à zéro et l'amplification du signal

Pour assurer le fonctionnement du capteur et obtenir des lectures qui correspondent au signal mesuré, l'alimentation du capteur, la fonction de remise à zéro et l'amplification du signal sont nécessaires.

La figure ci-dessous montre un schéma électronique qui correspond au montage du capteur du banc d'essais. Le capteur est connecté à un diviseur de tension variable pour la remise à zéro au repos, puis à un amplificateur du signal.

Le diviseur de tension est constitué d'un potentiomètre (P1) d'équilibrage avec une résistance de sensibilité R3. Ainsi, au repos, on obtient une différence de potentiel $U_a - U_b = 0$.

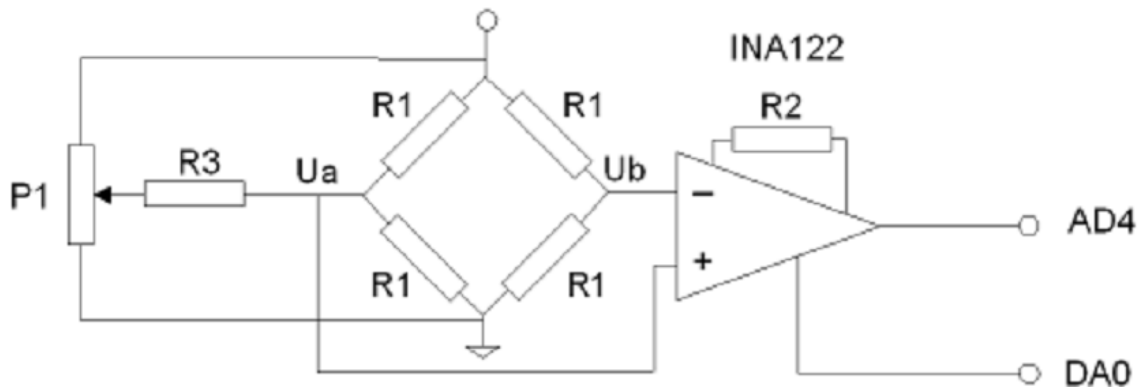


Figure 4.8 : pont de Wheatstone amplifié [16]

Comme le signal fourni par le capteur est différentiel ($U_a - U_b$) et faible, nous allons l'amplifier en utilisant un amplificateur d'instrumentation. Le diviseur de tension peut être branché à une alimentation simple de 0-5V ou bien d'une alimentation double de -5 à +5V et ce selon la nature de la remise à zéro du capteur.

De ce fait ; une alimentation double semble adéquate pour assurer le fonctionnement du montage électrique du banc d'essai. Une alimentation symétrique stabilisée est une source opposée de courant continu par rapport à la masse 0, obtenu à l'aide de transformation d'un courant alternatif par un transformateur suivit d'un redressement grâce à un pont de diodes ou point milieu, le lissent grâce à un condensateur et le régulent pour fournir du 9 ou 12 V continu par exemple. Cette alimentation sera réalisée dans le cadre de cette étude.

4.3 Partie 2 : Conception, réalisation et vérification d'une alimentation Symétrique 12V/ 0,2A

4.3.1 Définition

Il s'agit de la réalisation d'une alimentation symétrique simple avec deux sorties stabilisées, régulées et continu. L'alimentation symétrique est un générateur électrique qui fournit deux tensions continues opposées et de valeurs absolues identiques avec un 0V ou masse commune, ainsi l'une est positive, l'autre est négative, avec : +12V/-12V. [17]

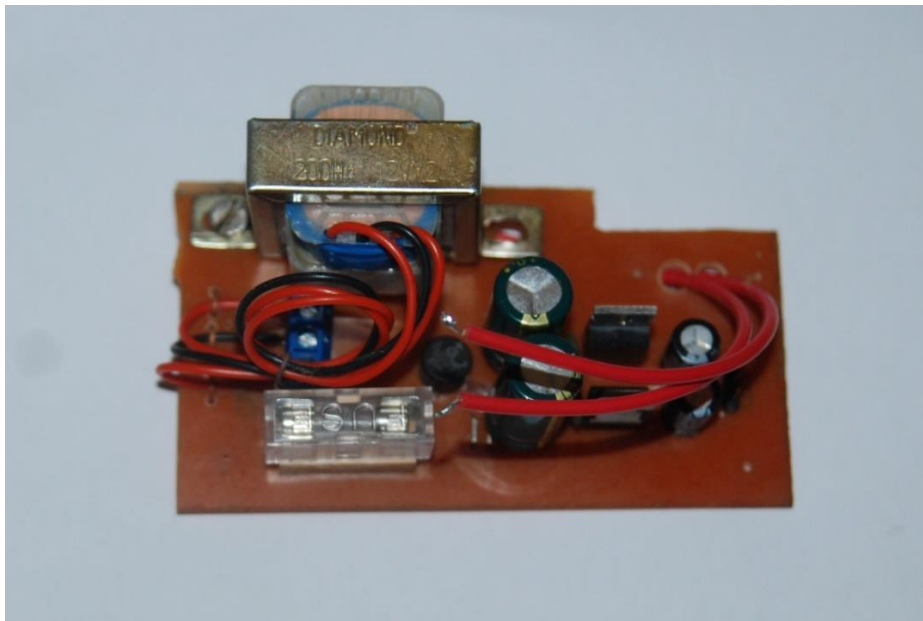


Figure 4.9 : alimentation symétrique réalisée.

4.3.2 Principe de fonctionnement

Les principes simples de l'alimentation symétrique dictent qu'une partie de la puissance entrante est dissipée thermiquement pour produire la tension de sortie. Par conséquent, on a nécessairement $V_s < V_e$. Le principe de base d'une alimentation symétrique est d'utiliser un transformateur sur le secteur AC (courant alternatif) pour réduire la tension, un pont redresseur pour obtenir le CC (courant continu) qui circule toujours dans la même direction, des

condensateurs pour stocker les charges enlever les ondulations et empêcher que la tension ne tombe à 0V, et deux régulateurs pour maintenir la tension de sortie constante. [17]

V_s : Tension en sortie de l'alimentation ; V_e : Tension en entrée de l'alimentation

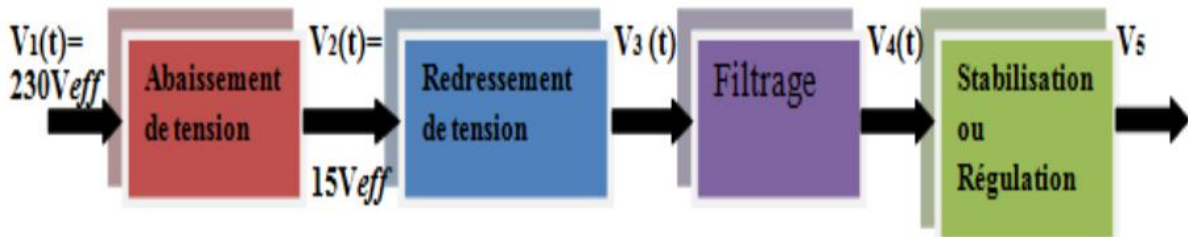


Figure 4.10 : Schéma simplifié de l'ensemble d'une alimentation symétrique régulée . [17]

4.4 Notion sur les composants d'une alimentation symétrique stabilisée

4.4.1 Transformateur

Dans notre étude, nous avons utilisé un transformateur a point milieu [12V.12V / 0,2] car on a souhaité obtenir un signal final de +/- 12 volts, alors que la tension de secteur est de 220 volts.



Figure 4.11 : transformateur a point milieu utilisé dans notre alimentation

Après avoir mesuré les valeurs de sortie du transformateur avec l'oscilloscope, on peut constater que :

- la sinusoïde est régulière
- la courbe a la même forme et la même fréquence que celle de l'entrée;
- la tension de sortie est bien réduite aux valeurs souhaitées, c'est-à-dire comprise entre + et - 12 V.

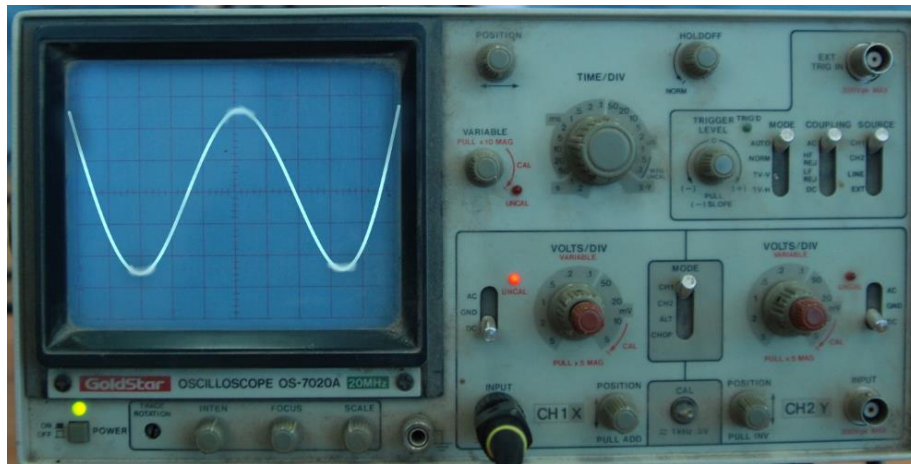
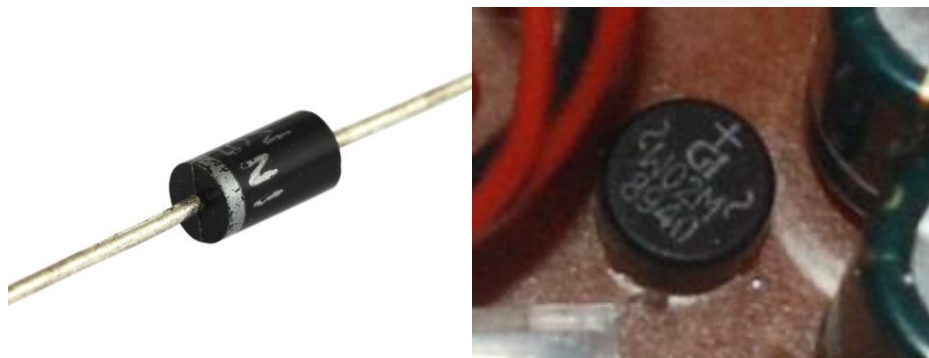


Figure 4.12 : tension de sortie du transformateur en fonction du temps

4.4.2 Diodes et pont de diodes

Le circuit de redressement double alternances (Figure 4.14) utilise un pont de diodes. L'application d'une tension sinusoïdale à l'entrée du dispositif de redressement permet d'obtenir un signal où l'alternance positive est restituée telle quelle, alors que la polarité de l'alternance négative est inversée. [8]



(A)

(B)

Figure 4.13 : (A) diode (B) pont de diode

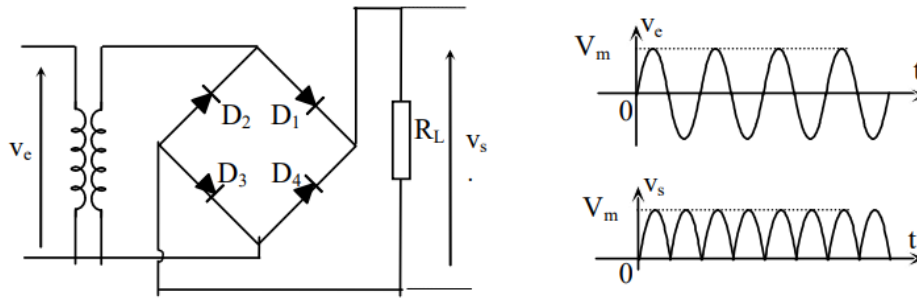


Figure 4.14 : circuit de redressement double alternance [17]

La figure ci-dessous montre un test effectué sur un oscilloscope de la tension sinusoïdale avant le pont de diode.

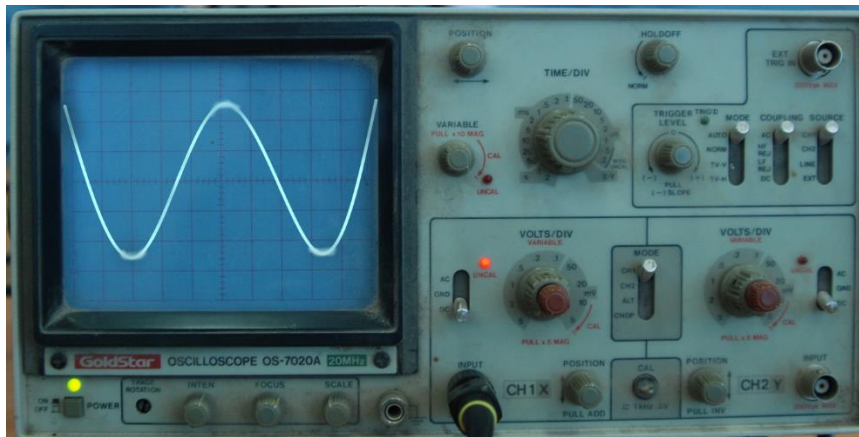


Figure 4.15 :tension sinusoïdale (avant pont de diode)

La figure ci-dessous montre un test effectué sur un oscilloscope de la tension sinusoïdale après le pont de diode

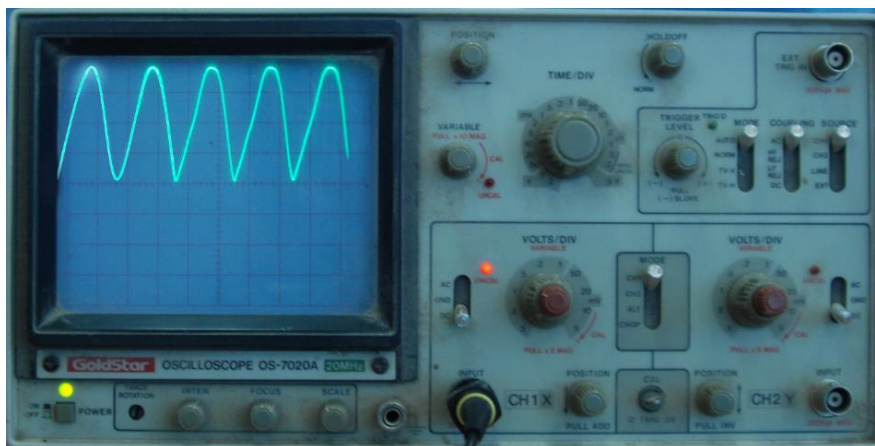


Figure 4.16 tension redressée (après pont de diode)

Le but du pont de diode est de produire un redressement double alternance. On obtient ainsi un courant positif. On peut ainsi comparer la courbe de tension aux bornes du transformateur, et celle aux bornes du pont de diode. On voit ainsi que la partie négative du courant a été redressée en courant positif.

- Cas ou $V_e > 0$

Au départ la tension de sortie est nulle. Lorsque la tension d'entrée est positive, les deux diodes D1 et D3 conduisent, les diodes D2 et D4 sont bloquées.

Le schéma équivalent du circuit de redressement double alternances peut être dans ces conditions représenté par la **Figure 4.17**. De ce fait, l'alternance positive est restituée à la sortie.

On peut constater sans grande difficulté que lorsque la tension d'entrée est positive, on a:

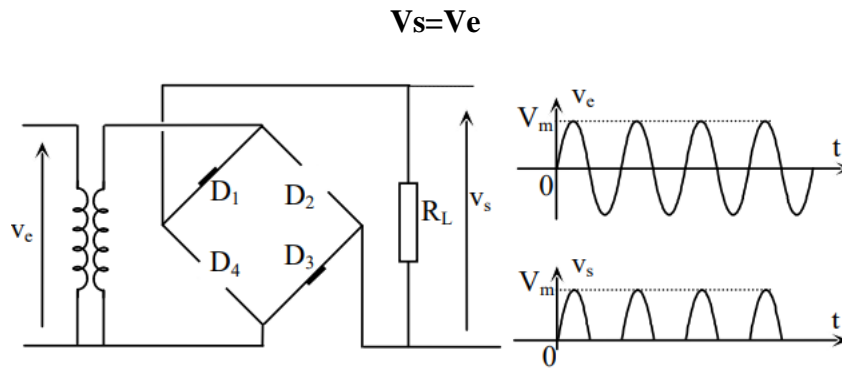


Figure 4.17 : restitution de l'alternance négative [8]

- Cas ou $V_e < 0$

A l'arrivée de l'alternance négative de V_e , les deux diodes D1 et D3 se bloquent et les diodes D2 et D4 conduisent figure 2.10. Nous constatons dans ces conditions que :

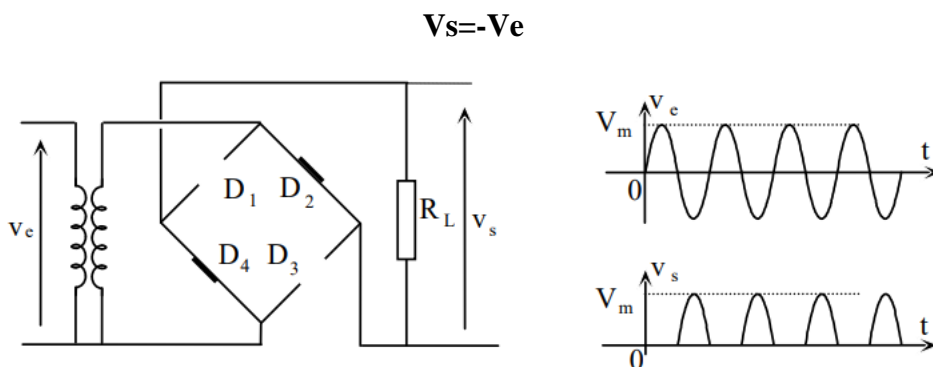


Figure 4.18 : redressement de l'alternance négative [8]

En résumé

Comme les diodes D1, D2, D3 et D4 travaillent simultanément, on obtient donc en sortie un redressement double alternances. Ce qui nous donne dans le cas idéal :

$$\left\{ \begin{array}{ll} V_e > 0 & V_s = V_e \\ V_e < 0 & V_s = -V_e \end{array} \right. \longrightarrow V_s = |V_e|$$

4.4.3 Condensateur

Une fois que le courant est redressé et a l'amplitude souhaitée (autour de 12V), il est nécessaire de le filtrer afin d'atteindre un courant continu, et non plus alternatif. Pour cela, on utilise des condensateurs.

Nous avons utilisé trois types de condensateurs : des condensateurs à 2200 μF , des condensateurs à 220 μF et des condensateurs 100nF. Les premiers sont des filtres passe-haut et les seconds sont des filtres passe-bas

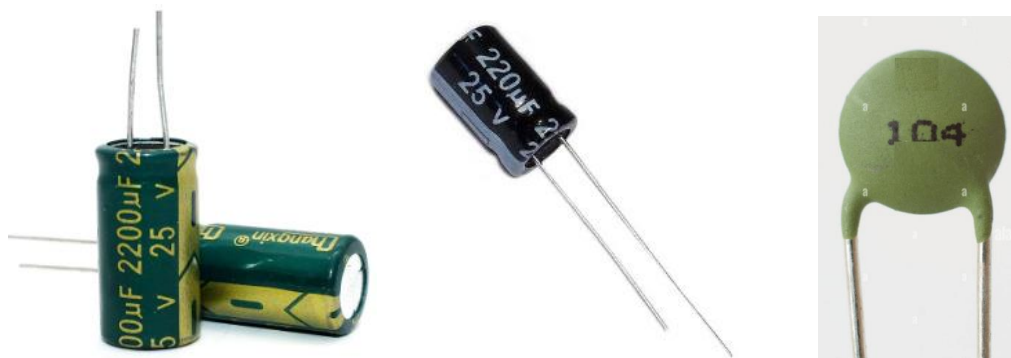


Figure 4.19 : les trois types de condensateurs utilisés dans notre alimentation[7]

La figure ci-dessous montre la tension aux bornes du pont de diode.

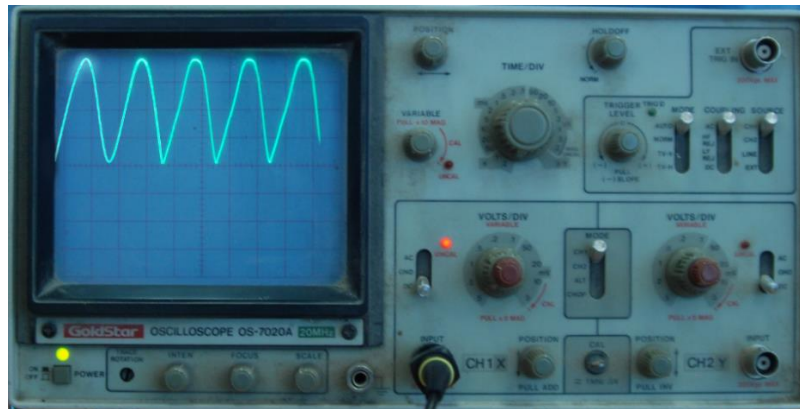


Figure 4.20 : Tension aux bornes du pont de diode

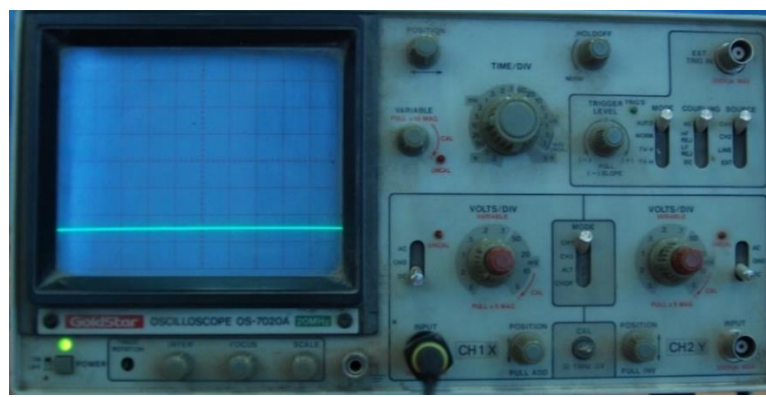


Figure 4.21 : tension aux bornes du condensateur

Après passage du courant à travers les deux condensateurs, on obtient un filtrage semblable à celui qu'on voulait obtenir. On voit que le courant n'est perturbé que par les ondes produites par son environnement (ordinateur, téléphone, éclairage..) comme le montre la **Figure 4.21**

4.4.4 Régulateur de tension

On peut réaliser une alimentation continue avec les éléments étudiés jusqu'à présent : transformateur, redresseur et filtre (condensateur). Toutefois, les performances obtenues sont médiocres car la tension de sortie n'est pas bien constante. En particulier, quand la charge appelle un courant croissant, la valeur moyenne de la tension redressée et filtrée diminue et son ondulation augmente. Pour améliorer les choses, on ajoute en général un stabilisateur ou un régulateur et ce dans le but d'amener cette tension à une valeur fixe et comme il s'agit d'une alimentation symétrique on aura besoins de deux types de régulateurs :

- Pour la tension positive on a : le LM7812
- Pour la tension négative on a : le LM7912

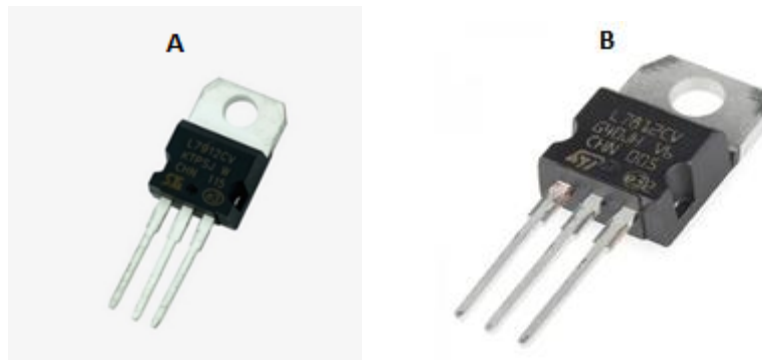


Figure 4.22: (A) régulateur de tension (LM7812) (B) : régulateur de tension (LM7912) [7]

LM = préfixe utilisé par le fabricant. Il peut aussi s'agir de μA , ou **MC** (LM7812, MC7812, $\mu\text{A}7812$ - parfois pas de préfixe mais une lettre en plein milieu, comme 78M12)

78 = signifie qu'il s'agit d'un régulateur positif

79 = signifie qu'il s'agit d'un régulateur négatif

xx = tension de sortie fixe (valeur entière sur deux chiffres, par exemple "05" pour 5 V)

En effectuant des essais aux bornes des régulateurs utilisés dans notre alimentation on constate l'élimination complète des ondulations et l'obtention de deux tensions stables et continues en +12V/-12V



Figure 4.23 : Tension en sortie négative



Figure 4.24 : tension en sortie positive

4.5 Conception du projet à l'aide du logiciel Proteus

4.5.1 Description

Nous avons utilisé la CAO électronique Proteus qui permet la conception et la simulation d'un système électronique complet, y compris d'un code de microcontrôleur. Ce logiciel dispose d'un module de programmation, d'un environnement de développement intégré pour les microcontrôleurs, d'un simulateur analogique-numérique, d'un outil de placement-routage(ARES) et d'un éditeur de schéma (ISIS) pour y parvenir. Proteus est composé aussi de plusieurs programmes différents, y compris Proteus PCB (carte de circuit imprimé), Proteus VSM (module de simulation virtuelle).

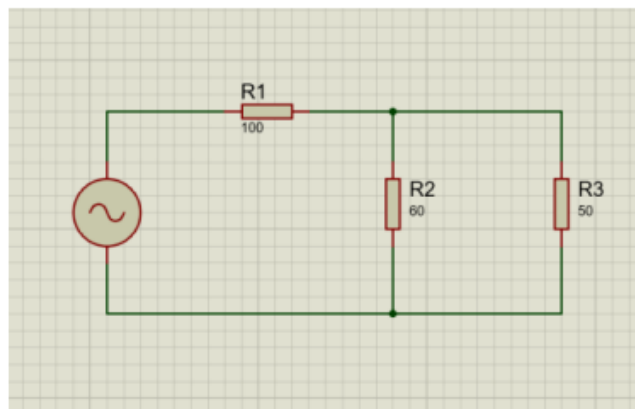


Figure 4.25 : Exemple d'un schéma électrique sur Proteus

4.5.2 Carte Arduino

Cette dernière est un circuit imprimé sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage..., le pilotage d'un robot, etc. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple.

Arduino peut être utilisé pour construire des objets interactifs indépendants, ou bien peut être connecté à un ordinateur pour communiquer avec des logiciels. Les modules sont programmés au travers d'une connexion série RS-232. Les premiers Arduino possédaient un port série, puis l'USB, tandis que certains modules destinés à une utilisation portable se sont affranchis de l'interface de programmation, relocalisée sur un module USB-série dédié (sous forme de carte ou de câble).

L'Arduino utilise la plupart des entrées/sorties du microcontrôleur pour l'interfaçage avec les autres circuits. L'Arduino est une carte électronique qui a assuré la liaison entre la chaîne d'acquisition et l'ordinateur pour acquérir les données issues du capteur. [16]



Figure 4.26 : la carte d'acquisition Arduino [16]

4.5.3 Réalisation de l'alimentation sur plaque d'essai

4.5.3.1 Simulation de notre alimentation linéaire symétrique $\pm 12V$

En premier lieu nous avons importé le composant nécessaire pour notre alimentation puis on les a reliés les uns les autres suivant un ordre spécifique puis on a configuré chaque composant en leurs attribuant les valeurs souhaitées et en dernier lieu nous avons ajouté 2 voltmètre afin de vérifier les deux tensions (positive et négative)

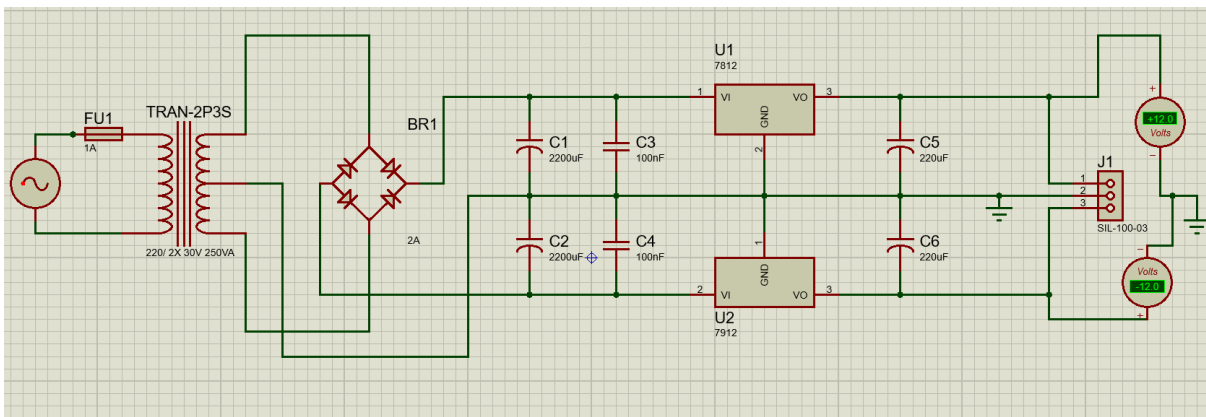


Figure 4.27 : schéma de simulation de notre alimentation symétrique $\pm 12 V$

Un transformateur point milieu est nécessaire pour l'alimentation linéaire symétrique. Pour contrôler une tension positive de +12 volts, on a utilisé le LM7812, Tandis que le LM7912 est utilisé pour stabiliser la tension négative sur la valeur -12v.

4.5.3.2 Schéma Pcb des cartes

La réalisation du circuit imprimé de notre alimentation symétrique, stabilisés linéaires, nécessite une conception optimale du schéma PCB. Ce schéma a été réalisé à l'aide de Proteus et à partir de son schéma électrique.

Nous avons rencontré quelques difficultés concernant le package de certains composants électriques et électroniques comme le transformateur, le fusible...etc. Ces difficultés ont été dépassées pour le fusible mais pas pour le transformateur car la dimension réelle de celui-ci était incompatible avec son emplacement sur le schéma PCB.

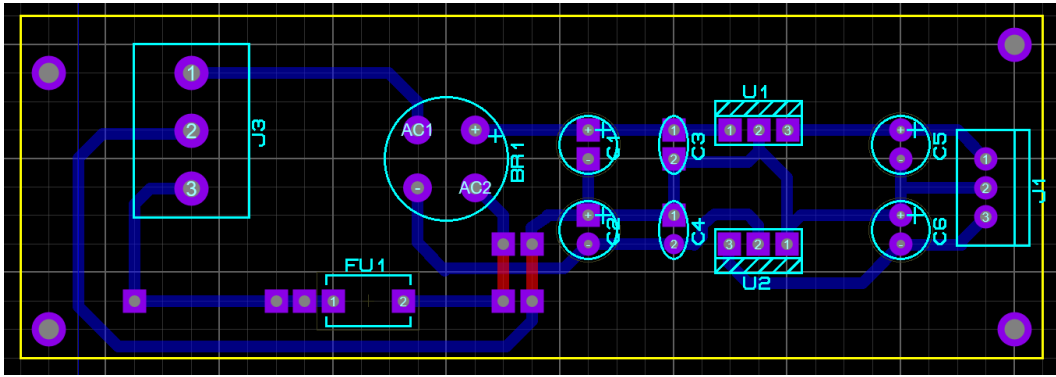


Figure 4.28 : schéma PCB de l'alimentation symétrique

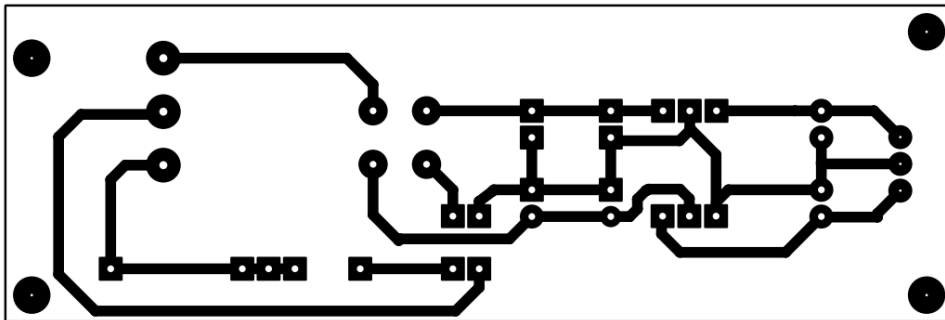


Figure 4.29 : typon du circuit

4.5.3.3 Transfert du circuit sur la plaque et dissolution du cuivre hors circuit

Afin de transférer le schéma électrique précédent sur la plaque de cuivre nous avons utilisé un fer à repasser qui par la chaleur qu'il dégage fait imprimer le circuit sur la plaque et ce en plaçant la feuille de type (papier photo) sur laquelle est imprimée le circuit au-dessus de la plaque et en effectuant des mouvements circulaires avec ce dernier pour assurer une impression optimale. Cette application dure en moyenne entre 20 et 30 min



Figure 4.30 : transfert du typon à l'aide d'un fer à repasser

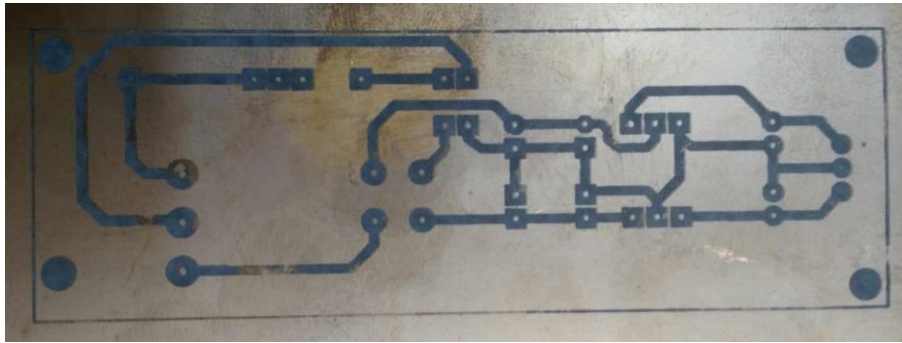


Figure 4.31 : la maquette après transfert du typon sur sa surface

Après avoir calqué le circuit sur la plaque, le principe suivant va être de dissoudre tout le cuivre qui n'est pas recouvert par l'encre et pour ça on a eu recours au « perchlore de fer » qui doit impérativement être utilisé à une température de 40°C que l'on a mis dans une bassine en plastique (PVC) ou en verre (surtout pas en métal et inox). On plonge la plaque de circuit imprimé dans la bassine (face à graver en bas, on voit l'évolution de la gravure par transparence), et on bouge légèrement la bassine afin de faire au produit de légères vagues au-dessus de la plaque, afin d'éviter les dépôts et surtout pour accélérer le processus de gravure.

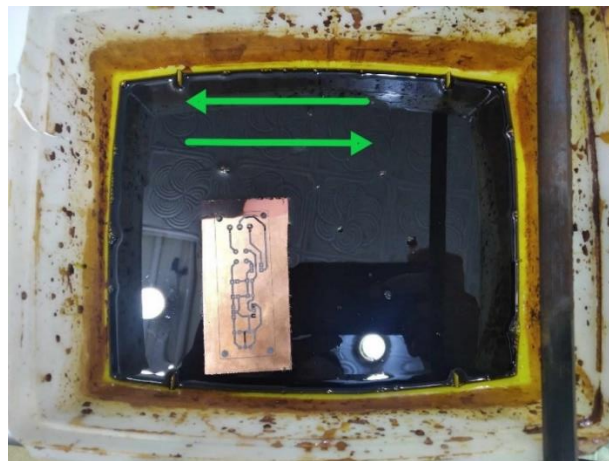


Figure 4.32 : dissolution du cuivre hors circuit

Ce procédé est simple mais un peu long (20 à 30 minutes), on a bien surveillé l'évolution de la gravure, et retirez la plaque du perchlore dès que le cuivre qui devait être dissout l'est entièrement. Dès que la plaque est retirée du perchlore de fer, la rincer abondamment à l'eau.

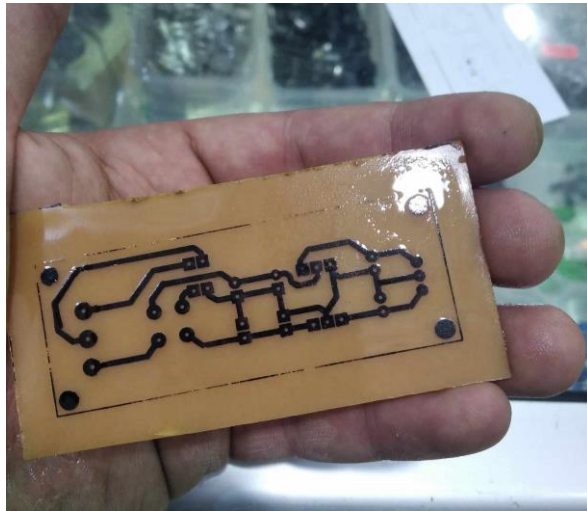


Figure 4.33 : plaque d'essai après rinçage à l'eau

4.5.3.4 Perçage de la plaque et soudage des composants

Pour cette étape nous avons utilisé une mini perceuse (Volta Kit V211) afin de percer les emplacements des composants utilisés dans notre alimentation et pour ce on a utilisé une mèche de 1 mm en essayant d'être le plus droit possible



Figure 4.34 : Mini perceuse (Volta Kit V211)

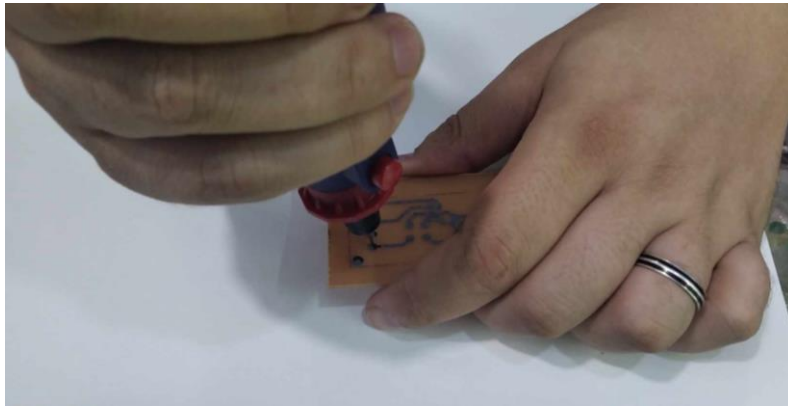


Figure 4.35 : Perçage des connexions avec la mini perceuse

Et pour le soudage nous avons utilisé de l'étain fin et un fer à souder de type (marque) nous avons commencé par frotter la surface avec du papier vert fin afin d'avoir une carte propre, puis en tenant le fer à souder comme un stylo on chauffe la connexion du composant puis la soudure. La soudure va couler et s'étaler autour des connexions, et en continue de la même façon pour tous les composants sans oublier d'essuyer la panne du fer à souder après chaque soudure.



Figure 4.36 : frottage de la surface avec du papier vert fin avant soudage.



Figure 4.37 : plaque après soudage de tous les composants

4.5.3.5 Test et essai de l'alimentation

Cette expérience a donné les valeurs convenables des composants électrique et électronique comme le transformateur monophasé, condensateur et le régulateur ...etc.

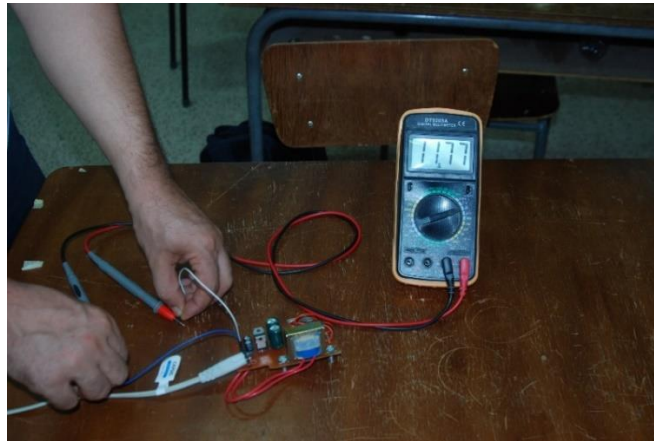


Figure 4.38 : Schéma de simulation de la tension positive de l'alimentation

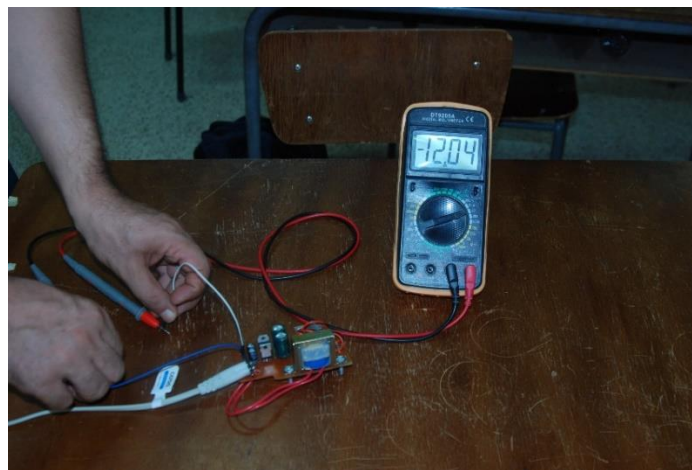


Figure 4.39 : Schéma de simulation de la tension négative de l'alimentation

Cette alimentation est composée de deux sorties symétrique de 12, - 12V et un GND. Ceci permet l'alimentation de l'amplificateur de signal ainsi que le pont de Wheatstone.

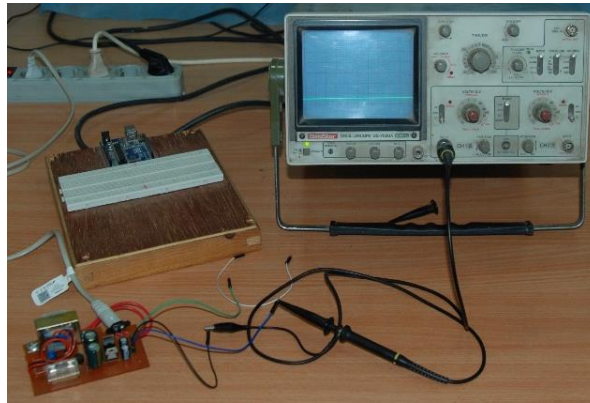


Figure 4.40 : Tension en sortie négative

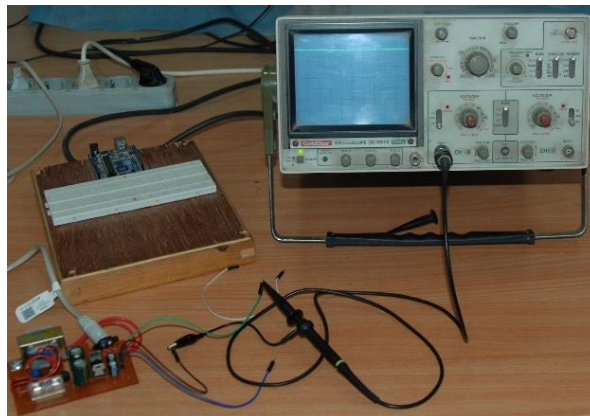


Figure 4.41 : tension en sortie positive

4.5.4 Tests et vérifications de l'alimentation du capteur

Le capteur est alimenté par l'alimentation réalisée, stabilisée et continue (0V, +12V), au préalable on branche la borne positive de celle-ci au capteur. La figure ci-dessous montre que lorsque le capteur n'est pas chargé, le multimètre indique une valeur de 15.1 mV, et quand le capteur est chargé (à une charge quelconque en compression) on reçoit une valeur de 13.7mV.

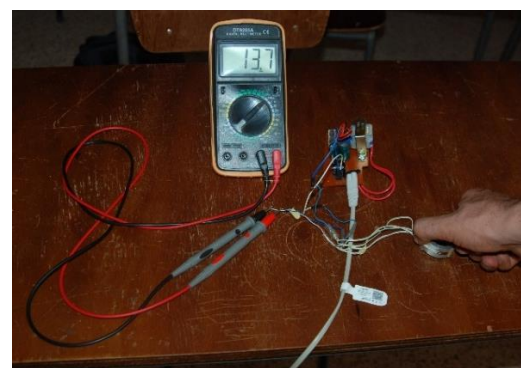


Figure 4.42 : tests de vérification du capteur et de l'alimentation

La valeur de 15.1 mV au repos est une valeur indésirable et il faut la supprimer pour obtenir une valeur de zéro sur le multimètre. Pour ce faire ; on utilise le montage de la **Figure 4.8** que nous avons expliqué précédemment au paragraphe.

Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la présentation des capteurs utilisés ainsi qu'à la réalisation pratique de l'alimentation. Nous avons présenté le schéma du circuit avec l'unité de puissance et de commande. Nous avons fait la description détaillée de tous les éléments qui composent l'alimentation

L'alimentation électrique qu'on a réalisée est une alimentation symétrique linéaire continue (DC) régulée. Pour plus de précision nous avons donné d'abord le schéma synoptique d'une alimentation stabilisée, puis nous avons étudié toutes les fonctions qui constituent ce schéma. Après ; nous avons présenté le circuit électrique du montage, nous avons expliqué en détail son fonctionnement, puis nous en avons fait la réalisation pratique.

Sans aucun doute, notre montage est loin d'être parfait ; des améliorations seraient donc possibles pour réaliser un circuit plus performant. Des critiques et commentaires des utilisateurs apporteraient un plus à notre réalisation.

Conclusion générale

Conclusion générale

La conception et la réalisation de ce projet a été pour nous une grande occasion de compléter notre formation. En effet plusieurs notions et techniques, acquises pendant notre formation, ont été mise en application pour mener à bien ce travail.

Le présent travail nous a donc permis d'élargir nos connaissances dans le domaine de la conception, de la fabrication et de la gestion d'un projet. Ainsi, à travers ce mémoire de fin d'études, nous avons pu constater la difficulté de mettre en œuvre les acquis théoriques en milieu industriel.

De plus, cette étude nous a permis de nous initier et de nous familiariser avec certain logiciel très utilisés dans l'industrie, tel que PROTEUS pour la conception et la simulation du circuit électronique et le logiciel IDE (logiciel ARDUINO) pour contrôler le moteur pas à pas.

L'amélioration de la qualité d'une alimentation stabilisée linéaire dépend des caractéristiques de leurs composants électriques et électronique, le choix de dissipateur thermique et sa protection contre les surcharges et les surintensités

Les perspectives des travaux futurs sur le banc d'essai feront l'objet de la réalisation d'une alimentation variable stabilisée, fonctionnement du moteur pas à pas et l'automatisation du banc par adjonction de capteurs de début et fin de course.

Références bibliographiques

- [1] B. Radjel et S. Benmedakhen, «la pratique des essais destructifs : l'essai de flexion, « ALGERIE EQUIPEMENT, p. 22, Mars 1996.
- [2] TP N°1, Essai de traction, publié par Mr DJARIS, filière Aéronautique/Génie mécanique.
- [3] M. Béltruy, Méthodes de caractérisation mécanique des matériaux, 2006-2007.
- [4] kaci, réalisation et conception d'un banc d'essai en flexion, Tizi Ouzou, université mouloud Mammeri, 2017.
- [5] laboratoire de matériaux de l'ECAM Document publié par Pierre LOURDIN.
- [6] P. Mayé, « Les alimentations électroniques : Alimentations linéaires et à découpages – Piles et accumulateurs – Récolte d'énergie », Livre,3ème édition DUNOD, Juin2018.
- [7] P. Mayé, « l'électronique par l'expérience », Livre2ième édition, Collection EEA Série Principes électroniques, DUNOD, 2020.
- [8] Electronique générale, Brahim Haraoubia, Editions, office de publication universitaires (OPU), 2006,3eme éditions.
- [9] Georges Asch et Collaborateurs, Les capteurs en instrumentation industrielle, Dunod 1998.
- [10] cours capteurs "conditionnement des signaux" présenté par ANNECCA Gaëtan université de lorraine France.
- [11] Avril J., Brule J.C. (1984) – Encyclopédie d'analyse des contraintes – Malakoff, Vishay Micromesures.
- [12] Chatelain J. (1969), L'extensométrie par jauges à fil résistant – Supplément au Bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées.
- [13] Olivier FRANÇAIS <<Structure de la chaîne d'acquisition>>. 2000.

Références bibliographiques

[14] Mémoire de fin d'étude, Conception et réalisation d'un banc d'essai de flexion trois points, Dirigé par BILEK ALI, Réalisé par Mme KACI DALILA et Mr BACHENE RIYADH, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 2016/2017

[15] Mémoire de fin d'étude, Conception d'un capteur de force pour l'étude des contraintes sur un anneau en époxy à l'aide de la photoélasticimétrie et de la méthode des éléments finis, Dirigé par BILEK ALI, Réalisé par "TAHRIKT ALI », Université Mouloud Mammeri TIZI OUZOU, 2014/2015.

[16] J.L. Le GOËR, J. Avril, « capteurs à jauges extensométriques ». Techniques de l'ingénieur R1860 (1992).

[17] R.A. Mato, « Basse fréquence –Calcul et Schémas », Edition Radio 1988