



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE UNIVERSITAIRE DE TISSEMSILT
Institut des sciences et de la technologie



Polycopié de cours

Travaux avant-projet partie (a)

Domaine : Sciences et technologies

Filière : électronique

Spécialité : électronique

Préparé par : Dr. DJOUDI Lakhdar.

Maitre de conférences classe « A »

Année universitaire : 2018/2019.

Les étudiants concernés par le support : Troisième année licence électronique.

Préface :

Ce polycopié de cours a pour but de présenter un résumé du cours de travaux avant-projet partie (a). Le premier chapitre introduit les techniques du dessin en électronique qui représente les méthodes et les principes de base de dessins en électronique. Le deuxième chapitre, technologie de réalisation de schémas électroniques, regroupe les principales étapes pour réaliser des typons, qu'il s'agit simplement d'une feuille transparente, sur laquelle est dessiné en noir le dessin du circuit imprimé et la conception et réalisation (routage) d'un circuit électronique avec le logiciel Proteus. Enfin, le dernier chapitre expose des avant-projets à réaliser. Ces chapitres explorent les connaissances de base nécessaires au cycle licence, spécialement destiné aux étudiants en troisièmes années spécialité électronique.

Table des matières

Table des matières

I. Techniques du dessin en électronique :.....	5
1. Introduction :.....	5
2. Définition de schéma électrique:.....	6
a) Dessin schématique:.....	6
b) Rôle des schémas d'électronique:.....	7
c) Rappels de grands principes :.....	7
3. Réalisation d'un circuit imprimé :.....	7
a) Définition 1 :.....	7
b) Définition 2 :.....	8
c) Notion de base d'un PCB :.....	8
d) La matière première de la plaque photosensible :.....	8
II. Technologie de réalisation de schémas électroniques.....	11
1. Réalisation du typon :	11
a) Typon :.....	11
2. Étude du tracé de PCB :.....	12
a) Préliminaire :.....	12
b) Répertorier les composants	13
c) Inventorier les points de branchement.....	13
d) Dimension du circuit et largeur des pistes :	13
e) Les cas à éviter :.....	14
f) Les prescriptions à respecter :	15
g) Quelques règles à observer.....	15
h) Astuce supplémentaires :.....	17

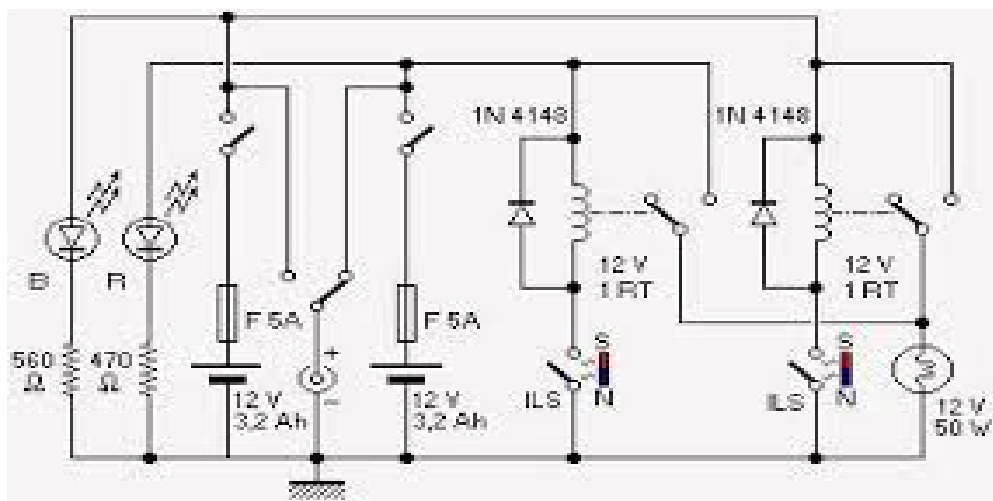
3.	Gravure du circuit imprimé	17
a)	Choix du matériau isolant.....	18
b)	Le procédé.....	18
c)	Conclusion :.....	27
4.	Stylo inactinique à encre permanente :.....	28
5.	Pastilles transfert et rubans adhésifs :.....	28
6.	Plaque d'expérimentation :.....	28
a)	Plaque à bandes :.....	30
b)	Plaque à pastilles :.....	30
7.	Cuivre étamé ou nu :.....	31
a)	Etamage :.....	32
b)	Vernissage :.....	32
8.	Conception et réalisation (routage) d'un circuit électronique avec le logiciel Proteus :.....	32
a)	La conception sur ordinateur :.....	32
b)	Proteus :.....	33
c)	Présentation de l'interface d'ISIS PROTEUS.....	33
III.	Technique de câblage des circuits électroniques	36
a)	Introduction au projet électronique :.....	36
b)	Conception et réalisation d'une alimentation linéaire stabilisée à diode Zener.....	36
c)	Cahier de charge :.....	36
IV.	Bibliographiés :.....	42

Chapitre I

Techniques du dessin en électronique

2. Définition de schéma électrique:

Le schéma électrique est une représentation graphique de circuits électriques montrant comment les différents éléments de circuit sont connectés les uns aux autres. Les éléments de circuit sont représentés dans un schéma électrique par des **symboles** de circuits conventionnels, tandis que tous les symboles sont reliés par des lignes droites qui représentent des fils électriques.



a) Dessin schématique:

Le dessin schématique est un langage codé et relativement universel. Les symbolismes pratiqués de pays à pays sont très proches parents et on s'accoutume très vite à lire aussi bien les schémas allemands, les anglo-saxons, que les français.

Nous avons plusieurs types de dessin schématique :

- ❖ **Les tracés très conventionnels** (ceux des bureaux d'études des fabricants)
- ❖ **Les tracés techniques** précis, plus élaborés que les précédents, destinés aux techniciens de conception et de réalisation, au service après-vente, à l'atelier de dépannage, etc ...
- ❖ **les tracés graphiques minutieux**, les plus détaillés, les moins conventionnels, car les plus imagés, ceux des revues techniques qui cherchent à initier complètement leurs lecteurs.

b) Rôle des schémas d'électronique :

- ❖ Permettre de suivre les circuits de l'appareil plus facilement que sur l'appareil lui-même.
- ❖ Permettre de l'appréciation immédiate des fonctions assumées, de leurs niveaux de travail, de l'adaptation réalisée entre étages successifs d'un ensemble ou d'un sous-ensemble.
- ❖ Permettre la localisation rapide d'un élément, puis son identification dans l'appareil lui-même.

c) Rappels de grands principes :

Par convention on distingue les techniques à courant fort et à courant faible.

- ❖ **circuit électronique** est dit « pour **courant faibles** » du μA à l'Ampère pour fixer un ordre de grandeur).
- ❖ **circuit électrique** celui qui véhicule des « **courant forts** » (plusieurs dizaines d'ampère).
- ❖ **électronique de puissance**, qui assure, par l'intermédiaire de **thyristors** ou **triacs**, la commande de courants forts des circuits électriques (commande des moteurs, dispositifs de régulation ou d'asservissement,...)

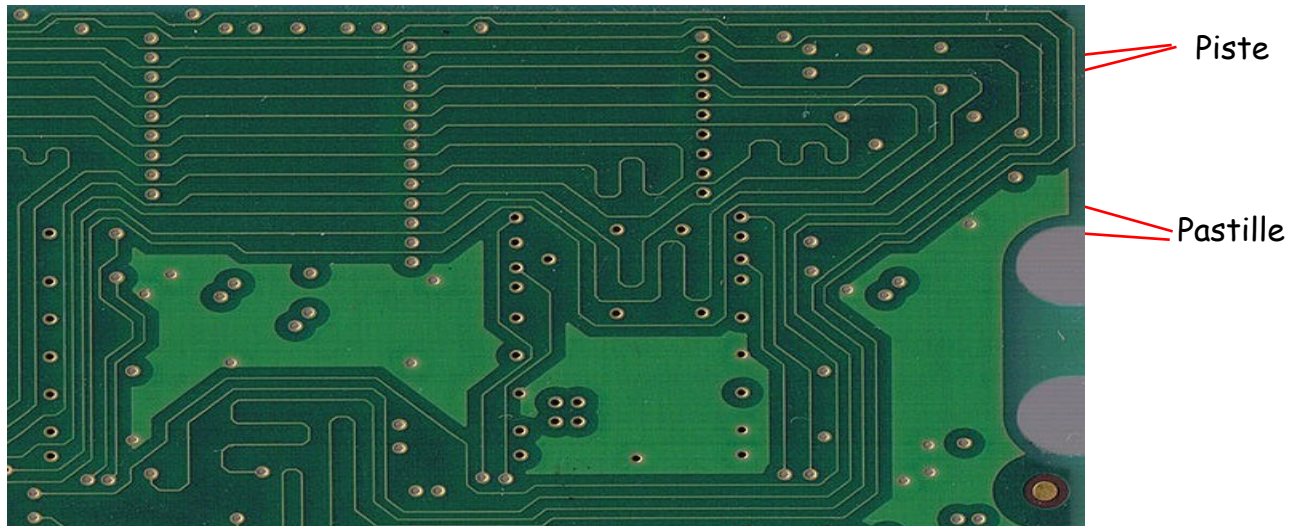
3. Réalisation d'un circuit imprimé :

a) Définition 1 :

Un circuit imprimé (ou PCB de l'anglais printed circuit board) est un support, en général une plaque, permettant de maintenir et de relier électriquement un ensemble de composants électroniques entre eux, dans le but de réaliser un circuit électronique complexe. On le désigne aussi par le terme de **carte électronique**.

b) **Définition 2 :**

Un circuit électronique est un ensemble constitué de composants (résistances, condensateurs, transistors, circuits intégrés, ...) reliés électriquement entre eux par des conducteurs de cuivre.



Circuit imprimé (PCB)

c) **Notion de base d'un PCB :**

1- **Les pistes :**

Les pistes relient électriquement différentes zones du circuit imprimé.

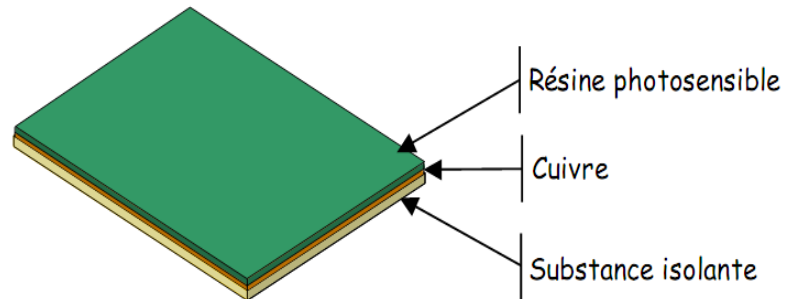
2- **Les pastilles**

Les pastilles, une fois perforées, établissent une liaison électrique, soit entre les composants soudés à travers le circuit imprimé, soit entre les différentes couches de cuivre. Dans certains cas, des pastilles non perforées servent à souder des composants montés en surface

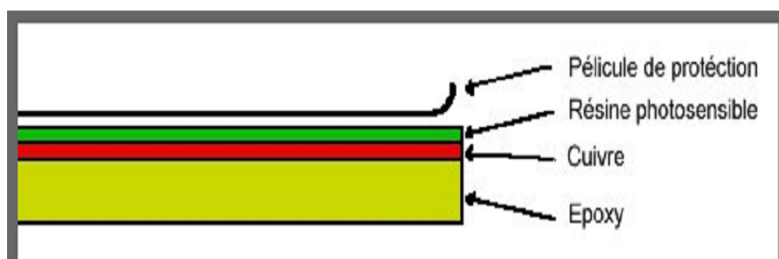
d) **La matière première de la plaque photosensible :**

Pour réaliser un circuit imprimé, on utilise un support isolant (résine époxy, bakélite, ...) sur lequel semble collé des bandes de cuivre. En pratique, une feuille

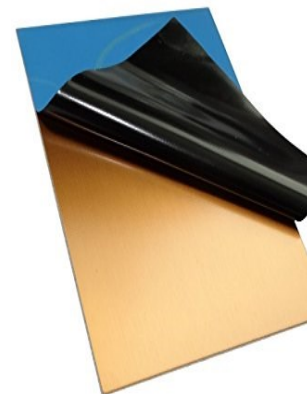
de cuivre (épaisseur courante : 35 μm ou 70 μm) est collée sur la totalité de la surface du support.



Les plaques photosensibles sont composées de trois couches distinctes. La première couche généralement verte est une résine sensible aux rayonnements UV (**résine photosensible**). La deuxième est une fine couche de **cuivre** qui est un excellent conducteur d'électricité. Et la dernière couche (**Substance isolante**) est constituée d'une substance isolante et résistante à la chaleur (exemple : plastique thermodurcissable comme l'époxy et la fibre de verre). Cette résine est protégée de la lumière par une **pellicule protectrice**.



Une plaque d'époxy présensibilisée est recouverte d'une résine sensible aux Ultraviolets. Cette résine est protégée de la lumière par une pellicule protectrice. L'opération consiste à transférer l'image de votre typon sur la plaque époxy en l'exposant aux UV.



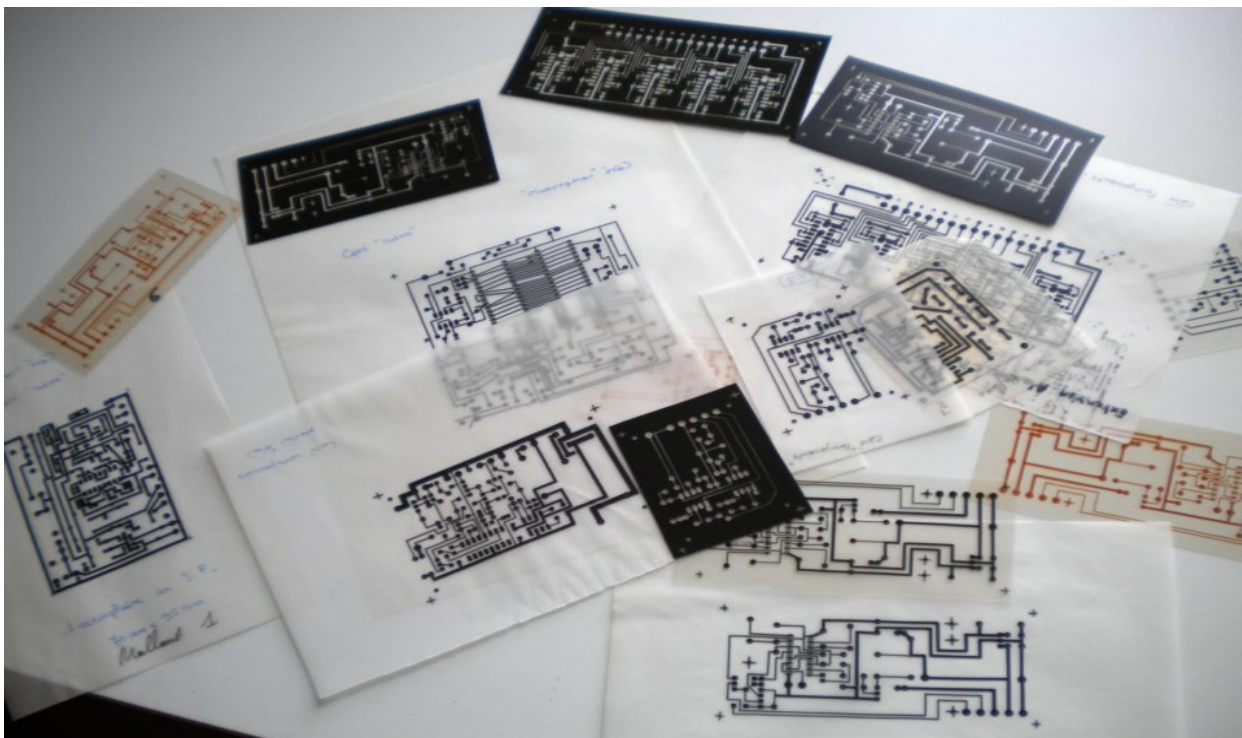
Chapitre II
Technologie de
réalisation de
schémas
électroniques

II. Technologie de réalisation de schémas électroniques

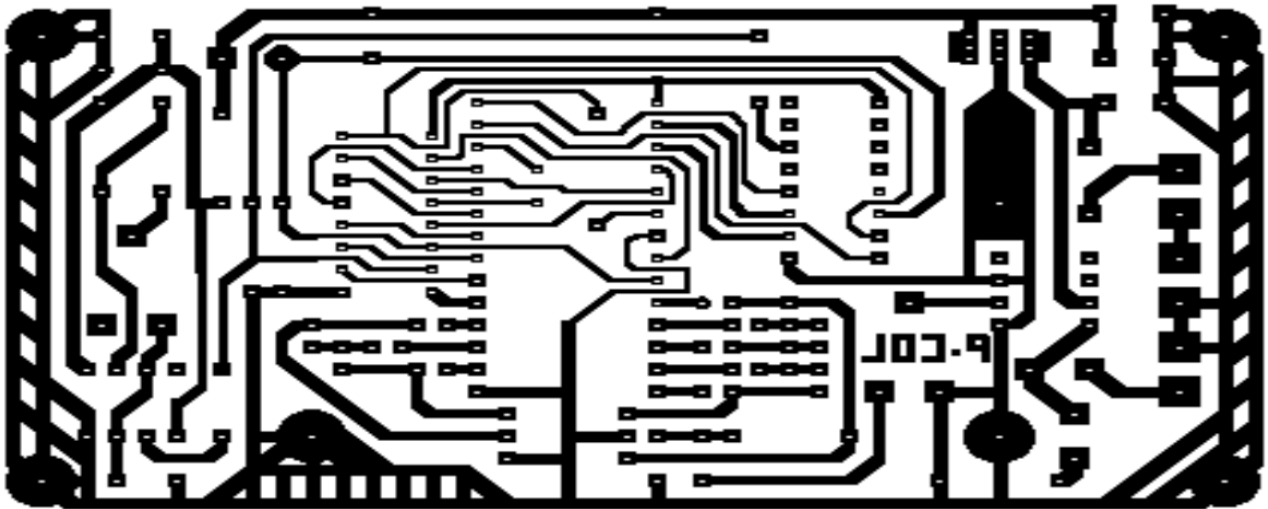
1. Réalisation du typon :

a) Typon :

Il s'agit simplement d'une feuille transparente, sur laquelle est dessiné en noir le dessin du circuit imprimé. Cette feuille peut être une feuille spéciale imprimante laser, spéciale jet d'encre, spéciale rétroprojecteur, papier calque de qualité (l'important est que le contraste entre le dessin du circuit (en noir) et la partie où rien n'est dessiné, soit très marquée). En d'autres termes, il faut un dessin du circuit imprimé le plus noir possible.



Typon



Typon

2. Étude du tracé de PCB :

Le tracé sera réalisé au crayon, car il faudra gommer très souvent. La gomme et le crayon sont indispensables ainsi que patience et ingéniosité.

Ce tracé devra être particulièrement soigné car il servira de matrice de reproduction

a) Préliminaire :

Bien entendu, il faut toujours avoir sous les yeux le schéma de principe (câblage) du montage à réaliser et sa nomenclature.

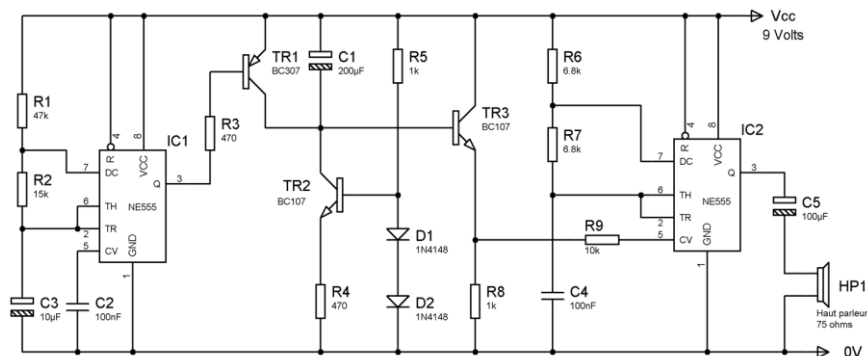


Schéma de principe

b) Répertorier les composants

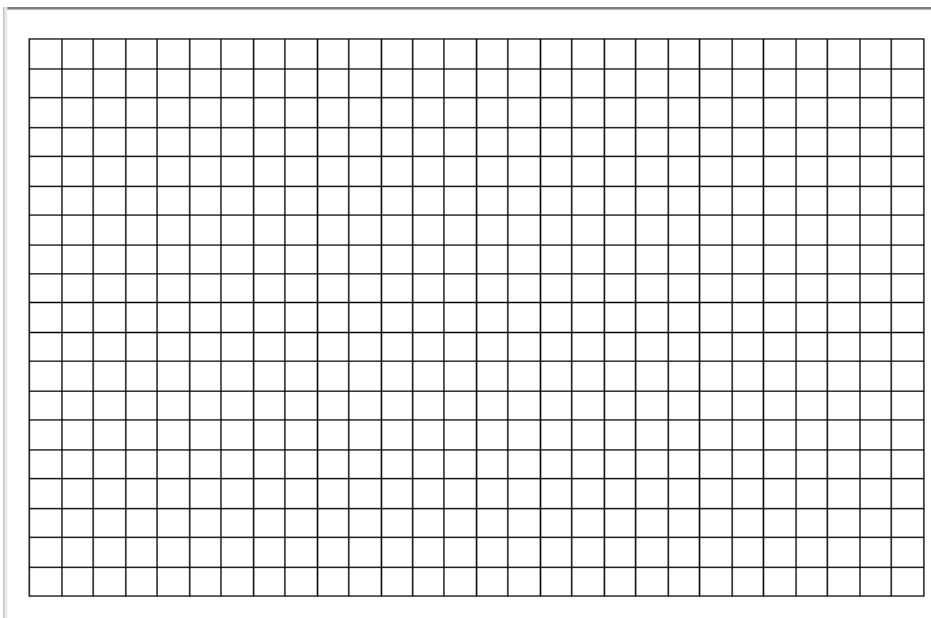
Répertorier les composants qui prendront effectivement place sur le circuit imprimé. En règle générale, on ne met pas sur le circuit les transformateurs (sauf les modèles de taille réduite), les potentiomètres de commande, les interrupteurs, les voyants, transistors et résistances de puissance susceptibles de chauffer fortement.

c) Inventorier les points de branchement

Inventorier les points de branchement (alimentation, signal de sortie, raccordement vers les composants situés hors de la carte ...)

d) Dimension du circuit et largeur des pistes :

Avant de commencer le tracé du circuit il faut identifier les contraintes qu'il doit respecter.



Papier quadrillé au pas de 2,54 mm

- ❖ La grandeur du circuit imprimé est déterminée en fonction du boîtier dans lequel sera placé le circuit (limite supérieure) et de l'encombrement des composants (limite inférieure).
- ❖ Les composants électroniques sont munis de broches dont l'écartement est toujours un multiple d'un pas normalisé de 2,54 mm (1/10 pouce). C'est pourquoi, le tracé doit être réalisé sur papier quadrillé au pas de 2,54 mm.
- ❖ Les fils d'entrée et de sortie sont disposés sur les côtés opposés de la carte (par exemple : alimentation à gauche et signal de sortie à droite).
- ❖ Pour les autres raccordements, un des côtés de la carte sera privilégié (cette dernière règle n'est pas rigide).
- ❖ Deux points capitaux ne doivent pas être oubliés : l'espacement entre les pistes et la largeur des pistes.

e) Les cas à éviter :

Deux conducteurs trop proches peuvent entraîner un arc électrique (en particulier si leur différence de potentiel est élevée). D'autre part, si la largeur des pistes (ou des pastilles) n'est pas suffisante, cela peut provoquer un échauffement anormal pouvant entraîner la destruction du circuit.

f) Les prescriptions à respecter :

Les prescriptions des tableaux suivant doivent absolument être respectées.

Composants	Encombrement (en pas de 2,54 mm)
Résistances 1W	Ecartement: 8 Largeur: 2
Résistances 1/2 W ou 1/4W	Ecartement: 6 Largeur: 1
Condensateurs plastiques 2,2 nF à 100 nF / 63V	Ecartement: 2 pas
Transistors	2 pas entre chaque broche
Circuits intégrés	1 pas entre chaque broche (largeur: 3 pas pour les C.I. de moins de 18 broches)

Encombrement des composants

Largeur des pistes (en mm)		Intensité à température admissible (en A)	
CU 35 μ m	CU 70 μ m	20°C	30°C
0.35		1.2	1.8
0.4		1.3	1.9
0.72	0.36	2.7	3.5
1.14	0.6	3.8	4.6
1.78	0.6	5.2	5.8
2.5	0.9	6.8	8.2
3.5	1.75	8.3	10.5
4.5	2.3	9.7	12
5.8	2.9	11.2	14
7.1	3.5	13	16.1

Intensité admissible dans une piste

Tension (en V)	Ecart mini (en mm)
0 à 50	0,5
50 à 100	0,7
100 à 170	1,0
170 à 250	1,2
250 à 500	3

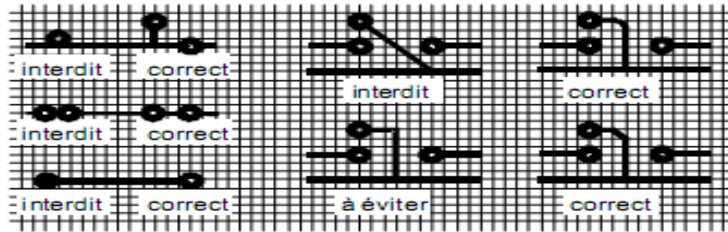
Choix de l'écartement des pistes

Composant	Φ du fil (en mm)	Φ foret (en mm)
Résistance 1/4 W	0.5	0.8
Résistance 1/2 W	0.7	0.8
Résistance 1 W	1	1.1
Résistance 2 W	1.1	1.3
Condensateur	0.5 à 0.8	0.8 ou 1.1
Diode et transistor de faible puissance	0.5 ou 0.6	0.8
Circuit intégré	0.6	0.8

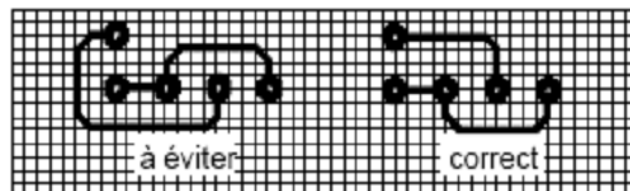
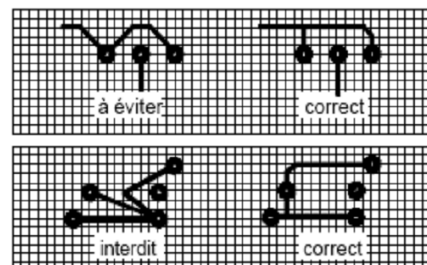
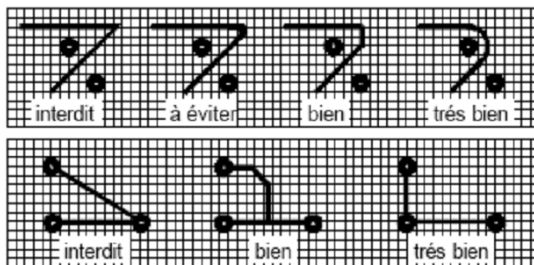
Diamètre de perçage des trous de composants

g) Quelques règles à observer

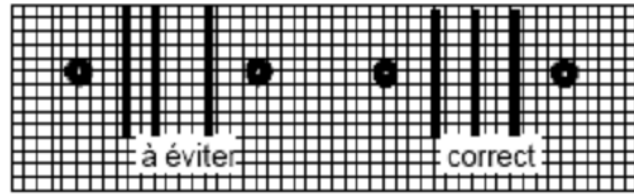
- ❖ Implanter les composants les plus gros et ceux
- ❖ Implanter les composants qui possèdent un nombre de broches importants.
- ❖ Les autres composants seront placés autour de façon astucieuse.
- ❖ Si le circuit électronique peut être décomposé en sous-fonction, les composants réalisant chaque sous-fonction pourront être regroupés.



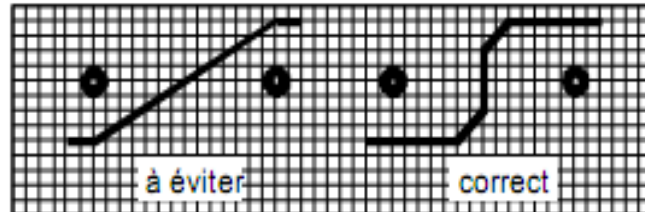
- ❖ La carte sera plus lisible pour opérer un éventuel dépannage.
- ❖ Les pistes seront disposées soit horizontalement, soit verticalement, soit à 90° (soit en arrondi - quart de cercle -).
- ❖ Les angles de 45° sont à éviter.
- ❖ Les pistes peuvent passer sous les composants (sauf pour les transistors).
- ❖ Les pastilles devront nécessairement être implantées à l'intersection d'une ligne verticale et d'une ligne horizontale de la grille.
- ❖ Chaque broche de composants doit avoir sa pastille de cuivre. Il est interdit de placer les broches de deux composants dans le même trou, sous prétexte qu'elles doivent être reliées.



Utiliser le plus court chemin



Espacer les conducteurs d'une manière identique



- ❖ La distance entre le bord de la carte et une piste (ou une pastille) devra être au minimum de 5 mm.
- ❖ Lorsqu'il n'est pas possible de tracer une piste sans créer d'intersections avec d'autres pistes (contournement impossible) on pourra utiliser un fil de câblage (strap). La piste sera coupée et munies d'une pastille à chaque extrémité, le strap sera implanté coté composant.
- ❖ Il faut utiliser tout l'espace disponible sur la carte (ne pas concentrer les composants), aligner les composants (pour des raisons esthétiques et pour faciliter le dépannage) et dans la mesure du possible dans la même direction (soit horizontalement, soit verticalement).

h) Astuce supplémentaires :

Si on manque de place sur la carte pour faire passer certaines pistes assez larges (intensité du courant qui les parcourt élevée) alors il convient de choisir un support avec une couche de cuivre plus importante.

3. Gravure du circuit imprimé

L'étape qui suit la réalisation du circuit imprimé est le transfert de ce tracé sur le cuivre. Mais auparavant, il faut choisir le support du circuit.

a) Choix du matériau isolant

Le support de la feuille de cuivre doit être un matériau très isolant, peu fragile et facilement usinable (épaisseur de l'isolant de 1,0 à 1,6 mm) :

1- La bakélite FR2 :

Papier imprégné de résine phénolique, faible prix, supporte le poinçonnage.

2- Le verre époxy FR4 :

Tissus de verre imprégné de résine d'époxy, très bonnes caractéristiques électriques (meilleure tenue en fréquence), supporte la dilatation et les chocs mécaniques (peu cassant).

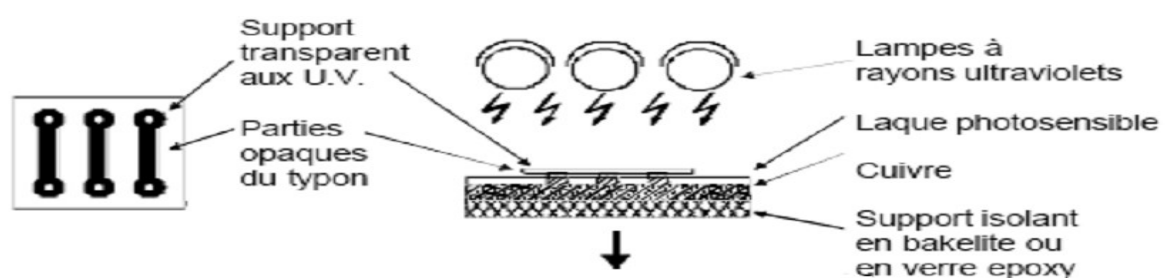
b) Le procédé

Le tracé est reproduit sur un support transparent aux rayons ultraviolets (ex: papier calque), on obtient ainsi le typon. Celui-ci est placé sur la plaque en mettant le côté encre au contact du cuivre.

1- L'insolation :

Des lampes à rayons ultraviolets éclairent violemment l'ensemble. Cette opération s'appelle **l'insolation**. Les parties du typon correspondant aux pistes du circuit empêchent les ultraviolets d'atteindre la surface sensible.

1. L'insolation

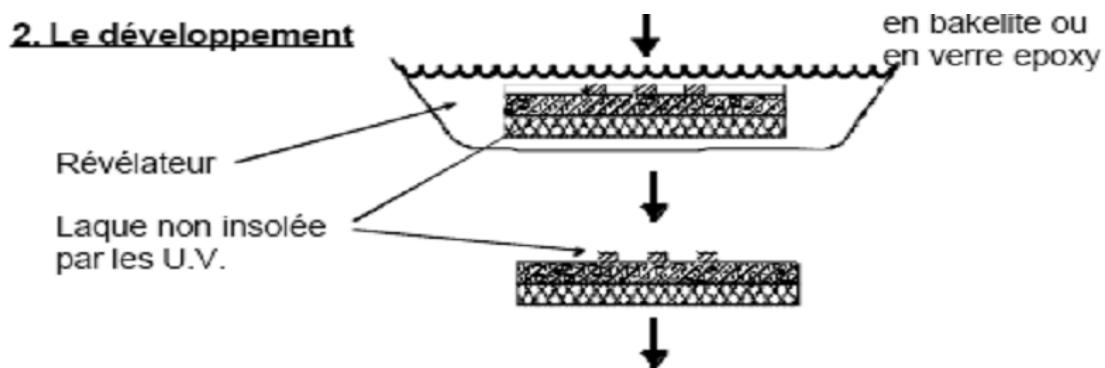


Remarque :

- 1- Si l'insolation est trop longue, les contours perdent de leur netteté, les pistes sont alors moins larges que prévues et présentent des risques de coupures.
- 2- Si l'insolation est trop courte, les pistes sont plus larges que prévues d'où des risques de court-circuit.

2- Le développement :

La plaque est plongée pendant quelques secondes dans un liquide appelé **révélateur** qui a les propriétés de rendre soluble la laque aux seuls endroits atteints par les ultraviolets. Cette opération s'appelle le **développement**.



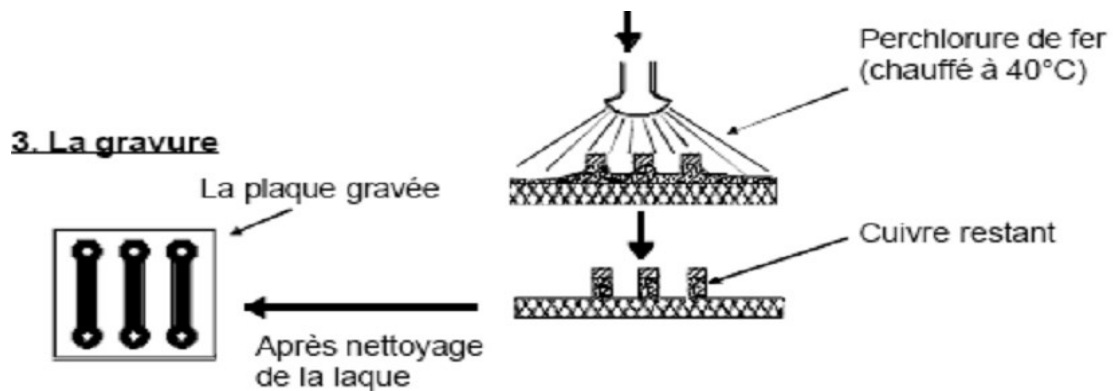
Attention: éviter de froter la plaque avec le doigt. La laque (la résine photosensible) est assez fragile, risques de microcoupures.

En fin de développement, le cuivre n'est protégé par la laque (la résine photosensible) qu'aux emplacements des parties opaques du typon. Il est conseillé de faire un **rinçage** sous l'eau, toujours sans froter afin de débarrasser la plaque du reste de révélateur.

3- La gravure :

La gravure consiste à faire disparaître les zones de la plaque ne correspondant pas aux pistes du circuit. Pour cela la plaque est soumise à l'action

du perchlorure de fer qui va dissoudre les surfaces cuivrées non protégées par la résine photosensible.



Remarque :

- ✓ La gravure elle ne dure que quelques minutes et son temps ne varie qu'en fonction du degré d'usure du perchlorure. A l'issue de la gravure, un rinçage abondant à l'eau est nécessaire pour stopper l'action du perchlorure de fer.
- ✓ Après la gravure, la pellicule photosensible restante doit être éliminée des pistes. Pour cela il suffit d'imbiber un morceau de papier absorbant de nettoyant spécifique ou d'alcool à brûler et de le passer sur la plaque.
- ✓ Pour améliorer la longévité du circuit, le cuivre peut être protégé contre l'oxydation en déposant une fine pellicule d'étain. Cette opération s'appelle l'étamage et facilite le soudage des composants par la suite.
- ✓ Avant l'implantation des composants, il convient de vérifier les pistes avec un testeur (ohmmètre) pour détecter d'éventuelles microcoupures.

4- La construction finale :

Il reste à découper le pourtour du circuit et à le percer avant de souder en place les composants.

5- Découpe du circuit imprimé :

La découpe s'effectue toujours après la gravure et avant l'implantation des composants. Elle peut s'exécuter à la scie à métaux : il faut toujours scier avec le cuivre dirigé vers soit car les bavures de l'isolant sont plus faciles à éliminer que celles du cuivre.

6- Perçage des trous :

Il est important de connaître le type de support isolant de la carte à percer. Ceci afin d'utiliser un foret adapté, optimisant la qualité des trous. La vitesse de rotation de la perceuse doit être élevée, car les trous à percer sont de faibles diamètres.

A ce stade de la conception, il faut également prévoir les points de fixations du circuit électronique dans son boîtier.

Φ foret	Φ pastille mini	Φ pastille optimale
D < 0.8 mm	1.39 mm	1.98 mm
0.8 < D < 1.3 mm	1.98 mm	2.54 mm

Diamètre des pastilles en fonction des diamètres de perçage

Matériau du support	Aspect / couleur	Foret
Bakélite	Marron	HSS
Composite	Blanc	HSS
Epoxy	Vert	Carbure

Matériau du foret en fonction du support

Composant	Φ du fil (en mm)	Φ foret (en mm)
Résistance 1/4 W	0.5	0.8
Résistance 1/2 W	0.7	0.8
Résistance 1 W	1	1.1
Résistance 2 W	1.1	1.3
Condensateur	0.5 à 0.8	0.8 ou 1.1
Diode et transistor de faible puissance	0.5 ou 0.6	0.8
Circuit intégré	0.6	0.8

Diamètre de perçage des trous de composants

Diamètre de la vis (en mm)	Diamètre de perçage (en mm)
2.5	2.6
3	3.3
4	4.2
5	5.1
6	6.2

Diamètre de perçage pour la visserie

7- Le soudage et le montage des composants

Le soudage d'un composant sur le circuit imprimé doit absolument être réalisé avec soin, il ne s'agit pas simplement de « coller » la broche du composant à la piste.

En électronique, une soudure 60/40 (60% d'étain / 40% de plomb) est généralement utilisée. La soudure devient liquide vers 200°C, c'est le fer à souder qui permet d'amener la soudure à cette température. On pourrait alors déposer une goutte de soudure sur le cuivre et poser la broche du composant dessus. Ainsi on réaliserait un collage, mais la conductivité électrique entre le composant et son support risquerait d'être mauvaise et surtout ce contact n'aurait pas une durée de vie très longue.

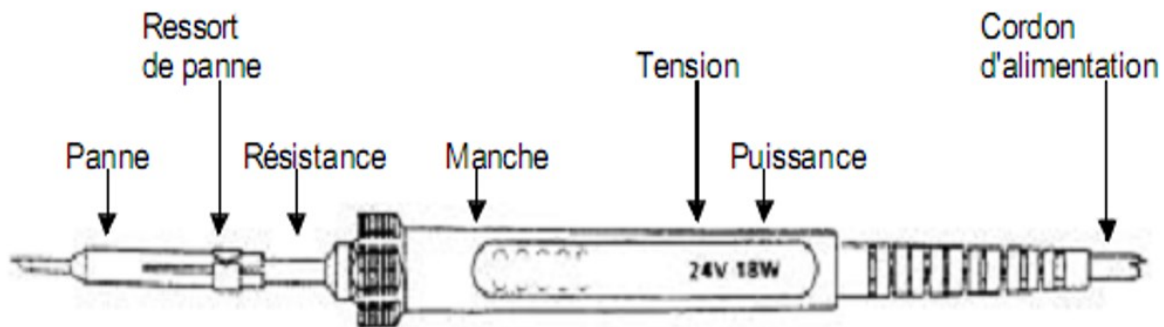
Pour réaliser une bonne soudure, il faut respecter plusieurs règles pour que la soudure se mélange au cuivre de la piste d'une part et se mélange à la broche du composant d'autre part ; on parle alors de **mouillage**. Pour que cette opération se déroule correctement, une matière chimique (le flux) est ajoutée à la soudure et permet d'enlever les impuretés et les oxydes des parties à souder.

8- Les fers à souder

Un fer à souder permet de chauffer la soudure à 200°C, il est constitué de :

- ✓ un élément chauffant : résistance bobinée ou imprimée sur un support céramique, peut atteindre 400°C,
- ✓ une panne : pointe de soudage en cuivre, généralement recouverte de nickel ou de chrome,
- ✓ un manche : permet d'isoler thermiquement l'opérateur des éléments chauffants,
- ✓ un cordon d'alimentation : en silicone ou plus souvent en PVC.

Attention : un cordon en PVC fond facilement et peut rapidement être endommagé par la panne.



Les éléments d'un fer à souder

Les fers à souder pour l'électronique sont disponibles sous plusieurs tensions (12, 24, 230 V), leur puissance est généralement comprise entre 12 et 40 W. Un fer plus puissant ne permet pas forcément de monter plus haut en température mais il permet de chauffer des masses thermiques plus importantes. Par conséquent un fer de forte puissance est inutile pour souder des circuits intégrés alors qu'il est indispensable pour souder des composants de puissance.

9- La technique de soudage

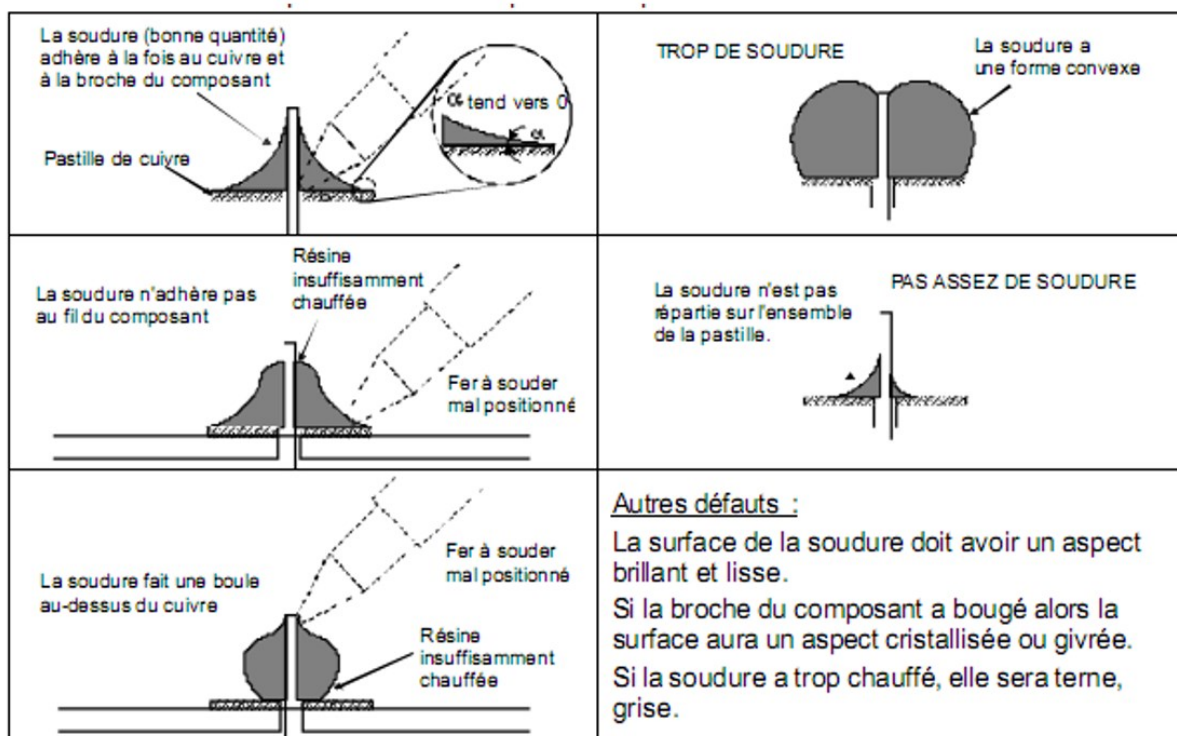
La plupart des composants électroniques sont délicats et peuvent être endommagés par une exposition à des températures élevées. Il est donc essentiel de préparer l'opération de soudage pour qu'elle soit la plus courte possible (temps maxi : 2 secondes).

- 1- Tout d'abord, il convient d'étamer le fer, c'est à dire de déposer de la soudure sur la panne chaude sur environ deux centimètres puis d'enlever l'excès de soudure à l'aide d'une éponge humide. Avant d'effectuer une soudure, il faut toujours débarrasser la panne de l'étain oxydé (aspect terne) : rajouter de la soudure sur le fer, le secouer et le nettoyer à l'aide d'une éponge (ou d'un chiffon) humide. La panne redevient comme neuve.

2- Appliquer l'extrémité de la panne à la fois contre la pastille cuivrée et la base de la patte du composant afin de les chauffer simultanément. Attention il ne faut pas appuyer sur la pastille, sinon en chauffant elle pourrait se détacher du support.

3- Appliquer la soudure d'étain de l'autre côté de la panne. Il y a fusion au contact du cuivre puis jusqu'à la panne. Retirer alors le fil de soudure puis le fer.

Si le fer n'a pas chauffé les deux parties à souder, vous obtiendrez une soudure « sèche » qui causera à coup sûr une panne.



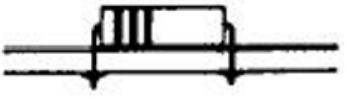
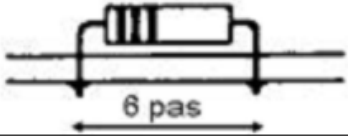
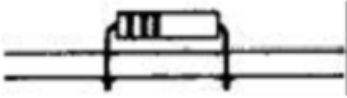
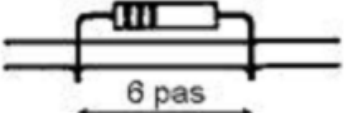
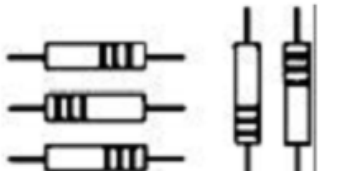
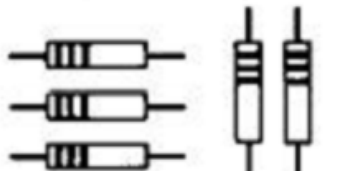

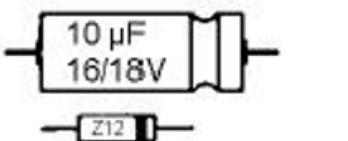


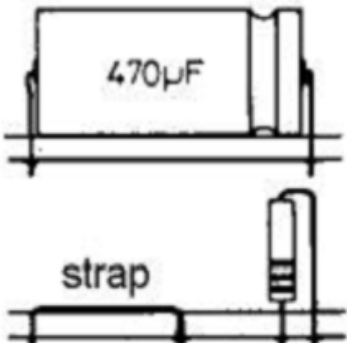
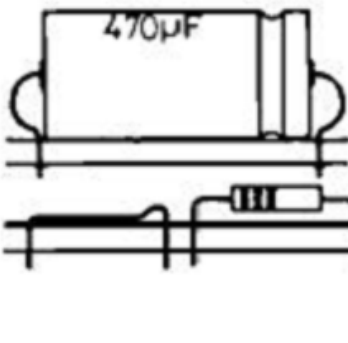
Quelques défauts dessoudage

10- Montage des composants

Commencer par le montage des composants de faibles dimensions (résistances, diodes...) puis monter les petits condensateurs, les transistors de faible puissance et les circuits intégrés. Couper les fils qui dépassent et souder-les au fur et à mesure. Terminer par les gros composants...

Pour rendre le contrôle, le dépannage ou le remplacement de composants éventuels faciles et rapides, il convient de respecter certaines règles.

- ✓ Il ne faut jamais plier un fil à ras du composant. Pour éviter cela et pour plier les composants à la bonne dimension il convient d'utiliser un gabarit de pliage. Avant de plier certains composants, penser à orienter leur marquage vers le haut (condensateurs électrochimiques, diodes zener,...).
- ✓ Eviter de plaquer les composants cylindriques contre le support, glisser une bande de carton (épaisseur : 1 mm). Ainsi, les broches des composants peuvent servir de point test (les composants sont sonnables). De plus, ils sont plus facilement réutilisables s'ils sont dessoudés.

NON	OUI	
		<p>Cette résistance sera sonnable, facilement démontable et réutilisable.</p>
		<p>On peut remplacer cette résistance ¼ Watt par une autre valeur en ½ Watt.</p>
		<p>La lecture des résistances est facilitée.</p>
		<p>Les composants sont facilement identifiables</p>
		<p>Ce transistor est sonnable et dessoudable sans dommage.</p>
		<p>On peut sonner les bornes de ces composants avec des grip-fils. Ils sont également réutilisables.</p>

Montage des composants quelques conseils

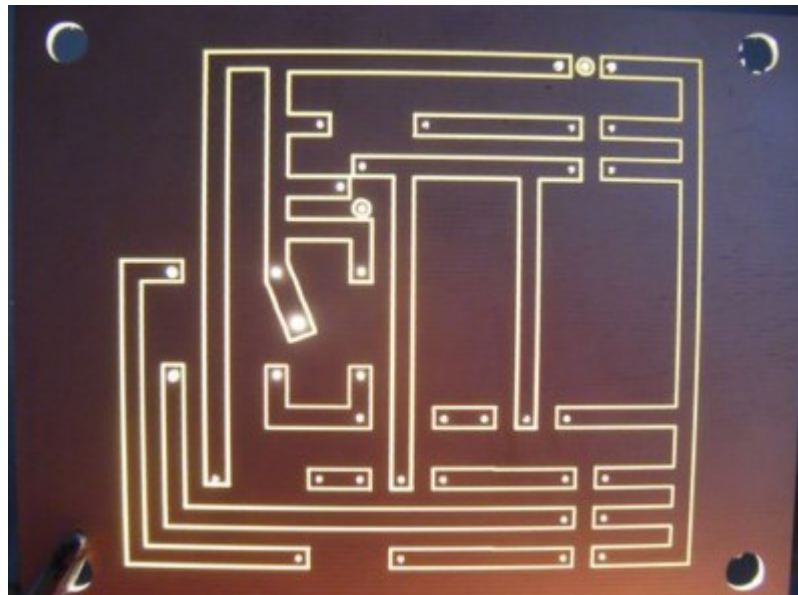
11- Vérification et essais

Après la réalisation, il faut procéder à la vérification du fonctionnement du montage, au dépannage et au réglage du montage. Pour faciliter cette vérification, il convient de placer des points de test lors de sa conception.

c) Conclusion :

Les méthodes que l'on peut employer pour réaliser un circuit imprimé sont:

- a) Le Dessin (réaliser le typon)
 - 1- Dessin direct du circuit sur une plaque de cuivre nu avec un stylo spécial.
 - 2- Dessin du circuit avec pastilles transfert et rubans adhésifs sur une plaque de cuivre nu.
 - 3- Dessin du circuit avec pastilles transfert et rubans adhésifs sur une feuille transparente.
 - 4- Dessin du circuit avec un logiciel spécialisé (**routage**).
- b) Le transfert du dessin (le tracé) sur la plaque photosensible
- c) L'insolation de la plaque époxy
- d) La révélation (développement)
- e) La Gravure
 - 1- La gravure chimique
 - 2- La gravure par rayons ultraviolets
 - 3- La gravure mécanique (Gravure à l'anglaise)
 - 4- La gravure au laser
- f) Perçage
- g) Souder les composants



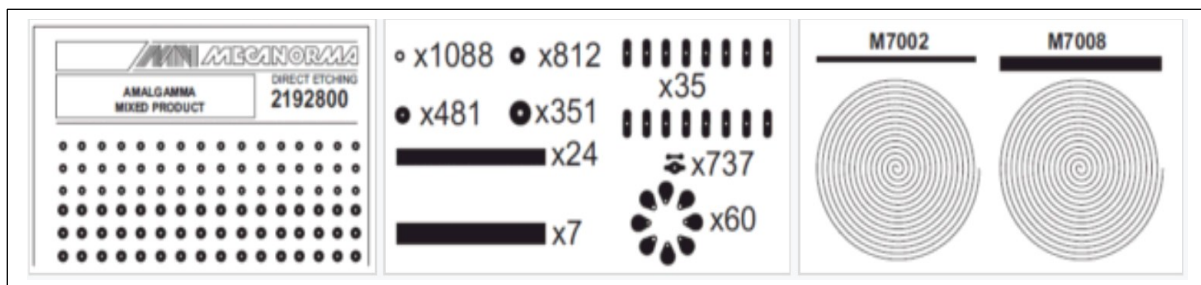
Prototype réalisé en gravure anglaise

4. Stylo inactinique à encre permanente :

Ce type de stylo, dont l'encre ne laisse pas passer les rayons ultraviolets, permet de dessiner directement sur le cuivre d'une plaque de circuit imprimé standard

5. Pastilles transfert et rubans adhésifs :

Les pastilles transfert étaient posées sur une feuille en plastique, feuille que l'on posait directement sur le côté cuivre d'un circuit imprimé, et que l'on grattait pour transférer la pastille sur le cuivre.



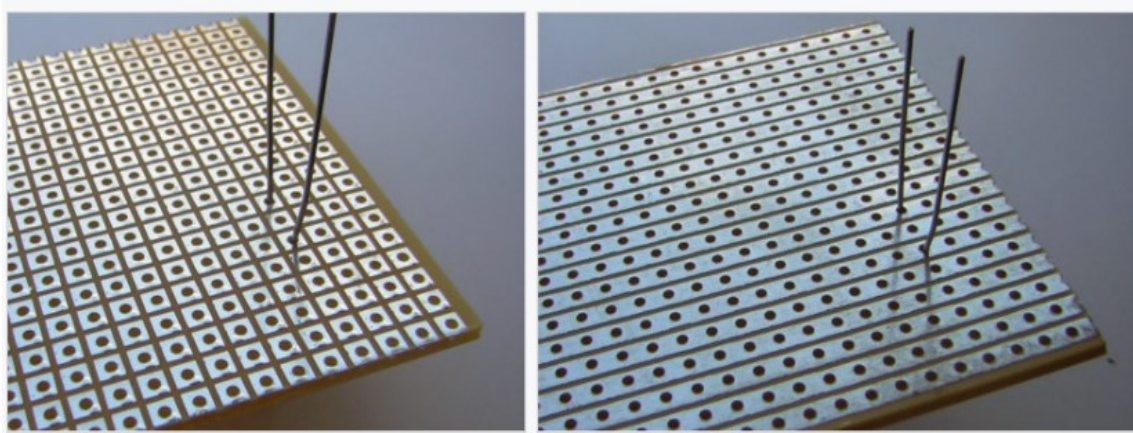
Les pastilles étaient disponibles sous forme de feuilles contenant des pastilles d'une seule taille ou de tailles différentes. Les rubans quant à eux permettaient de réaliser les liaisons entre pastilles, on les déroulait au fur et à mesure de leur pose, leur coupe s'effectuant au cutter. On trouvait différentes largeurs de bandes (de 0,38mm à 1,5mm par exemple).

6. Plaque d'expérimentation :

Ce type de plaque est composé de pastilles ou de bandes de cuivre pré-percées, et se prête bien aux essais.

Une plaque d'expérimentation, appelée aussi plaque d'essai ou Veroboard ou M-Board (il existe encore d'autres appellations), est un circuit imprimé servant de support physique pour l'assemblage de composants électroniques. Contrairement à un circuit imprimé standard que l'on doit insoler au UV, graver avec de l'acide

et percer, un circuit imprimé d'expérimentation est prêt à l'emploi : il dispose de pastilles de cuivre ou de bandes de cuivre, et est prépercé avec des trous régulièrement espacés, par exemple au pas de 2,54 mm (cet écart est le même que celui existant entre deux pattes d'un circuit intégré de type DIL comme le NE555 ou LM741. Avec ce genre de circuit imprimé, il suffit de placer le composant dans les trous qui vont bien - il ne doit pas subir de contraintes physiques fortes qui pourraient l'endommager, et de le souder.



Plaque d'expérimentation

Exemple :

Plaque d'essais en bakélite percée au pas de 2,54 mm.

Pastilles rondes de $\varnothing 2,2$ mm.

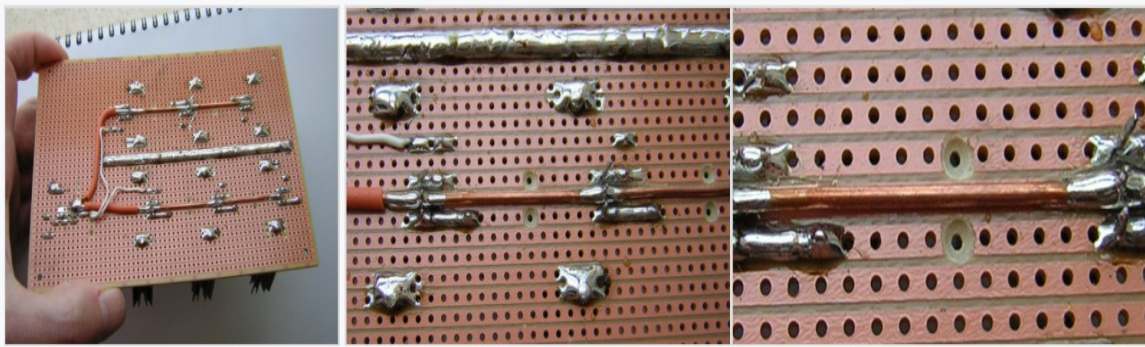
Support: bakélite 1,5 mm.

Epaisseur de cuivre: 35 microns.

Dimensions: 50 x 100 mm.

a) Plaque à bandes :

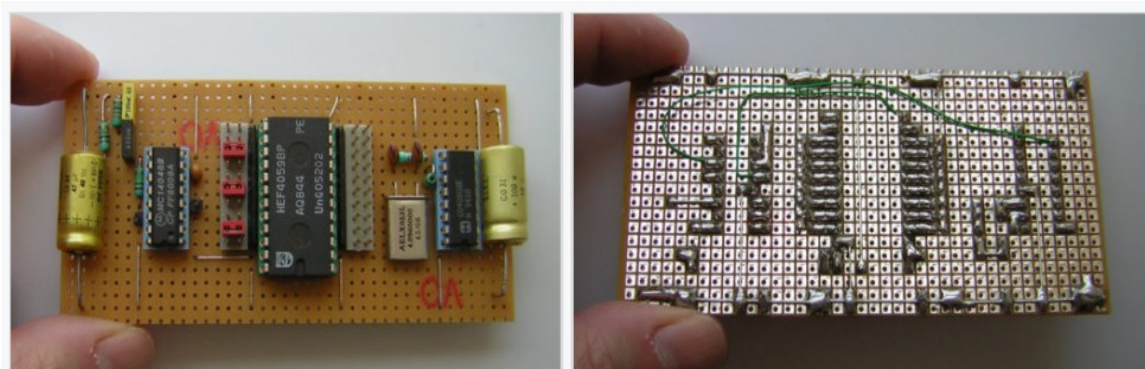
La plaque à bandes peut nécessiter des découpes sur certaines parties de bandes, pour isoler des parties de circuits qui n'ont pas à être reliées ensemble. C'est ce que montrent les photos suivantes.



Plaque à bandes

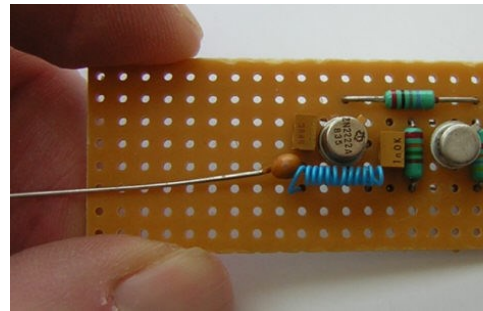
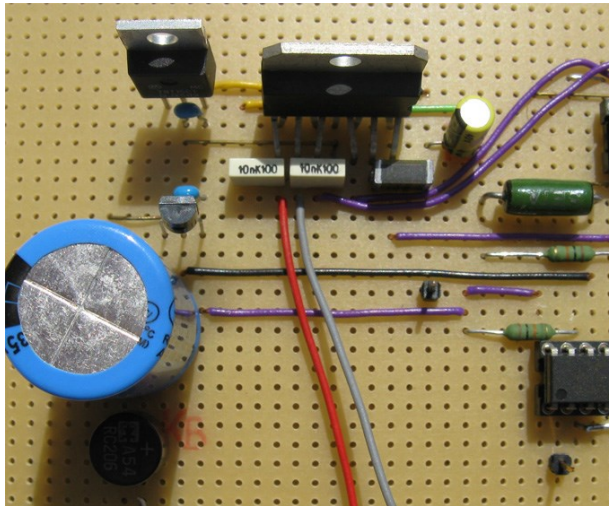
b) Plaque à pastilles :

La plaque à pastilles ne requiert certes aucune coupure de piste, puisqu'il n'y a pas de piste et que toutes les pastilles sont isolées entre elles. A priori, cela demande plus de fils de câblage puisque toutes les connexions sont à faire.



Plaque à pastilles

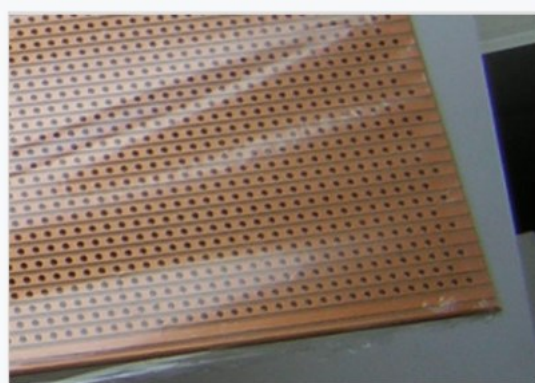
Si les pattes de composants à raccorder entre elles sont placées côte à côte, on peut se contenter de faire un petit pont de soudure qui englobe en même temps deux ou trois pastilles.



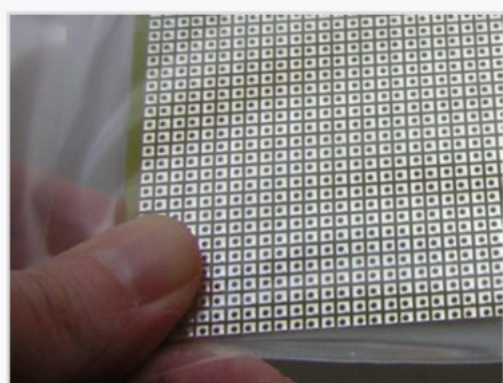
Des circuits réalisés par des plaques

7. Cuivre étamé ou nu :

Choisissez toujours un circuit dont le cuivre est étamé, que l'on reconnaît aisément par son aspect gris brillant. Elles sont un peu plus chères que les plaques avec cuivre à nu, mais ces dernières s'oxydent très rapidement et il faut toujours gratter (avec une gomme spéciale) ou nettoyer (avec un produit spécial) avant de commencer l'implantation des composants pour être assuré de pouvoir faire des soudures qui collent bien.



Cuivre nu



Cuivre étamé

a) **Étamage** :

L'étamage consiste à recouvrir le cuivre nu d'une couche d'étain, qui le protège ainsi contre l'oxydation. On peut pour cela utiliser de l'étain liquide (étamage à froid) ou utiliser de la soudure chaude : à la vague pour les professionnels, ou à la main, avec son petit fer, quand c'est pour soi.

L'avantage principal d'un étamage du circuit imprimé est de supprimer ou de limiter très fortement l'oxydation du cuivre, et de pouvoir ainsi souder les composants plusieurs jours après avoir réalisé le CI. La facilité et la rapidité de soudage s'en trouvent également grandement augmentées. On peut plus facilement se permettre quelques pauses en cours d'implantation des composants.



b) **Vernissage** :

Une fois les composants placés et soudés sur le circuit imprimé, que ce dernier soit ou non étamé, il est possible de recouvrir la surface du CI, côté soudures, d'un vernis de protection.

8. **Conception et réalisation (routage) d'un circuit électronique avec le logiciel Proteus :**

a) **La conception sur ordinateur :**

Il existe de nombreux logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) qui nous permettent de réaliser des simulations facilement, telles que PSpice, Proteus, Matlab ou Simulink, en utilisant les bibliothèques de composants incluses dans ceux-ci. Ainsi nous pouvons tester le comportement du circuit grâce aux modes de simulations proposés par ces différents outils de CAO.

b) Proteus :

Proteus est une suite de logiciel destinée à l'électronique développée par la société labo center électronique. Les logiciels inclus dans « Proteus » permettent la CAO dans le domaine d'électronique. Outre la popularité de l'outil Proteus, ce dernier possède d'autre avantage [1] :

- Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et à utiliser ;
- Le support technique est performant.

Proteus est composé de deux logiciels principaux :

1- ISIS

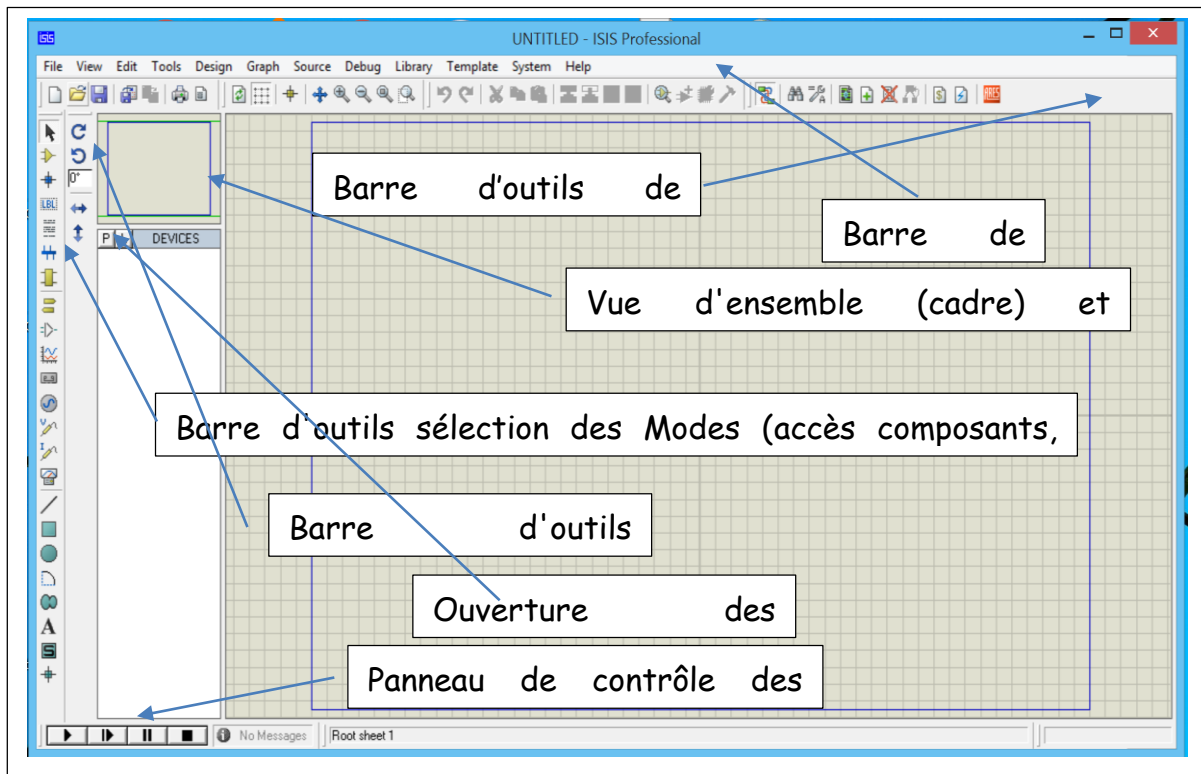
- Le logiciel « ISIS » est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui nous permet de déceler certains erreurs dès l'étape de conception.

Indirectement, les circuits conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisé dans des documentations car il permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

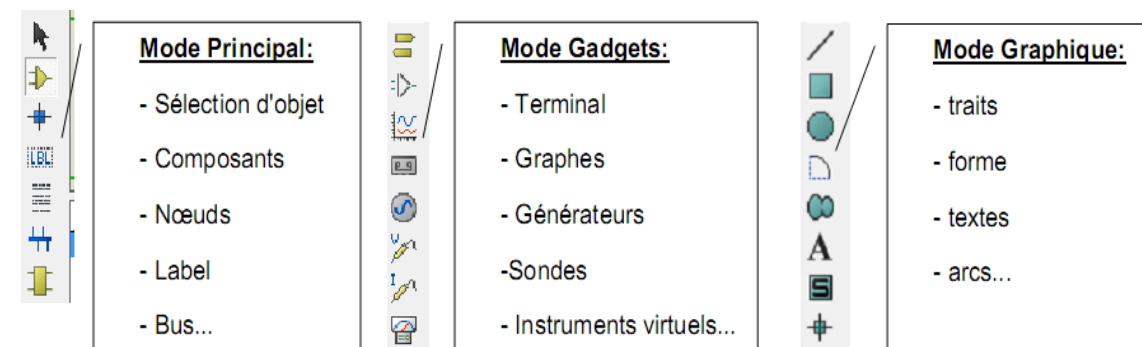
2- ARES

- Le logiciel « ARES » est un outil d'édition et de routage qui, à partir du circuit simulé sur « ISIS », permet de placer les composants et de réaliser le routage automatiquement [1]. Ce circuit imprimé est plus performant s'il est réalisé en sélectionnant, dans l'outil « Ares », le mode manuel. Cette partie du travail est la plus importante car elle demande de la concentration et un savoir-faire qui est obtenu avec le temps et surtout avec la pratique.

c) Présentation de l'interface d'ISIS PROTEUS



- Barre de menus:**
Elle permet de gérer les travaux (ouverture, sauvegarde...) sur vos fichiers.
- Barre des outils de commande:**
Elle reprend ce qui est accessible par les menus.
- Barre d'outils de sélection des Modes:**



- Barre d'outils d'orientation:**

Chapitre III

Technique de câblage des circuits électroniques

III. Technique de câblage des circuits électroniques

a) Introduction au projet électronique :

Pour mener à bien un projet de recherche en électronique, il faut avoir un cahier de charge, ressortir un schéma synoptique qui est un schéma constitué des blocs et chaque bloc représente une fonction électronique simple. Après cela il faut étudier bloc par bloc séparément des entrées et des sorties et avoir un schéma détaillé.

L'agencement des schémas bloc constitue le schéma détaillé du projet. A la fin du projet expliquant toutes les étapes, le choix des composants et ressortant la liste des composants et le coût du projet y compris la main d'œuvre généralement estimée à 20% du coût de fabrication.

b) Conception et réalisation d'une alimentation linéaire stabilisée à diode Zener

c) Cahier de charge :

On se propose de fabriquer une alimentation stabilisée dont les caractéristiques sont: $V_S = 5V$; $\hat{I}_S = 200 \text{ mA}$.

Travail à faire

1. Donner la démarche ou la méthodologie de travail.
2. Ressortir le **schéma synoptique** de l'alimentation.
3. Ressortir le **schéma électronique** du montage
4. Justifiez le choix des composants.
5. Etablir la liste des composants sous forme de tableau.
6. Ressortir le devis du montage.

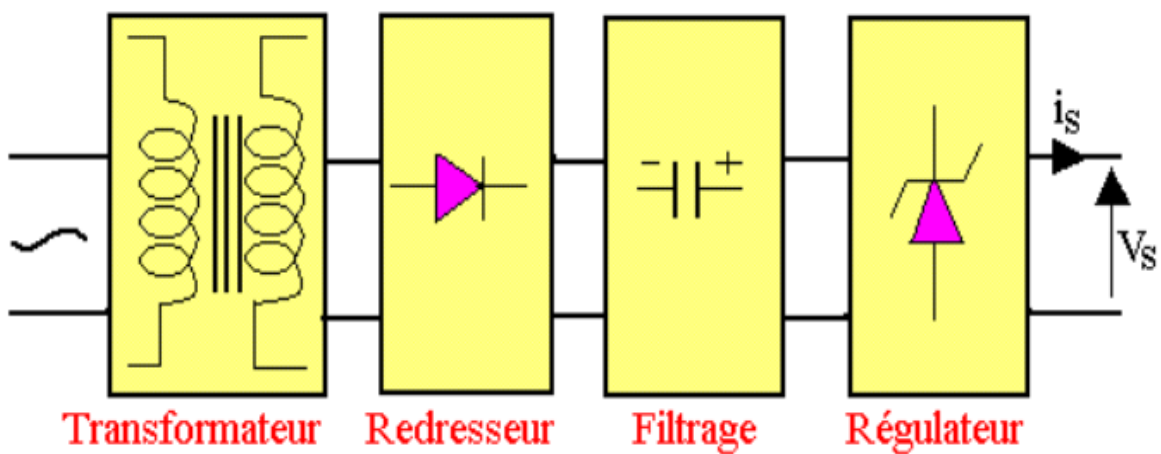
1- Donner la démarche ou la méthodologie :

Pour effectuer notre étude, nous devons dessiner le synoptique, ensuite le schéma électronique après ce schéma nous devons dimensionner nos composants, après cela nous allons établir la liste des composants pour finir par le devis du montage

Application

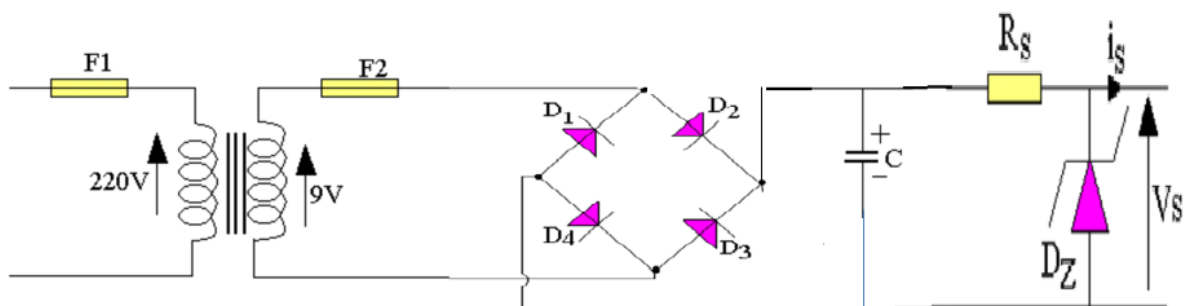
2- Synoptique d'alimentation:

Le schéma ci-dessous présente le schéma synoptique d'une alimentation stabilisée avec diode Zener.



3- Schéma électronique:

Le schéma ci-dessous présente le schéma électronique d'une alimentation stabilisée avec diode Zener.



4- Justifiez le choix des composants:

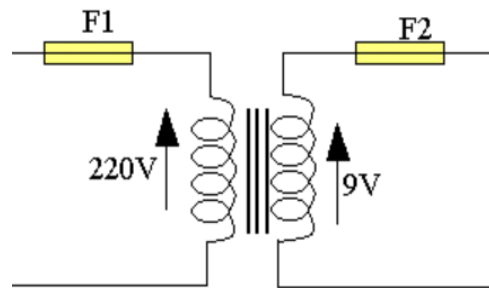
a. Bloc 1 : Transformateur

Fusible secteur F1 Secteur 230Vac/1A

$$S = U \times I$$

$$S = 9 \times 200 = 1.8 \text{ VA}$$

Fusible secondaire F2 9V/250 mA



400mA $S_n = 3,4\text{VA}$

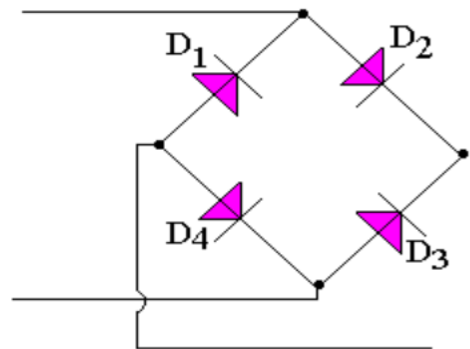
b. Bloc 2 : Redressement

On utilise un pont à 4 diodes

$$I_d = 200 \text{ mA}$$

$$V_{emx} = 9 \times \sqrt{2} = 12,72 \text{ v}$$

En prend la diode 1N4001 $\left\{ \begin{array}{l} I_D = 1\text{A} \\ V_{RRV} = 50\text{v} \end{array} \right.$



c. Bloc 3 : Filtrage

On calcule le condensateur C

U_{maxS} = La tension crête au secondaire du transformateur.

$$U_{maxS} = (9 \times \sqrt{2}) \text{ v}$$

U_{max} = La tension crête au récepteur.

(Condensateur)

$$U_{max} = U_{maxS} - U_D$$

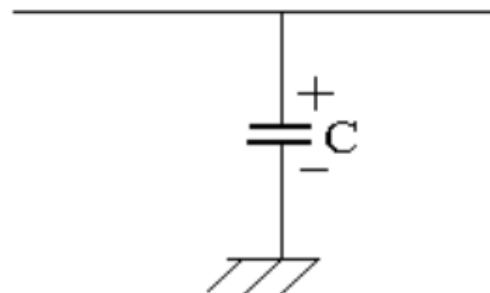
U_D = La tension chutée par la diode (mono-alternance) ou les diodes (bi-alternance) du redressement.

$$U_{max} = (9 \times \sqrt{2}) - 1,4 = 11,32 \text{ v}$$

Nous volons avoir 5v, donc il faut que la valeur minimal de la tension au récepteur supérieur à 5v exemple $U_{min} = 8\text{v}$

La tension de ronflement crête-à-crête $er = 11,32 - 8 = 3,32\text{v}$

$$C = \frac{I_{moy}}{er \times f_{ronfl}} \\ \sim 38 \sim$$



$$C = \frac{200 \times 10^{-3}}{3,32 \times 100} = 602,4 \mu F$$

Condensateur normalisé $C_N = 2 \times 330 \mu F, 16v$

On calcule de nouveau la tension U_{min} avec le nouveau condensateur normalisé $C_N = 660 \mu F$

On a

$$er = \frac{I_{moy}}{C \times f_{ronfl}} = \frac{200 \times 10^{-3}}{660 \times 10^{-6} \times 100} = 3,03 v$$

$$U_{min} = U_{max} - er = 11,32 - 3,03 = 8,29 v$$

d. Bloc 4 : stabilisation :

Trouver la diode Zener

Avoir une tension régulée de 5v à la sortie avec une tension d'entier varis entre $U_{min} = 8,29 v$ et $U_{max} = 11,32 v$.

La tension demandée à la sortie est de 5v, donc en utilisant une diode zener de 5.1 v (les diodes qui se trouvent dans le marché).

Il nous reste de trouver la puissance dissipé par la diode zener, pour faire le bon choix de la diode zener

$$P_Z = V_Z \times I_{Zmax} = 5,1 \times 0,2 = 1,02w$$

Si $I_{Zmax} = 250 mA$ (le courant max qui peut traverser le fusible F2)

$$P_Z = V_Z \times I_{Zmax} = 5,1 \times 0,25 = 1,275w$$

On choisit la diode Zener BZX85C5V1

BZX85C5V1, 5.1 V, 1.3 w, Tolérance 5%

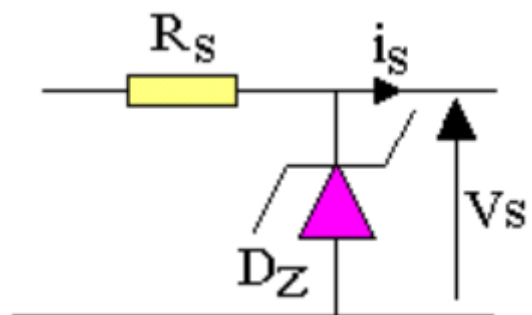
On calcule la résistance R_s

$$R_{s1} = \frac{U_{max} - V_Z}{0,2} = \frac{11,32 - 5,1}{0,2} = 31,1 \Omega$$

$$R_{s2} = \frac{U_{min} - V_Z}{0,2} = \frac{8,29 - 5,1}{0,2} = 15,95 \Omega$$

$$R_s = \frac{R_{s1} + R_{s2}}{2} = 23,525 \Omega$$

Résistance normalisé $R_{sN} = 27 \Omega$



On calcule le courant maximal qui traverse R_s : $I = \frac{U_{max} - V_Z}{R_{sN}} = \frac{11,32 - 5,1}{27} = 230 \text{ mA}$

$$P_{R_s} = 27 \times (0,23)^2 = 1,43 \text{ W}$$

Donc $R_{sN} = 27 \Omega, 2\text{W}, \text{Tolérance } 5\%$

NB : La puissance d'une résistance c'est la puissance max à laquelle elle peut résister sans 'fumer' ne pas oublier de prendre un coefficient de sécurité.

5- Etablir la liste des composants sous forme de tableau

Tableau de nomenclature

Nom des composants	Repérage	Nombre	Caractéristique	Observation
Transformateur	TR	1	220v/9v/3.4VA	Transformateur abaisseur de tension
Fusibles	F1, F2	2	230V/1A ,9V/250 mA	
Diode de Redressement	D1 à D4	4	1N4001	Diodes au silicium
Diode Zener	Dz	1	BZX85C5V1	Diode au silicium
Condensateur	C	2	330 μ F, 16v	Condensateur chimique Radial
Résistor	R	1	27 Ω , 2w	Résistance au carbone

6- Ressortir le devis du montage

Coût estimatif

Nom des composants	Nombre	Prix unitaire	Total
Transformateur	1	340,00 DA	340,00 DA
Fusibles	2	35,00 DA	70,00 DA
Diode de Redressement	4	25,00 DA	100,00 DA
Diode Zener	1	45,00 DA	45,00 DA
Condensateur	2	46,00 DA	92,00 DA
Résistor	1	65,00 DA	65,00 DA
PCB (40mm*50mm)	1	315,00 DA	315,00 DA
			1027,00 DA

Main d'œuvre $1027,00 \text{ DA} * 30\% = 308,10 \text{ DA}$

Coût du projet $1027,00 \text{ DA} + 308,10 \text{ DA} = 1335,10 \text{ DA}$

IV. Bibliographiés :

- 1- Boyer, J., *Réparez vous-même vos appareils électroniques: Smartphones, téléviseurs, consoles de jeux, ordinateurs, chaînes hi-fi*2014: Eyrolles.
- 2- Ichinose, N., et al., *Guide pratique des capteurs*1990: Masson Paris.
- 3- Platt, C., *L'électronique en pratique: 34 expériences ludiques*2016: Eyrolles.
- 4- Poupon, G., *Traitement des puces électroniques et nouveaux procédés d'interconnexion*2011: Lavoisier.
- 5- Zhang, T., *Instrumentation, Measurement, Circuits and Systems*. Vol. 127. 2012: Springer Science & Business Media.
- 6- https://fr.wikipedia.org/wiki/Composant_%C3%A9lectronique
- 7- <https://www.edrawsoft.com/fr/create-basic-electrical-diagram.php>
- 8- <https://fr.wikihow.com/r%C3%A9aliser-des-circuits-imprim%C3%A9s>
- 9- <https://www.mongosukulu.com/index.php/contenu/genie-electrique4/schemas-electroniques/601-conception-et-realisation-dune-alimentation-lineaire-stabilisee-a-diode-zener>