

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique (GEE)

Filière : Electronique



MASTER INSTRUMENTATION

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : BENZEGHADI Anissa & NOUALI Soumia

Intitulé du Sujet

# Mesureur d'impulsions

Soutenu le 16/07/ 2019, devant le jury composé de :

M<sup>r</sup> NEMMICHE Ahmed

M.C.B

Univ. Tlemcen

Président

M<sup>r</sup> HAMDOUNE Abdelkader

Prof.

Univ. Tlemcen

Encadreur

M<sup>r</sup> HACHIM Abdallah

M.A.A

Univ. Tlemcen

Examineur 1

Année Universitaire 2018-2019

# Dédicace

A ma chère mère Fatima

A mon père Mohamed

Dans le mérite, les sacrifices et la qualité humaine m'ont permis de vivre ce jour

A mon frère et mes sœurs

AbdelNacer, Amel, Samira

A ma chère famille,

Petit ou grand, proche ou lointaine.

A tous mes amis,

Sans qui la vie me semblerait bien fade, je veux souhaiter la prospérité et le succès

Et A tous ceux qui nous ont assistés, dans la réalisation et le bon déroulement de ce travail

A tous les gens qui m'aiment

Zhor, Khadija, Sabrina, Bilal, AbdelNacer, Oussama, Fouzi.

Anissa

# Dédicace

Je commence par rendre grâce à dieu et sa bonté, pour la patiente, la compétence et le courage qu'il m'a donné pour arriver là.

Avec tout mon amour éternel et avec l'intensité de mes émotions.

Je dédie ce mémoire

A l'âme de mon cher père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

J'espère que tu habites les paradis.

A ma chère mère qui représente pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi, que dieu lui procure bonne santé et longue vie.

A mes adorables sœurs Nadia et Saadia

A tous mes chers Amis (es)

L. Sara, T. Rahma, KH. Chahira, KH. Ibtissem, B. Ratiba, B.

Wahiba, S. Ibrahime, R. Abdelhak, M. Hamza

A toute ma famille

Sans oublier mon amie B. Anissa et toute sa famille.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

**Soumia**

# REMERCIEMENTS

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à notre cher professeur et encadrant Monsieur HAMDOUNE pour son suivi et son énorme soutien, qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période de ce projet.

Nos remerciements s'adressent également au président de jury Mr NEMMICHE d'avoir accepté de lire et évaluer notre mémoire.

Mes vifs remerciements vont aussi à Mr HACHIM pour nous avoir aidées et dirigées le long de notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous les professeurs qui nous ont encadrés pendant notre chemin universitaire sans oublier les membres du laboratoire d'électronique.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

## *Sommaire*

<b>Introduction générale</b>	2
<b>Chapitre 1 : Généralités sur les mesureurs</b>	3
Introduction.	3
1.1 Mesureur de champ	3
1.2 Mesureur d'humidité	4
1.3 Mesureur de son	5
1.4 Mesureur laser	6
1.5 Mesureur d'isolement	7
1.6 Dynamomètre	8
1.7 Mesureur de résistance de terre	10
1.8 Mesureur de longueur de câble	11
1.9 Mesureur de combustion	12
1.10 Mesureur de fréquence	13
1.11 Conclusion	14
<b>Chapitre 2 : Etude des différents étages</b>	15
2.1 Schéma synoptique et fonctionnement global	15
2.2 Alimentation stabilisée (à régulateur)	16
2.2.1 Définitions et classification	16
2.2.2 Alimentation continue	17
2.2.2.1 Transformateur	18
2.2.2.2 Redressement double alternance : Pont de diodes ou GRAETZ	19
2.2.2.3 Filtrage	22
2.2.2.4 Régulation	23
2.3 Filtre Passe-haut.	26
2.4 Technologie des circuits intégrés	27
2.4.1 Définition	27
2.4.2 La famille TTL	28
2.4.3 La famille CMOS	28
2.5 CD4069 inverseur	30
2.6 Trigger de Schmitt	30
2.6.1 Principe de fonctionnement	31
2.6.2 Applications	32
2.7 Transistor	32
2.7.1 Constitution interne	32
2.7.2 Différents types de transistors	34
2.7.3 Brève description du BC558	36
2.7.3.1 BC558 comme commutateur	37
2.7.3.2 BC558 comme amplificateur	38
2.7.4 Applications	38

2.8 Quartz	39
2.9 Compteurs	40
2.9.1 Description	41
2.9.2 Compteur asynchrone	41
2.9.3 Compteur synchrone	42
2.9.4 Compteur 4553	44
2.9.5 Compteur synchrone 4520	44
2.9.6 Compteur 4017	45
2.9.7 IC4511	46
2.10 Afficheurs 7 segments	48
<b>Chapitre 3 : Réalisation pratique</b>	<b>52</b>
3.1 Introduction	52
3.2 Circuit complet du mesureur d'impulsions	52
3.3 Fonctionnement	52
3.4 Résultats obtenus	54
3.5 Circuit imprimé	62
3.6 Conclusion	64
<b>Conclusion générale et perspectives</b>	<b>65</b>
Nomenclature des composants	
Bibliographie	
Annexes	
Résumé	

## *Liste des figures*

Figure 1.1 : Montage d'un mesureur de champ/image d'utilisation. ....	4
Figure 1.2 : Sources d'humidité. ....	4
Figure 1.3 : Image d'un mesureur d'humidité. ....	5
Figure 1.4 : Un sonomètre. ....	6
Figure 1.5 : Schéma de bande de fréquences. ....	6
Figure 1.6 : Image d'utilisation un mesureur laser. ....	7
Figure 1.7 : Mesureur d'isolement en moteur triphasée. ....	8
Figure 1.8 : Photo d'un dynamomètre. ....	10
Figure 1.9 : Mesureur de résistance de terre ....	11
Figure 1.10 : Mesureur de longueur de câble. ....	12
Figure 1.11 : Installation de mesureur de combustion. ....	13
Figure 1.12 : Circuit d'un mesureur de fréquence. ....	14
Figure 2.1 : Schéma synoptique du montage. ....	15
Figure 2.2 : Classification par famille ou catégorie en fonction de la nature de l'énergie transformée [14]. ....	16
Figure 2.4 : Bloc de diagramme d'une alimentation. ....	17
Figure 2.5 : Circuit d'alimentation. ....	17
Figure 2.6 : Schéma d'un transformateur. ....	18
Figure 2.7: Signal d'entrée et de sortie d'un transformateur abaisseur de la tension. ....	19
Figure 2.8: Schéma simple de pont de Graetz. ....	19
Figure 2.9: Circuit d'un redresseur en pont. ....	19
Figure 2.10: Le demi-cycle positif de l'entrée. ....	21
Figure 2.11: Le demi-cycle négatif de l'entrée. ....	21
Figure 2.12: Signaux d'entrée et de sortie d'un redresseur en pont. ....	22
Figure 2.13 : Charge et décharge d'un condensateur pour lisser la tension. ....	23
Figure 2.14: Le schéma de principe d'un régulateur linéaire. ....	24
Figure 2.15 : Régulateurs de familles 78XX et 79XX. ....	25
Figure 2.16: Signaux d'entrée et de sortie de régulateur. ....	26
Figure 2.17: Filtre passe haut passif du premier ordre (ou cellule CR). ....	27
Figure 2.18: Diagramme du filtre passe haut du premier ordre CR. ....	27
Figure 2.19: La marge de bruit entre les voltages d'entrée et de sortie. ....	29
Figure 2.20 : Circuit intégré. ....	30

Figure 2.21 :Diagramme de connexion CD4069 inverseur.....	30
Figure 2.22 : Symbole d'une bascule de Schmitt.                      Figure 2.23: Imaged'IC4584. ....	31
Figure 2.24:Chronogramme de signaux de la bascule de Schmitt. ....	31
Figure 2.25 : Transistors n-MOS et p-MOS.....	33
Figure 2.26 : Symbole d'un transistor. ....	33
Figure 2.27: Schéma d'un transistor. ....	34
Figure 2.28: Les transistors NPN et PNP. ....	34
Figure 2.29: Symboles de différents transistors unipolaires. ....	35
Figure 2.30: Caractéristiques du transistor PNP en base commune à gauche (la flèche $\alpha_{F,IE}$ représente l'effet transistor) et en émetteur commun à droite. ....	36
Figure 2.32 : Utilisation du transistor BC558 comme commutateur. ....	37
Figure 2.33 : Utilisation du transistor BC558 comme amplificateur. ....	38
Figure 2.34 : Symbole et schéma électrique équivalent d'un quartz. ....	39
Figure 2.35: Graphe de portion du spectre. ....	40
Figure 2.36: Symbole d'un circuit intégré compteur. ....	41
Figure 2.37: Principe d'une bascule asynchrone. ....	42
Figure 2.38 : Chronogramme d'une bascule asynchrone. ....	42
Figure 2.39: Compteur binaire synchrone à 4 bits. ....	43
Figure 2.40: Chronogramme du compteur synchrone modulo 10.....	43
Figure 2.41: Configuration du compteur 4553.....	44
Figure 2.42: Synoptique et brochage du circuit intégré 4520. ....	45
Figure 2.43: Circuit intégré 4017. ....	46
Figure 2.44:Schéma de connexions de 7 segments avec IC 4511.....	47
Figure 2.45: Circuit intégré 4511. ....	47
Figure 2.46: Afficheur 7 segments.....	48
Figure 2.47: Pins de connexion. ....	49
Figure 2.48: Les afficheurs à cathode commune.....	50
Figure 2.49: Principe de câblage des afficheurs à cathode commune.....	51
Figure 2.50 : Combinaisons de segments permettant d'obtenir les chiffres de 0 à 9 [35]. ....	51
Figure 3.1 : Circuit électrique du mesureur d'impulsions.....	52

## *Liste des tableaux*

Tableau 2.1 : Le but de chaque étage d'alimentation stabilisée	17
Tableau 2.2 : Tensions aux bornes de la charge	20
Tableau 2.3 : Les caractéristiques d'un redresseur	22
Tableau 2.4 : Caractéristique de circuit de filtrage	23
Tableau 2.5 : Les principaux régulateurs 78XX	25
Tableau 2.6 : Tableau comparatif entre la technologie bipolaire et CMOS	29
Tableau 2.7 : Caractéristiques du transistor bipolaire	33
Tableau 2.8 : Pins du circuit intégré 4017	46

## **Introduction générale**

La mesure existe dans tous les domaines. Le temps lui-même, qui gouverne notre existence, est mesuré. Notre sujet porte sur la réalisation d'un circuit qui mesure la durée d'une simple impulsion ou d'une série d'impulsions, tels que des temps de fermeture ou d'ouverture d'un organe, des mesures de parasites, etc...

Notre travail est divisé en trois chapitres :

- Dans le premier chapitre, nous présentons des généralités sur les mesureurs électroniques.
- Dans le deuxième chapitre, nous donnons le schéma synoptique du montage ; puis nous étudions théoriquement les différents étages qui le constituent.
- Le troisième chapitre est consacré à la réalisation pratique. Nous donnons le circuit électrique du montage avec une explication détaillée du fonctionnement. Nous en faisons la réalisation pratique, puis nous présentons des mesures pratiques.

Nous finissons notre mémoire par une conclusion générale et des perspectives.

# *Chapitre 1*

### Chapitre 1 : Généralités sur les mesureurs

#### 1.1 Introduction

Dans le domaine de l'électronique, on utilise des instruments spéciaux appelés « mesureurs » pour mesurer différentes grandeurs physiques. Il existe plusieurs mesureurs électroniques : d'impulsion, de position, de distance, de température, de force, d'énergie .....

#### 1.2 Mesureur de champ

Le mesureur de champ est un instrument qui permet entre autres de régler l'orientation de l'antenne parabolique. Il mesure la puissance du signal perçu à un endroit donné et vous informe donc de la meilleure position pour la meilleure qualité de réception.

Tous les canaux de communication sont soumis aux problèmes posés par les bruits et les perturbations, qui vont limiter les performances du système de transmission.

Les mesureurs de champs sont alors utilisés pour installer les antennes, mesurer la qualité du signal ou dépanner une installation existante [1].

Le mesureur de champ présenté ici est constitué par un détecteur à diode accordé, suivi par un amplificateur de courant continu à transistor et par un milliampèremètre. Ce montage est utile pour des applications telles que le réglage des antennes d'émission et l'estimation approximative de la fréquence d'un émetteur ou d'un oscillateur de puissance, c'est-à-dire des applications dans lesquelles une grande sensibilité n'est pas nécessaire, mais où on demande néanmoins une sensibilité plus élevée que celle obtenue avec une simple combinaison diode-milliampèremètre [2].

Une petite antenne (une courte tige verticale ou une boucle rigide) capte le signal H.F. sur lequel se trouve accordé le circuit L1-C1.

La diode D1 redresse la tension du signal H.F. et applique la tension négative continue qui en résulte à la base du transistor silicium NPN T1, un BC548B ou similaire (choix non critique).

Le courant de base est amplifié par le transistor qui fait alors dévier le milliampèremètre MI de 0 à 1 mA.

Le transistor est, au repos, polarisé par la diode D2, BA220, la résistance R2 et le potentiomètre P1. La diode D2 permet de supprimer l'effet du seuil de tension de +/- 0,6 à 0,7 volts de la jonction base-émetteur du transistor T1.

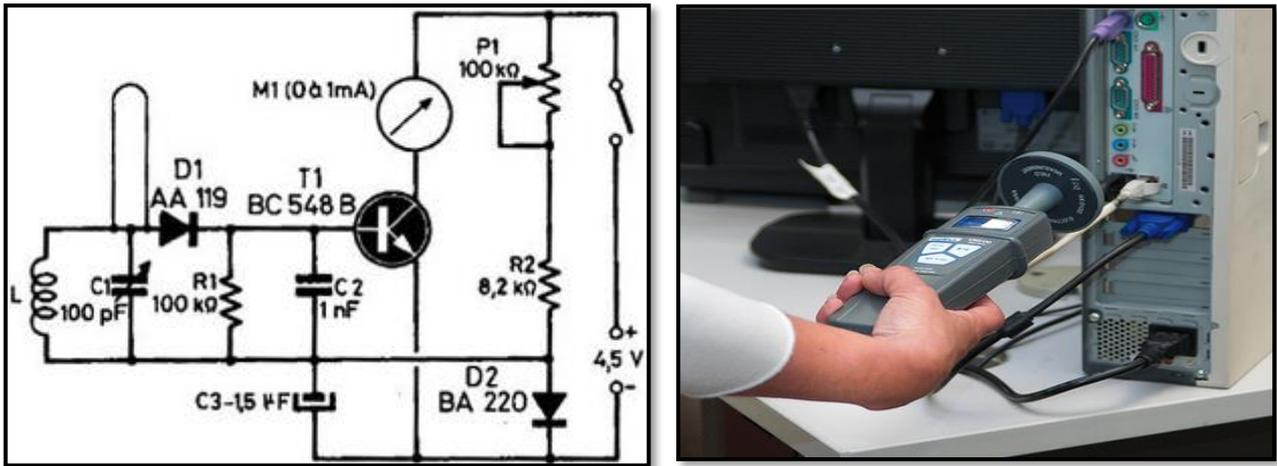


Figure 1.1 : Montage d'un mesureur de champ/image d'utilisation.

Ce montage ne peut prétendre donner avec précision la valeur du champ, mais permet de déceler la présence d'un signal H.F. dont on peut connaître la fréquence après avoir étalonné les ensembles L-C le long des différentes gammes.

On peut, prévoir une résistance shunt sur le milliampèremètre pour le cas où le débit serait trop élevé lors de la mesure d'un champ important.

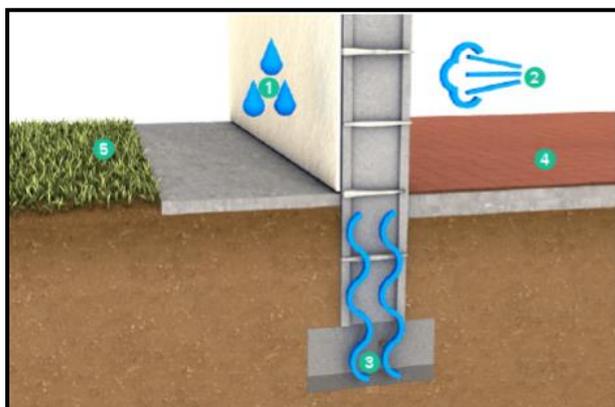
Le potentiomètre P1 sera ajusté pour « décoller » l'aiguille du milliampèremètre : 10 à 20  $\mu$ A.

### 1.3 Mesureur d'humidité

#### Problème d'humidité : identifier la source

Il faut distinguer trois principaux types de sources d'humidité :

- Les infiltrations d'eau par la toiture ou les murs extérieurs en cas de fortes pluies
- La migration de vapeur d'eau entre l'intérieur et l'extérieur du logement
- Et enfin, nos fameuses remontées capillaires



1. fort Pluit
2. vapeur d'eau
3. remontée capillaire
4. intérieur
5. extérieur

Figure 1.2 : Sources d'humidité.

Pour adapter la quantité de l'eau en l'air ambiant sous forme gazeuse, on utilise le mesureur d'humidité qui permet de proposer des solutions diagnostiques, une mesure utile en métrologie mais aussi dans les maisons parce que l'humidité peut poser des problèmes.

Un air trop humide, ou trop sec, peut être source de désagréments, voire engendrer des risques sanitaires [3].

Dans l'idéal, l'hygrométrie d'une maison doit se situer entre 45 et 65 %.



Figure 1.3 : Image d'un mesureur d'humidité.

### 1.4 Mesureur de son

Les mesures de son sont utilisées dans plusieurs domaines par exemple :

- Enregistrement audio
- Bruit environnemental
- Acoustique du bâtiment
- Identification des sources de bruit [4].

Pour mesurer le niveau sonore d'un local, on utilise un sonomètre. Le microphone capte toute l'énergie acoustique de ce son indépendamment des fréquences qui le composent.

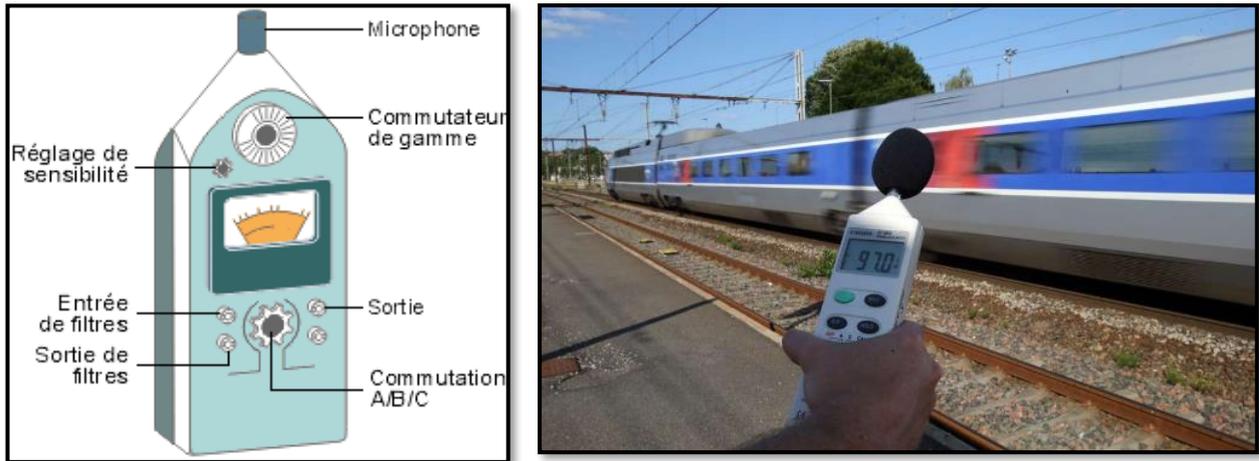


Figure 1.4 : Un sonomètre.

### La mesure du spectre sonore

Si c'est le spectre sonore complet du bruit qui est recherché (notamment pour pouvoir mieux comprendre l'origine du bruit et les mesures correctrices les plus adéquates), il est dès lors d'usage de réaliser une mesure par bandes de fréquence, c'est-à-dire par octaves ou 1/3 d'octaves. L'octave est une bande de fréquences d'une largeur telle que la plus grande fréquence de la bande soit le double de la plus petite (aux arrondis près) [5].

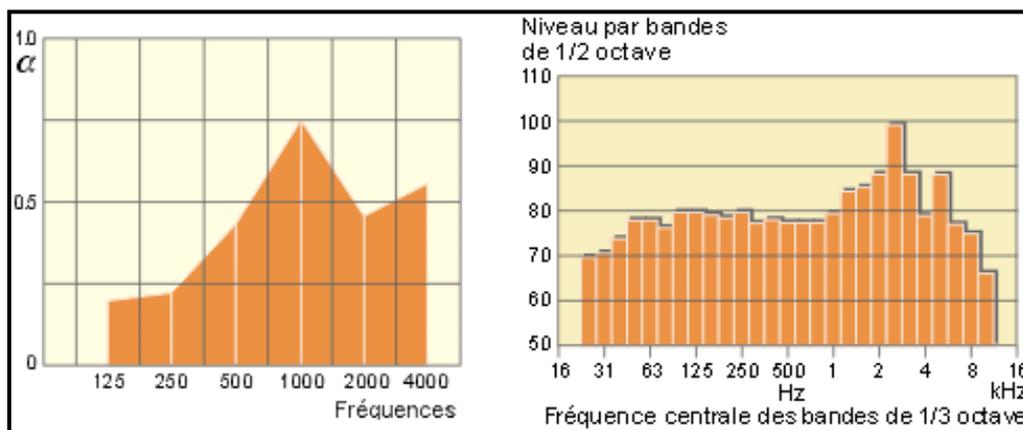


Figure 1.5 : Schéma de bande de fréquences.

C'est l'intensité d'un bruit et la durée d'exposition à ce bruit qui peuvent être à l'origine de troubles auditifs graves et irréversibles. Dans la vie courante ou dans la vie professionnelle, les sons deviennent pénibles lorsque leur niveau dépasse 75 à 80 dB. Ils ne sont nocifs pour

l'oreille qu'à partir de 85 dB. A partir de 110 dB, ils deviennent intolérables et peuvent dégrader très rapidement l'audition.

### 1.5 Mesureur laser

Ce mesureur laser sert à, comme son nom l'indique, mesurer la distance entre deux points avec une seule touche [6].

Le télémètre laser est utilisé partout, dans le domaine du bâtiment, la menuiserie, la charpenterie, les travaux public et même dans le domaine sportif.

Par exemple le mètre laser remplace les mètres rubans en raison de son efficacité. Il permet en général de prendre des mesures des distances, des surfaces et des volumes. En effet, cet outil est très maniable. Il est conçu pour les particuliers en vue des petits travaux.

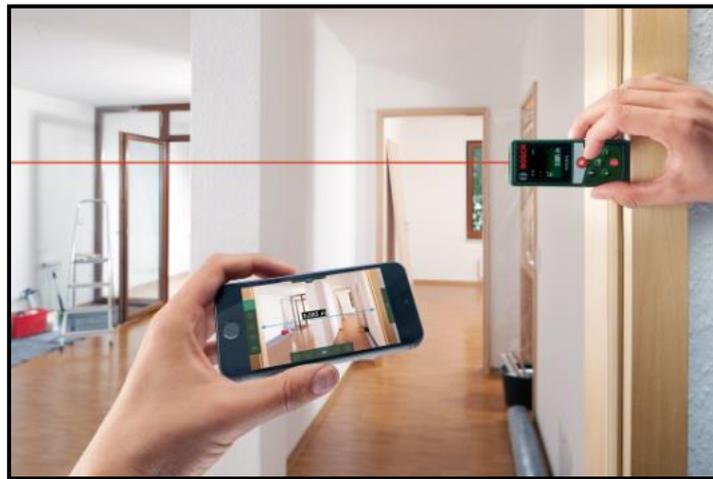


Figure 1.6 : Image d'utilisation un mesureur laser.

### 1.6 Mesureur d'isolement

Le mesureur d'isolement détecte les résistances d'isolement jusqu'à un maximum de 8 G $\Omega$  (dans des tensions auxiliaires de 250, 500 et 1000 V). De plus, le mesureur d'isolement nous permet une mesure pour des tensions alternatives et continues jusqu'à un maximum de 950 VDC et 700 VAC, et des résistances jusqu'à un maximum de 2 k $\Omega$ . Il a un vérificateur de transit avec un signal acoustique intégré. Les valeurs de mesure peuvent se retenir rien qu'en appuyant sur un bouton. L'appareil respecte les normes DIN 57 411 partie 1/VDE 0411 partie 1, des contre-mesures pour des mesureurs électroniques (IEC1010-1) et DIN VDE 0413 (mesureur d'isolement).

La résistance d'isolement est la résistance en ohms dans des lignes, des câbles et des installations électriques. Elle prend une grande importance pour la protection des personnes contre les décharges électriques et la prévention des dommages matériels par des courants de dérivation. Avec les mesures des résistances d'isolement, l'état de l'isolement est vérifié et évalué (conducteurs et carcasses) [7].

Grâce à sa multifonctionnalité, le mesureur d'isolement peut être utilisé dans de nombreux domaines :

Mesures de câbles d'isolement, transformateurs, moteurs et isolateurs en général,

Mesures de hautes résistances,

Maintenance et conservation,

Mesures diélectriques et mesures de polarité.

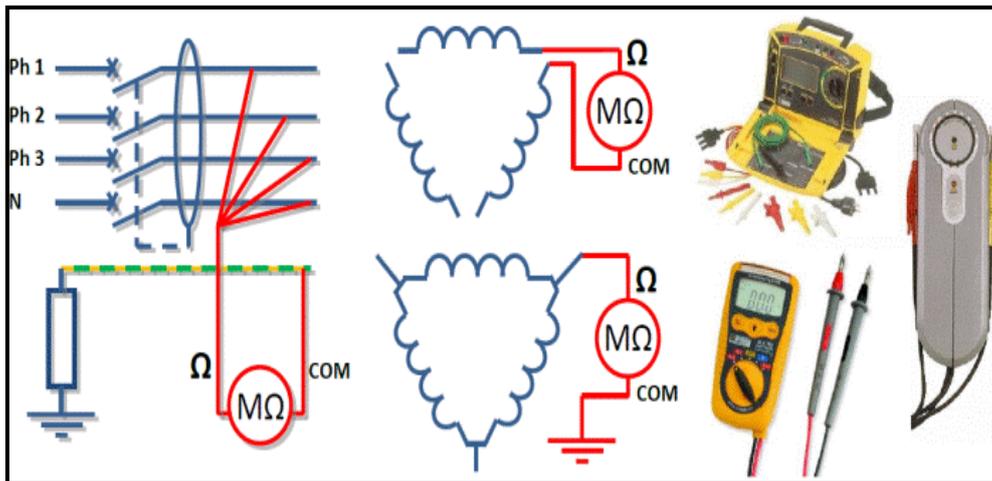


Figure 1.7 : Mesureur d'isolement en moteur triphasé.

Afin de garantir la sécurité des biens (incendie) et des personnes (électrocution), les équipements électriques, câble d'alimentation, protection, moteur, ont des caractéristiques d'isolement qui permettent de limiter la circulation du courant électrique en dehors des conducteurs.

Les matériaux constituant les isolants peuvent au fil du temps perdre de leur qualité, car ils sont soumis à des phénomènes de surtensions ou des chocs répétés ou encore à des contraintes de dilatation due à des températures extrêmes.

Toutes ces causes sont de nature à réduire la résistivité au courant électrique des isolants et permet des courants de fuite, que ce soit en dépannage ou en maintenance préventive. La

mesure d'isolement à l'aide d'un mégohmmètre permet de détecter d'éventuels défauts de ses isolants [8].

### 1.7 Dynamomètre

Un dynamomètre est par définition un appareil qui sert à mesurer les forces. Il est utilisé dans de nombreux domaines, mais est surtout très présent dans le domaine de l'industrie. Son utilisation est assez large et s'applique dans plusieurs départements au sein d'une même industrie.

Actuellement, on peut distinguer deux grands types de dynamomètre : le dynamomètre mécanique et le dynamomètre numérique. Leur fonction de base est la même, donner la valeur d'une force dont l'unité de mesure est le newton. La différence entre ces deux types se situe au niveau de la conception de l'instrument.

La version numérique est un peu plus simplifiée, notamment dans la lecture du résultat. Avec un dynamomètre électronique, en plus du newton, l'unité de mesure utilisée peut aussi être le kilogramme ou la livre.

- **Le dynamomètre est indispensable aux machines d'essais :**

En général, presque toutes les machines d'essais mécaniques sont équipées d'un dynamomètre. En effet, le dynamomètre se compose d'un ressort qui constitue l'élément de base permettant de connaître la valeur d'une force.

Cet instrument de mesure est ainsi utilisé dans de nombreux domaines, comme lorsqu'il faut réaliser le contrôle de qualité de nombreux produits industriels. En guise d'exemple, on peut citer de nombreux produits utilisés au quotidien à savoir les boutons, les différents câbles et ressorts, les clés, les ordinateurs portables, etc.

- **Le dynamomètre dans les laboratoires :**

Au sein d'un laboratoire, cet instrument de mesure permet de définir avec précision la conformité ou non d'un produit donné. Cela dit, plusieurs paramètres sont à considérer lors des contrôles de qualité. Ces paramètres peuvent toutefois varier en fonction du type de matériaux à analyser.

À l'aide d'un appareil équipé d'un dynamomètre, on peut par exemple effectuer le test de cosse de câbles. On peut aussi mesurer la force exercée par un type de colle, et vérifier si celle-ci peut répondre à la norme attendue lors de son utilisation ultérieure.

Pour les procédés un peu plus complexes comme les essais de pelage, de texture ou de friction, il est également possible de recourir à l'utilisation d'un dynamomètre. Certes, l'appareil ne sera pas utilisé directement, mais il fait partie intégrante de la machine avec laquelle l'essai sera effectué. Sans cela, aucune valeur de force ne pourra être obtenue.

- **Le dynamomètre utilisé pour les recherches :**

Le domaine de la recherche et développement est une discipline qui ne cesse d'évoluer. Même avec les nouvelles technologies qui existent de nos jours, le dynamomètre y trouve toujours une place indispensable. Pour définir la propriété d'un nouveau matériau, des essais sont à effectuer [9].



Figure1.8 : Photo d'un dynamomètre.

### 1.8 Mesureur de résistance de terre

C'est un mesureur qui permet de déterminer de façon rapide et simple la résistance de terre. L'isolement de terre se détermine avec ce mesureur de résistance de terre grâce à la technique de trois conducteurs dans une plage de mesure.

Il permet également de connaître les tensions parasites présentes dans le sol.

Robuste et simple d'utilisation, il est adapté aux mesures dans les habitations, les bâtiments industriels, les sous-stations, etc...

Il est largement utilisé en électricité, télécommunications, météorologie, mine de pétrole, construction, protection contre la foudre, équipements industriels électriques et autre résistance de terre, résistivité du sol, tension de terre, mesure de la tension [10].

### Mesureurs de la résistance de terre :

(Appareil pour vérifier les prises de terre)

(Méthode de mesure à trois conducteurs, remise à zéro, avec des piques)

(Pour tension de terre, méthode de mesure de 3 conducteurs, à 2000  $\Omega$ , écran analogique ou digital)

(Mesureurs de terre pour mesurer la résistance à terre et de contact, mesure à 2, 3 et 4 pôles).

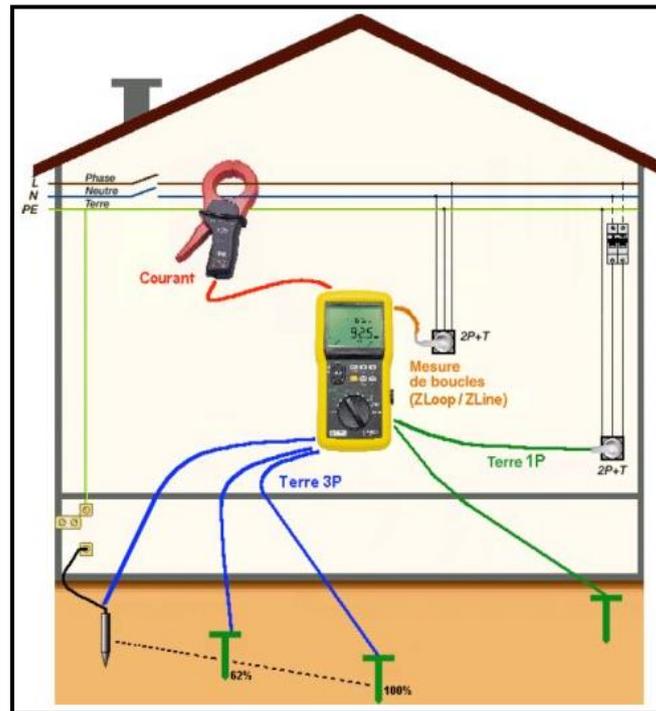


Figure 1.9 : Mesureur de résistance de terre.

### 1.9 Mesureur de longueur de câble

C'est un mesureur qui détecte la longueur de câbles de tous les types de cuivre ou d'aluminium (Al), tels que les câbles de réseau.

Le mesureur détecte au moyen du TDR (réflectomètre avec indication temporelle) la longueur des câbles et la distance jusqu'à l'extrémité du câble ou le point défectueux (par exemple, la rupture des fils, des meurtrissures ou court-circuit). Avec la fonction voltmètre intégrée pour vérifier les câbles, il est possible de travailler éventuellement avec des lignes actives. Il est possible de connecter le câble aux lignes de courant de jusqu'à 250 V et il nous montre la tension. La longueur du câble peut être numériquement montrée sans déroulement encombrant des bobines de câble dans quelques secondes. Il est construit dans la compensation

automatique de la température pour des changements de la température ambiante pour assurer l'exactitude de la mesure [11].

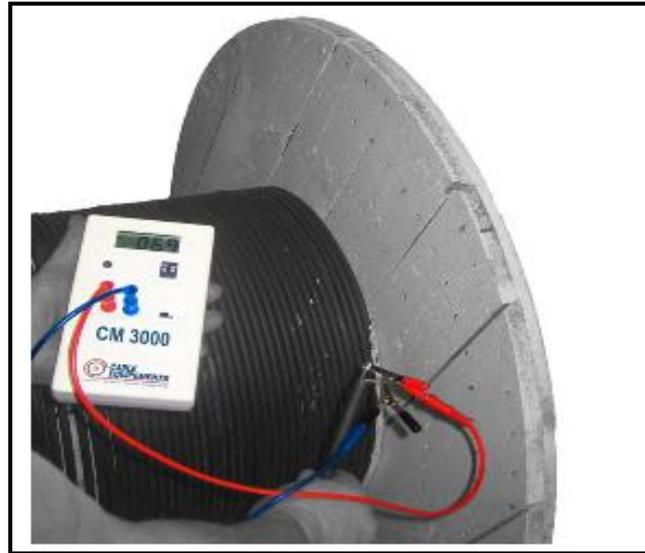


Figure 1.10 : Mesureur de longueur de câble.

### 1.10 Mesureur de combustion

La combustion est une réaction chimique, à température élevée entre un combustible qui contient essentiellement du carbone, de l'hydrogène, parfois du soufre, et de l'oxygène apporté par un comburant généralement de l'air.

La mesure s'effectue par comparaison à un volume de référence connu avec précision et ceci par une méthode acoustique.

- **Les caractéristiques générales du mesureur de volume acoustique sont les suivantes :**

1. Le volume à mesurer peut rester à l'état sec, sans nécessité d'utiliser un liquide
2. Le temps requis pour la mesure est extrêmement court
3. Facile à utiliser, aucune expérience nécessaire
4. Très grande répétabilité.

Exemple de précision : 0,05 ml d'incertitude pour un volume de 50 ml (température de 20 ° C, taux HR de 50%)

Lorsque l'objet de mesure est une culasse, le volume de la chambre de combustion peut être mesuré indépendamment de sa forme en plaçant simplement un dispositif acoustique sur la cavité de la chambre de combustion elle-même.

Par exemple, si le volume de la chambre de combustion est de 45 ml, l'étalonnage est effectué avec trois volumes de référence (40 ml, 50 ml). Le volume de la chambre de combustion peut ensuite être mesuré immédiatement [12].

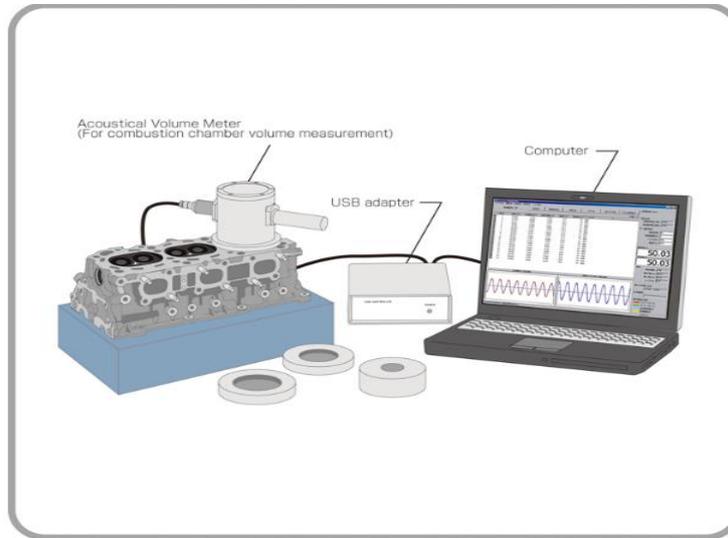


Figure 1.11 : Installation de mesureur de combustion.

- **Mesure de pression gaz et de tirage :**

A l'installation ou dans le cadre d'un contrat d'entretien, il est nécessaire de réaliser des mesures de pression gaz et de tirage sur une chaudière pour s'assurer de son bon fonctionnement. Un seul appareil de mesure de type analyseur de combustion ou manomètre suffit pour réaliser ces deux mesures distinctes.

### 1.11 Mesureur de fréquence

Les mesureurs de fréquence, aussi appelés compteurs de fréquence, sont des appareils électroniques qui mesurent la tension alternative dans sa fréquence. Ces mesureurs de fréquence indiquent l'amplitude d'oscillation des impulsions dans un temps défini. Les domaines d'utilisation de ces mesureurs de fréquence sont les suivants: ce type d'appareils est presque toujours utilisé pour des mesures dans des fréquences de réseau, des basses fréquences, hautes fréquences d'oscillations et radiofréquences. En combinaison avec des capteurs externes, il est possible de mesurer des fréquences mécaniques, des tours et d'autres processus physiques. Les mesureurs de fréquence peuvent aussi s'utiliser comme compteurs d'impulsions.

Un mesureur de fréquence peut être utilisé pour mesurer des composants électroniques à hautes fréquences. Il peut augmenter la productivité des fabricants de composants

électroniques. Il est principalement utilisé par les ingénieurs et techniciens de production et fabrication, ainsi que par les professeurs et les étudiants d'universités [13].

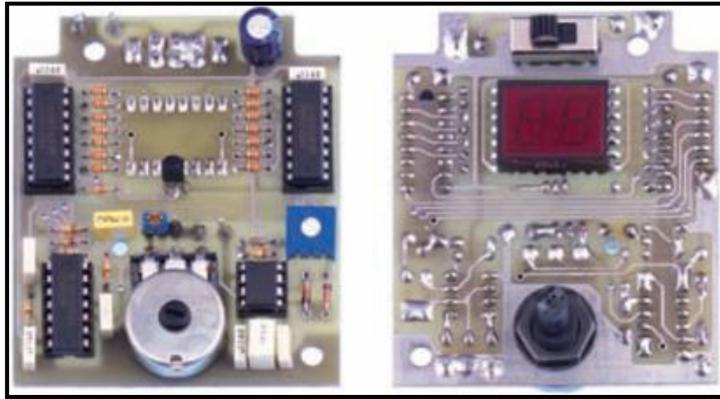


Figure 1.12 : Circuit d'un mesureur de fréquence.

### 1.12 Conclusion

Ce chapitre a été consacré aux mesureurs dans l'électronique de façon générale et aux domaines de leurs utilisations.

# *Chapitre 2*

Chapitre 2 : Etude théorique des différents étages

2.1 Schéma synoptique et fonctionnement global

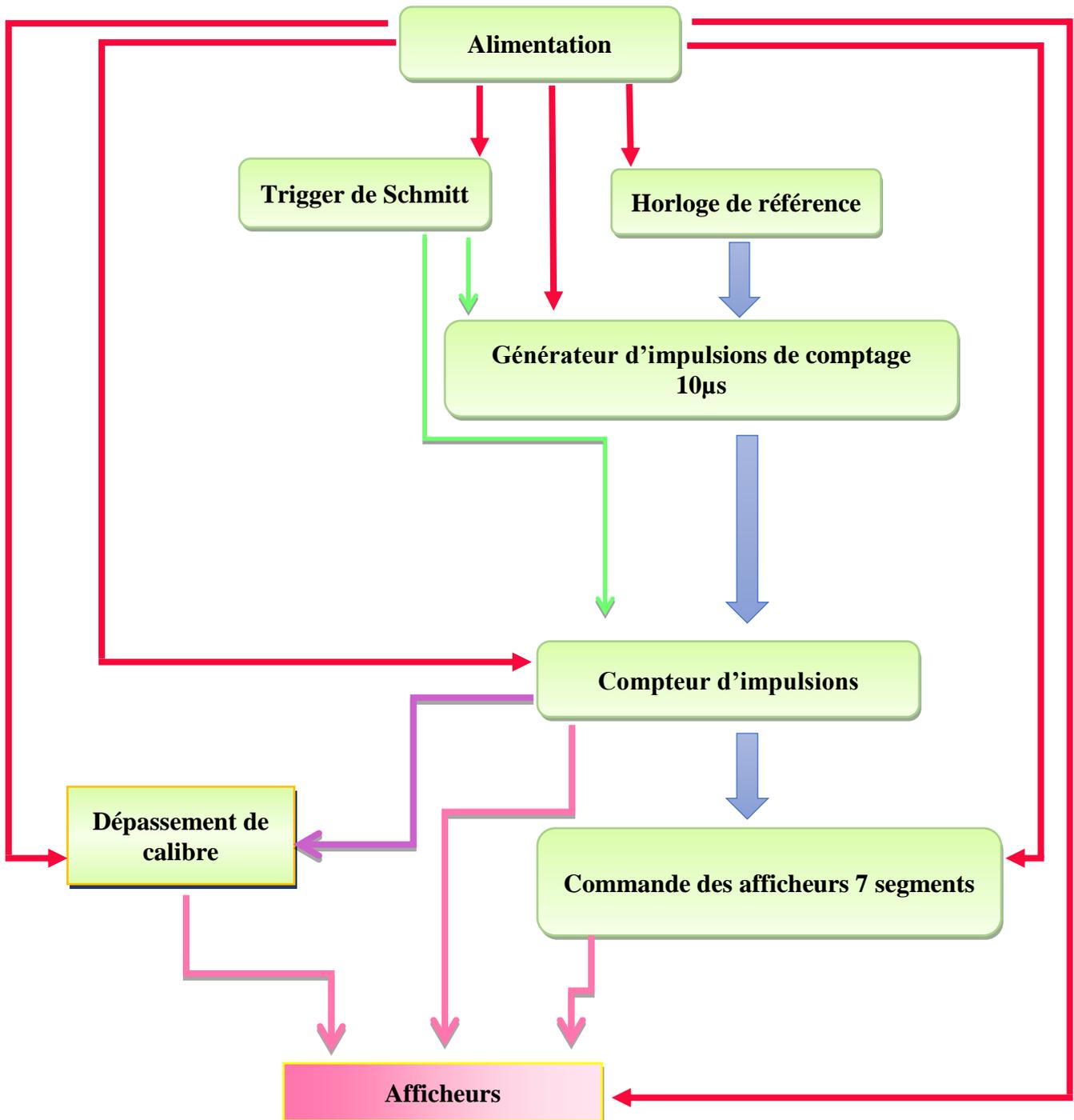


Figure 2.13 : Schéma synoptique du montage.

L'impulsion à mesurer est présentée à l'entrée du montage. Elle est mise en forme par des Triggers de Schmitt ; puis elle attaque, en même temps qu'un signal de fréquence de référence, un générateur d'impulsions de comptage. Le signal délivré par ce générateur et le

signal d'entrée vont attaquer un compteur de l'impulsion. Le circuit de commande et le compteur sont reliés aux afficheurs de la durée de l'impulsion. Si la durée admissible de l'impulsion est dépassée, l'ordre est envoyé par le compteur au circuit de dépassement.

## 2.2 Alimentation stabilisée (à régulateur)

### 2.2.1 Définitions et classification

Dans la grande majorité des équipements électroniques l'alimentation étant nécessaire, c'est un convertisseur d'énergie. Sa fonction consiste à fournir une ou plusieurs tension (ou courant) bien précise et souvent stable avec une meilleure régulation.

Classification par famille ou catégorie en fonction de la nature de l'énergie transformée

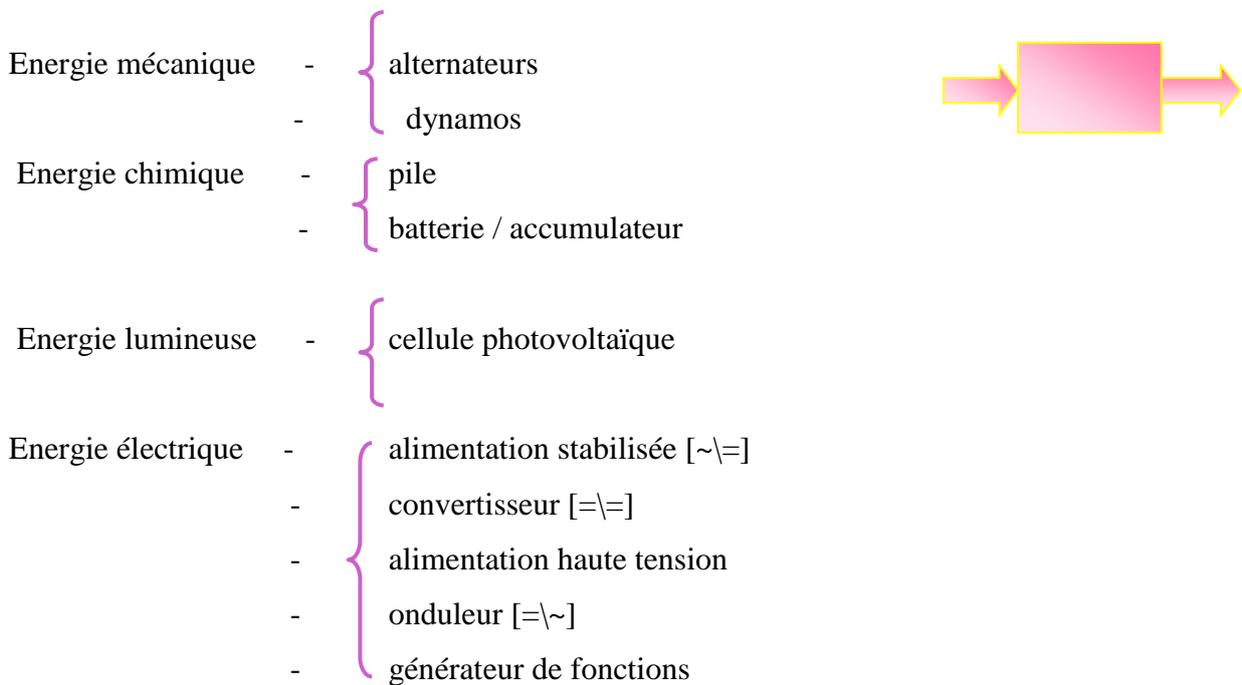


Figure 14.2 : Classification par famille ou catégorie en fonction de la nature de l'énergie transformée [14].

### Les caractéristiques de sortie [14]

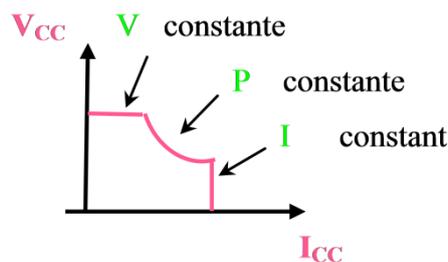


Figure 2.3 : Les caractéristiques de sortie.

## Chapitre 2 : Etude théorique des différents étages

Une alimentation stabilisée génère un courant ou une puissance ou une tension continue à une charge connectée à ses bornes.  
 Notre alimentation stabilisée est composée d'un transformateur, d'un redresseur, d'un filtre et d'un régulateur ou stabilisateur.

### 2.2.2 Alimentation continue

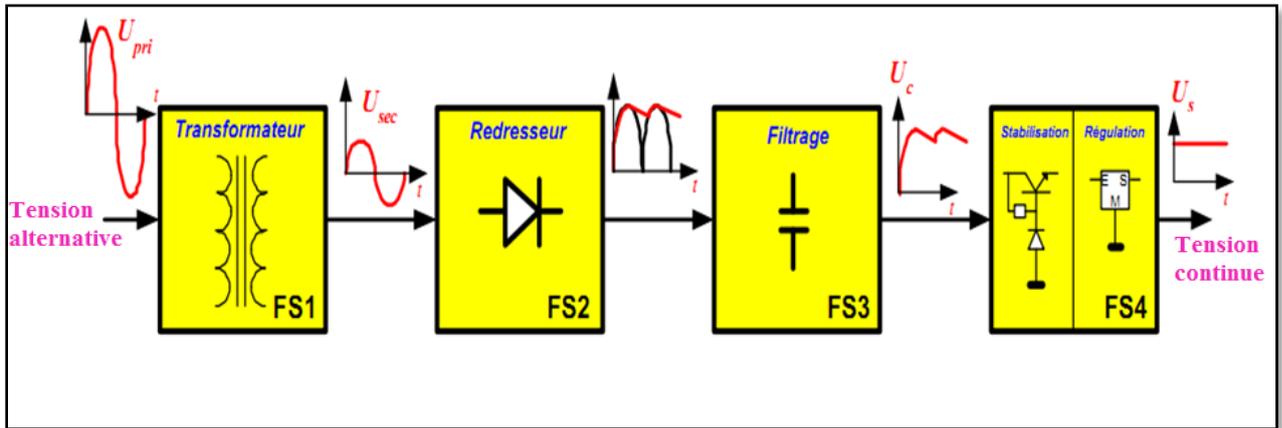


Figure 2.15 : Bloc de diagramme d'une alimentation.

Cette alimentation stabilisée est composée de 4 étages :

Transformateur	Redresseur	Filtre	Régulateur
Diminue l'amplitude de la tension secteur	Convertit une tension alternative en une tension unidirectionnelle	Stocke l'énergie de façon à lisser la tension de sortie du redresseur.	Stabilise la tension et le courant de sortie de manière à les rendre constants (continus).

Tableau 2.1 : Le but de chaque étage d'alimentation stabilisée.

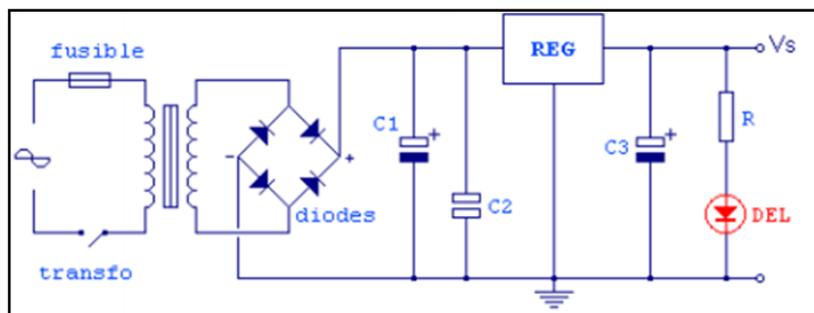


Figure 2.16 : Circuit d'alimentation.

### 2.2.2.1 Transformateur

C'est un appareil électromagnétique statique destiné à transformer un système de courant alternatif. Il permet de diminuer l'amplitude de la tension secteur. Il est utilisé aussi comme adaptateur ayant pour but :

- Séparation galvanique entre l'équipement et le secteur (primaire/secondaire)
- D'adapter la tension fournie par le secteur [15].

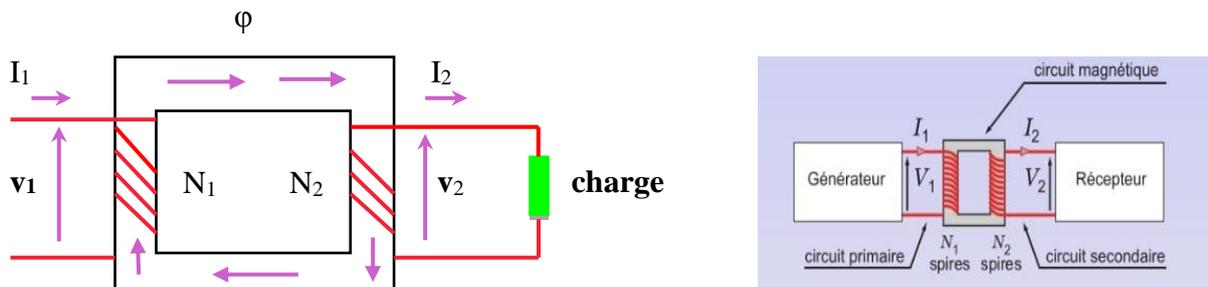


Figure 2.17 : Schéma d'un transformateur.

Le transformateur est constitué de deux enroulements :

Enroulement primaire avec une tension  $v_1$ , celle qui produit une autre tension est appelée "secondaire"  $v_2$ . Le courant  $I_1$  qui circule dans l'enroulement primaire génère un flux  $\phi$  ; ce flux mutuel sert de liaison entre le primaire et le secondaire ; il induit dans le secondaire un autre courant  $I_2$  [16].

Un transformateur est caractérisé par son rapport de transformation [17].

$$M = \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$V_1$  : valeur efficace de la tension d'entrée (primaire)

$V_2$  : valeur efficace de la tension de sortie (secondaire)

$M > 1$  : transformateur élévateur de la tension

$M < 1$  : transformateur abaisseur de la tension

$N_1, N_2$  : nombres de spires des enroulements primaire et secondaire

$S$  : la puissance apparente en VA

$$S = V \times I$$

La puissance en régime sinusoïdal s'exprime par :

$$P = V_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos\phi = S \cos\phi$$

$\phi$  est le déphasage entre  $V$  et  $I$  : il dépend de la nature de la charge (R, L, C).

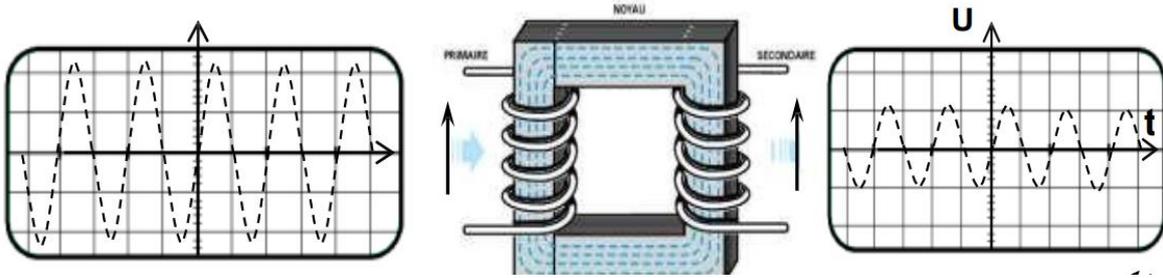


Figure 2.18 : Signal d'entrée et de sortie d'un transformateur abaisseur de la tension.

### 2.2.2.2 Redressement double alternance : Pont de diodes ou GRAETZ

Le redresseur double alternance en pont, appelé aussi « pont de Graetz » ou à quatre diodes, est le montage le plus utilisé à cause de sa simplicité [18].

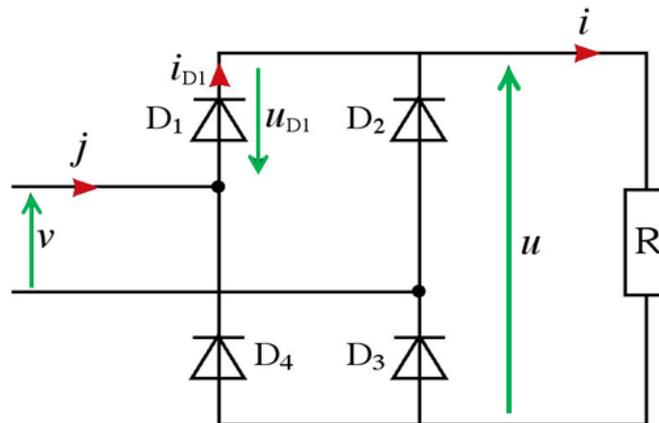


Figure 2.19 : Schéma simple de pont de Graetz.

Cette fonction est réalisée par 4 diodes, disposées pour convertir la tension alternative du secondaire du transformateur en impulsions unidirectionnelles de courant.

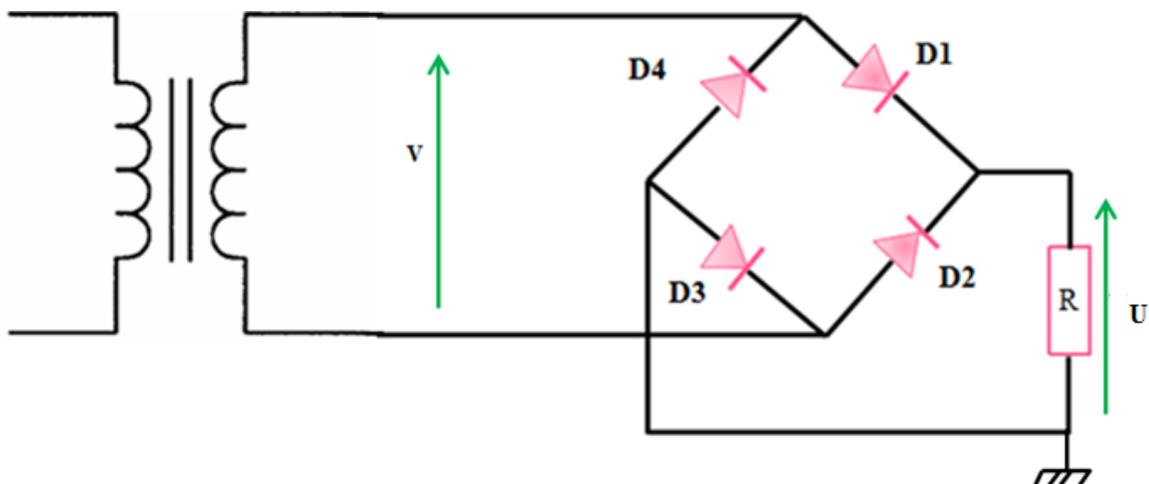


Figure 2.20 : Circuit d'un redresseur en pont.

## Chapitre 2 : Etude théorique des différents étages

<b>Tension maximum</b>	$V_{RMAX} = V_{EMAX} - 2 \times V_{DSeuil}$
<b>Tension moyenne</b>	$V_{RMAX} = \frac{2V_{RMAX}}{\pi}$
<b>Tension efficace</b>	$V_{RMAX} = \frac{V_{RMAX}}{\sqrt{2}}$
<b>Fréquence de <math>U_R</math></b>	$f_{UR} = 2 \times f_{secteur}$
<b><math>V_{inv} (D)</math></b>	$V_{RMAX}$

Tableau 2.2 : Tensions aux bornes de la charge.

Dans ce cas ; le pont de Graetz réalise un redressement double alternance et les diodes sont passantes deux à deux. Quand deux diodes conduisent en même temps, les deux autres sont bloquées.

Durant le demi-cycle positif à l'entrée, les diodes  $D_1$  et  $D_3$  sont sous polarisation directe et conduisent le courant dans le sens inverse à celui de  $V_c$ , une tension est développée aux bornes de la charge R. Durant ce temps, les diodes  $D_2$  et  $D_4$  sont sous polarisation inverse donc supposées comme des circuits ouverts.

Lorsque le demi-cycle est négatif, les diodes  $D_2$  et  $D_4$  sont sous polarisation directe et conduisent ; le courant est dans le sens inverse à celui du demi-cycle positif. Durant ce temps,  $D_1$  et  $D_3$  sont sous polarisation inverse (circuits ouverts). Une tension de sortie redressée double alternance apparait donc aux bornes de la charge R [19].

**Si  $v > 0$  :**

Les diodes  $D_1$  et  $D_3$  sont passantes donc  $v_c = v$

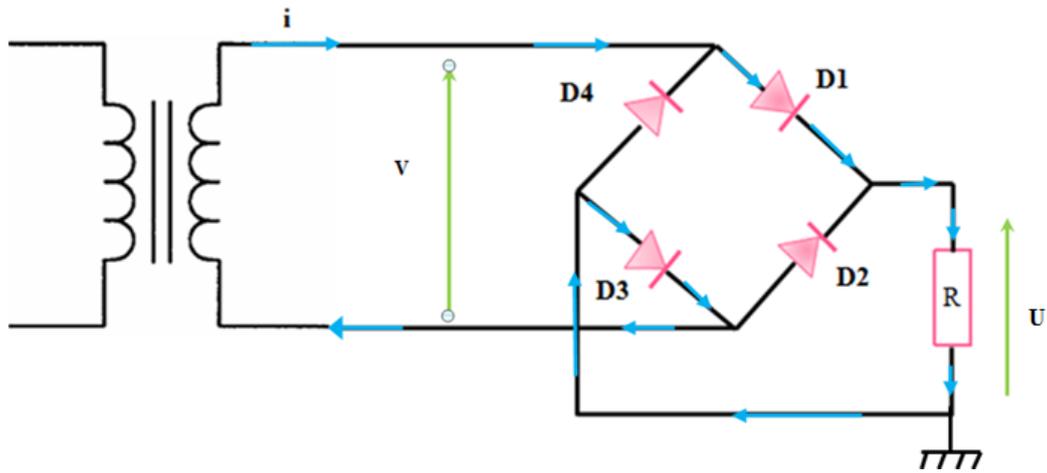


Figure 2.21 : Pendant le demi-cycle positif de l'entrée.

**$V < 0$**  :

Les diodes D4 et D2 sont passantes donc  $v_c = -v$

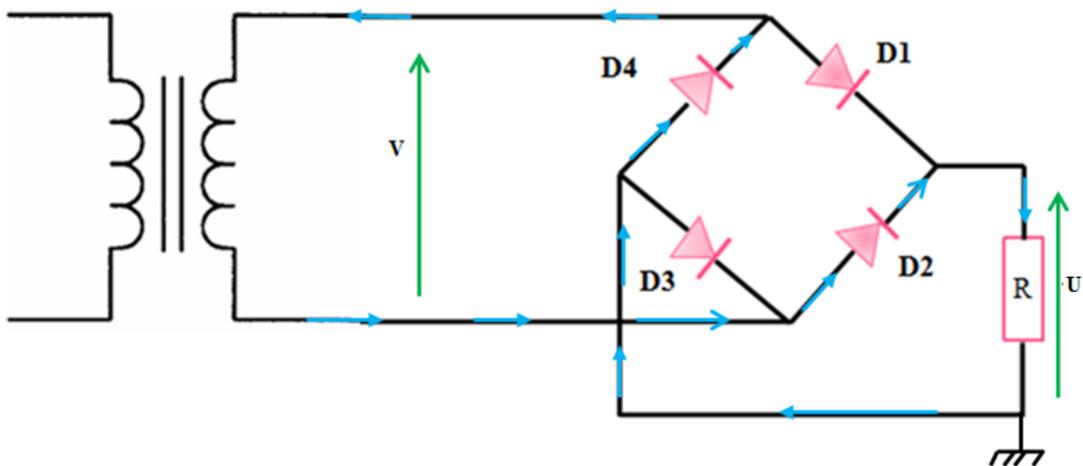


Figure 2.22 : Pendant le demi-cycle négatif de l'entrée.

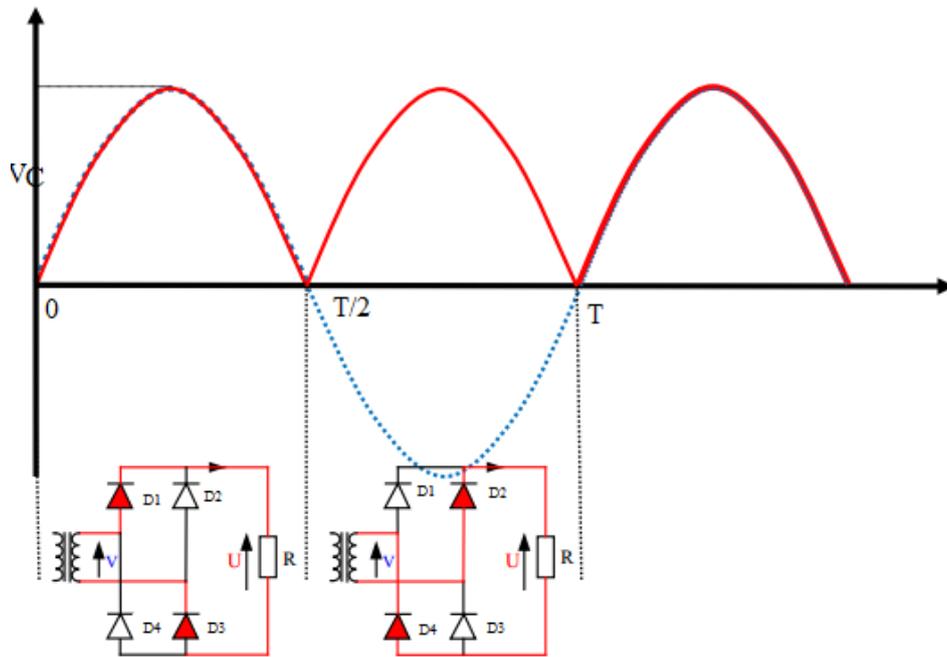


Figure 2.23 : Signaux d'entrée et de sortie d'un redresseur en pont.

Type	Onde de sortie	Fréquence de sortie	Nombre de diodes	Exemple d'utilisation	Tension moyenne
Simple alternance	$V_{max}$	Égale à celle de l'entrée	1	Calculatrice Radio	$\frac{V_{max}}{\pi}$
A point milieu		Double de l'entrée	2	Redressement de petite tension	$\frac{2 V_{max}}{\pi}$
En pont		Double de l'entrée	4	Bloc d'alimentation	$\frac{2 V_{max}}{\pi}$

Tableau 2.3 : La caractéristique d'un redresseur [20].

### 2.2.2.3 Filtrage

Ci-dessous est représenté le filtrage qui vient après le redressement. La tension de sortie au pont redresseur est loin d'être continue (forme pulsé). L'élément utilisé pour réaliser cette fonction c'est la capacité d'entrée (condensateur de grande valeur  $\mu\text{F}$ ) en parallèle, celle-ci servant de stockage pour les impulsions débitées par le redresseur et d'empêcher le passage à zéro de la tension redressée et en ajoutant une bobine de lissage placée en série.

Les cellules de filtrage ont pour but de diminuer la tension d'ondulation.

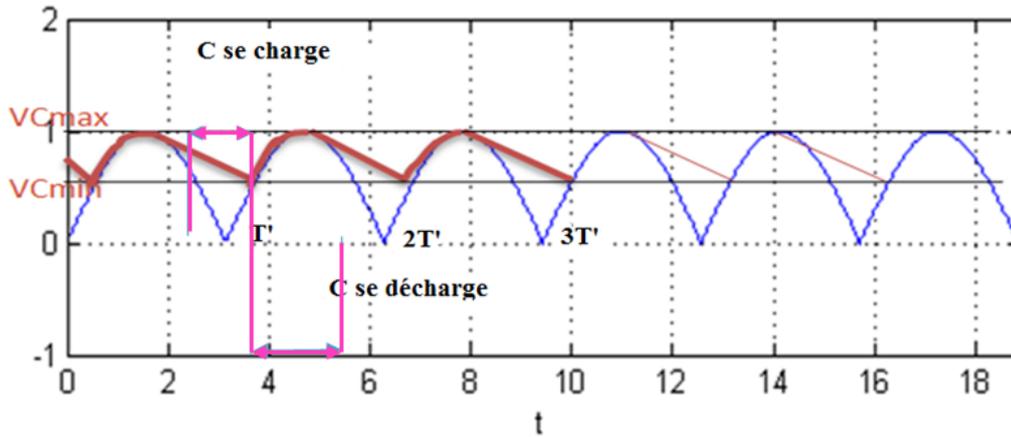


Figure 2.24 : Charge et décharge d'un condensateur pour lisser la tension.

La tension d'ondulation varie entre une valeur maximale  $VC_{MAX}$  et une valeur minimale  $VC_{MIN}$  :

$VC_{MAX}$  = Tension maximum de sortie du redresseur.

$VC_{MIN}$  = Tension minimum nécessaire au fonctionnement de la stabilisation ou régulation.

La charge de condensateur maintient plutôt cette tension minimale tout près de la valeur  $VC_{MAX}$ .

La valeur moyenne d'ondulation :

$$VC_{Moy} = \frac{VC_{MAX} - VC_{MIN}}{2}$$

Type de filtre	Composants	Utilisation
Capacitif	1 condensateur	Très employé par les alimentations à courant continu de faible et moyenne puissances.
Inductif	1 bobine	Surtout employé pour les alimentations fournissant de forts courants.
LC	1 bobine 1 condensateur	Circuit où il y a variation de la résistance de charge.
CLC	1 bobine 2 condensateurs	Système à faible courant qui nécessite une bonne régulation.

Tableau 2.4 : Caractéristique de circuit de filtrage [18].

### 2.2.2.4 Régulation

Le dernier bloc est le régulateur ; malgré le filtrage, la tension de sortie n'est pas parfaitement constante alors on ajoute un régulateur pour maintenir cette tension continue. Les régulateurs linéaires comprennent les éléments suivants :

- a) un circuit de régulation ;
- b) un élément de référence (diode Zener usuellement) ;
- c) un circuit d'erreur, rebouclé sur la régulation.

La figure ci-dessous montre le schéma de principe d'un régulateur linéaire.

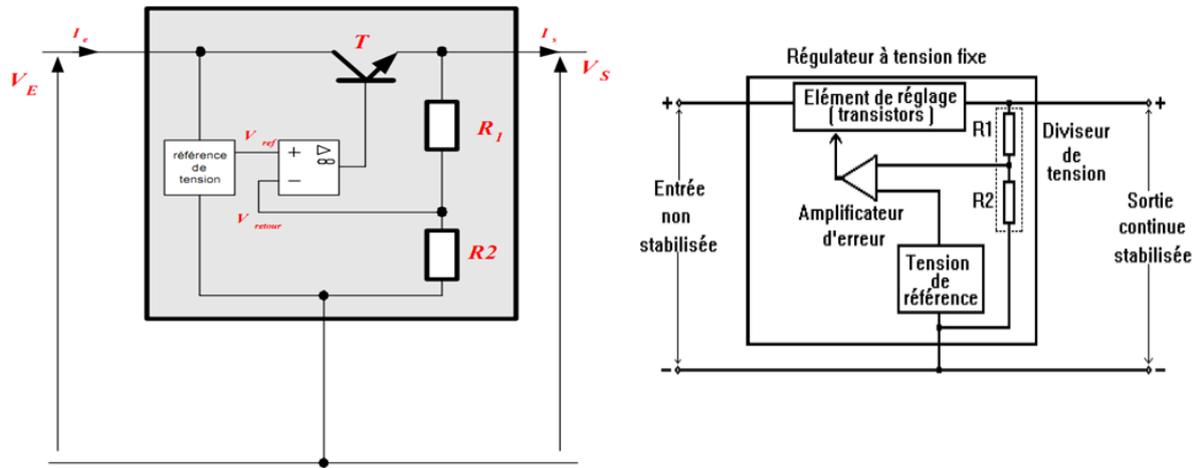


Figure 2.25 : Le schéma de principe d'un régulateur linéaire.

Pour fonctionner, le circuit d'erreur compare une fraction de la tension continue de sortie à la tension de référence. Cette fraction est prélevée au point milieu du pont diviseur que forment  $R_1$  et  $R_2$ .

La régulation fixe la tension de sortie à une valeur donnée. En permanence, la tension de sortie est comparée à une tension de référence, si la tension de sortie diminue alors le régulateur modifie ses paramètres pour pallier à cette chute.

Un régulateur de tension convertit une tension ayant une certaine ondulation en une tension particulièrement stable. Il doit maintenir ces conditions de stabilité dans une large gamme de variations du courant de charge, et également pour les fluctuations de la tension d'entrée.

Si la tension  $V_s$  diminue alors  $V_{retour}$  diminue, donc  $e$  augmente et  $V_s$  augmente.

Réciproquement ; si la tension  $V_s$  augmente alors  $V_{retour}$  augmente et donc  $e$  diminue et  $V_s$  diminue.

## Chapitre 2 : Etude théorique des différents étages

Il existe beaucoup de circuits intégrés pour réguler des tensions positives et négatives. Les plus connus sont les régulateurs à 3 broches des familles 78XX et 79XX.

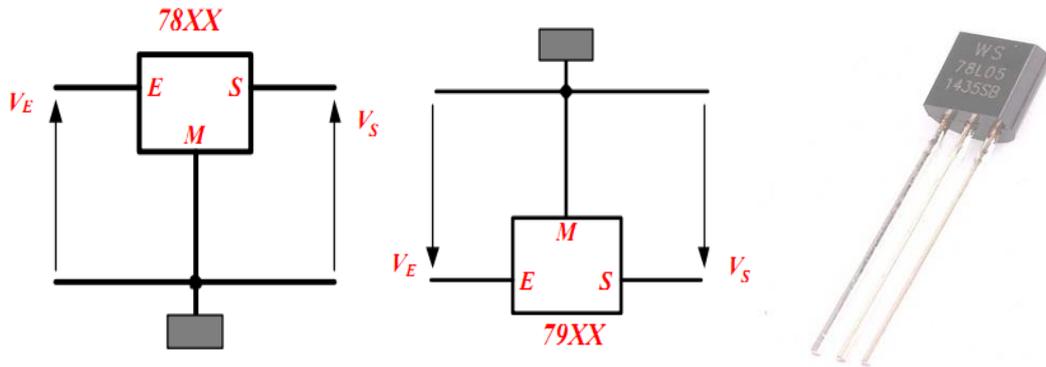


Figure 2.26 : Régulateurs de familles 78XX et 79XX.

Tableau des principaux régulateurs 78XX :

Courant nominal Tension nominale	100 mA	500 mA	1.5 A	3 A
2.6V	78L02			
3V	78L03			
5V	78L05	78M05	7805	78T5
6V	78L06	78M06	7806	
8V	78L08	78M08	7808	
9V	78L09		7809	
10V	78L10		7810	
12V	78L12	78M12	7812	78T12
15V	78L15	78M18	7815	78T15
18V	78L18		7818	
20V		78M20		
24V		78M24	7824	

Tableau 2.5 : Les principaux régulateurs 78XX.

- **Un régulateur de tension possède trois bornes :**

- Une entrée E recevant la tension redressée filtrée,
- Une sortie S qui délivre une tension très précise à la charge à alimenter,
- Une masse M reliée à la polarité négative de la tension redressée filtrée.

Cela augmente une tension de sortie 78xx en utilisant une diode. Les séries 78xx sont très bon marché, populaires. Bien qu'il s'agisse d'un régulateur de tension fixe, nous pouvons modifier le niveau de tension de sortie de nombreuses façons.

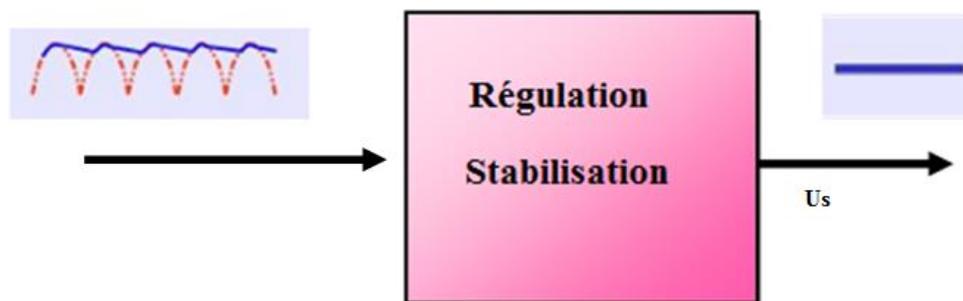


Figure 2.27 : Signaux d'entrée et de sortie de régulateur.

### 2.3 Filtre Passe-haut

Un filtre est un circuit électronique qui réalise une opération de traitement du signal. Autrement dit, il atténue certaines composantes d'un signal et en laisse passer d'autres.

Il existe plusieurs types de filtres, dont les plus connus sont :

- Filtre passe-haut
- Filtre passe-bas
- Filtre passe-bande
- Filtre réjecteur de bande
  - Filtre passe-haut : Il ne laisse passer que les fréquences au-dessus d'une fréquence déterminée, appelée "fréquence de coupure". Il atténue les autres (les basses fréquences). Autrement dit, il « laisse passer ce qui est haut ». C'est un atténuateur de graves pour un signal audio. On pourrait aussi l'appeler coupe-bas.

La manière la plus simple de réaliser physiquement ce filtre est d'utiliser un circuit RC.

Comme son nom l'indique, ce circuit est constitué d'un condensateur de capacité  $C$  et d'une résistance  $R$ . Ces deux éléments sont placés en série avec la source du signal d'entrée. Le signal de sortie est récupéré aux bornes de la résistance [21].

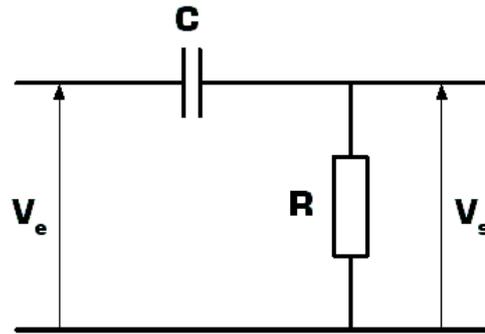


Figure 2.28 : Filtre passe haut passif du premier ordre (ou cellule CR).

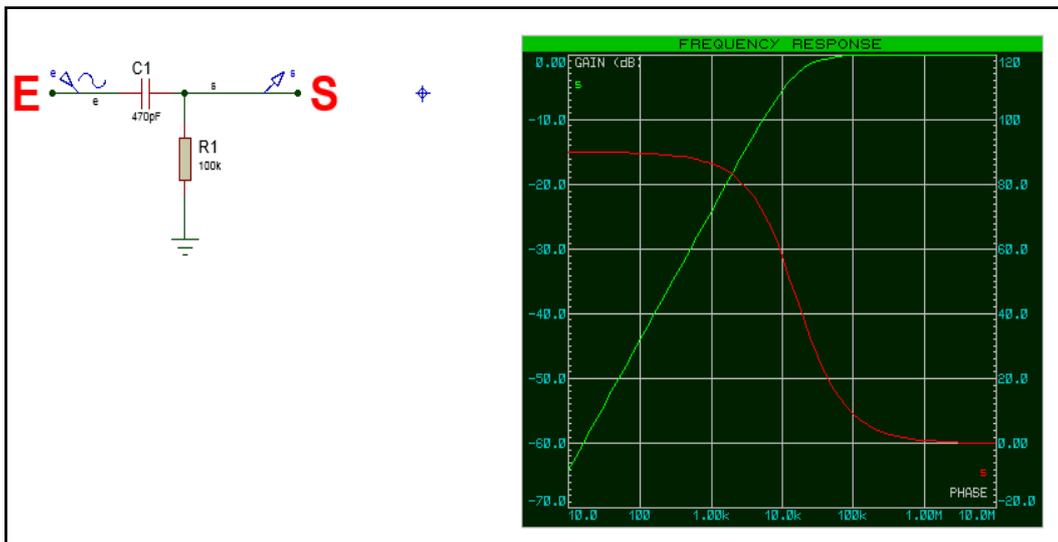


Figure 2.29 : Diagramme du filtre passe haut du premier ordre CR.

La fréquence de coupure dans ce filtre est :

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \text{ ou } \omega_c = \frac{1}{RC}$$

$$RC = 470 * 10^{-12} * 10^5$$

$$10^{-16} * 47 * 2\pi = 2.95 * 10^{-14}$$

$$f_c = 3.8 \text{ kHz}$$

## 2.4 Technologie des circuits intégrés

### 2.4.1 Définition

Avant toute chose il faut définir ce que sont TTL et CMOS. Ce sont deux familles technologiques utilisées pour les circuits logiques en électronique.

Pour ceux qui ne comprennent pas le terme 'circuit logique', c'est en fait un circuit intégré contenant des portes logiques telles que : OR, AND, NAND, etc...

### 2.4.2 La famille TTL

TTL est l'abréviation de "Transistor-Transistor Logic". Elle a été inventée en 1960. Cette famille est réalisée avec des transistors bipolaires. (De nos jours, la technologie TTL tend à être remplacée par la technologie CMOS).

#### Les avantages de cette famille :

Les entrées laissées en 'l'air' ont un état logique à 1 par défaut.

Une bonne immunité au bruit.

Un temps de propagation faible.

#### Les inconvénients de cette famille :

L'alimentation doit être précise à 5V +/- 5 % sinon on risque de détruire le circuit.

Du fait qu'elle est réalisée avec des transistors bipolaires elle consomme pas mal de courant comparé à la famille CMOS. (Car les transistors bipolaires sont commandés en courant).

Le nom des circuits de cette famille commencent par 74 suivi d'une ou plusieurs lettres représentant la série et suivi d'un code à 2 ou 3 chiffres représentant le modèle du circuit.

### 2.4.3 La famille CMOS

CMOS est l'abréviation de "Complementary Metal Oxide Semiconductor". Le premier dispositif MOS est apparu en 1960. Son développement a été rendu possible par les progrès réalisés par la technologie TTL. Cette famille est réalisée avec des transistors à effet de champs.

#### Les avantages de cette famille :

L'alimentation peut aller de 3V à 18V.

Le courant d'entrée est nul, car elle est réalisée avec des transistors à effet de champs. (Les transistors à effet de champs sont commandés en tension).

Une excellente immunité au bruit.

#### Les inconvénients de cette famille :

La vitesse de commutation est plus faible que pour la technologie TTL.

Le nom des circuits de cette famille commencent par '40' suivi de deux chiffres représentant le modèle du circuit.

## Chapitre 2 : Etude théorique des différents étages

	TTL :	CMOS :
Tension d'alimentation :	5V à + ou - 5%	de 3V à 18V
Courant d'entrée	Non négligeable	Nul
Fréquence maximale de fonctionnement	45MHz	16MHz
Appellation	74xxxx	4xxx
Transistors utilisés	bipolaires	à effet de champs

Tableau 2.6 : Tableau comparatif entre la technologie bipolaire et CMOS.

Ces valeurs de tension et courant sont spécifiques à la famille utilisée : circuits TTL ou circuits CMOS [22].

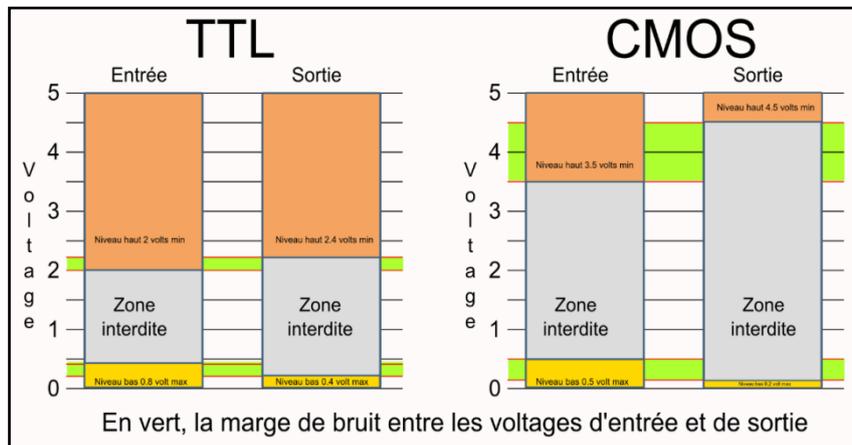


Figure 2.30 : La marge de bruit entre les voltages d'entrée et de sortie.

Niveau logique haut : les tensions des sorties sont un peu plus grandes que les tensions des entrées.

Niveau logique bas : les tensions des sorties sont un peu plus petites que les tensions des entrées.

La différence entre les tensions entrée/sortie assure une immunité aux bruits sur les signaux électriques entre les portes logiques.

Le terme TTL signifie Transistor Transistor Logic. Un circuit TTL utilise des transistors bipolaires.

Le terme CMOS signifie Complementary Metal Oxyde Semiconductor. Un circuit CMOS utilise des transistors MOSFET.

MOSFET signifie Metal Oxyde Semiconductor Field Effect Transistor [23].

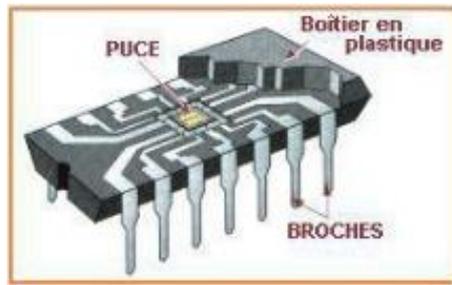


Figure 2.31 : Circuit intégré.

### 2.5 CD4069 inverseur

L'UTC CD4069 se compose de six circuits inverseurs et il est fabriqué à l'aide de MOS complémentaires (CMOS) afin d'atteindre une large plage de fonctionnement de l'alimentation, une faible consommation d'énergie, une immunité au bruit élevée et des temps de montée et de descente contrôlés symétriques. Toutes les entrées sont protégées contre les dommages dus à la décharge statique par des pinces à diodes sur VDD et VSS [24].

- **Caractéristiques de CD4069**

Large plage de tension d'alimentation: 3.0V ~ 15V.

Immunité élevée au bruit: 0.45 VDD typ.

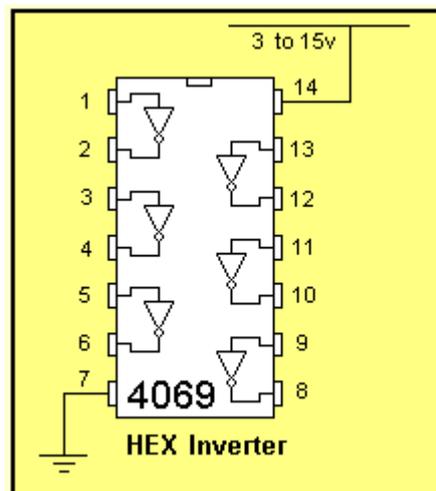


Figure 2.32 : Diagramme de connexion CD4069 inverseur.

### 2.6 Trigger de Schmitt

Une bascule de Schmitt, aussi nommée trigger de Schmitt ou bascule à seuil, est un circuit logique découvert en 1934 par Otto Schmitt, ingénieur américain.

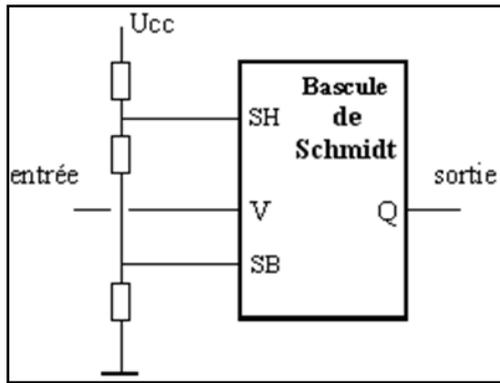


Figure 2.33 : Symbole d'une bascule de Schmitt.



Figure 2.34 : Image d'IC4584.

### 2.6.1 Principe de fonctionnement

C'est une bascule à trois entrées  $V$ ,  $SB$  et  $SH$  et une sortie  $Q$ . Contrairement aux autres bascules qui sont commandées en appliquant des signaux logiques à leurs entrées, la bascule de Schmitt est conçue pour être pilotée par une tension analogique, c'est-à-dire qui peut prendre n'importe quelle valeur (dans l'intervalle  $0 - V_{cc}$ , pour ne pas dégrader le circuit). Les entrées  $SB$  et  $SH$  (seuil bas, seuil haut, ce dernier étant à un potentiel supérieur à  $SB$ ) sont maintenues à des potentiels fixes ; ceci peut se faire par exemple grâce à un diviseur de tension composé de 3 résistances positionnées en série entre  $V_{cc}$  et la masse ;  $SH$  et  $SB$  sont reliés aux points intermédiaires du diviseur.

- supposons qu'au départ,  $V$  soit à 0 ;  $Q$  est alors à 0 ;
- lorsque  $V$  augmente,  $Q$  reste à 0 jusqu'à ce que  $V$  dépasse  $SH$  ; à ce moment,  $Q$  passe à 1 ;
- $Q$  reste à 1 jusqu'au moment où  $V$  devient inférieur à  $SB$  ; à ce moment,  $Q$  passe à 0 ;
- $Q$  reste à 0 jusqu'à ce que  $V$  repasse au-dessus de  $SH$ .

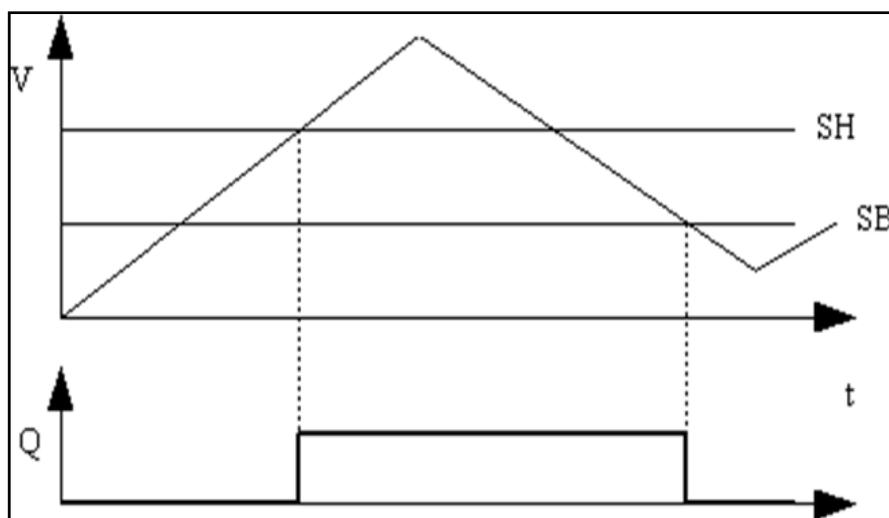


Figure 2.35 : Chronogramme de signaux de la bascule de Schmitt.

### 2.6.2 Applications

La principale application de la bascule de Schmitt est la mise en forme de signaux analogiques pour les appliquer à des circuits logiques (par exemple une entrée de compteur).

La bascule de Schmitt peut aussi être utilisée pour :

- débarrasser un signal du bruit ; il suffit que l'écart entre SH et SB soit supérieur à l'amplitude crête-à-crête du signal ;
- réaliser des circuits de contrôle avec hystérésis : thermostats, interrupteurs crépusculaires, maintien du niveau dans une cuve...
- le trigger de Schmitt est l'ancêtre des générateurs de musique, miniaturisé dans les sonneries des montres électroniques, les sonneries des téléphones portables, les Game-Boy et autres jeux électroniques, les alarmes électroniques, les cartes de vœux parlantes, les boîtes à musique et horloges électroniques, etc. Le fameux bip des premiers ordinateurs dans les années 1980 était un signal rectangulaire.

## 2.7 Transistor

### 2.7.1 Constitution interne

Le transistor est un composant actif qui fait partie de la famille des semi-conducteurs à trois électrodes actives, qui permet de contrôler un courant (ou une tension) sur une des électrodes de sorties (le collecteur pour le transistor bipolaire et le drain sur un transistor à effet de champ) grâce à une électrode d'entrée (la base sur un transistor bipolaire et la grille pour un transistor à effet de champ).

Il existe plusieurs types de transistors, chacun voué à une tâche qui se résume souvent à deux fonctions : la commutation ou l'amplification. Il est utilisé :

- Comme interrupteur dans les circuits logiques ;
- Comme amplificateur de signal ;
- Pour stabiliser une tension, moduler un signal ainsi que de nombreuses autres utilisations.

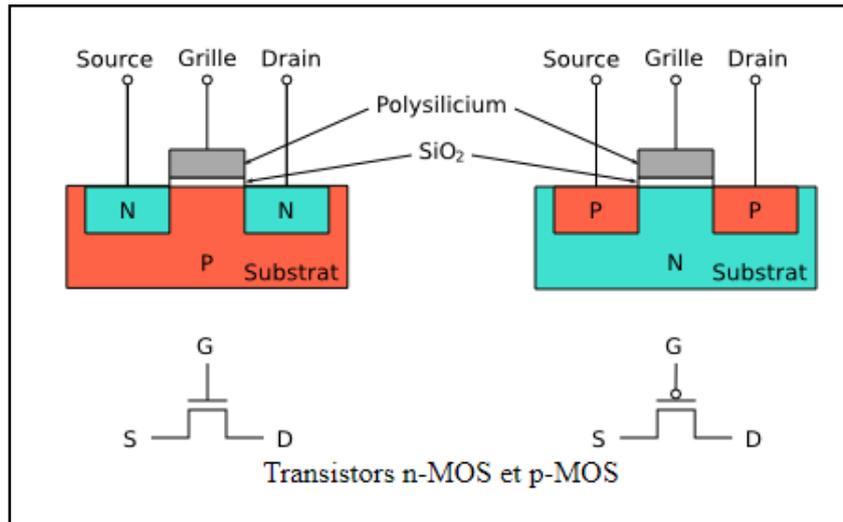


Figure 2.36 : Transistors n-MOS et p-MOS.

transistors bipolaires	symbole	transistors à effet de champ	symbole
le collecteur	<b>C</b>	le drain	<b>D</b>
la base	<b>B</b>	la grille	<b>G</b>
l'émetteur	<b>E</b>	la source	<b>S</b>

Tableau 2.7 : Caractéristiques de transistor bipolaire.

Dans les deux types de transistors bipolaires, l'électrode traversée par l'ensemble du courant s'appelle l'émetteur. Le courant dans l'émetteur est égal à la somme des courants du collecteur et de la base.



Figure 2.37 : Symbole d'un transistor.

La flèche identifie l'émetteur et suit le sens du courant ; elle pointe vers l'extérieur dans le cas d'un NPN, vers l'intérieur dans le cas d'un PNP. L'électrode reliée au milieu de la barre centrale figure la base et la troisième électrode figure le collecteur [25].

Les substrats utilisés vont du germanium, en passant par le silicium, l'arséniure de gallium, le silicium-germanium et plus récemment le carbure de silicium, le nitrure de gallium, l'antimoniure d'indium.

Pour la grande majorité des applications, on utilise le silicium alors que les matériaux plus exotiques tels que l'arséniure de gallium et le nitrure de gallium sont plutôt utilisés pour réaliser les transistors hyperfréquence et micro-onde.

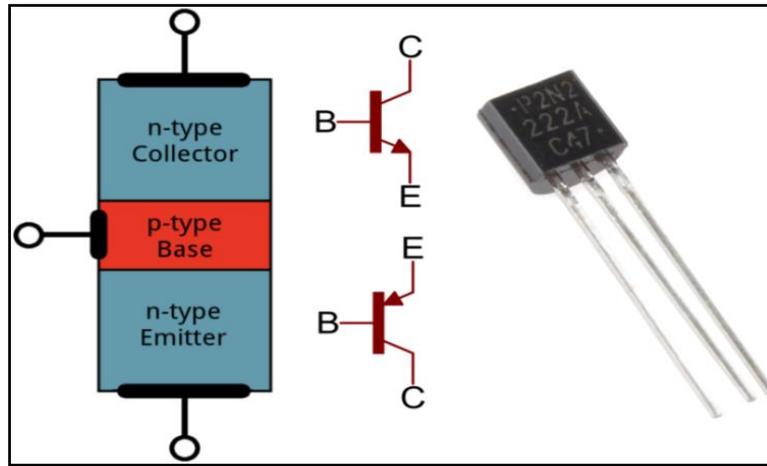


Figure 2.38 : Configuration et symbole d'un transistor bipolaire.

Un transistor bipolaire se compose de deux parties de semi-conducteur dopées identiquement (P ou N) séparées par une mince tranche de semi-conducteur dopée inversement ; on a ainsi deux types : N-P-N et P-N-P [26].

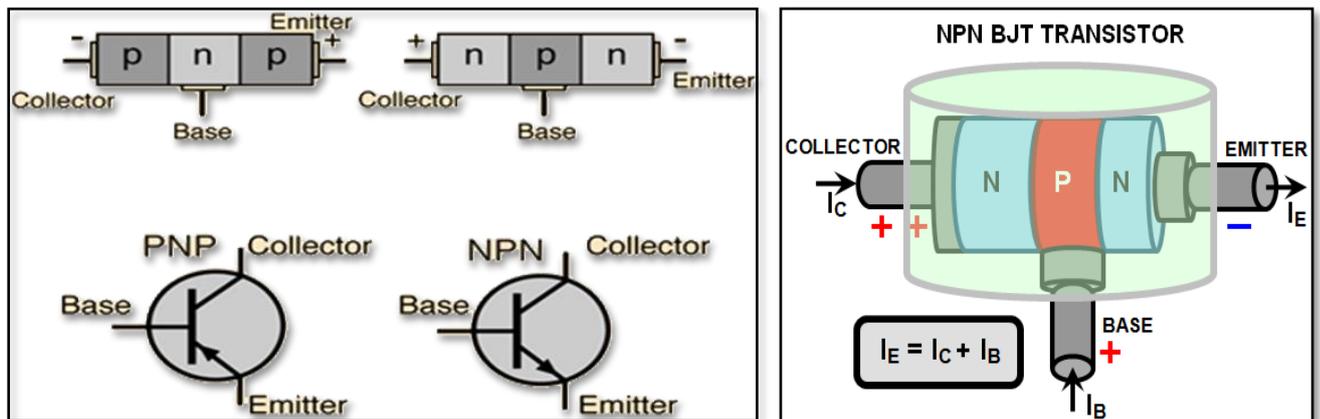


Figure 2.39 : Les transistors NPN et PNP.

### 2.7.2 Différents types de transistors

Il existe différents types de transistors : bipolaires, unipolaires (FET, JFET, JUGFET, IGFET), uni jonction UJT. Ils ont tous des caractéristiques qui leur sont propres, et sont capables de travailler sur des plages de puissances très variées (de quelques milliwatts à

plusieurs centaines de watts), et sur des plages de fréquences elles aussi très variées (de quelques hertz à plusieurs gigahertz), selon le modèle.

Le transistor à effet de champ classiquement se compose d'un barreau de semi-conducteur dopé N (ou P), et entouré en son milieu d'un anneau de semi-conducteur dopé inversement P (ou N). On parle de FET à canal N ou P suivant le dopage du barreau.

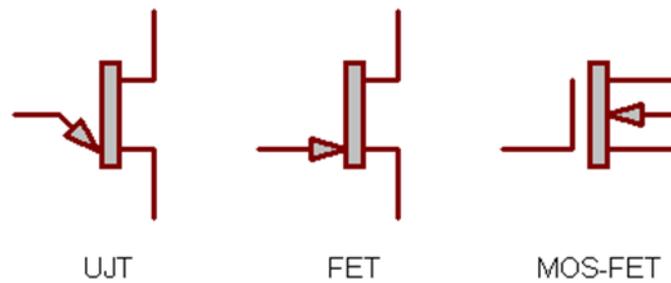


Figure 2.40 : Symboles de différents transistors unipolaires.

La caractéristique principale d'un transistor est de permettre la variation (on dit aussi modulation) d'un courant entre deux électrodes, quand une tension ou courant est appliqué sur une ou plusieurs autres électrodes. Les transistors ont remplacé les tubes électroniques, sauf dans certaines applications où le tube n'a pas encore trouvé de remplaçant [27].

Lorsque l'on conçoit un montage électronique, on se doit de choisir le transistor qui convient le mieux à l'application envisagée, en s'aidant des caractéristiques fournies par les constructeurs dans leurs documents techniques.

Un transistor bipolaire est certainement le type de transistor le plus employé, aussi bien dans le domaine des basses fréquences que des hautes fréquences, des faibles puissances que des hautes puissances. On l'appelle d'ailleurs tout simplement "Transistor". Il en existe des dizaines de milliers de références, de type NPN ou PNP, mais il est tout de même possible de les classer par ordre de puissance, de fréquence, de gain. Un transistor bipolaire possède trois électrodes nommées E (émetteur), C (collecteur) et B (base). Le transistor bipolaire peut être utilisé en base commune, en émetteur commun ou en collecteur commun, mais c'est en montage émetteur commun qu'on le retrouve le plus souvent utilisé (l'émetteur est commun à l'entrée et à la sortie) [28].

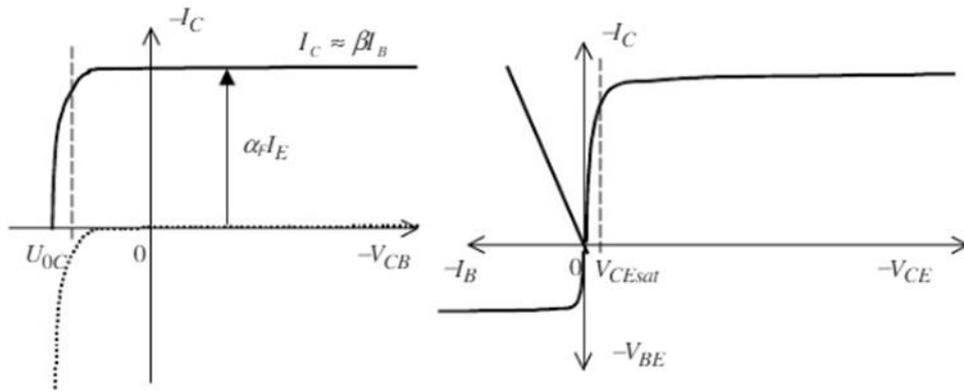


Figure 2.41 : Caractéristiques du transistor PNP en base commune à gauche (la flèche  $\alpha_F \cdot I_E$  représente l'effet transistor) et en émetteur commun à droite.

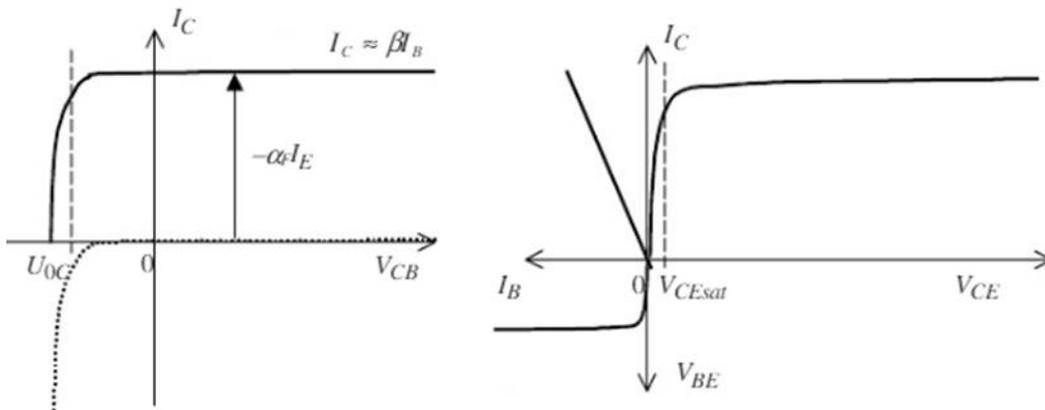


Figure 2.31 : Caractéristiques du transistor NPN en base commune à gauche (la flèche  $-\alpha_F \cdot I_E$  représente l'effet transistor) et en émetteur commun à droite.

### 2.7.3 Brève description du BC558

Le BC558 étant un transistor PNP, le collecteur et l'émetteur seront fermés (polarisés en direct) lorsque la broche de base est maintenue à la masse et seront ouverts (polarisés en inverse) lorsqu'un signal sera transmis à la broche de base. C'est là qu'un transistor PNP diffère d'un transistor NPN.

BC558 a une valeur de gain de 110 à 800 ; cette valeur détermine la capacité d'amplification du transistor. Le courant de crête pouvant traverser la broche du collecteur est de 200 mA, ce qui, combiné à la valeur de gain élevée, en fait un choix idéal pour les applications d'amplification audio.

Lorsque ce transistor est entièrement polarisé, il peut permettre à un courant continu de 100 mA de circuler sur le collecteur et l'émetteur. Cette étape est appelée région de saturation et la tension typique autorisée sur le collecteur-émetteur ( $V_{CE}$ ) ou la base-émetteur ( $V_{BE}$ ) peut être

de 200 et 900 mV, respectivement. Lorsque le courant de base est supprimé, le transistor est complètement désactivé, cette étape est appelée la région de coupure et la tension de base de l'émetteur pourrait être d'environ 660 mV [29].

### 2.7.3.1 BC558 comme commutateur

Lorsqu'un transistor est utilisé comme commutateur, il est utilisé dans la région de saturation et de coupure, comme expliqué ci-dessous. Un transistor agira en tant que commutateur ouvert pendant la polarisation directe et en tant que commutateur fermé pendant la polarisation inverse, cette polarisation peut être obtenue en fournissant la quantité de courant requise à la broche de base. Une résistance est toujours ajoutée en série avec la broche de base pour limiter le courant de base. La valeur de cette résistance ( $R_B$ ) peut être calculée à l'aide de la formule :

$$R_B = V_{BE} / I_B$$

Où, la valeur de  $V_{BE}$  doit être de 5 V pour le BC558 et le courant de base ( $I_B$ ) dépend du courant du collecteur ( $I_C$ ).

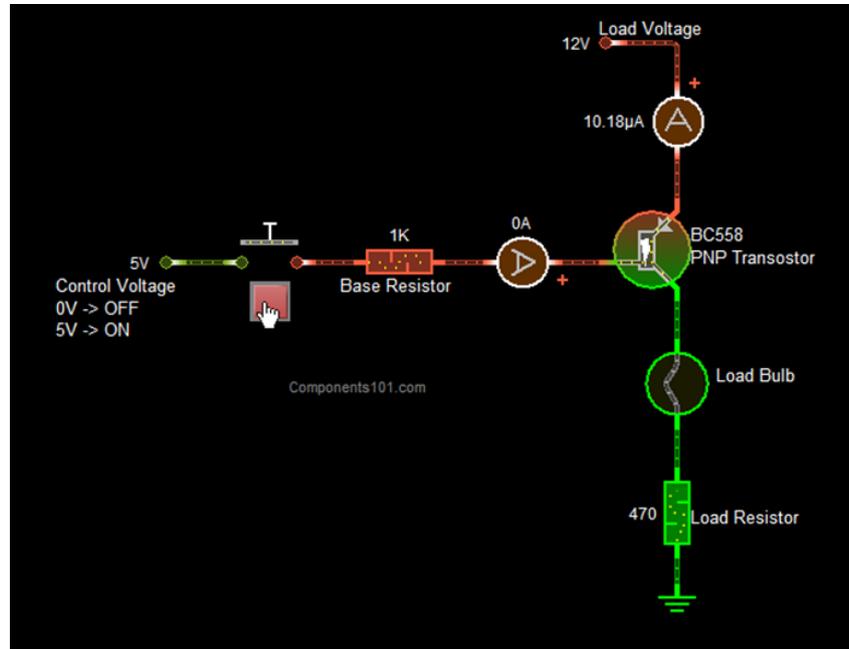


Figure 2.42 : Utilisation du transistor BC558 comme commutateur.

### 2.7.3.2 BC558 comme amplificateur

Un transistor agit comme un amplificateur lorsqu'il fonctionne dans la région active. Il peut amplifier la puissance, la tension et le courant dans différentes configurations.

Certaines des configurations utilisées dans les circuits amplificateurs sont :

- Amplificateur émetteur commun,
- Amplificateur collecteur commun,
- Amplificateur de base commune.

Le type d'émetteur commun (qui amplifie la tension) est la configuration la plus répandue et la plus utilisée. En raison de cette valeur de gain élevée, le BC558 est normalement utilisé comme amplificateur audio où un signal d'entrée de basse tension est amplifié (commuté) en haute tension pour entraîner des charges similaires aux enceintes. Dans le GIF ci-dessous, le transistor est commuté pour un signal audio basse tension (1 V) [29].

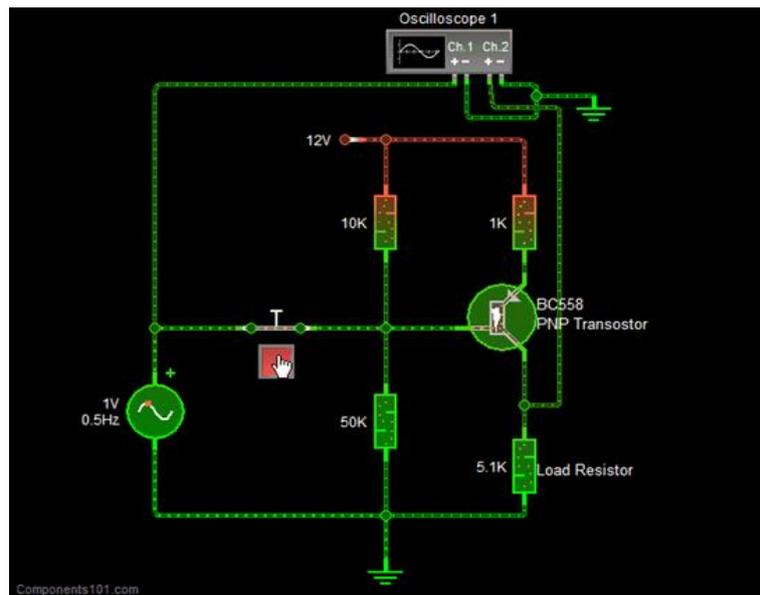


Figure 2.43 : Utilisation du transistor BC558 comme amplificateur.

Lorsqu'il est utilisé comme amplificateur, le gain en courant continu du transistor peut être calculé à l'aide de la formule :

Gain en courant continu = courant du collecteur ( $I_C$ ) / courant de base ( $I_B$ )

### 2.7.4 Applications

- Construire des circuits audio simples,
- Amplificateur à usage général,

- Modules de pilote comme pilote de relais, pilote de LED, etc.
- Modules d'amplifications telles que les amplificateurs audio, amplificateur de signal, etc.
- Paire Darlington.

### 2.8 Quartz

Le quartz est un composant dit passif, qui a la particularité de vibrer (résonner) à une fréquence bien particulière et très stable. Il intervient dans la réalisation d'oscillateurs, d'horloges, de compteurs, de fréquencesmètres, et en général de tout équipement pour lequel la précision temporelle est importante. Le quartz peut également être utilisé dans la réalisation de filtres réjecteurs à largeur de bande étroite et à fort taux de réjection (d'atténuation).

Un quartz est donné par le schéma électrique équivalent :

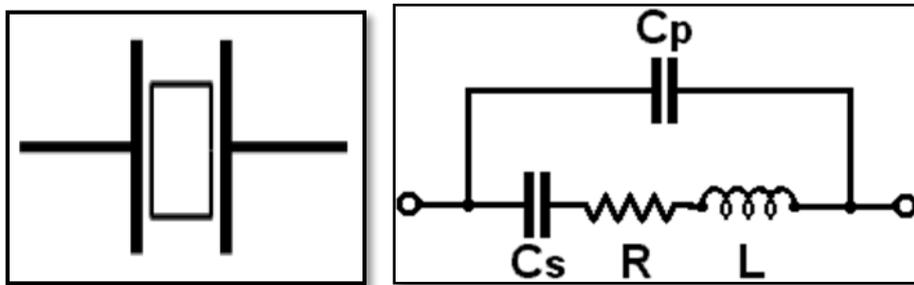


Figure 2.44 : Symbole et schéma électrique équivalent d'un quartz.

On y trouve :

- Capacité série  $C_s$  - capacité "virtuelle" très faible ; de l'ordre du 1/10 au 1/100 de pF.
- Inductance série  $L$  - inductance "virtuelle" très grande ; de l'ordre de 100 mHz.
- Résistance série  $R$  - résistance "virtuelle" assez faible (quelques dizaines d'ohms).

$C_s$  et  $L$  déterminent la fréquence de résonance série du quartz et  $R$  influence directement sur le facteur de qualité  $Q$  du quartz en tant que circuit résonant. Ce facteur  $Q$  est très grand (>10000).

- Capacité parallèle  $C_p$  - capacité bien réelle liée à la présence des électrodes, du boîtier... Elle intervient dans le rôle du quartz en tant qu'élément d'un oscillateur car elle influence sur la fréquence de résonance parallèle du quartz.

Sur un large spectre de fréquence la réactance  $X$  (en ohm) du quartz est pratiquement celle de  $C_p$  et l'allure de  $X$  en fonction de la fréquence est celle de la figure ci-dessous.

Pour les fréquences proches de la fréquence de résonance du circuit série  $L$ - $C_s$ , une forte variation de la réactance se fait sentir.

En faisant un zoom sur cette portion du spectre on obtient la figure ci-dessous.

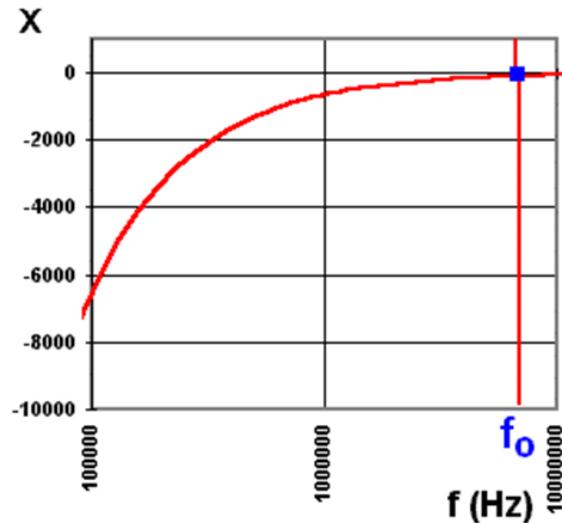


Figure 2.45 : Graphe de portion du spectre.

Un quartz est un élément mécanique qui présente des caractéristiques lui permettant de vibrer à une ou plusieurs fréquences bien déterminées. Quand on dit vibrer, c'est bien à une vibration mécanique que l'on fait allusion. Cette vibration mécanique peut s'amorcer quand on tapote (doucement) le quartz mais ne peut rester entretenue : elle disparaît rapidement une fois le choc passé. Pour que le quartz continue de vibrer (d'osciller), il faut le soumettre à un courant électrique qui le stimule. Et si le circuit électronique dans lequel on le place répond à des critères "suffisants", le quartz entre en résonance (il se met à osciller) et le reste. Le principe d'un oscillateur à quartz est justement de fournir l'énergie nécessaire au quartz pour entrer en oscillation et le rester [30].

Mode Fondamentale : Le quartz oscille sur sa fréquence fondamentale.

Mode Overtone : Le quartz oscille sur une fréquence multiple de sa fréquence fondamentale (harmonique 3, 5 ou 7).

### 2.9 Compteurs

Les compteurs sont des systèmes à mémoire, dans le sens qu'ils mémorisent le nombre d'impulsions appliquées sur l'entrée.

Le compteur binaire de base est constitué d'une chaîne de bascules, chaque bascule est un diviseur par deux. Une suite de bascules successives est un diviseur par une puissance de deux, la division porte sur la fréquence de l'entrée horloge, cette division de la fréquence

revient à compter les impulsions d'horloge selon les puissances de deux appelées modulo 2, 4, 8, 16, etc...

La suite des états occupés par les compteurs est généralement en code standard, plus utilisé étant le BCD (8421) (Binart code décimale).

Il existe deux types de compteurs :

- Les compteurs synchrones
- Les compteurs asynchrones

### 2.9.1 Description

Un compteur est un circuit séquentiel qui permet de dénombrer des impulsions appliquées sur son entrée d'horloge (clk : clock) et de restituer sur ces sorties des informations sous forme binaire. A chaque impulsion l'état du compteur est modifié, et entre deux impulsions son état reste stable ; un compteur est donc aussi une sorte de registre mémoire. Un compteur doit démarrer vide ou plein suivant l'utilisation, l'entrée RAZ ou CLR ou MR ou R sert de remise à zéro. L'entrée CE (counte nable) servant à valider le circuit ou interrompre le comptage.

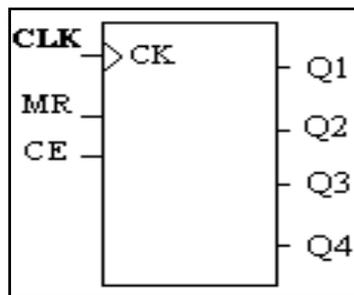


Figure 2.46 : Symbole d'un circuit intégré compteur.

### 2.9.2 Compteur asynchrone

C'est le plus simple des compteurs où l'attaque de l'horloge se fait uniquement sur la première bascule et l'état de chaque bascule dépend de l'état de la bascule précédente.

Exemple : soit le schéma d'un compteur 4 bits, représenté sur la figure suivante :

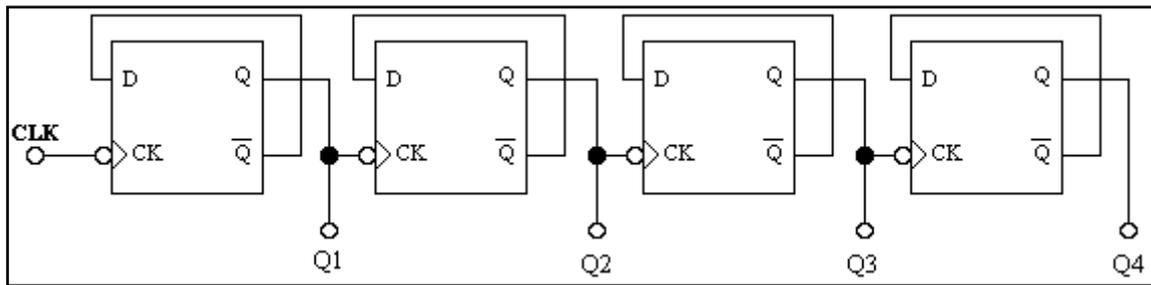


Figure 2.47 : Principe d'une bascule asynchrone.

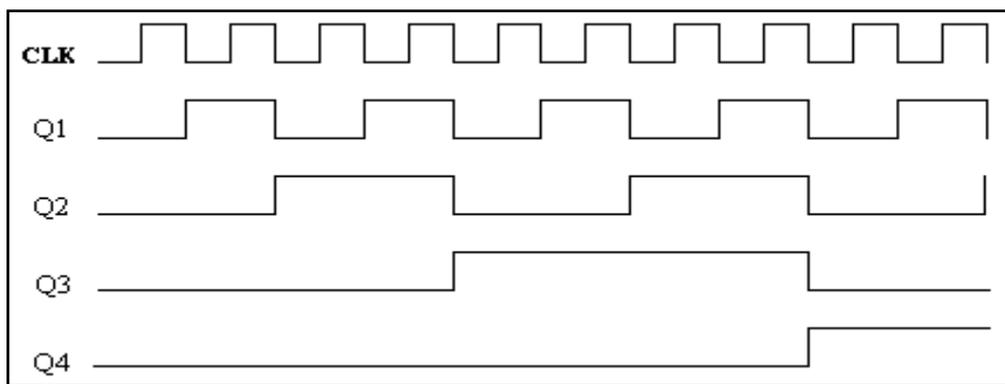


Figure 2.48 : Chronogramme d'une bascule asynchrone.

Q1 Q2 Q3 Q4 sont successivement égales à 0000, 0001, 0010, ..., 1111, c'est-à-dire 0, 1, 2, ..., 15. Bien sûr ce cycle continue indéfiniment, aussi longtemps que le signal d'horloge est présent. C'est la façon la plus simple de réaliser un compteur ; ce type de compteur est disponible sous forme de divers circuits intégrés prêts à l'emploi.

### 2.9.3 Compteur synchrone

Dans un compteur synchrone, les bascules changent d'état simultanément, car elles sont pilotées par le même signal d'horloge.

La façon la plus simple d'implémenter un compteur synchrone est d'utiliser des bascules T au lieu de bascules D. Une bascule T est très semblable à une bascule D. La différence est que l'entrée D (Donnée) est remplacée par une entrée T (Toggle) qui contrôle le changement d'état de la bascule. Si  $T=0$ , la sortie garde sa valeur (0 ou 1) d'une période d'horloge à la suivante. Si  $T=1$ , la bascule change d'état d'une période d'horloge à la suivante (Elle passe à 1 si elle était à 0, ou à 0 si elle était à 1).

Voici un exemple de compteur synchrone 4 bits :

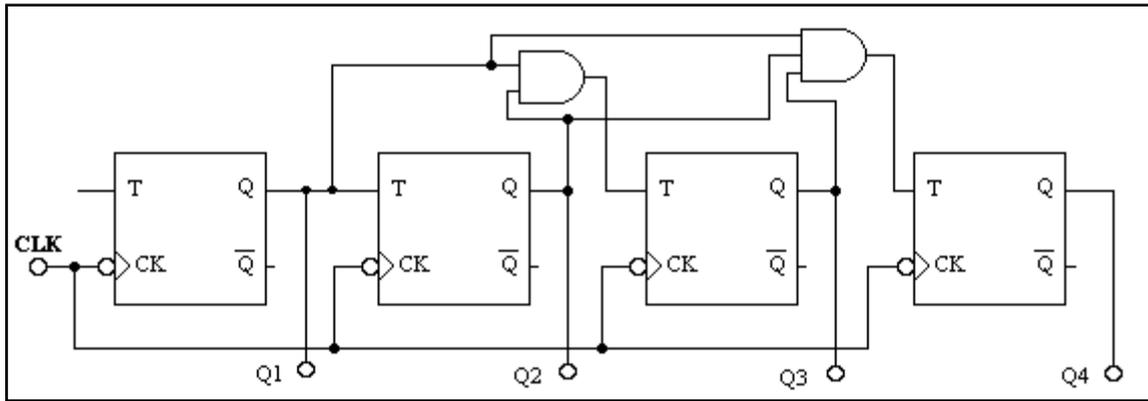


Figure 2.49 : Compteur binaire synchrone à 4 bits.

Les chronogrammes sont similaires à ceux des compteurs asynchrones. Les signaux Set et Reset, omis pour raison de clarté, sont néanmoins nécessaires pour être au moins en mesure de remettre toutes les sorties à zéro à la mise sous tension.

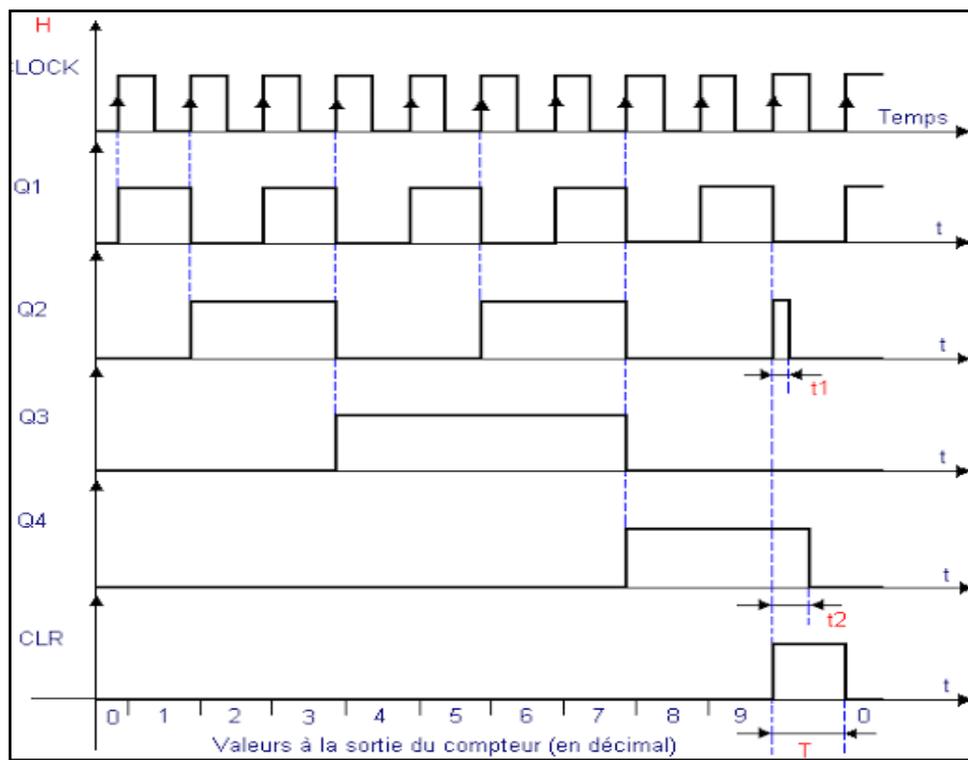


Figure 2.50 : Chronogramme du compteur synchrone modulo 10.

### 2.9.4 Compteur 4553

Ce compteur dispose de quatre sorties BCD sortant un code binaire compris entre 0 et 9, et de trois sorties de commande permettant le multiplexage temporel de trois afficheurs. Un seul afficheur est allumé à la fois, mais ça ne se voit pas car la vitesse de commutation de l'un à l'autre dépasse les capacités de distinction de l'œil.

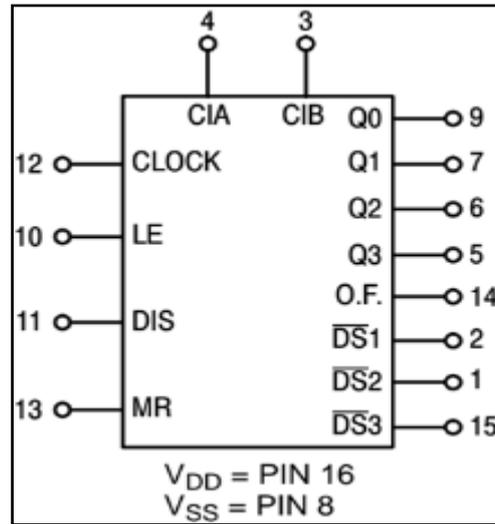


Figure 2.51 : Configuration du compteur 4553.

L'un des critères à prendre en compte lors du choix du compteur IC est la plage de comptage requise pour une application donnée. Si on a besoin d'un compteur pour une plage inférieure à 10 et si l'application nécessite des sorties de décodage, IC 4017 conviendra mieux. Si on a besoin d'un compteur avec une plage de 10 à 15, si le décodage n'est pas nécessaire ou si on peut le décoder à l'aide d'un circuit externe, IC 4520 peut convenir le mieux.

### 2.9.5 Compteur synchrone 4520

Le compte avance à mesure que l'entrée d'horloge devient basse (sur le front descendant), ceci est indiqué par la barre sur l'étiquette d'horloge. Il s'agit du comportement d'horloge habituel des compteurs d'ondes et signifie qu'une sortie de compteur peut directement piloter l'entrée d'horloge du compteur suivant dans une chaîne [31]. Le circuit intégré HEF 4520B est réalisé en technologie MOS. Il comprend un double compteur binaire synchrone 4 bits.

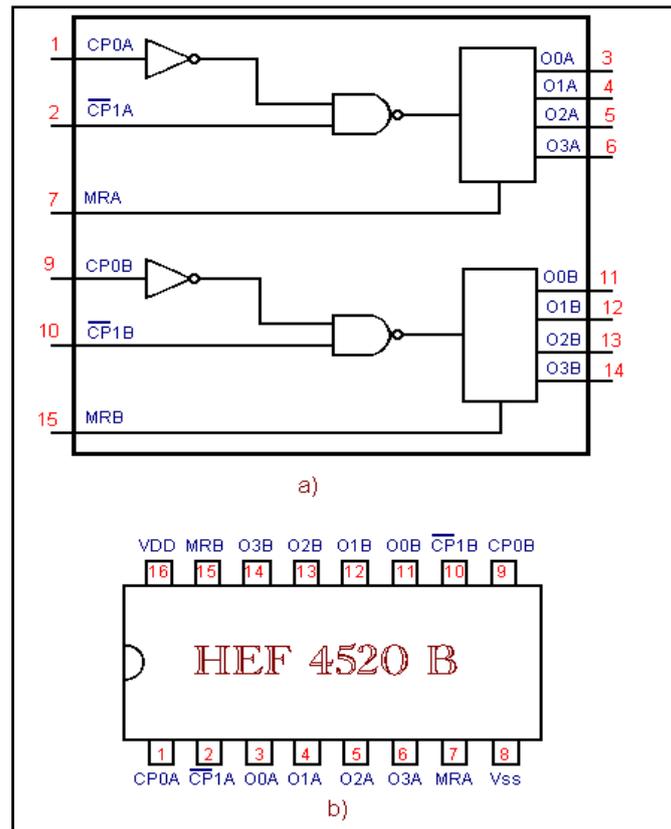


Figure 2.52 : Configuration et brochage du circuit intégré 4520.

Les circuits intégrés CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) sont assez lents par rapport à leurs homologues TTL, mais ils consomment comparativement moins d'énergie.

### 2.9.6 Compteur 4017

La plupart d'entre nous sont plus à l'aise avec 1, 2, 3, 4... plutôt que 001, 010, 011, 100. Nous voulons dire que nous aurons besoin d'une sortie codée décimale dans de nombreux cas plutôt que d'une sortie binaire brute. Nous disposons de nombreux circuits intégrés de compteurs mais la plupart d'entre eux produisent des données binaires en sortie. Nous devons à nouveau traiter cette sortie en utilisant des décodeurs ou tout autre circuit afin de la rendre utilisable pour notre application dans la plupart des cas [29].

Le IC 4017 est un circuit de décodage compteur / décimal CMOS qui peut fonctionner immédiatement pour la plupart des applications de comptage. Il peut compter de zéro à dix et ses sorties sont décodées. Cela économise beaucoup de place sur la carte et le temps nécessaire à la construction des circuits lorsque l'application exige l'utilisation d'un compteur suivi d'un circuit intégré de décodeur. Ce circuit simplifie également la conception et facilite le débogage [32].

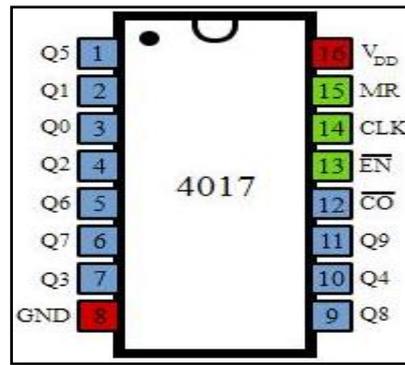


Figure 2.53 : Circuit intégré 4017.

Les rôles des pins sont donnés dans le tableau ci-dessous [33].

Pin 13 CE (Clock Enable)	"0"	Allowed to Count
	"1"	STOP
Pin 14 C (Clock)	"0"	NO Count
	"1"	Count
Pin 15 R (Reset)	"0"	Allowed to Count
	"1"	Clear to "0"

Tableau 2.8 : Les rôles des pins du circuit intégré 4017.

### 2.9.7 IC4511

Il y a beaucoup de circuits intégrés disponibles pour le pilotage d'un affichage à 7 segments, tels que les IC 4026, 4033, etc. Dans ce cas, nous allons brancher un affichage à 7 segments avec IC 4511. Ce CD4511 IC est en fait un circuit intégré de décodeur / pilote BCD à 7-Segment, à l'aide duquel on peut convertir un nombre binaire en un nombre décimal sur l'affichage à 7 segments. Par exemple, pour imprimer le numéro "2" sur un afficheur à 7 segments, on attribue 0010 aux entrées (A, B, C, D) du IC 4511. De la même manière, on peut imprimer un nombre décimal compris entre 0 et 9 sur un seul afficheur à 7 segments. On peut être en mesure d'afficher un nombre décimal sans utiliser ce chipset, mais alors on a besoin de 3 broches supplémentaires et le circuit sera complexe, pour sauvegarder la broche, donc nous utilisons ce CI.

## Chapitre 2 : Etude théorique des différents étages

Le IC 4511 possède des broches d'entrée appelées BCD. Nous devons simplement rendre ces entrées BCD hautes ou basses en fonction du code BCD de ce nombre décimal et afficher le nombre décimal. Par exemple : si on veut afficher '4', le code binaire de quatre est 0100, on va donc donner 0, 1, 0, 0 aux entrées D, C, B, A et obtenir le nombre décimal '4' affiché sur 7 segments [29].

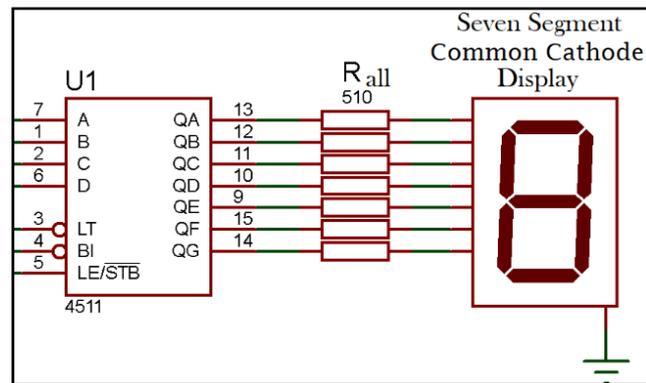


Figure 2.54 : Schéma de connexions de 7 segments avec IC 4511.

CD4511 est un circuit intégré de commande de décodeur de bascule BCD à 7 segments, formé d'une logique CMOS et de dispositifs de sortie à transistor bipolaire NPN reposant sur une structure inamovible. Ce circuit intégré est utilisé pour piloter des écrans à cathode commune, tels que des écrans à 7 segments, des écrans fluorescents à basse tension et des écrans à incandescence. Sa source de courant de sortie élevée, jusqu'à 25 mA, est fournie avec un test de lampe et une capacité de suppression pour tester l'affichage. Son entrée en courant continu varie de 3 à 18 V avec une plage de température de fonctionnement normale de  $-40^{\circ}\text{C}$  à  $+85^{\circ}\text{C}$ .

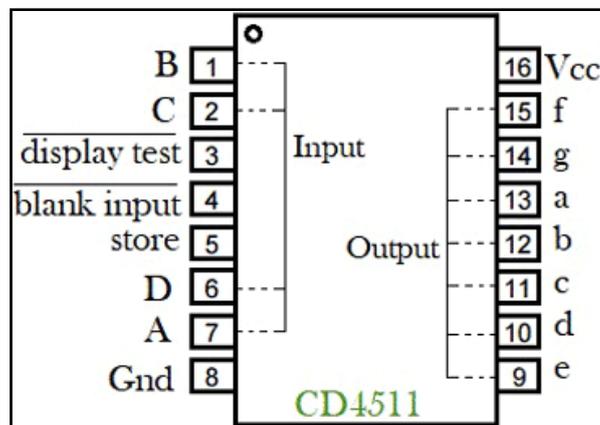


Figure 2.55 : Circuit intégré 4511.

### 2.10 Afficheurs 7 segments

Les afficheurs 7 segments sont des afficheurs numériques composés de segments généralement appelés A B C D E F et G que l'on va pouvoir allumer ou non afin d'afficher différentes choses [34].

Ce qu'il faut bien comprendre, c'est qu'un digit, c'est ni plus ni moins 8 LEDs dans un boîtier plastique.

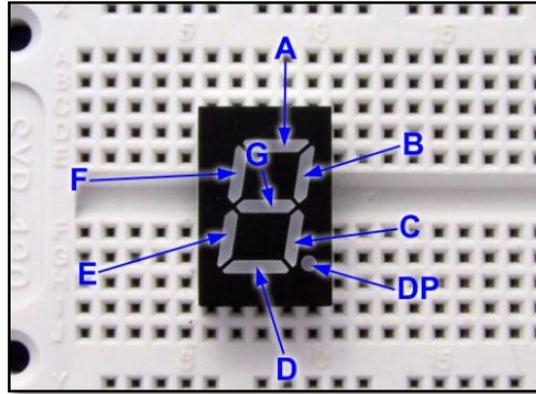
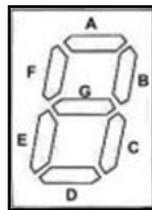


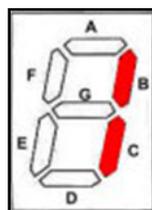
Figure 2.56 : Afficheur 7 segments.

Si nous voulons afficher le nombre "0" sur un afficheur à 7 segments à cathode commune, nous devons alors allumer toutes les LED sauf la LED qui appartient à la ligne "G" (voir le diagramme des 7 broches ci-dessus, il nous faut donc un peu motif 00111111. De la même manière, pour afficher «1 », nous devons faire briller les DEL associées à B et C, ainsi le motif binaire correspondant serait 00000110 [29].

On associe chaque segment à une lettre de la manière suivante :

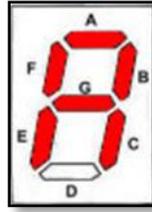


Ainsi pour faire un "1", on allumera les segments B et C :



Et pour faire un "A" on allumera les segments A, B, C, E, F et G :

## Chapitre 2 : Etude théorique des différents étages



Grâce à un afficheur 7 segments on va donc pouvoir afficher un nombre décimal : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, mais aussi les lettres pour compter en hexadécimal : A, b, C, d, E, F ; ou encore les lettres, I J L o P S t U.

Les afficheurs 7 segment sont en fait un assemblage de LEDs, ainsi ils sont très simples d'utilisation à partir du moment où on sait utiliser des LEDs et qu'on sait comment elles sont connectées dans l'afficheur.

Chaque LED-segment porte un nom, comme le montre ce schéma :

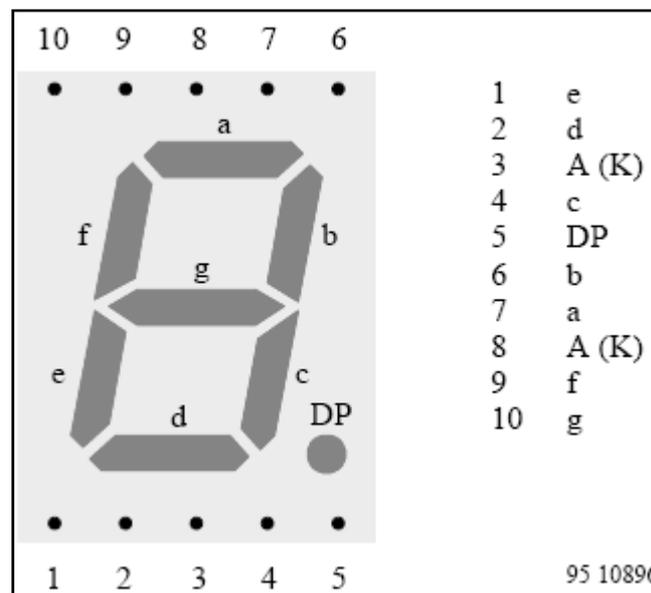


Figure 2.57 : Pins de connexion.

Il existe deux types d'afficheurs 7 segments :

- Afficheurs à anode commune.
- Afficheurs à cathode commune.

Il faut comprendre par-là que c'est la façon dont sont reliés les LEDs à l'intérieur qui diffère. Afin de pouvoir bien utiliser l'afficheur, il faudra donc nécessairement connaître cette caractéristique de l'afficheur 7 segments.

## Chapitre 2 : Etude théorique des différents étages

Dans le circuit en utilisant un afficheur 7 segment à cathode commune (masse ou 0V commun à toutes les LEDs): le segment s'allumera sur un niveau HAUT.

Dans le cas d'un afficheur à cathode commune, toutes les cathodes sont reliées entre elles en un seul point lui-même connecté à la masse. Pour allumer chaque segment, le signal devra être une tension positive. En effet, si le signal est à 0, il n'y a pas de différence de potentiel entre les deux broches de LED et donc elle ne s'allume pas.

Les cathodes elles sont reliées une par une aux broches de signal. En mettant une broche de signal à 0, le courant passera et le segment en question s'allumera. On doit toujours prendre en compte qu'il faut ajouter une résistance de limitation de courant entre la broche isolée et la broche de signal [34].

Le circuit interne d'un afficheur 7 segments est très simple.

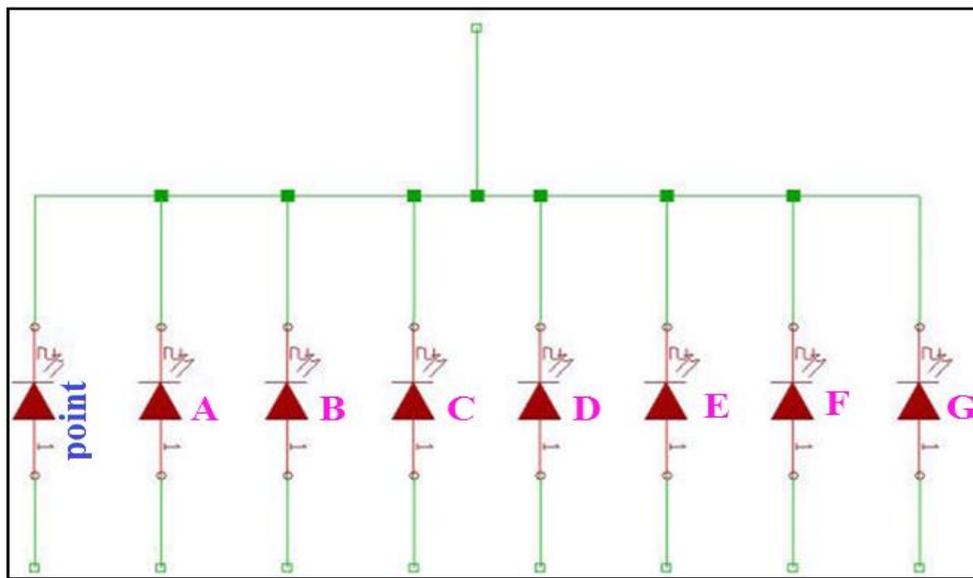


Figure 2.58: Les afficheurs à cathode commune.

Toutes les cathodes sont reliées ensemble.

Le principe de câblage de cet afficheur est donné par le schéma suivant :

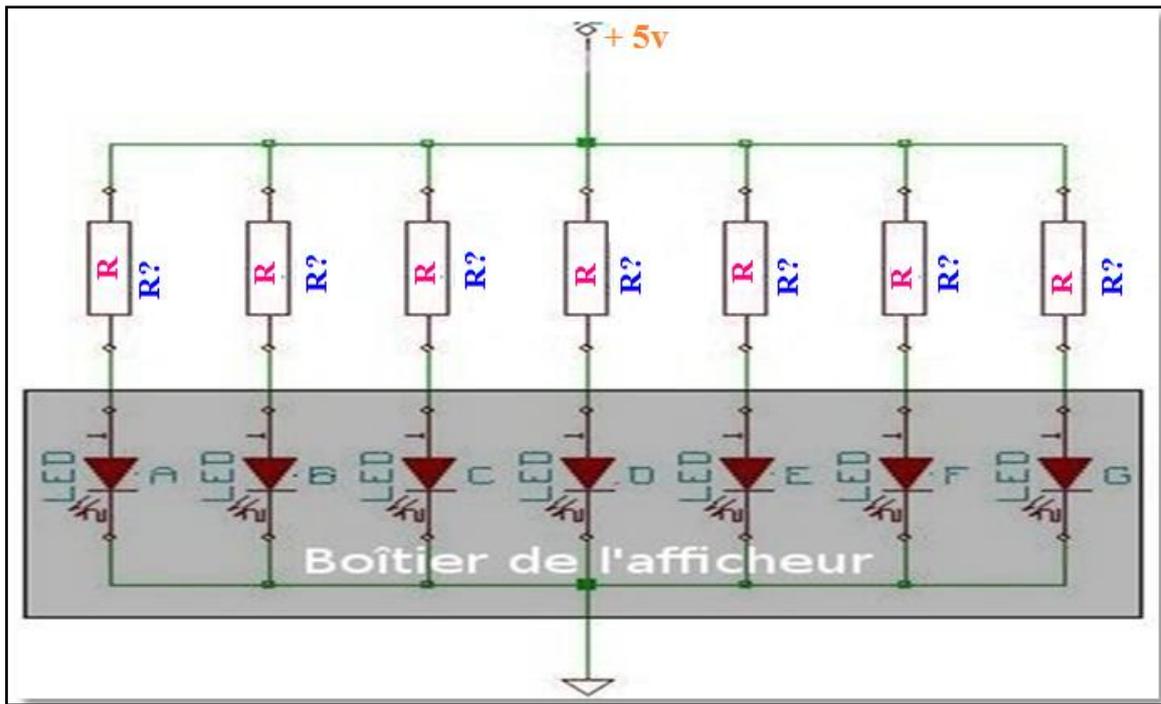


Figure 2.59 : Principe de câblage des afficheurs à cathode commune.

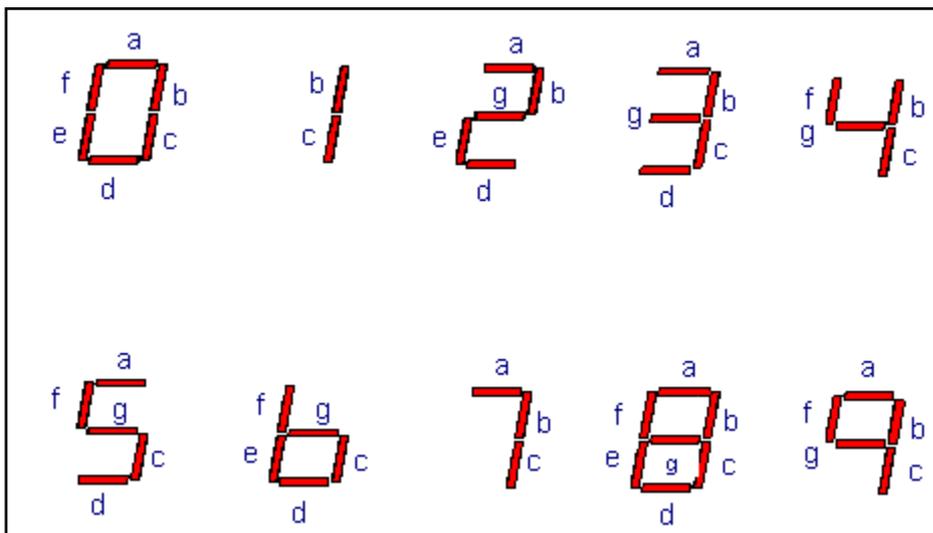


Figure 2.60 : Combinaisons de segments permettant d'obtenir les chiffres de 0 à 9 [35].

Pour éteindre un des segments, il faudra déconnecter la résistance du segment que l'on souhaite éteindre de la source d'alimentation.

# *Chapitre 3*

### Chapitre 3 : Réalisation pratique

#### 3.1 Introduction

Après avoir achevé la partie de l'étude théorique des différents étages du montage, nous allons entamer la réalisation pratique du mesureur d'impulsions, c'est une partie très importante pour réaliser ce projet.

L'objectif de ce chapitre est donc de réaliser pratiquement le mesureur d'impulsions, de faire les mesures pratiques et évaluer les résultats obtenus.

#### 3.2 Circuit complet du mesureur d'impulsions

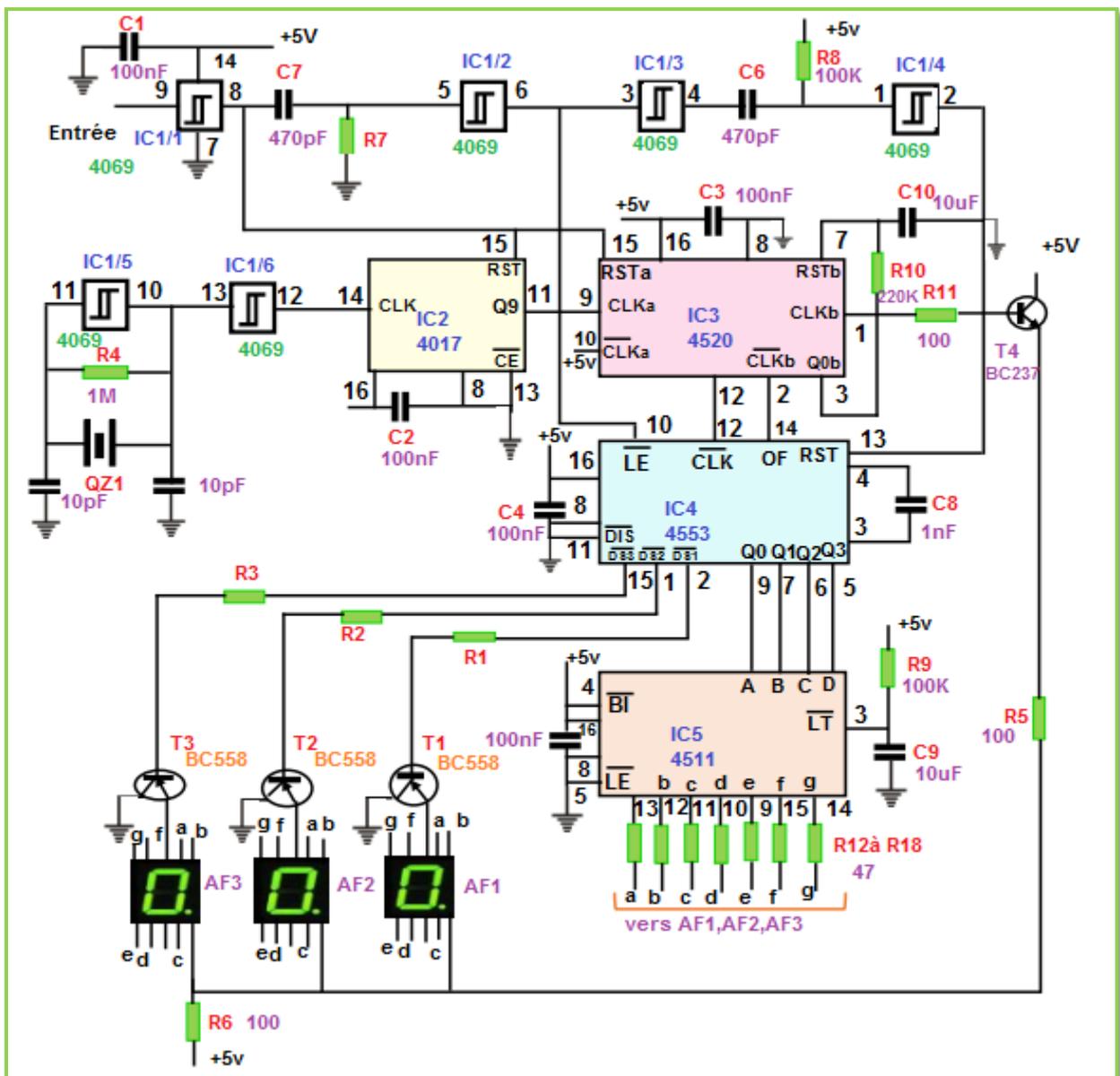


Figure 3.61 : Circuit électrique du mesureur d'impulsions.

### 3.3 Fonctionnement

L'impulsion à mesurer est présentée à l'entrée de la porte inverseur à trigger de Schmitt IC<sub>1/1</sub>. Cette porte permet une légère remise en forme du signal et présente une impédance d'entrée assez élevée pour ne pas perturber le signal de sortie. IC<sub>1/1</sub> débloque les compteurs 4017 et 4520 (IC<sub>2</sub> et la moitié de IC<sub>3</sub>). Un quartz courant de 4 MHz étant choisi, ce qui correspond à une période de 0.25 µs. Nous devons effectuer une multiplication par 40, IC<sub>2</sub> est un compteur décimal qui fera la multiplication par 10 et la moitié de IC<sub>3</sub> (double compteur binaire) fera une multiplication par 4.

En sortie, nous aurons donc la présence de périodes de  $40 \times 0.25 \mu s = 10 \mu s$ . Elles seront comptées par le circuit 4553 (IC<sub>4</sub>) sur la broche 12 (entrée CLK). Étant donnée la résolution de 10 µs, si nous avons par exemple 160 périodes de 10 µs ; c'est que le signal d'entrée est de  $160 \times 10 \mu s$ , c'est-à-dire 1600 µs, soit 1.6 ms. La retombée du signal d'entrée génère grâce à R<sub>7</sub>/C<sub>7</sub> et IC<sub>1/2</sub> un signal LE barre d'environ 30 µs, celui-ci qui permet de déclencher le 4553 qui va envoyer et surtout bloquer le résultat du comptage sur les afficheurs (mémorisation). La fin du top LE barre va générer à son tour après un passage par IC<sub>1/3</sub>, R<sub>8</sub>/C<sub>6</sub> et IC<sub>1/4</sub>, un top RESET qui va remettre le compteur à zéro mais sans changer l'affichage.

Tant que LE barre est toujours à +5 V, les données restent figées en sortie. Elles sont multiplexées à une vitesse déterminée par le condensateur C<sub>6</sub> et décodées par IC<sub>5</sub> (décodeur 7 segments, 4511).

Le circuit R<sub>9</sub>/C<sub>9</sub> sur la broche 3. LT barre permet, à chaque mise en marche du mesureur, d'appliquer un état bas momentané afin de donner l'ordre d'afficher tous les segments (auto test à la mise en service) et de vérifier qu'il n'y en a pas de défectueux. Les transistors T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> commandent la cathode de chaque afficheur sans changer IC<sub>4</sub> (4553). La résistance R<sub>6</sub> affiche le point de séparation entre les millisecondes et les centaines de microsecondes, pour avoir une lecture directe. Les résistances R<sub>12</sub> à R<sub>18</sub> limitent le courant dans les afficheurs pour éviter toute dégradation.

Nous avons dorénavant les caractéristiques principales : lecture directe en millisecondes, avec une résolution de 10 µs, mémorisation et autotest. Pour l'affichage du dépassement de calibre, nous avons utilisé la deuxième moitié du compteur binaire 4520 (IC<sub>3</sub>). La sortie OF (overflow, broche 14) de IC<sub>4</sub> (4553) génère une impulsion positive « OF » en cas de dépassement de calibre (donc si la valeur est supérieure à 9.99 ms).

En fonctionnement normal, Q<sub>0b</sub> à « 0 » donc CLK<sub>b</sub> l'est aussi. C'est le front descendant « OF » qui va alors incrémenter le compteur. La sortie Q<sub>0b</sub> va donc passer à l'état « 1 ». De ce fait l'entrée de CLK<sub>b</sub> se retrouve à « 1 » et bloque le compteur. Le transistor T<sub>4</sub> devient

passant et commande l'allumage des deux points des afficheurs AF<sub>1</sub> et AF<sub>2</sub> indiquant un dépassement de calibre. Il faut maintenant débloquent le compteur pour effacer ce dépassement qui reste afficher en permanence. C'est pourquoi nous avons le circuit R<sub>10</sub>/C<sub>10</sub> qui se charge lentement (lorsque Q0b vient de passer à « 1 ») et envoie une remise à zéro sur l'entrée de RESET après environ 1 seconde. Les deux s'effacent alors. Q0b et CLKb retombent à « 0 » et le compteur se tient alors près en cas d'un nouveau dépassement.

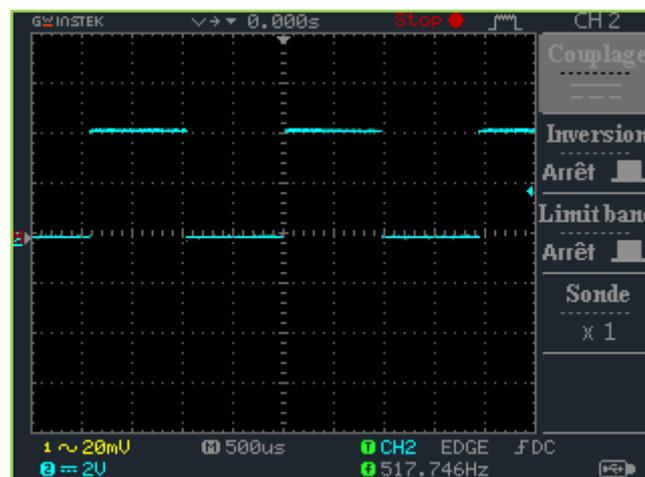
Le dépassement de calibre n'est pas mémorisé, puisqu'il s'efface automatiquement.

Le circuit IC<sub>6</sub> permet de régler l'alimentation à +5 V. Les condensateurs C<sub>1</sub> à C<sub>5</sub> et C<sub>11</sub> filtrent les parasites sur les lignes d'alimentation.

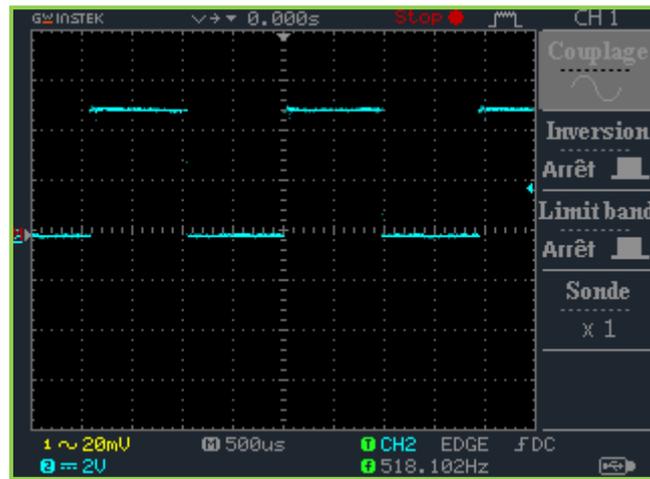
### 3.4 Résultats obtenus

Pour un signal d'entrée carré entre 4 et 5 V et de fréquence entre 50 Hz et 50 kHz, nous mesurons les signaux suivants aux différents points du montage.

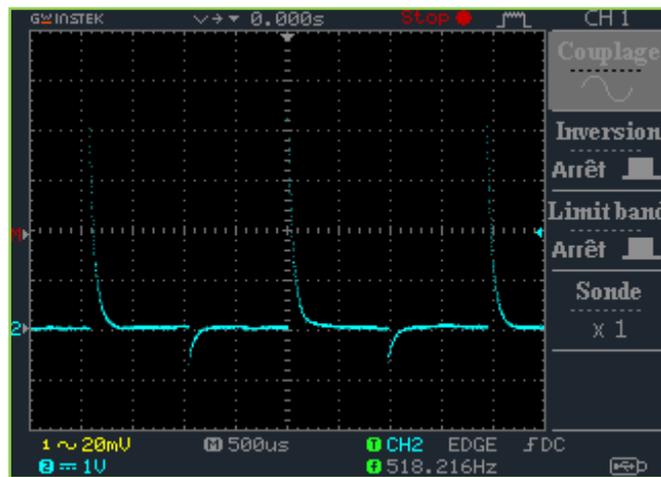
Signal d'entrée



Signal à la patte 8 du IC1 (4069)



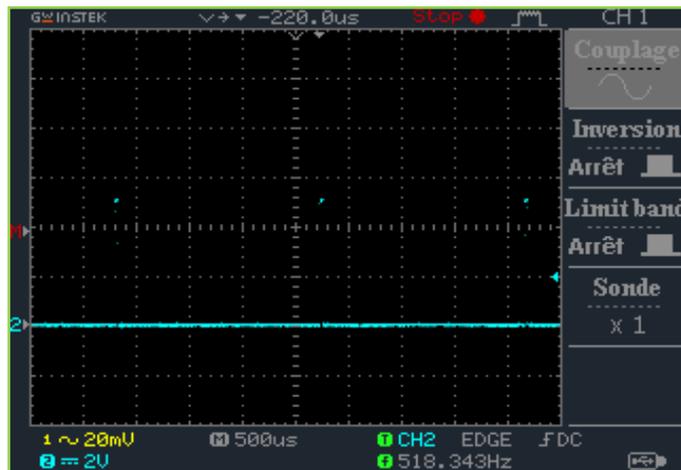
Signal après le filtre, à la patte 5 du IC1 (4069)



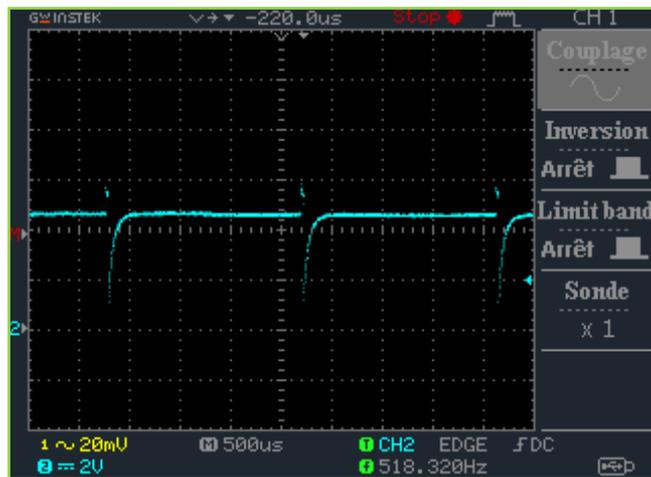
Signal aux pattes 6 et 3 (IC1) (4069)



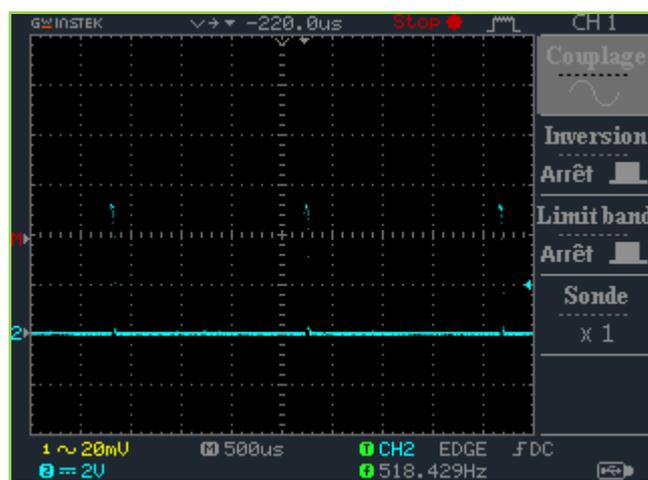
Signal à la patte 4 (IC1) (4069)



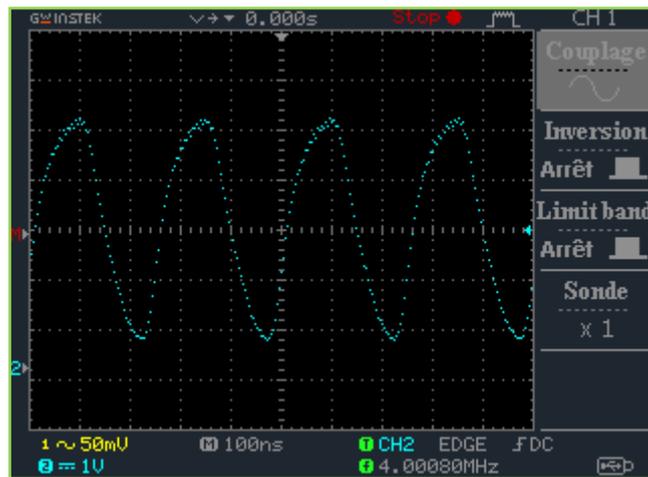
Signal à la patte 1 après le filtre R8/C8 (IC1) (4069)



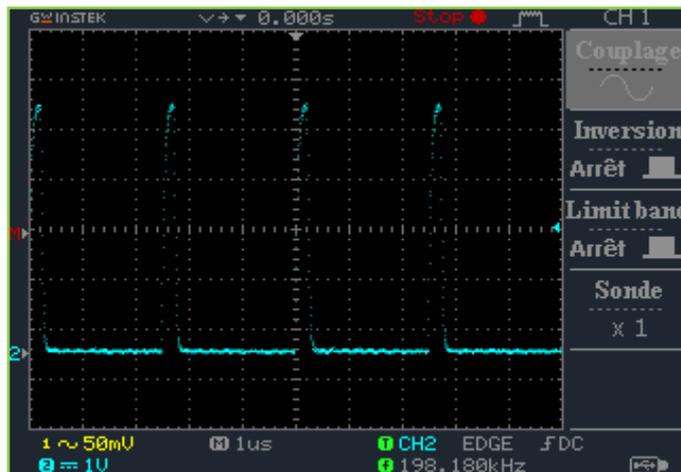
Signal à la patte 2 (IC1) (4069)



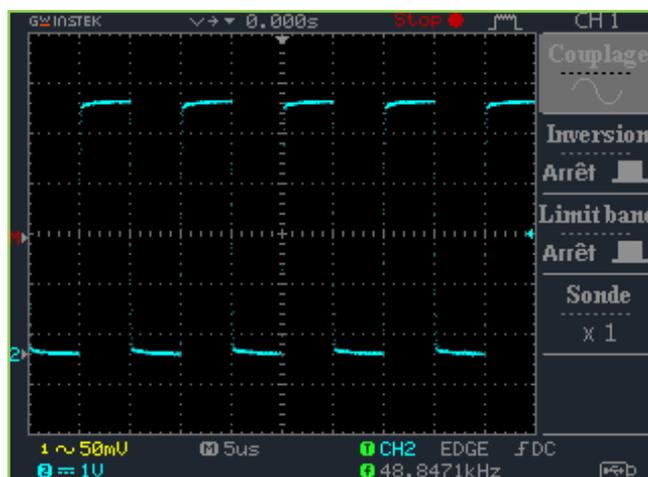
Signal de sortie de l'oscillateur (quartz)



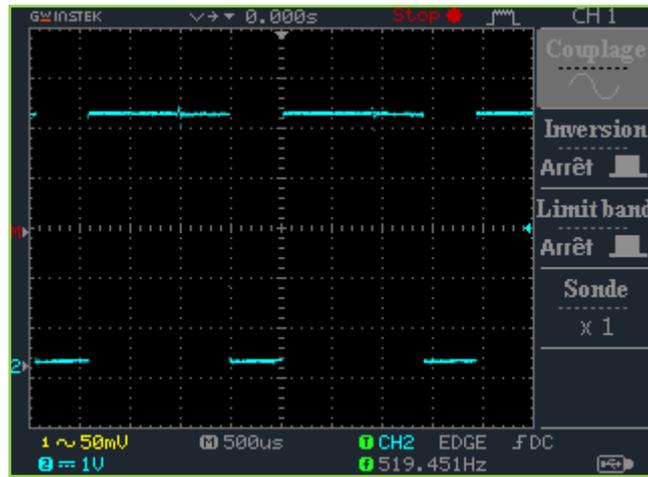
Signal sur la broche 11 du compteur 4017



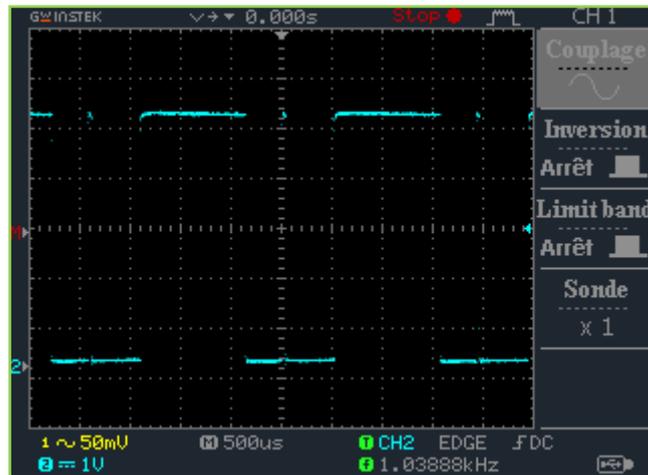
Signal sur la broche 12 du compteur 4520



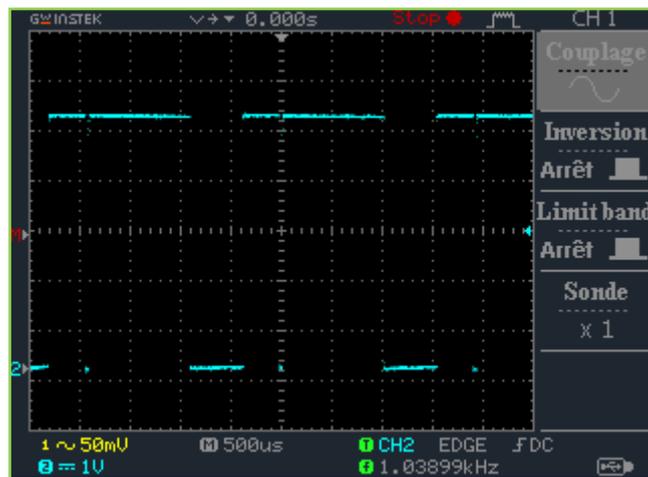
Signal sur la broche 1 du compteur 4553



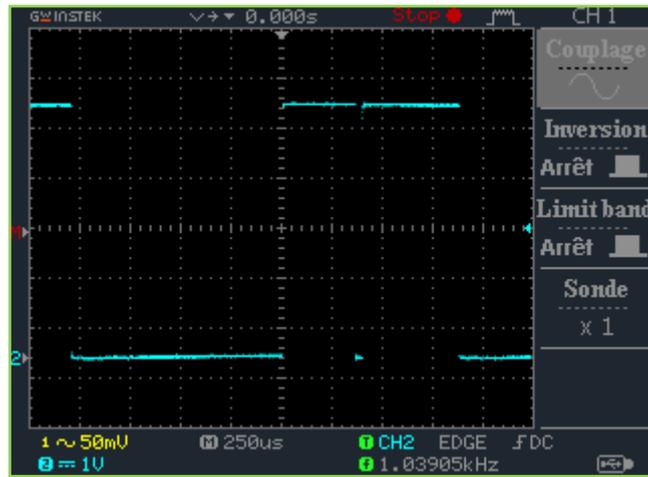
Signal sur la broche 2 (4553)



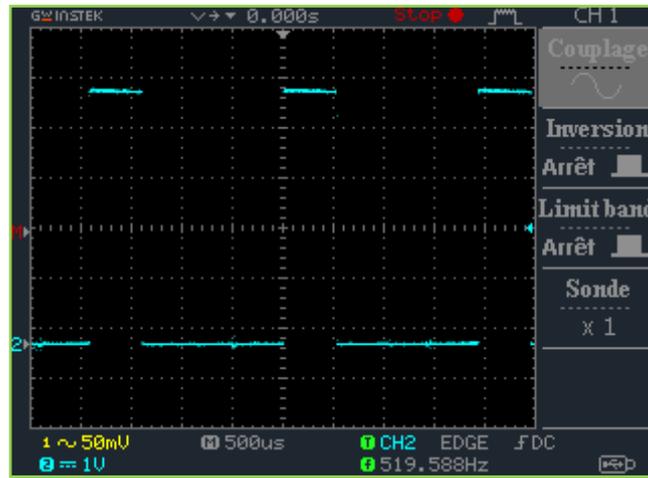
Signal sur la broche 9 (4553)



Signal sur la broche 6 (4553)



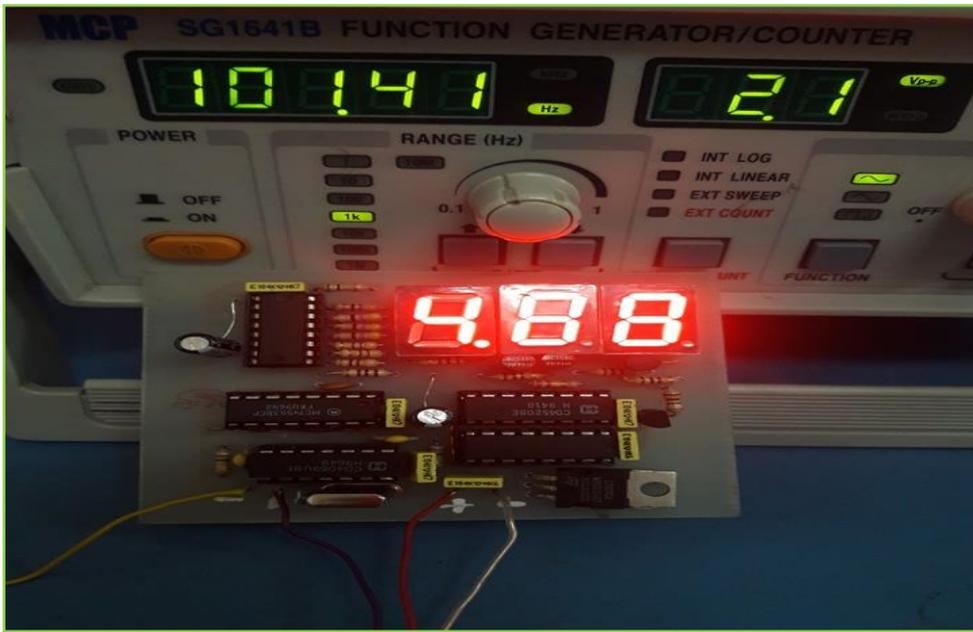
Signal sur la broche 5 (4553)



Signal sur la broche 15 (4553)



Exemple 1 de mesures pratiques :



Théoriquement, la durée de l'impulsion est  $\Delta t = 4.93$  ms.

La durée de temps (de l'impulsion) mesurée est  $\Delta t = 4.88$  ms

L'erreur relative de mesure est donc 1%.

Exemple 2 de mesures pratiques :

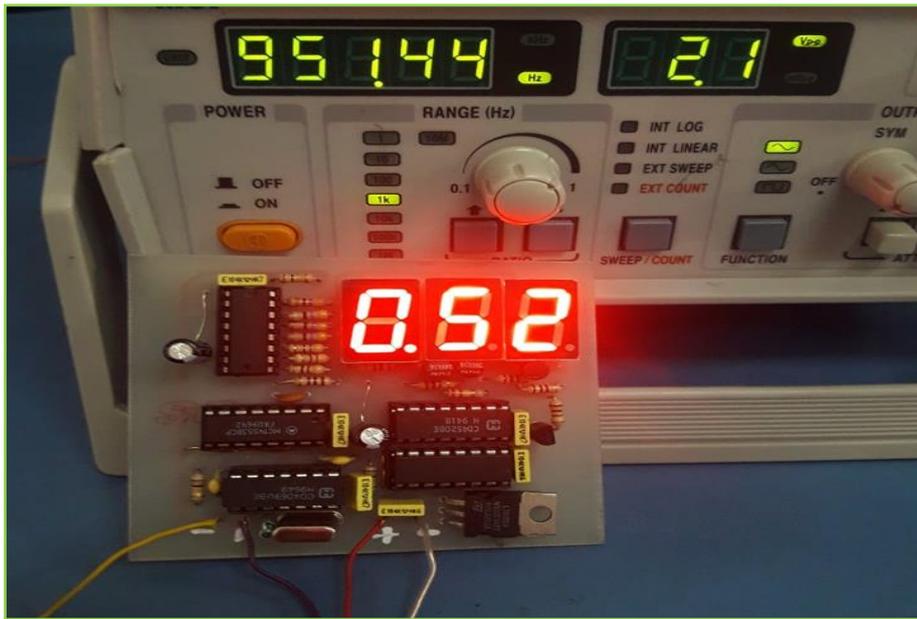


Théoriquement, la durée de l'impulsion est  $\Delta t = 0.998$  ms.

La durée de temps (de l'impulsion) mesurée est  $\Delta t = 1.00$  ms

L'erreur relative de mesure est donc 0.1%.

Exemple 3 de mesures pratiques :

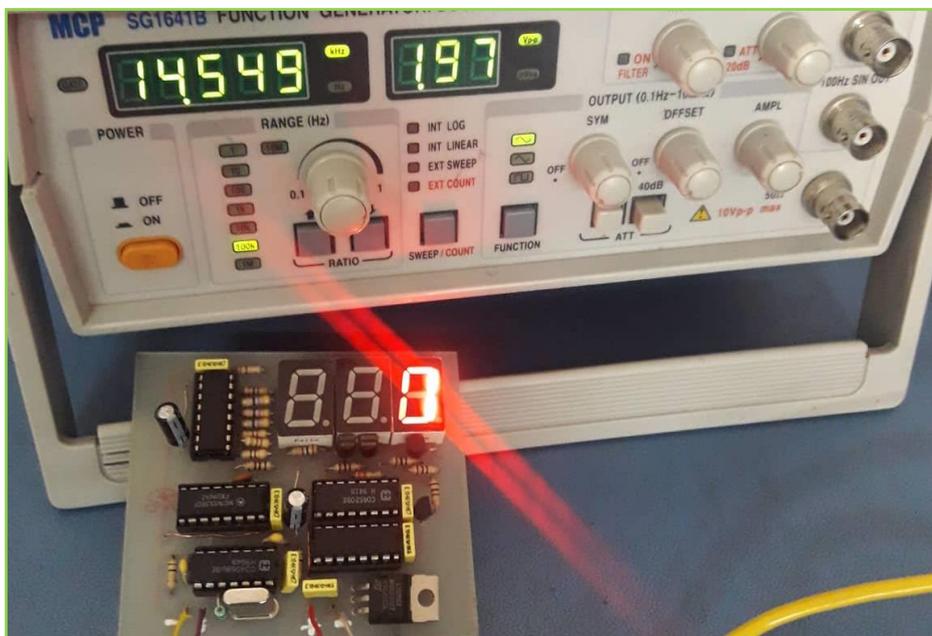


Théoriquement, la durée de l'impulsion est  $\Delta t = 0.5255$  ms.

La durée de temps (de l'impulsion) mesurée est  $\Delta t = 0.52$  ms

L'erreur relative de mesure est donc 1%.

Valeur minimale :



Théoriquement, la durée de l'impulsion est  $\Delta t = 0.03$ ms.

La durée de temps (de l'impulsion) mesurée est  $\Delta t = 0.01$  ms

L'erreur relative de mesure est de l'ordre de 7%.

Valeur maximale :



$f = 51.26 \text{ Hz}$  ; à partir de cette fréquence, l'appareil commence à mesurer.

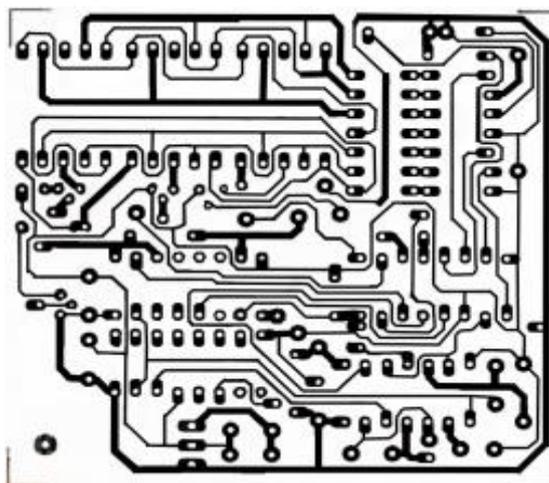
Théoriquement, la durée de l'impulsion est  $\Delta t = 9.97 \text{ ms}$ .

La durée de temps (de l'impulsion) mesurée est  $\Delta t = 9.96 \text{ ms}$

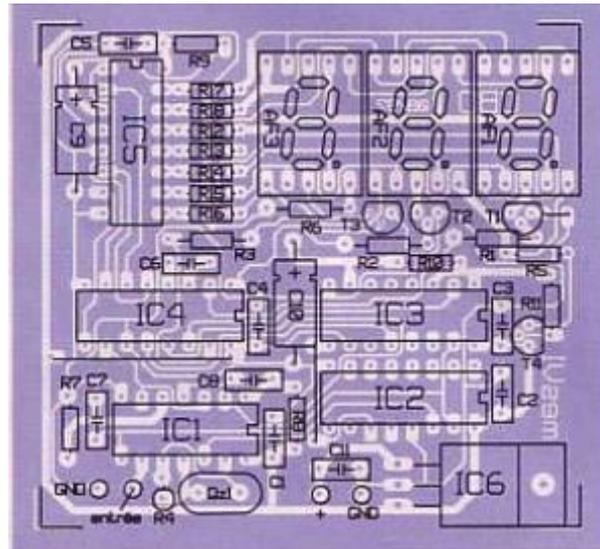
L'erreur relative de mesure est donc 0.1%.

### 3.5 Circuit imprimé

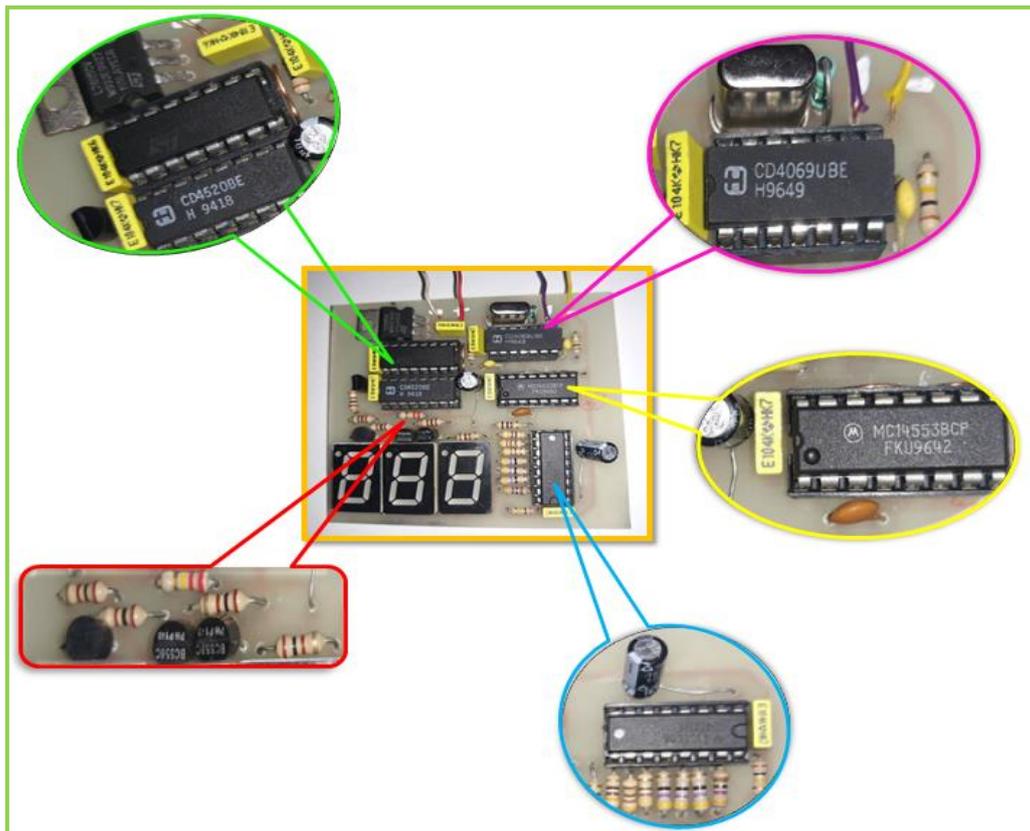
Pour pouvoir implanter les composants du circuit, nous avons conçu le circuit imprimé donné par la figure suivante.



Circuit imprimé côté cuivre.



Circuit imprimé côté composants.



Montage complet.

### 3.6 Conclusion

Ce troisième et dernier chapitre se propose de la réalisation pratique du mesureur d'impulsions.

Nous avons rencontré un problème dans la partie de l'oscillation du quartz ; sur la broche 12, il n'y avait pas le signal attendu. Après plusieurs essais, nous avons pu résoudre le problème ; nous avons ajouté 2 condensateurs de 10 pF reliés à la masse avec le quartz.

Nous avons dû aussi remplacer le 4584 par le CD 4069.

Ainsi ; le montage a fonctionné avec une bonne précision. Les mesures s'étendent pratiquement entre les fréquences 51 Hz et 14.5 kHz.

### Conclusion générale et perspectives

L'objectif de notre projet de fin d'études était de concevoir et implémenter un instrument pour mesurer une simple impulsion ou la demi-période d'un signal périodique. Nous avons d'abord présenté des généralités sur plusieurs mesureurs électroniques ; puis nous avons fait une étude détaillée des étages qui constituent le circuit pour comprendre son fonctionnement.

Le dernier volet de notre projet était la partie réalisation qui a été consacrée à la confection du circuit imprimé, l'implantation des composants et la mesure des signaux.

L'apport de ce travail a été d'une importance très considérable. En effet, il nous a permis d'apprendre une méthodologie de travail bien étudié.

Le circuit original proposé, fonctionne avec un trigger 4585. Nous avons utilisé le CD4069.

La réalisation d'un tel projet, nous a permis d'apprendre et de toucher à divers aspects de la pratique. Le montage effectuée des mesures avec une bonne précision, entre 51 Hz et 14.5 kHz.

La résolution du problème rencontré et l'aboutissement à un bon fonctionnement du mesureur d'impulsions nous a donné une confiance et une assurance.

Pour étendre la plage de mesure, il faudrait toucher les filtres qui se trouvent dans le circuit proposé.

Ce circuit pourrait être complété et/ou modifié pour qu'il fonctionne aussi comme un fréquencemètre entre autres.

# Nomenclature des composants

## Résistances :

$R_1=100\ \Omega$  ;  $R_2=100\ \Omega$  ;  $R_3=100\ \Omega$  ;  $R_5=100\ \Omega$  ;  $R_6=100\ \Omega$  ;  $R_{11}=100\ \Omega$  ;  $R_4=1\ \text{M}\Omega$  ;  $R_7=100\ \text{k}\Omega$  ;  $R_8=100\ \text{k}\Omega$  ;  $R_9=100\ \text{k}\Omega$  ;  $R_{10}=220\ \text{k}\Omega$  ;  $R_{12}=47\ \Omega$  ;  $R_{13}=47\ \Omega$  ;  $R_{14}=47\ \Omega$  ;  $R_{15}=47\ \Omega$  ;  $R_{16}=47\ \Omega$  ;  $R_{17}=47\ \Omega$  ;  $R_{18}=47\ \Omega$

## Condensateurs :

$C_1=100\ \text{nF}$  ;  $C_2=100\ \text{nF}$  ;  $C_3=100\ \text{nF}$  ;  $C_4=100\ \text{nF}$  ;  $C_5=100\ \text{nF}$  ;  $C_1=100\ \text{nF}$  ;  $C_{11}=100\ \text{nF}$  ;  $C_6=1\ \text{nF}$  ;  $C_7=470\ \text{pF}$  ;  $C_8=470\ \text{pF}$  ;  $C_9=10\ \mu\text{F}$  ;  $C_{10}=10\ \mu\text{F}$

## Transistors :

$T_1=$  PNP BC558 ;  $T_2=$  PNP BC558 ;  $T_3=$  PNP BC558 ;  $T_4=$  NPN BC237

## Circuit intégrés :

$U_1=$ CMOS 4069 ;  $U_2=$ CD4017 ;  $U_3=$ CD4520 ;  $U_4=$ CD4553 ;  $U_5=$ CD4511

**Quartz :**  $QZ_1$  : 4 MHz

**Afficheurs :**  $AF_1$ ,  $AF_2$ ,  $AF_2$  (cathode commune)

# Bibliographie

- [1] : <https://www.groupe-cahors.com/fr-france/mesureurs-de-champs.html>
- [2] <https://radioamateur.org/les-news-radio/news-311-Mesureur-de-champ-%C3%A0-usage-multiple-par-ON5HQ>
- [3] <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/humidite-capteur-humidite-16419/>
- [4] <https://www.norsonic.ch/wordpress/wp-content/uploads/nor140-brochure-fr.pdf>
- [5] <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11855#c295>
- [6] <https://www.mr-bricolage.be/telemetre-electronique/20619-mesureur-laser-stanley-3253569774258.html>
- [7] <https://www.pce-france.fr/fiches-mesureurs/mesureur-isolement-pce-it111.htm>
- [8] <https://www.abcclim.net/test-isolement.html>
- [9] <https://www.2min.fr/tech/lutilite-dun-dynamometre-5698>
- [10] <http://www.directindustry.fr/prod/catu/product-12569-1861185.html>
- [11] <http://www.directindustry.fr/prod/bst-caltek-industrial-ltd/product-50655-349248.html>
- [12] <http://rion-france.com/application/determine-the-volume-of-a-combustion-chamber-before-assembly/>
- [13] <https://www.pce-france.fr/mesureurs/mesureurs-frequence.htm>
- [14] [http://www.fresnel.fr/perso/wagner/files\\_poly\\_M1electr/Instrum\\_cours%20F%202%20V2.pdf](http://www.fresnel.fr/perso/wagner/files_poly_M1electr/Instrum_cours%20F%202%20V2.pdf)
- [15] <http://djelectro71.e-monsite.com/medias/files/alimentation-regule.pdf>
- [16] <http://www.epsic.ch/cours/electronique/techn99/eInthcircuit/ciralim.html>
- [17] [http://www8.umoncton.ca/umcm-cormier\\_gabriel/Electrotechnique/Chap8.pdf](http://www8.umoncton.ca/umcm-cormier_gabriel/Electrotechnique/Chap8.pdf)
- [18] <https://studylibfr.com/doc/1270290/l-alimentation-stabilis%C3%A9e>
- [19] <http://djelectro71.e-monsite.com/medias/files/alimentation-regule.pdf>
- [20] <http://www.maxicours.com/se/fiche/0/3/131503.html>
- [21] <http://www.elektronique.fr/cours/filtre/filtres.php>
- [22] <https://www.robot-maker.com/forum/tutorials/article/43-technologie-ttl-et-cmos/>
- [23] <http://polygone.ek.la/circuits-numeriques-a107661724>

[24]<https://www.dnatechindia.com/cd-4069-hex-invertor.html>

[25] H. Mathieu, « Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques », 4<sup>e</sup> édition, Masson 1998.

[26] D.J. Roulston, « Bipolar semiconductor devices », McGraw-Hill, Inc 1990.

[27]<https://www.zpag.net/Electroniques/Transistor/transistor.htm>

[28]<https://components101.com/transistors/bc558-pinout-configuration-datasheet>

[29]<https://circuitdigest.com/tags/cd4511>

[30] <file:///C:/Users/microo/Downloads/avant%20corr/Electronique%20-%20Th%C3%A9orie%20-%20Quartz.html>

[31]<https://electronicsclub.info/cmos.htm>

[32]<https://www.elprocus.com/ic-4017-pin-configuration-application/>

[33]<https://www.eleccircuit.com/cd4069-inverter-gate-circuit/>

[34][file:///C:/Users/microo/Downloads/avant%20corr/\[Composant\]%20Les%20afficheurs%2007%20segments%20-%20Electronique%20-%20Tutoriels%20-%20Robot%20Maker.html](file:///C:/Users/microo/Downloads/avant%20corr/[Composant]%20Les%20afficheurs%2007%20segments%20-%20Electronique%20-%20Tutoriels%20-%20Robot%20Maker.html)

[35][http://www.electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit\\_10TS2.php](http://www.electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit_10TS2.php)



CD4069UB

S020694E – NOVEMBER 1998 – REVISED JANUARY 2019

## CD4069UB CMOS hex inverter

### 1 Features

- Standardized symmetrical output characteristics
- Medium speed operation:  $t_{\text{PHL}}$ ,  $t_{\text{PLH}} = 30$  ns at 10 V (Typical)
- 100% Tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of 1  $\mu\text{A}$  at 18 V over full package-temperature range, 100 nA at 18 V and 25°C
- Meets all requirements of JEDEC tentative standard No. 13B, *Standard Specifications for Description of B Series CMOS Devices*

### 2 Applications

- Logic inversion
- Pulse shaping
- Oscillators
- High-input-impedance amplifiers

### 3 Description

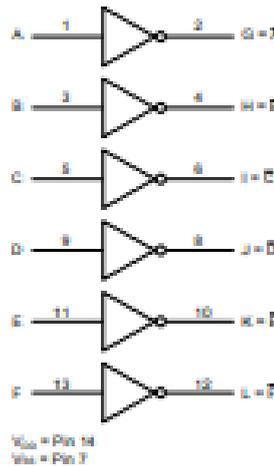
The CD4069UB device consist of six CMOS inverter circuits. These devices are intended for all general-purpose inverter applications where the medium-power TTL-drive and logic-level-conversion capabilities of circuits such as the CD4009 and CD4049 hex inverter and buffers are not required.

Device Information<sup>(1)</sup>

PART NUMBER	PACKAGE (PINS)	BODY SIZE (NOM)
CD4069UBE	PDIP (14)	19.30 mm × 6.35 mm
CD4069UBF	CDIP (14)	19.56 mm × 6.67 mm
CD4069UBM	SOIC (14)	8.85 mm × 3.91 mm
CD4069UBNSR	SO (14)	10.30 mm × 5.30 mm
CD4069UBPW	TSSOP (14)	5.00 mm × 4.40 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

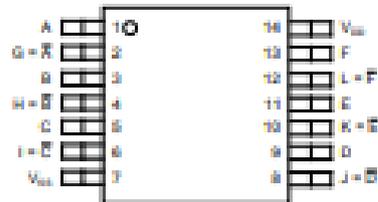
CD4069UB Functional Diagram



An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

## 5 Pin Configuration and Functions

D, J, N, NS, and PW Packages  
14-Pin PDIP, CDIP, SOIC, SO, and TSSOP  
Top View



Pin Functions

PIN		I/O	DESCRIPTION
NAME	NO.		
A	1	I	A input
B	3	I	B input
C	5	I	C input
D	9	I	D input
E	11	I	E input
F	13	I	F input
G = $\bar{A}$	2	O	G output
H = $\bar{B}$	4	O	H output
I = $\bar{C}$	6	O	I output
J = $\bar{D}$	8	O	J output
K = $\bar{E}$	10	O	K output
L = $\bar{F}$	12	O	L output
V <sub>DD</sub>	14	—	Positive supply
V <sub>SS</sub>	7	—	Negative supply

# CD4017B, CD4022B Types

## CMOS Counter/Dividers

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

CD4017B—Decade Counter with  
10 Decoded Outputs

CD4022B—Octal Counter with  
8 Decoded Outputs

■ CD4017B and CD4022B are 3-stage and 4-stage Johnson counters having 10 and 8 decoded outputs, respectively. Inputs include a CLOCK, a RESET, and a CLOCK INHIBIT signal. Schmitt trigger action in the CLOCK input circuit provides pulse shaping that allows unlimited clock input pulse rise and fall times.

These counters are advanced one count at the positive clock signal transition if the CLOCK INHIBIT signal is low. Counter advancement via the clock line is inhibited when the CLOCK INHIBIT signal is high. A high RESET signal clears the counter to its zero count. Use of the Johnson counter configuration permits high-speed operation, 2-input decoding and spike-free decoded outputs. Anti-lock gating is provided, thus ensuring proper counting sequence. The decoded outputs are normally low and go high only at their respective decoded time slot. Each decoded output remains high for one full clock cycle. A CARRY-OUT signal completes one cycle every 10 clock input cycles in the CD4017B or every 8 clock input cycles in the CD4022B and is used to ripple-clock the succeeding device in a multi-device counting chain.

### Features:

- Fully static operation
- Medium-speed operation . . . 15 MHz (typ.) at  $V_{DD} = 10\text{ V}$
- Standardized, symmetrical output characteristics
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Meets all requirements of JEDEC Termination Standard No. 12A, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Device"

### Applications:

- Decade counter/decimal decade display (CD4017B)
- Binary counter/decoder
- Frequency divider
- Counter control/timer
- Divide-by-N counting
- For further application information, see ICAN-6165 "CMOS/MOS MSI Counter and Register Design and Applications"

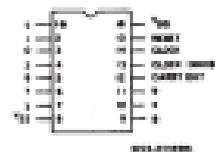
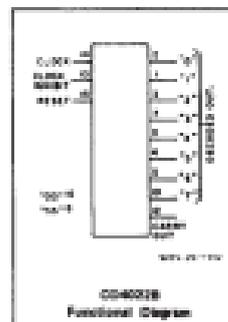
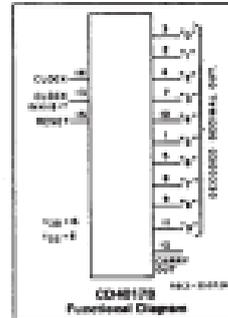
The CD4017B and CD4022B types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (FA suffix), 16-lead dual-in-line plastic package (E suffix), 16-lead small-outline packages (NSR suffix), and 16-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes). The CD4017B type also are supplied in 16-lead small-outline packages (M and MS suffixes).

### RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

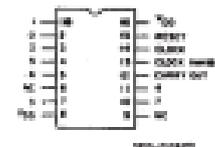
For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTICS	$V_{DD}$ [VI]	LIMITS		UNITS
		Min.	Max.	
Supply-Voltage Range (For $T_A$ = Full Package Temperature Range)		3	18	V
Clock Input Frequency, $f_{CL}$	5	—	2.5	MHz
	10	—	5	
	15	—	5.5	
Clock Pulse Width, $t_W$	5	200	—	ns
	10	90	—	
	15	60	—	
Clock Rise & Fall Time, $t_{YCL}$ – $t_{FCL}$	5	UNLIMITED*		—
	10	UNLIMITED*		
	15	UNLIMITED*		
Clock Inhibit Setup Time, $t_{CI}$	5	230	—	ns
	10	100	—	
	15	70	—	
Reset Pulse Width, $t_{RR}$	5	260	—	ns
	10	110	—	
	15	60	—	
Reset Removal Time, $t_{RR}$	5	400	—	ns
	10	260	—	
	15	150	—	

\*Only if Pin 14 is used as the clock input. If Pin 13 is used as the clock input and Pin 14 is tied high (for advancing count on negative transition of the clock), rise and fall time should be  $\leq 15\text{ ns}$ .



TOP VIEW  
CD4017B  
TERMINAL DIAGRAM



TOP VIEW  
MC - no connection  
CD4022B  
TERMINAL DIAGRAM

3  
COMMERCIAL CMOS  
HIGH VOLTAGE ICs

# CD4518B, CD4520B Types

## CMOS Dual Up-Counters

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

CD4518B Dual BCD Up-Counter  
CD4520B Dual Binary Up-Counter

■ CD4518 Dual BCD Up-Counter and CD4520 Dual Binary Up-Counter each consist of two identical, internally synchronous 4-stage counters. The counter stages are D-type flip-flops having interchangeable CLOCK and ENABLE lines for incrementing on either the positive-going or negative-going transition. For single-unit operation the ENABLE input is maintained high and the counter advances on each positive-going transition of the CLOCK. The counters are cleared by high levels on their RESET lines.

The counter can be cascaded in the ripple mode by connecting Q4 to the enable input of the subsequent counter while the CLOCK input of the latter is held low.

The CD4518B and CD4520B types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (PA suffix), 16-lead dual-in-line plastic packages (B suffix), 16-lead small-outline packages (A, MA, and MAK suffixes), and 16-lead thin-shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

### MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values

#### DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE (V<sub>DD</sub>)

Voltage referenced to V<sub>SS</sub> Terminal ..... -0.5V to +20V

INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS ..... -0.5V to V<sub>DD</sub> +0.5V

DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT ..... ±10mA

#### POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P<sub>D</sub>)

For T<sub>A</sub> = -55°C to +125°C ..... 200mW

For T<sub>A</sub> = +100°C to +125°C ..... Derate Linearly at 10mW/°C to 200mW

#### DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR

FOR T<sub>A</sub> = FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types) ..... 100mW

OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T<sub>O</sub>) ..... -55°C to +125°C

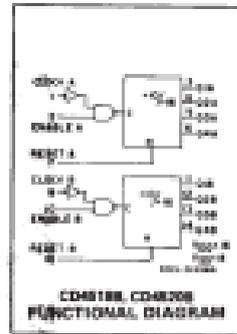
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T<sub>STG</sub>) ..... -65°C to +150°C

#### LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING)

At distance 1/16 ± 1/32 inch (1.27 ± 0.76mm) from case for 1.0s max ..... +260°C

### Features:

- Medium-speed operation – 8-MHz typical clock frequency at 10 V<sub>DD</sub>
- Positive- or negative-edge triggering
- Synchronous internal carry propagation
- 100% tested for quiescent current at 20 V<sub>DD</sub>
- Maximum input current of 1 µA at 10 V<sub>DD</sub> over full package-temperature range; 100 nA at 10 V<sub>DD</sub> and 25°C
- Noise margin/over full package-temperature range: 1 V at V<sub>DD</sub> = 5 V  
2 V at V<sub>DD</sub> = 10 V  
2.5 V at V<sub>DD</sub> = 15 V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Standardized, symmetrical output characteristic
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"



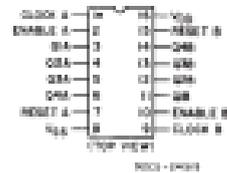
### Applications:

- Multistage synchronous counting
- Multistage ripple counting
- Frequency dividers

### TRUTH TABLE

CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
	1	0	Increase Counter
	1	0	Increase Counter
	X	0	No Change
	0	0	No Change
	0	1	No Change
	X	1	Q1 thru Q4 = 0

X = Don't Care    1 = High State    0 = Low State



### CD4518B, CD4520B TERMINAL ASSIGNMENT

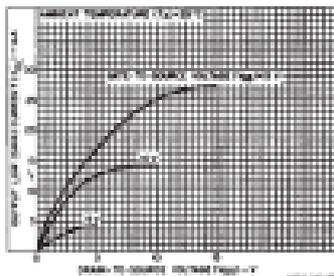


Fig. 1 – Typical output low-level current characteristics.

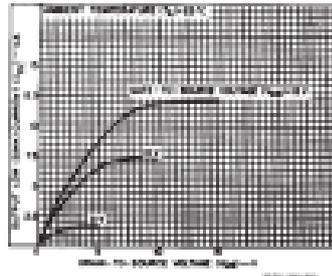


Fig. 2 – Minimum output low-level current characteristics.

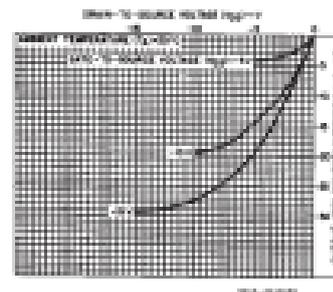


Fig. 3 – Typical output high-level current characteristics.

## CD4553

### 3-Digit BCD Counter

The MC14553B 3-digit BCD counter consists of 3 negative edge triggered BCD counters that are cascaded synchronously. A quad latch at the output of each counter permits storage of any given count. The information is then time division multiplexed, providing one BCD number or digit at a time. Digit select outputs provide display control. All outputs are TTL compatible.

An on-chip oscillator provides the low-frequency scanning clock which drives the multiplexer output selector.

This device is used in instrumentation counters, clock displays, digital panel meters, and as a building block for general logic applications.

- TTL Compatible Outputs
- On-Chip Oscillator
- Cascadable
- Clock Disable Input
- Pulse Shaping Permits Very Slow Rise Times on Input Clock
- Output Latches
- Master Reset

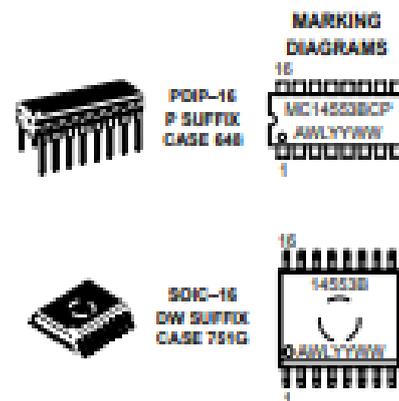
#### MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to $V_{DD}$ ) (Note 1.)

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{DD}$	DC Supply Voltage Range	-0.5 to +18.0	V
$V_{in}$ , $V_{out}$	Input or Output Voltage Range (DC or Transient)	-0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
$I_{in}$	Input Current (DC or Transient) per Pin	±10	mA
$I_{out}$	Output Current (DC or Transient) per Pin	+20	mA
$P_D$	Power Dissipation, per Package (Note 2.)	500	mW
$T_A$	Ambient Temperature Range	-55 to +125	°C
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-55 to +150	°C
$T_L$	Lead Temperature (B-Solder Soldering)	260	°C

1. Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
2. Temperature Derating:  
Plastic 'P' and DQW\* Packages: - 7.0 mW/°C From 85°C To 125°C

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation,  $V_{in}$  and  $V_{out}$  should be constrained to the range  $V_{DD} \pm (V_{in} \text{ or } V_{out}) \pm V_{DD}$ .

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either  $V_{DD}$  or  $V_{SS}$ ). Unused outputs must be left open.



A = Assembly Location  
 WL, L = Wafer Lot  
 YY, Y = Year  
 WW, W = Work Week

#### ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
MC14553BCP	PDIP-16	25/Reel
MC14553BDW	SOIC-16	47/Reel

### MC14553B

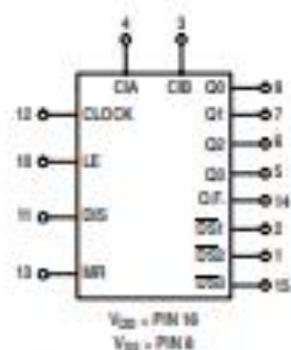


Figure 1. Block Diagram

### TRUTH TABLE

Inputs				Outputs
Master Reset	Clock	Disable	LE	
0		0	0	No Change
0		0	0	Advance
0	X	1	X	No Change
0	1		0	Advance
0	1		0	No Change
0	0	X	X	No Change
0	X	X		Latched
0	X	X	1	Latched
1	X	X	0	Q0 = Q1 = Q2 = Q3 = 0

X = Don't Care

# CD4511B Types

## CMOS BCD-to-7-Segment Latch Decoder Drivers

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

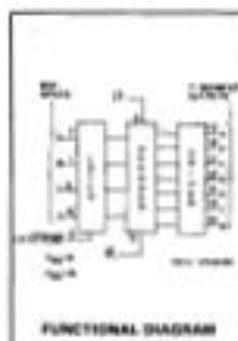
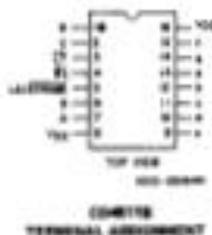


CD4511B types are BCD-to-7-segment latch decoder drivers constructed with CMOS logic and  $r_{p-n}$  bipolar transistor output devices on a single monolithic structure. These devices combine the low quiescent power dissipation and high noise immunity features of RCA CMOS with  $n-p-n$  bipolar output transistors capable of sourcing up to 25 mA. This capability allows the CD4511B types to drive LEDs and other displays directly.

Lamp Test ( $\overline{LT}$ ), Blanking ( $\overline{BL}$ ), and Latch Enable or Strobe inputs are provided to test the display, shut off or intensity-modulate it, and store or strobe a BCD code, respectively. Several different signals may be multiplexed and displayed when external multiplexing circuitry is used.

The CD4511B types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 16-lead small-outline packages (NSR suffix), and 16-lead thin shrink small-outline packages (PWARD PWR suffix).

These devices are similar to the type MC14511.



### Features:

- High-output-sourcing capability . . . . . up to 25 mA
- Input latches for BCD Code storage
- Lamp Test and Blanking capability
- 7-segment outputs blanked for BCD input codes > 1001
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Max. input current of 1  $\mu$ A at 18 V, over full package-temperature range, 100 nA at 18 V and 25°C
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings

### Applications:

- Driving common-cathode LED displays
- Multiplexing with common-cathode LED displays
- Driving incandescent displays
- Driving low-voltage fluorescent displays

### MAXIMUM RATINGS: Absolute-Maximum Values

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE ( $V_{DD}$ )	-0.5V to +20V
Voltages referenced to $V_{DD}$ (Terminal)	-0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	±10mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE ( $P_{D1}$ )	
For $T_A = -55°C$ to +100°C	100mW
For $T_A = +100°C$ to +125°C	Derate Linearly at 12mW/°C to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR	
FOR $T_A =$ FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE ( $T_A$ )	-55°C to +125°C
STORAGE TEMPERATURE RANGE ( $T_{STG}$ )	-55°C to +150°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING)	
At distance 1/16 to 1/32 inch (1.63 to 0.76mm) from case for 10s max	+300°C

### OPERATING CONDITIONS AT $T_A = 25°C$ Unless Otherwise Specified

For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so their operation is always within the following ranges:

Characteristics	$V_{DD}$	Min.	Max.	Units
Supply-Voltage Range ( $V_{DD}$ ) (Full Package-Temperature Range)	-	3	18	V
Set-Up Time ( $t_{SU}$ )	5	100	-	ns
	10	70	-	ns
	15	40	-	ns
Hold Time ( $t_{H}$ )	5	0	-	ns
	10	0	-	ns
	15	0	-	ns
Strobe Pulse Width ( $t_{PW}$ )	5	400	-	ns
	10	100	-	ns
	15	100	-	ns

COMMERCIAL CMOS HIGH VOLTAGE ICs

**Résumé :**

Notre projet dans le cadre du master 2 en instrumentation, portait sur la réalisation d'un montage qui mesure la durée d'une impulsion ou la demi-période d'un signal périodique, entre autres. Nous avons commencé par exposer différents mesureurs électroniques ; puis nous avons étudié théoriquement les différents étages qui constituent le circuit. La dernière partie du travail était de faire la réalisation pratique de ce circuit et en faire des mesures. Notre montage fonctionnait avec une bonne précision.

**Mots clés :** Impulsion, signal périodique, oscillateur, multiplicateur, compteur, mesureur d'impulsion, durée.

**Summary:**

Our project in the 2nd year of Master degrees in instrumentation speciality focused on the realization of an assembly which measures the duration of a pulse or the half-period of a periodic signal. We started by exposing different electronic meters; then we studied theoretically the different stages which constitute the circuit. The last part of the work was to make the practical realization of this circuit and to make measurements of it which worked with good precision.

**Key words:** Pulse, periodic signal, oscillator, multiplier, counter, pulse meter, duration.

**ملخص**

يركز مشروعنا في إطار برنامج الماجستير 2 في الأجهزة ، على تحقيق مجموعة تقيس مدة النبضة أو نصف فترة الإشارة الدورية ، من بين أمور أخرى. بدأنا بتعريف عدادات إلكترونية مختلفة. ثم درسنا نظريا المراحل المختلفة التي تشكل الدارة. كان الجزء الأخير من العمل هو الإدراك العملي لهذه الدارة وإجراء قياسات لها. لقد عملت الدارة بدقة جيدة.

**الكلمات المفتاحية:** النبض ، إشارة دورية ، مذبذب ، مضاعف ، عداد ، عداد النبض ، المدة.