

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان
Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : électronique
Spécialité : Instrumentation

Par : AMMOUR Rania et AZZOUZ Ouiem

Sujet

Etude et réalisation d'un mesureur de distance télémètre à ultrasons

Soutenu publiquement, le 10 / 06 / 2024 , devant le jury composé de :

Mr BOUANATI S.M	M.A.A	Université de Tlemcen	Président
Mme MOKEDDEM. N	M.A.B	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mme KADDOURI. N	M.C.B	Université de Tlemcen	Encadrante
Mme BECHLAGHEM. F	Docteur en science.	Université de Tlemcen	Co-Encadrante

Année universitaire : 2023 / 2024

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions, avant tous, le grand Dieu, notre créateur, pour nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour mener à bien ce modeste travail.

*Deuxièmement, nous tenons à exprimer une plus profonde gratitude à notre encadrante, Mme **KADDOURI Nadera**, pour ses conseils et le formidable soutien qu'elle nous a apporté tout au long de cette thèse. Sa compétence, son écoute attentive et sa bienveillance ont été des éléments clés dans la réussite et la concrétisation de notre travail.*

*Nous adressons également nos remerciements à notre co-encadrante Mme **BECHLAGHEM Fatema** pour les conseils et les orientations qu'elle nous a données et qui nous ont aidées à compléter ce mémoire.*

*Nous remercions également les membres du jury Monsieur **BOUANATI Sidi Mohammed** et Madame **MOKEDDEM Nadjet** pour leur disponibilité à analyser notre travail et pour leur regard critique qui a contribué au succès de notre projet scientifique.*

*Nous remercions Monsieur **GANTOUH** pour l'aide qu'il nous a apportée, pour les efforts qu'il a déployés pour nous et pour son accompagnement dans l'achèvement de ce mémoire.*

Nous remercions tous nos enseignants du département d'électronique à l'université Abou-Bekr Belkaïd – Tlemcen, sans oublier de citer tous les enseignants qui ont contribué à notre formation depuis l'école primaire jusqu'aux études universitaires.

Nous portons de remercions nos parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous, Merci pour tout.

Dédicace

Avant tout, je remercie Dieu de m'avoir donné la force pour réaliser ce présent travail.

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère **NAIMA**.*

*À mon père **BOUZIANE**, qui a toujours été ma source de bonheur, d'espoir et de sécurité, qui m'a toujours aidé et encouragé dans mes études.*

*À mes frères **MOHAMMED**, **YOUCEF** et **HICHAM**, vous êtes ma fierté, mon pilier inébranlable, mon réconfort dans l'obscurité, et votre soutien inconditionnel me donne la force d'avancer.*

Je souhaite qu'un jour, je puisse leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur accorde bonheur et une vie longue.

*À mon cher ami **BENNI Otmane**, pour son aide et son soutien dans les moments déficelle.*

À tous les étudiants de la promotion que j'ai partagé avec eux des bons moments et des souvenirs.

*À mon binôme **AZZOUZ Ouiem** pour ce qu'elle a fait pour la réussite de ce mémoire.*

Rania

Dédicace

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

Je dédie ce modeste travail à ceux qui me pérenne la dignité, l'honneur et la joie de ma vie mes très chers parents Nouria, Nasr eddine et je dis merci à leurs soutien, patience et confiance.

A mon très cher frère : Abes

A mes trois sœurs : Sabah, Djihane et Amina

À mon homme Ahmed et à tous les membres de sa famille.

À toute ma famille, source d'espoir et de motivation en particulier Tante et son mari. Ensuite, à la personne qui m'est la plus chère, ma grand-mère maternelle Je dédie cette thèse à sa mémoire.

A mon cher binôme Rania et mes amis ainsi que toute la section Electronique d'instrumentation

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

Ouiem

Table des Matières

<i>Remerciements</i>	ii
<i>Dédicace</i>	iii
<i>Dédicace</i>	iv
Table des Matières.....	v
Liste des tableaux.....	viii
Liste des Figures.....	ix
Introduction Générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur la télémétrie ultrason.....	3
I.1 Introduction :.....	3
I.2 Définition des ultrasons :	3
I.2.1 Caractéristiques des ultrasons :.....	3
I.3 Production et détection des ultrasons.....	4
I.3.1 Production des ultrasons	4
I.3.1.1 La piézoélectricité :.....	4
I. 3.1.2 Émetteurs magnétostrictifs:	5
I.3.1. 3 Émetteurs électrostrictifs :	5
I.1.3.2 Détection des ultrasons :	5
I.4 Émission et réception de l'onde ultrason :.....	5
I.4.1 Réfraction de l'onde ultrasonore :	5
I.4.2 Réflexion de l'onde ultrasonore:.....	6
I.4.3 Diffusion de l'onde ultrason :	7
I.5 Application des ultrasons :	7
I.5.1 Repérage d'obstacles :	7
I.5.2 Utilisation industrielle :.....	8
I.5.3 Utilisation des ultrasons en médecine :.....	8
1. 6 Télémètre à ultrasons :	8
I.7 Présentation de télémètre à ultrason :	9
I.8 Principe de fonctionnement d'une télémétrie :.....	10
I.9 Conclusion :	11
Chapitre II : Etude théorique des constituants du télémètre-ultrason	13
II.1 Introduction :	13
II.2 Amplificateur opérationnel :	13
II.2.1 Caractéristiques principales d'un Amplificateur opérationnel (AOP):	13
II.2.2 Brochage :.....	13

II.2.3 Caractéristique de TL084:	14
II.2.4 Amplificateur en mode linéaire :	14
II.2.5 Amplificateur en mode comparateur (ou saturé):	15
II.2.6 Amplificateur suiveur de tension :	16
II.2.7 Amplificateur sélectif RLC :	17
II.3 Le monostable :	17
II.3.1 Le NE555 :	17
II.3.1.1 Le brochage :	18
II.3.1.2 Caractéristique:	18
II.3.1.3 Principe de fonctionnement:	19
II.3.2 Le monostable NE555 :	20
II.3.2.1 Le brochage :	20
II.3.2.2 Principe de fonctionnement:	21
II.3.3 Le monostable CD 4538 :	22
II.4 Trigger de Schmitt :	23
II.4.1 Principe de fonctionnement :	24
II.5 Bascule RS 4093 :	24
II.5.1 Principe de fonctionnement :	24
II.6.1 Les compteurs asynchrones :	26
II.6.2 Les compteurs synchrones :	27
II.7 Décodeur BCD :	28
II.8 Afficheur 7 segments :	29
II.9 Conclusion :	30
Chapitre III : Réalisation et interprétation des résultats.	32
III.1 Introduction :	32
III.2 Principe de fonctionnement et mesure :	32
III.3. Schéma bloc du télémètre à ultrason :	33
III.4. Chronogramme de comptage :	34
III.5 Vérification du fonctionnement de montage par le logiciel Proteus- ISIS :	35
III.5.1 Liste des matériels :	35
III.5.2 Bloc de commande :	36
III.5.3 Bloc d'émission :	37
III.5.3 Bloc de réception	38
III.5.5 Bloc d'affichage :	Erreur ! Signet non défini.
III.6 Conception du circuit électronique :	39
III.6.1 Réalisation de l'étage de déclenchement et de contrôle de la mesure.....	39
III.6.2 Réalisation de l'étage d'émission :	42

III.6.3 Réalisation de l'étage de réception :	44
III.6.4 Réalisation de l'étage de comptage et d'affichage.....	46
III.6.5 Circuit complet du télémètre à ultrasons :.....	48
III.7 Conclusion :.....	49
Conclusion générale :	51
Références Bibliographiques.....	52
Résumé :.....	76
Annexe	57

Liste des tableaux

Tableau II-1 Représentation des différentes broches de NE555	18
Tableau II-2 Le tableau ci-dessous résume ces états :	20
Tableau II-3 Table de vérité de la bascule JK :	26
Tableau II-4 : Table de vérité.....	29
Tableau III-1 Les composants:	35
Tableau III-2 Table de vérité de bascule RS.....	41

Liste des Figures

Chapitre I : Généralité sur la télémétrie ultrason

Figure I-1 Quartz piézoélectrique.....	4
Figure I-2 Principe de l'effet piézoélectrique avec pression (à droite) ou sans pression à gauche) pour le quartz [5]	4
Figure I-3 Réflexion et réfraction des ondes ultrasonores [8]	6
Figure I-4 Phénomène de diffusion [9]	7
Figure I-5 Télémètre à ultrason [10].....	9
Figure I-6 Schéma synoptique du télémètre à ultrasons.....	9
Figure I-7 Fonctionnement de télémètre [12].....	10
Figure II-1 Schéma de l'amplificateur opérationnel [3]	13
Figure II-2 Le brochage interne de CI TL084 [18].....	14
Figure II-3 Compteur inverseuse [34]	15
Figure II-4 Compteur nom inverseur [34].....	15
Figure II-5 Caractéristique de transfert $U_s = f(U_E)$ [34].....	15
Figure II-6 Montage AOP suiveur de tension [3].....	16
Figure II-7 Montage AOP sélectif RLC [3].	17
Figure II-8 Symbol de CI NE555 [21]	18
Figure II-9 Schéma interne de NE555 [21].....	18
Figure II-10 Montage du monostable NE555 [22].	19
Figure II-11 Monostable NE555 [25]	20
Figure II-12 Montage avec Constitution interne du monostable NE555 [25].	21
Figure II-13 Allure du signal de sortie VO par application d'une impulsion d'entrée Ve [3].	22
Figure II-14 Monostables redéclenchables : l'un sur front montant et l'autre sur front descendant.....	23
Figure II-15 Symbole du trigger de Schmitt	23
Figure II-16 Chronogramme de la bascule de Schmitt.....	24
Figure II-17 Brochage interne de la bascule RS4093.	24
Figure II-18 Chronogramme des signaux d'entrée et de sortie.....	25
Figure III-1 Schéma bloc du télémètre à ultrason	33
Figure III-2 Chronogramme de comptage.	34
Figure III-3 Schéma électrique réalisé sous ISIS du commande.....	36
Figure III-4 Forme des signaux générés par le circuit de commande.....	36
Figure III-5 Schéma électrique réalisé sous ISIS du circuit émetteur	37
Figure III-6 Forme des signaux générés par le circuit émetteur	37
Figure III-7 Schéma électrique réalisé sous ISIS du	38
Figure III-8 Forme des signaux générés par le circuit	38
Figure III-9 Schéma électrique réalisé sous ISIS du circuit affichage.....	39
Figure III-10 Circuit de commande réalisé sur la plaque d'essai	39
Figure III-11 Forme des signaux générés par le monostable CD4538.	40
Figure III-12 Forme de signal à l'entrée de bascule RS4093.....	40
Figure III-13 Schéma électronique d'acquisition de l'ordre de mesure	41
Figure III-14 Circuit d'émission réalisé sur la plaque d'essai.....	43
Figure III-15 Sortie S du NE555	43
Figure III-16 Signal à la sortie de l'émetteur	44
Figure III-17 Circuit de réception réalisé sur la plaque d'essai	44
Figure III-18 Point 1 : Sortie de suiveur.....	45
Figure III-19 Point 7 : Sortie d'AOP sélectif.....	46

Figure III-20 Point 8 : sortie de partie de réception.....	46
Figure III-21 Circuit d'horloge du comptage	47
Figure III-22 Forme de signal d'horloge	47
Figure III-23 Circuit d'affichage réalisé sur la Plaque d'essai.....	48
Figure III-24 Circuit Complet du télémètre à ultrason.....	48

Introduction Générale

La mesure des distances sans contact est indispensable dans plusieurs secteurs actuellement. En géophysique par exemple l'étude des structures géologiques nécessite pour leur contrôle des télémètres ayant la possibilité de mesurer des grandes distances. La technologie notamment la science a beaucoup investie dans la création des télémètres de distance de grande précision. Un télémètre est un système qui envoie un signal (utilise des ondes sonores à haute fréquence) et qui reçoit son écho par un récepteur, pour mesurer la distance entre un capteur et un objet. Il représente une application simple qui exploite la durée de propagation d'une onde ultrason pour mesurer la distance. Il fonctionne en émettant une impulsion d'ultrasons et en mesurant le temps que met l'écho à revenir. La vitesse du son étant connue, la distance peut être calculée avec précision.

L'objectif de ce mémoire est de réaliser un télémètre ultrason. Ce télémètre comporte quatre étages : un étage pour l'émission, un deuxième pour la réception et un troisième pour la commande et un quatrième pour l'affichage de la distance mesurée. L'étage de commande qui interagit avec les trois autres afin de contrôler le bon fonctionnement de l'ensemble des constituants du télémètre est d'assurer une valeur de mesure avec une très grande précision.

Ce modeste travail est réalisé suivant trois chapitres distincts :

- Application chapitre présente les notions fondamentales sur le télémètre à ultrasons, ainsi que la production, la détection, l'émission et de réception des ultrasons aussi sur leurs applications.
- Le deuxième chapitre du mémoire est consacré à l'étude théorique des différents circuits intégrés employés, comme les amplificateurs opérationnels, les bascules, les monostables, les compteurs...
- Le troisième chapitre est consacré pour la réalisation et la vérification des résultats par des tests pratiques et par l'utilisation du logiciel Isis.

Nous avons clôturé l'étude par une conclusion générale.

Chapitre I : Généralités sur la télémétrie ultrason

Chapitre I : Généralités sur la télémétrie ultrason

I.1 Introduction :

La mesure d'une distance est un domaine d'application vaste et passionnant. Aujourd'hui, la technologie à développer plusieurs recherches sur la télémétrie, en s'appuyant sur l'électronique, la mécanique et l'optoélectronique (les ultrasons) [1].

Dans ce premier chapitre, nous présentons les principes généraux de la télémétrie ultrasonique.

I.2 Définition des ultrasons :

Les ultrasons sont des vibrations mécaniques de même nature physique que le son, mais de fréquence trop élevée (plus de 20 kHz à plusieurs centaines de mégahertz) pour que l'oreille humaine puisse les distinguer. Les ultrasons se propagent à une vitesse qui dépend de la nature du milieu [2]. Par exemple, la vitesse du son dans l'air est de 300 m/s, tandis que celle-ci dans l'eau est de 1500 m/s [3].

Selon la nature des organes qu'ils traversent, les ultrasons se propagent dans l'organisme humain à une vitesse proche de 1500 m/s [3].

I.2.1 Caractéristiques des ultrasons :

➤ Fréquence F (Hz) : 20 kHz à 100 MHz [2]

➤ Période T (s) : $T = \frac{1}{F} = \frac{\lambda}{C}$ (I.1)

➤ Longueur d'onde λ (m) : $\lambda = \frac{C}{F} = C \times T$ (I.2)

➤ Célérité c (m/s) : $C = F \times \lambda = \frac{\lambda}{T}$ (I.3)

➤ Intensité I (watt/ cm^2) : l'énergie transportée par unité de surface

$$I = \frac{PC}{2\phi} \quad (I.4)$$

➤ Le niveau sonore L (dB) entre deux ondes ultrasonores (I_1 et I_2)

➤ $L = D = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right)$ (I.5)

I.3 Production et détection des ultrasons

I.3.1 Production des ultrasons

Les ultrasons sont générés par trois types d'émetteurs qui transforment l'énergie électrique transportée par des courants alternatifs à haute fréquence en énergie mécanique [4].

I.3.1.1 La piézoélectricité :

Le phénomène de piézoélectricité se réfère à la capacité de certains corps à se polariser lorsqu'ils sont soumis à une contrainte mécanique (effet direct) et à se déformer lorsqu'ils sont soumis à un champ électrique (effet inverse) [13].

Langevin a employé la piézoélectricité afin de concevoir un générateur d'ultrasons où l'élément clé est composé d'une mosaïque de lamelles de quartz, dont l'orientation et l'épaisseur sont strictement identiques, collées entre deux disques d'acier. Le trio est désigné comme un tripler. Les disques sont métalliques et ils sont connectés aux deux bornes d'une source de courant alternative. Les lames en quartz ont la capacité de se déformer à une fréquence équivalente à celle de la tension qui leur est donnée. Les vibrations mécaniques qu'elles génèrent sont transmises au milieu où se trouve l'appareil [5].

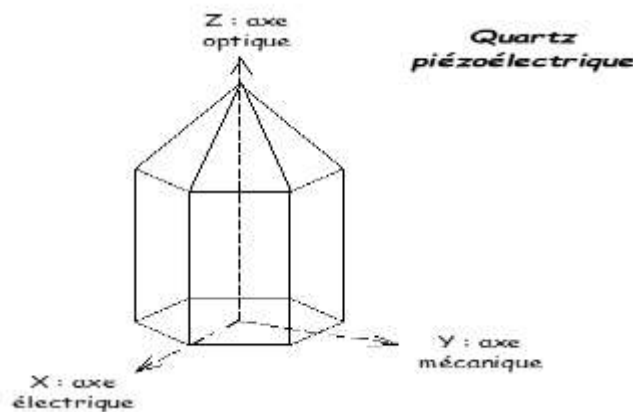


Figure I-1 Quartz piézoélectrique

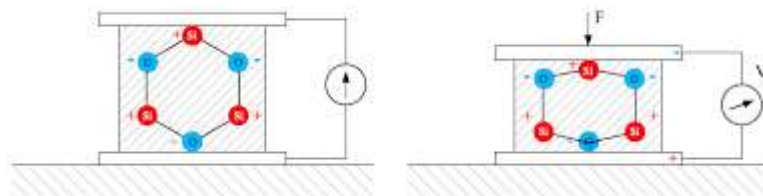


Figure I-2 Principe de l'effet piézoélectrique avec pression (à droite) ou sans pression à gauche) pour le quartz [5]

I. 3.1.2 Émetteurs magnétostrictifs:

Les magnétostrictifs sont des émetteurs qui utilisent une caractéristique des corps ferromagnétiques qui implique une modification des dimensions du corps lorsqu'il est placé dans un champ magnétique variable (magnétostriction) [5]. Par exemple, il est possible d'utiliser une série de tôles de nickel et de les insérer dans deux enroulements, l'un parcouru par un courant continu afin d'obtenir un champ magnétique constant approprié, et l'autre parcouru par un courant alternatif. Pour générer un champ magnétique variable [2]. Le champ obtenu entraîne une contraction relative suffisamment importante qui entraîne une vibration d'amplitude suffisante. Ces émetteurs présentent une grande résistance, mais ils ne sont pas capables de générer des ultrasons à une fréquence supérieure à 50 000 Hz [5].

I.3.1. 3 Émetteurs électrostrictifs :

Fonctionnent de la même manière que les transmetteurs magnéto résistifs, mais la céramique utilisée est placée dans un champ électrique variable. En conséquence, les dimensions de l'objet varient, ce qui entraîne un mouvement mécanique des molécules d'air : Ultrasons [6].

I.1.3.2 Détection des ultrasons :

On utilise différents appareils pour détecter et mesurer les ultrasons. Compte tenu de la réversibilité des phénomènes piézoélectriques, magnétostrictifs et électrostrictifs, les dispositifs utilisés lors de l'émission peuvent servir de récepteurs. [2] Dans cette situation, les mouvements mécaniques provoquent une tension électrique de la même fréquence que les ultrasons à repérer, et c'est cette tension qui est analysée. Les ultrasons produisent une pression de rayonnement qui se manifeste lorsque l'énergie de rayonnement est adéquate. On peut mesurer la poussée exercée sur une petite palette de surface connue [3]. On peut également repérer les ultrasons en utilisant divers dispositifs interférométriques ou des appareils spécialement conçus pour l'étude des ondes stationnaires [7].

I.4 Émission et réception de l'onde ultrason :

Au fur et à mesure que l'onde acoustique se propage dans les différents environnements, son intensité diminue. Plusieurs éléments jouent un rôle dans cette baisse, comme l'absorption, la réfraction, la réflexion et la diffusion [7]. Deux effets se produisent lorsque des impulsions ultrasoniques sont émises dans un solide : un effet thermique qui est influencé par la puissance acoustique de l'onde et qui provoque une propagation de chaleur dans le milieu, et un effet mécanique qui consiste à transmettre la chaleur [10].

I.4.1 Réfraction de l'onde ultrasonore :

La réfraction se produit lorsque l'onde ultrasonore change de direction en passant à travers un tissu avec des propriétés acoustiques différentes. Cela se produit lorsque l'angle d'incidence

n'est pas de 90 degrés par rapport à l'interface. L'onde qui traverse subit une déviation, connue sous le nom de réfraction. L'angle de déviation de l'onde est déterminé par la loi de SNELL [8] :

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{V_2}{V_1} \quad (I.6)$$

Avec :

θ_i : L'angle de l'onde incidence

θ_r : L'angle de l'onde transmise

V_1 Et V_2 : la vitesse de l'onde dans les milieux 1 et 2 respectivement

I.4.2 Réflexion de l'onde ultrasonore:

La transmission se produit dans la même direction et dans le même sens que l'onde sonore lorsque l'incidence est directe, tandis que la réflexion se produit dans la même direction et dans le sens opposé [8].

Soit un angle d'incidence critique tel que :

$$\sin \theta_i = \frac{V_1}{V_2} \quad (I.7)$$

La valeur du coefficient de réflexion pour une incidence normale ($i=0^\circ$) ne dépend que de l'impédance acoustique des deux milieux est donnée par :

$$R = \left(\frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2} \right)^2 \quad (I.8)$$

M1 : milieu 1

M2 : milieu 2

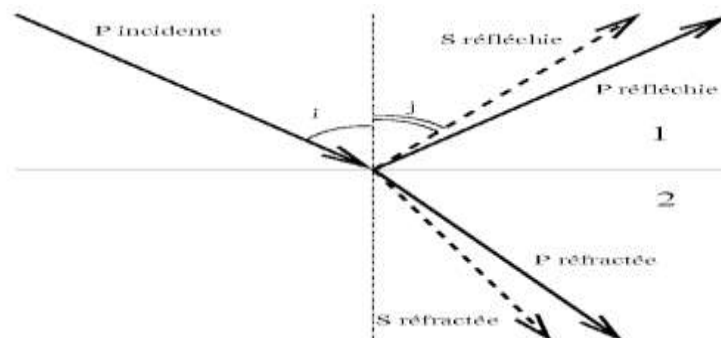


Figure I-3 Réflexion et réfraction des ondes ultrasonores [8]

I.4.3 Diffusion de l'onde ultrason :

Lorsqu'une onde sonore rencontre un obstacle, une partie de cette onde est renvoyée en arrière. La réflexion se produit de telle manière que l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence par rapport au plan de l'obstacle [8]. Cependant, si la surface de l'obstacle est irrégulière, le plan de surface à considérer dépend du rapport entre la taille des irrégularités de surface et la longueur d'onde. Lorsque la longueur de l'onde est similaire à la taille des irrégularités de surface, on observe un phénomène appelé diffusion. L'énergie acoustique de l'onde incidente est répartie dans différentes directions (ce phénomène est similaire à la réfraction, mais dans la direction opposée) [9].

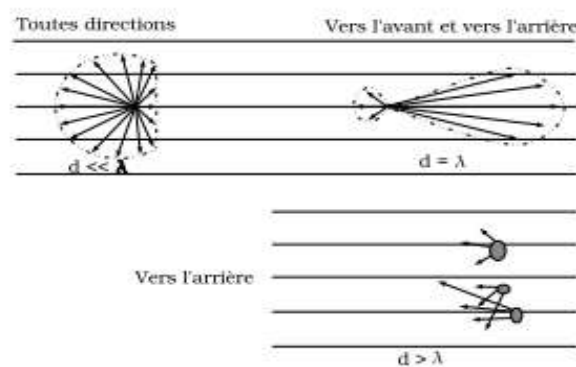


Figure I-4 Phénomène de diffusion [9]

I.5 Application des ultrasons :

Les ultrasons trouvent une multitude d'applications dans divers secteurs, notamment l'industrie, le commerce, le l'armée, le domaine médical et même dans les maisons.

I.5.1 Repérage d'obstacles :

En 1917, Langevin développe la première conception d'un projecteur à ultrasons qui peut produire des faisceaux d'une intensité adéquate et d'une direction précise. L'objectif de ce dispositif est de repérer les sous-marins adverses. Le fonctionnement de cette méthode est simple : les ultrasons émis sont réfléchis par un obstacle et retournent vers leur origine, ce qui génère un écho [8]. En étudiant la durée entre l'émission de l'onde et la réception de l'écho, et en ayant une connaissance de la vitesse des ultrasons dans l'eau de mer (environ 1 500 m/s), il est aisé de déterminer la distance de l'obstacle dans la direction du son. On a adapté cette méthode à différentes utilisations comme la détection d'icebergs, le sondage, la communication sous-marine et la localisation des bancs de poissons [9]. Au cours de la Seconde Guerre mondiale (1939-1945), il est devenu de plus en plus important de détecter les

sous-marins, et de nombreux appareils, connus sous le nom d'asdic et de sonars, ont été développé [5]. La formule utilisée pour cette démarche est la suivante [8] :

$$D = \frac{C \times t}{2} \quad (I.9)$$

Où :

- D: La distance e de l'obstacle par rapport l'émetteur
- C : La vitesse du son dans l'air
- t: le temps

I.5.2 Utilisation industrielle :

En métallurgie, les ultrasons jouent un rôle crucial dans divers processus, tels que le dégazage des métaux, la détection de défauts, l'usinage et la soudure de certains matériaux. Pour le perçage, une forêt montée sur la partie mobile d'un générateur d'ultrasons peut être utilisée, effectuant des mouvements de va-et-vient à la fréquence ultrasonique [8].

Les ultrasons sont également essentiels dans d'autres domaines, comme la stérilisation de certains liquides, comme le lait, la prospection de gisements minéraux, la déflagration d'explosifs commandée à distance, le nettoyage de certains objets, comme les fûts de bois utilisés pour la fabrication du vin, ainsi que la soudure de matières plastiques [13].

De nombreuses industries, telles que l'industrie pharmaceutique, automobile et horlogère, aussi pour le nettoyage. Cette méthode permet de plonger différents objets dans des bains à ultrasons afin d'éliminer les impuretés [5].

I.5.3 Utilisation des ultrasons en médecine :

Les ultrasons sont employés dans le domaine médical afin de poser des diagnostics et de traiter diverses affections [8].

Les ultrasons sont utilisés pour l'imagerie et l'examen des tissus mous et des organes internes tels que le cœur, le foie et les poumons, la détection de tumeurs et d'autres anomalies, ainsi que le suivi du développement du fœtus pendant la grossesse. Les ultrasons sont une méthode non invasive, sans douleur et assez abordable [5]. Aucun risque connu pour la santé n'est identifié, ce qui en fait un outil de diagnostic pratique employé.

1. 6 Télémètre à ultrasons :

Un télémètre à ultrasons est utilisé pour mesurer la distance. Le principe, inspiré de la chauve-souris, est d'envoyer une salve d'ultrasons vers un objet qui les réfléchit, comme un mur ou une vitre, puis de capter l'écho renvoyé par cet objet [10]. En mesurant le temps que met l'écho pour revenir au télémètre, on peut déterminer la distance qui sépare le télémètre de cet objet. On peut calculer la distance recherchée en connaissant la vitesse du son. Un tel moyen

de mesure présente de nombreux avantages. Il n'est plus nécessaire d'avoir un objet de référence d'un mètre, la mesure est rapide sur plusieurs mètres et il est possible de mesurer des distances difficiles d'accès sans risque. Par exemple, il est facile d'augmenter la hauteur [10].

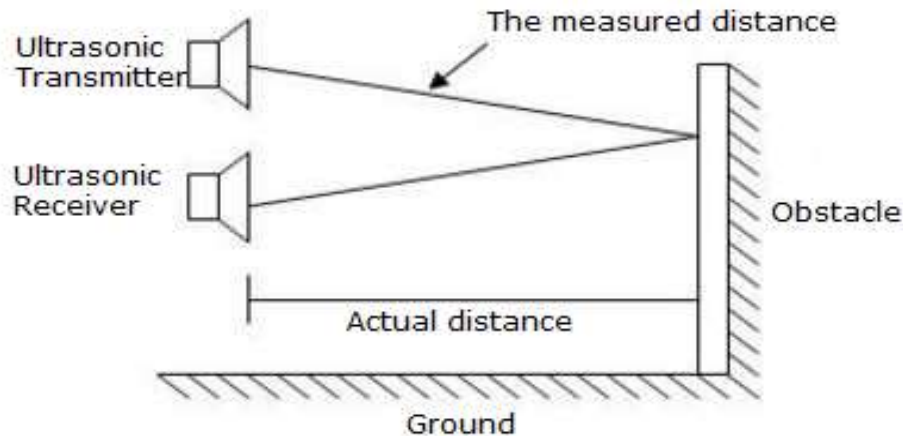


Figure I-5 Télémètre à ultrason [10]

I.7 Présentation de télémètre à ultrason :

Le télémètre possède un bouton permettant de commencer une acquisition et un afficheur pour représenter la distance en centimètres. Il est également constitué de quatre modules : un module de transmission, un module de réception, un module d'affichage de la distance mesurée et un module de contrôle qui interagit avec les trois modules précédents afin de garantir le bon fonctionnement de l'ensemble du télémètre [11].

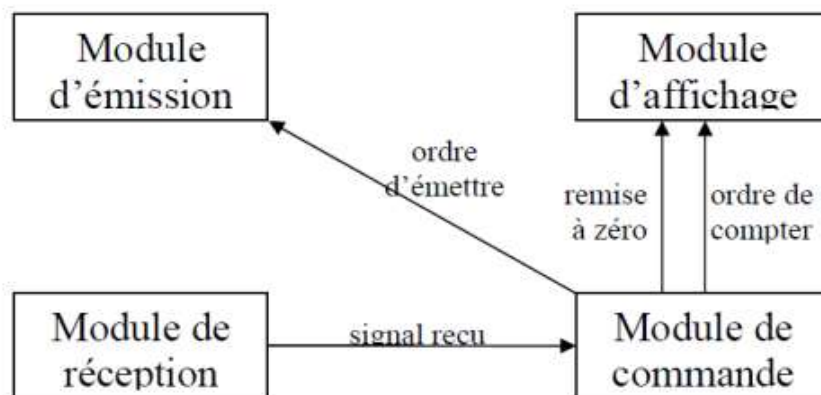


Figure I-6 Schéma synoptique du télémètre à ultrasons

I.8 Principe de fonctionnement d'une télémétrie :

En utilisant les propriétés de propagation des ondes ultrasonores, un télémètre à ultrasons permet de mesurer la distance d'un objet, qu'il soit proche ou éloigné. Ce dispositif fonctionne comme un capteur actif qui génère une impulsion sonore dans la plage des ultrasons, qui se propage à la vitesse du son dans l'air (environ 344 mètres par seconde) [12] jusqu'à atteindre un objet. Le son rebondit sur l'objet et se dirige vers le capteur dans la direction opposée, où il est « réfléchi ». Pour évaluer la durée requise pour que l'impulsion sonore se déplace du capteur vers l'objet et revienne au capteur, il est envisageable de déterminer avec précision la distance par rapport à l'objet. Le délai d'attente est inversement lié à la longueur parcourue par

le son est calculée en utilisant la relation suivante : $d = \frac{c * t}{2}$

Où

- d : correspond à la distance parcourue.
- c : la vitesse du son dans l'air.
- t : la durée nécessaire à l'onde pour effectuer l'aller-retour.

Cela pose deux interrogations. Tout d'abord, compte tenu du trajet aller-retour effectué par l'ultrason, la distance estimée est deux fois plus longue que la distance réelle. Ainsi, il est essentiel de diviser la distance finale en deux. Ensuite, le son dans l'air atteint une vitesse d'environ 340 m/s à une température de 20 °C et fluctue en fonction de la température de l'environnement [12].

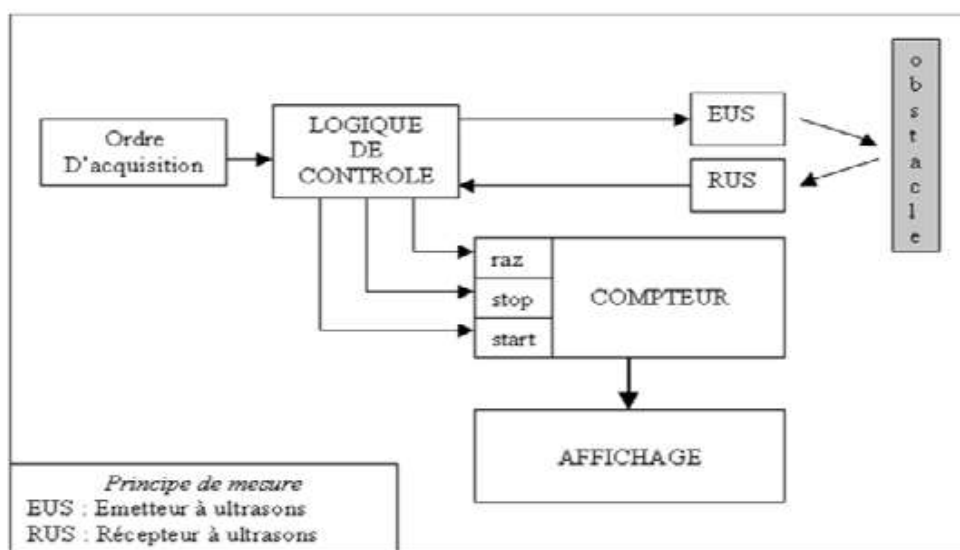


Figure I-7 Fonctionnement de télémètre [12]

I.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les notions générales concernant les ultrasons, ce qui a posé les bases théoriques de notre étude qui peuvent nous aider à réaliser notre télémètre à ultrasons.

Dans le prochain chapitre, nous aborderons les outils nécessaires à la réalisation de notre projet.

Chapitre II :

Étude théorique des constituants du télémètre- ultrason

Chapitre II : Etude théorique des constituants du télémètre-ultrason

II.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous étudions théoriquement les divers composants utilisés pour la réalisation de notre télémètre à ultrasons.

II.2 Amplificateur opérationnel :

L'Amplificateur opérationnel (AOP) est un dispositif linéaire qui amplifie une variation de potentiel électrique à ses entrées. Au départ, son objectif était de réaliser des opérations mathématiques dans les calculateurs analogiques : comme l'addition, la soustraction, l'intégration, dérivation, multiplication, intégration, comparaison, division...) [14]. Il est également employé dans de nombreuses autres applications telles que la commande de moteurs, la régulation de tension, les sources de courant, les oscillateurs...

II.2.1 Caractéristiques principales d'un Amplificateur opérationnel (AOP):

- Un Gain élevé, de l'ordre de 10^5 pour des fréquences entre 0 Hz et quelques MHz [28].
- Courants d'entrée très faibles.
- Impédance d'entrée très grande dépasse 100 M Ω .
- Impédance de sortie faible.
- Bande passante très grande.

II.2.2 Brochage :

Deux entrées différentielles sont présentes dans les amplificateurs opérationnels (AOP) : une entrée non-inverseuse (e+) et une autre inverseuse (e-), ainsi qu'une seule sortie (s). En règle générale, il est alimenté par une alimentation double symétrique : V_{cc+} et V_{cc-} [15]. On appelle tension différentielle d'entrée la disparité de potentiel entre ces deux entrées [3].

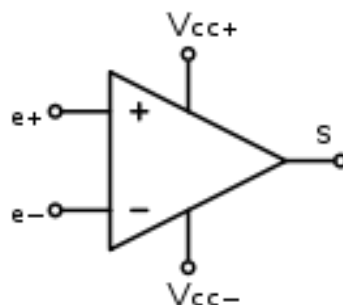


Figure II-1 Schéma de l'amplificateur opérationnel [3]

Dans ce projet, on utilise le TL084 qui est un type de circuit intégré qui comprend quatre amplificateurs opérationnels à haute vitesse et faible bruit, comme illustré dans la figure

II-2[17].

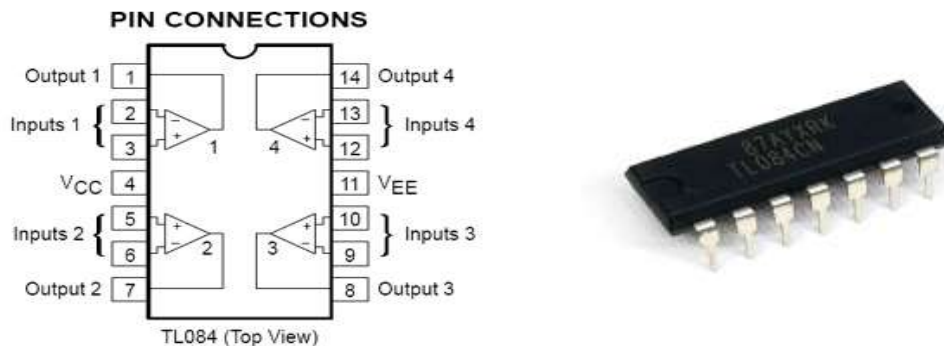


Figure II-2 Le brochage interne de CI TL084 [18]

II.2.3 Caractéristique de TL084:

- Large gamme de tensions en mode commun (jusqu'à V_{CC+}) et différentielles [18].
- Faible biais d'entrée et courant de décalage.
- Protection contre les court-circuits en sortie.
- Étage d'entrée JFET à haute impédance d'entrée.
- Compensation de fréquence interne.
- Fonctionnement sans verrouillage.
- Vitesse de balayage élevée : $16 \text{ V}/\mu\text{s}$ (type).

II.2.4 Amplificateur en mode linéaire :

L'AOP ne fonctionne en mode linéaire que lorsqu'il y a une contre-réaction sur l'entrée inversée V_- . On obtient alors : $V_s = V_d (V_+ - V_-)$

On suppose que le gain statique A_d est infini dans la partie de la caractéristique correspondant au régime linéaire ($-V_{SAT} < V_s < +V_{SAT}$). Cela implique que pour que V_s reste finie, il est impératif que $V_+ = V_-$ [30].

En d'autres termes, si une partie de la tension de sortie est prélevée et réinjectée sur l'entrée V_- , on constate que lorsque V_s augmente, E diminue. On a employé la contre-réaction en tension afin d'éviter la saturation et de maintenir un régime linéaire. Il permet de réduire le gain de tension et entraîne une augmentation de la bande passante.

II.2.5 Amplificateur en mode comparateur (ou saturé):

Le montage comparateur est un dispositif qui permet de détecter le signe de la tension différentielle d'entrée de l'AOP : $V_s = +V_{SAT}$ si $\mathcal{E} > 0$ ou $V_s = -V_{SAT}$ si $\mathcal{E} < 0$.

La réalisation du montage comparateur est facile, car l'amplificateur opérationnel (AOP) est en boucle ouverte, ce qui permet d'exploiter la propriété de très grand gain de l'amplificateur opérationnel (AOP) [34]. Cela signifie qu'une différence minime entre les entrées non inversées et inversées est suffisante pour laisser l'AOP entrer en régime de saturation. La tension de sortie représente la différence entre une tension d'entrée et une tension de seuil.

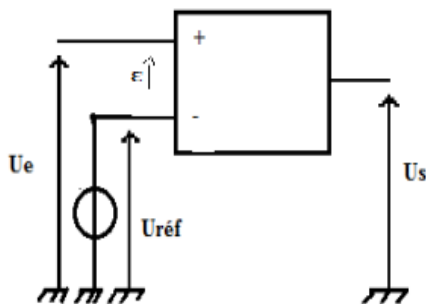


Figure II-4 Compateur nom inverseur [34]

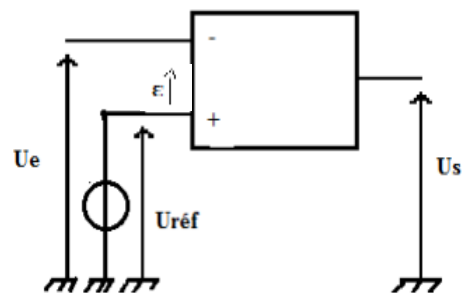


Figure II-3 Compateur inverseuse [34]

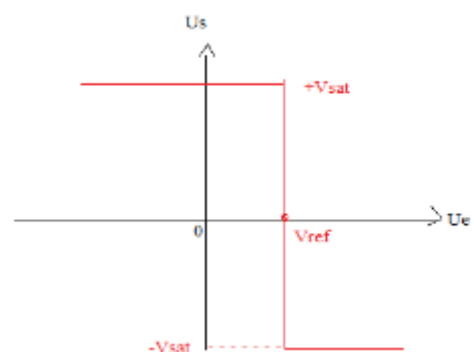
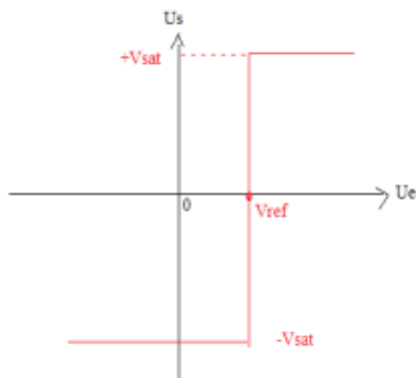


Figure II-5 Caractéristique de transfert $U_s = f(U_e)$ [34]

Remarque:

Bien que mathématiquement il soit possible d'avoir une stricte égalité entre les entrées différentielles, la présence de bruit électronique ne permettra pas d'obtenir une tension différentielle d'entrée strictement nulle [34]. Étant donné que $\mathcal{E}=0$ est impossible à réaliser, la tension de sortie ne pourra jamais être nulle et ne prendra que des valeurs telles que $U_S = +V_{SAT}$ ou $U_S = -V_{SAT}$.

II.2.6 Amplificateur suiveur de tension :

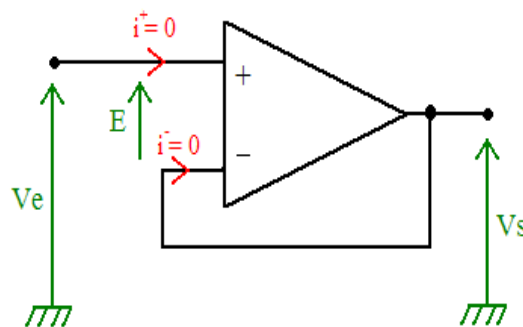


Figure II-6 Montage AOP suiveur de tension [3].

En utilisant ce AOP en tant que suiveur, nous sommes en train de le faire fonctionner de manière linéaire (la sortie est connectée à l'entrée (-)). En outre, il est considéré comme parfait, dans cette situation, nous avons : $E = 0$ V, ce qui signifie que $V^+ = V^-$.

Il nous reste maintenant à établir les valeurs de V^+ et de V^- .

Dans notre exemple, les données de ce suivi sont les suivantes [30] :

V^+ dépend de V_e , donc : $V^+ = V_e$.

V^- dépend de V_s , donc $V^- = V_s$.

La formule précédente ($V^+ = V^-$) est donc remplacée par les valeurs respectives de V^+ et de V^- , ce qui donne :

$$V_s = 1 * V_e$$

On utilise généralement un suiveur de tension dans un circuit pour découpler les impédances, c'est-à-dire pour empêcher une impédance de perturber un montage en aval, afin d'obtenir un transfert de puissance optimal [30].

II.2.7 Amplificateur sélectif RLC :

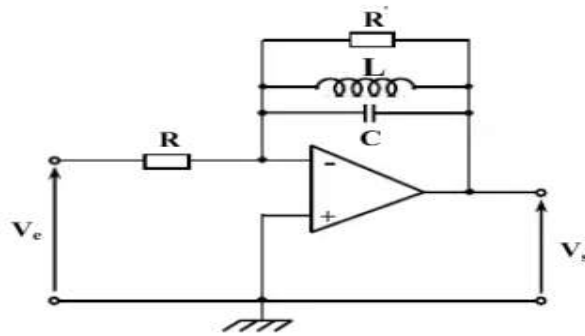


Figure II-7 Montage AOP sélectif RLC [3].

Un amplificateur sélectif RLC, est un circuit électronique qui amplifie les signaux d'une fréquence de résonance tout en atténuant les signaux des autres fréquences. Il est constitué de trois éléments passifs : une résistance (R), une inductance (L), un condensateur (C) [32]. Ces éléments sont connectés en série ou en parallèle pour former un circuit résonnant. La fréquence de résonance du circuit est déterminée par les valeurs de L et C comme suivant :

$$F_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

II.3 Le monostable :

Un circuit monostable est caractérisé par un seul état de stabilité. En cas de commande, ce monostable peut se transformer en un état complémentaire de l'état stable appelé état instable de durée propre du monostable. Plusieurs circuits intégrés offrent la possibilité de réaliser la fonction monostable [19]. La plupart du temps, le circuit nécessite l'utilisation de composants externes tels que des résistances et des condensateurs afin de pouvoir effectuer la fonction. La construction d'un temporisateur peut donc être basée sur un monostable.

II.3.1 Le NE555 :

Le NE555 est un dispositif intégré employé dans le domaine de la temporisation ou de la multivibration. Il fut conçu par Hans R. Camenzind en 1970 et fut lancé sur le marché dès l'année suivante par Signetics [20]. De nos jours, ce composant est encore employé en raison de sa simplicité d'utilisation, de son prix abordable et de sa stabilité. Par an, un milliard d'unités sont produites.

Il est composé de 23 transistors, 2 diodes et 16 résistances.

Le NE555 offre trois modes de fonctionnement différents : monostable, astable ou bistable.

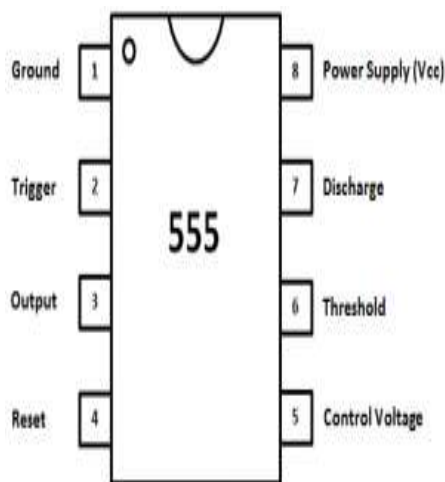


Figure II-8 Symbol de CI NE555 [21]

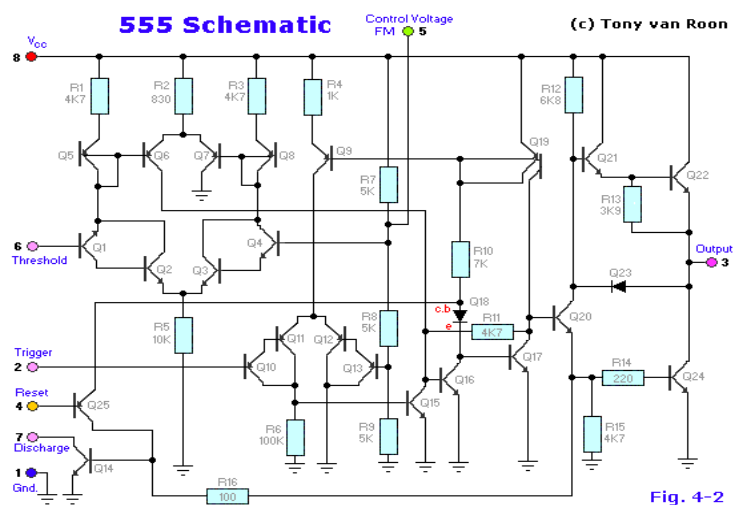


Fig. 4-2

Figure II-9 Schéma interne de NE555 [21]

II.3.1.1 Le brochage :

Le NE 555 est un circuit intégré à 8 broches. La table suivante présente les broches de ce dispositif.

Tableau II-1 Représentation des différentes broches de NE555 [20]

N	NOM	DESCRIPTION
1	Masse	Masse
2	Déclenchement	Gâchette, amorce la temporisation
3	Sortie	Signal de sortie
4	RAZ	Remise à zéro, interruption de la temporisation
5	Contrôle	Accès à la référence interne ($2/3$ de V_{cc})
6	Seuil	Signal la fin de la temporisation lorsque la tension dépasse $2/3$ de V_{cc}
7	Décharge	Borne servant à décharger le condensateur de temporisation
8	V_{cc}	Tension d'alimentation, généralement entre 5 et 15 V

II.3.1.2 Caractéristique:

- Temps d'arrêt inférieur à 2 μs .
- Fréquence maximale de fonctionnement supérieure à 500 kHz.

- Temporisation de la microseconde à l'heure.
- Fonctionne en mode astable et monostable – Courant de sortie élevé.

Cycle de travail réglable.

- Compatible TTL.
- Stabilité à la température de 0,005 % par °.

II.3.1.3 Principe de fonctionnement:

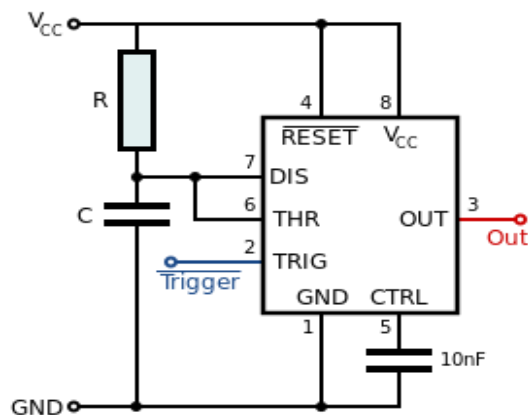


Figure II-10 Montage du monostable NE555 [22].

À partir du schéma bloc, on peut observer les différents composants du NE555, à savoir :

- Deux comparateurs
- Trois résistances disposées en tant que diviseurs de tension [22]. Les comparateurs utilisent les tensions de $1/3$ et $2/3$ de V_{cc} comme références.
- Les comparateurs contrôlent la bascule SET-RESET.
- Le condensateur de temporisation nécessite un inverseur et un transistor.
- Le 555 suit la logique de fonctionnement du schéma bloc exposé et peut être utilisé dans quatre états différents.
- Le niveau du signal RESET est bas : la bascule est réinitialisée et le transistor de décharges est activé, ce qui garantit que la sortie reste à un niveau bas. Il n'y a aucune autre option envisageable [22].
- Lorsque le signal TRIG est inférieur à $1/3$ de V_{cc} , la bascule est activée (SET) et la sortie est à un niveau élevé, ce qui désactive le transistor de décharge.
- Lorsque le signal THRES dépasse $2/3$ de V_{cc} , la bascule est arrêtée (RESET) et la sortie est à un niveau bas, ce qui active le transistor de décharge.
- La valeur des signaux THRES et TRIG est inférieure à $2/3$ de V_{cc} et supérieure à $1/3$ de

Vcc, ce qui signifie que la bascule reste dans son état précédent, tout comme la sortie et le transistor de décharge.

Tableau II-2 Le tableau ci-dessous résume ces états :

RESET	TRIG	THRES	OUT	DISCH
0	X	X	0	Actif
1	$<1/3 V_{cc}$	X	1	Inactif
1	$>1/3 V_{cc}$	$>2/3 V_{cc}$	0	Actif
1	$>1/3 V_{cc}$	$<2/3 V_{cc}$	Valeur précédente	

II.3.2 Le monostable NE555 :

La configuration monostable du NE555 permet de générer une impulsion d'une durée spécifiée seulement à l'aide d'un condensateur et d'une résistance [24].

II.3.2.1 Le brochage :

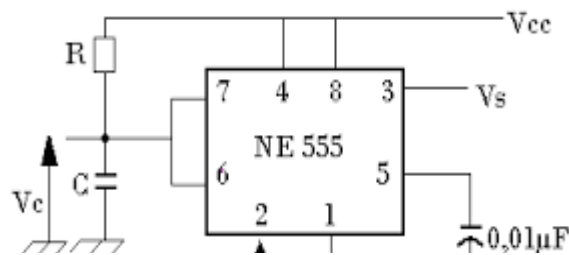


Figure II-11 Monostable NE555 [25]

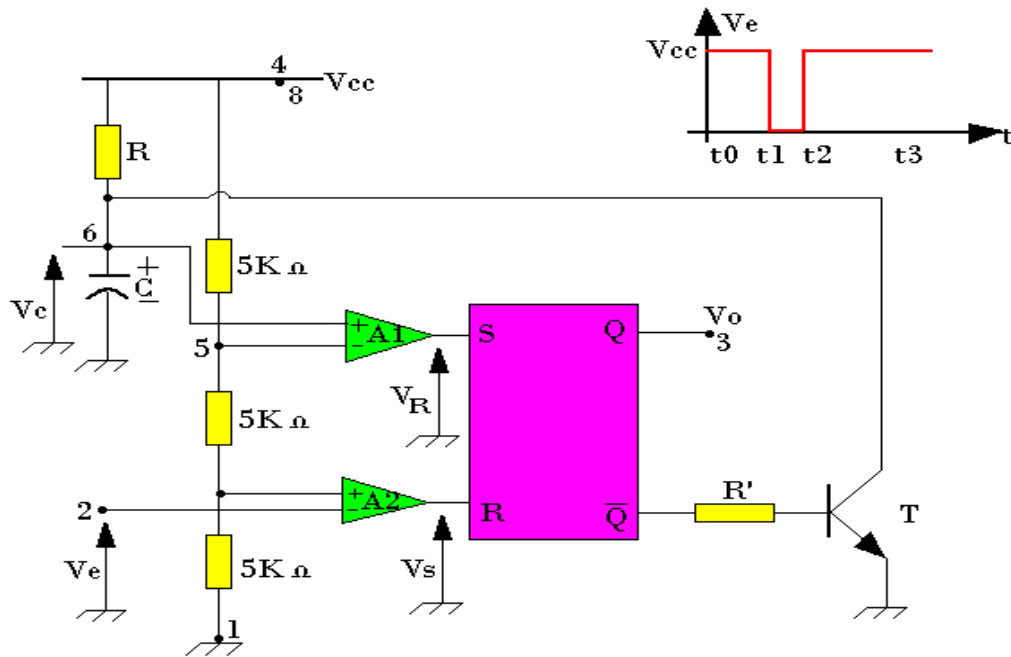


Figure II-12 Montage avec Constitution interne du monostable NE555 [25].

II.3.2.2 Principe de fonctionnement:

$\bar{Q}=0 \longrightarrow T$ bloqué $\longrightarrow C$ commence à se charger.

$\bar{Q}=1 \longrightarrow T$ saturé $\longrightarrow C$ commence à se décharger.

- Etude de l'état stable :

À $t=t_0$, le condensateur C est entièrement déchargé, $V_c=0$, $V_e=V_{cc}$ et $S=0$, $R=0$, T est saturé à $\bar{Q}=1$ et $Q=0$.

- Etude de l'état instable [25] :

À t_1 , on applique une impulsion $V_e=0V$, $S=1$ et $R=0$, $Q=1$ et $\bar{Q}=0$. Le transistor se bloque, le condensateur C se charge à travers R . Après la fin de l'impulsion à l'instant.

À $t=t_2$ on aura $V_e=V_{cc}$, $S=0$ et $R=0$ d'où $Q=1$ et $\bar{Q}=0$, le transistor reste bloqué. Lorsque

$V_C = \frac{2V_{CC}}{3}$ l'état instable sera terminé.

- Etude de récupération [25] :

À $t=t_1$, on a V_c est légèrement supérieure à $V_C = \frac{2V_{CC}}{3}$, avec $R=1$, $S=0$ et $Q=0$ et $\bar{Q}=1$. Le transistor est saturé et la patte 7 est mise à la masse. Par conséquent, le condensateur se décharge rapidement et revient à son état initial.

La durée de l'impulsion T est donnée par la formule suivante :

$$T = 1,1 * R * C \quad (II.1)$$

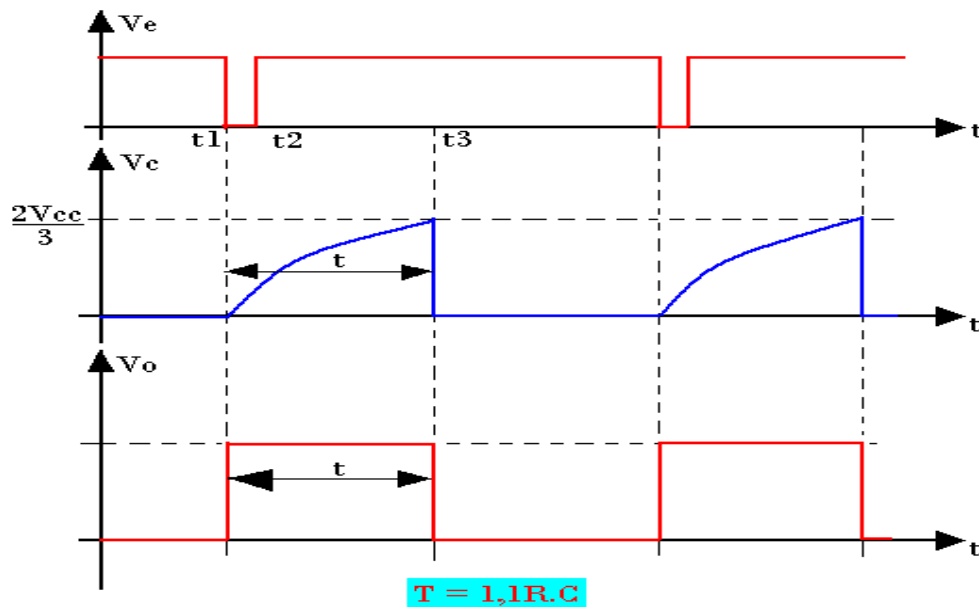


Figure II-13 Allure du signal de sortie VO par application d'une impulsion d'entrée Ve [3].

II.3.3 Le monostable CD 4538 :

Le CD4538 BC est un double multivibrateur monostable de précision avec des commandes indépendantes de déclenchement et de réinitialisation. L'appareil peut être redéclenché et réinitialisé, et les entrées de commande peuvent être verrouillées en interne. Le déclenchement sur le front montant ou descendant est possible grâce à la présence de deux entrées de déclenchement. Lorsqu'elles sont actives, les entrées de réinitialisation sont actives LOW et empêchent le déclenchement [26]. Les techniques linéaires CMOS ont été utilisées pour contrôler précisément la largeur d'impulsion de sortie. Les composants externes RX et CX déterminent la durée et la précision de l'impulsion. Le dispositif empêche la décharge du condensateur de synchronisation.

Par la broche de synchronisation en cas de mise hors tension. Pour cette raison, aucune résistance de protection externe n'est nécessaire en série avec la broche de synchronisation. La protection des entrées contre les décharges statiques est assurée sur toutes les broches.

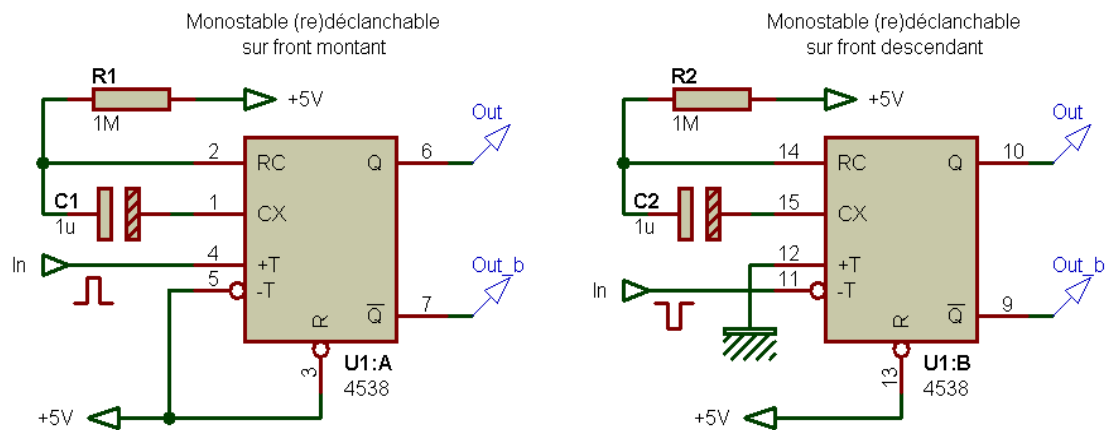


Figure II-14 Monostables redéclenchables : l'un sur front montant et l'autre sur front descendant [3]

II.4 Trigger de Schmitt :

Otto Schmitt, un ingénieur américain, a inventé le déclencheur de Schmitt en 1934, qui est un circuit logique. Il est également connu sous le nom de bascule à seuils. Il a trois entrées V, SB et SH et une sortie Q. Bien qu'il ne produise pas de signaux, il leur permet de se former. Il y a seulement deux états possibles pour la sortie du déclenchement [19].

Selon que la variation de tension est croissante ou décroissante, elle passe de l'un à l'autre pour deux niveaux de tension d'entrée.

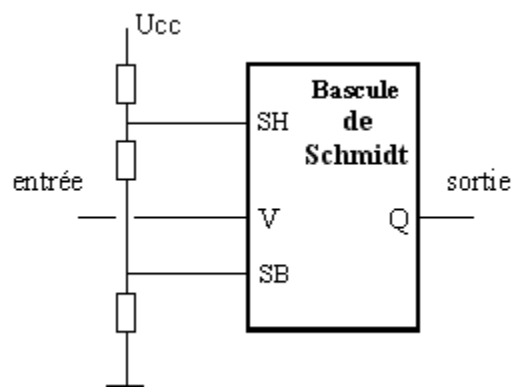


Figure II-15 Symbole du trigger de Schmitt [19].

II.4.1 Principe de fonctionnement :

Le fonctionnement est le suivant :

- En supposant que V commence à 0, Q est à 0 à ce moment-là.
- À mesure que V augmente, Q reste à 0 jusqu'à ce que V dépasse SH, à ce point, Q passe à 1.
- Q reste à 1 jusqu'à ce que V tombe en dessous de SB, à ce cas, Q passe à 0.
- Q reste à 0 jusqu'à ce que V dépasse SH [19].

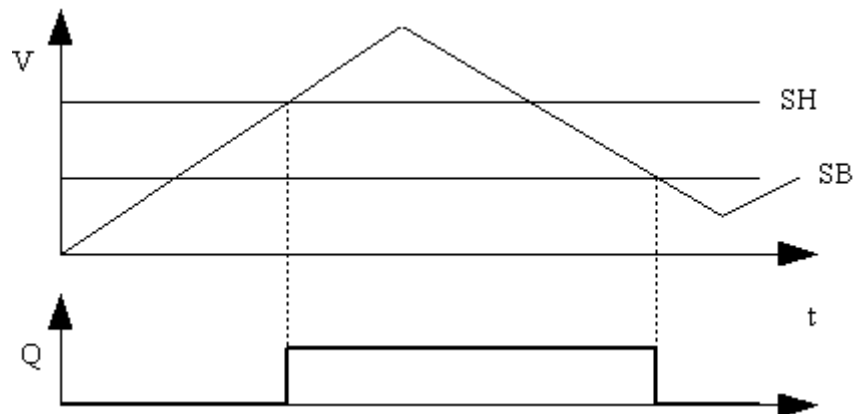


Figure II-16 Chronogramme de la bascule de Schmitt [19].

II.5 Bascule RS 4093 :

Le circuit intégré CD 4093 est un membre de la série 4000 qui utilise la technologie CMOS. Il dispose de quatre portes logiques NAND à deux entrées avec une action Schmitt-trigger.

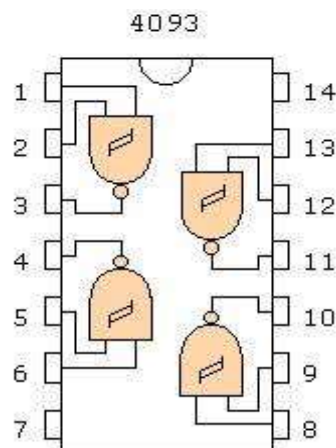


Figure II-17 Brochage interne de la bascule RS4093 [23].

II.5.1 Principe de fonctionnement :

Il est important de se rappeler que les circuits logiques doivent être capables de distinguer clairement entre un niveau haut et un niveau bas, c'est-à-dire une tension H_i et une tension L_o ,

sur leurs entrées afin qu'ils fonctionnent correctement. Tout signal dont la tension n'est pas égal ou supérieure à H_i ou égale ou inférieure à L_o est à proscrire, car il se trouve dans la zone intermédiaire [23].

En outre, il est possible que des dysfonctionnements ou des anomalies dans un montage soient causés par des variations de tension rapides et/ou répétées. Pour éviter ces inconvénients, deux seuils bien définis sont établis pour servir de références H_i et L_o , et ils permettent d'identifier tout signal d'entrée comme étant de niveau logique 1 ou 0 [23].

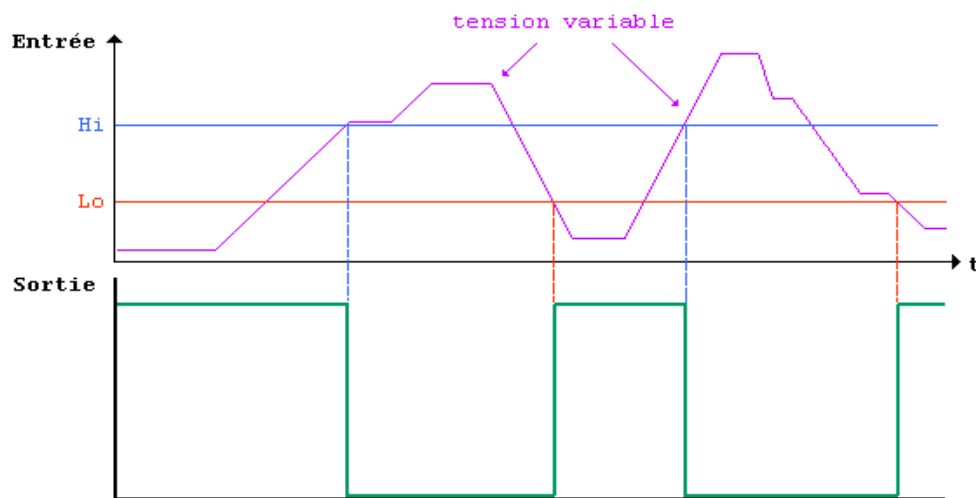


Figure II-18 Chronogramme des signaux d'entrée et de sortie du bascule [23].

II.6 Compteur BCD:

Un compteur BCD (Binary Coded Décimal), ou compteur à décades, est un circuit numérique qui fonctionne de 0 à 9 et se remet à 0. Chaque nombre décimal est représenté par un code binaire de quatre bits [33]. Par exemple, 0 représente 0000, 1 représente 0001, 2 représente 0010, etc., jusqu'à 9 qui représente 1001.

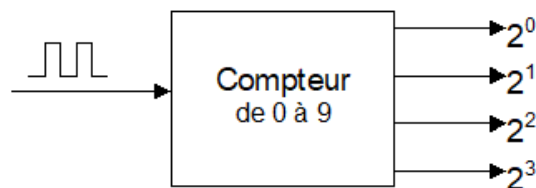


Figure II-19 Compteur décimal [33].

Les compteurs sont divisés en deux catégories : les compteurs asynchrones et synchrones.

II.6.1 Les compteurs asynchrones :

Un compteur asynchrone est un système logique constitué de bascules où les impulsions appliquées à l'entrée doivent passer par la première bascule avant de pouvoir commander la seconde, et ainsi de suite jusqu'à la dernière position.

Si N bascules sont utilisées, on obtient 2^N combinaisons, ce qui donne un compteur modulo 2^N .

Si les entrées J et K sont à 1, la sortie Q bascule à l'état inverse sur le prochain front d'horloge descendant [31].

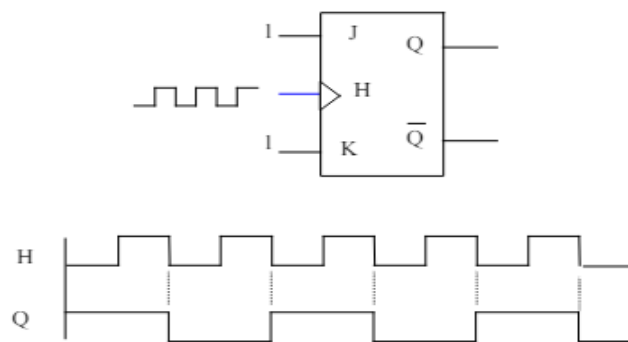


Figure II-20 Symbole de la bascule JK à front descendant [31].

Tableau II-3 Table de vérité de la bascule JK :

J	K	Q_{N+1}
0	0	Q_N
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}$

Il y a 4 bascules J-K en cascade. Les entrées se trouvent à l'état haut.

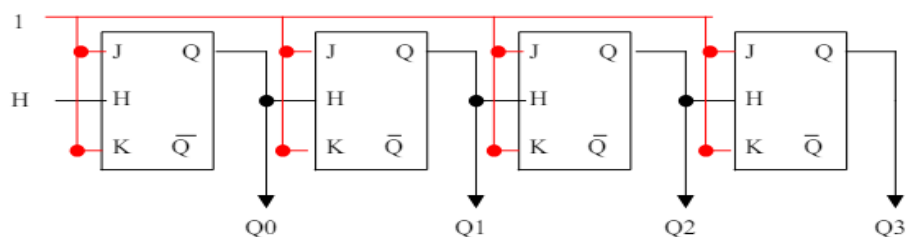


Figure II-21 Compteur asynchrone à base de bascules JK [31].

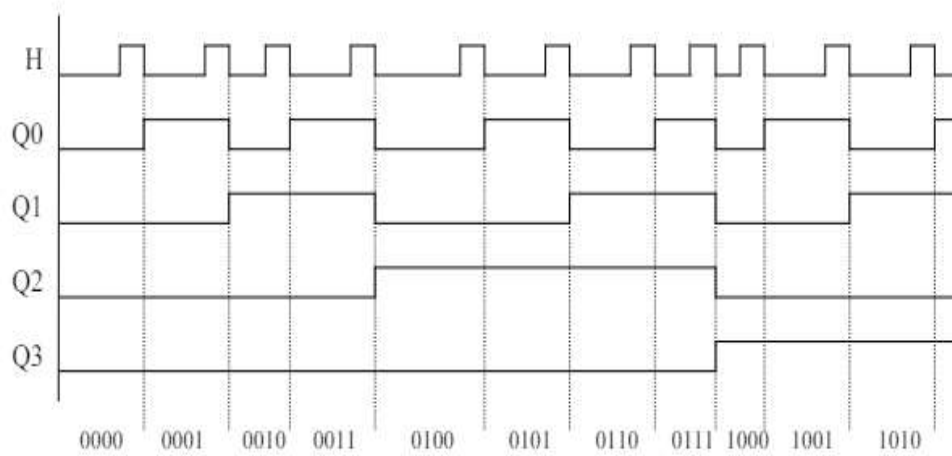


Figure II-22 Chronogrammes des quatre sorties des bascules JK du compteur synchrone [31]

II.6.2 Les compteurs synchrones :

Un compteur synchrone ou compteur à propagation est composé de n bascules qui reçoivent simultanément le même signal horaire [36].

Un compteur synchrone est composé de n bascules qui reçoivent en parallèle le même signal d'horloge.

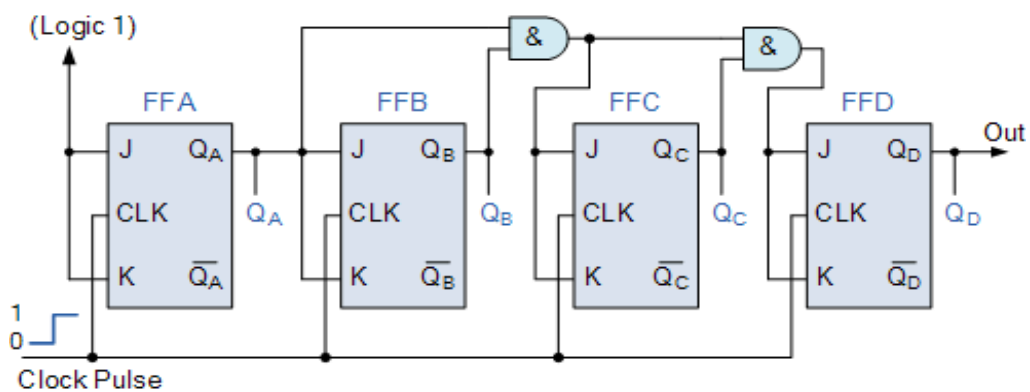


Figure II-23 Compteur synchrone à base de bascules JK [36].

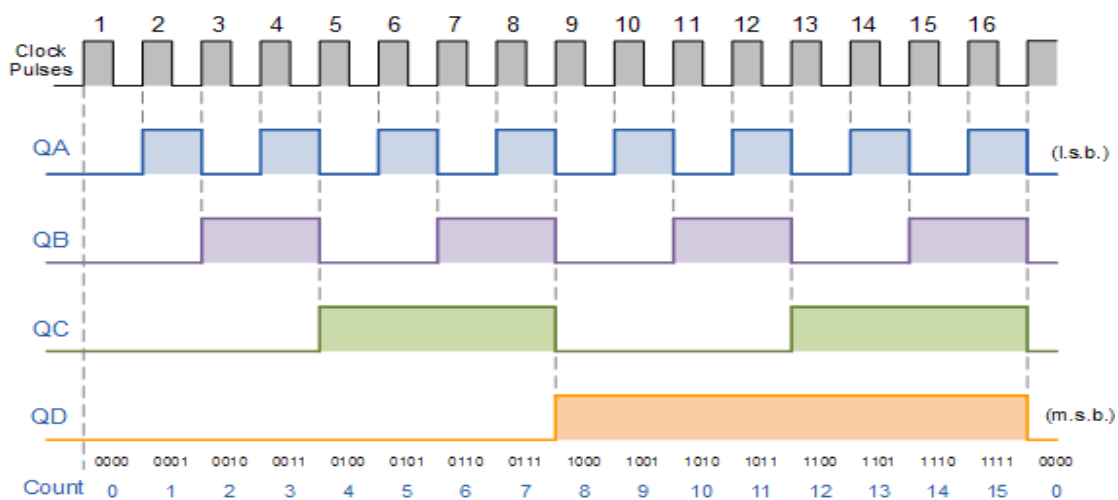


Figure II-24 Chronogrammes des quatre sorties des bascules JK du compteur synchrone

II.7 Décodeur BCD :

Le décodeur à 7 segments BCD permet de gérer un afficheur à 7 segments. Il compte sept sorties, classées a, b, c, d, e, f, g.

Il est clair que le segment "a" est connecté à la sortie "a" du décodeur et s'allume ou s'éteint en fonction de l'état électrique de la sortie (allumé si niveau élevé, éteint si niveau inférieur) [27].

Il y a au moins quatre entrées disponibles. On notera E3, E2, E1 et E0. Il s'agit du nombre binaire E3 E2 E1 E0 (E3 étant le bit de poids le plus élevé et E0 celui de poids le plus bas) à afficher. Le nombre binaire d'entrée du décodeur influence l'état des sorties. Sur l'afficheur à 7 segments, ce nombre binaire est représenté en décimal [29].

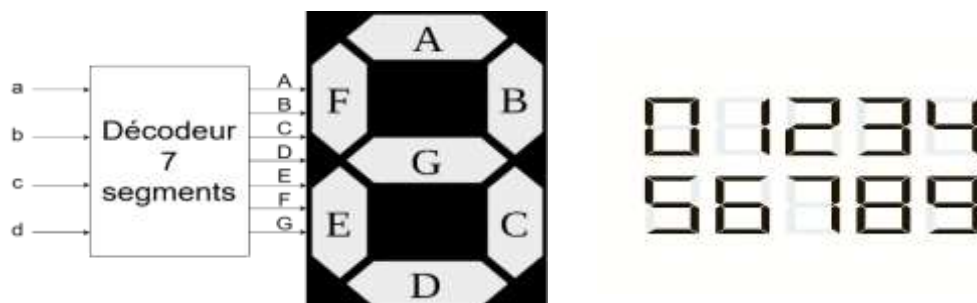


Figure II-25 Décodeur BCD/7segments avec afficheur 7segments [3].

Tableau II-4 : Table de vérité

Nombre BCD	Entrées				Sorties						
	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

II.8 Afficheur 7 segments :

L'afficheur 7 segments est largement utilisé sur les calculatrices et les montres à affichage numérique. Il est constitué de sept LED (a, b, c, d, e, f, g) qui nécessitent une polarisation particulière en fonction du type d'affichage : anode commune ou cathode commune B, C, D, E et F [19].

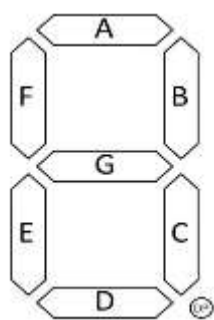


Figure II-26 Afficheur 7 segments [19].

Il existe deux types d'afficheurs 7 segments :

- **Afficheur à anode commune** : toutes les anodes sont connectées et reliées au haut potentiel. La cathode du segment est mise au potentiel bas pour le contrôler [19].

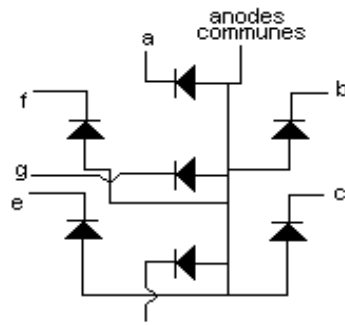


Figure II-27 Schéma interne d'un afficheur à anode

Commune [19].

– **Afficheur à cathode commune** : toutes les cathodes sont connectées et reliées au bas potentiel. La mise au potentiel haut de l'anode permet de commander le segment [19].

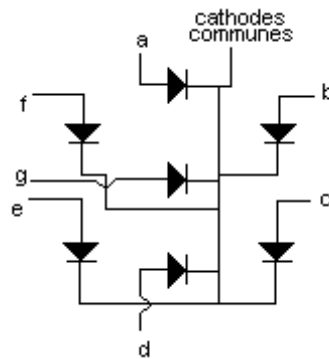


Figure II-28 Schéma interne d'un afficheur à cathode

Commune [19].

II.9 Conclusion :

Nous avons vu dans ce chapitre les différents composants de base pouvant être introduits dans la réalisation de notre projet télémètre à ultrason.

Chapitre III :

Réalisation et

interprétation des

résultats

Chapitre III : Réalisation et interprétation des résultats.

III.1 Introduction :

Après l'étude des différents composants constituant notre projet, nous procédons à la description du fonctionnement électronique de chaque étage de circuit et à la réalisation pratique du télémètre ainsi qu'à la simulation par utilisation du logiciel PROTEUS-Isis.

III.2 Principe de fonctionnement et mesure :

L'émetteur envoie une salve d'ondes acoustique ondes (ultrasoniques), une fois quelle atteint l'objet, elle sera réfléchié vers le récepteur alors le montage calcul le temps écoulé entre l'émission et l'écho et son retour et la distance va apparaitre sur l'afficheur sept segments

avec : $d = \frac{V * t}{2}$

- t : le temps vu au-dessus entre le début de l'émission et le début de la réception
- v : est la vitesse du son qui est de 342m.s/m [37].

III.3. Schéma bloc du télémètre à ultrason :

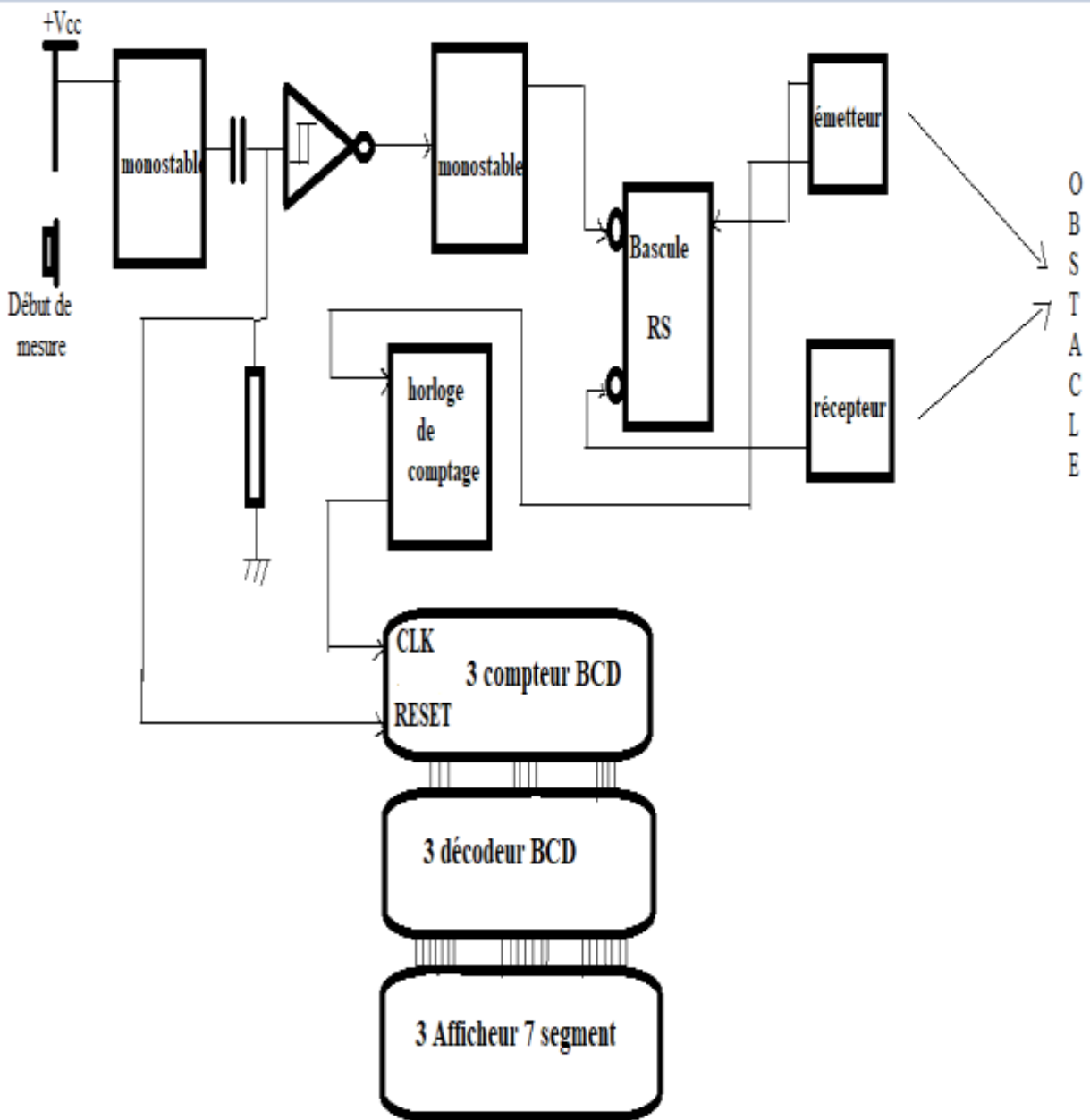


Figure III-1 Schéma bloc du télémètre à ultrason [38].

Le télémètre est actionné par un interrupteur à bouton-poussoir doté d'un circuit d'annulation des interférences composé d'un filtre RC passe-haut et d'un trigger de Schmitt. En raison de la résistance R limitant le courant de charge, le condensateur se charge de manière progressive. La tension aux bornes du condensateur C passera de la valeur initiale de 0 V à la valeur finale

de V_c lorsque la tension de sortie du circuit RC est à l'état bas $V_C=0$ V. L'état de la sortie de déclenchement sera élevé [38].

Lorsque le bouton est relâché, le condensateur C se décharge progressivement à travers la résistance R et la tension de sortie du circuit RC est élevée tandis que la sortie de déclenchement est basse. Grâce à la sortie du circuit RC, le monostable ramènera les trois compteurs à zéro.

Des ondes ultrasoniques seront émises à 40 kHz à l'aide du NE555 qui est un circuit intégré utilisé pour la temporisation ou en mode multivibrateur monostable et astable utilisé comme pilote et du transistor NPN qui fonctionne en mode de commutation. La sortie du circuit de bascule RS déclenche de nouveau le NE555 pour active l'horloge du compteur. Lorsqu'un signal ultrasonique est reçu, l'état du signal est déterminé et la sortie Q de la bascule RS passe de 1 à 0 [38].

III.4. Chronogramme de comptage :

Le Raz des trois compteurs est déclenché par l'impulsion haute à la sortie du premier monostable 4538, qui déclenche à son tour le trigger de Schmitt, lequel excite le front montant du second actionneur monostable 4538 via la sortie $\bar{Q}$. Le deuxième actionneur monostable déclenche le début du comptage [38].

Lorsque le récepteur reçoit l'onde ultrasonique de retour, sa sortie déclenche une réinitialisation de la bascule RS, qui à son tour déclenche deux actionneurs monostables NE555, l'un alimentant l'émetteur ultrasonique et l'autre générant l'horloge de comptage.

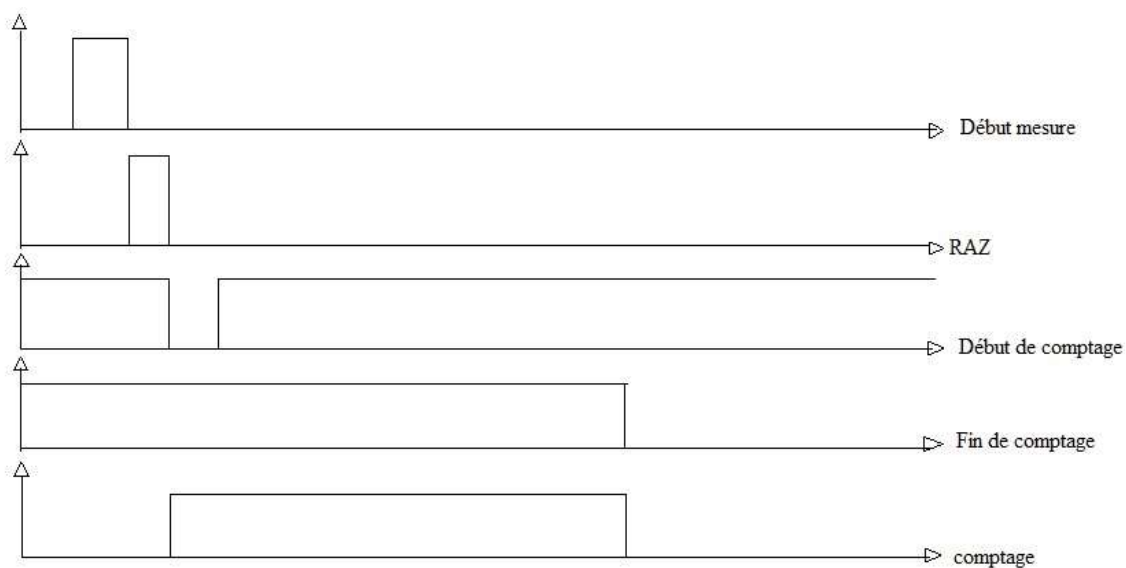


Figure III-2 Chronogramme de comptage.

III.5 Vérification du fonctionnement de montage par le logiciel Proteus- ISIS :

III.5.1 Liste des matériels :

Tableau III-1 Les composants:

Condensateurs :

Désignation	Quantité
C1=10 nF	1
C2=45 nF	1
C3=47 nF	1
C4, C5=1nF	2

Résistances :

Désignation	Quantité
R1, R3, R6=1K	3
R2=1.2K	1
R7=470K	1
R12=100K	1
R14=22K	1
R=10K	8
R=220Ω	21
RV=10K	1

Transistor :

Désignation	Quantité
BC547	1

Circuit intégré :

Désignation	Quantité
NE555	2
TL084	1
CD4538	1
CD4093	1
4044	1
74LS192	3
74LS47	3
7 segments A-C	3

Diode :

Désignation	Quantité
1N4148	1

Emetteur ultrason	1
Récepteur ultrason	1
Botton poussoir	2

III.5.2 Bloc de commande :

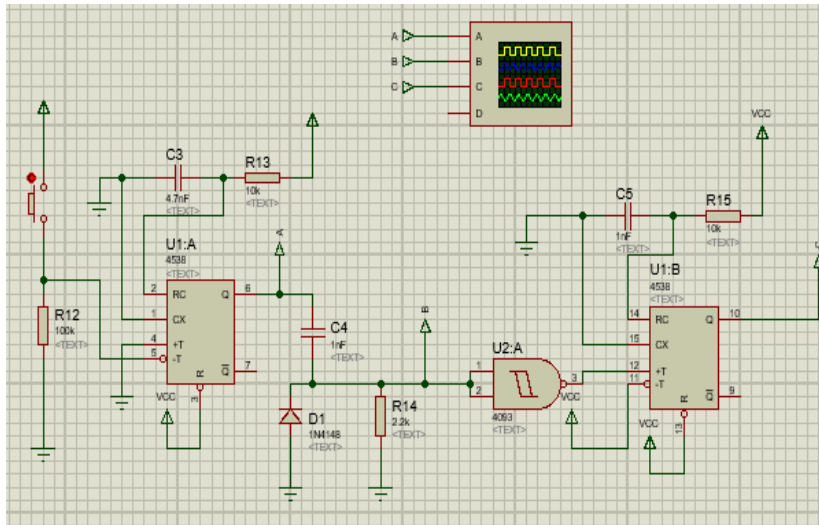


Figure III-3 Schéma électrique réalisé sous ISIS du commande

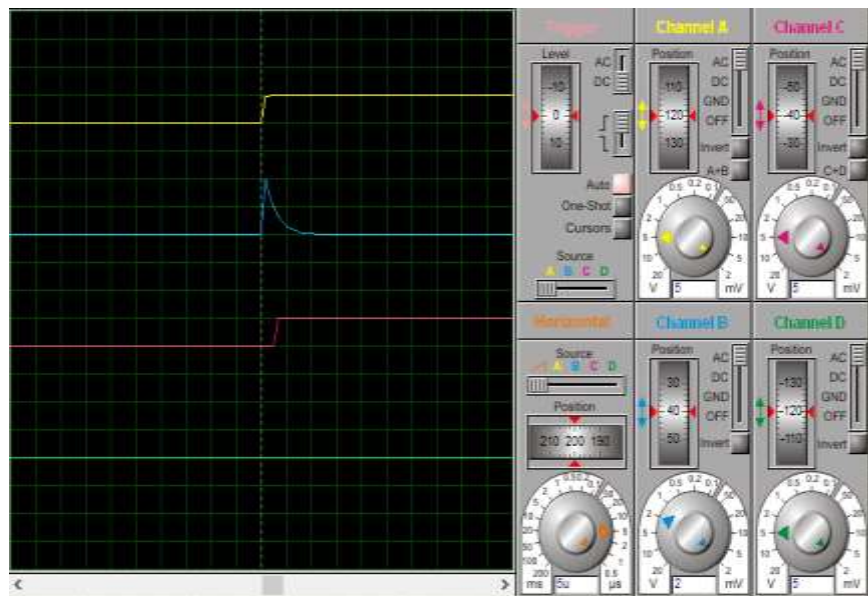


Figure III-4 Forme des signaux générés par le circuit de commande

III.5.3 Bloc d'émission :

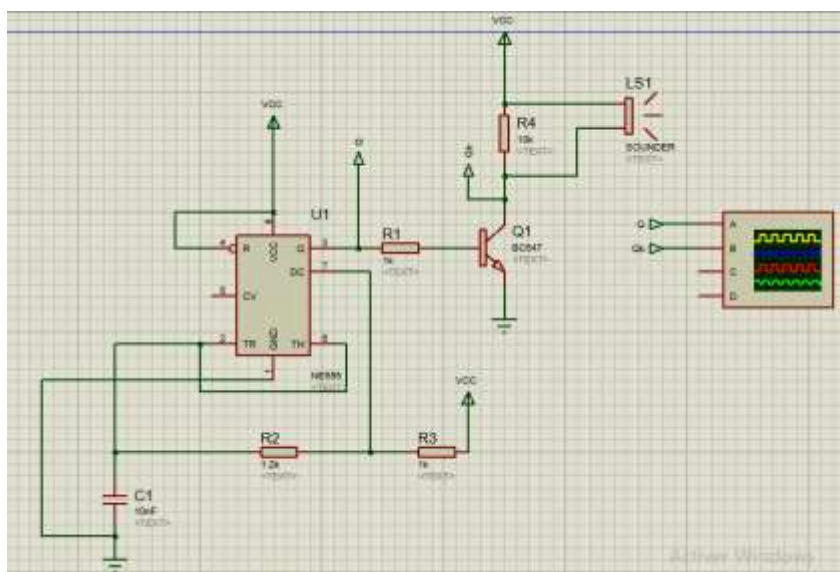


Figure III-5 Schéma électrique réalisé sous ISIS du circuit émetteur

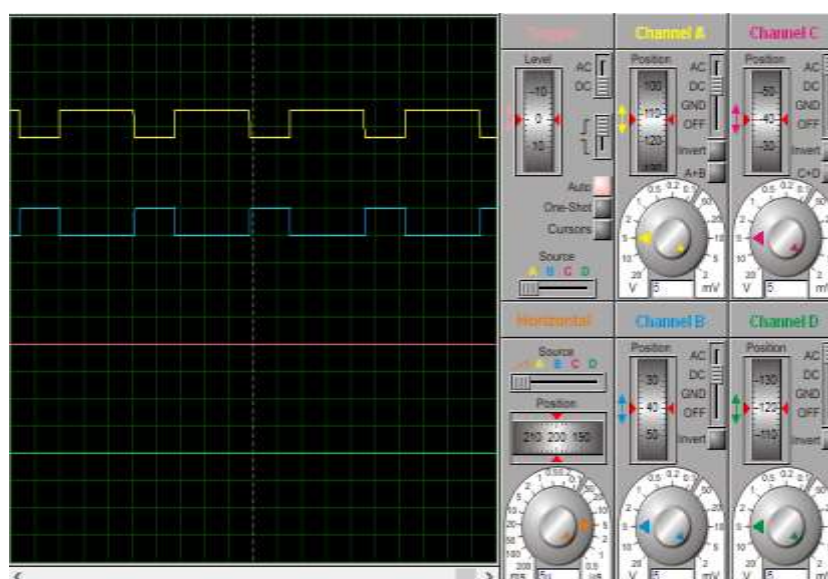


Figure III-6 Forme des signaux générés par le circuit émetteur

III.5.4 Bloc de réception :

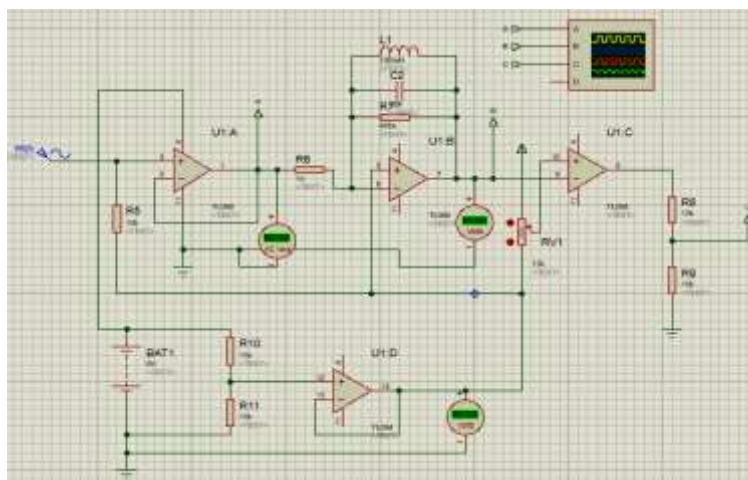


Figure III-7 Schéma électrique réalisé sous ISIS du circuit récepteur

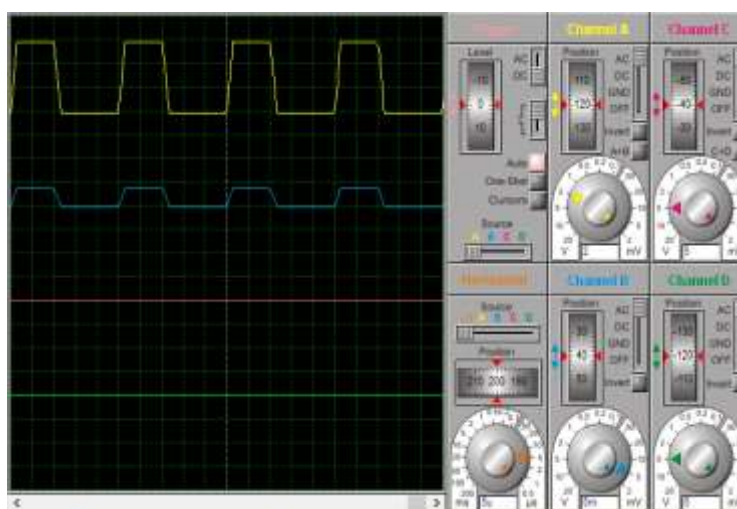


Figure III-8 Forme des signaux générés par le circuit de récepteur.

III.5.4 Bloc d'affichage :

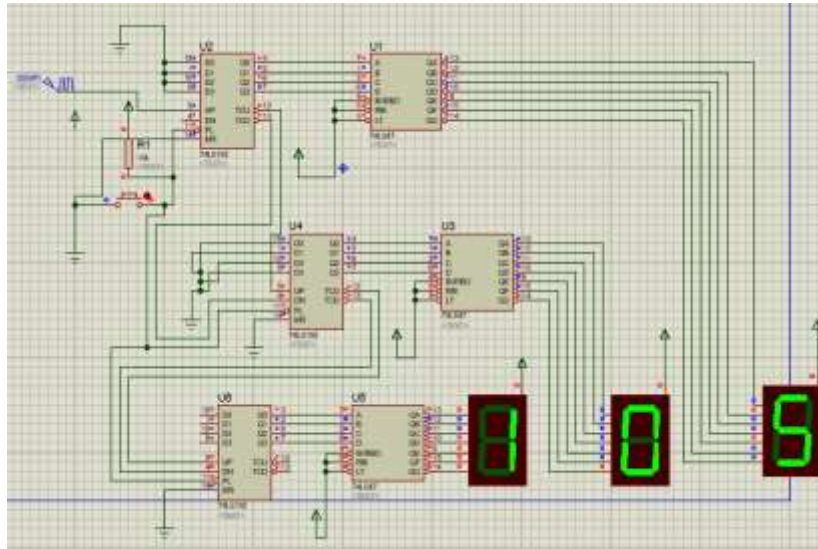


Figure III-9 Schéma électrique réalisé sous ISIS du circuit affichage

III.6 Conception du circuit électronique :

III.6.1 Réalisation de l'étage de déclenchement et de contrôle de la mesure.

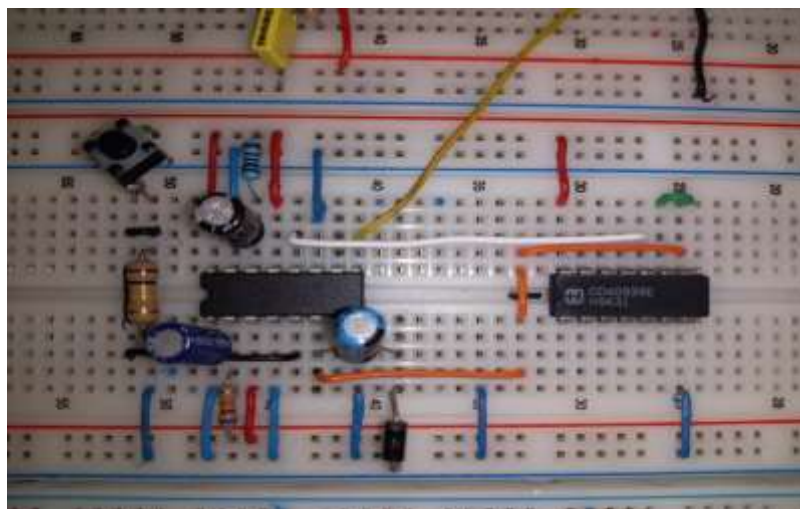


Figure III-10 Circuit de commande réalisé sur la plaque d'essai

Pour commencer la mesure, nous appuyons sur le bouton-poussoir connecté en série avec la résistance 100 K, ce qui déclenche le premier étage du circuit monostable 4538/A, dont l'entrée est sensible au front descendant. À la sortie de ce monostable stabilisé se trouvent une résistance, une diode et un condensateur qui forment ensemble un générateur d'impulsions. L'impulsion générée est utilisée pour remettre les compteurs à zéro, la même impulsion est

envoyée via un trigger de Schmitt à la deuxième entrée du monostable qui est elle-même sensible au front montant, l'entrée S est réglée sur 1 logique (donc Q de la bascule RS égale 1), ce qui configure la sortie Q de la bascule des deux portes de déclenchement de Schmitt 4093 NAND sur 1.



Figure III-11 Forme des signaux générés par le monostable CD4538.



Figure III-12 Forme de signal à l'entrée de bascule RS4093

Nous allons utiliser une bascule RS pour démarrer et arrêter le compteur. Ce composant calcule le temps nécessaire pour que l'onde revienne au récepteur. Tout d'abord, nous examinerons le processus général de la bascule RS, puis nous verrons comment l'utiliser pour l'assemblage. La bascule se compose de deux états : haut et bas, représentés respectivement par les chiffres 1 et 0. Lorsque le circuit est ouvert à l'état 0, il n'y a pas de différence de tension. En revanche, à l'état 1, les opérateurs sont activés, ce qui entraîne une différence de tension entre les bornes, composées d'un ensemble de variables internes et produisent un état de sortie S. Les mémoires sont actionnées à l'aide de circuits logiques capables de stocker des

informations jusqu'à ce qu'elles soient effacées par de nouvelles données. Pour L'opération de stockage des informations est appelée SET et l'opération de suppression est appelée RESET.

Nous avons réalisé cette fonction avec des portes logiques de type OR-NOT ou AND-NOT.

Lorsque la bascule RS est activé, la sortie peut être entre :

- SET = 1 et RESET =0 mise à 1 de la sortie
- RESET =1 et SET=0 mise à 0 de la sortie
- SET = RESET = 0 maintien, la sortie conserve sa valeur
- SET = RESET = 1 interdit

Ce qui produit le tableau récapitulatif suivant :

Tableau III-2 Table de vérité de bascule RS

R	S	Q	$\bar{Q}$
0	0	Etat précédent	
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Etat interdit	

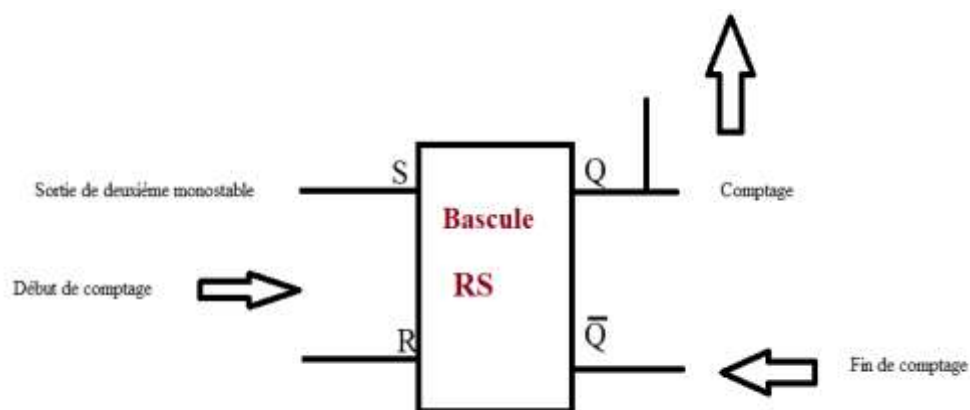


Figure III-13 Schéma électronique d'acquisition de l'ordre de mesure

III.6.2 Réalisation de l'étage d'émission :

Au début de l'acquisition des mesures, la sortie Q de la bascule RS fournissant un signal carré est passe à 1. Ce signal est ensuite envoyé à l'entrée de reset d'un circuit astable NE555, ce qui le libère et lui permet d'osciller à une fréquence de 40 kHz. Ce choix de fréquence n'est pas fortuit, car il correspond à la fréquence des transducteurs à ultrasons. La fréquence est définie par deux résistances de 1,2 k Ω et 1 k Ω , ainsi qu'un condensateur de 10 nF.

Pour calculer cette fréquence, nous suivons la relation suivante :

$$T = T_H + T_L.$$

Le condensateur C se charge au niveau supérieur à travers R1, R2.

$$\begin{aligned} T_H &= \ln 2 C (R1 + R2) \\ &= 0.693 \times 10 \times 10^{-9} (2.2 \times 10^3) \\ &= 1.52 \times 10^{-5} \text{ s} \end{aligned} \quad (\text{III.1})$$

Le condensateur C se décharge au travers de la résistance R2.

Le temps de décharge (T_L) est déterminé selon la formule :

$$\begin{aligned} T_L &= \ln 2 C (R2) \\ &= 0.693 \times 10 \times 10^{-9} (1.2 \times 10^3) \\ &= 8.31 \times 10^{-6} \text{ s} \end{aligned} \quad (\text{III.2})$$

Donc :

$$T = 2.351 \times 10^{-5} \text{ s}$$

On utilise la formule suivante de fréquence :

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{2.351 \times 10^{-5}} = 42.535 \text{ KHZ} \approx 40 \text{ KHZ}.$$

On a placé un transistor de commutation pour amplifier le courant au niveau de la sortie S du NE555, car cela ne permettra pas un courant suffisant pour piloter l'émetteur d'ondes ultrasonores. En parallèle avec l'émetteur, dans le circuit de collecteur du transistor, se trouve une résistance de 470 k utilisée pour décharger la capacité de l'émetteur via les ondes ultrasonores et pour protéger le transistor et le transducteur des pointes de courant.

Le circuit de l'émission testé sur la plaque d'essai est illustré sur la photo de la figure ci-dessous.

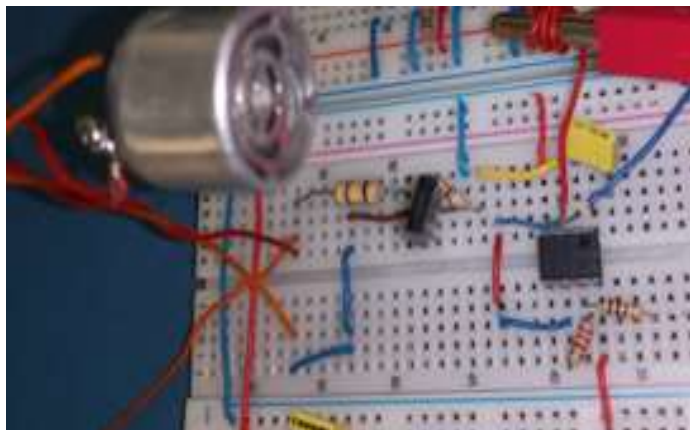


Figure III-14 Circuit d'émission réalisé sur la plaque d'essai

Dans les figures suivantes, nous donnons les différents signaux relevés dans la partie d'émission.

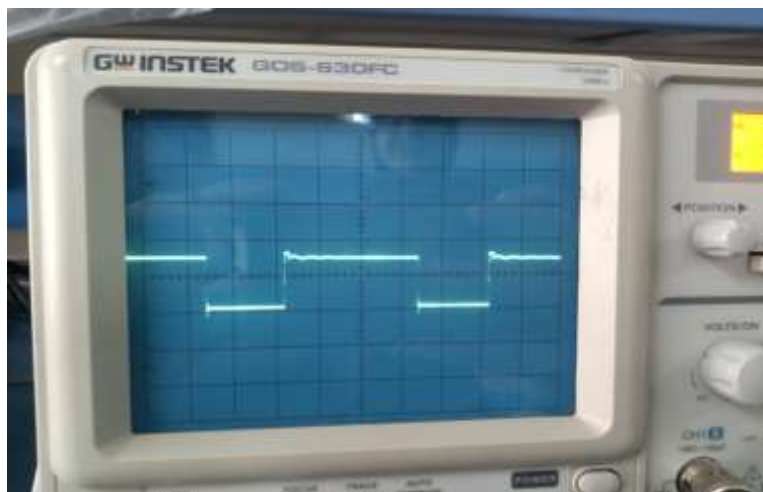


Figure III-15 Sortie S du NE555

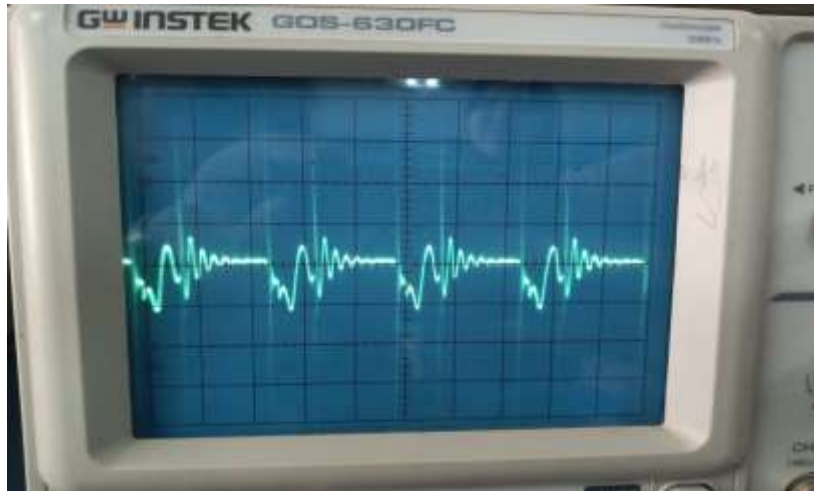


Figure III-16 Signal à la sortie de l'émetteur

III.6.3 Réalisation de l'étage de réception :

Lorsque les ondes ultrasonores sont émises, elles rebondissent sur l'obstacle et reviennent au récepteur à un niveau de tension faible tout en conservant la même fréquence de 40 kHz. Ce signal étant faible, il doit être amplifié sélectivement pour éliminer les bruits externes, puis converti en signal filtré.

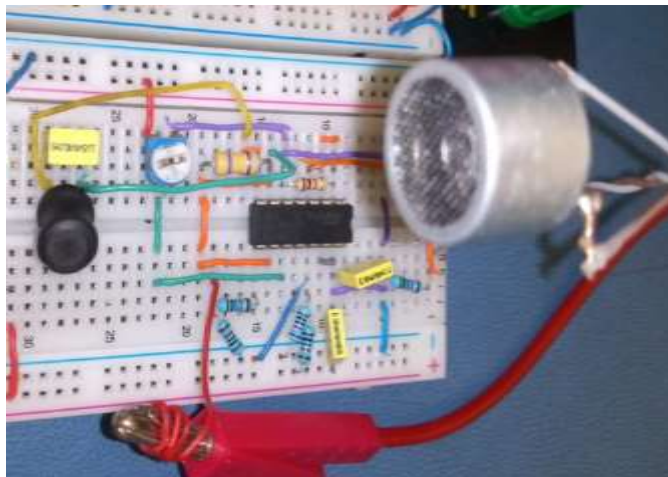


Figure III-17 Circuit de réception réalisé sur la plaque d'essai

Le récepteur est mis en parallèle avec une résistance de 10 k Ω . Ensuite, est connecté à un suiveur de tension. Sa sortie est connectée à une résistance de 1 k Ω , Puis à un circuit d'amplification de courant sélectif (ici, il y a 4 amplificateurs opérationnels dans un seul

boîtier TL084). Lorsque le circuit de capacité RLC (bobine L, condensateur C, résistance R en parallèle) a une fréquence de 40 kHz Le gain est de 471.

- Pour calculer le gain en utilise les caractéristiques de l'amplificateur opérationnel [39].

$$\frac{V_s}{V_E} = \frac{R1 + R2}{R1} = 1 + \frac{R2}{R1} \quad (III.3)$$
$$= 1 + 470 = 471$$

L'impédance de ce circuit est presque nulle aux autres fréquences pour éliminer les interférences, Ensuite, le signal de sortie est connecté à un amplificateur opérationnel TL084, utilisé comme un comparateur, qui a une impédance d'entrée très élevée. Le comparateur compare le signal sur son entrée inversée à une tension réglable à l'aide d'une résistance variable entre la tension d'alimentation et la terre virtuelle sur son entrée non inversée.

Pour le contrôle de la bascule RS, la tension de sortie de ce comparateur doit être divisée par deux à l'aide d'un diviseur de tension composé de deux résistances de 10 K connectées en série. L'AOP fonctionne avec une source d'alimentation symétrique, ce qui n'est pas disponible pour ce projet. Par conséquent, nous devons créer une masse virtuelle qui est réalisée en utilisant le quatrième amplificateur opérationnel dans le TL084. Cela signifie diviser par deux la tension d'alimentation en utilisant deux résistances de 10 KΩ. Le point milieu de la tension de sortie est connecté à l'entrée positive de suivre, de sorte que la masse virtuelle devienne équivalente $-V_{CC}/2$ et V_{CC} à $+V_{CC}/2$.

Nous présentons ci-dessous les différents signaux relevés à partir de certains des points de mesure du circuit de réception.

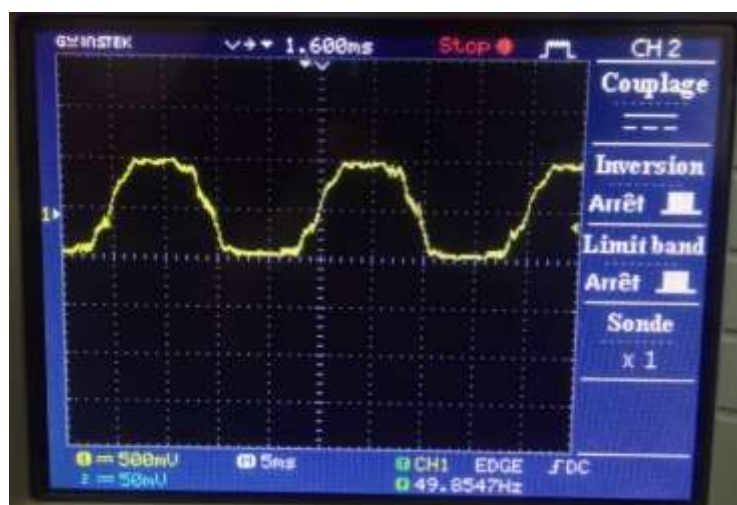


Figure III-18 Point 1 : Sortie de suiveur



Figure III-19 Point 7 : Sortie d'AOP sélectif

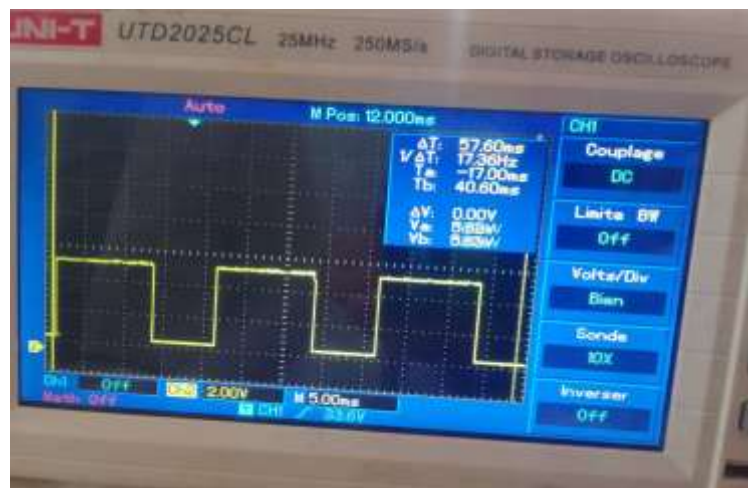


Figure III-20 Point 8 : sortie de partie de réception

III.6.4 Réalisation de l'étage de comptage et d'affichage.

Le module de comptage et d'affichage se compose de trois unités d'affichage 7 segments, de trois décodeurs et de trois compteurs pour mesurer la distance en centimètres. Au début de la mesure, la sortie Q du basculement RS est réglée sur 1, ce qui permet ensuite à l'oscillateur 555 de commencer à osciller à une fréquence de 17 kHz [3]. En tenant compte de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores, nous pouvons déduire la fréquence d'incrémentation du

$$\text{compteur : } F = \frac{1}{T} \Rightarrow F = \frac{V}{(2D)} \quad (\text{III.4})$$

Avec : D= la distance parcourue par l'onde ultrasonore

V = la vitesse de propagation des ondes ultrasonores

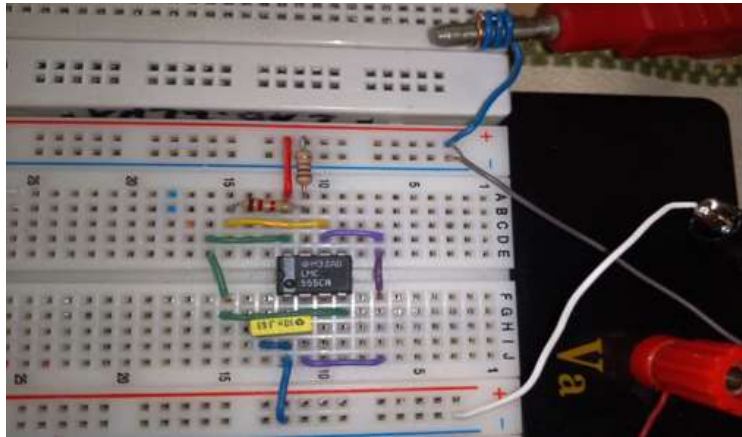


Figure III-21 Circuit d'horloge du comptage



Figure III-22 Forme de signal d'horloge

Ce système s'appuie sur NE555 pour former la base de temps. Sa sortie sera directement connectée à des compteurs en cascade (compteurs BCD 74LS192). Ces compteurs afficheront respectivement les unités, les dizaines et les centaines.

Cependant, les sorties des compteurs ne peuvent pas commander directement les afficheurs à 7 segments. Nous utiliserons donc 3 décodeurs 74LS47 pour convertir un mot de 4 bits (sorties des compteurs) en un mot de 7 bits (pour contrôler chaque partie des afficheurs).

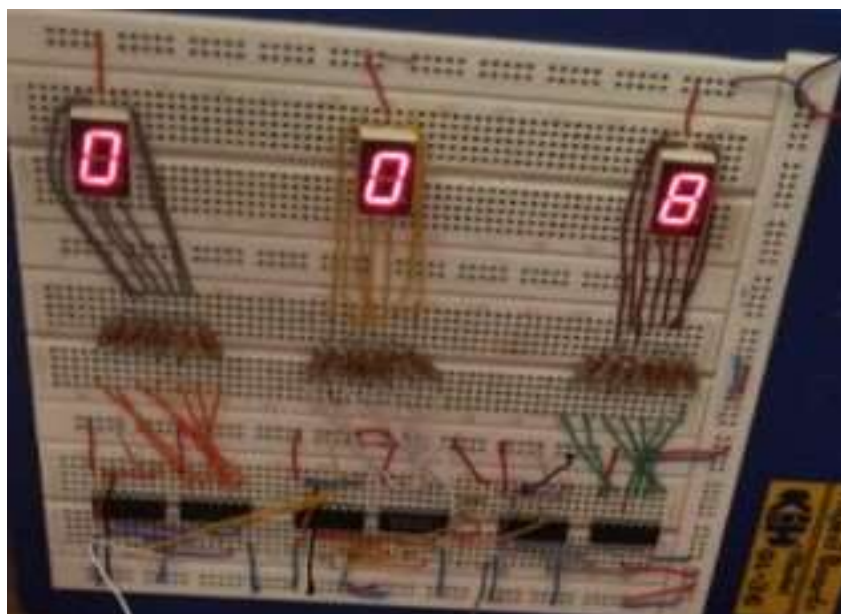


Figure III-23 Circuit d'affichage réalisé sur la Plaque d'essai.

III.6.5 Circuit complet du télémètre à ultrasons :



Figure III-24 Circuit Complet du télémètre à ultrason

III.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté le circuit électrique complet comprenant une section d'émission, de réception, de commande et d'affichage. Nous avons expliqué en détail le fonctionnement de ces sections.

Nous avons également donné les signaux relevés aux différents points et nous avons vérifié nos résultats pratique par simulation grâce au logiciel Proteus ISIS montrant le bon fonctionnement des différents étages constituant le circuit de notre réalisation.

Conclusion Générale

Conclusion générale :

Notre projet de fin d'études nous a permis de concrétiser le lien entre l'étude théorique des composants d'un système de télémétrie par ultrasons et son application pratique dans le domaine de la mesure de distance sans contact.

Les applications de la télémétrie par ultrasons sont vastes et variées, offrant de nombreuses opportunités de recherche et d'innovation. Cette technologie repose essentiellement sur l'émission d'une salve d'ondes acoustiques et la réception d'échos par des transducteurs piézoélectriques (émetteur/récepteur) afin de mesurer la distance entre un capteur et un objet.

Ce projet nous a permis aussi d'approfondir nos connaissances et, plus important encore, de confronter les problèmes concrets rencontrés en électronique et de trouver des solutions pour les surmonter afin de mener à bien le projet.

Pour l'avenir, nous envisageons des applications de ce circuit dans de nouveaux domaines tels que la mesure du niveau de liquide, la navigation autonome des robots et les systèmes d'aide à la conduite des véhicules, etc.

Références Bibliographiques

- [1] « Télémètre à ultrasons ». Disponible sur: http://l.lefebvre.free.fr/tele/tele_01.html
- [2] Dr. A. Ouchtat, « Cours Biophysique A1 », in Sons et Ultrasons.
- [3] N. Ilyess et B. Kamareddine, « Etude et réalisation d'un télémètre à ultrasons », thèse, université larbi ben m'hidi de oum el bouaghi, à Oum El Bouaghi, 2012.
- [4] « Définition Ultrason ». Disponible sur: <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-ultrason-14915/>
- [5] « Ultrason [archive] », sur Encyclopédie Larousse.
- [6] https://fr.wikipedia.org/wiki/Ultrason#cite_note-:0-2
- [7] Dr. Bensaid S, « Son et Ultrason », Université Mentouri. Institut des Sciences Vétérinaire Lekhroub-ISVK.
- [8] Melle : T. Karima et Melle : Y. Naima, « master en instrumentation electronique », Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen, 2015.
- [9] « la diffusion acoustique ». Disponible sur: <http://www.acouphile.fr/diffusion.html>
- [10] Mr. B. Djalal et Mr. R. Ahmed, « Conception Et Réalisation D'une Carte D'un Télémètre À Ultrasons », Université -Ain-Temouchent- Belhadj Bouchaib, 2020.
- [11] GH. Chakir Taqiy Eddine, « Etude et réalisation d'un Télémètre à ultrason à based'un microcontrôleur PIC 16F877A ». Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, 2013.
- [12] M. Delamare et M. Valera, « Télémètre à ultrason », expérimenta P6.
- [13] L.Sahraoui. Génération et Détection des Ondes de Volume dans les Structures Piézoélectriques et Modélisation d'un Echographe à Ultrasons Devant Le (Doctoral dissertation, Université de Batna 2), 2008.
- [14] D. Bachir et F. Ridha, « Réalisation d'un régulateur PID à Amplificateur Opérationnel : Application au contrôle de position et vitesse d'un servo-moteur ».
- [15] B. Nasreddine et B.Nadia. Exploration Approfondie des Amplificateurs Opérationnels: Schémas Équivalents et Fonction de Transfert. Researchgate, March, 2024.
- [17] « Rapport Brohage Des AOP | PDF | Amplificateur opérationnel | Amplificateur électronique ». Disponible sur: <https://fr.scribd.com/document/563219454/Rapport-brohage-des-AOP>
- [18] « TL084 pdf, TL084 Description, TL084 Datasheet, TL084 view ::: alldatasheet Disponiblesur:<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheetpdf/view/25385/stmicroelectronics/TL084.html>
- [19] K. Manel et F. Omayma, « etude et realisation d'une toise ultrasonique », Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen, 2018.

- [20] CH. Ismail et D. Ilyess, « Réalisation d'un interrupteur distant à ultrasons », 2018.
- [21] « NE555 pdf, NE555 Description, NE555 Datasheet, NE555 view ::: alldatasheet ». Disponible sur: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/17972/PHILIPS/NE555.html>
- [22] Abdeldjlil, BOUNEDJOUM, Said, et T. Omar Encadreur. La transmission de l'information audio-phonique par laser. Thèse de doctorat. Université de Jijel, 2021
- [23] Circuits intégrés logiques - PDF Free Download (docplayer.fr)
- [24] «NE555», Wikipédia. 18 avril 2024. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=NE555&oldid=214365435>
- [25] «Monostable`NE555-Page7». Disponible sur: <https://www.mongosukulu.com/index.php/contenu/genie-electrique4/electronique/542-les-multivibrateurs?start=6>
- [26] « CD4538 pdf, CD4538 Description, CD4538 Fiches technique, CD4538 view ::: alldatasheet ». Disponible sur: <https://pdf1.alldatasheet.fr/datasheet-pdf/view/80443/NSC/CD4538.html>
- [27] « Comment fonctionne un décodeur BCD à 7 segments : guide complet - Polaridad.es ». Disponible sur: <https://polaridad.es/fr/D%C3%A9codeur-BCD-7-segments/>
- [28] « 3_cours_AOp_2021.pdf ». Disponible sur: https://www.emse.fr/~dutertre/documents/3_cours_AOp_2021.pdf
- [29] « Decodeur BCD ». Disponible sur: <http://www.simulog.free.fr/decodeur.htm>
- [30] « Amplificateur opérationnel – Cours & Projets ». Disponible sur: <https://www.electronique-mixte.fr/formation-pdf/formation-pdf-aop-ampli/cours-en-electronique/electronique-analogique/amplificateur-operationnel/>
- [31] « compteur decompteur.pdf ». Disponible sur: <http://dado59.free.fr/www2/cours/logiquesequentielle/compteurdecompteur.pdf>
- [32] « Fréquence de Résonance RLC | Formule & Usage ». Disponible sur: <https://www.electricity-magnetism.org/fr/frequence-de-resonance-rlc-formule-usage/>
- [33] T. Agarwal, « BCD Counter : Pin Diagram, Circuit, Working and Its Applications », ElProCus - Electronic Projects for Engineering Students. Consulté le: 26 avril 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.elprocus.com/bcd-counter-circuit-working/>
- [34] N. Tahar. L'électronique de A à Z: 500 entrées et des exemples pour comprendre. Dunod, 2006.
- [36] <https://www.assignmenthelp.net/assignment-help/counters>
- [37] « Cours: Télémètre — troyesGEII ». Disponible sur: <https://wikigeii.iut-troyes.univ-reims.fr/index.php?title=Cours:T%C3%A9l%C3%A9m%C3%A8tre>

- [38] N. Ilyess et B. Kamareddine, « Etude et réalisation d'un télémètre à ultrasons », thèse, université larbi ben m'hidi de oum el bouaghi, à Oum El Bouaghi, 2012.
- [39] M. Delamare et M. Valera, « Télémètre à ultrason », expérimenta P6.

Les Annexes

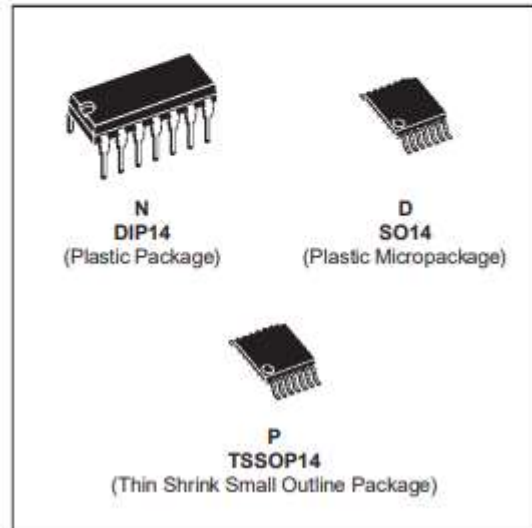


TL084

TL084A - TL084B

GENERAL PURPOSE J-FET QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

- WIDE COMMON-MODE (UP TO V_{CC}^+) AND DIFFERENTIAL VOLTAGE RANGE
- LOW INPUT BIAS AND OFFSET CURRENT
- OUTPUT SHORT-CIRCUIT PROTECTION
- HIGH INPUT IMPEDANCE J-FET INPUT STAGE
- INTERNAL FREQUENCY COMPENSATION
- LATCH UP FREE OPERATION
- HIGH SLEW RATE : $16V/\mu s$ (typ)



DESCRIPTION

The TL084, TL084A and TL084B are high speed J-FET input quad operational amplifiers incorporating well matched, high voltage J-FET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit.

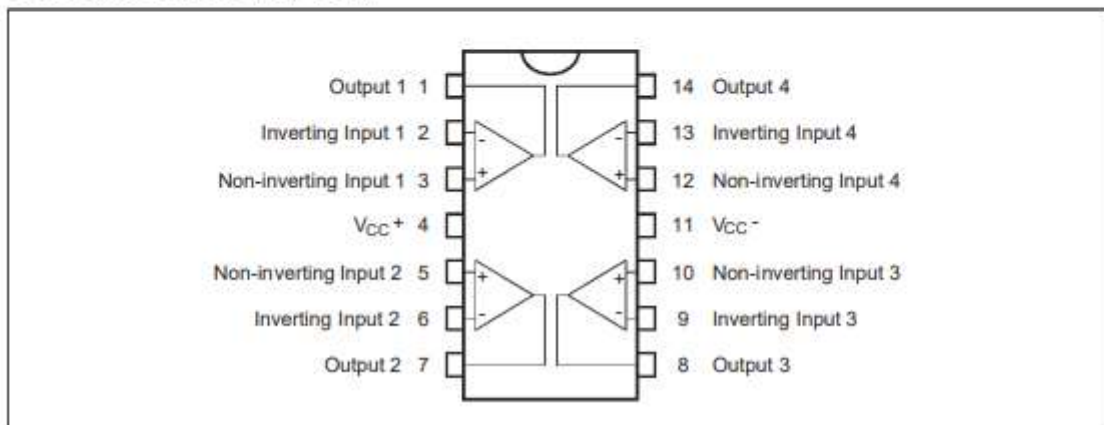
The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset voltage temperature coefficient.

ORDER CODES

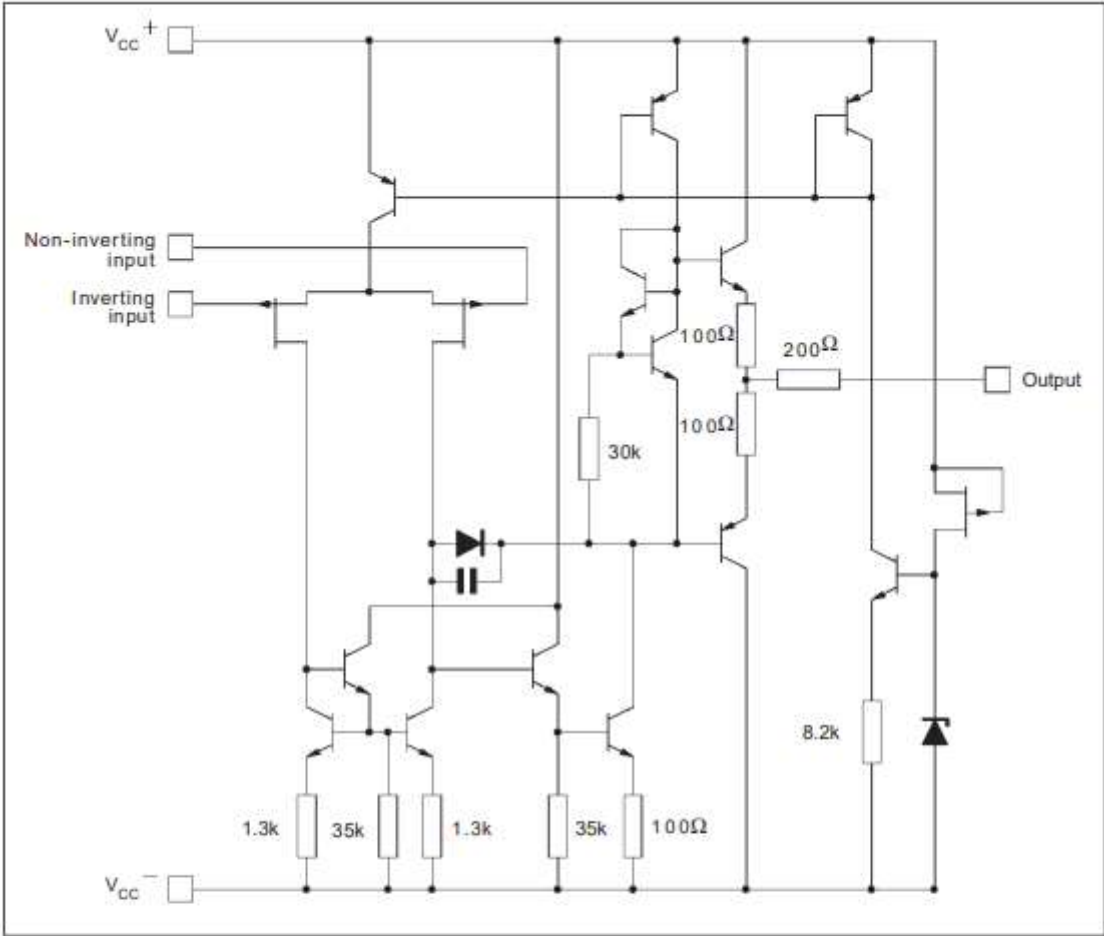
Part Number	Temperature Range	Package		
		N	D	P
TL084M/AM/BM	-55°C, +125°C	•	•	•
TL084I/AI/BI	-40°C, +105°C	•	•	•
TL084C/AC/BC	0°C, +70°C	•	•	•

Examples : TL084CN, TL084CD

PIN CONNECTIONS (top view)



SCHEMATIC DIAGRAM (each amplifier)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter		Value	Unit
V _{CC}	Supply Voltage - (note 1)		±18	V
V _I	Input Voltage - (note 3)		±15	V
V _{id}	Differential Input Voltage - (note 2)		±30	V
P _{Tot}	Power Dissipation		680	mW
	Output Short-circuit Duration - (note 4)		Infinite	
T _{oper}	Operating Free Air Temperature Range	TL084C,AC,BC TL084I,AI,BI TL084M,AM,BM	0 to 70 -40 to 105 -55 to 125	°C
T _{stg}	Storage Temperature Range		-65 to 150	°C

Notes :

1. All voltage values, except differential voltage, are with respect to the zero reference level (ground) of the supply voltages where the zero reference level is the midpoint between V_{CC}⁺ and V_{CC}⁻.
2. Differential voltages are at the non-inverting input terminal with respect to the inverting input terminal.
3. The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 volts, whichever is less.
4. The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and /or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

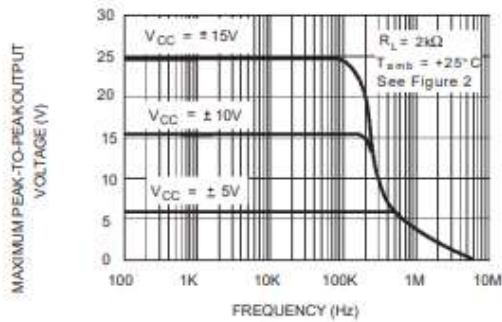
ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$V_{CC} = \pm 15V$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$ (unless otherwise specified)

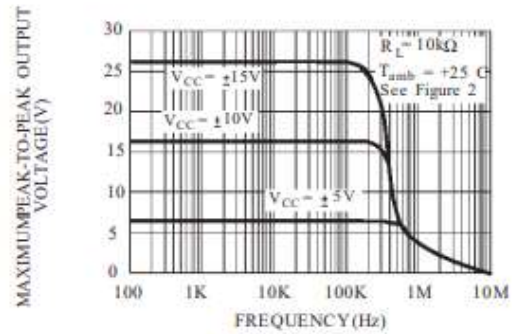
Symbol	Parameter	TL084I,M,AC,AI, AM,BC,BI,BM			TL084C			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
V_{io}	Input Offset Voltage ($R_S = 50\Omega$) $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$ TL084 TL084A TL084B TL084 TL084A TL084B		3 3 1	10 6 3 13 7 5		3	10 13	mV
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift		10			10		$\mu V/^{\circ}C$
I_{io}	Input Offset Current * $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$		5	100 4		5	100 4	pA nA
I_{ib}	Input Bias Current * $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$		20	200 20		30	400 20	pA nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain ($R_L = 2k\Omega$, $V_O = \pm 10V$) $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	50 25	200		25 15	200		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_S = 50\Omega$) $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	80 80	86		70 70	86		dB
I_{CC}	Supply Current, per Amp, no Load $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$		1.4	2.5 2.5		1.4	2.5 2.5	mA
V_{Icm}	Input Common Mode Voltage Range	± 11	+15 -12		± 11	+15 -12		V
CMR	Common Mode Rejection Ratio ($R_S = 50\Omega$) $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	80 80	86		70 70	86		dB
I_{os}	Output Short-circuit Current $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	10 10	40	60 60	10 10	40	60 60	mA
$\pm V_{OPP}$	Output Voltage Swing $T_{amb} = 25^{\circ}C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$ $R_L = 2k\Omega$ $R_L = 10k\Omega$ $R_L = 2k\Omega$ $R_L = 10k\Omega$	10 12 10 12	12 13.5		10 12 10 12	12 13.5		V
SR	Slew Rate ($V_{in} = 10V$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$, unity gain)	8	16		8	16		V/ μs
t_r	Rise Time ($V_{in} = 20mV$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$, unity gain)		0.1			0.1		μs
K_{OV}	Overshoot ($V_{in} = 20mV$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$, unity gain)		10			10		%
GBP	Gain Bandwidth Product ($f = 100kHz$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$, $V_{in} = 10mV$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$)	2.5	4		2.5	4		MHz
R_i	Input Resistance		10^{12}			10^{12}		Ω
THD	Total Harmonic Distortion ($f = 1kHz$, $A_V = 20dB$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$, $V_O = 2V_{PP}$)		0.01			0.01		%
e_n	Equivalent Input Noise Voltage ($f = 1kHz$, $R_s = 100\Omega$)		15			15		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
ϕ_m	Phase Margin		45			45		Degrees
V_{O1}/V_{O2}	Channel Separation ($A_V = 100$)		120			120		dB

* The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every $10^{\circ}C$ increase in the junction temperature.

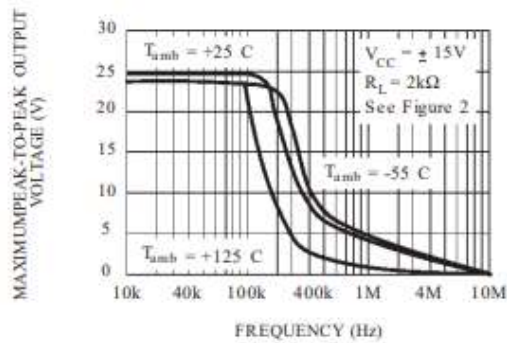
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



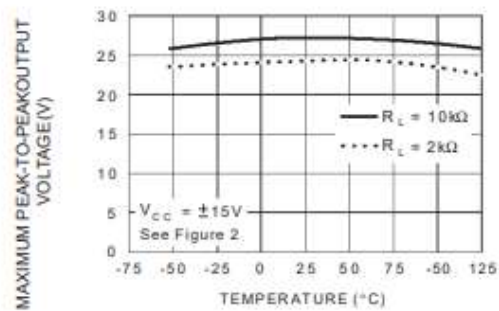
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



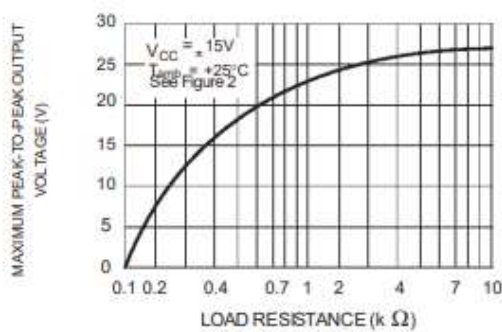
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



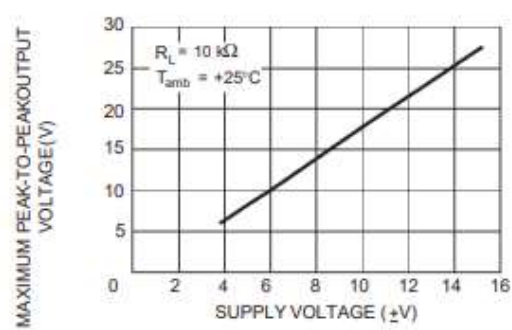
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREE AIR TEMP.



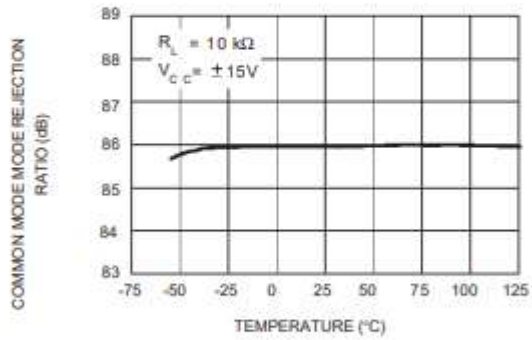
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS LOAD RESISTANCE



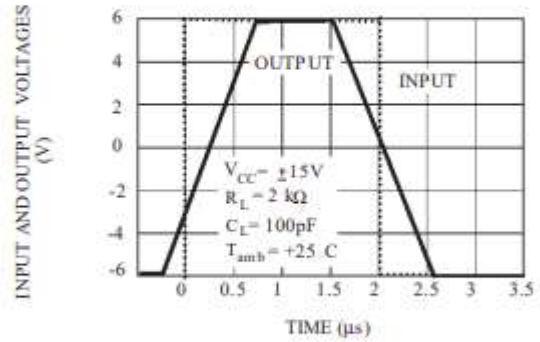
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS SUPPLY VOLTAGE



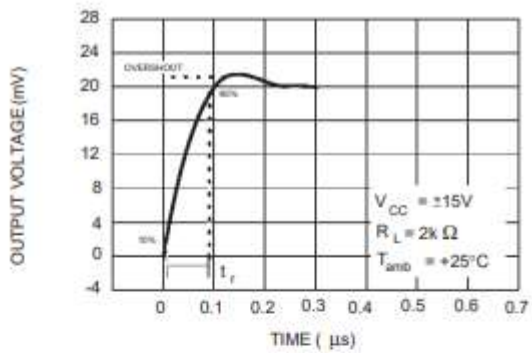
**COMMON MODE REJECTION RATIO
VERSUS FREE AIR TEMPERATURE**



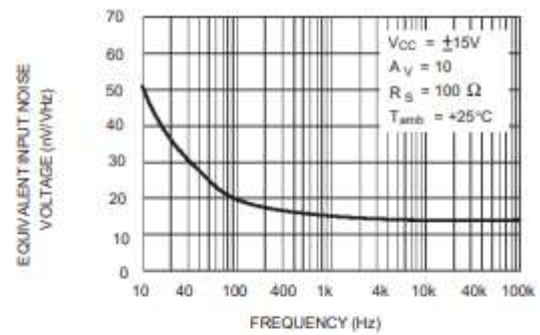
**VOLTAGE FOLLOWER LARGE SIGNAL
PULSE RESPONSE**



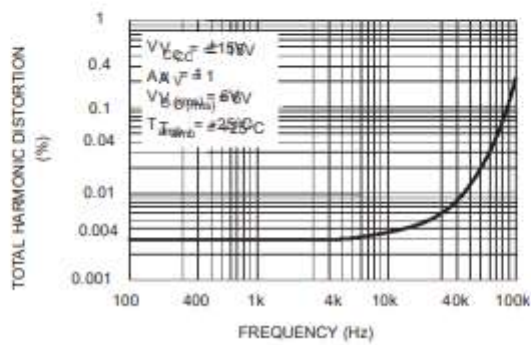
**OUTPUT VOLTAGE VERSUS
ELAPSED TIME**



**EQUIVALENT INPUT NOISE VOLTAGE
VERSUS FREQUENCY**



**TOTAL HARMONIC DISTORTION VERSUS
FREQUENCY**





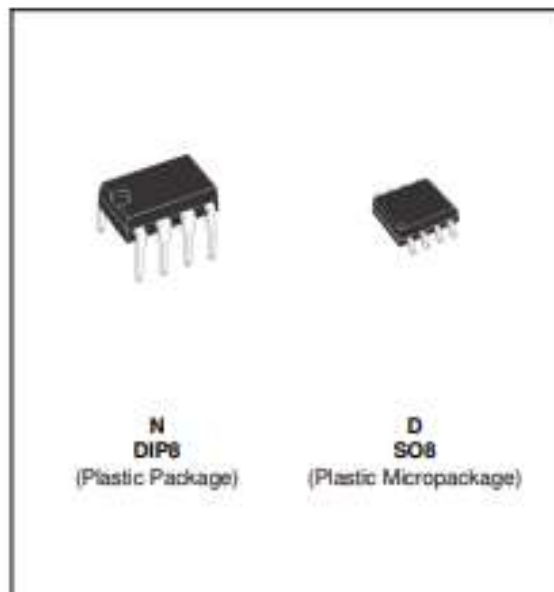
NE555 SA555 - SE555

GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

- LOW TURN OFF TIME
- MAXIMUM OPERATING FREQUENCY GREATER THAN 500kHz
- TIMING FROM MICROSECONDS TO HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONOSTABLE MODES
- HIGH OUTPUT CURRENT CAN SOURCE OR SINK 200mA
- ADJUSTABLE DUTY CYCLE
- TTL COMPATIBLE
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER°C

DESCRIPTION

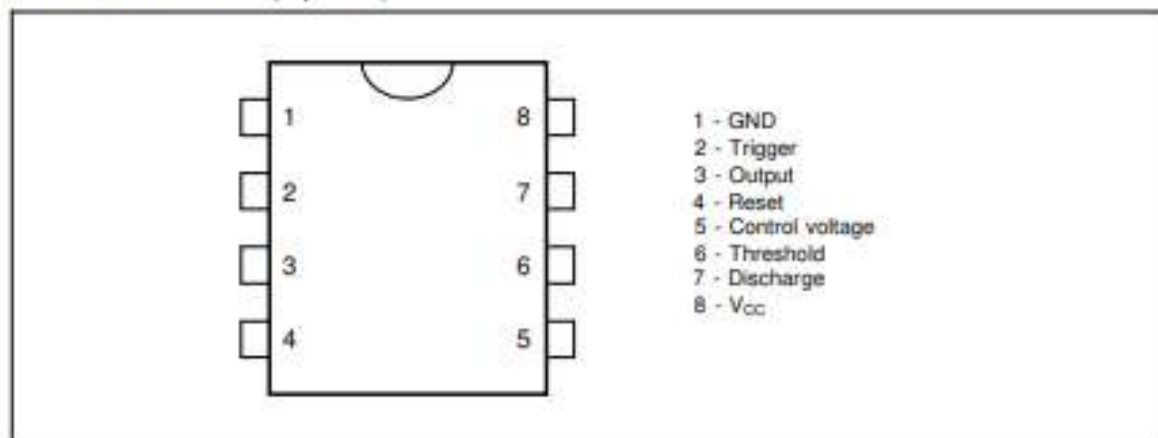
The NE555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA. The NE555 is available in plastic and ceramic minidip package and in a 8-lead micropackage and in metal can package version.



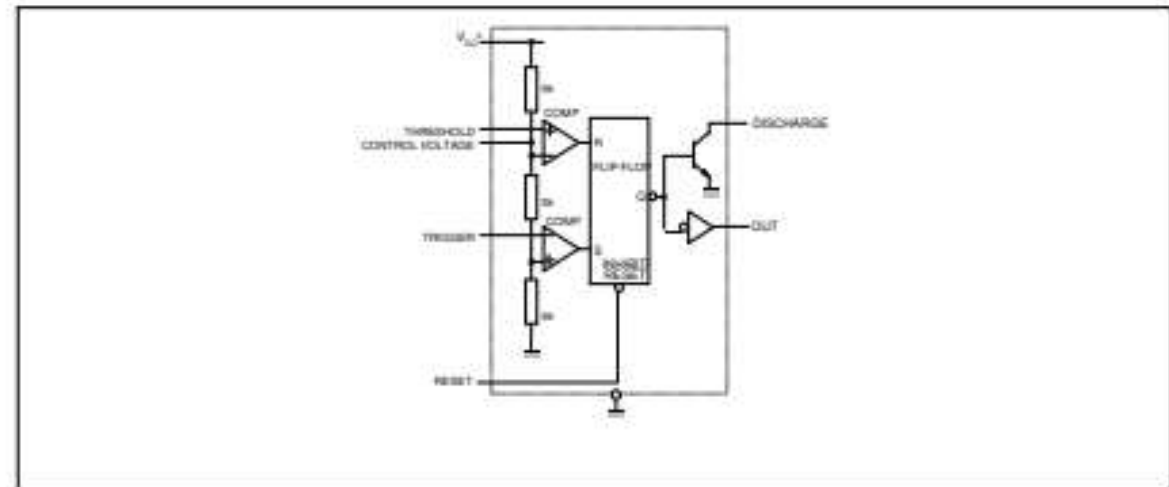
ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
NE555	0°C, 70°C		
SA555	-40°C, 105°C		
SE555	-55°C, 125°C		

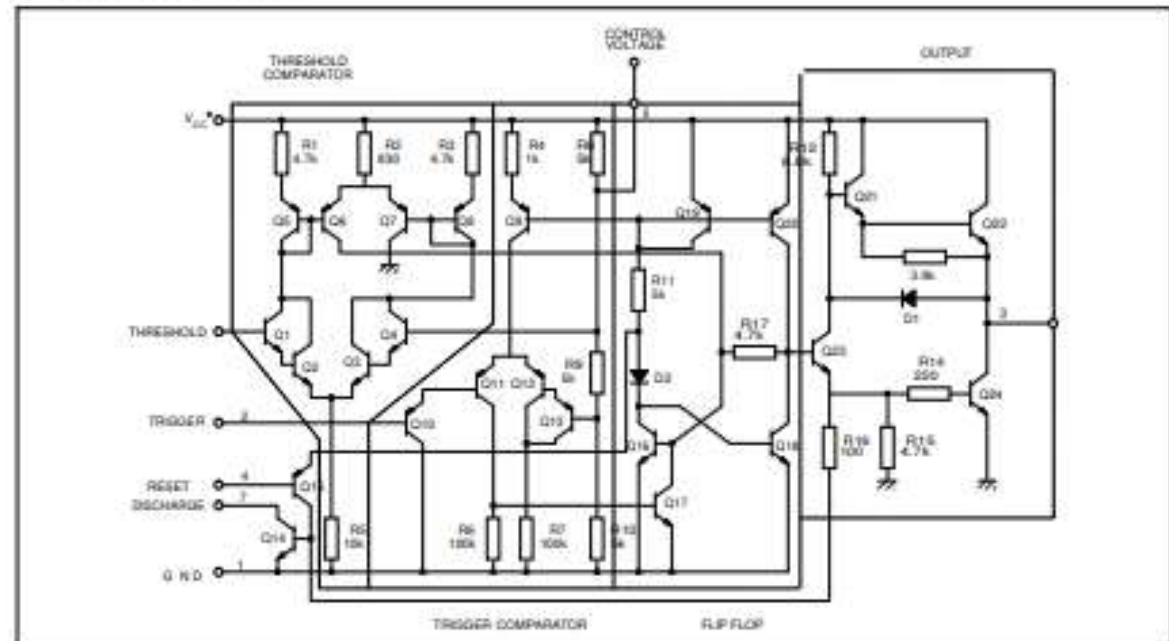
PIN CONNECTIONS (top view)



BLOCK DIAGRAM



SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	18	V
T_{oper}	Operating Free Air Temperature Range	for NE555 for SA555 for SE555	0 to 70 -40 to 105 -55 to 125
T_j	Junction Temperature	150	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to 150	°C

NE555/SA555/SE555

OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	SE555	NE555 - SA555	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.5 to 18	4.5 to 18	V
V_{in} , V_{sig} , V_{OL} , V_{reset}	Maximum Input Voltage	V_{CC}	V_{CC}	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_{amb} = +25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$ to $+15\text{V}$ (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	SE555			NE555 - SA555			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
I_{CC}	Supply Current ($R_L = \infty$) (- note 1) Low State $V_{CC} = +5\text{V}$ $V_{CC} = +15\text{V}$ High State $V_{CC} = 5\text{V}$		3 10 2	5 12		3 10 2	6 15	mA
	Timing Error (monostable) ($R_A = 2\text{k}$ to 100k , $C = 0.1\text{F}$) Initial Accuracy - (note 2) Drift with Temperature Drift with Supply Voltage		0.5 30 0.05	2 100 0.2		1 50 0.1	3 150 0.5	% ppm/ $^{\circ}\text{C}$ %/V
	Timing Error (astable) ($R_A, R_B = 1\text{k}$ to 100k , $C = 0.1\text{F}$, $V_{CC} = +15\text{V}$) Initial Accuracy - (note 2) Drift with Temperature Drift with Supply Voltage		1.5 90 0.15			2.25 150 0.3		% ppm/ $^{\circ}\text{C}$ %/V
V_{CL}	Control Voltage level $V_{CC} = +15\text{V}$ $V_{CC} = +5\text{V}$	9.6 2.9	10 3.33	10.4 3.8	9 2.6	10 3.33	11 4	V
V_{th}	Threshold Voltage $V_{CC} = +15\text{V}$ $V_{CC} = +5\text{V}$	9.4 2.7	10 3.33	10.6 4	8.8 2.4	10 3.33	11.2 4.2	V
I_{th}	Threshold Current - (note 3)		0.1	0.25		0.1	0.25	A
V_{trig}	Trigger Voltage $V_{CC} = +15\text{V}$ $V_{CC} = +5\text{V}$	4.8 1.45	5 1.67	5.2 1.9	4.5 1.1	5 1.67	5.6 2.2	V
I_{trig}	Trigger Current ($V_{trig} = 0\text{V}$)		0.5	0.9		0.5	2.0	A
V_{reset}	Reset Voltage - (note 4)	0.4	0.7	1	0.4	0.7	1	V
I_{reset}	Reset Current $V_{reset} = +0.4\text{V}$ $V_{reset} = 0\text{V}$		0.1 0.4	0.4 1		0.1 0.4	0.4 1.5	mA
V_{OL}	Low Level Output Voltage $V_{CC} = +15\text{V}$, $I_{O(sink)} = 10\text{mA}$ $I_{O(sink)} = 50\text{mA}$ $I_{O(sink)} = 100\text{mA}$ $I_{O(sink)} = 200\text{mA}$ $V_{CC} = +5\text{V}$, $I_{O(sink)} = 8\text{mA}$ $I_{O(sink)} = 5\text{mA}$		0.1 0.4 2 2.5 0.1 0.05	0.15 0.5 2.2 2.5 0.25 0.2		0.1 0.4 2 2.5 0.3 0.25	0.25 0.75 2.5 0.4 0.35	V
V_{OH}	High Level Output Voltage $V_{CC} = +15\text{V}$, $I_{O(source)} = 200\text{mA}$ $I_{O(source)} = 100\text{mA}$ $V_{CC} = +5\text{V}$, $I_{O(source)} = 100\text{mA}$	13 3	12.5 13.3 3.3		12.75 2.75	12.5 13.3 3.3		V

- Notes : 1. Supply current when output is high is typically 1mA less.
2. Tested at $V_{CC} = +5\text{V}$ and $V_{CC} = +15\text{V}$.
3. This will determine the maximum value of $R_A + R_B$ for +15V operation the max total is $R = 20\text{M}$ and for 5V operation the max total $R = 3.5\text{M}$.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	SE555			NE555 - SA555			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
$I_{dis(off)}$	Discharge Pin Leakage Current (output high) ($V_{dis} = 10V$)		20	100		20	100	nA
$V_{dis(out)}$	Discharge pin Saturation Voltage (output low) - (note 5) $V_{CC} = +15V$, $I_{dis} = 15mA$, $V_{CC} = +5V$, $I_{dis} =$		180 80	480 200		180 80	480 200	mV
t_r t_f	Output Rise Time Output Fall Time		100 100	200 200		100 100	300 300	ns
t_{off}	Turn off Time - (note 6) ($V_{reset} = V_{CC}$)		0.5			0.5		s

Notes : 5. No protection against excessive Pin 7 current is necessary, providing the package dissipation rating will not be exceeded.
6. Time measured from a positive going input pulse from 0 to $0.8 \times V_{CC}$ into the threshold to the drop from high to low of the output trigger is tied to threshold.

Figure 1 : Minimum Pulse Width Required for Trigering

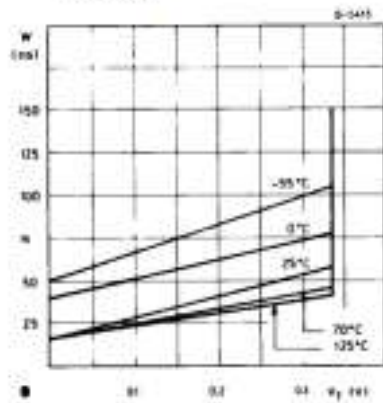


Figure 2 : Supply Current versus Supply Voltage

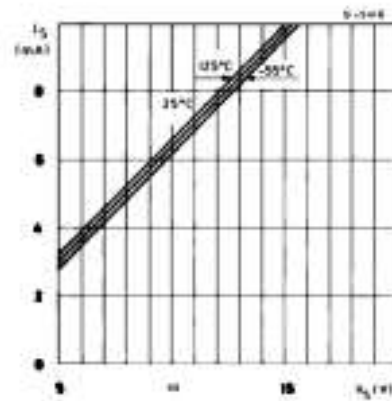


Figure 3 : Delay Time versus Temperature

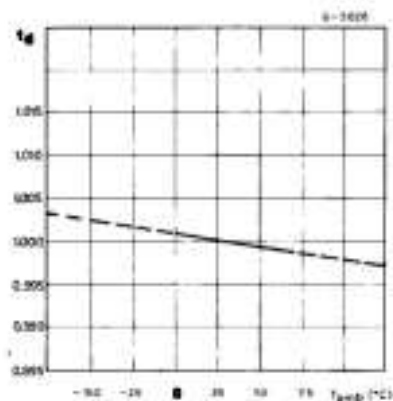


Figure 4 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

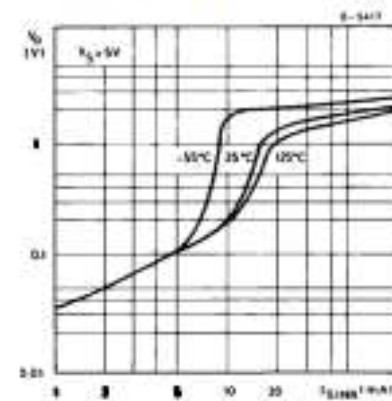


Figure 5 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

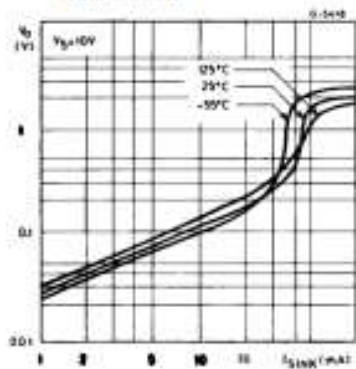


Figure 6 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

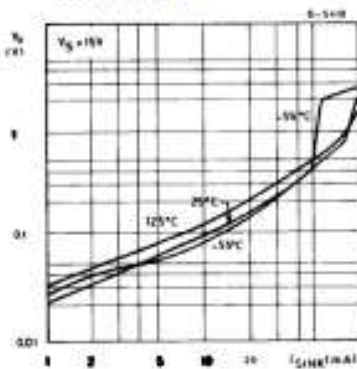


Figure 7 : High Output Voltage Drop versus Output

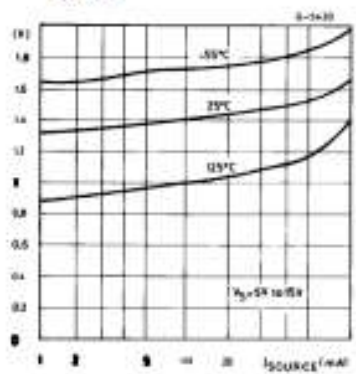


Figure 8 : Delay Time versus Supply Voltage

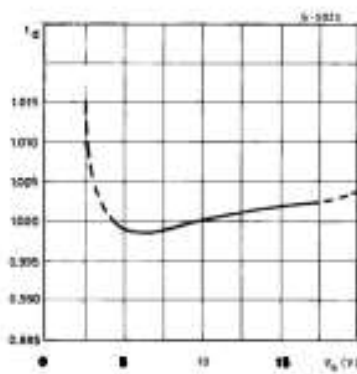
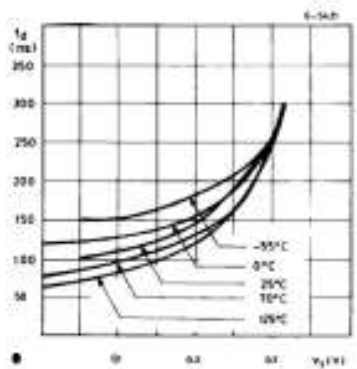


Figure 9 : Propagation Delay versus Voltage Level of Trigger Value



CD4538BM/CD4538BC Dual Precision Monostable

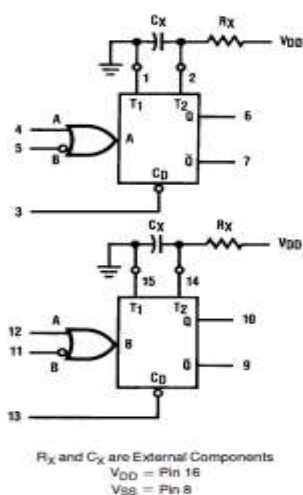
General Description

The CD4538B is a dual, precision monostable multivibrator with independent trigger and reset controls. The device is retriggerable and resettable, and the control inputs are internally latched. Two trigger inputs are provided to allow either rising or falling edge triggering. The reset inputs are active low and prevent triggering while active. Precise control of output pulse-width has been achieved using linear CMOS techniques. The pulse duration and accuracy are determined by external components R_X and C_X . The device does not allow the timing capacitor to discharge through the timing pin on power-down condition. For this reason, no external protection resistor is required in series with the timing pin. Input protection from static discharge is provided on all pins.

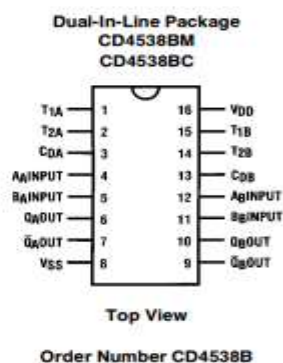
Features

- Wide supply voltage range 3.0V to 15V
- High noise immunity 0.45 V_{CC} (typ.)
- Low power Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS
- TTL compatibility
- New formula: $PW_{OUT} = RC$ (PW in seconds, R in Ohms, C in Farads)
- $\pm 1.0\%$ pulse-width variation from part to part (typ.)
- Wide pulse-width range 1 μs to ∞
- Separate latched reset inputs
- Symmetrical output sink and source capability 5 nA (typ.) @ 5 V_{DC}
- Low standby current
- Pin compatible to CD4528B

Block and Connection Diagrams



TL/F/6000-1



TL/F/6000-2

Truth Table

Inputs			Outputs	
Clear	A	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	$\downarrow$	$\uparrow$	$\downarrow$
H	$\uparrow$	H	$\downarrow$	$\uparrow$

- H = High Level
- L = Low Level
- $\uparrow$ = Transition from Low to High
- $\downarrow$ = Transition from High to Low
- $\uparrow$ = One High Level Pulse
- $\downarrow$ = One Low Level Pulse
- X = Irrelevant

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 and 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

DC Supply Voltage (V_{DD})	– 0.5 to + 18 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	– 0.5V to V_{DD} + 0.5 V_{DC}
Storage Temperature Range (T_S)	– 65°C to + 150°C
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Lead Temperature (T_L)	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions (Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	3 to 15 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	0 to V_{DD} V_{DC}
Operating Temperature Range (T_A)	
CD4538BM	– 55°C to + 125°C
CD4538BC	– 40°C to + 85°C

DC Electrical Characteristics CD4538BM (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	– 55°C		+ 25°C			+ 125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V$ } $V_{IH} = V_{DD}$		5		0.005	5		150	μA
		$V_{DD} = 10V$ } $V_{IL} = V_{SS}$		10		0.010	10		300	μA
		$V_{DD} = 15V$ } All Outputs Open		20		0.015	20		600	μA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$ } $ I_O < 1 \mu A$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 10V$ } $V_{IH} = V_{DD}, V_{IL} = V_{SS}$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 15V$ }		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$ } $ I_O < 1 \mu A$	4.95		4.95	5		4.95		V
		$V_{DD} = 10V$ } $V_{IH} = V_{DD}, V_{IL} = V_{SS}$	9.95		9.95	10		9.95		V
		$V_{DD} = 15V$ }	14.95		14.95	15		14.95		V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	$ I_O < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ or 4.5V		1.5		2.25	1.5		1.5	V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$ or 9.0V		3.0		4.50	3.0		3.0	V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or 13.5V		4.0		6.75	4.0		4.0	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	$ I_O < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ or 4.5V	3.5		3.5	2.75		3.5		V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$ or 9.0V	7.0		7.0	5.50		7.0		V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or 13.5V	11.0		11.0	8.25		11.0		V
I_{OL}	Low Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$ } $V_{IH} = V_{DD}$	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$ } $V_{IL} = V_{SS}$	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ }	4.2		3.4	8.8		2.4		mA
I_{OH}	High Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$ } $V_{IH} = V_{DD}$	– 0.64		– 0.51	– 0.88		– 0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$ } $V_{IL} = V_{SS}$	– 1.6		– 1.3	– 2.25		– 0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$ }	– 4.2		– 3.4	– 8.8		– 2.4		mA
I_{IN}	Input Current, Pin 2 or 14	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$ or 15V		± 0.02		$\pm 10^{-5}$	± 0.05		± 0.5	μA
I_{IN}	Input Current Other Inputs	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$ or 15V		± 0.1		$\pm 10^{-5}$	± 0.1		± 1.0	μA

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed, they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The tables of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provide conditions for actual device operation.

Note 2: $V_{SS} = 0V$ unless otherwise specified.

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

DC Electrical Characteristics CD4538BC (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	- 40°C		+ 25°C			+ 85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V$ $V_{DD} = 10V$ $V_{DD} = 15V$	$V_{IH} = V_{DD}$ $V_{IL} = V_{SS}$ All Outputs Open	20 40 80		0.005 0.010 0.015	20 40 80		150 300 600	μA μA μA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$ $V_{DD} = 10V$ $V_{DD} = 15V$	$ I_O < 1 \mu A$ $V_{IH} = V_{DD}, V_{IL} = V_{SS}$	0.05 0.05 0.05		0 0 0	0.05 0.05 0.05		0.05 0.05 0.05	V V V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$ $V_{DD} = 10V$ $V_{DD} = 15V$	$ I_O < 1 \mu A$ $V_{IH} = V_{DD}, V_{IL} = V_{SS}$	4.95 9.95 14.95		4.95 9.95 14.95	5 10 15		4.95 9.95 14.95	V V V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	$ I_O < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ or 4.5V $V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$ or 9.0V $V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or 13.5V		1.5 3.0 4.0		2.25 4.50 6.75	1.5 3.0 4.0		1.5 3.0 4.0	V V V
V_{IH}	High Level Input Voltage	$ I_O < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ or 4.5V $V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$ or 9.0V $V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or 13.5V	3.5 7.0 11.0		3.5 7.0 11.0	2.75 5.50 8.25		3.5 7.0 11.0		V V V
I_{OL}	Low Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	$V_{IH} = V_{DD}$ $V_{IL} = V_{SS}$	0.52 1.3 3.6		0.44 1.1 3.0	0.88 2.25 8.8		0.36 0.9 2.4	mA mA mA
I_{OH}	High Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	$V_{IL} = V_{SS}$	-0.52 -1.3 -3.6		-0.44 -1.1 -3.0	-0.88 -2.25 -8.8		-0.36 -0.9 -2.4	mA mA mA
I_{IN}	Input Current, Pin 2 or 14	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$ or 15V		± 0.02		$\pm 10^{-5}$	± 0.05		± 0.5	μA
I_{IN}	Input Current Other Inputs	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$ or 15V		± 0.3		$\pm 10^{-5}$	± 0.3		± 1.0	μA

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed, they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The tables of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provide conditions for actual device operation.

Note 2: $V_{SS} = 0V$ unless otherwise specified.

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

AC Electrical Characteristics* $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 50\text{ pF}$, and $t_r = t_f = 20\text{ ns}$ unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{TLH} , t_{THL}	Output Transition Time	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		100 50 40	200 100 80	ns ns ns
t_{PLH} , t_{PHL}	Propagation Delay Time	Trigger Operation— A or B to Q or $\bar{Q}$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$ Reset Operation— $\bar{C}_D$ to Q or $\bar{Q}$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		300 150 100 250 125 95	600 300 220 500 250 190	ns ns ns ns ns ns
t_{WL} , t_{WH}	Minimum Input Pulse Width A, B, or $\bar{C}_D$	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		35 30 25	70 60 50	ns ns ns
t_{RR}	Minimum Retrigger Time	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		0	0	ns ns ns
C_{IN}	Input Capacitance	Pin 2 or 14 Other Inputs		10 5	7.5	pF pF
PW_{OUT}	Output Pulse Width (Q or $\bar{Q}$) (Note: For Typical Distribution, see Figure 9)	$R_X = 100\text{ k}\Omega$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $C_X = 0.002\text{ }\mu\text{F}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$	208 211 216	226 230 235	244 248 254	μs μs μs
		$R_X = 100\text{ k}\Omega$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $C_X = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$	8.83 9.02 9.20	9.60 9.80 10.00	10.37 10.59 10.80	ms ms ms
		$R_X = 100\text{ k}\Omega$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $C_X = 10.0\text{ }\mu\text{F}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$	0.87 0.89 0.91	0.95 0.97 0.99	1.03 1.05 1.07	s s s
	Pulse Width Match between Circuits in the Same Package $C_X = 0.1\text{ }\mu\text{F}$, $R_X = 100\text{ k}\Omega$	$R_X = 100\text{ k}\Omega$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $C_X = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		± 1 ± 1 ± 1		% % %

Operating Conditions

R_X	External Timing Resistance	5.0		**	k Ω
C_X	External Timing Capacitance	0		No Limit	pF

*AC parameters are guaranteed by DC correlated testing.

**The maximum usable resistance R_X is a function of the leakage of the Capacitor C_X , leakage of the CD4538B, and leakage due to board layout, surface resistance, etc.

Logic Diagram

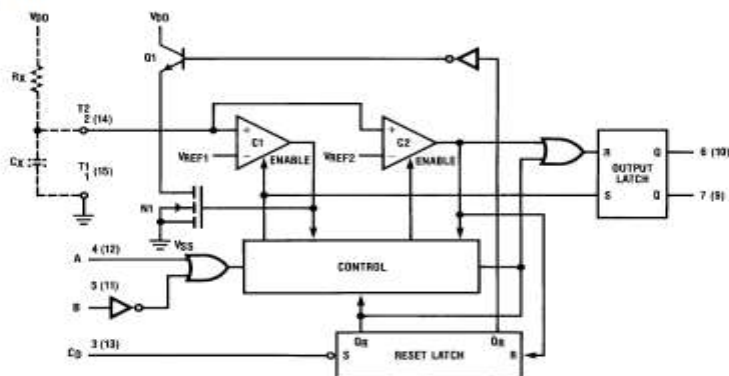


FIGURE 1

TL/F/6000-3

CD4093B Types

CMOS Quad 2-Input NAND Schmitt Triggers

High-Voltage Types (20 Volt Rating)

■ CD4093B consists of four Schmitt-trigger circuits. Each circuit functions as a two-input NAND gate with Schmitt-trigger action on both inputs. The gate switches at different points for positive- and negative-going signals. The difference between the positive voltage (V_P) and the negative voltage (V_N) is defined as hysteresis voltage (V_H) (see Fig. 2).

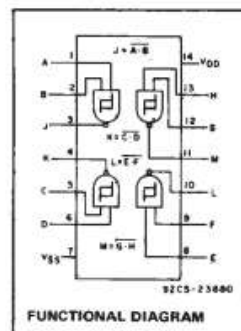
The CD4093B types are supplied in 14-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 14-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 14-lead small-outline packages (M, MT, M96, and NSR suffixes), and 14-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

Features:

- Schmitt-trigger action on each input with no external components
- Hysteresis voltage typically 0.9 V at $V_{DD} = 5$ V and 2.3 V at $V_{DD} = 10$ V
- Noise immunity greater than 50%
- No limit on input rise and fall times
- Standardized, symmetrical output characteristics
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of 1 μ 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
- Meets all requirements of JEDEC Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"

Applications:

- Wave and pulse shapers
- High-noise-environment systems
- Monostable multivibrators
- Astable multivibrators
- NAND logic



RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

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

CHARACTERISTIC	MIN.	MAX.	UNITS
Supply Voltage Range (T_A = Full Package Temp. Range)	3	18	V

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD}) Voltages referenced to V_{SS} Terminal)	-0.5V to +20V
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to $V_{DD} + 0.5$ V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	± 10 mA
PACKAGE THERMAL IMPEDANCE, θ_{JA} (See Note 1):	
E package	80°C/W
M package	86°C/W
NS package	76°C/W
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})	-65°C to +150°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):	
At distance 1/16 $\pm$ 1/32 inch (1.59 $\pm$ 0.79mm) from case for 10s max	+265°C

NOTE 1: Package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

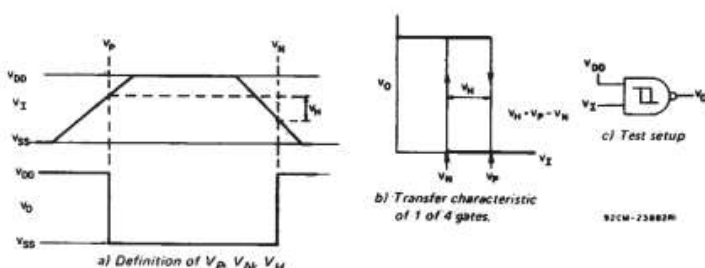


Fig. 2 – Hysteresis definition, characteristic, and test setup.

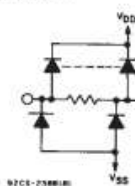
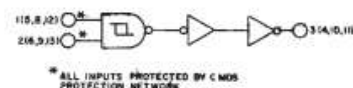


Fig. 1 – Logic diagram – 1 of 4 Schmitt triggers.

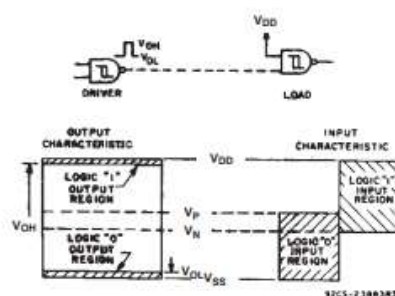


Fig. 3 – Input and output characteristics.

CD4093B Types

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTER- ISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)							UNITS
				+25							
	V _O (V)	V _{IN} (V)	V _{DD} (V)	-55	-40	+85	+125	MIN.	TYP.	MAX.	
Quiescent Device Current, I _{DD} Max.	—	0.5	5	1	1	30	30	—	0.02	1	μA
	—	0.10	10	2	2	60	60	—	0.02	2	
	—	0.15	15	4	4	120	120	—	0.02	4	
	—	0.20	20	20	20	600	600	—	0.04	20	
Positive Trigger Threshold Voltage V _p Min.	—	a	5	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.9	—	V
	—	a	10	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	5.9	—	
	—	a	15	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	8.8	—	
	—	b	5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	3.3	—	
	—	b	10	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	7	—	
	—	b	15	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	9.4	—	
V _p Max.	—	a	5	3.6	3.6	3.6	3.6	—	2.9	3.6	V
	—	a	10	7.1	7.1	7.1	7.1	—	5.9	7.1	
	—	a	15	10.8	10.8	10.8	10.8	—	8.8	10.8	
	—	b	5	4	4	4	4	—	3.3	4	
	—	b	10	8.2	8.2	8.2	8.2	—	7	8.2	
	—	b	15	12.7	12.7	12.7	12.7	—	9.4	12.7	
Negative Trigger Threshold Voltage V _N Min.	—	a	5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.9	—	V
	—	a	10	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.9	—	
	—	a	15	4	4	4	4	4	5.8	—	
	—	b	5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	2.3	—	
	—	b	10	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	5.1	—	
	—	b	15	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	7.3	—	
V _N Max.	—	a	5	2.8	2.8	2.8	2.8	—	1.9	2.8	V
	—	a	10	5.2	5.2	5.2	5.2	—	3.9	5.2	
	—	a	15	7.4	7.4	7.4	7.4	—	5.8	7.4	
	—	b	5	3.2	3.2	3.2	3.2	—	2.3	3.2	
	—	b	10	6.6	6.6	6.6	6.6	—	5.1	6.6	
	—	b	15	9.6	9.6	9.6	9.6	—	7.3	9.6	
Hysteresis Voltage V _H Min.	—	a	5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.9	—	V
	—	a	10	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.3	—	
	—	a	15	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	3.5	—	
	—	b	5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.9	—	
	—	b	10	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.3	—	
	—	b	15	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	3.5	—	
V _H Max.	—	a	5	1.6	1.6	1.6	1.6	—	0.9	1.6	V
	—	a	10	3.4	3.4	3.4	3.4	—	2.3	3.4	
	—	a	15	5	5	5	5	—	3.5	5	
	—	b	5	1.6	1.6	1.6	1.6	—	0.9	1.6	
	—	b	10	3.4	3.4	3.4	3.4	—	2.3	3.4	
	—	b	15	5	5	5	5	—	3.5	5	

* Input on terminals 1,5,8,12 or 2,6,9,13; other inputs to V_{DD}.

b Input on terminals 1 and 2, 5 and 6,8 and 9, or 12 and 13; other inputs to V_{DD}.

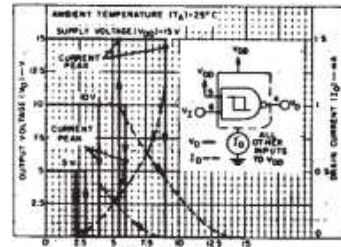


Fig. 4 - Typical current and voltage transfer characteristics.

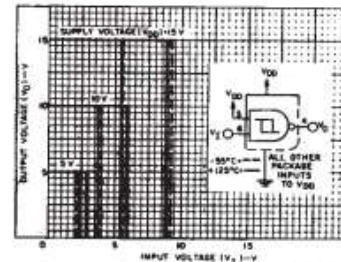


Fig. 5 - Typical voltage transfer characteristics as a function of temperature.

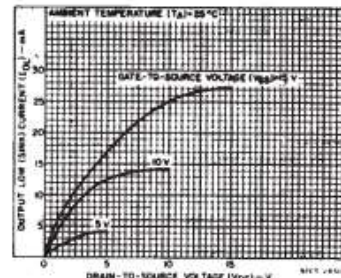


Fig. 6 - Typical output low (sink) current characteristics.

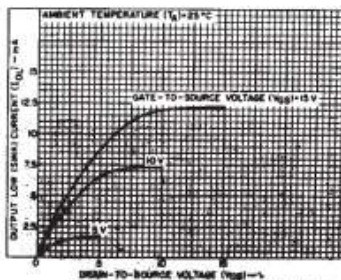


Fig. 7 - Minimum output low (sink) current characteristics.

CD4093B Types

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (CONT'D)

CHARACTER- ISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)								UNITS
	V _O (V)	V _{IN} (V)	V _{DD} (V)	-55	-40	+85	+125	+25				
								MIN.	TYP.	MAX.		
Output Low (Sink) Current, I _{OL} Min.	0.4	0.5	5	0.64	0.61	0.42	0.36	0.51	1	—	mA	
	0.5	0.10	10	1.6	1.5	1.1	0.9	1.3	2.6	—		
	1.5	0.15	15	4.2	4	2.8	2.4	3.4	6.8	—		
Output High (Source) Current, I _{OH} Min.	4.6	0.5	5	-0.64	-0.61	-0.42	-0.36	-0.51	-1	—	mA	
	2.5	0.5	5	-2	-1.8	-1.3	-1.15	-1.6	-3.2	—		
	9.5	0.10	10	-1.6	-1.5	-1.1	-0.9	-1.3	-2.6	—		
	13.5	0.15	15	-4.2	-4	-2.8	-2.4	-3.4	-6.8	—		
Output Voltage Low Level, V _{OL} Max.	—	0.5	5	0.05			—		0	0.05	V	
	—	0.10	10	0.05			—		0	0.05		
	—	0.15	15	0.05			—		0	0.05		
Output Voltage High Level, V _{OH} Min.	—	0.5	5	4.95			4.95		5	—	V	
	—	0.10	10	9.95			9.95		10	—		
	—	0.15	15	14.95			14.95		—	—		
Input Current, I _{IN} Max.	—	0.18	18	±0.1	±0.1	±1	±1	—	±10 ⁻⁵	±0.1	μA	

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

At $T_A = 25^\circ\text{C}$; Input $t_r, t_f = 20\text{ ns}$, $C_L = 50\text{ pF}$, $R_L = 200\text{ k}\Omega$

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS	LIMITS		UNITS
		V _{DD} VOLTS	TYP.	
Propagation Delay Time: t _{PHL} t _{PLH}	5	190	380	ns
	10	90	180	
	15	65	130	
Transition Time, t _{THL} t _{TLH}	5	100	200	ns
	10	50	100	
	15	40	80	
Input Capacitance, C _{IN}	Any Input	5	7.5	pF

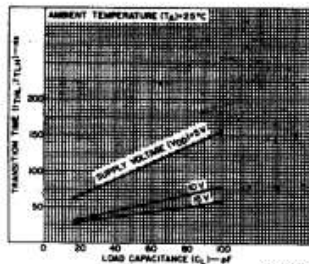


Fig. 11 — Typical transition time vs. load capacitance.

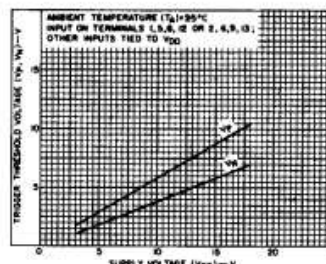


Fig. 12 — Typical trigger threshold voltage vs. V_{DD}

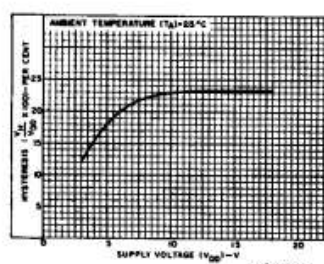


Fig. 13 — Typical per cent hysteresis vs. supply voltage.

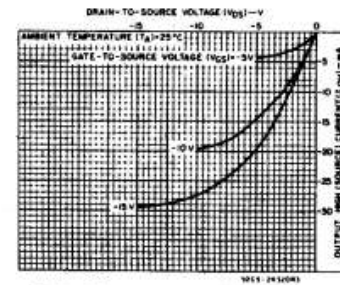


Fig. 8 — Typical output high (source) current characteristics.

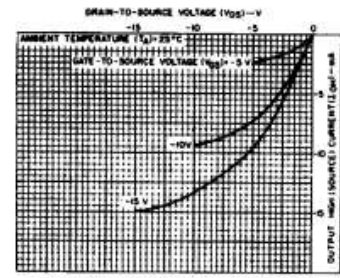


Fig. 9 — Minimum output high (source) current characteristics.

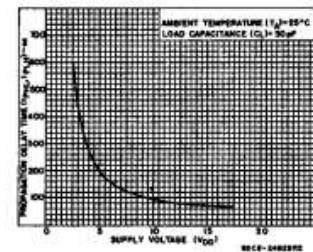


Fig. 10 — Typical propagation delay time vs. supply voltage.

CMOS Quad 3-State R/S Latches

High-Voltage Types (20-Volt Rating)
Quad NOR R/S Latch - CD4043B
Quad NAND R/S Latch - CD4044B

■ CD4043B types are quad cross-coupled 3-state CMOS NOR latches and the CD4044B types are quad cross-coupled 3-state CMOS NAND latches. Each latch has a separate Q output and individual SET and RESET inputs. The Q outputs are controlled by a common ENABLE input. A logic "1" or high on the ENABLE input connects the latch states to the Q outputs. A logic "0" or low on the ENABLE input disconnects the latch states from the Q outputs, resulting in an open circuit condition on the Q outputs. The open circuit feature allows common busing of the outputs.

The CD4043B and CD4044B 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 (D, DR, DT, DW, DWR, and NSR suffixes), and 16-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

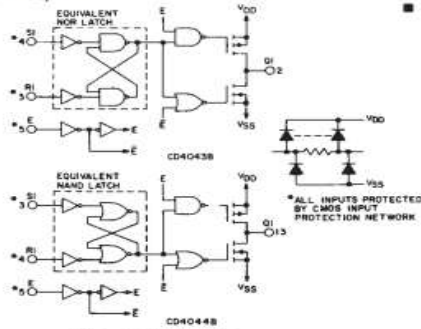


Fig. 1 - Logic diagrams.

CD4043B, CD4044B Types

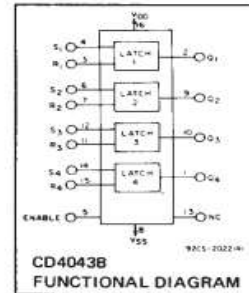
Features:

- 3-state outputs with common output ENABLE
- Separate SET and RESET inputs for each latch
- NOR and NAND configurations
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Standardized symmetrical output characteristics
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of 1 μ A at 18 V over full package temperature range; 100 nA at 18 V and 25°C
- Noise margin (over full package temperature range):
 - 1 V at $V_{DD} = 5$ V
 - 2 V at $V_{DD} = 10$ V
 - 2.5 V at $V_{DD} = 15$ V

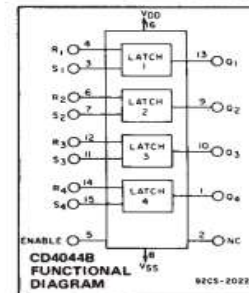
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"

Applications:

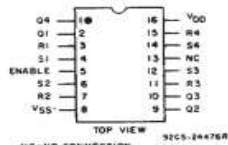
- Holding register in multi-register system
- Four bits of independent storage with output ENABLE
- Strobed register
- General digital logic
- CD4043B for positive logic systems
- CD4044B for negative logic systems



CD4043B
FUNCTIONAL DIAGRAM



CD4044B
FUNCTIONAL DIAGRAM

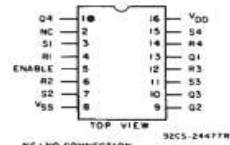


CD4043B

TERMINAL ASSIGNMENTS

S	R	E	Q
X	X	0	OC*
0	0	1	NC*
1	0	1	1
0	1	1	0
1	1	1	Δ

*OPEN CIRCUIT
+ NO CHANGE
Δ DOMINATED BY S=1 INPUT
CD4043B



CD4044B

S	R	E	Q
X	X	0	OC*
1	1	1	NC*
0	1	1	1
1	0	1	0
0	0	1	Δ

*OPEN CIRCUIT
+ NO CHANGE
Δ DOMINATED BY R=0 INPUT
CD4044B

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD})	-0.5V to +20V
Voltages referenced to V_{SS} Terminal	
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to $V_{DD} + 0.5$ V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	± 10 mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):	
For $T_A = -55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	500 mW
For $T_A = +100^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	Derate Linearly at 12 mW/ $^\circ\text{C}$ to 200 mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR	
FOR $T_A = \text{FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)}$	100 mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A)	-55°C to $+125^\circ\text{C}$
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg})	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):	
At distance 1/16 $\pm$ 1/32 inch (1.59 $\pm$ 0.79 mm) from case for 10s max	$+265^\circ\text{C}$

TRUTH TABLES

Recommended Operating Conditions $T_A = 25^\circ\text{C}$
For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges.

Characteristic	V_{DD} (V)	Min.	Max.	Units
Supply-Voltage Range ($T_A = \text{Full Package Temperature Range}$)		3	18	V
SET or RESET Pulse Width, t_W	5	160	—	ns
	10	80	—	
	15	40	—	

CD4043B, CD4044B Types

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTER- ISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)							UNITS
	V _O (V)	V _{IN} (V)	V _{DD} (V)	+25							
				-55	-40	+85	+125	Min.	Typ.	Max.	
Quiescent Device Current, I _{DD} Max.	—	0,5	5	1	1	30	30	—	0.02	1	μA
	—	0,10	10	2	2	60	60	—	0.02	2	
	—	0,15	15	4	4	120	120	—	0.02	4	
	—	0,20	20	20	20	600	600	—	0.04	20	
Output Low (Sink) Current I _{OL} Min.	0.4	0,5	5	0.64	0.61	0.42	0.36	0.51	1	—	mA
	0.5	0,10	10	1.6	1.5	1.1	0.9	1.3	2.6	—	
	1.5	0,15	15	4.2	4	2.8	2.4	3.4	6.8	—	
Output High (Source) Current, I _{OH} Min.	4.6	0,5	5	-0.64	-0.61	-0.42	-0.36	-0.51	-1	—	mA
	2.5	0,5	5	-2	-1.8	-1.3	-1.15	-1.6	-3.2	—	
	9.5	0,10	10	-1.6	-1.5	-1.1	-0.9	-1.3	-2.6	—	
	13.5	0,15	15	-4.2	-4	-2.8	-2.4	-3.4	-6.8	—	
Output Voltage: Low-Level, V _{OL} Max.	—	0,5	5	0.05				—	0	0.05	V
	—	0,10	10	0.05				—	0	0.05	
	—	0,15	15	0.05				—	0	0.05	
Output Voltage: High-Level, V _{OH} Min.	—	0,5	5	4.95				4.95	5	—	V
	—	0,10	10	9.95				9.95	10	—	
	—	0,15	15	14.95				14.95	15	—	
Input Low Voltage, V _{IL} Max.	0.5, 4.5	—	5	1.5				—	—	1.5	V
	1, 9	—	10	3				—	—	3	
	1.5, 13.5	—	15	4				—	—	4	
Input High Voltage, V _{IH} Min.	0.5, 4.5	—	5	3.5				3.5	—	—	V
	1, 9	—	10	7				7	—	—	
	1.5, 3.5	—	15	11				11	—	—	
Input Current I _{IN} Max.	—	0,18	18	±0.1	±0.1	±1	±1	—	±10 ⁻⁵	±0.1	μA
3-State Output Leakage Current I _{OUT} Max.	0,18	0,18	18	±0.4	±0.4	±12	±12	—	±10 ⁻⁴	±0.4	μA

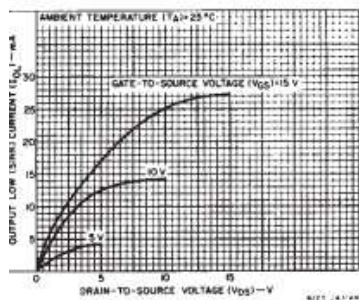


Fig. 2 — Typical output low (sink) current characteristics.

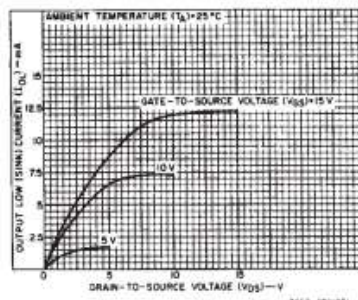


Fig. 3 — Minimum output low (sink) current characteristics.

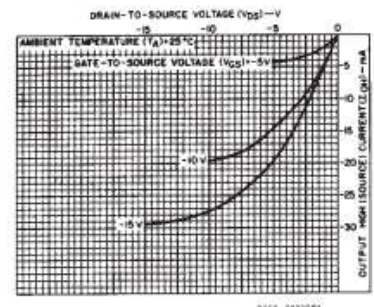


Fig. 4 — Typical output high (source) current characteristics.

Résumé :

Un télémètre à ultrason est un mesureur de distance, l'étude de ce circuit théoriquement en suit pratiquement nous ont permis bien comprendre le fonctionnement de cet appareil ainsi que le fonctionnement des différents composants qui le constitue. Réaliser un télémètre ultrason sur une carte d'aisser, nous a permis de bien connaître comment le régler, ou le calibrer et comment vérifier son fonctionnement pour qu'il nous donne des valeurs de distance exacte.

Mots clés : Télémètre, émetteur ultrasons, récepteur ultrasons, piézoélectricité, l'onde ultrasonore, mesure de distance.

Summary:

An ultrasonic rangefinder is a distance-measuring device. Studying this circuit theoretically and then practically gave us a good understanding of how it works, and of the various components that make it up. Building an ultrasonic telemeter on an aisser board has enabled us to learn how to set or calibrate it, and how to check that it works so that it gives us accurate distance values.

Key-words: Rangefinder, ultrasonic transmitter, ultrasonic receiver, piezoelectricity, the ultrasonic wave, distance measurement.

الملخص:

جهاز قياس المدى بالموجات فوق الصوتية هو جهاز لقياس المسافات. أعطتنا دراسة هذه الدائرة نظرياً ثم عملياً فهماً جيداً لكيفية عمل هذا الجهاز والمكونات المختلفة التي يتكون منها. صنع مقياس المسافة بالموجات فوق الصوتية على لوحة أيسر أعطانا فهماً جيداً لكيفية ضبطه أو معايرته وكيفية التحقق من عمله بحيث يعطينا قِيماً دقيقة للمسافة .

الكلمات المفتاحية: جهاز قياس المسافة، جهاز الإرسال بالموجات فوق الصوتية، جهاز الاستقبال بالموجات فوق الصوتية، الموجات فوق الصوتية، قياس المسافة.