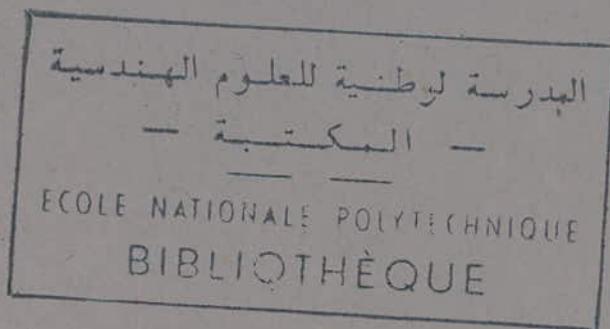


DEPARTEMENT D'ELECTRICITE
FILIERE D'INGENIEUR EN ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES



ETUDE DU CI 555 ET SES
APPLICATIONS



Proposé par :
Mme. G. MONDON

Etudié par :
Mme IBTIOUEN NOUALI Z.

Promotion JUIN 1979

UNIVERSITE DES SCIENCES
ET DE LA TECHNOLOGIE
D'ALGER

ECOLE NATIONALE
POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRICITE
FILIERE D'INGENIEUR EN ELECTRONIQUE

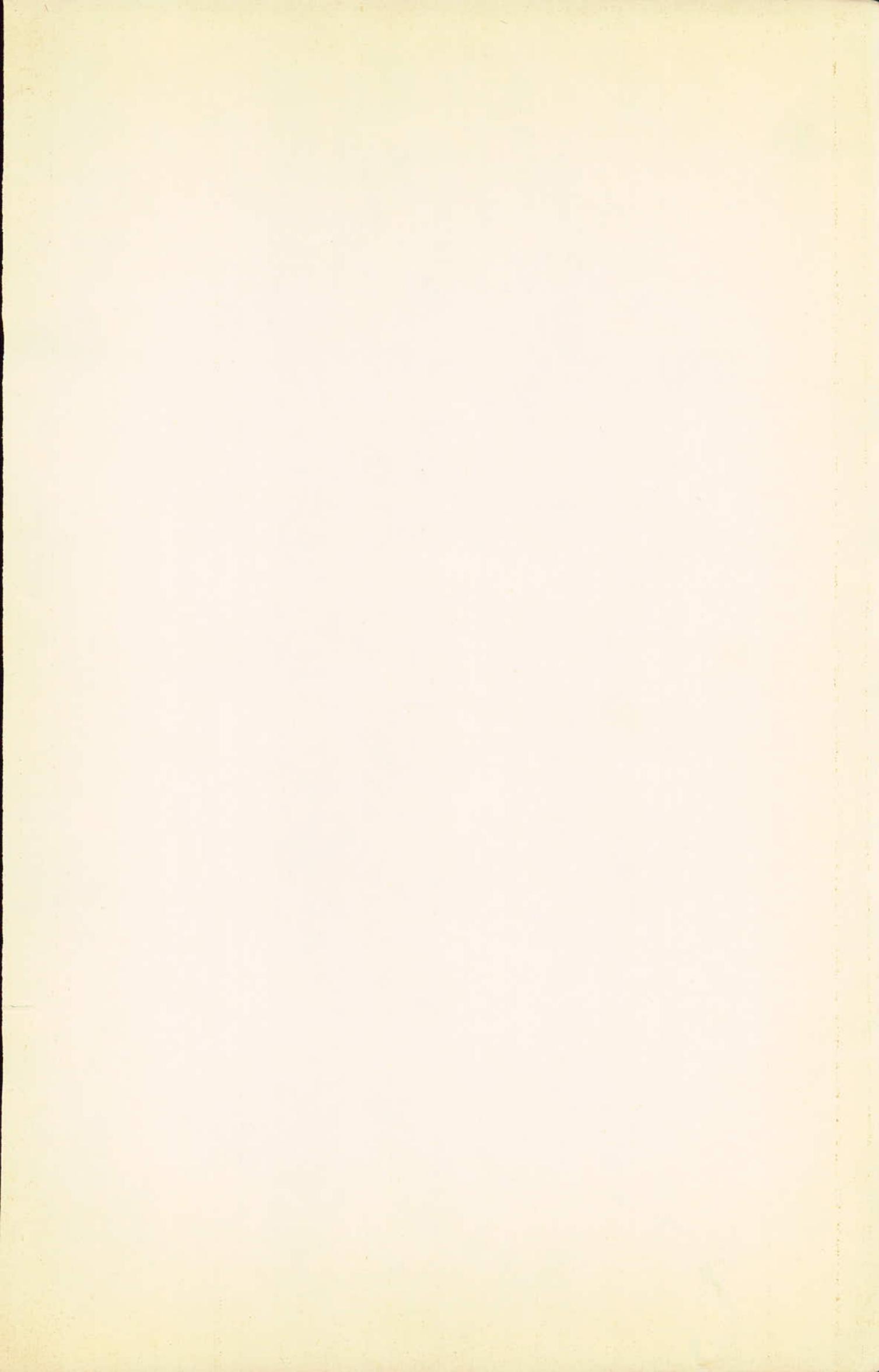
PROJET DE FIN D'ETUDES

ETUDE DU CI 555 ET SES
APPLICATIONS

Proposé par :
Mme. G. MONDON

Etudié par :
Mme IBTIOUEN NOUALI Z.

Promotion JUIN 1979



Remerciements.

Je tiens à exprimer mes très vifs
remerciements à :

- Mme. G. MONDON, Docteur Ingénieur,
professeur à l'E.N.P.A, pour m'avoir
proposé ce sujet, guidée et conseillée
tout au long de la présente étude.
- M. Y. FLAMANT, Docteur, Es-sciences,
professeur à l'U.S.T.A qui m'a
conseillée et encouragée pour
l'élaboration de ce projet.

Mes remerciements vont aussi à
l'ensemble des professeurs qui ont
contribué à ma formation.

O B J E T	PAGE N°
Préface	
I - Introduction au "555".....	1
II - Fonctionnement en monostable.....	5
II.1. Principe du fonctionnement.....	5
1.1. Enclenchement du monostable.....	7
1.2. Remise à zéro.....	7
1.3. Borne de commande.....	7
II.2. Détecteur de défauts de signaux.....	9
II.3. Compensation des variations de la capacité et de la résistance.....	9
II.4. Trigger de Schmitt.....	11
III. Fonctionnement en astable.....	14
III.1. Principe du fonctionnement.....	14
III.2. Rapport cyclique.....	14
III.3. Ajustement de la fréquence et du rapport cyclique..	19
IV. Générateurs de signaux utilisant le C I 555.....	22
V. Circuits d'alimentation.....	24
V.1. Convertisseur dc-dc positif.....	24
V.2. Convertisseur dc-dc négatif.....	24
V.3. Convertisseur dc-dc double polarité.....	24
VI. Etude comparative.....	26
VI.1. Introduction.....	26
VI.2. Oscillateurs.....	26
2.1. Oscillateur utilisant le circuit SN 7413....	26
2.2. Oscillateur utilisant le ((Trigger)) SN 7414...	26
2.3. Oscillateurs à quartz.....	26
2.3.1. Oscillateur à quartz avec la série 54 L/74.....	26
2.3.2. Oscillateur à quartz avec la série SN 54/74.....	26
2.4. Le monostable SN ⁵⁴ ₇₄ 121.....	26
2.4.1. Application et chronogrammes.....	26
2.4.2. Monostable avec un retard d'entrée..	29
2.4.3. Générateur d'impulsions stable.....	31
2.5. Monostable redéclenchable SN ⁵⁴ ₇₄ 122/123 avec borne R.A.Z.....	31
2.5.1 Applications.....	31
2.5.2. Oscillateur marche-arrêt.....	33

O B J E T	PAGE N°
VI.3. Le circuit temporisateur SN ⁵² ₇₂ 560.....	33
VI.4. Etude comparative.....	34
VII. Réalisation pratique.....	36
VII.1. Introduction.....	36
VII.2. Présentation de la maquette.....	36
VII.3. Circuit imprimé.....	36
VII.4. Liste des travaux pratiques.....	36
VIII. Expériences réalisées avec le CI 555.....	39
VIII.1. Introduction.....	39
1.1. Précision des résultats.....	39
1.2. Découpage de l'alimentation.....	39
VIII.2. Expériences.....	40
IX. Conclusion.....	5

- P R E F A C E -

Avec l'évolution de la technique des circuits intégrés nous pouvons disposer de circuits destinés à des fonctions qui étaient souvent réalisables avec des composants discrets, mais le nombre de composants étaient très important et le circuit imprimé devenait compliqué et de dimensions relativement importantes. Ainsi l'utilisation de ces petites "bêtes noires" nous simplifié énormément les montages.

Le but Le but de ce présent travail consiste à l'étude d'un de ces boitiers noirs: le circuit intégré temporisateur 555 (noté par C I 555). Par la suite, une maquette de démonstration du fonctionnement de ce circuit intrégré servant pour les travaux pratiques des étudiants de la filière électronique a été réalisée.

La présentation de l'étude est la suivante :

Dans le chapitre I, sont données la constitution et l'organisation interne du C I 555, ainsi que ses caractéristiques électriques.

Dans le chapitre II sont données les connections et l'étude théorique du C I 555 fonctionnant en monostable.

Les chapitres III et IV décrivent successivement le fonctionnement du C I 555 en multivibrateur astable et les générateurs de signaux que l'on peut réaliser avec ce C I.

Le chapitre V illustre l'utilisation du C I 555 pour réaliser des circuits d'alimentation ou des convertisseurs dc-dc.

L'étude d'autres C I destinés aux mêmes fonctions que le "555" est faite dans le chapitre VI. Une analyse du C I 555 par rapport à ces C I est présentée à la fin de ce chapitre.

Le chapitre VII illustre la conception de la maquette et la réalisation ~~et la réalisation~~ pratique proprement dite.

Dans le chapitre VIII sont présentées les expériences démontrant le fonctionnement du C I 555, et les résultats expérimentaux obtenus.

Une conclusion générale est présentée dans le chapitre IX.

En annexe au projet un fascicule de travaux pratiques sous le titre :

((TRAVAUX PRATIQUES UTILISANT LE C I 555))

a été réalisé.

I - INTRODUCTION AU 555

Essentiellement, le "555" est un circuit intégré relativement peu coûteux et très stable; capable de fonctionner comme un générateur de temps de temporisation précis ou comme un multivibrateur astable. Lorsqu'il est utilisé comme un oscillateur, la fréquence et le rapport cyclique sont déterminés par les résistances et la capacité externes.

Cet élément est originaire de SIGNETICS et est maintenant produit par plusieurs fabricants résumés dans la liste suivante:

Fabricant	Types
Exar	XR - 555
Fairchild	Ne 555
Intersil	SE 555/NE 555
Lithic Systems	L C 555
Motorola	MC 1455/MC 1555
National	L M 555/LM 555 C
Raytheon	RM 555/RC 555
RCA	CA 555/CA 555 C
Texas Instruments	SN 52555/SN 72 555
Teledyne	D 555 (dual) 555

Le circuit intégré 555 se présente sous 2 types de boîtier comme le montre la figure I-1.

- forme circulaire : 8 broches.
- forme rectangulaire : 8 broches et 14 broches.

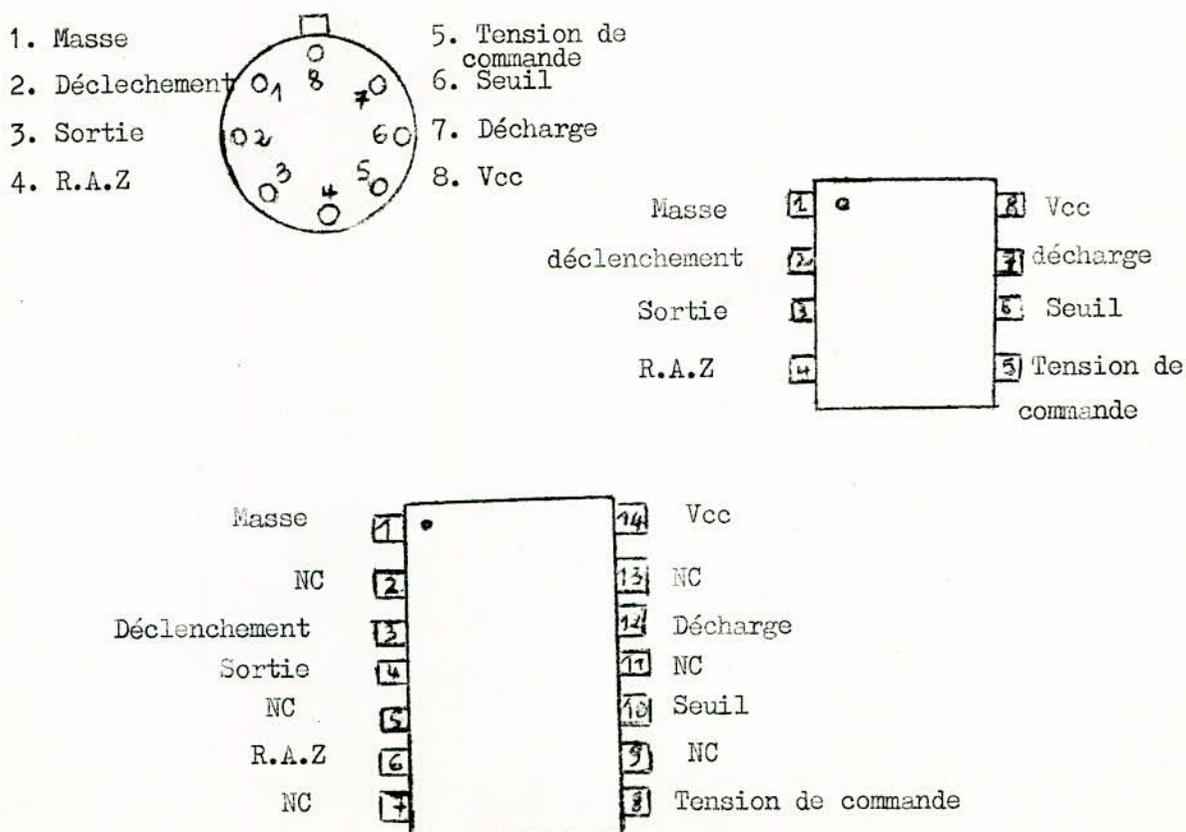


Fig. I-1

Recentement plusieurs compagnies ont groupés 2 C I 555 indépendants en un autre circuit intégré à 14 broches appelé le 556 ou dual 555 et donné par la fig I.2

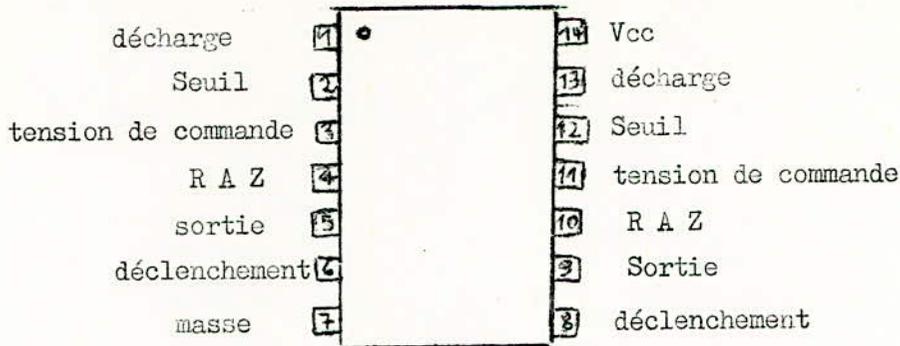


fig. I-2

Le circuit du schéma interne du C.I 555 est équivalent à plus de 20 transistors, 15 résistances et 2 diodes, tout dépend du constructeur. Nous présentons à la figure I-3 la constitution interne du C.I 555 fait par signetics.

Chaque constructeur donne un schéma équivalent différent des autres, mais en aucun cas, un de ces circuits équivalents peut être plus, simplifié que le bloc diagramme de la figure I-4 et se compose de:

- d'un controle FLIP/Flop.
- d'un étage de sortie
- d'une décharge
- d'une R.A.Z
- de 2 comparateurs (l'un de seuil l'autre de déclenchement).

Le comparateur est un ampli opérationnel qui compare la tension appliquée par rapport à la tension de référence et indique si l'entrée est plus élevée ou plus basse que le potentiel de référence. Lorsque l'entrée varie légèrement au dessous de la valeur de référence, la sortie de l'ampli opérationnel va vers la saturation (état logique 1). A cet instant l'entrée baisse au dessous du niveau de référence la sortie de l'ampli-opérationnel va vers le blockage (état logique 0).

La sortie change d'état lorsque l'entrée augmente plus haut ou diminue plus bas que le niveau de la tension de référence par seulement quelques centaines de microvolts.

La figure I-3 nous montre que le comparateur servant au déclenchement est constituée des transistors Q2 à Q5, le comparateur détectant la tension aux bornes du condensateur de temporisation utilise les transistors Q1 à Q9.

La valeur maximum du courant d'entrée de ce comparateur est de 250 μA . C'est ce courant qui limite la valeur de la résistance de temporisation.

La bascule R-S est constituée par Q11, Q12 et la résistance de 4,7 k Ω . Lorsque le signal de déclenchement rend Q2 et Q3 conducteurs, Q10 est saturé, Q11 bloqué, Q12 saturé, la sortie est alors à l'état haut: quand le signal de déclenchement disparaît Q12 reste saturé jusqu'au moment où la tension appliquée sur l'entrée seuil est suffisante pour rendre conducteurs Q6 et Q7, le réflecteur Q15, Q14 injecte alors un courant dans la base de Q11 qui se sature. Q11 se bloque, la sortie revient à zéro. Si l'on agit simultanément sur les entrées déclenchement et seuil, Q10 est conducteur et court-circuite la source de courant Q14, la sortie se maintient à 1. L'entrée déclenchement est donc prioritaire.

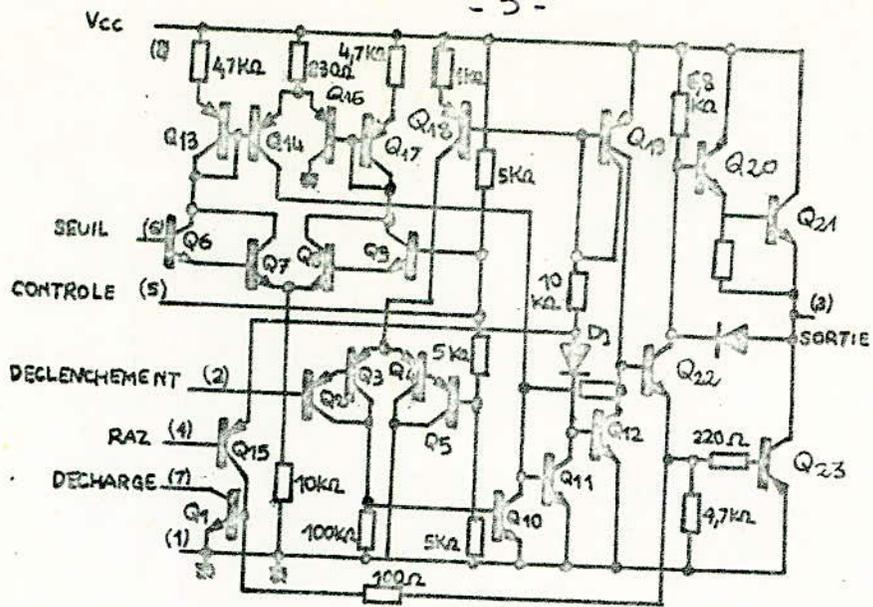


FIG I.3 SCHEMA INTERNE DU CI 555

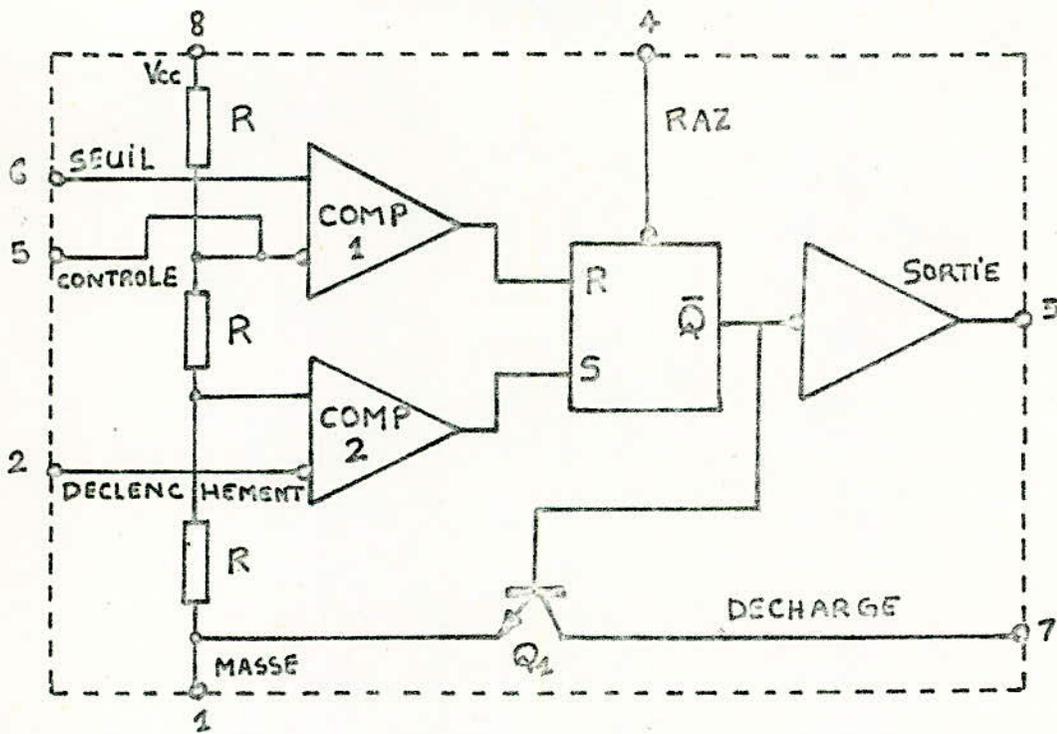


FIG I.4

La table suivante nous donne les caractéristiques électriques du C I 555 qui sont valables pour tous les types du 555.

$$T_A = 25^\circ\text{C}$$

$$V_{cc} = + 5v, + 15v.$$

Paramètre	Conditions des tests	SE 555			NE 555			Unités
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Tension d'alimentation		4,5		18	4,5		16	V
Courant Fourni ou absorbe				225			225	mA
Courant d'alimentation	V _{cc} = 5V R _L = ∞		3	5		3	6	mA
	V _{cc} = 15V R _L = ∞ Note 1		10	12		10	15	mA
Tension de seuil			2/3			2/3		xV _{cc}
Tension de remise à zéro		0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	1,0	V
Courant de R A Z			0,1			0,1		mA
Tension de déclenchement	V _{cc} = 15v	4,8	5	5,2		5		V
	V _{cc} = 5v	1,45	1,67	1,9		1,67		V
Courant de déclenchement		0,5				0,5		μA
Courant de seuil	Note 2		0,1	0,25		0,1	0,25	μA
Niveau de la tension de commande	V _{cc} = 15V	9,6	10	10,4	9,0	10	11	V
	V _{cc} = 5V	2,9	3,33	3,8	2,6	3,33	4	V
Temps de montée de la sortie			100			100		nsec
Temps de descente de la sortie			100			100		nsec

Note 1 : Courant d'alimentation lorsque la valeur typique du niveau haut est moins de 1 mA.

Note 2 : Courant qui déterminera le max de R_A + R_B pour V_{cc} = 15v (R_M = 20 MΩ)

MC1555, MC1455 (continued)

TYPICAL CHARACTERISTICS
($T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.)

FIGURE 4 - TRIGGER PULSE WIDTH

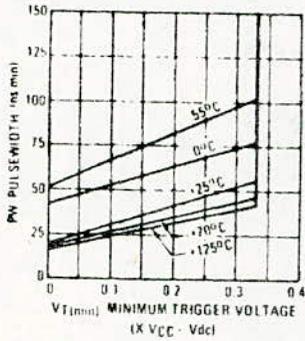


FIGURE 5 - SUPPLY CURRENT

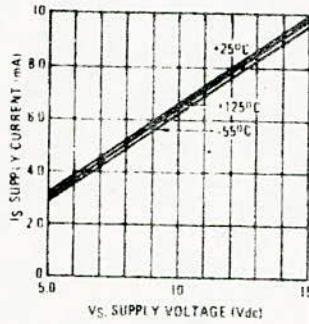


FIGURE 6 - HIGH OUTPUT VOLTAGE

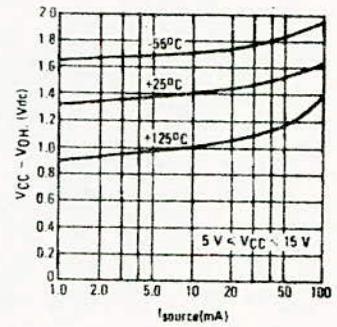


FIGURE 7 - LOW OUTPUT VOLTAGE
@ $V_{CC} = 5.0\text{ Vdc}$

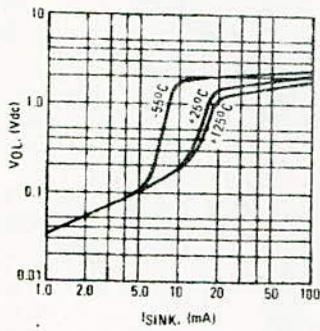


FIGURE 8 - LOW OUTPUT VOLTAGE
@ $V_{CC} = 10\text{ Vdc}$

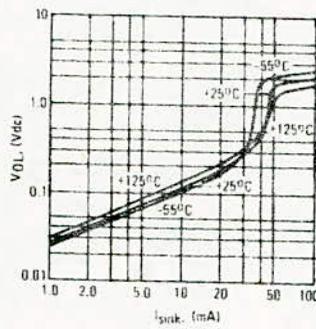


FIGURE 9 - LOW OUTPUT VOLTAGE
@ $V_{CC} = 15\text{ Vdc}$

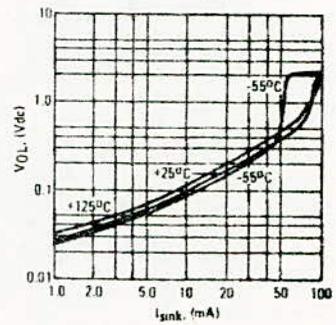


FIGURE 10 - DELAY TIME
VERSUS SUPPLY VOLTAGE

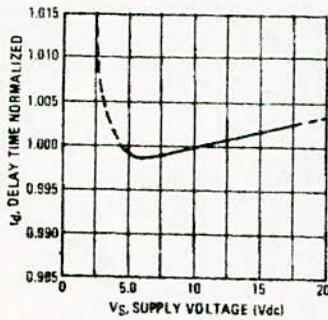


FIGURE 11 - DELAY TIME
VERSUS TEMPERATURE

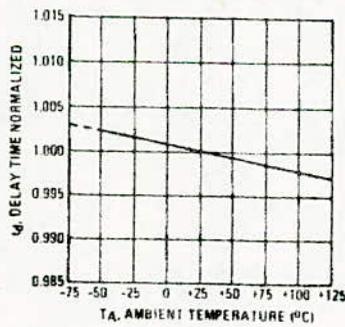
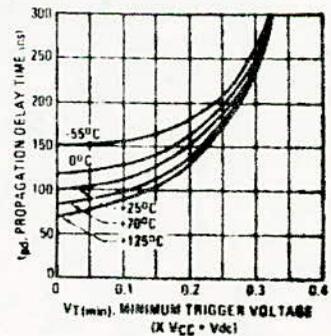


FIGURE 12 - PROPAGATION DELAY
VERSUS TRIGGER VOLTAGE



II - FONCTIONNEMENT EN MONOSTABLE

II.1. Principe du Fonctionnement :

Le montage général d'un multivibrateur monostable utilisant le C.I 555 est représenté par la figure II.1.

Pour étudier le fonctionnement du C I 555 en multivibrateur monostable on se réfère à la figure II.2.a.

Essentiellement le C.I 555 a été conçu pour être utilisé en monostable de longue durée. Le principe du fonctionnement est le suivant: au repos la sortie Q de la bascule est à l'état haut, le transistor Q₁ est conducteur la sortie est à l'état bas. Le déclenchement se fait sur la borne 2. En effet à l'entrée non inverseuse du comparateur 2 est appliquée une tension de référence égale à 1/3 de Vcc. Lorsqu'on applique en 2 une tension inférieure à 1/3 de Vcc le comparateur bascule agissant sur l'entrée S du flip/flop . Q passe à zéro, Q₁ se bloque, la sortie passe à 1 ou à une valeur légèrement inférieure à Vcc

Le condensateur C se charge alors à travers la résistance R jusqu'à ce que la tension à ses bornes atteigne 2/3 de Vcc.

Le comparateur 1 remet alors Q à 1; Q₁ devient conducteur et décharge C, la sortie repasse à zéro, le cycle est terminé.

Il est à noter que les tensions de référence des 2 comparateurs composant le temporisateur 555 sont fixées par le diviseur de tension constitué des trois résistances internes de 5 KΩ chacune. Aussi le circuit fonctionne sauf à l'arrivée d'une un pulsion négative brève de niveau inférieur à 1/3 Vcc.

Une fois l'impulsion arrivée la sortie va rester à son niveau haut jusqu'à ce que la période s'écoule. Même si une ou plusieurs autres un pulsions arrivent durant cet intervalle, elles ne changeront en rien le fonctionnement. Le circuit ne repondra à une autre impulsion qu'une fois le temps fixé s'écoule.

Les signaux des entrées et sorties sont données par la figure II - 2 - b.

II.2.b.

Puisque la tension de la capacité externe varie exponentiellement de 0 à 2/3 Vec on écrit alors:

$$\Delta V = V_{cc} (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$2/3 V_{cc} - 0 = V_{cc} (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$t = -RC \ln 1/3$$

Ainsi le temps durant lequel la sortie est à son niveau haut est égal à :

$$t = 1,1 RC \text{ (en secondes)}$$

On peut tracer alors le graphe donnant les combinaisons nécessaires de R et C pour produire les différents durées de temporisation (FIG. // -3) .

En pratique R n'atteindra jamais 20 MΩ.

Lorsque on utilise des capacités chimiques, les choisir ayant de faibles pertes.

La durée de temporisation peut être ajustée en faisant varier la valeur de la valeur de la résistance R, et ceci pour compenser les variations de la periode qui sont dues à la très grande tolérance des capacités chimiques.

Du fait que la valeur de la charge de C et la tension de référence du comparateur de seuil sont toutes deux directement proportionnelles à Vcc, l'intervalle de temporisation t est indépendant de Vec.

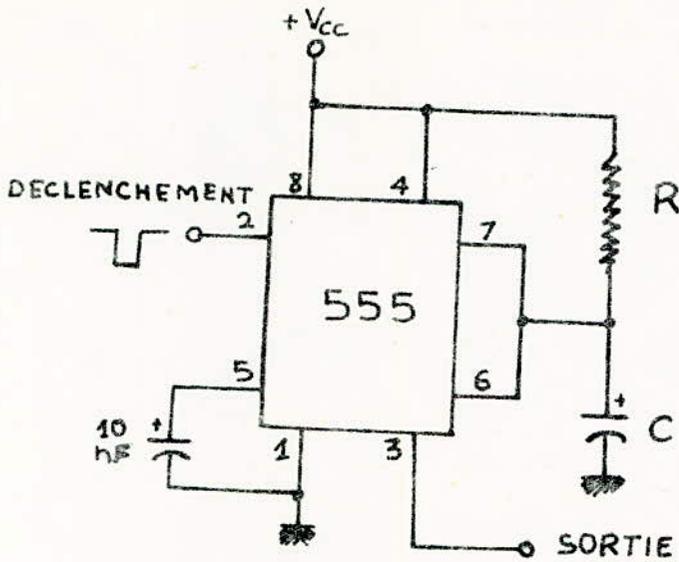


FIG. II-1

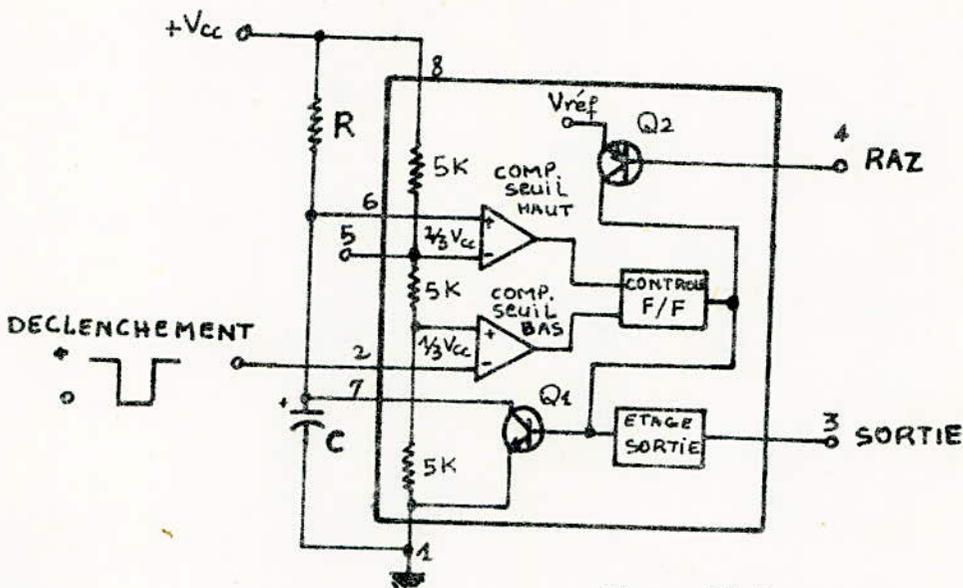


FIG II-2-a

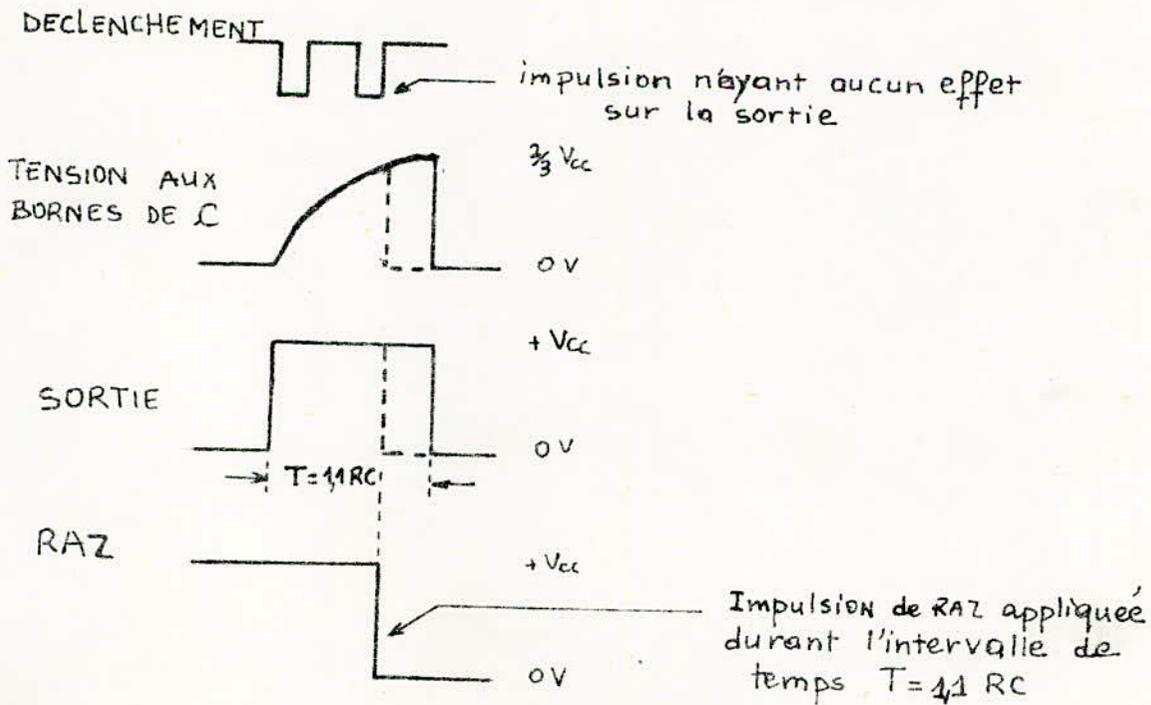


FIG II-2.b

La tension d'alimentation V_{cc} peut aller de 4,5 volts à un maximum de 18 volts, mais pour un bon fonctionnement il est préférable de travailler entre 5v et 16v.

1.1 Enclenchement du monostable

Pour fonctionner en monostable le C I 555 doit être enclenché par des impulsions négatives arrivant sur la borne 2. Une méthode simple pour l'enclencher est de relier momentanément la broche 2 à la masse à l'aide d'un bouton poussoir. Mais ceci n'est valable que si le temps mis pour presser et relâcher le bouton poussoir est inférieur à la durée de l'impulsion de sortie fixée par $T = 1,1 RC$. Comme règle générale: la durée de l'impulsion négative doit être inférieure à $T = 1,1 RC$.

L'amplitude et la largeur minimale de l'impulsion exigée pour l'enclenchement dépendent de la température et de la tension d'alimentation. Généralement le courant nécessaire pour l'enclenchement est environ égal à $0,5 \mu A$ pour une période de $0,1 \mu s$. Il est à noter que le C I 555 fonctionnant en monostable est très sensible et peut être enclenché facilement en touchant la borne 2 par un brin de fil électrique.

Quelquefois le monostable de la fig. II.1, s'enclenche de lui-même sur les fronts d'impulsions positives même si la borne de commande (voir § II.1.3) est connectée à la masse par l'intermédiaire d'une capacité. Pour prévenir ce fait, une capacité de $0,001 \mu F$ et une résistance de $10 K\Omega$ sont ajoutées à l'entrée 2 comme le montre la figure II.4 ($C = 0,01 \mu F$ et $R = 10 K\Omega$) forment un circuit différentiateur RC.

1.2. Remise à zéro

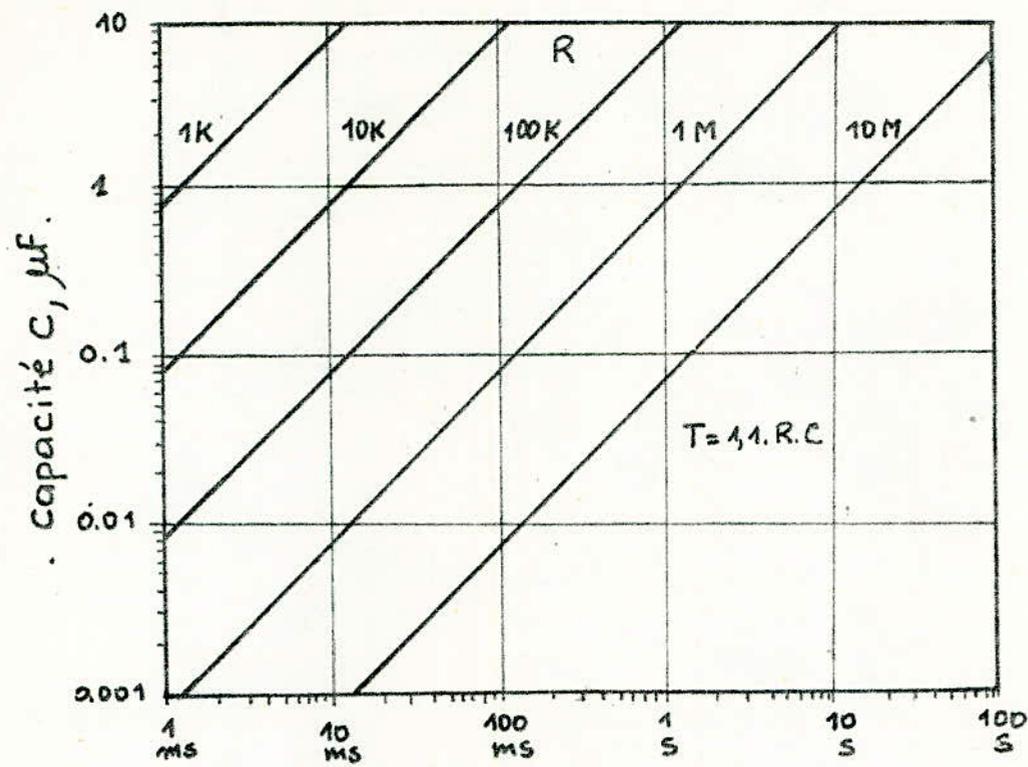
Une fois que l'intervalle de temporisation ait été initié par l'impulsion négative arrivée sur la borne 2, le circuit est libre de fonctionner pendant T secondes. Cependant la période peut-être interrompue par mise à la masse de la borne 4 ou en appliquant une impulsion négative au niveau de cette borne. La remise à zéro s'effectue par Q_{15} (voir fig I.3). Lorsque la sortie est à l'état 1, Q_{12} est conducteur, le potentiel de l'émetteur de Q_{15} est égal à V_{BE12} plus la chute directe dans D_1 soit approximativement $2V_{BE}$. On rend Q_{15} conducteur en portant sa base à une tension inférieure à $0,4V$, le transistor Q_1 devient alors conducteur et Q_{10} et Q_{12} se bloquent. La capacité se décharge rapidement et la sortie revient à zéro.

Lorsque la tension de la borne 4 est supérieure à 1 volt le C I 555 est libre de fonctionner mais dès qu'elle prend des valeurs inférieures à $0,4$ volt la sortie revient immédiatement à son niveau bas. Même si ce potentiel redevient supérieur à 1 volt, la sortie restera au niveau bas jusqu'à ce que une impulsion négative arrive sur la borne 2.

Lorsque l'entrée R.A.Z n'est pas utilisée, il est recommandé de la relier au V_{cc} pour éviter les déclenchements intempestifs.

1.3 Borne de commande :

La broche 5 du C I 555 correspond à la borne de tension de commande. Elle est utilisée, premièrement, pour le filtrage quand le temporisateur est utilisé dans un environnement bruyant. Cependant en imposant une tension à cette borne il



Temporisation T

FIG II.3

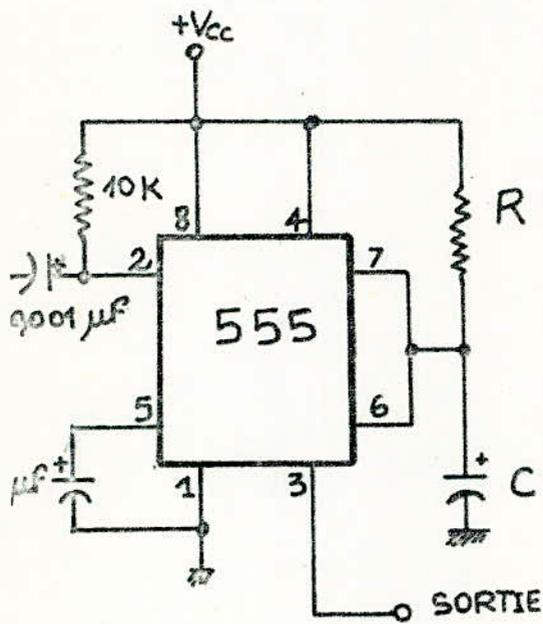


FIG. II.4

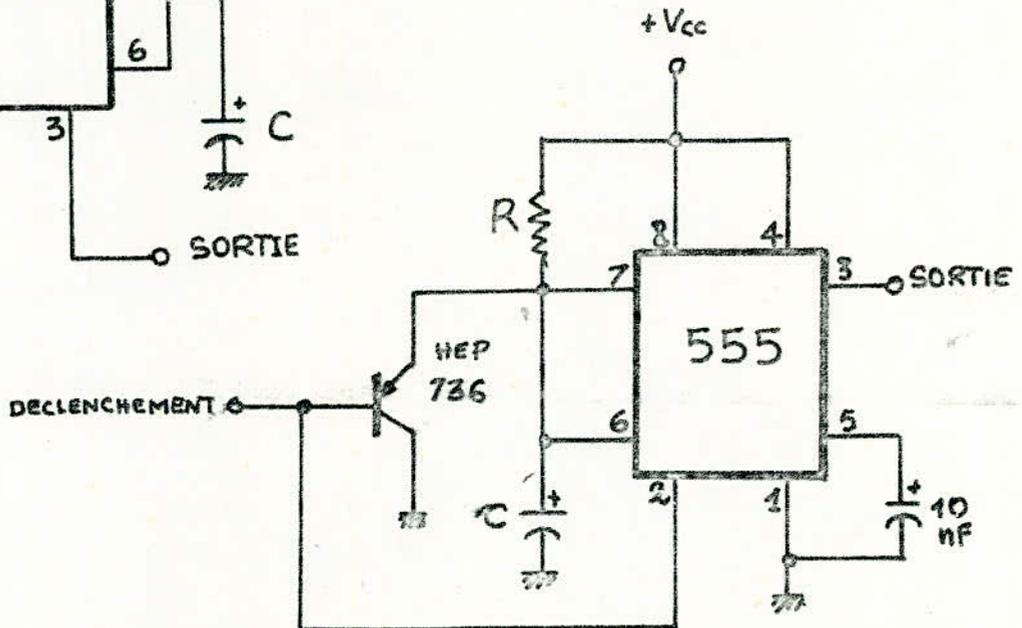


FIG II.5

est possible de faire varier la durée de l'intervalle de temporisation donné par l'équation $T = 1,1 R C$.

Si la borne de commande n'est pas utilisée pour régler l'intervalle de temps T, il est recommandé de la relier à la masse par l'intermédiaire d'une capacité de $0,01 \mu F$ pour éliminer les parasites extérieurs pouvant déclencher prématurément l'opération de temporisation. Et prévenir un bruit quelconque qui se repercutera sur la largeur de l'impulsion de sortie fixée par R et C.

II.2. Dectecteur de défauts de signaux :

Le fonctionnement en monostable nécessite une impulsion négative et brève à l'entrée 2. L'état de la sortie du monostable change et le nouvel état dure T secondes. Sans aucune action extérieure, l'état de la sortie change à nouveau et la sortie se retrouve à l'état initial. Généralement pour retrouver cet état initial et se stabiliser le monostable exige un certain intervalle de temps, après l'arrivée de la prochaine impulsion. Si une autre impulsion arrive avant que ce temps de stabilisation ne soit achevé, la prochaine période serait indéterminée. Cet avantage est mis à profit et le circuit de la figure II-5 permet la détection des défauts de signaux appliqués à l'entrée 2.

Aussi longtemps que le train d'impulsions négatives arrive régulièrement sur la borne 2, avec une fréquence inférieure à celle du monostable, ou, à la limite, égale le circuit restera enclenché et la sortie demeure à son niveau haut.

Seulement si la fréquence du signal d'entrée diminue ou une ou plusieurs impulsions sont manquantes, le temps de charge de C s'achève, la période s'écoule et la sortie revient à son état bas comme le montre la figure II-6.

II-3 Compensation des variations de la capacité et de la résistance:

Naturellement, la largeur de l'impulsion de sortie égale à $T = 1,1 R C$ par calcul, peut être différente en pratique à cause des variations de la capacité qui a une tolérance généralement de $\pm 15\%$ et de la résistance avec une tolérance de $\pm 5\%$ en moyenne. Pour cela il est recommandé d'utiliser des résistances et des capacités de bonne qualité.

Le montage de la figure II-7 permet la compensation nécessaire pour les variations du réseau de temporisation R C et ceci par l'ajustement d'une seule résistance variable $R_1 = 1 M \Omega$.

La largeur de l'impulsion de sortie dépend du temps exigé pour que la capacité se charge exponentiellement de zéro à la valeur de la tension de commande $V_c = 2/3 V_{cc}$.

Cette tension de charge peut être exprimée mathématiquement comme :

$$V_c = V_{cc} (1 - e^{-t/Rc}) \quad 3 - 1$$

$$\text{ou } t = - R C \ln (1 - \frac{V_c}{V_{cc}}) \quad 3 - 2$$

L'équation 3 - 2 montre que la largeur de l'impulsion de sortie dépend du rapport V_c/V_{cc} pour toutes les valeurs données de capacité et de résistance externes R et C. La technique utilisée pour compenser ces variations est de faire varier le rapport V_c/V_{cc} avec une autre résistance externe placée en parallèle avec les deux résistances externe est composée d'un potentiomètre R_1 de $1 M \Omega$ est série avec une résistance fixe R_2 qui dépend de la valeur nominale de la durée de l'impulsion de sortie.

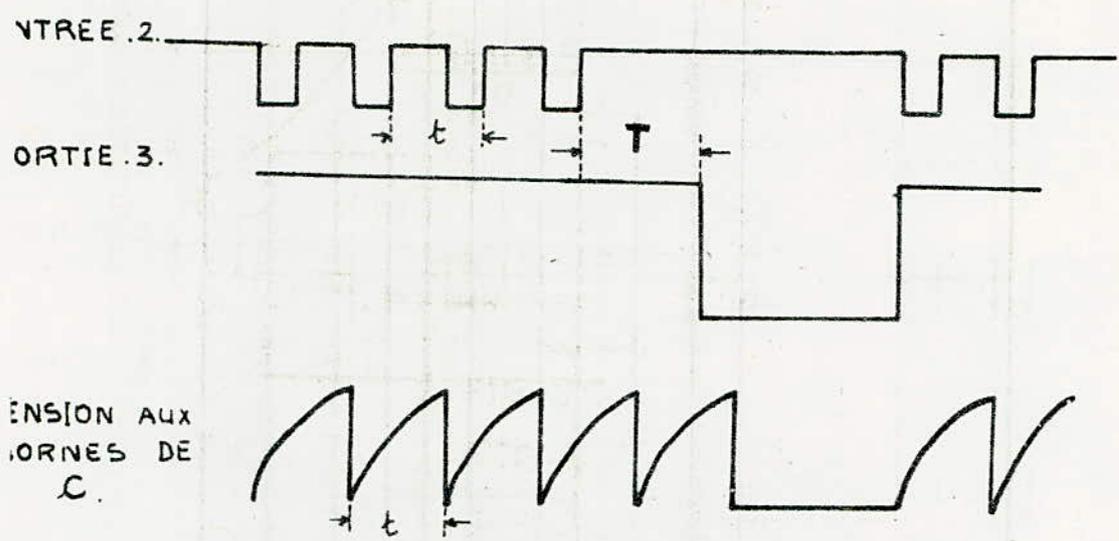


FIG II.6

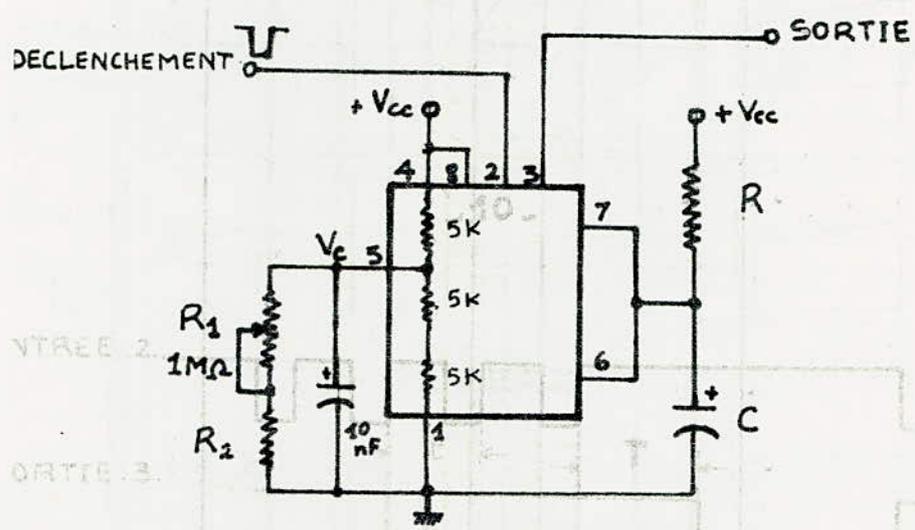


FIG II.7

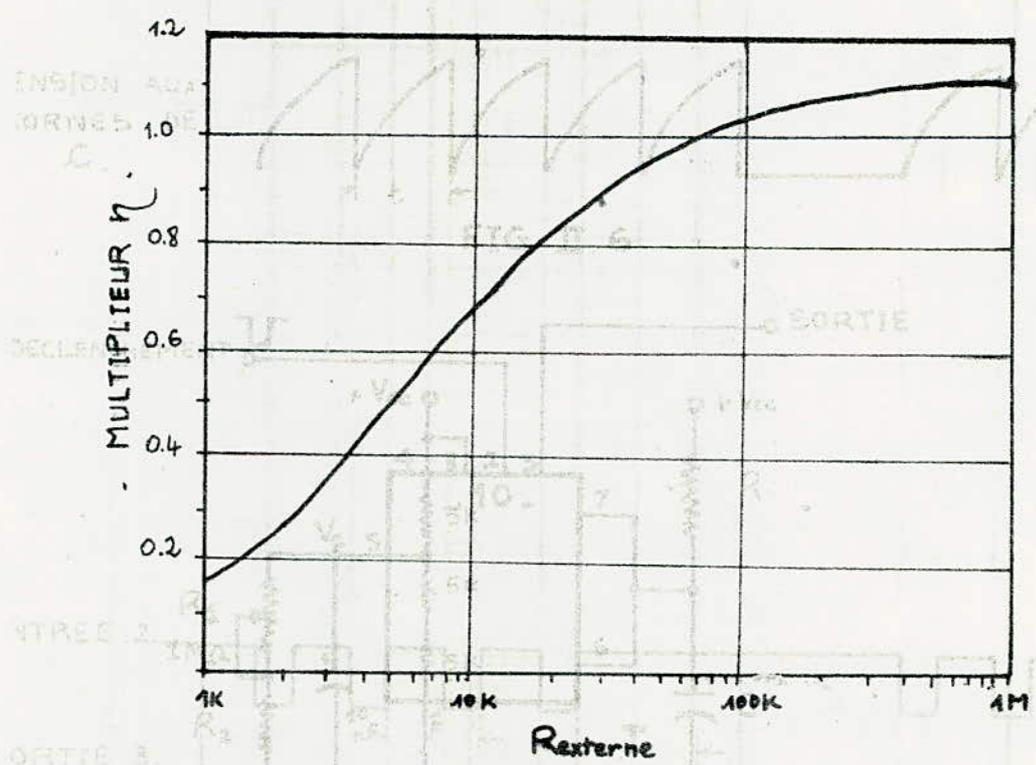


FIG II.8

Le rapport V_c/V_{cc} est en premier déterminé par le diviseur de tension ($R_p - 5 K\Omega$).

$$V_c = \frac{R_p}{R_p + 5 K\Omega} \cdot V_{cc}$$

$$\text{ou } \frac{V_c}{V_{cc}} = \frac{R_p}{R_p + 5 K\Omega}$$

où R_p représente la résistance équivalente ($R_1 + R_2$) en parallèle avec la résistance interne de $10 K\Omega$ ($5k + 5 k\Omega$).

Le rapport $\frac{V_c}{V_{cc}}$ est en premier déterminé par le diviseur de tension ($R_p - 5 k\Omega$):

$$V_c = \frac{R_p}{R_p + 5 k\Omega} \times V_{cc}$$

$$\Rightarrow \frac{V_c}{V_{cc}} = \frac{R_p}{R_p + 5 k\Omega}$$

où R_p représente la résistance équivalente ($R_1 + R_2$) en // avec la résistance interne de $10 K\Omega$ ($5 k\Omega + 5 k\Omega$).

$$R_p = \frac{(10 k\Omega) (R_1 + R_2)}{10k\Omega + R_1 + R_2} \quad R_1, R_2 \text{ en } K\Omega$$

Nous pouvons tracer le graphe qui donne le terme multiplicatif ^{du} à l'effet de variation, en fonction de la résistance externe : $R_1 + R_2 = R$.

Nous savons à présent que la durée de l'impulsion de sortie dépend du rapport V_c/V_{cc} .

$$t = R C \ln (1 - V_c/V_{cc}).$$

d'autre part;

$$\frac{V_c}{V_{cc}} = \frac{R_p}{R_p + 5k} = \frac{R_p}{R_p + 5} \quad (R_p \text{ en } K\Omega)$$

$$R_p = \frac{10 (R_1 + R_2)}{10 + R_1 + R_2} \quad (R_1 \text{ et } R_2 \text{ en } k\Omega)$$

notons par η le terme multiplicatif.

$$\eta = - \ln \left(1 - \frac{V_c}{V_{cc}} \right) = - \ln \frac{(R_1 + R_2) + 10}{3 (R_1 + R_2) + 10} = - \ln \frac{(R + 10)}{(3R + 10)}$$

$$\boxed{\eta = - \ln \frac{R + 10}{3R + 10}}$$

La résistance $R = R_1 + R_2$ peut varier entre $1 k\Omega$ et $1 M\Omega$

1° $R = 1 k\Omega$ $\eta = 0,17$

2° $R \gg 1 M\Omega$ $\eta = 1,1 = \text{constante}$

Le graphe est donné par la figure II- 8

II-4 Trigger de Schmitt :

Le C I 555 peut-être, aussi, connecté simplement pour fonctionner comme un trigger de Schmitt à seuil variable. Les circuits fondamentaux, internes et équivalents du C I 555 et les blocs diagrammes donnés dans le chapitre I, peuvent être représentés avec les symboles logiques pour décrire le fonctionnement du circuit impulsionnel.

Pour comprendre le schéma équivalent donné par la figure II-9, on se réfère à la constitution du C I 555 (fig.I.3) : les transistors Q_6 à Q_9 , Q_{13} , Q_{14} et Q_{17} forment un des 2 comparateurs tandis que Q_2 à Q_5 , Q_{10} et Q_{18} forment l'autre comparateur qui à son tour, entraîne le trigger de Schmitt créé par les transistors Q_{11} et Q_{12} . Le principe de fonctionnement, pour V_{cc} quelconque, est représenté par la figure II-10.

Aussi nous proposons le montage de la figure II-11. Un signal d'entrée sinusoïdal d'amplitude suffisante pour excéder les niveaux de référence, fait basculer alternativement set et reset le flip/flop interne, produisant ainsi un signal carré à la sortie, déphasé de π par rapport à l'entrée.

Tant que $R_1 = R_2$, la tension V_{cc} peut varier de 5 à 16 volts. Les 2 comparateurs d'entrée (broches 2 et 6) sont reliés ensemble et portés extérieurement à $\frac{1}{2}$ de V_{cc} par l'intermédiaire de R_1 et R_2 . Puisque le comparateur de seuil haut relié à la borne 6 est à $+ \frac{2}{3} V_{cc}$ et le comparateur de seuil bas à $+ \frac{1}{3} V_{cc}$; la tension de biais donnée par R_1 et R_2 est centrée entre ces 2 seuils.

L'avantage majeur de ce schéma est que, différent d'un type de multivibrateur conventionnel de signaux carrés qui divise la fréquence d'entrée par 2, cette simple méthode rend carré le signal sinusoïdal de référence sans division de fréquence. Si l'on veut réduire l'hystérésis du trigger, on agit sur la borne 5 reliée à la masse par l'intermédiaire d'un ajustable de $10 \text{ k}\Omega$.

Il est recommandé de prendre $R_1 = R_2$.

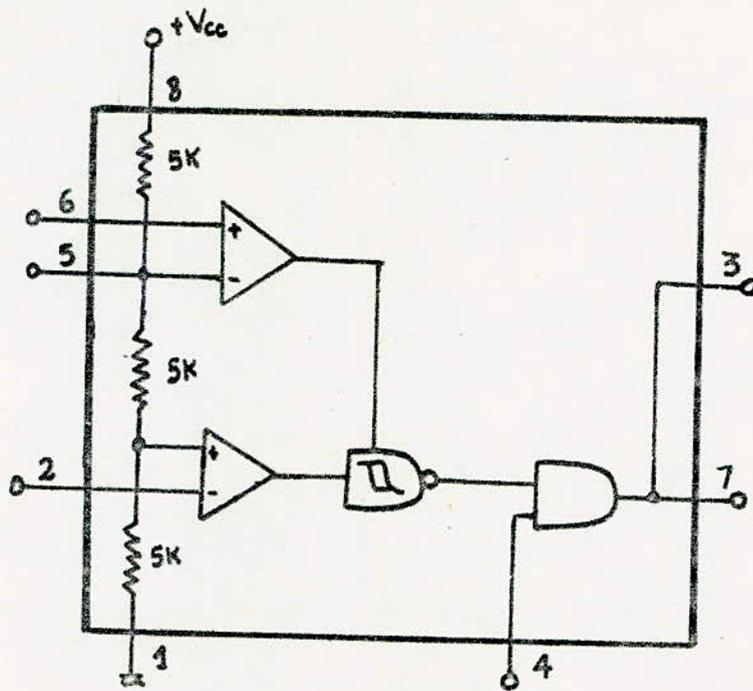


FIG II.9

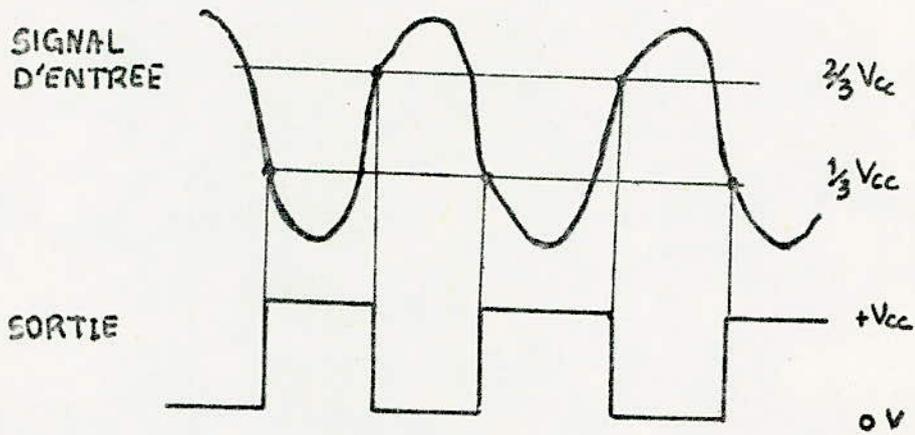


FIG II.10

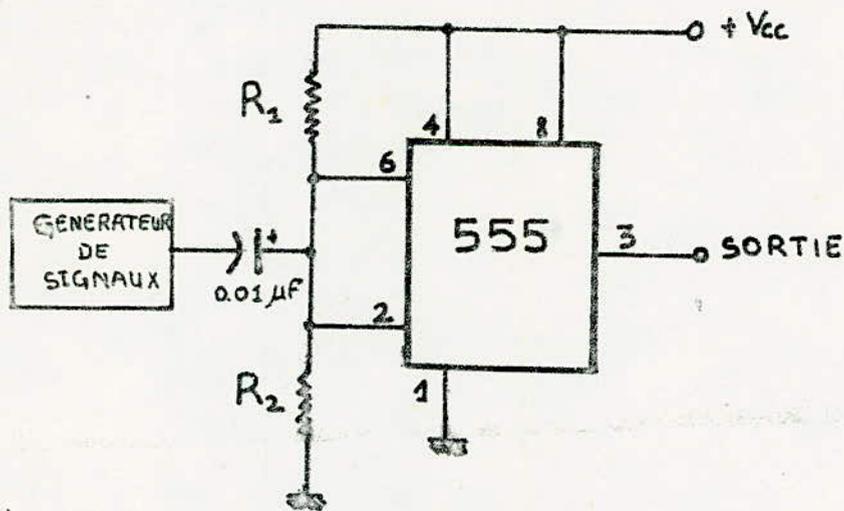


FIG II.11

III - FONCTIONNEMENT EN ASTABLE

Un autre fonctionnement fondamental du C I 555 est le fonctionnement en multivibrateur astable.

III.1- Principe du fonctionnement :

Le C I 555 connecté comme le montre la figure III.1.a, fonctionne en multivibrateur astable. Dans ce montage la résistance est séparée en 2 sections, R_A et R_B , de part et d'autre de la borne de décharge (broche 7).

Lorsque le montage est mis sous tension, la capacité C se charge vers V_{cc} à travers R_A et R_B . Une fois que la tension aux bornes de la capacité atteint $2/3$ de V_{cc} , le comparateur de seuil haut actionne le flip/flop et la capacité se décharge aussitôt à travers R_B vers la masse. Mais dès que sa tension atteint $1/3$ V_{cc} , le comparateur de seuil bas est actionné et un nouveau ^{cycle} est commencé. La tension de sortie varie de 0 à environ $+ V_{cc}$ tandis que la capacité est chargée et déchargée périodiquement entre $2/3$ V_{cc} et $1/3$ V_{cc} comme le montre la figure III.1.b. La sortie est à son niveau haut, durant le cycle de charge de la capacité C. Le temps de charge est donné par :

$$t_1 = (R_A + R_B) \cdot C \cdot \ln \left(\frac{V_{cc} - 2/3 V_{cc}}{V_{cc} - 1/3 V_{cc}} \right)$$

$$\text{ou : } t_1 = 0,693 (R_A + R_B) C \quad (\text{ en secondes})$$

La sortie est à son niveau bas durant le cycle de décharge de la capacité. Le temps de décharge est donné par:

$$t_2 = 0,693 R_B \cdot C \quad (\text{ en secondes})$$

La période totale pour la charge et la décharge est donnée par:

$$T = t_1 + t_2 = 0,693 (R_A + 2R_B) C \quad (\text{ en secondes})$$

d'où l'on obtient la fréquence du signal de sortie (borne 3):

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,443}{(R_A + 2 R_B) C}$$

La figure III-2 nous donne les combinaisons nécessaires de $(R_A + 2 R_B)$ et C pour avoir des fréquences de sortie correspondantes à un multivibrateur astable.

III-2. Rapport cyclique :

Le rapport cyclique noté par D, est défini comme étant le rapport entre la durée du niveau haut de la sortie pendant une période totale; et la période totale.

$$D = \frac{t_1}{T} = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2 R_B} \quad \text{en \%}$$

Si l'on maintient R_A très faible devant R_B , D sera de l'ordre de 50% et on aura alors un multivibrateur astable symétrique.

La figure III-3 nous donne les différentes combinaisons de R_A et R_B pour un certain rapport cyclique fixé.

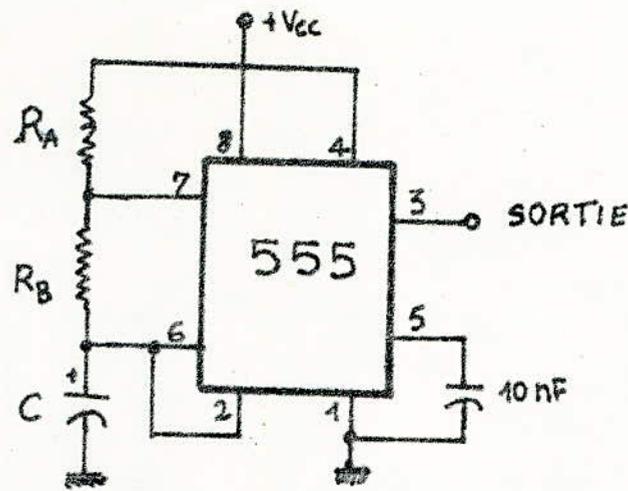


FIG III.1.a

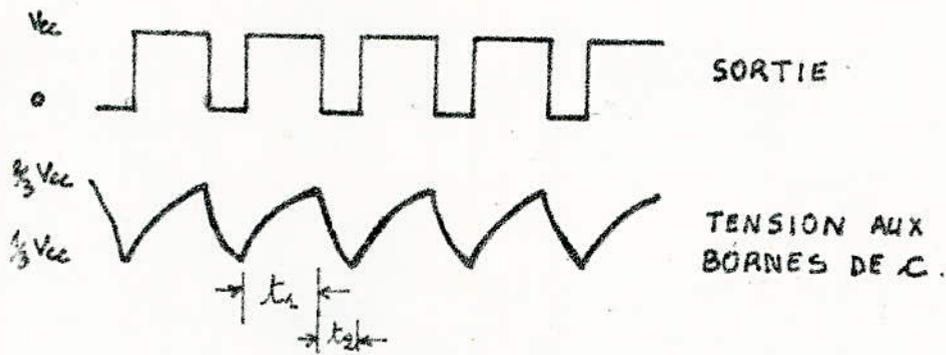
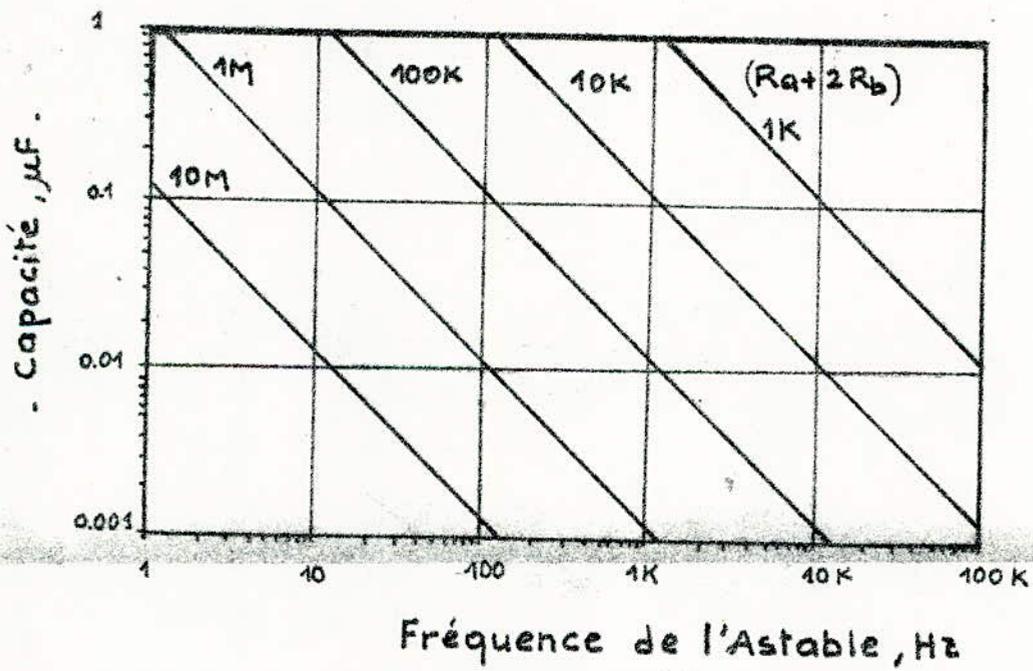


FIG III.1.b



Fréquence de l'Astable, Hz

FIG III.2

En utilisant le circuit de la fig. III-4, nous pouvons avoir un parfait multivibrateur astable symétrique, simplement avec l'addition d'un bistable J-K (bascule fonctionnant en maître esclave) qui agit comme un diviseur binaire de la sortie du C I 555. Ainsi la sélection de R_A et R_B peut se faire sans s'intéresser au rapport cyclique qui en résulte de ces valeurs. On aura $D = 50\%$ pour le signal de sortie du flip/flop, cependant la fréquence de sortie de ce dernier sera la moitié de celle du "555".

On remarque que ce montage permet d'avoir deux générateurs de signaux rectangulaires. En effet :

- la sortie 3 du "555" correspond à un premier générateur à fréquence et rapport cyclique variables.
- la sortie Q du flip/flop correspond à un second générateur symétrique ($D = 50\%$) dont la fréquence est la moitié de celle délivrée par le C I 555.

D'une autre manière, un rapport cyclique de 50% peut être obtenu et sans division de la fréquence en utilisant le circuit de la figure III-5.

Pour ce circuit, la capacité se charge exponentiellement vers V_{cc} à travers la résistance R_1 seulement. Par conséquent, la sortie est à son niveau haut durant :

$$t_1 = 0,693 R_1 C$$

Lorsque la tension aux bornes de la capacité atteint $2/3 V_{cc}$, la sortie revient à son niveau bas et la capacité se décharge à travers R_1 . La durée de la décharge, ou bien la durée du niveau bas de la sortie pendant un cycle est donnée par :

$$t_2 = 0,693 R_1 C$$

Ainsi la durée totale de la période de l'astable est donnée par :

$$T = t_1 + t_2 = 1,386 R_1 C$$

et la fréquence de sortie est alors :

$$f = \frac{0,722}{R_1 C}$$

La figure III-6 nous donne le graphe de la fréquence de l'astable en fonction de R_1 et C .

La résistance $R_2 = 1K\Omega$ est choisie faible pour assurer que le niveau haut de la tension de sortie soit approximativement égal à V_{cc} . R_1 doit être égale à au moins $10 R_2$ ou bien $10 k\Omega$.

Notons que la sortie V_s est de l'ordre de 4,7 v à 4,8 volts, et qu'une grande stabilité est assurée surtout pour les fréquences inférieures à 100 KHZ avec $D = 50\%$.

De même, si nous utilisons le montage fondamental du fonctionnement en astable de la fig. III.1.a, avec $R_2 \ll R_1$ ($R_2 = 330\Omega$) nous aurons des signaux carrés parfaitement symétriques à la sortie.

Le circuit de la fig. III-7 ajoute un transistor et une diode au réseau RC et permet d'avoir une large gamme de fréquence tout en maintenant un rapport cyclique de 50%, constant.

Lorsque la sortie du C I 555 est élevée, Q_1 polarisé par R_2 est saturé de sorte que le courant de charge passe à travers Q_1 et R_1 dans C.

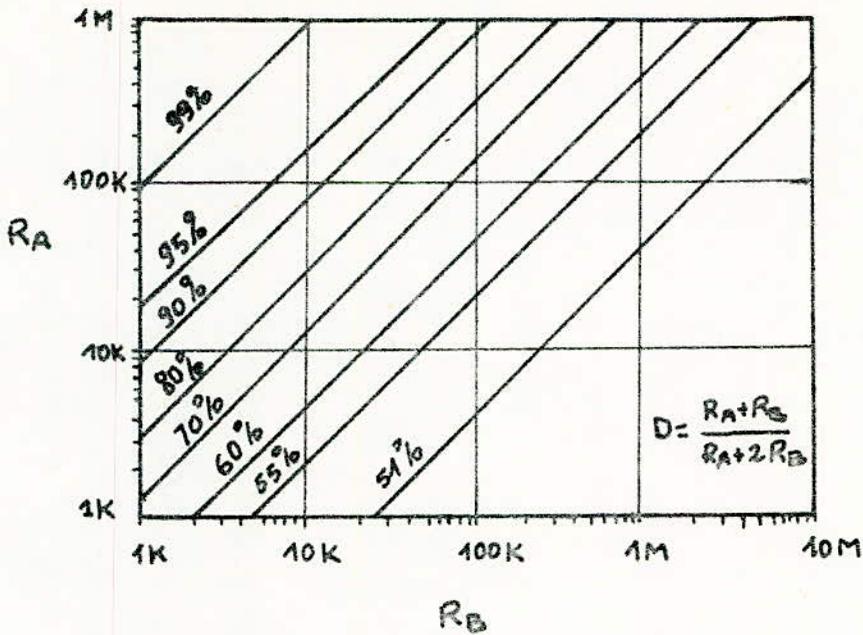


FIG III.3

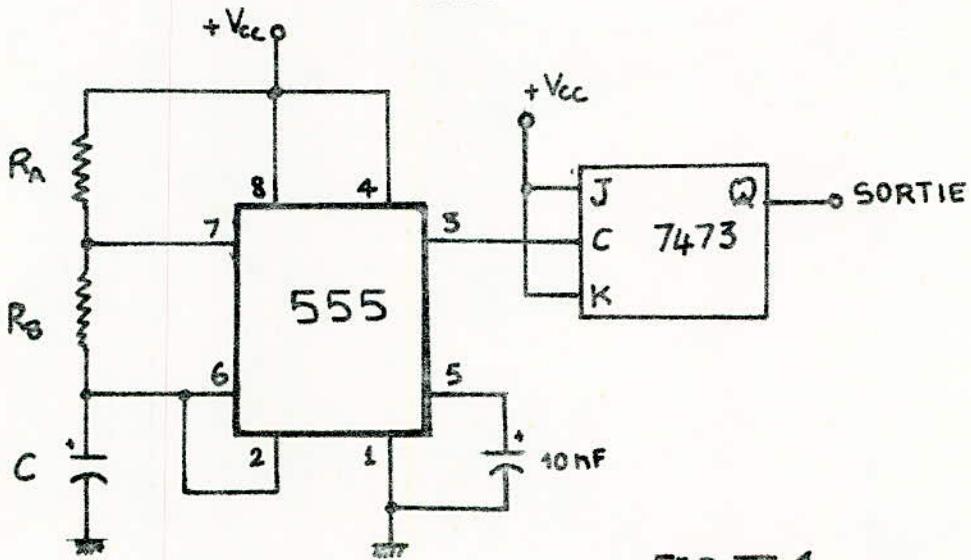


FIG III.4

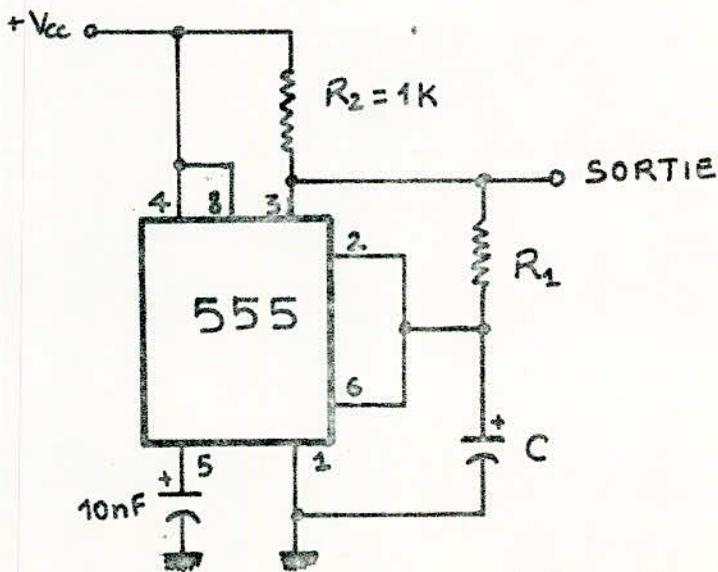


FIG III.5

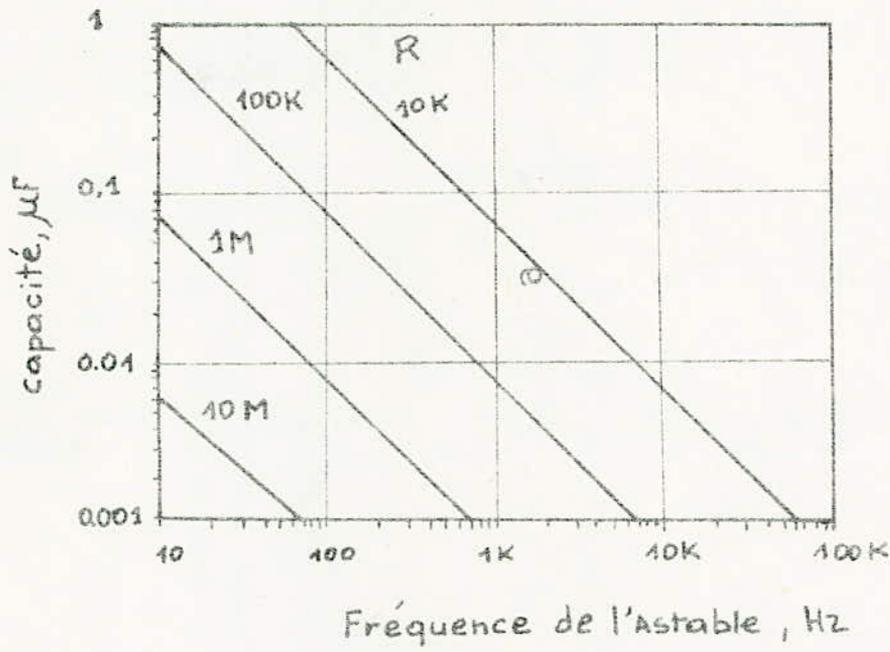


FIG III.6

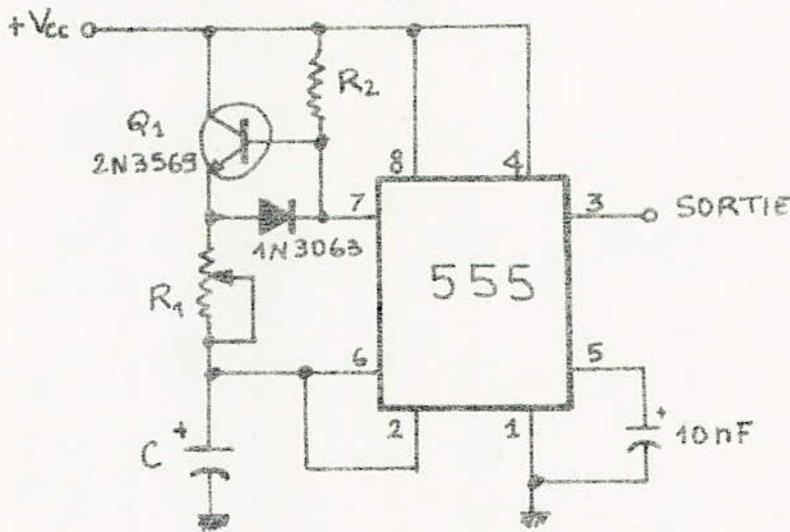


FIG III.7

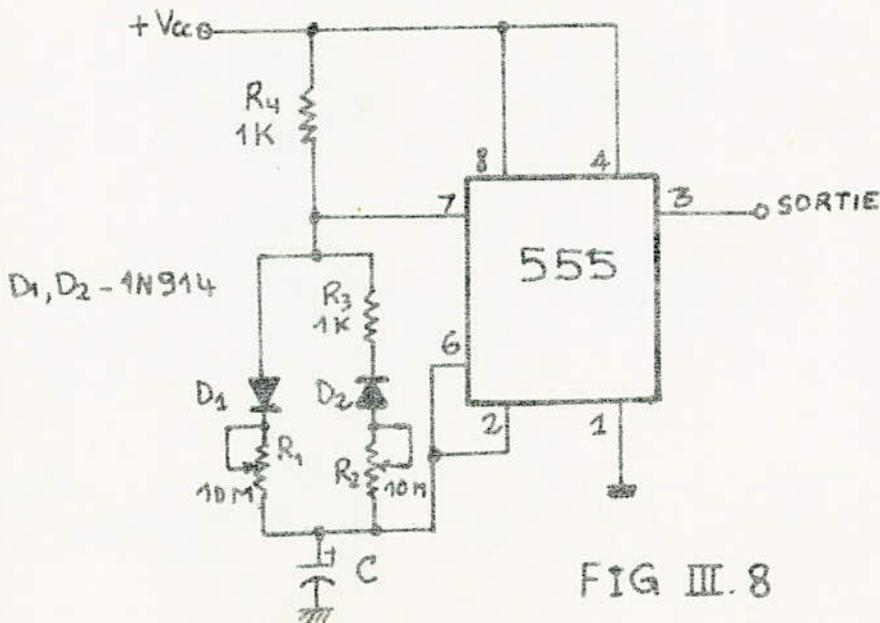


FIG III.8

Quand la sortie est basse, le transistor de décharge (broche 7) bloque Q_1 et décharge la capacité à travers R_1 et D_1 . Puisque les impédances des 2 chemins suivis sont égales, les périodes du niveau haut et bas de la sortie sont aussi égales.

Pour ce montage, Q_1 doit avoir un grand β pour que R_2 puisse être assez grande et emmener Q_1 à la saturation. La diode D_1 doit avoir une très grande conduction (il est préférable qu'elle soit en Germanium), pour minimiser la chute de tension à ses bornes ainsi que dans Q_1 .

La méthode pour l'optimisation de cette équilibre est de mettre un réseau R C à sa plus haute fréquence, classer et ajuster R_2 tout en contrôlant le signal de sortie de manière à ce qu'il soit maintenu symétrique pour toutes les combinaisons de R_1 et C.

Ce montage a été mis en pratique avec :

$$Q_1 = 2N 2221.$$

$$D_1 = 1 N 914 A$$

$$R_1 = \text{potentiomètre } 100k.$$

$$R_2 \text{ à été ajustée à } 330 \Omega.$$

la fréquence de sortie peut aller jusqu'à 220 KHZ (avec $R_1 = 1,8 k \Omega$) tout en maintenant D = 50%.

III-3. Ajustement de la fréquence et du rapport cyclique:

Plusieurs circuits permettent d'avoir un contrôle indépendant sur la fréquence de sortie du C I 555 ou inversement d'avoir une fréquence indépendante de telle sorte que le rapport cyclique peut être facilement varié sur une large gamme tout en maintenant l'allure de l'impulsion de sortie constante.

Le circuit de la fig. III-8 nous donne un contrôle indépendant sur les périodes de charge et de décharge de C.

Les diodes D_1 et D_2 assurent des chemins indépendants pour les courants de charge et de décharge de la capacité (quand l'une est bloquée, l'autre conduit et inversement).

Les potentiomètres R_1 et R_2 contrôlent indépendamment les périodes du niveau haut et du niveau bas indépendamment sur la gamme normale et complète du C I 555.

Le circuit de la fig. III-9 qui est une modification de celui de la Fig. III-8 rend les périodes de charge et de décharge dépendantes de la position du curseur. Comme R_1 est variable, une période est diminuée pendant que l'autre est augmentée proportionnellement. Par exemple si R_1 vaut 10 MEG, et, R_2 et R_3 sont toutes deux de 1 k Ω , le rapport cyclique peut prendre les valeurs de 0,01% jusqu'à 99,99% avec un faible changement de la fréquence.

Dans les 2 circuits, la chute de tension aux bornes de chaque diode diminue la tension effective à travers le réseau R C. Par conséquent, les périodes de sorties seraient plus faibles que celles données pour le circuit fondamental.

Pour ces circuits la chute de tension constante aux bornes de chaque diode est de 0,6 v dans le sens positif, la période du C I 555 quand la sortie est élevée, est donnée Par;

$$t_1 = R C \ln \left(\frac{V_{CC} - 1/3 V_{CC} - 0,6}{V_{CC} - 2/3 V_{CC} - 0,6} \right)$$

$$t_1 = R C \ln \left(\frac{2/3 V_{CC} - 0,6}{1/3 V_{CC} - 0,6} \right)$$

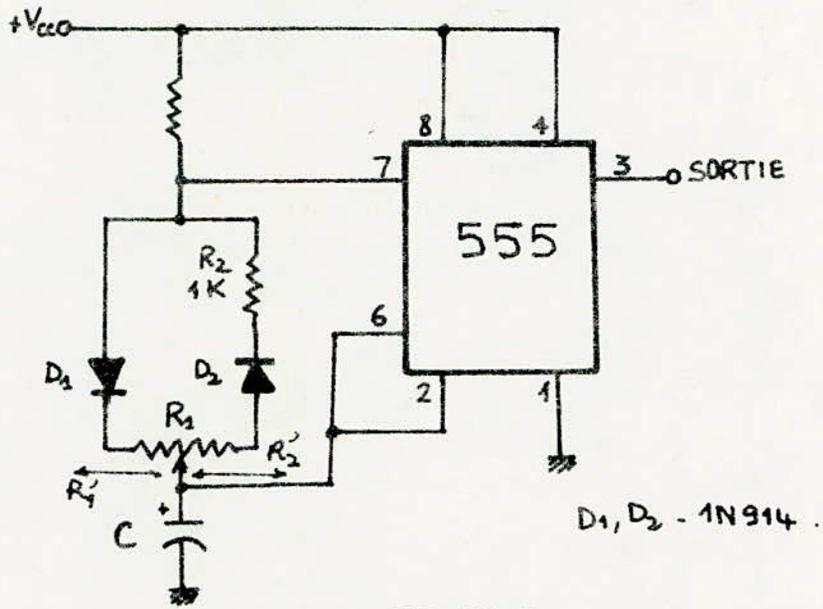


FIG III.9

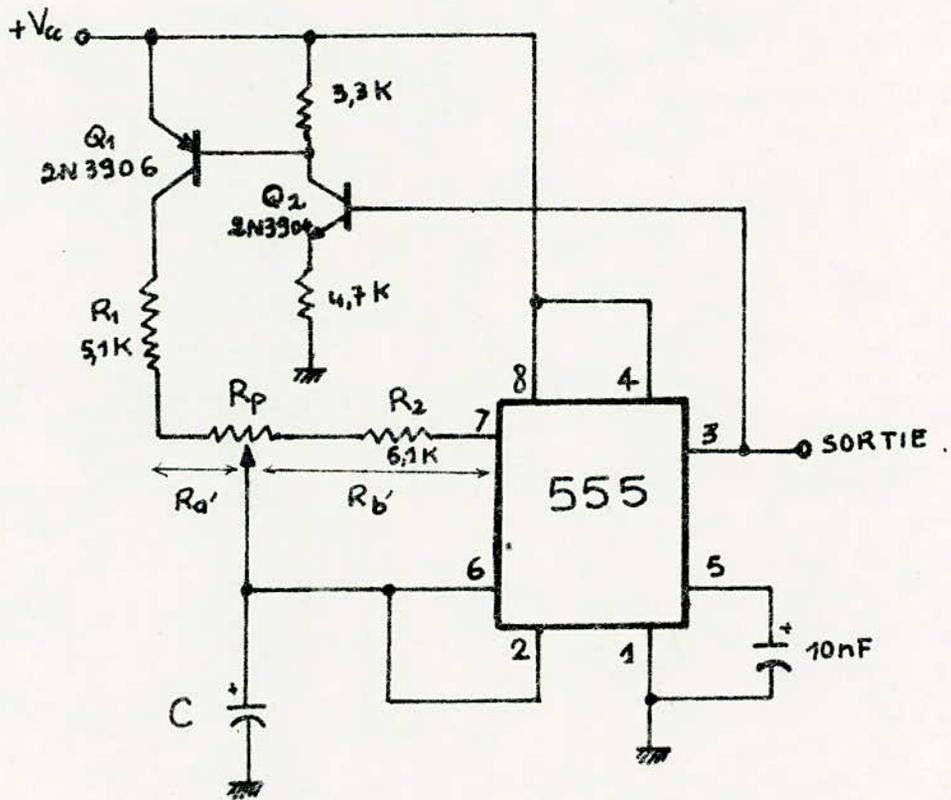


FIG III.10

Le circuit de la fig. III- 10 . utilise des transistors au lieu des diodes. Il permet la réalisation d'un multivibrateur astable qui délivre une période constante avec un rapport cyclique variable .

Q1 et Q2 sont les deux saturés quand la sortie du **CI555** est élevée. Durant ce temps, -C se charge à travers Q1 , R1 et R_a' . Lorsque la tension de C atteint 2/3 Vcc , la sortie devient basse. A présent, la capacité se décharge à travers R2 et R_b' jusqu'à ce que le seuil bas de 1/3 Vcc soit atteint et la sortie devient alors élevée. Le cycle recommence à nouveau.

le temps de charge est :

$$t_1 = 0,693 (R_1 + R_a') C$$

le temps de décharge est :

$$t_2 = 0,693 (R_2 + R_b') C$$

la période totale est égale à :

$$T = 0,693 (R_1 + R_2 + R_a' + R_b') C .$$

notons : $R_a' + R_b' = R_p$ (résistance du potentiomètre)

d'où : $T = 0,693 (R_1 + R_2 + R_p) C$

Par conséquent le rapport cyclique est égal à :

$$D = \frac{R_1 + R_a'}{R_1 + R_2 + R_p} .$$

Ce montage a été mis en pratique et l'étude théorique a été vérifiée .

IV . GENERATEURS DE SIGNAUX UTILISANT LE CI 555 .

Le plus simple des générateurs de signaux qui peut-être obtenu avec le CI-555 est le multivibrateur astable . Il donne un signal de sortie rectangulaire avec une fréquence et un rapport cyclique variables. Ce type de générateur a été présenté dans le chapitre III .

Cependant, le CI 555 peut être utilisé comme générateur de dents de scie indépendamment de la température avec une linéarité d'environ 1% (voir fig. IV-1).

Les signaux sont générés alternativement par la charge et décharge du condensateur C . La gamme de fréquence que l'on peut couvrir dépend des résistances R1 et R2 et du condensateur C . La forme du signal de sortie dépend de la valeur de R2 par rapport à R1 , comme le montre la figure IV - 1 .

Notons que le CI 555 fonctionne en astable. Les signaux rectangulaires de fréquence et rapport cyclique variables sont recueillis à la borne 3 du "555" .

Les transistors Q1 et Q2 avec leurs diodes zéners correspondantes sont activés par Q3 et agissent alternativement : Q1 comme source de courant (Q1) et Q2 comme transistor de décharge .

Lorsque Q1 est conducteur le courant i_1 charge la capacité C . La pente linéaire de la tension qui apparait aux bornes de C est donné par la relation :

$$\frac{d V_c}{dt} = \frac{i_1}{C}$$

La tension de la capacité C croit jusqu'à $V_c = + \frac{2}{3} V_{cc}$.

A ce point la sortie du CI 555 (broche 3) devient basse, bloquant ainsi Q1 et Q3 . La source de courant est à présent désactivée, le transistor de décharge Q2, conduit. Un courant de décharge i_2 apparait, jusqu'à ce que V_c soit égale à $+ 1/3 V_{cc}$ et le cycle recommence.

Remarquons que ce montage ne répond que pour les basses fréquences. La limite inférieure de la capacité C est de 0,001 uF . Une linéarité de 1% est obtenue pour une fréquence maximale de 50 KHZ .

Le tableau suivant résume quelques résultats expérimentaux obtenus:

C (uF)	R ₁ (kΩ)	Potentiomètre R ₂ (kΩ)	Gamme de fréquence	Rapport cyclique
0,01	2,2	10	100 HZ - 9,2 KHZ	0,1% - 98 %
0,01	4,7	10	55 HZ - 4,6 KHZ	0,1% - 98 %
0,001	4,7	10	1,5 KHZ - 3,9 KHZ	0,1% - 98 %
0,01	10	50	30 HZ - 1,16 KHZ	0,1 % - 98 %
0,001	10	50	1,43 KHZ - 20 KHZ	0,1% - 92 %

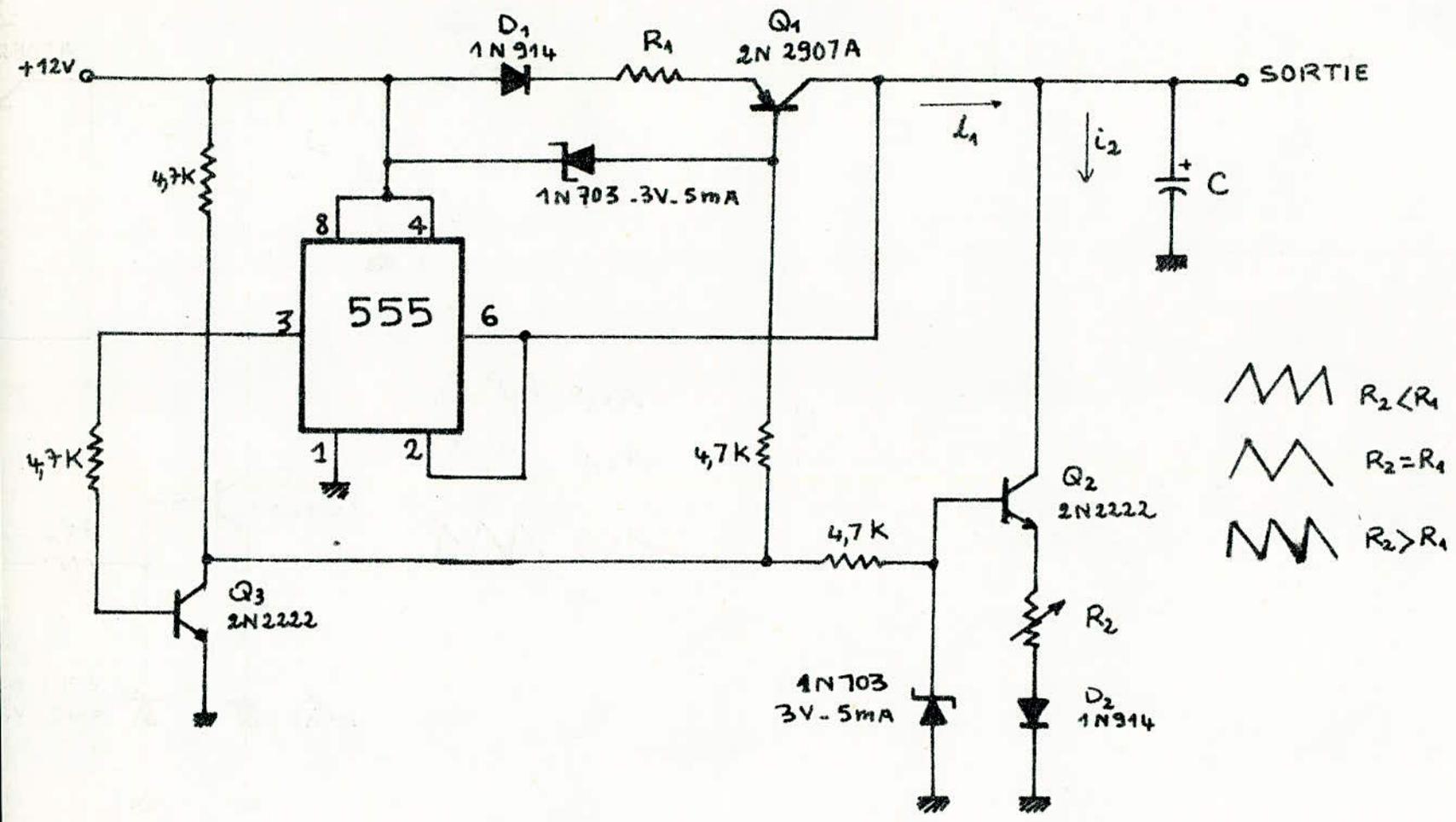


FIG IV.1

V- Circuits d'alimentation :

V- 1 Convertisseur dc-dc positif :

Plusieurs applications nécessitent à la fois une tension continue supérieur à la tension d'alimentation disponible et un générateur d'impulsion. Un montage très simple, utilisant le "555" résoud le problème. En effet le circuit de la figure V-1 nous permet d'avoir des signaux rectangulaires à la borne 3 du "555" et une tension continue positive par rapport à la masse, à la sortie.

Le signal rectangulaire du point 3 est transmis par un condensateur C_1 de $10\mu F$ au système redresseur $D_1 - D_2$. Le condensateur de filtrage C_2 diminue considérablement le taux d'ondulation et augmente la tension et le courant redressés. Le condensateur de $0,01\mu F$ sert pour le filtrage de l'entrée. La tension d'alimentation peut couvrir la gamme $4,5v - 16v$. La régulation de la tension de sortie dépend de la valeur de la fréquence. En effet plus la fréquence est grande plus les recharges du condensateur C sont fréquentes et l'ondulation diminue. Ainsi un choix judicieux des valeurs des composantes R_1 , R_2 et C doit se faire de manière à ce que la tension de sortie bénéficie du maximum de régulation.

On notera que l'addition d'une autre double section (diode-condensateur) augmentera la tension de sortie, puisque le réseau diodes-condensateur est un multiplicateur.

V-2. Convertisseur dc-dc négatif :

En inversant la polarité des diodes et des condensateurs du circuit de la figure V-1, nous obtenons une sortie négative par rapport à la masse. Ainsi le convertisseur dc-dc négatif est donné par le montage de la figure V-2.

Le principe de fonctionnement est le même que celui du convertisseur dc-dc positif. Les résultats obtenus au V-1 restent valables.

V-3 Convertisseur dc-dc double polarité:

Dans plusieurs applications, les systèmes digitaux TTL exigent l'utilisation des amplificateurs opérationnels qui normalement utilisent une alimentation de ± 15 volts bien que les éléments TTL nécessitent seulement $+ 5$ volts.

Le convertisseur dc-dc double polarité représenté par la figure V-3 nous résoud le problème. Le courant qui peut être ^{débité} est de 10 mA , donc la consommation du montage ne sera pas élevée.

La fréquence de l'astable "555", en utilisant les composantes indiquées sur la figure est 100 KHZ avec ^{un} rapport cyclique de 75% . La sortie 3 fait de Q_1 un ^Rinterrupteur pour la passage du courant à travers le primaire du transformateur. Lorsque le niveau de la sortie 3 est bas, Q_1 est bloqué, une tension maximale apparait au niveau du collecteur qui est par la suite rectifié, filtré et régulé pour donner $+ 15$ volts à la sortie. Le transformateur présente un isolement électrique. En même temps qu'au primaire une impulsion négative par rapport à la masse apparait au secondaire. Elle est rectifiée, filtrée et régulée pour donner $- 15$ volts à la sortie.

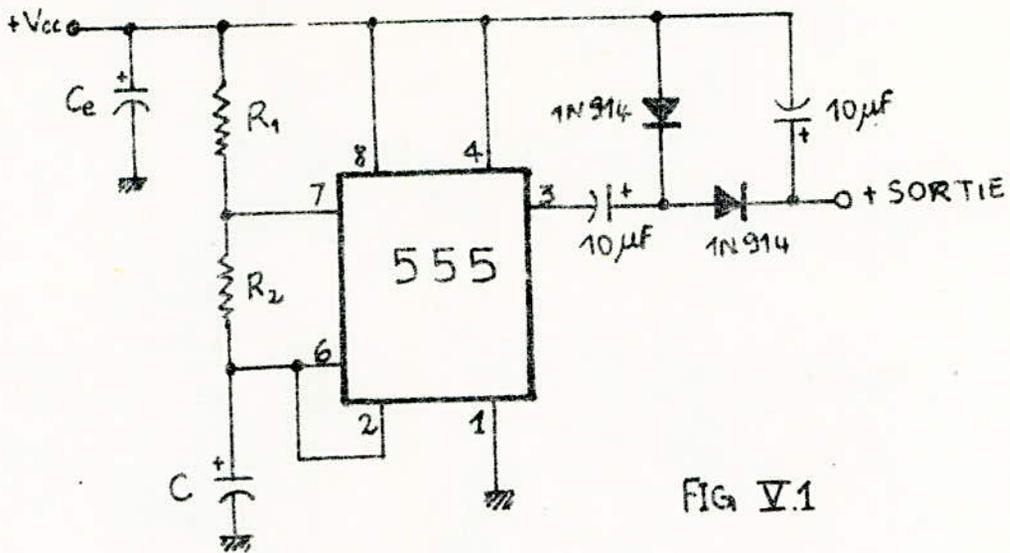


FIG V.1

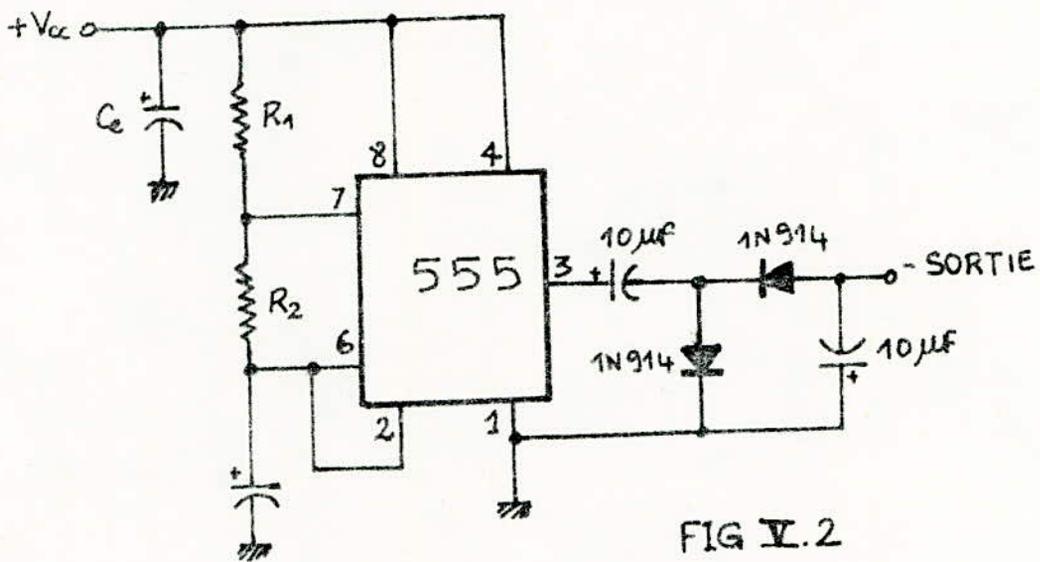


FIG V.2

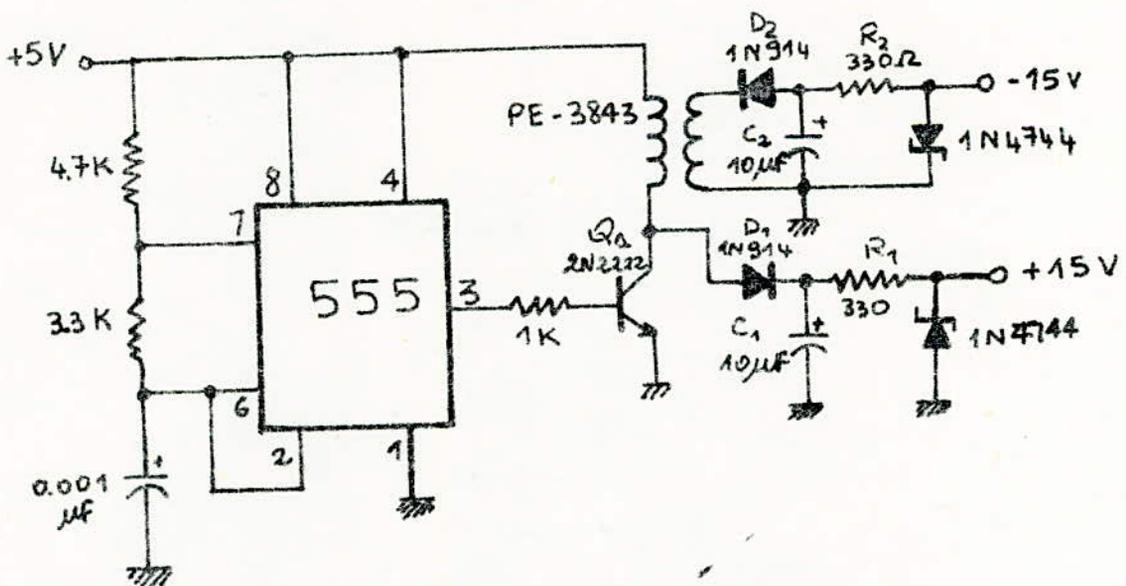


FIG V.3

VI. ETUDE COMPARATIVE

VI.1 Introduction :

D'autres circuits intégrés peuvent assurer le fonctionnement en monostable de précision ou en oscillateurs à large gamme de fréquence, ainsi nous nous proposons d'étudier quelques-uns et en faire une étude comparative avec le C I 555.

VI.2. Oscillateurs:

2.1. Oscillateur utilisant le circuit SN 7413:

Les circuits ((trigger)) de Schmitt (SN 7413, SN 7414, SN74132) permettent la réalisation d'oscillateurs^{avec} une gamme de fréquence de 8 décades. L'oscillateur du type à relaxation démarre sans intervention extérieure, mais dans le cas contraire, par exemple l'utilisation d'une porte à collecteur ouvert (voir fig. 2.1), il existe un retard τ , entre l'initialisation et le début de la sortie du train d'impulsions, donné approximativement par $\tau = 250 \times C$ (μF) pour $R = 390 \Omega$.

Lorsque la charge de la sortie de l'oscillateur n'exède pas deux entrées TTL, la résistance de contre-réaction peut varier de 330Ω à 390Ω et la période de l'horloge obtenue est : $T = 3 RC$.

Il est à noter que le pourcentage de stabilité de la fréquence obtenue, par le trigger de Schmitt est meilleur que 5% en supposant un réseau RC exempt de dérives. Le circuit d'un oscillateur astable 7 décades, utilisant un SN 7413, est donné par la fig. 2.2.

2.2. Oscillateur utilisant le ((Trigger)) SN 7414 :

On remarque de ce qui précède que la réalisation, avec le circuit SN 7413, d'oscillateurs basse fréquence est rendue malaisée à cause de la limitation de la valeur de R à 390Ω , ce qui impose de fortes valeurs de la capacité C. Seulement s'il est possible d'accepter une stabilité en température plus faible, on peut ajouter au montage utilisant le SN 7414, un transistor adaptateur d'impédance, ce qui autorise l'emploi de quelques dizaines de $K\Omega$ si le gain du transistor est suffisant (voir fig. 2.3).

2.3. Oscillateurs à quartz :

2.3.1. Oscillateur à quartz avec la série 54 L/74L :

L'utilisation de la série SN 54L/74L permet la réalisation d'oscillateur à quartz jusqu'à des fréquences de l'ordre de 1 MHz.

2.3.2. Oscillateur à quartz avec la série SN 54/74.

L'utilisation de la série SN 54/74 permet la réalisation d'oscillateur à quartz de fréquences ≥ 1 MHz.

Pour les fréquences entre 10 MHz et MHz, les oscillateurs peuvent être réalisés avec un circuit SN 74 S 124.

Il est à noter que les oscillateurs à quartz sont d'une très grande stabilité.

2 - 4. Le monostable SN⁵⁴₇₄ 121 :

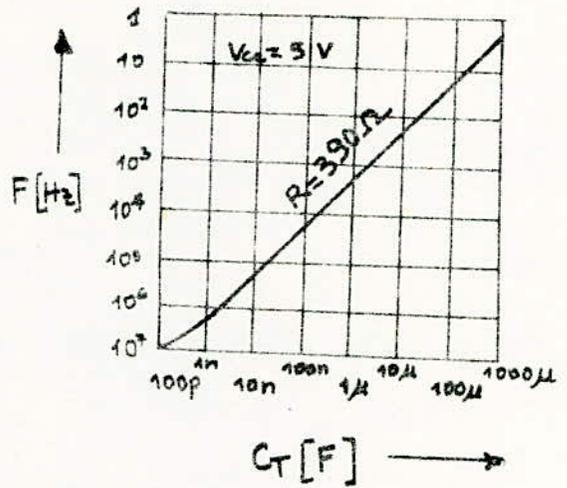
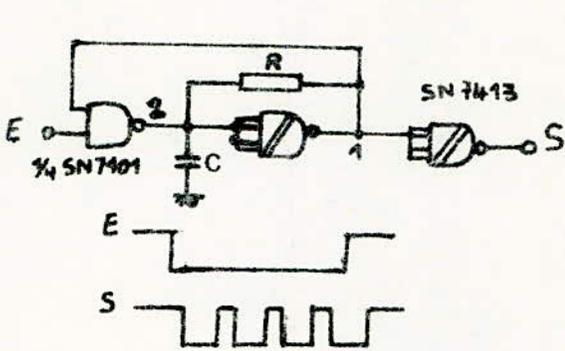


Fig 2-1

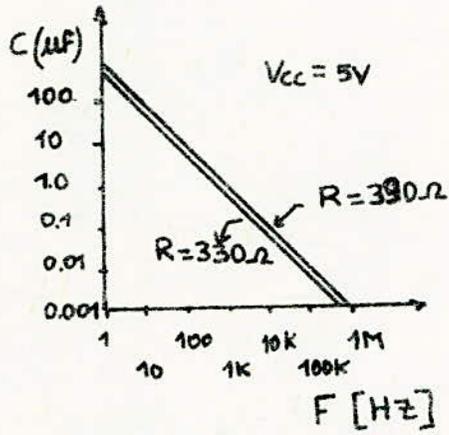
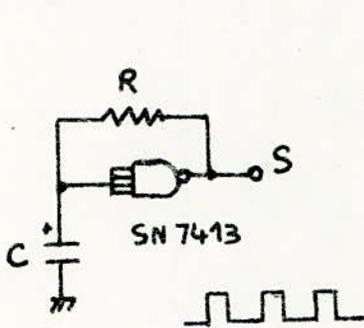


Fig 2-2

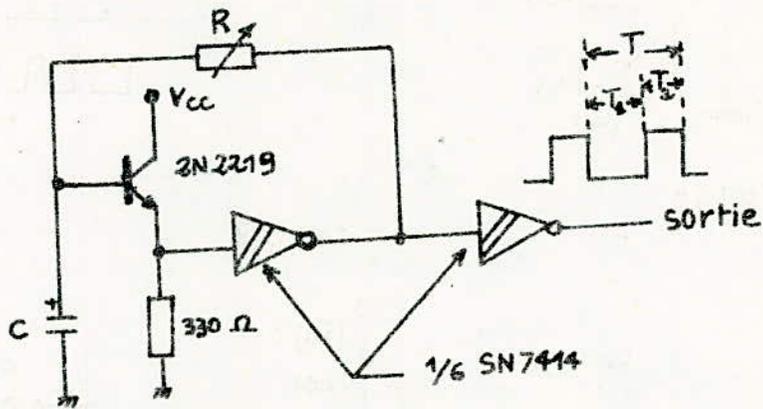
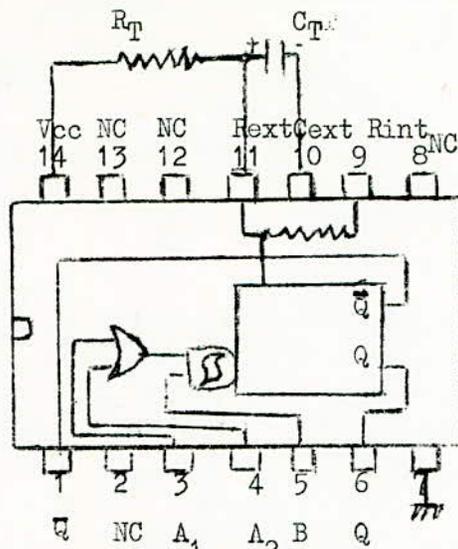


Fig 2-3

Le brochage de ce circuit est le suivant :



Toutefois, lorsque l'on recherche la stabilité et la précision, il est préférable d'utiliser le monostable intégré SN⁵⁴₇₄ 121. La plage couverte par ce type d'oscillateur est particulièrement vaste puisque la durée de l'impulsion issue du monostable varie, en fonction du réseau $R_T C_T$, de 50 ns à 28 sec.

Sans ces composantes externes, et en connectant la résistance interne à Vcc, l'impulsion de sortie peut atteindre une durée typique de 30 ou 35 ns et peut-être utilisée comme un signal dc de remise à zéro.

La gamme de la résistance R_T et celle de la capacité C_T sont limitées comme l'indique le tableau suivant:

Circuit	SN 54 121	SN 74121 / SN 74 L 121
Cext	10 P ^F - 10 μ F	10 P ^F - 10 μ F
Rext	2 K Ω - 30K Ω	2 K Ω - 40 K Ω

L'impulsion de sortie est donnée par la relation:

$$t = C_T R_T \ln 2 = 0,7 R_T C_T$$

La valeur maximale admissible pour la capacité externe C_T est déterminée par la valeur de la capacité de fuite et le rapport cyclique exigé. En pratique C_T est limité à 1 μ F. Son courant de charge est limité à 65 mA pour Vcc = 5 volts, et la valeur typique est de 35 mA.

La tension d'alimentation Vcc varie entre 4,5 et 5,5 volts.

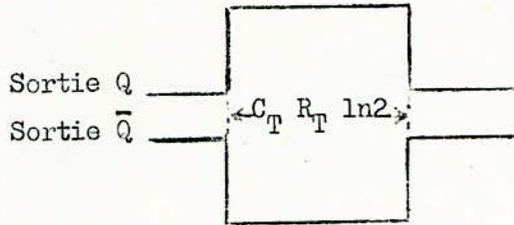
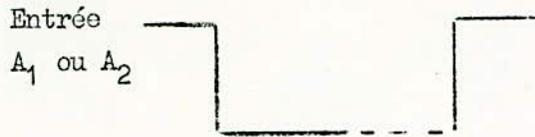
Le rapport cyclique pour les SN⁵⁴₇₄ 121 et S⁵⁴₇₄ L 121 est de:

$$\begin{aligned} 67\% & \text{ Pour } R_T = 2 \text{ K } \Omega \\ 90\% & \text{ Pour } R_T = \text{Max Rext.} \end{aligned}$$

Les chronogrammes d'entrée - sortie sont les suivants:

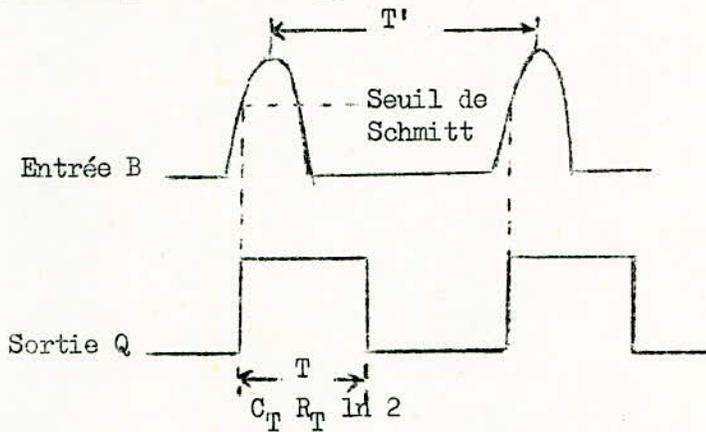
a - Entrée B à la masse:

Le déclenchement s'opère sur le front de descente d'un signal appliqué à l'entrée A₁ ou A₂.



b - Entrées A_1 et A_2 à la masse :

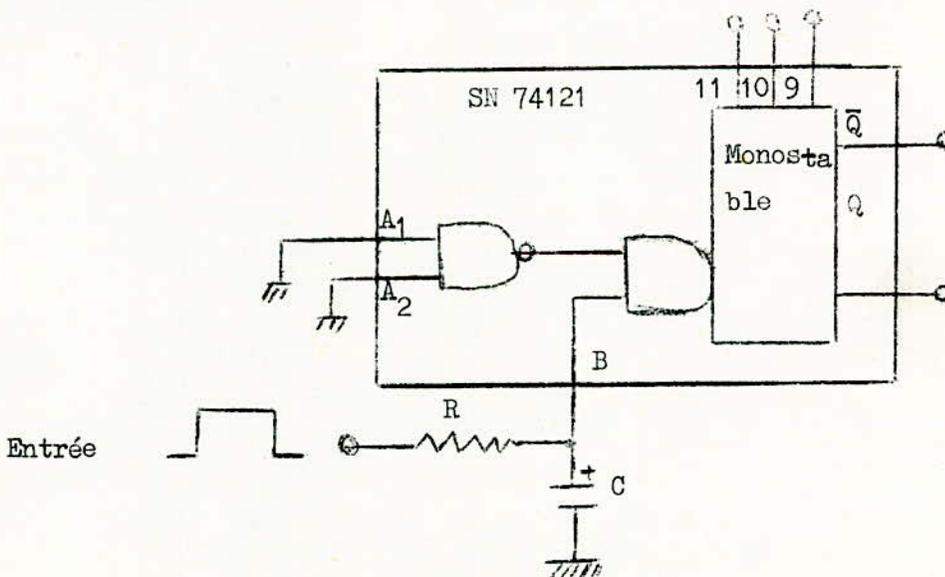
Le déclenchement s'opère sur les montées d'un signal appliqué à l'entrée B, qui présente les caractéristiques d'un trigger de Schmitt.



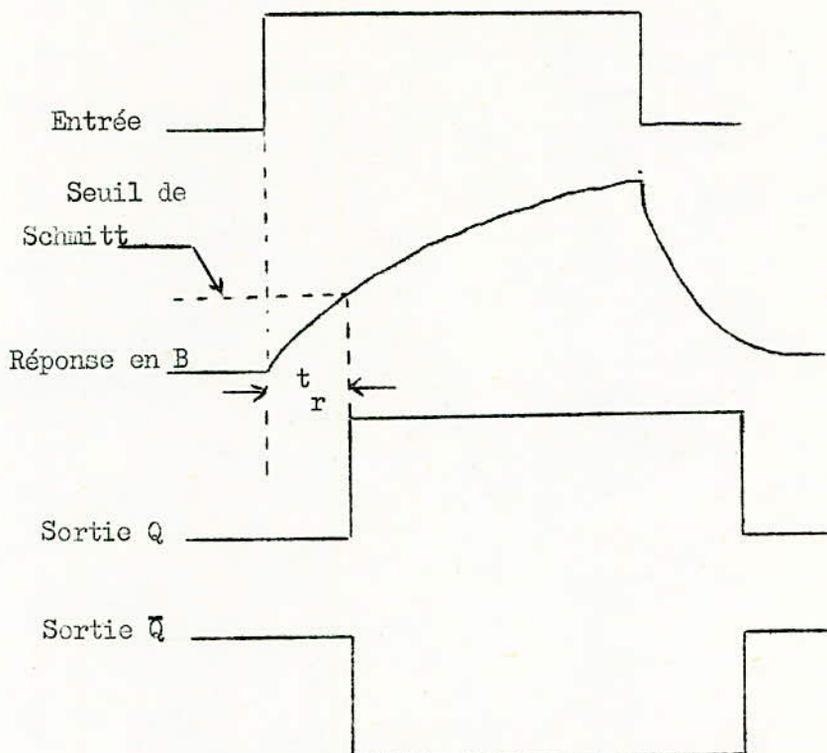
Pour avoir un fonctionnement correct il faut que: $T < T'$

2.4.2. Monostable avec un retard d'entrée:

Le circuit de la figure suivante, nous permet d'avoir un monostable avec un temps de retard à l'entrée. Un réseau R C est relié à la borne B. La tension maximale exigée aux bornes de B est de 0,8 volt.



Les chronogrammes d'entrées - sorties sont les suivants :



Pour empêcher l'enclenchement du monostable quand le signal d'entrée est à l'état logique "0", R doit être limitée à une certaine valeur maximale $R_{Max} = 427\Omega$. La capacité C a une valeur maximale qui est déterminée par le rapport cyclique de l'impulsion d'entrée et la valeur de R, puisque elle doit être déchargée avant que le prochain cycle ~~ne~~ commence. Le temps de retard t_r est directement proportionnel à la valeur de C, et est une fonction de $(R + r)$ où r est l'impédance de l'étage de sortie de l'état logique "1" (valeur typique $r = 130\Omega$). Il n'y a pas de relation simple qui donne le retard t_r .

Le tableau suivant nous donne la valeur de t_r mesurée pour $R = 100\Omega$ et C variable:

t_r (μs)	C (nF)
1,36	10
2,50	20
4,90	40
12,46	112

2.4.3 Générateur d'impulsions stable :

Pour avoir un générateur d'impulsions on utilise 2 SN 74121 comme le montre la figure VI-1.

2.5. Monostable redéclenchable SN $\frac{54}{74}$ 122/123 avec borne R.A.Z:

2.5.1. Applications :

Le monostable SN 54/74122/123 est redéclenchable, ce qui signifie que son réarmement peut avoir lieu à n'importe quel moment du cycle. Chaque réarmement entraîne la prolongation de l'impulsion de sortie d'une durée égale à celle définie par le réseau extérieur $R_T C_T$. Cette propriété est mise à profit pour réaliser un oscillateur dont la période est pratiquement confondue avec la durée de l'impulsion du monostable, la sortie de l'oscillateur étant une impulsion courte de quelques 20 ns. La valeur limite inférieure de C_T est de 50 pF, mais C_T n'a pas de limite supérieure. La valeur de R_T ne dépasse pas 25 K Ω Pour les circuits SN 54 122/123 et 50 K Ω pour les circuits SN 74 122/123.

La durée de l'impulsion de sortie est définie par la formule :

$$T = K R_T C_T \left(1 + \frac{0,7}{R_T} \right)$$

pour $C_T > 1000$ pF

K = 0,28	pour	'123'
K = 0,32	"	'122'
K = 0,33	"	'L123'
K = 0,37	"	'L122'

avec

R_T en K Ω

C_T en pF

T en ns.

Pour les valeurs de $C_T < 100$ pF, la période T est donnée par des courbes.

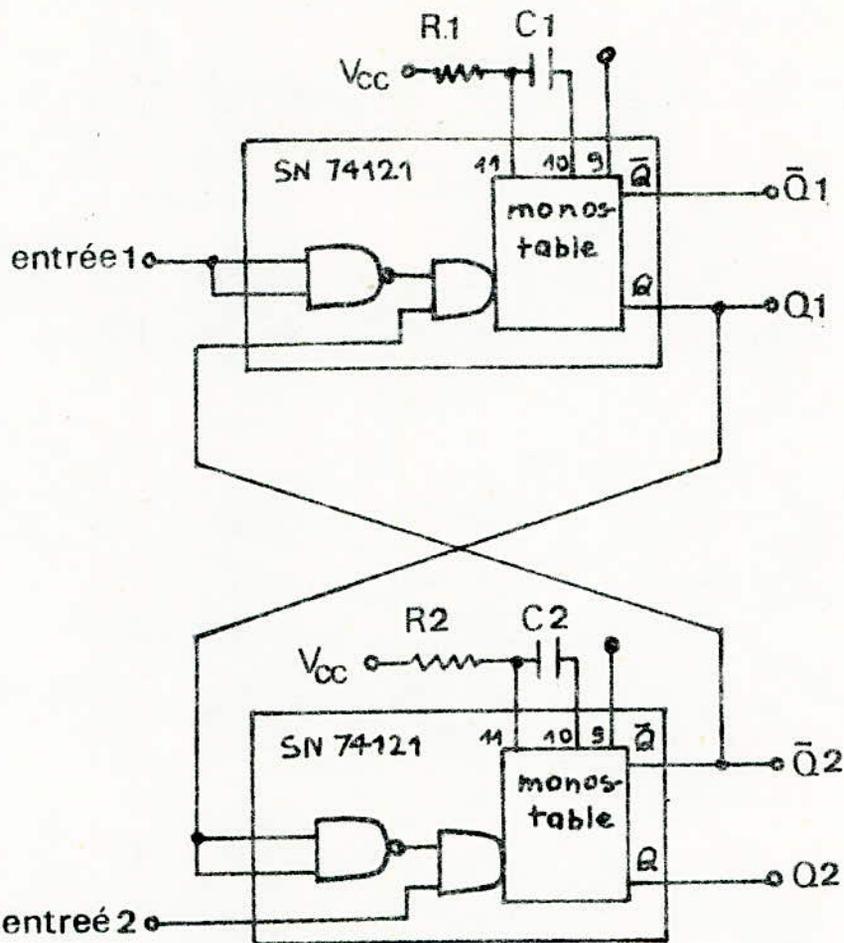
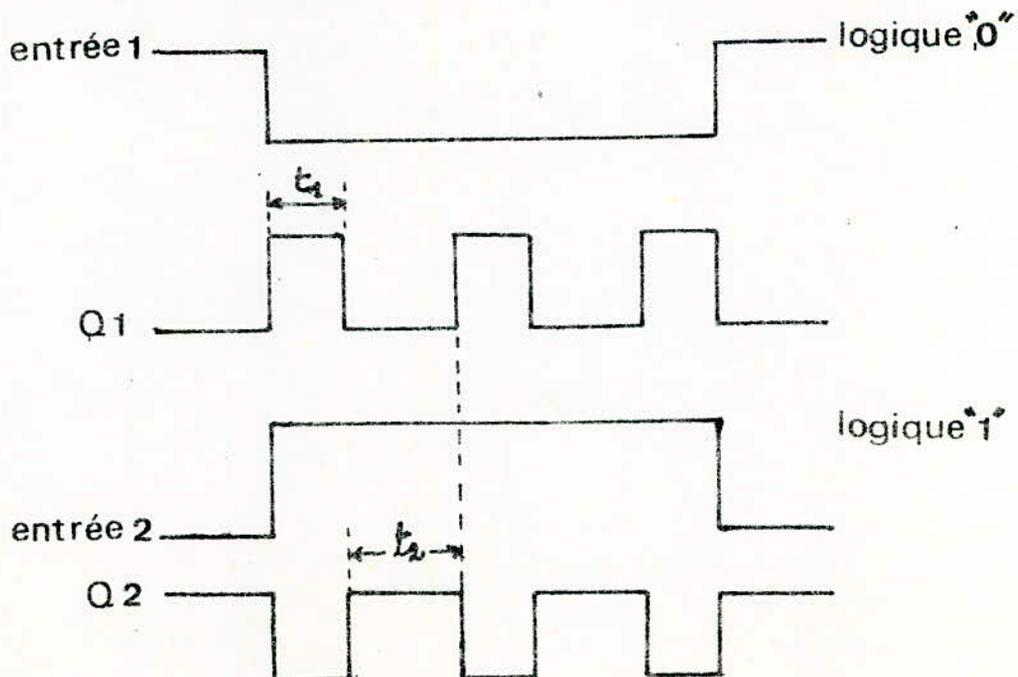
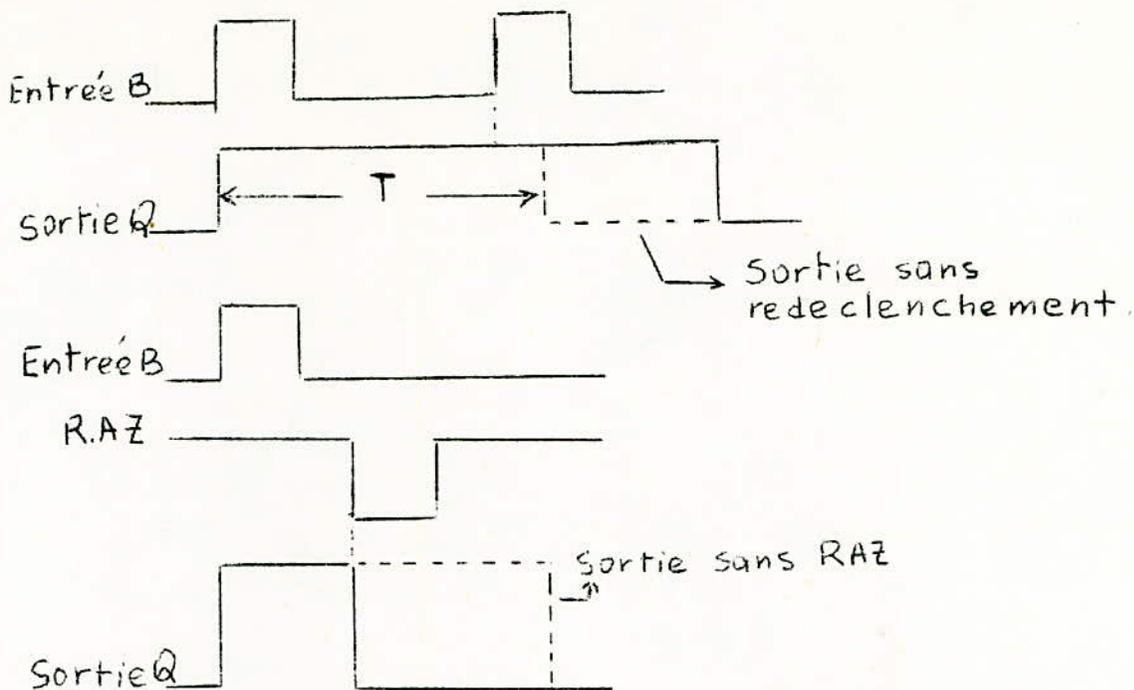


FIG-VI.1

Les chronogrammes d'entrées-sorties sont les suivants :
 (le temps t_1 est donné par le réseau R_1C_1 et t_2 par R_2C_2 .)



En appliquant le signal de déclenchement à l'entrée B, nous obtenons les chronogrammes suivants:



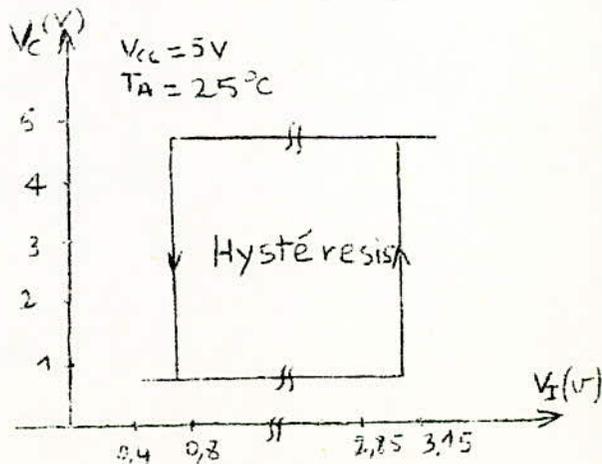
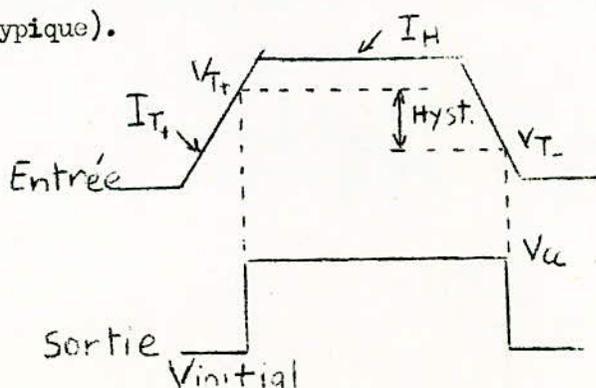
2.5.2. Oscillateur marche-arrêt :

Le circuit SN 74123 permet la réalisation d'un oscillateur marche-arrêt. Les impulsions de sortie délivrées par le monostable étant très courtes, sont quelquefois difficiles à manipuler. Pour compenser cela, il est possible de le faire suivre d'un second monostable dont la durée de l'impulsion de sortie sera réglée de façon à obtenir le rapport cyclique désiré.

Ainsi, l'utilisation du double monostable SN 74221 permet la réalisation d'un oscillateur dont le pourcentage de stabilisation dû au circuit lui-même est meilleur que 1% sur les gammes de tension d'alimentation et de température.

VI.3. Le circuit temporisateur SN 52 72 560 :

Le circuit SN 52 72 560 est un trigger de Schmitt. Pour que la sortie change d'état, il faut que le signal d'entrée soit au moins égal à une certaine tension de seuil haut V_{T+} , et inférieur à une tension de seuil bas V_{T-} , pour que le circuit revienne à l'état initial. Le courant d'entrée est très faible ($\leq 1,2 \mu A$ = valeur typique).



réaction

La ~~réaction~~ rétroaction introduite par un transistor interne provoque une hystérésis qui apparait sur la fonction de transfert du circuit. Le seuil haut (V_{T+}) est fixé par V_{ref} à environ 3v. Le seuil bas est fixé à environ 0,6v.

Fonctionnement en multivibrateur astable:

Pour réaliser un astable on est obligé d'ajouter un inverseur du circuit SN ⁵²/₇₂ 560. Un transistor du type 2N2222 peut remplir ce rôle.

Le temps pendant lequel la sortie est au niveau bas est :

$$T_1 = (R_1 + R_2) C \ln \frac{V_{cc} - V_{T-}}{V_{cc} - V_{T+}}$$

Le temps pendant lequel la sortie est au niveau haut est:

$$T_2 = R_1 C \ln \frac{V_{T+}}{V_{T-}}$$

On note que la période dépend de V_{cc} . Une légère variation de la tension d'alimentation entraine une variation de la période.

Le circuit SN ⁵²/₇₂ 560 permet la réalisation d'un:

- Commutateur à deux états stables.
- Disjoncteur thermique.
- Retardateur d'impulsion.
- retardateur longue durée
- commande de relais (ce circuit constitue un interface idéal entre un capteur à haute impédance et un relais,

VI-4. Etude comparative :

Après avoir vu quelques exemples de circuits intégrés fonctionnant en monostable de précision ou en oscillateurs, nous pouvons faire une analyse du C I 555 par rapport à ces circuits.

Le point le plus important est que le 555 complète ces circuits dans la mesure où c'est un temporisateur de longue durée. En effet la temporisation peut varier de quelques micro-secondes ($5\mu s$ environ) à plusieurs heures et cela en n'ajoutant que très peu de composants extérieurs. Or pour les autres C I la durée de l'impulsion de sortie va de 20 nsec jusqu'à un maximum de 28 sec. Cependant, si nous travaillons dans la gamme de fréquence 0,0...HZ jusqu'à 300 KHZ, l'utilisation du C I 555 est la plus aisée.

Ce circuit pas une organisation interne très astucieuse produit des oscillations et des temporisations très stables, dont une double comparaison de tensions à $1/3$ de V_{cc} et $2/3$ de V_{cc} et une logique de remise à zéro seraient les principaux responsables. En effet l'oscillateur oscille sans intervention extérieure contrairement aux générateurs d'impulsions utilisant le SN 74 121.

En plus de la borne R A Z qui peut être utile lorsque le temps de temporisation est long ou lorsque on veut reprendre nos instructions par exemple, le C I 555 présente d'autres avantages très importants.

Nous citons le nombre très réduit des composants extérieurs qui sont utilisés avec le C I 555 contrairement à la majorité des autres circuits qui exigent plusieurs composants pour leurs fonctionnements. En plus, les valeurs des éléments de temporisation R_T et C_T peuvent prendre de très grandes valeurs. R_T peut aller jusqu'à 20 M Ω , alors que pour certains circuits la valeur maximale est 40 k Ω et n'excède pas 500 Ω pour d'autres.

Aussi, la borne de commande (broche 5) permet de contrôler les variations du temps de temporisation dues aux variations de R_T et C_T ou de le faire varier lorsqu'on a besoin d'un temps de retard variable.

De même, des montages très simples et peu coûteux utilisant le C I 555, permettent la réalisation de générateur d'impulsions à:

- fréquence fixe et rapport cyclique fixe.
- fréquence fixe et rapport cyclique variable.
- fréquence variable et rapport cyclique fixe.
- fréquence variable et rapport cyclique variable.

Le rapport cyclique peut varier de 0,01% à 99%.

Un rapport cyclique de 50% peut être obtenu pour des générateurs à fréquence fixe ou variable et ceci seulement avec choix judicieux des composants de temporisation ou en ajoutant un transistor ou une bascule J.K.

La tension d'alimentation du C I 555 peut varier entre +5v et +15v mais peut atteindre 18 volts pour certaines marques du 555. Ce n'est pas le cas pour les autres circuits dont la gamme de leur tension d'alimentation est très réduite (4,5v - 5v etc). En plus d'une utilisation très étendue, l'avantage majeur pour le C I 555 est que une variation même importante de la tension d'alimentation aura peu d'influence sur le temps de temporisation. Nous pouvons pas conséquent utiliser une alimentation non régulée. Mais lorsqu'il est alimenté sous 5 volts, il est compatible avec les circuits TTL.

Tout comme les circuits SN⁵⁴₇₄ 123, 123, le C I 555 relié à un quadruple trigger de schmitt SN 74132 et un transistor 2N2222 peut fonctionner en monostable redéclenchable très stable en température. Toujours avec le C I 555, un retardateur d'impulsions peut être réalisé en ajoutant un transistor du type 2N 2907.

Dans les chapitres précédents ont été donnés les montages fondamentaux utilisant le 555 pour le fonctionnement en monostable ou en oscillateur. En plus des applications qui ont été présentées, beaucoup d'autres n'ont pas été étudiées. Nous pouvons alors citer quelques unes pour nous permettre le choix des réalisations:

Mesurage et Contrôle :

- a - Testeur de circuit
- b - Testeur audible (Sonorisateur).
- c - Base de temps pour un oscilloscope.
- d - Fréquence-mètre
- e - Mesurage de capacitance
- f - Contrôle et mesure de la température.

VII. REALISATION PRATIQUE

VII.1. Introduction :

Pour confirmer l'étude théorique établie dans les chapitres précédents et démontrer le fonctionnement du C I 555, une maquette de travaux pratiques a été réalisée

VII.2. Présentation de la maquette :

La maquette des travaux pratiques consiste en un boîtier en bois, de forme rectangulaire avec panneau-avant en dural de 475 mm de long sur 255 mm de large. Quatre supports (à 16 broches) de circuits intégrés sont fixés sur une même ligne avec leurs bornes correspondantes. Dix voyants lumineux sont alignés, verticalement, sur le côté droit. A gauche 2 boutons poussoirs (BP_1 et BP_2) encadrent 2 autres voyants lumineux. Au centre se trouvent deux potentiomètres, (P_1 et P_2).

La disposition de toutes les bornes est donnée par la figure VII-1.

Les C I 555 utilisés, de forme rectangulaire, avec 8 broches sont montés chacun sur un support à 16 broches; par conséquent nous aurons 16 bornes correspondantes. Ainsi chaque borne du C I 555 est doublée pour faciliter les connections.

Les résistances et capacités de temporisation servant pour les expériences sont montées sur des cavaliers qui peuvent être insérés entre les bornes, suivant chaque montage. Le bas du boîtier comporte 3 cases pour ranger ces cavaliers et les fils de connections.

VII-3. Circuit imprimé :

Certaines expériences nécessitent, en plus des circuits intégrés, des composants discrets tels que diodes, transistors etc... Pour cela, un circuit imprimé, donné par la figure VII-2, a été fait et fixé à l'arrière du panneau afin de faciliter le travail. Les bornes entrée - sortie de chacune de ces expériences se trouvent sur la plaque-avant.

VII-4. Liste des travaux pratiques :

Les textes des travaux pratiques sont réunis dans un fascicule annexe au projet, sous le titre: ((Travaux pratiques utilisant le C I 555)).

Ainsi nous nous limitons à l'énumération de ces T.P :

N° 1 : Fonctionnement du C I 555 en monostable et démonstration de la fonction RAZ.

N° 2 : Fonctionnement du C I 555 comme une touche-contrôle et démonstration de la fonction de la borne de tension de commande.

N° 3 : Fonctionnement du C I 555 en astable et démonstration de l'influence des résistances de temporisation sur la valeur du rapport cyclique.

N° 4 : Etude de quelques générateurs utilisant le C I 555 :

- Générateur d'impulsions rectangulaires à fréquences fixe et rapport cyclique variable.
- Générateur de signaux symétriques
- Générateur de dents de scie.

N° 5 : Etude de quelques applications du C I 555 FONCTIONNANT en monostable:

- Détecteur de défauts de signaux
- Trigger de Schmitt.

N° 6 : Etude d'un temporisateur séquentiel et d'un séquenceur 10 lignes utilisant le "555".

N° 7 : Etude de 2 circuits d'alimentation utilisant le "555":

- le convertisseur dc-dc positif.
- le convertisseur dc-dc négatif.

N° 8 : Etude d'oscillateurs audibles:

- à un ton.
- à deux tons.

1 = T-P 1
2;3;4 = T-P 4

5,6 = T-P 8
7 = T-P 4

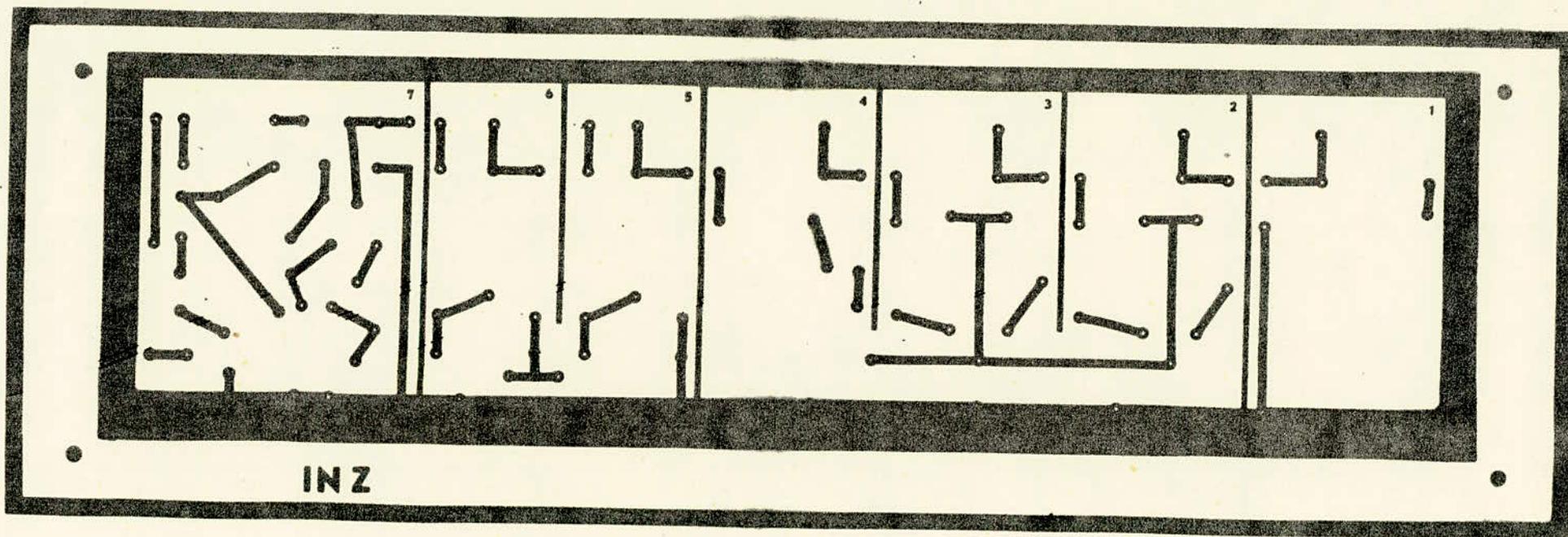


FIG. VII.2

VIII- EXPERIENCES REALISEES AVEC LE CI 555

VIII-1. Introduction :

Les expériences suivantes démontrent le fonctionnement du CI 555 et ses applications. Elles ont été réalisées à l'aide d'une plaque hirschmann avant d'être vérifiées sur la maquette de travaux pratiques.

1.1. Précision des résultats :

Nous remarquons que la précision des résultats obtenus dépend de la nature des éléments utilisés.

Ces expériences ont été réalisées avec des capacités chimiques et mylar d'une tolérance de $\pm 10\%$ en moyenne, et des résistances de $\pm 5\%$.

Lorsqu'il s'agit des éléments de très grandes valeurs (R 1M et C 47 F) les résultats sont assez différents de ceux donnés par les équations. Cependant en faisant un calcul simple nous pouvons savoir si le résultat trouvé est compris dans l'intervalle de confiance.

- Notons par : $\pm tc \%$: la tolérance de C
- $\pm t_{Rn} \%$: la tolérance de R_n
- T' : la période calculée
- T : la période mesurée.

Calcul de l'intervalle de confiance :

a- Cas du monostable :

$$T' = 1,1 RC.$$

$$T'_{min} = 1,1 R (1 - 0,01 t_R) C (1 - 0,01 tc)$$

$$T'_{max} = 1,1 R (1 + 0,01 t_R) C (1 + 0,01 tc)$$

$$\text{condition exigée : } T'_{min} \leq T_{mesurée} \leq T'_{max}$$

b- Cas de l'astable :

La période de l'astable est donnée par :

$$T' = 0,693 (R_1 + 2 R_2) C$$

$$T'_{min} = 0,693 \left[R_1 (1 - 0,01 t_{R1}) + 2R_2 (1 - 0,01 t_{R2}) \right] C \left[(1 - 0,01 tc) \right]$$

$$T'_{max} = 0,693 \left[R_1 (1 + 0,01 t_{R1}) + 2R_2 (1 + 0,01 t_{R2}) \right] C (1 + 0,01 tc)$$

$$\text{Condition exigée : } T'_{min} \leq T_{mesurée} \leq T'_{max}.$$

Pour avoir des résultats précis, il est recommandé d'utiliser des capacités au tantale et des résistances à faible tolérance.

1.2- Découplage de l'alimentation :

Le signal de sortie délivré par le CI 555 n'est pas parfaitement carré lorsque la fréquence est supérieure à environ 100 khz. Ceci est dû aux composantes de bruit et d'ondulation de la tension d'alimentation.

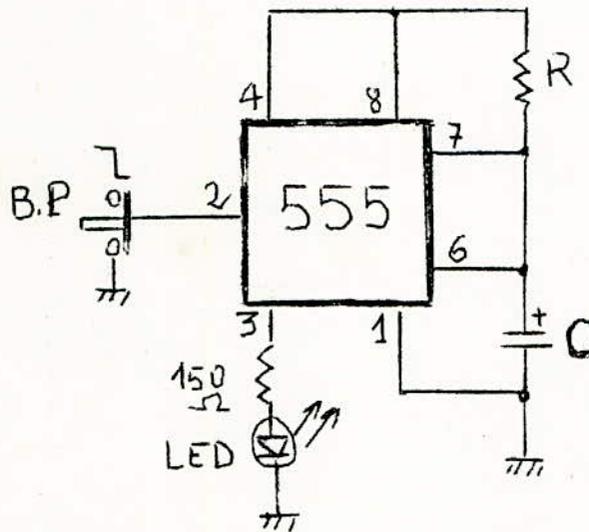
L'influence des imperfections de l'alimentation sera donc réduite par un découplage à l'aide de capacité de 10 nF, placée entre la borne - alimentation et la borne - masse.

VIII. 2. Expériences :

EXPERIENCE 1

L'expérience consiste à démontrer le fonctionnement du C I 555 comme un multivibrateur monostable.

On réalise le montage suivant :



1°) Un bouton poussoir est relié entre la borne 2 et la masse. Au contact une impulsion d'entrée s'effectue à l'aide de ce B.P qui met à la masse la broche 2 du CI. Un chronomètre est utilisé pour déterminer l'intervalle de temporisation.T.

Le tableau suivant nous permet de vérifier l'équation $T = 1,1 RC$.

R	C (μF)	Tcal- culée (Sec)	Tmesur- ée (Sec)	Intervalle de confiance (sec)
100 K Ω	10	1,1	1,2	0,88 < Tmesurée = 1,2 < 1,4
100 K Ω	20	2,2	2,4	1,76 < 2,40 < 2,80
100 K Ω	100	11	14	8,8 < 14,0 = 14,0
330 K Ω	10	3,63	4	2,9 < 4,0 < 4,38
330 K Ω	100	36,3	55	55 > T _{max} = 44 (grosse capacité)
680 K Ω	5	3,74	4,2	3,0 < 4,2 < 4,5
680 K Ω	10	8	9	6,0 < 9,0 < 9,3
1 M Ω	5	5,5	6,3	4,40 < 6,30 < 6,64
10 $\mu\Omega$	0,1	1,1	1,15	0,84 < 1,15 < 1,40
10 $\mu\Omega$	5	55	65	49 < 55 < 66,4

- 2°) $R = 330\text{ K}\Omega$
 $C = 10\mu\text{F}$

On envoie une impulsion au point 2, et durant l'allumage de la L E D on presse le B P pendant à peu près 10 sec. On peut observer que la led reste allumée jusqu'à ce que l'on relache le B P . Il se peut aussi qu'elle reste allumée pendant approximativement $t = 4$ sec après avoir relâché le B.P. La raison est que la durée de l'impulsion d'entrée excède la durée de l'impulsion de sortie.

- 3°) $R = 1\text{ M}\Omega$
 $C = 0,1\mu\text{F}$

On essaie de déterminer le temps pendant lequel on peut presser et relâcher le B P. On trouve que la limite est atteinte, alors que le fonctionnement en monostable devient régulier. Même si l'on est très rapide, en aucun cas on pourra presser et relâcher le B.P en un temps plus court que celui de l'impulsion de sortie puisque cette combinaison R et C nous donne une impulsion de sortie de 0,11 sec.

- 4°) $R = 1\text{ M}\Omega$
 $C = 0,001\mu\text{F}$

On presse et on relâche le B.P aussi vite que l'on peut; mais on constate qu'il est impossible d'observer on même de prévenir le fonctionnement irrégulier du "555", puisque la largeur de l'impulsion devra être de 1,1 msec à peu près.

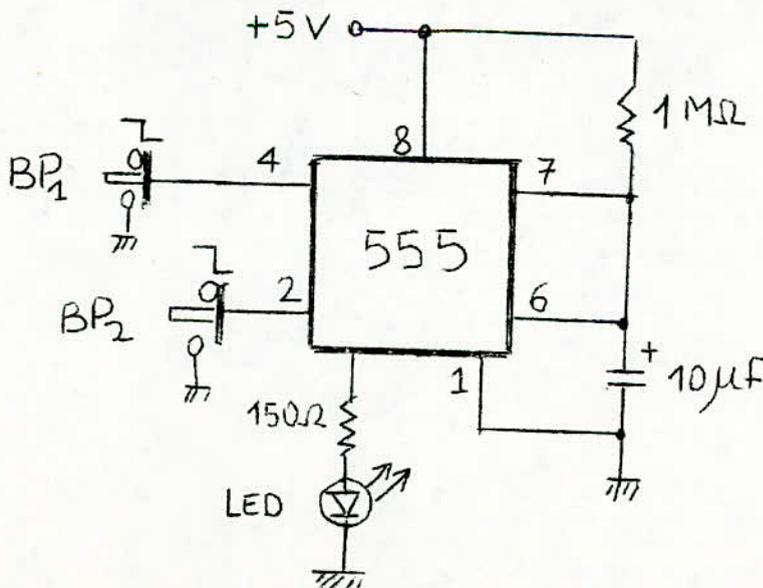
Le "555" ne peut-être déclenché que par des impulsions dont la période est inférieure à la période de temporisation.

Par conséquent un générateur d'impulsions remplacera le B. P.

EXPERIENCE 2

Cette expérience consiste à démontrer la fonction R.A.Z du C I 555 lorsqu'il est connecté comme un multivibrateur monostable.

On réalise le montage suivant :

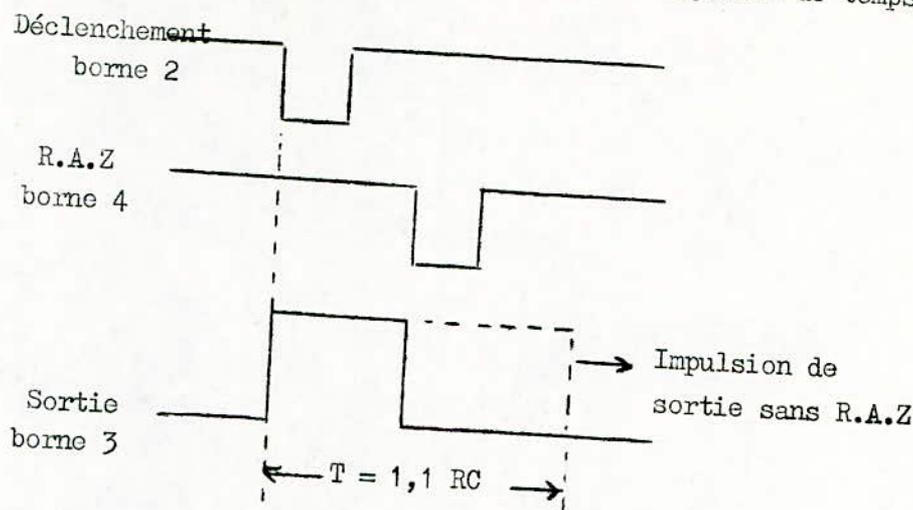


1°) On presse et on relâche rapidement, le B.P qui est relié à la broche 2 du C I 555. La LED s'allume pendant à peu près 12 sec.

On recommence, mais avant l'extinction de la LED on presse et on relâche le B.P relié à la borne 4. La LED s'éteint immédiatement.

Il est alors clair que la broche R.A.Z empêche le C I 555 de fonctionner lorsque la borne 4 est changée d'un état logique 1 à un autre état logique 0, forçant la sortie à être à un état logique 0.

Cette observation peut être schématisée par un diagramme de temps:

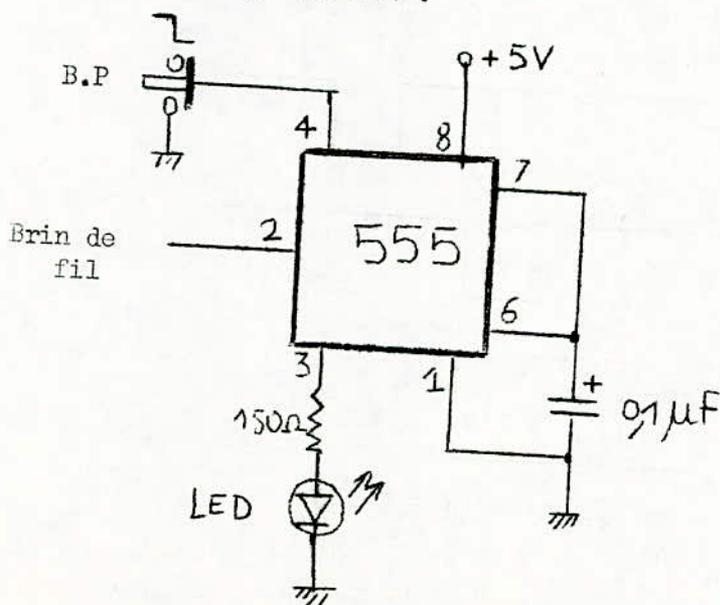


Par conséquent, le monostable peut être remis à zéro à tout moment, simplement, en reliant la borne 4 à la masse.

EXPERIENCE 3

L'expérience consiste à démontrer le fonctionnement du C I 555 comme une touche-contrôle.

On réalise le montage suivant :



1°) On remet à zéro le C I 555 en pressant et en relâchant le B.P. En touchant brièvement le bout de fil, on déclenche le monostable. La LED s'allume et indique que la sortie est à son niveau haut.

Elle restera allumée indéfiniment puisqu'il n'y a pas de résistance de temporisation. La constante de temps est infinie et la capacité ne peut pas se décharger. Par conséquent la sortie demeurera à l'état logique 1.

2°) On presse et on relâche le B.P relié à la borne R.A.Z. La LED s'éteint immédiatement et la sortie retourne à son niveau bas.

En repetant plusieurs fois ces opérations, on déduit que le C I 555 fonctionnant en monostable est très susceptible aux bruits et aux vibrations. Pour démontrer ceci, on effleure, à l'aide d'un crayon, le bout du fil et on remarque que la LED s'allume et puis s'éteint après un certain temps.

EXPERIENCE 4

L'expérience consiste à démontrer la fonction de la borne de commande (broche 5).

Pour cela, le montage de fig. II.7 a été réalisé. La relation $\eta = - \ln \frac{(R + 10)}{(3R + 10)}$ a été vérifiée. En faisant varier le curseur du potentiomètre de 1MEG, d'un bout à l'autre, on trouve que la durée de l'impulsion de sortie varie entre 7 sec et 11 sec.

EXPERIENCE 5

Cette expérience consiste à démontrer le fonctionnement du C I 555 comme un multivibrateur astable.

1°) On réalise le montage de la fig. III-1. a, et on relie la borne 3 à la masse par l'intermédiaire d'une résistance de 150 Ω et d'une LED.

On observe que la LED s'allume et s'éteint périodiquement. A l'aide d'un chronomètre, on compte combien de fois la LED s'est allumée pendant une minute et on déduit la fréquence de l'oscillateur.

Les résultats obtenus pour les différentes combinaisons de R_A, R_B et C sont donnés par le tableau suivant:

R_A K Ω	R_B K Ω	C μF	fréquence calculée HZ	nombre de puls./mm	fréquence mesurée HZ	Intervalle de confiance-HZ-
1	100	10	0,72	43	0,71	0,59 < 0,71 < 0,89
10	100	10	0,686	41	0,683	0,56 < 0,68 < 0,85
100	100	10	0,48	29	0,48	0,39 < 0,48 < 0,59
10	100	5	1,37	82	1,36	1,24 < 1,36 < 1,52
1	1	5	0,144	8,5	0,142	0,130 < 0,142 < 0,160

2°) Pour C = 0,001 μF le signal de sortie peut-être observée à l'oscilloscope.

Les résultats obtenus pour $R_A = 1K\Omega$ et R_B variable sont donnés par le tableau suivant. (La LED nous apparait constamment allumée puisque la fréquence est grande et l'oeil

humain ne peut pas percevoir l'allumage et l'extinction de la LED).

R_B K	fréquence calculée (KHZ)	fréquence observée (KHZ)	Intervalle de confiance (KHZ)
1	0,72	0,8	0,6 < 0,8 < 0,9
330	2,18	2,5	1,8 < 2,5 < 2,7
100	7,18	8	5,9 < 8,0 < 8,8
47	15,2	16,9	12,6 < 16,9 < 18,8
22	32	34	26,5 < 34,0 < 39,7
10	68,7	66	57 < 66 < 85
4,7	138,75	125	114 < 125 < 171
3,3	189	166	157 < 166 < 135
1,8	314	Note	<hr/>

Note : Pour $R_B = 1,8 K\Omega$, on peut voir une allure irrégulière, fautive sans méthode sur l'oscilloscope. Par calcul ceci correspond à une fréquence de l'astable de 314 KHZ, ce qui est impossible, puisque la gamme de fréquence que peut délivrer le C I 555 est inférieure à 300 KHZ.

La sortie est alors erronée si on essaie d'avoir une fréquence de sortie 300 KHZ.

EXPERIENCE 6

Dans cette expérience on démontre qu'il est possible de faire varier le rapport cyclique du C I 555 tout en maintenant la fréquence de la sortie relativement constante.

1°) On réalise le montage de la fig III-9

On fait varier R_1' et R_2' et on observe le signal de sortie à l'oscilloscope. On obtient alors les résultats suivants :

$$R_2' > R_1' \Rightarrow D > 50\%$$

$$R_2' = R_1' \Rightarrow D = 50\%$$

$$R_2' < R_1' \Rightarrow D < 50\%$$

(R_1' et R_2' sont les résistances de part et d'autre du curseur. $R_1' + R_2' = 1 M\Omega$).

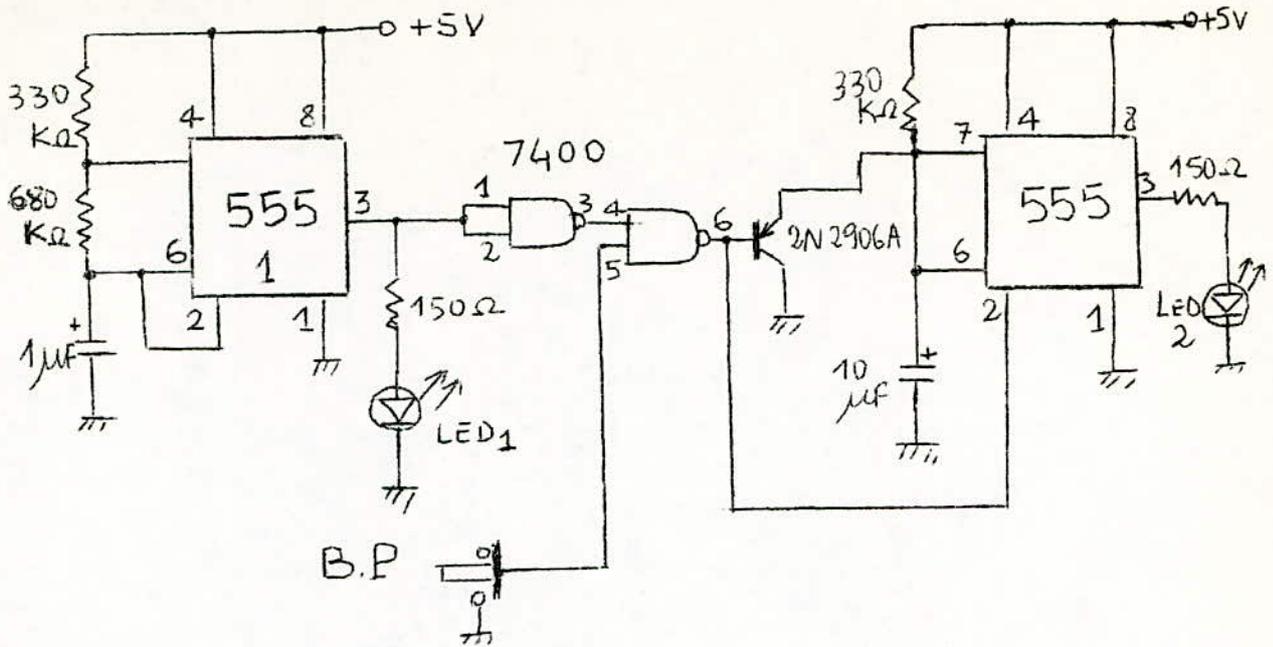
Le rapport cyclique varie entre 3% et 97% alors que la valeur de la fréquence reste inchangée, $f \cong 100$ HZ.)

EXPERIENCE 7

Cette expérience consiste à démontrer une des applications du C I 555: "Le détecteur de défauts de signaux".

On réalise le montage suivant :

(La broche 14 du 7400 est à + 5 volts et la broche 7 est à la masse).



19) On alimente le circuit : $V_{cc} = +5V$.

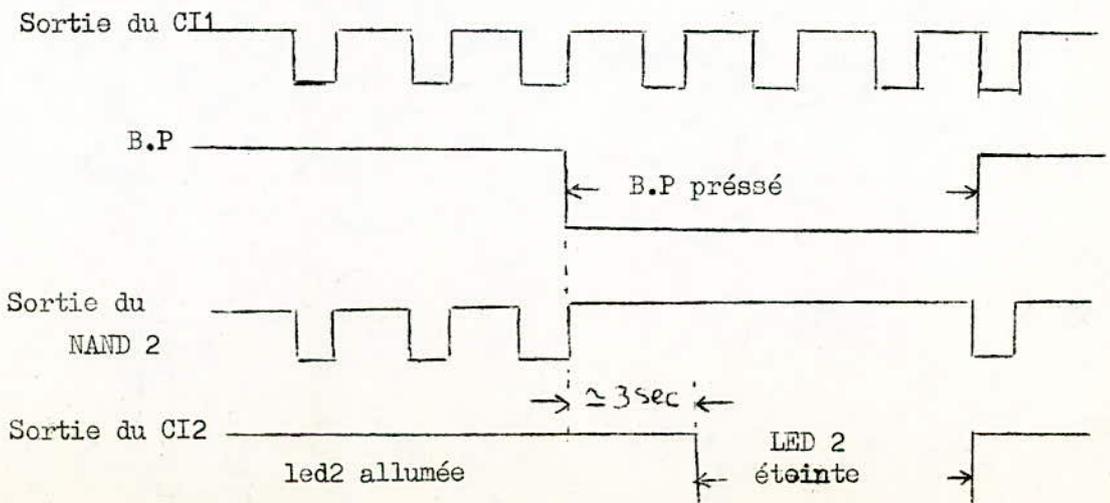
On remarque que la LED 1 s'allume et s'éteint périodiquement avec une vitesse très lente ($f = 3,4 \text{ Hz}$). Est-ce que la LED 2 est allumée ou éteinte?

La LED 2 doit être continuellement allumée, puisque les impulsions de sortie du CI 1 déclenchent constamment le CI 2. De plus le temps entre 2 impulsions successives est plus faible que celui pendant lequel le monostable est à son niveau haut. En effet $T_1 = 0,3 \text{ sec} \ll T_2 = 3,63 \text{ sec}$, Par conséquent la sortie du CI2 restera à l'état logique 1 et la led 2 demeurera allumée.

20) On presse le B.P et on le maintient ainsi. Que se passe t-il pour la LED2 ?

La LED 2 s'éteint environ 3 sec après que le B.P eut été pressé.

Puisque l'une des 2 entrées de la porte NAND du 7400 est à l'état logique 0, la sortie 6 de ce TTL sera toujours au niveau 1 quelsoit l'état logique de la 2^e entrée. Cette porte bloque les impulsions de l'horloge par conséquent, le CI 2 n'est plus déclenché. Comme les impulsions de déclenchement ne passent plus, le CI 2 complète son cycle de monostable et emmène la sortie 2 (broche 3 du CI2) à son niveau bas. Le diagramme de temps suivant nous aide à mieux comprendre le fonctionnement de ce circuit:



3°) On relâche le B.P. Qu'observe-t-on ?

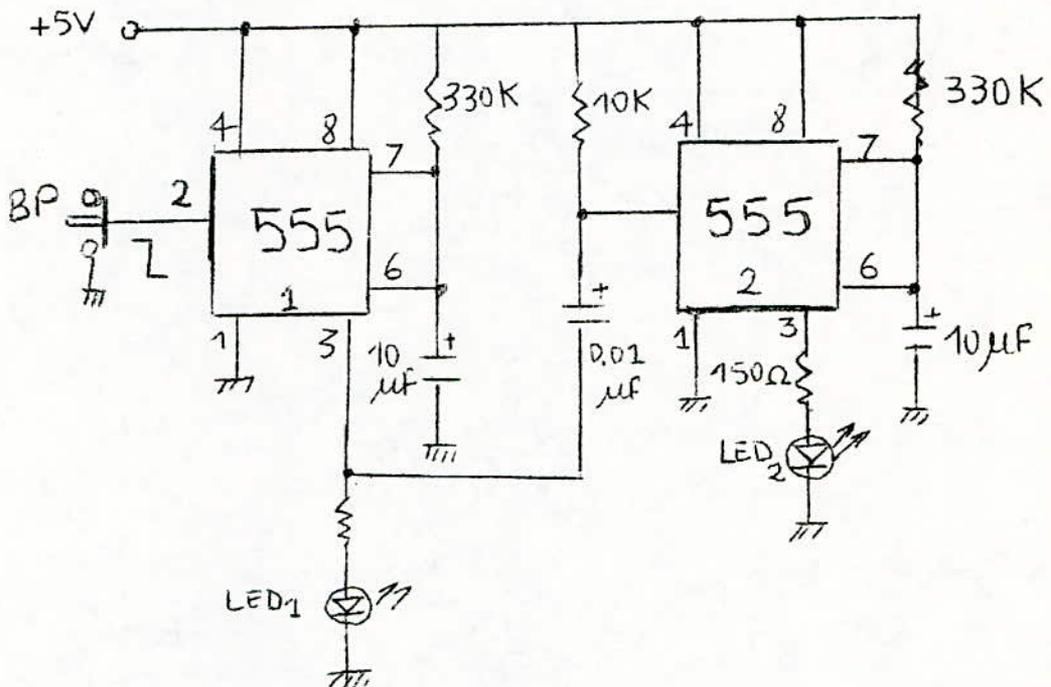
La LED 2 s'allume immédiatement puisque les impulsions de sortie du C I 1 déclenchent à nouveau le monostable. Par conséquent le C I 2 sert à détecter toute présence ou absence d'une impulsion, et la LED 2 sert comme un indicateur visuel.

EXPERIENCE 8

L'expérience consiste à démontrer le fonctionnement d'un temporisateur séquentiel à 2 CI 555.

(On note qu'il est possible de réaliser un séquenceur avec autant de CI que l'on veut. Ces CI seront montés en série).

On réalise le montage suivant:

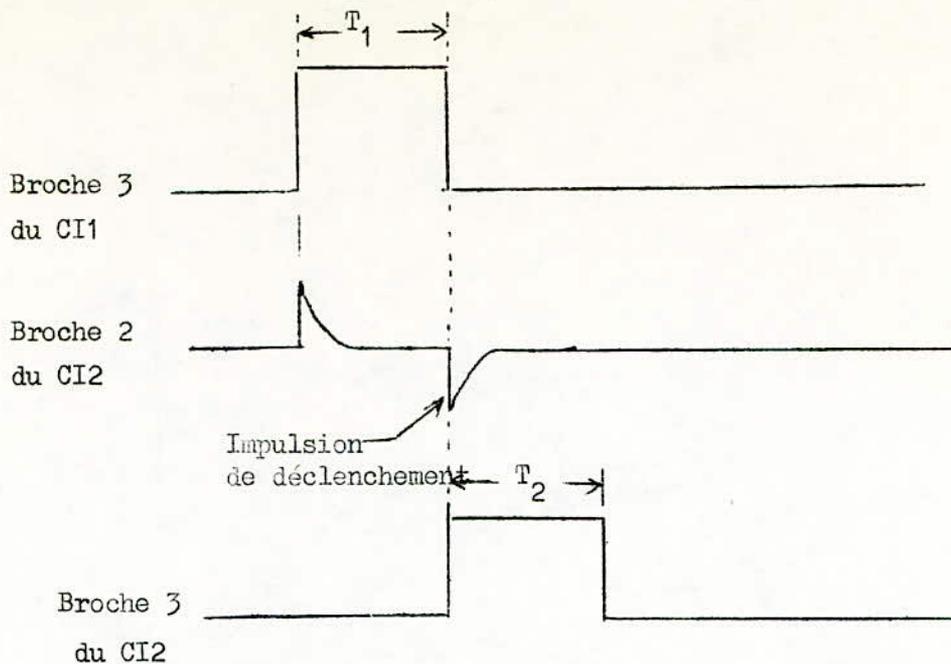


Chacun des 2 C I 555 fonctionne en monostable. La sortie du CI1 est reliée à l'entrée de déclenchement du CI2 par le différentiateur ($0,01\mu\text{F} - 10\text{K}\Omega$).

1°) On alimente le circuit : $V_{cc} = 5\text{v}$.

Les 2 LEDS sont éteintes. Sinon, il est possible que l'un des 2 multivibrateurs ait été déclenché au moment de l'alimentation du circuit? On attend alors, jusqu'à ce que les 2 LEDS s'éteignent.

2°) A présent les LEDS sont éteintes. Très vite, on presse et on relâche le B.P. Comment apparaissent les LEDS ? La LED 1 s'allume immédiatement. Après $T_1 = 4$ sec environ, elle s'éteint et la LED 2 s'allume à son tour durant 4 sec à peu près. Au front de montée de l'impulsion de sortie du 1^{er} monostable le différentiateur RC produit une impulsion positive qui n'a bien sûr aucun effet sur le 2^e monostable. Tandis qu'au front de descente une impulsion négative est produite au niveau de la borne 2 du CI2. Cette impulsion brève est suffisante pour déclencher le second "555". La sortie de CI2 restera à l'état logique 1 pendant $T_2 = 1,1 R_2 C_2$ sec ($R_2 = 330\text{K}\Omega$, $C_2 = 10\mu\text{F}$). Le diagramme de temps suivant illustre le fonctionnement de ce séquenceur.



On peut utiliser un 2^e B.P qui déclenche le CI2 mais l'avantage de ce montage est que la sortie d'un premier monostable déclenche automatiquement le monostable suivant. Par conséquent on peut monter en cascade autant de CI 555 que l'on désire. Ceci permet d'obtenir des temporisations très grandes sans avoir recours à des valeurs exagérées de R_T et C_T . La durée de chaque séquence peut-être ajustée à part et ne dépend que des éléments de temporisation du CI 555 correspondant. On a pu le vérifier avec les valeurs suivantes :

a- $R_{T1} = 680 \text{ K}\Omega$
 $C_T = 10 \mu\text{F} \Rightarrow T_1 \approx 8 \text{ sec}$

$\Rightarrow T_1 > T_2$

$R_{T2} = 330 \text{ K}\Omega$
 $C_{T2} = 10 \mu\text{F} \Rightarrow T_2 \approx 4 \text{ sec}$

b- $R_{T1} = 330 \text{ K}\Omega$
 $C_{T1} = 10 \mu\text{F} \Rightarrow T_1 \approx 4 \text{ sec}$

$\Rightarrow T_1 < T_2$

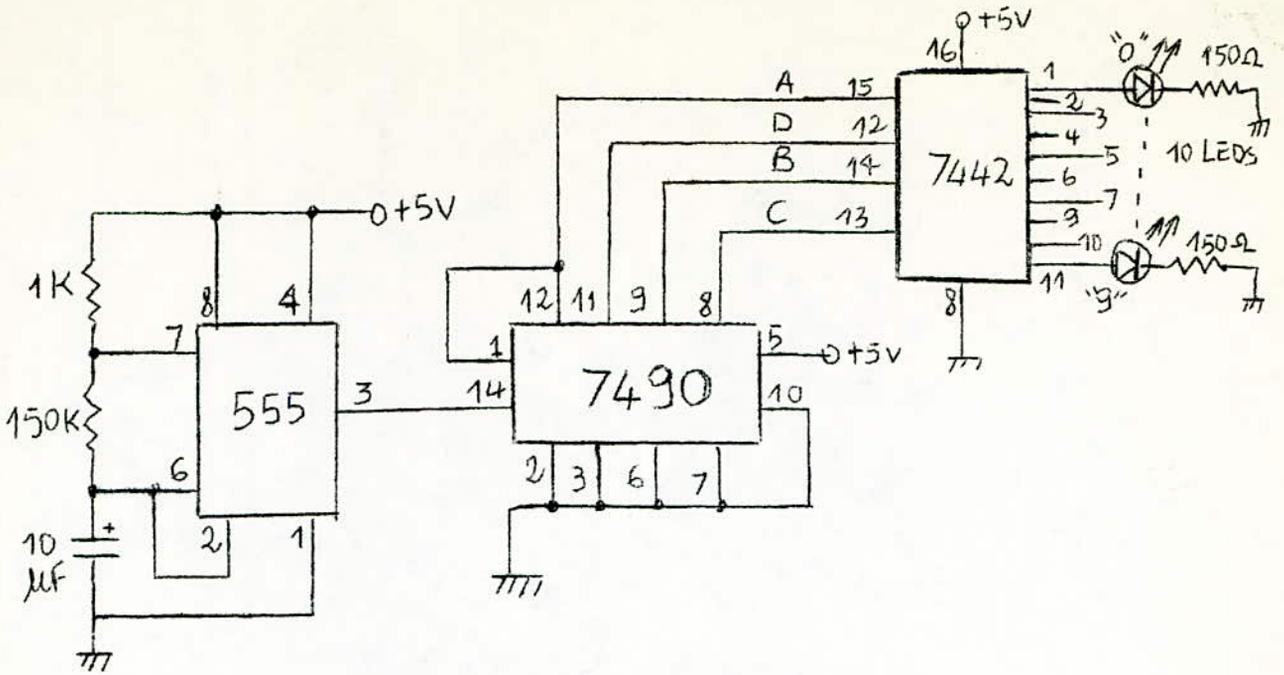
$R_{T2} = 680 \text{ K}\Omega$
 $C_{T2} = 10 \mu\text{F} \Rightarrow T_2 \approx 8 \text{ sec}$

EXPERIENCE 9

L'expérience consiste à démontrer le fonctionnement d'un séquenceur 10 lignes utilisant un C I 555.

On réalise le montage suivant :

(on utilise une LED pour chaque sortie).



1°) On alimente le circuit : $V_{cc} = +5v$

Toutes les LEDS sont allumées excepté une. La LED éteinte correspond à la séquence en cours, de l'horloge. Le CI 7442 est un décodeur 4 lignes-10lignes. Il convertit les 4 bits binaires du compteur 7490 en une des sorties décimales.

La table de vérité suivante nous décrit le fonctionnement du montage.

Impulsions de l'horloge	Entrées				Sorties									
	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
4	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
5	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
10	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
														etc

Les sorties changent d'état à la même vitesse.

EXPERIENCE 10

L'expérience consiste à démontrer le fonctionnement du C I 555 comme un trigger de Schmitt.

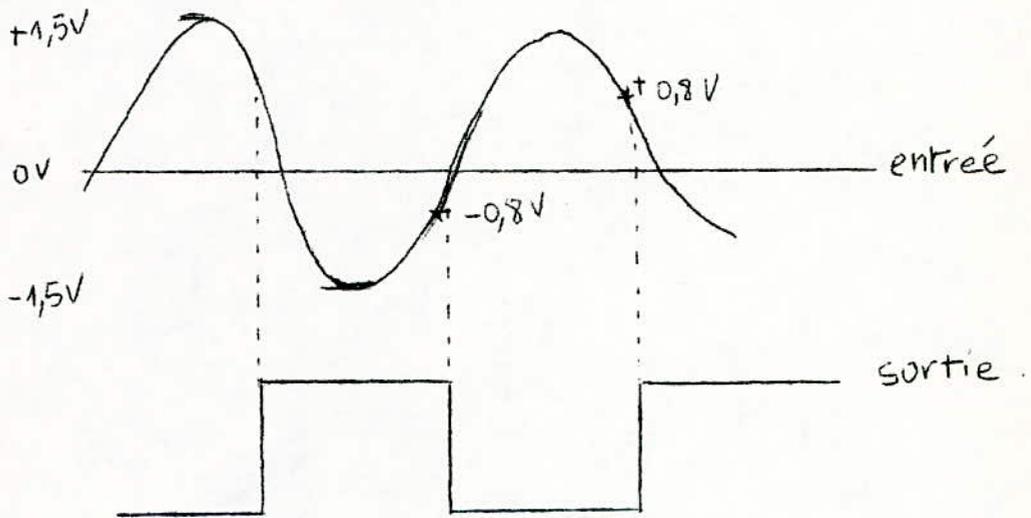
Pour cela, le montage de la fig. II-11 a été réalisé avec $R_1 = R_2 = 100K\Omega$

La fréquence du générateur de signaux est ajustée à 1 KHZ. L'amplitude de la sinusoïde est de 3 Volts (crête à crête).

On détermine à quel niveau de la sinusoïde la sortie passe de l'état logique 1 à l'état logique 0 et inversement.

La sortie du "555" passe du niveau haut au niveau bas lorsque le signal d'entrée atteint + 0,8v sur le front de descente de la sinusoïde, Elle passera du niveau bas au niveau haut lorsque le signal de sortie atteint -0,8v sur le front de montée de la sinusoïde, comme le montre la figure suivante.

Ces 2 niveaux de tension (+ 0,8v et -0,8v), lorsqu'ils sont additionnés à la tension de biais (+2,5v) établie par les 2 résistances de 100 K Ω , sont égaux aux 2 niveaux de tension des 2 comparateurs (seuil haut et seuil bas) établis aux points $+2/3 V_{cc}$ (3,3v) et $+ 1/3 V_{cc}$ (1,7v).



EXPERIENCE 11

L'expérience consiste à réaliser 2 circuits d'alimentation utilisant le C I 555.

I. Convertisseur dc - dc positif :

On réalise le montage de la fig V.1 avec:

$$C = 10 \text{ nF}$$

$$R_1 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 12 \text{ K}\Omega$$

1°) La tension d'alimentation V_{cc} varie entre 5v et 16v. Pour chaque valeur de V_{cc} on note une tension continue positive supérieure à V_{cc} , au niveau de la sortie.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant

+ V_{cc} (v)	5,1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
+ V_s (V)	7,8	9,5	11,5	13,5	15,5	17,6	19,5	21,6	23,6	25,6	27,6	29,4

On trace le graphe $V_S = f(V_{cc})$; (voir fig.11.1).

On remarque que la courbe obtenue est une droite de la forme : $V_S = a V_{cc} + b$

où a, et b sont des constantes.

On détermine a et b on trouve :

$$V_S = 2V_{cc} - 2,5 \quad (\text{en volts});$$

2°) En ajoutant une autre section diodes-capacités (réseau multiplicateur) on obtient l'équation suivante :

$$V_S = 3V_{cc} - 4,5 \quad (\text{en volts}).$$

3°) On vérifie que la régulation de la tension de sortie dépend de la valeur de la fréquence du CI 555. Pour cela, on prend les valeurs suivantes:

a - $R_1 = 330 \text{ K}\Omega$
 $R_2 = 10 \text{ K}\Omega \quad \Rightarrow f = 4,22 \text{ KHz}$
 $C = 1 \mu\text{F}$

b - $R_1 = 100 \text{ K}\Omega$
 $R_2 = 10 \text{ K}\Omega \quad \Rightarrow f = 1,2 \text{ Hz}$
 $C = 10 \mu\text{F}$

On remarque que pour les basses fréquences il y a instabilité. La tension de sortie est non régulée. En effet plus la fréquence est grande plus les recharges de C sont fréquentes et l'ondulation diminue.

II - Convertisseur dc - dc négatif :

On réalise le montage de la fig. V-2 avec :

$C = 10 \text{ nF}$
 $R_1 = 10 \text{ K}\Omega$
 $R_2 = 12 \text{ K}\Omega$

1°) La tension d'entrée V_{cc} varie entre 5 volts et 16v. Pour chaque valeur de V_{cc} (tension d'entrée) on note une tension continue, négative par rapport à la masse, au niveau de la sortie.

Les résultats obtenus sont les suivants :

+ V_{cc} (V)	5,1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
V_S - (V)	-2,50	-3,40	-4,35	-5,45	-6,35	-7,40	-8,40	-9,40	-10,40	-11,40	-12,40	-13,30

On trace le graphe $V_S = f(V_{cc})$ (voir fig. 11.2).

On remarque que la courbe obtenue est une droite de la forme :

$$V_S = a'V_{cc} + b' \quad (a, 'b' = \text{constantes})$$

On détermine a' et b' et on trouve :

$$V_S = -V_{cc} + 2,6 \quad (\text{en volts})$$

2°) A la broche 3 du CI 555 le signal de sortie de forme rectangulaire est appliqué par l'intermédiaire de C_2 au redresseur D_2 . Cette diode est associée à D_1 du même type. Le signal rectangulaire du point 3 étant transmis par un condensateur au système redresseur $D_1 - D_2$, les signaux se placent comme l'indique la figure suivante:

DC-DC > 0

$$V_S = f(V_{CC})$$

$$V_S = 2V_{CC} - 2,5$$

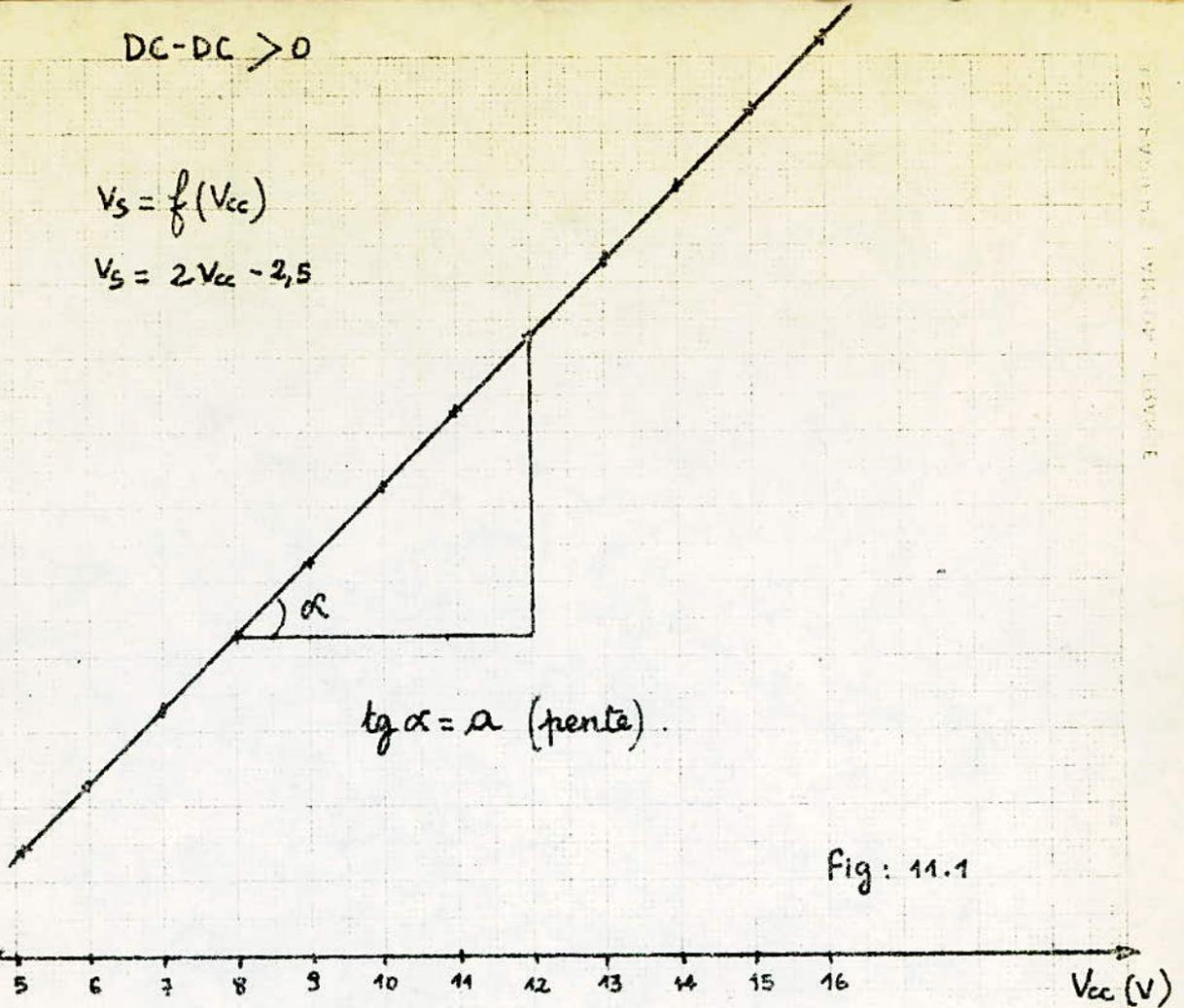


Fig: 11.1

DC-DC < 0

$$V_S = f(V_{CC})$$

$$V_S = -V_{CC} + 2,5$$

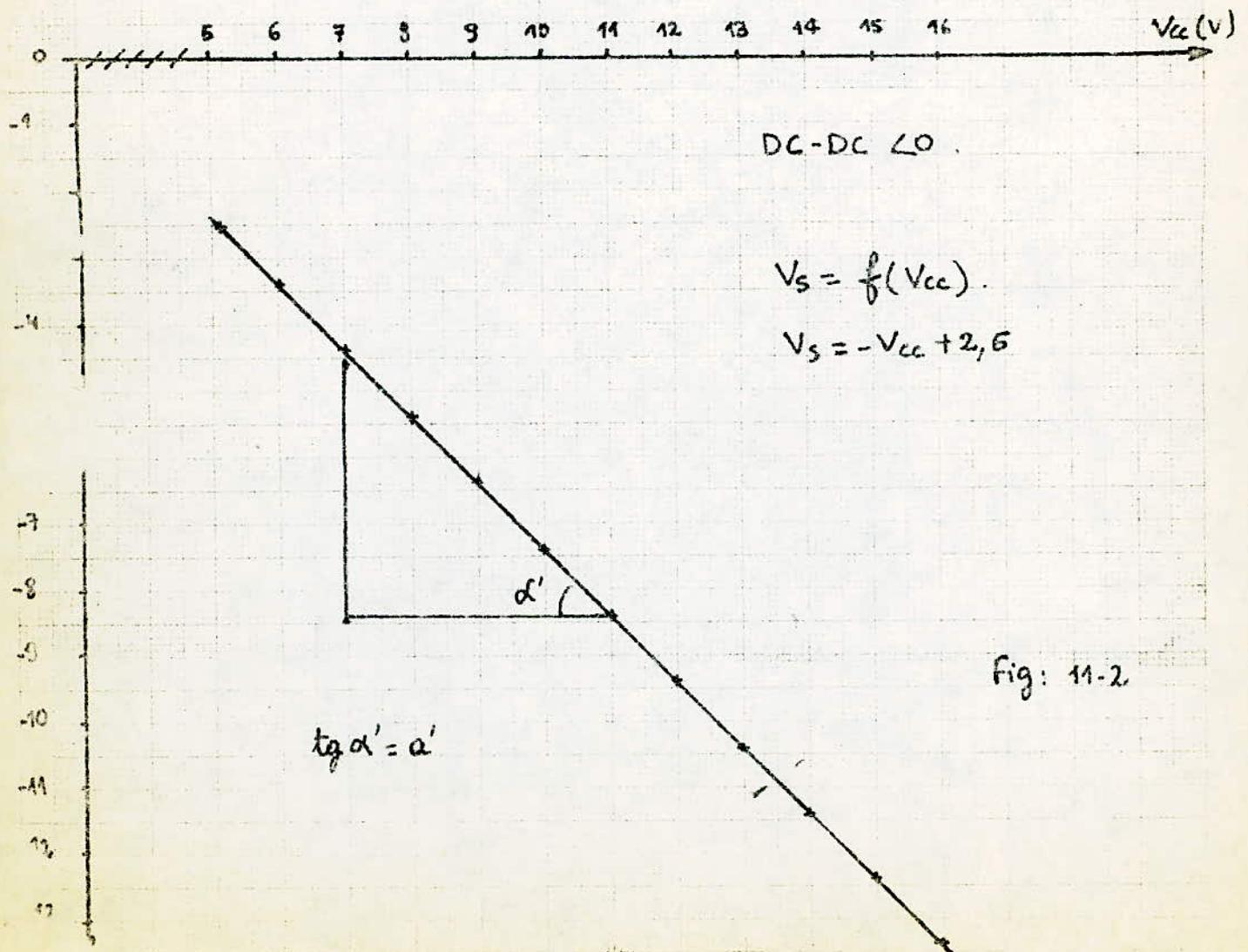


Fig: 11.2

IX- CONCLUSION

Ce présent travail nous confirme les avantages qui résultent de l'emploi des circuits intégrés en général et du "555" en particulier, dans le domaine de la technique des impulsions.

Dans le cadre de l'ouverture d'un post-graduation en électronique appliquée pour ingénieurs, le laboratoire "Acquisition et traitement de l'information sera amené à enseigner pendant les deux premiers semestres des cours spécialisés de techniques numériques. Pour illustrer ces cours un minimum de maquettes de démonstration seront indispensables. Nous pensons que celle que nous venons de réaliser conviendrait parfaitement pour les techniques numériques, que l'on met souvent en oeuvre dans les laboratoires.

Les étudiants pourront ainsi apprécier la simplicité des montages qui utilisent l'emploi du "555". En comparant les 2 circuits intégrés SN 74121 et "555" qui sont tous deux des monostables de précision, ils verront leurs aspects complémentaires. Nous avons vu que leurs gammes de fréquences se complètent, le premier délivrant les signaux de hautes fréquences et le second les temporisations de longues durées.

Cependant le CI 555 reste le circuit intégré le plus perfectionné vu les avantages énumérés dans le paragraphe VI.4.

Vu la rapidité de l'évolution de la technologie, nous pensons que les étudiants auront sous la main un circuit intégré plus performant.

BIBLIOGRAPHIE

HOWARD M. BERLIN : The 555 Timer
Applications Sourcebook,
With Experiments

TEXAS INSTRUMENTS : Seminaire Applications.

TEXAS INSTRUMENTS : Recueil de notes d'applications
RNA 5
RNA 1

Revue : LE HAUT - PARLEUR.

Electronique pratique :

- N° 9 OCT. 78

- N° 1605 16 Juin 77

RADIO PLANS

- N° 359 OCT. 77

- N° 344 Juillet 76

- N° 342 Mai 76

- N° 371 OCT. 78

- N° 372 NOV. 78

RADIO - Electronics

- Avril 75

- Fev. 76

Electronics

- N° 19 Sept. 74

Cours de technique des impulsions (FEN 176).

1 ex

13/79

UNIVERSITE DES SCIENCES
ET DE LA TECHNOLOGIE
D'ALGER

ECOLE NATIONALE
POLYTECHNIQUE

Annex

DEPARTEMENT D'ELECTRICITE
FILIERE D'INGENIEUR EN ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

ANNEXE

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية
المكتبة

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHÈQUE

TRAVAUX PRATIQUES
UTILISANT LE C.I 555

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية
— المكتبة —

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHÈQUE

Proposé par :

Mme. G. MONDON

Etudié par :

Mme. IBTIOUEN NOUALI Z.

Promotion JUIN 1979

UNIVERSITE DES SCIENCES
ET DE LA TECHNOLOGIE
D'ALGER

ECOLE NATIONALE
POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRICITE
FILIERE D'INGENIEUR EN ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

ANNEXE

UNIVERSITE DES SCIENCES
ET DE LA TECHNOLOGIE
D'ALGER

TRAVAUX PRATIQUES
UTILISANT LE C.I 555

ECOLE NATIONALE
POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRICITE
FILIERE D'INGENIEUR EN ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

ANNEXE

Proposé par :

Mme. G. MONDON

Etudié par :

Mme. IBTIOUEN NOUALI Z.

Promotion JUIN 1979



INTRODUCTION AUX TRAVAUX PRATIQUES

Ce fascicule de travaux pratiques est un annexe au projet de fin d'études "ETUDE DU CI 555 ET SES APPLICATIONS".

Les T.P présentés dans ce fascicule sont au nombre de huit. Les montages sont faciles à réaliser mais plusieurs précautions sont à prendre avant de les alimenter. En effet on doit :

- Vérifier toutes les connexions
- Couper l'alimentation chaque fois que l'on change la valeur d'un ou de plusieurs éléments de temporisation.
- respecter la gamme de la tension d'alimentation du CI 555 (5V - 16V)
- Alimenter le CI 555 sous une tension de +5V lorsqu'il est relié à la TTL.

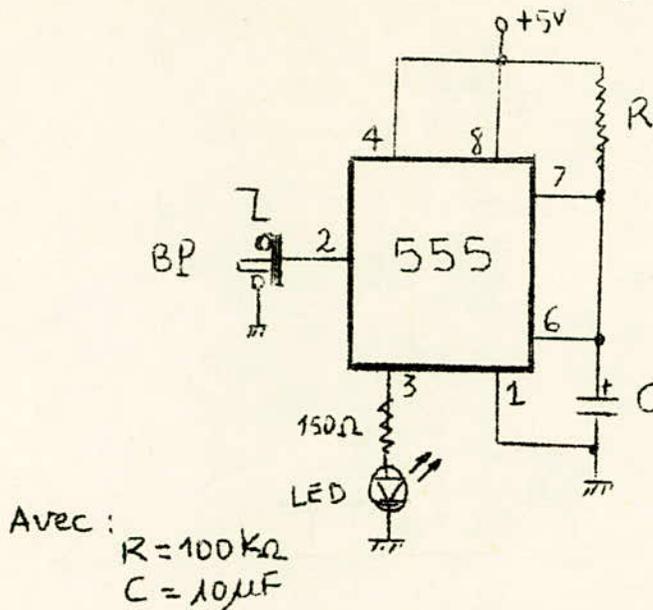
En annexes (1 et 2) nous présentons le brochage des circuits intégrés utilisés dans les T.P, et le code des couleurs.

T.P N°1

Le but de la manipulation est de démontrer le fonctionnement du CI 555 comme un multivibrateur monostable.

I. Fonctionnement en monostable :

1° Réaliser le circuit du montage suivant :



2° Expliquer le fonctionnement du montage.

3° Au contact, une impulsion d'entrée s'effectue à l'aide du bouton poussoir (BP) qui met à la masse le point 2 du CI.

4° Utiliser un chronomètre pour déterminer pendant combien de secondes la LED reste allumée après avoir appuyé et relâché très vite le B.P.

Utiliser les différentes combinaisons de R et C du tableau suivant, et déterminer pour chacune d'elles et de la même façon, la durée de temporisation T.

- Comparer les résultats obtenus avec ceux de l'équation $T = 1,1 RC$.
- Les résultats obtenus concordent-ils avec ceux de l'équation $T = 1,1 RC$. Expliquer. Faire le calcul de l'intervalle de confiance.
- La valeur mesurée se trouve-t-elle toujours dans l'intervalle de confiance ? Sinon, expliquer pourquoi ?
Quelle solution proposez-vous ?

R	C (μF)	T calculée (sec) $1,1 RC$	T mesurée (sec)	Intervalle de confiance
100 K Ω	10 μF			
100 K Ω	20			
100 K Ω	100			
330 K	10			
330 K	100			
680 K	10			
680 K	4,7 (5)			
1 M Ω	5 ou 4,7			
10 M Ω	0,1			
10 M Ω	1			
10 M Ω	4,7 (5)			

5] $R = 330 \text{ K}\Omega$
 $C = 10 \mu\text{F}$

Envoyer une impulsion à la borne 2 et durant l'allumage de la LED presser le B.P pendant à peu près 10 sec.

La LED s'est-elle éteinte après l'écoulement du temps $T = 1,1 RC$ sec ? Relâcher le bouton poussoir. Que se passe-t-il ? Justifier vos réponses.

6] $R = 1 \text{ M}\Omega$
 $C = 10 \text{ nF}$

On presse et on relâche le B.P aussi vite que l'on peut mais est-il possible d'observer ou même de prévenir le fonctionnement du CI 555 ? Pourquoi ?

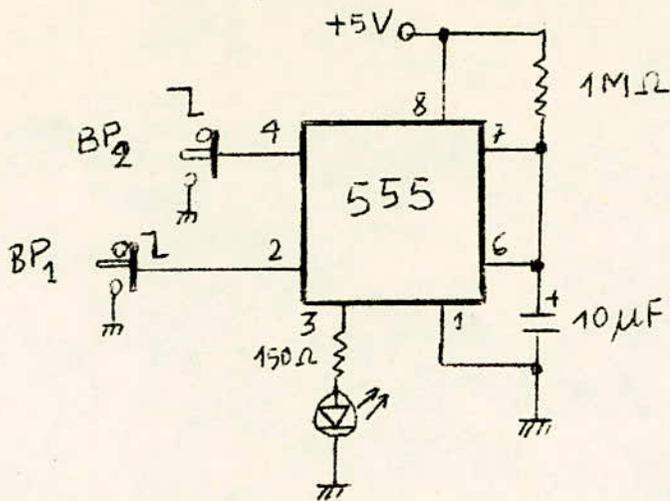
7] Avec $R = 1 \text{ M}\Omega$
 $C = 0,001 \mu\text{F}$

Refaire le 6^e.

La durée de temporisation est très faible et les impulsions de déclenchement doivent avoir une très grande fréquence. A votre avis, comment résoudre le problème ?

II - Démonstration de la fonction de la borne RAZ

1^o) Réaliser le circuit du montage suivant :
(utiliser 2 boutons poussoirs BP₁ et BP₂)



2^o) Rapidement presser et relâcher le bouton poussoir relié à la borne 2 du CI 555.
Quelle est la durée de temporisation.

Recommencer, mais avant l'extinction de la LED presser et relâcher le BP relié à la borne 4 (BP₂) - Que se passe-t-il ?

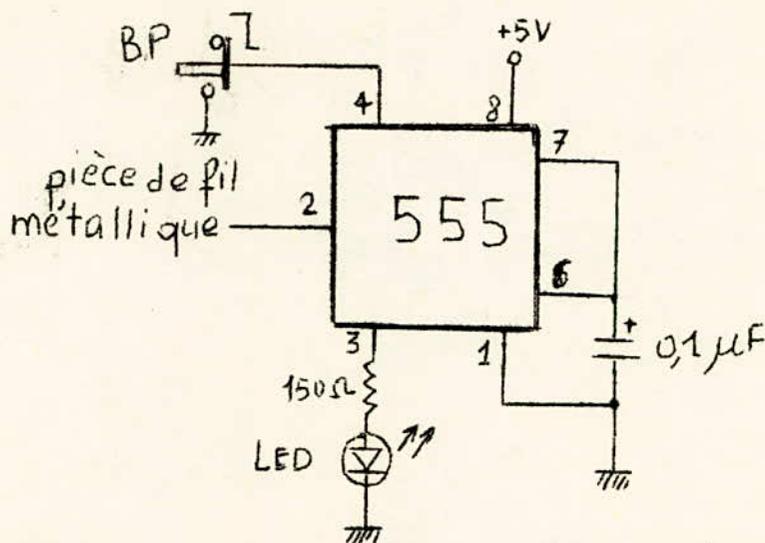
Conclusion.

Schématiser les observations par un diagramme de temps.

Le but du T.P est de démontrer le fonctionnement du CI 555 comme une touche-contrôle et la fonction de la borne de tension de commande (broche 5).

I. Fonctionnement du CI 555 comme une touche-contrôle avec R.A.Z :

1^o) Réaliser le montage suivant :



2^o) Initialement la LED doit être éteinte - Sinon, presser et relâcher le B.P, vous remettez à zéro le CI 555.

3^o) A présent toucher brièvement le bout du fil. La LED devra s'allumer, indiquant que la sortie est à son niveau haut ou à l'état logique 1. La LED s'éteindra-t-elle après, ? Expliquer.

4^o) Maintenant presser et relâcher le B.P qui est relié à la borne R.A.Z (broche 4). Comment apparaît la LED ? Par conséquent quel est l'état logique de la sortie ?

5^o) Répéter ces 2 dernières séquences plusieurs fois et démontrer que l'on peut changer alternativement le niveau de la sortie.

2^uen déduisez-vous ?

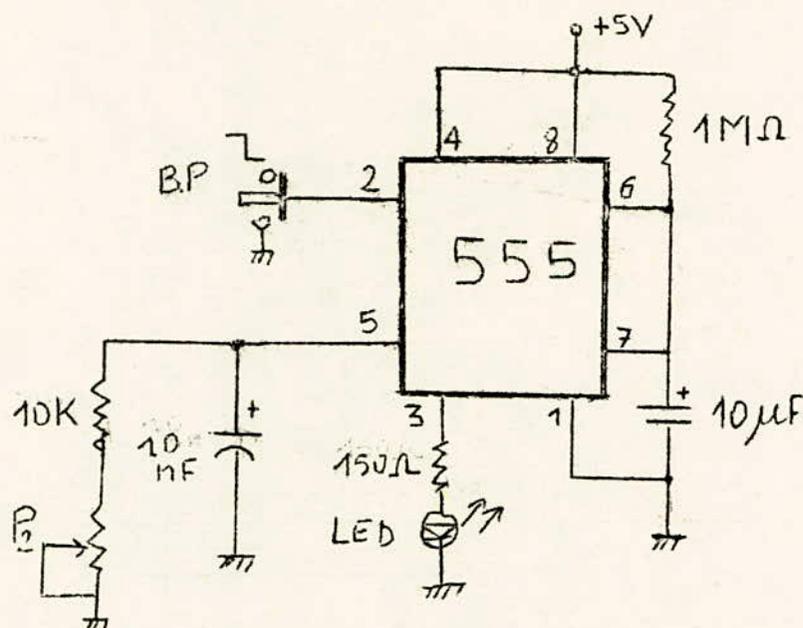
Le CI 555 connecté en monostable est-il susceptible aux bruits ou aux vibrations ?

6] Remettez à zéro le CI 555, et à l'aide d'un crayon effleurer le bout du fil métallique - La LED restera-t-elle allumée indéfiniment ? Conclure ?

II. Démonstration de la fonction de la borne de commande :

L'objet de cette expérience est de démontrer l'emploi de la borne de contrôle (broche 5) pour faire varier la durée de l'impulsion de sortie du CI 555 connecté en monostable.

10] Le schéma du montage de principe est le suivant :



2] Réaliser le montage ci-dessus en reliant la borne 5 à la masse seulement par l'intermédiaire de la capacité de 10nF.

Utiliser un chronomètre pour déterminer le temps durant lequel la LED s'est allumée, après avoir pressé et relâché le B.P. A quoi correspond ce temps ? Le comparer avec la valeur théorique ?

Vérifier que la valeur mesurée se trouve dans l'intervalle de confiance que vous deviez calculer en tenant compte des tolérances des éléments de composition.

3] Mettre en parallèle avec la capacité de 10nF une résistance de 100kΩ après avoir coupé l'alimentation. Alimenter et envoyer une impulsion à la borne 2, et noter le temps durant lequel la LED s'est allumée ?

Répondre les questions du 2^e.

4°] Couper l'alimentation - Mettre une résistance de $10\text{K}\Omega$ en parallèle avec $C=10\text{nF}$.
Refaire les questions du 2°].

5°] Expliquer vos résultats.
Retrouver (en faisant un calcul théorique) le terme multiplicatif : $\eta = -\ln\left[\frac{R+10}{3R+10}\right]$
Tracer le graphe correspondant à η en fonction de R sur papier logarithmique.

6°] Le schéma du montage donné au 1°] peut être réalisé simplement en reliant la borne 5 du CI 555 à la borne E_1 qui se trouve sur le panneau-avant - P_2 sera le potentiomètre correspondant.

Faire varier le potentiomètre P_2 pour avoir différentes durées de la pulsation de sortie en utilisant le graphe du 5°].

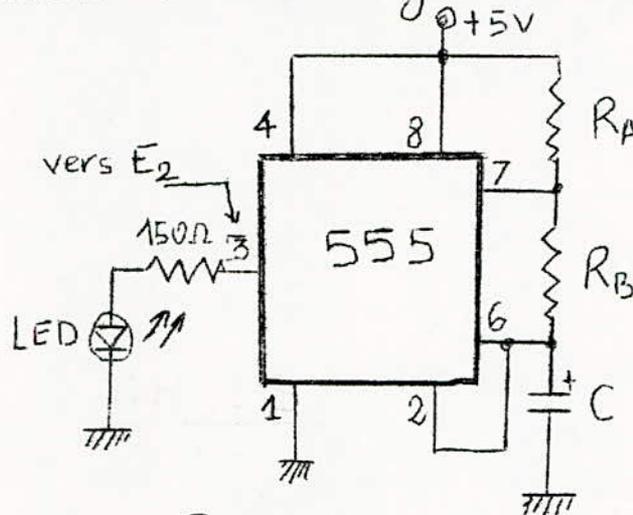
Quelles sont les limites de la temporisation
Quelle est la position du curseur qui donnera le temps de temporisation le plus court?
Le plus long?

Conclusion.

L'objet de la manipulation est de démontrer le fonctionnement du CI 555 comme un multi-vibrateur astable et l'influence des résistances de temporisation (R_A, R_B) sur la valeur du rapport cyclique.

I. Fonctionnement du CI 555 comme un astable:

Réaliser le montage suivant:



1° Prendre : $R_A = 10\text{k}\Omega$
 $R_B = 100\text{k}\Omega$
 $C = 10\mu\text{F}$

Mettre le montage sous tension, et observer que la LED s'allume et s'éteint périodiquement. A l'aide du chronomètre, compter le nombre de fois que la LED s'est allumée pendant une minute - Déduire la fréquence et la comparer par rapport à la valeur théorique donnée par l'équation :

$$f = \frac{1,443}{(R_A + 2R_B)C}$$

Les 2 valeurs concordent-elles ?

Faire le calcul de l'intervalle de confiance.

2° En utilisant les combinaisons suivantes des éléments de temporisation compléter le tableau suivant:

R_A ($K\Omega$)	R_B ($K\Omega$)	C (μF)	fréquence calculée	nombre de pulsations par mn	fréquence mesurée	Intervalle de confiance
10	100	10				
1	100	10				
100	100	10				
10	100	5				
1	1 M Ω	5				

3) Prendre $C = 0,001 \mu F$

Ce cas là ainsi que ceux des questions suivantes peuvent être observés sur un oscilloscope. Ce dernier est relié à la borne de sortie du CI 555 (broche 3).

Remarque : utiliser la borne E_1 pour découpler l'alimentation - La capacité de découplage relié à E_1 sert à filtrer les ondulations et les parasites. Pour cela : relier une borne de l'alimentation à l'entrée C_d .

4) Mettre le montage sous tension et observer la LED. Comment nous apparaît-elle ? Observer le signal de sortie sur l'oscilloscope et déterminer sa fréquence - Justifier alors la réponse sur l'apparition de la LED.

5) $R_A = 1 K\Omega$
 $C = 0,001 \mu F$.

a) Déterminer, à l'aide de l'oscilloscope la fréquence du signal de sortie du CI 555, et la comparer avec la valeur calculée pour chacune des valeurs de R_B donnée par le tableau suivant. Connaissant la tolérance de chaque élément déterminer l'intervalle de confiance.

b) Vérifier que la tension de sortie est de l'ordre de V_{cc} (la LED étant déconnectée), et que la tension aux bornes de C , (V_c), est bien comprise entre $\frac{1}{3}V_{cc}$ et $\frac{2}{3}V_{cc}$. Observer le signal aux bornes de C , en reliant la

bornes de la capacité C en reliant la borne 6 (ou 2) du "555" à l'une des entrées de l'oscilloscope.

R_B (k Ω)	Fréquence calculée	Fréquence observée	Intervalle de confiance	Tension de sortie V_s
1M Ω				
680				
330				
100				
68				
47				
22				
15				
10				
4,7				
3,3				
3				
1,8				

6) En utilisant la valeur 1,8 k Ω pour R_B , on peut voir une allure irrégulière, faussée et sans méthode, sur l'oscilloscope - Faire le calcul de cette fréquence du signal de sortie. Cette valeur appartient-elle à la gamme de fréquence que peut délivrer le CI 555?

II - Influence des résistances de temporisation sur la valeur du rapport cyclique :

Réaliser le montage précédent avec :

$$R_A = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_B = 100 \text{ k}\Omega$$

$$C = 10 \text{ nF}$$

7) Alimenter le circuit : $V_{CC} = +5 \text{ V}$.

Relier la sortie du CI 555 (borne 3) à l'oscilloscope.

a - Observer le signal de sortie et relever :

- la période
- la fréquence
- le rapport cyclique.

b - Calculer la période et la fréquence de l'oscillateur. Définir le rapport cyclique et le calculer.

c. Comparer les résultats de a) et b) et faire le calcul des intervalles de confiance.

2°) Refaire le 1°) pour $R_A = 100\text{K}\Omega$
 $R_B = 47\text{K}\Omega$, $C = 10\text{nF}$
Quelle conclusion pouvez-vous en tirer?

3°) En vous aidant des graphes qui donnent respectivement la fréquence en fonction des éléments de temporisation et celui qui donne le rapport cyclique en fonction de R_A et R_B (ou bien à l'aide d'un calcul) essayer différentes combinaisons des résistances pour donner une vaste gamme du rapport cyclique.

Pour vous aider nous vous proposons le tableau suivant :

$$C = 10\text{nF}$$

R_A	R_B	période T	fréquence f	rapp. cycl. D	Int. de confiance
1K Ω	100K				
150K	22K				
150K	20K				
200K	2K				

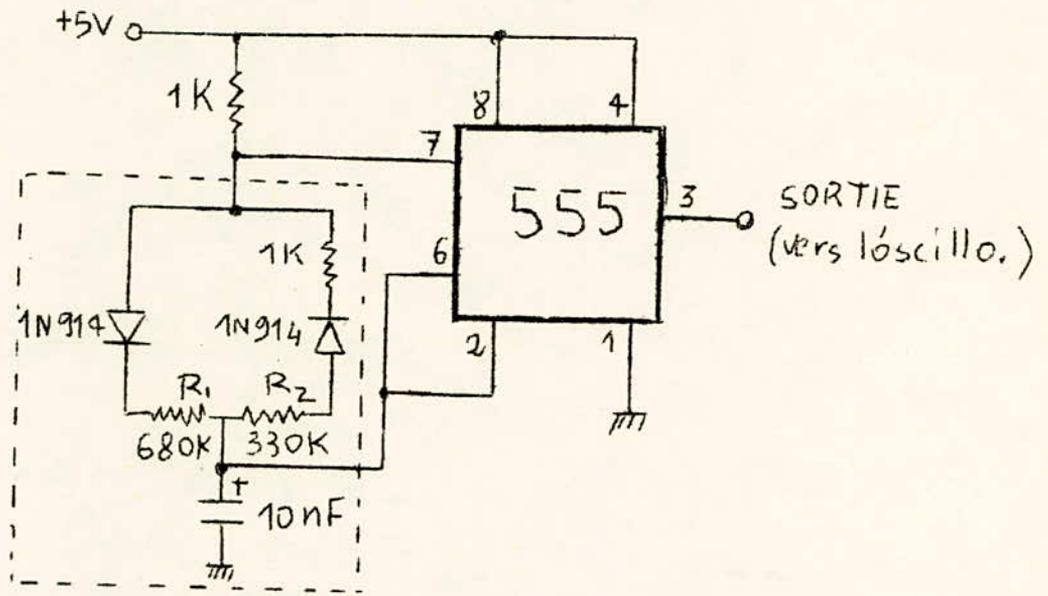
Vous devez conclure qu'il est difficile de faire varier le rapport cyclique tout en gardant la fréquence de sortie constante. Ce montage n'est pas très pratique, mais d'autres circuits peuvent résoudre le problème (voir TP n°4).

T.P N°4

Le but de la manipulation est l'étude de quelques générateurs de signaux utilisant le CI555.

I. Générateur de signaux rectangulaires à Fréquence Fixe et rapport cyclique variable :

Réaliser le montage suivant :



La section encadrée en pointillés est déjà réalisée sur le circuit imprimé : il suffit de relier les bornes 6 et 7 du "555" respectivement aux bornes E_{12} et E_{10} qui se trouvent sur la plaque-avant.

1°) Alimenter le montage.

Observer le signal de sortie et relever la fréquence, la période et le rapport cyclique.

2°) Couper l'alimentation et interchanger les résistances R_1 et R_2 : ceci peut-être réalisé en reliant la borne 7 du "555" à l'entrée E_{19} . Alimenter le circuit et refaire les questions du 1°).

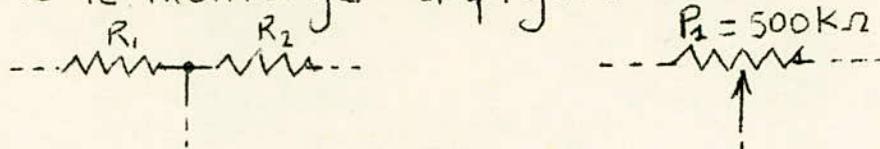
3°) - Définir la valeur de la fréquence de ce circuit sachant que la tension directe aux bornes de chaque diode, 1N914, est de l'ordre de 0,6V -

- Définir le rapport cyclique. Le calculer.

- Comparer alors les résultats obtenus au 1° et 2° - Suivant la valeur de R_1 par rapport à R_2 ou inversement, quelle conclusion pouvez-vous

déduire pour la valeur du rapport cyclique?
 La Fréquence changera-t-elle? Justifier vos réponses -

4^o) Couper l'alimentation et remplacer les résistances 680K et 330K par un potentiomètre P_1 de 500k Ω comme le montage la figure suivante:

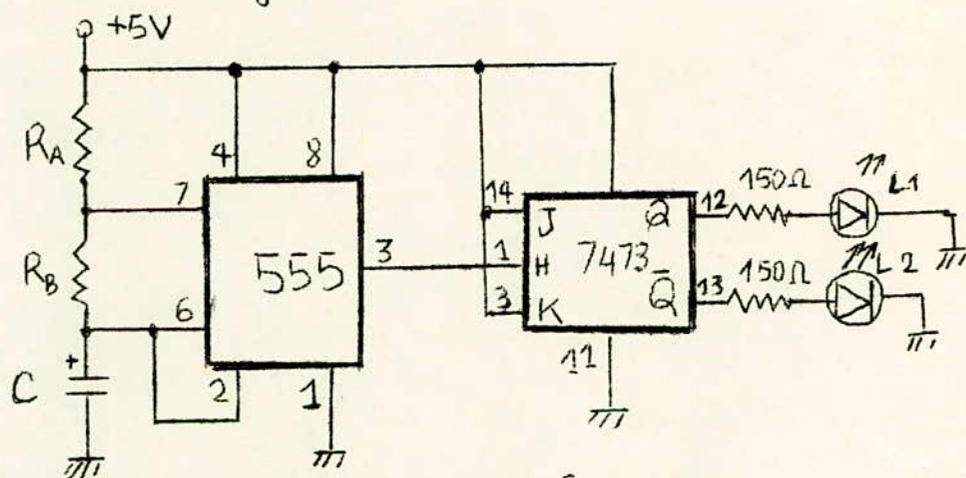


Ceci peut-être réalisé en reliant la borne 7 du CI 555 à la borne E_8 (E_{12} étant toujours reliée à la broche) Reconnecter l'alimentation et faire varier P_1 d'une extrême à l'autre. Qu'observez-vous relativement à la fréquence et au rapport cyclique du signal de sortie. Concluer.

II - Générateur de signaux symétriques:

Nous présentons un exemple de générateur symétrique ($D=50\%$) qui utilise en plus du "555" une bascule J-K.

Réaliser le montage suivant:



1^o) $R_A = 1K$, $R_B = 10K$, $C = 100\mu F$.

Alimenter le montage.

Utiliser le chronomètre et déterminer la Fréquence - Comparer le résultat obtenu avec la valeur théorique Remarque -

Comment apparaissent les 2 LEDS ?

2^o) Refaire le 1^o avec $R_A = 15K\Omega$, $R_B = 10K\Omega$. Déduire les chronogrammes des sorties 3, 12 et 13. Conclusion sur les fréquences.

3^o) La borne 12 correspondra à la sortie du montage. Quelle est, alors, le rapport cyclique du signal de sortie.

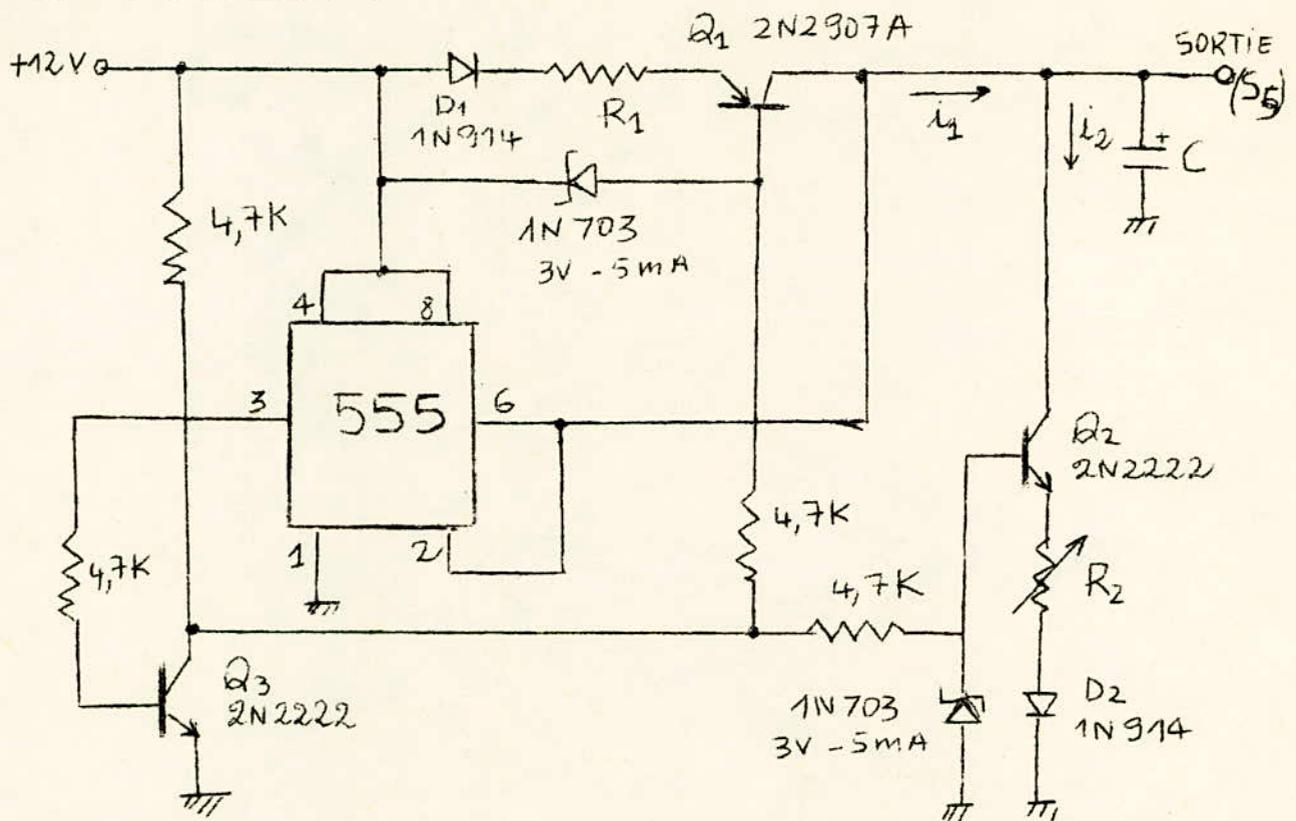
4^o) $R_A = 1K\Omega$, $R_B = 10K\Omega$, $C = 1\mu F$ (ou $0,1\mu F$).

Comment apparaissent les LEDs ? Expliquer.
Observer les signaux des sorties 3, 12, et 14 à l'oscilloscope et confirmer vos réponses précédentes.

Remarque : Pour les fréquences qui dépassent 50kHz utiliser la capacité de découplage : Pour cela relier la borne de l'alimentation à l'entrée C_d.

III. Générateur de dents de scie :

Le montage que l'on propose pour ce générateur est le suivant :



Tous les composants discrets de ce montage se trouvent sur le circuit imprimé avec :

$R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$

$R_2 = \text{potentiomètre } 10 \text{ k}\Omega$

$C = 10 \text{ nF}$

(voir le carré n°7 du circuit imprimé)

10/ Expliquer brièvement le fonctionnement du montage. Quel est le rôle du transistor :

- Q₁

- Q₂

- Q₃

2ue représentent les courants I_1 et I_2 .

20/ Réaliser le montage ci-dessus. Pour cela : Relier les bornes 3 et 6 du "555" respectivement à E₅ et S₅. La borne 1 sera reliée à la masse, 4 et 8 à +V_{cc} = 5V - La sortie S₅ sera reliée à l'oscilloscope.

- Quelle est la forme du signal observé ? Déterminer sa fréquence et le rapport cyclique.

3) Repérer le potentiomètre R_2 qui se trouve sur le circuit imprimé. Faites ~~le~~ varier le curseur d'un bout à l'autre (en faisant tourner la vis du potentiomètre) et observer le signal de sortie

- Déterminer les valeurs limites de la fréquence et du rapport cyclique.

- Quel forme a le signal lorsque :

$$R_2 < R_1$$

$$R_2 = R_1$$

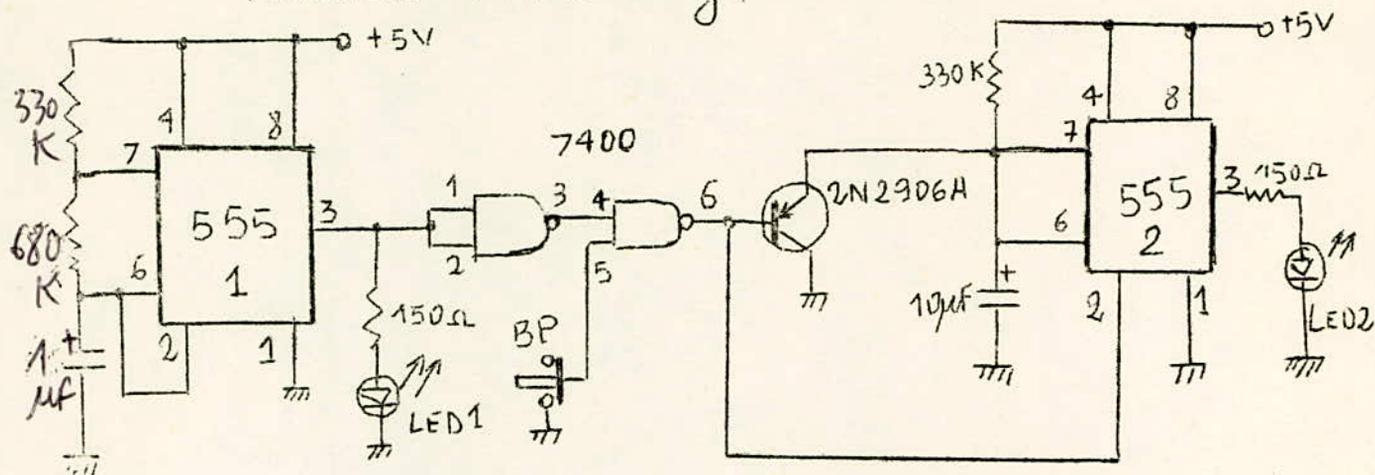
$$R_2 > R_1$$

Expliquer pourquoi.

L'objet de la manipulation consiste à démontrer quelques applications du CI 555 fonctionnant en monostable.

I. Détecteur de défauts de signaux :

Réaliser le montage suivant :



Faire attention aux connexions du transistor. Le collecteur est déjà relié à la masse. L'émetteur et la base sont représentés successivement par les bornes E et B qui se trouvent sur le 3^e support de circuit intégré de la plaque - avant à partir de la gauche.

Relier les bornes 7 et 5 du TTL 7400 respectivement à la masse et à +5V.

1°] Les CI 555 sont-ils connectés en oscillateurs. Justifier vos réponses.

2°] Mettre le montage sous tension. Observons que la LED1 s'allume et s'éteint avec une très faible vitesse. Calculer la Fréquence de cet oscillateur ? Cette valeur concorde-t-elle avec la valeur théorique ? La comparer par rapport aux valeurs limites de l'intervalle de confiance. La LED2 est-elle allumée ou éteinte ? Expliquer pourquoi ?

3°] En pressant le B.P sans le relâcher, nous relierons la borne 5 du TTL 7400 à la masse. Quel est l'état logique de la sortie du monostable ? Expliquer pourquoi ?

4°] Relâcher le B.P. Que fait la LED2 ?

5°] Représenter à l'aide d'un diagramme de

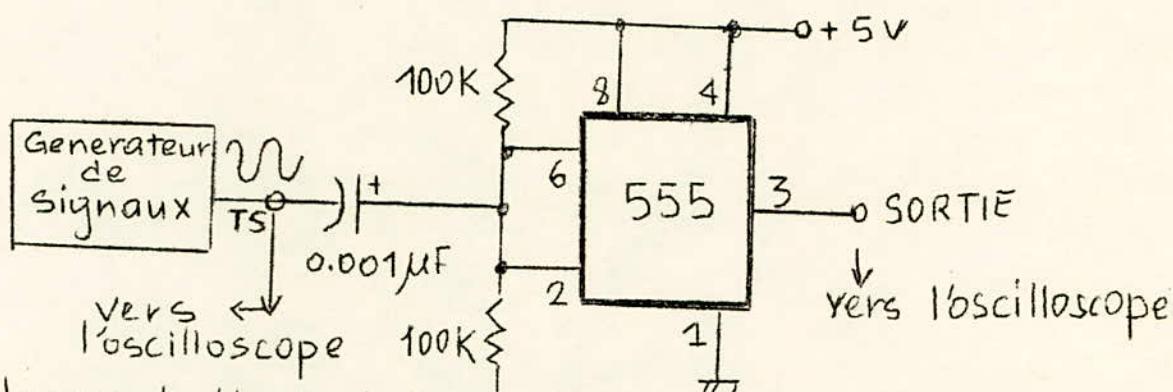
temps les différentes étapes de cette expérience.
Et déterminer, alors la Fonction de chacun des 2 CI 555.

II - Trigger de Schmitt :

Cette partie consiste à démontrer le fonctionnement du "555" comme un trigger de Schmitt -

L'expérience exige un générateur de signaux et un oscilloscope à 2 traces.

1°) Réaliser le montage suivant :



La borne de l'entrée du Trigger de Schmitt est indiquée sur la plaque-avant (elle est notée par T.S).
La capacité de $0.001\mu\text{F}$ est déjà reliée à la borne 2 du CI 555.

2°) Alimenter le montage.

Ajuster le générateur de manière à ce qu'il délivre un signal sinusoïdal à 1 KHz de fréquence et 3 volts crête à crête.

Déterminer (quel) est le niveau en tension de la sinusoïde qui fait passer la sortie de l'état logique 1 à l'état logique 0 et inversement ?

Expliquer - Conclusion

3°) Relever les signaux observés (bornes 3 et 2)

4°) Déterminer le niveau minimum de la tension d'entrée (crête à crête) qui permet le fonctionnement et la gamme de fréquence de ce signal.

Refaire les questions du 2° et 3° avec ce niveau minimum de la tension d'entrée (ou tension du générateur).

5°) Prendre, pour les valeurs des résistances, $10\text{K}\Omega$ au lieu de $100\text{K}\Omega$ -

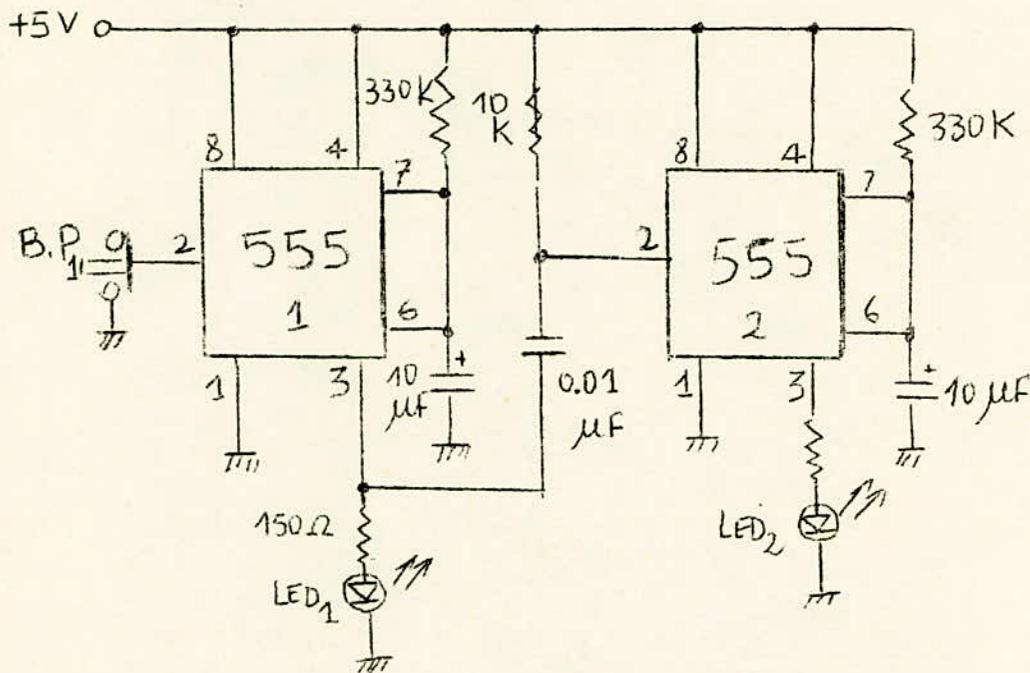
Refaire les questions du 4°.

T.P N°6

Le but de la manipulation consiste à réaliser et à étudier un temporisateur séquentiel à 2 CI 555 et un séquenceur 10 Lignes.

I. Temporisateur séquentiel :

Réaliser le montage suivant :



1] Que représente le réseau RC ($10k\Omega - 0,01\mu F$) ?
Quel est son rôle.

• Quel est, alors, le mode de fonctionnement de chacun des 2 CI 555 ?

2] Alimenter le montage : $V_{CC} = +5V$
Attendre que les 2 LEDs soient éteintes.
Presser et relâcher rapidement le B.P. Que font les 2 LEDs ?

- Expliquer le fonctionnement du montage.
- En déduire le diagramme de temps correspondant
- Calculer la période et la fréquence de chacun des 2 "555".
- N'y a-t-il pas un autre moyen pour faire fonctionner le montage ou plus particulièrement le second 555

Si oui faites l'expérience, et noter la différence entre les 2 montages ou l'avantage de l'un par rapport à l'autre.

3] Refaire le 2^e avec :

a- $R_{T1} = 680K\Omega$
 $C_{T1} = 10\mu F$

$R_{T2} = 330K\Omega$
 $C_{T2} = 10\mu F$

b- $R_{T1} = 330K\Omega$
 $C_{T1} = 10\mu F$

$R_{T2} = 680K\Omega$
 $C_{T2} = 10\mu F$

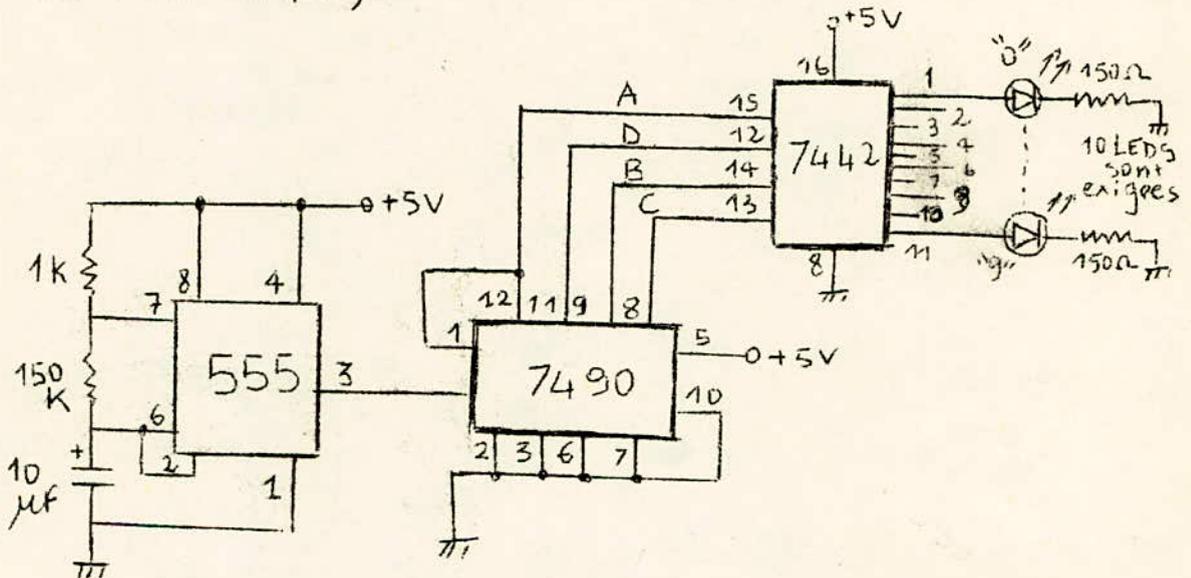
- R_{T1} et C_{T1} sont les éléments de temporisation du CI 1.
- R_{T2} et C_{T2} " " " " " " " "
- du CI 2.

Quelle est l'avantage de ce montage.

II - Séquenceur 10 lignes :

L'objet de la 2^e partie (II) est la réalisation d'un séquenceur 10 lignes utilisant un CI 555. De plus on pourra vérifier la compatibilité de ce CI avec les circuits T.T.L.

- 1° Réaliser le montage suivant :
 (on utilise une LED pour chacune des 10 sorties du TTL 7442).



- 2° - Quel est le mode de fonctionnement du "555".
 - Quel est le rôle du TTL 7490
 - Quelle est la fonction du TTL 7442.
 - Expliquer le fonctionnement du montage.

3° Alimenter le montage $V_{cc} = +5V$
 Observer chaque sortie. Comment apparaissent les LEDs ?
 En déduire la table de vérité décrivant le fonctionnement.

4° Donner les chronogrammes.

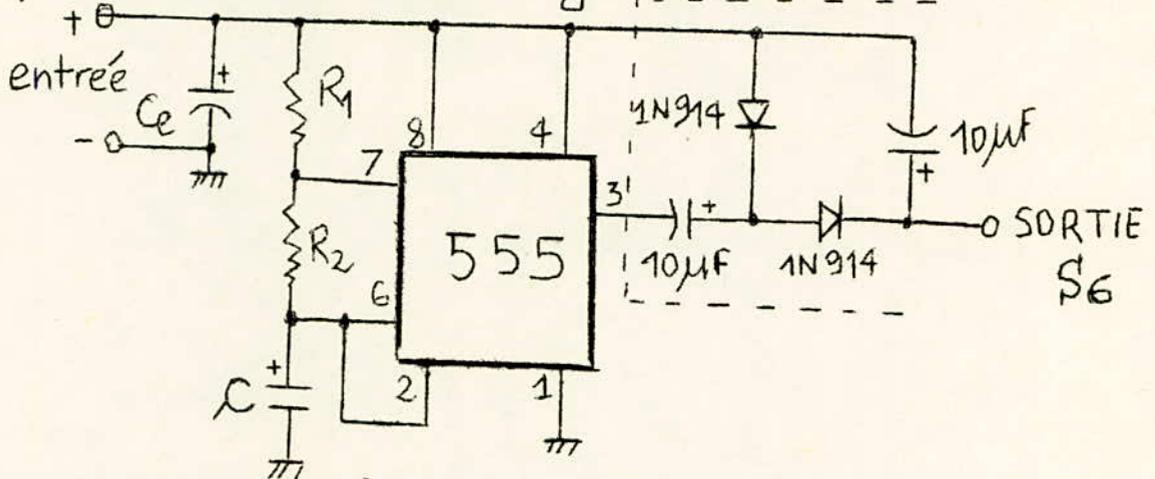
T.P N°7

Le but de la manipulation est de réaliser des circuits d'alimentation utilisant le CI 555.

I. Convertisseur dc-dc positif:

L'expérience consiste à démontrer la conversion d'une tension continue positive en une autre tension continue plus élevée.

1) Réaliser le montage suivant: --



Prendre: $R_1 = 10k\Omega$, $R_2 = 12k\Omega$, $C = 10nF$.
La section diodes-capacités sont sur le circuit imprimé. Il suffit de relier la borne 3 du "555" à la borne E_6 . La sortie correspondra à la borne S_6 . Relier la borne alimentation à la borne C_d

2) Déterminer la fréquence du générateur d'impulsions. Est-elle en accord avec la valeur théorique. Confirmer votre réponse.

3) Faites varier la tension d'entrée V_e de +5V jusqu'à 16volts par pas de 1volt - Noter la tension de sortie V_s pour chaque valeur de V_e - Noter la tension à la borne 3 du CI 555, la comparer à V_e - A quoi est dû l'écart? Expliquer.

4) Donner les résultats sous forme de tableau. Tracer la courbe $V_s = f(V_e)$. Quelle forme a-t-elle? Déduire son équation.

5) Prendre: $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 4,7k$, $C = 10nF$.
Refaire les questions 2, 3, et 4.

6) Prendre: a/ $R_1 = 47k$, $R_2 = 10k$, $C = 10\mu F$
b. $R_1 = 330k$, $R_2 = 10k$, $C = 1\mu F$

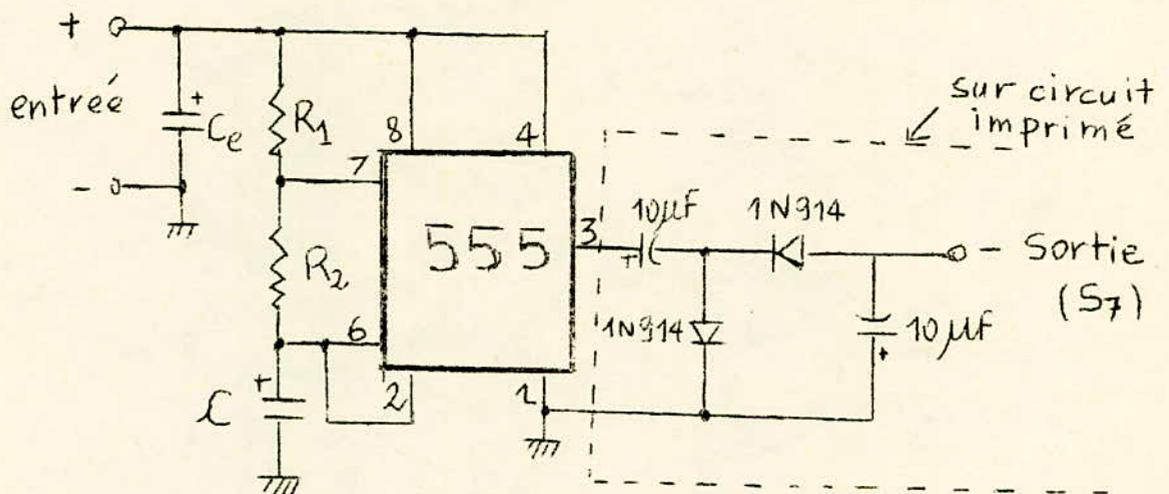
Refaire les questions 2°, 3°, 4° pour les 2 cas a) et b)

7° Comparer les résultats obtenus aux 5° et 6° par rapport à ceux obtenus avec le montage du 1°. Expliquer en faisant un schéma - Conclusion.

II. Convertisseur dc-dc négatif:

L'expérience consiste à démontrer la conversion d'une tension continue positive en une autre tension continue, négative par rapport à la masse.

1° Réaliser le montage suivant:



Prendre : $R_1 = 10\text{ k}\Omega$
 $R_2 = 12\text{ k}\Omega$
 $C = 10\text{ nF}$

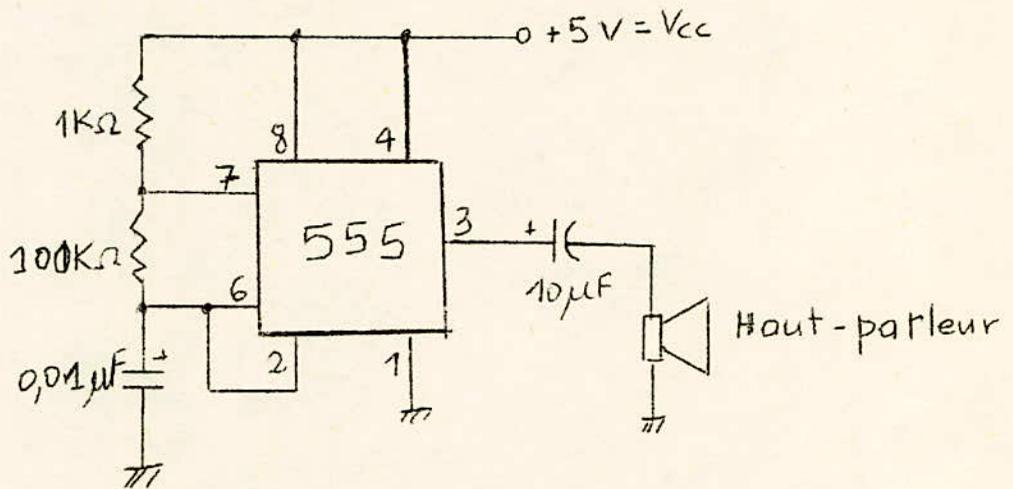
Relier la borne 3 du "555" à la borne E7. La sortie correspondra à S7. Refaire toutes les questions de I.

TP. N°8.

L'objet du T.P est la réalisation d'oscillateurs audibles utilisant le CI 555.

I - Oscillateur audible à un ton :

Réaliser le montage suivant :



1] Alimenter le montage. $V_{cc} = +5V$.
On peut entendre un son de fréquence f . Calculer cette fréquence ?

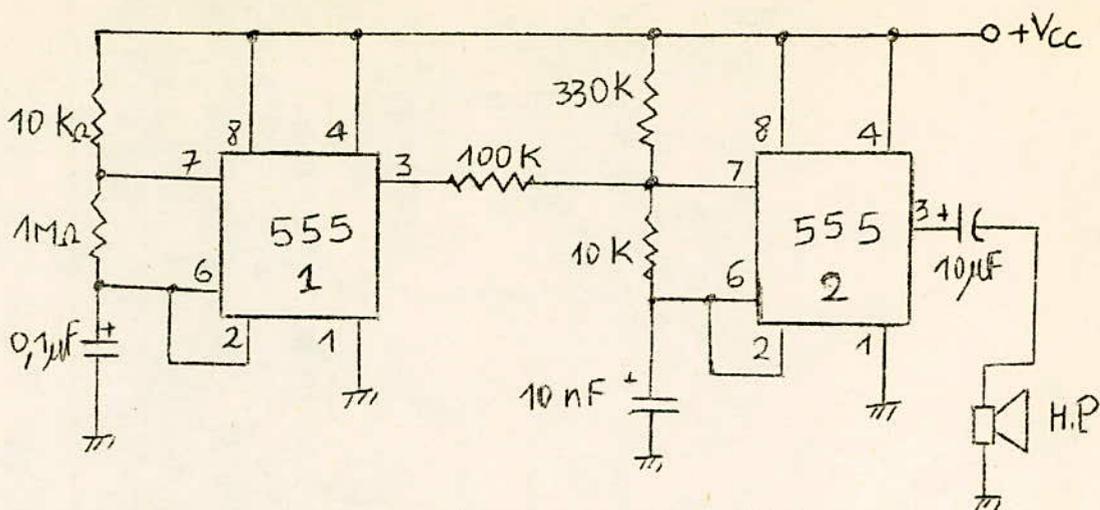
2] Placer, l'index de chacune de vos mains sur un des 2 bords de la résistance de $100K$.
Le son que l'on entend est-il plus aigu ou plus grave par rapport à 1] (remarquons, que la résistance entre les 2 mains est d'environ $200K\Omega$).

3] Couper l'alimentation de la borne 4 et laisser cette broche en l'air - Que se passe-t-il ?

4] Relier la borne 4 à la masse. Que se passe-t-il ?

II. Oscillateur audible à 2 tons :

Réaliser le montage suivant :



1°] Alimenter le montage ; $V_{cc} = +5V$

a- Qu'entendez-vous ?

b- Déterminer la fréquence du CI 2.

Expliquer et justifier la réponse du a).

2°] Le circuit étant toujours alimenté, déconnecter la résistance de 100 KΩ. Quelle est la fréquence du son émis ? A quel CI correspond-t-elle ?

Expliquer alors la différence entre les résultats du 1^{er} et 2^e.

3°] Couper l'alimentation et remplacer la capacité de 0,1 μF par une capacité de 1 μF ou 1,6 μF.

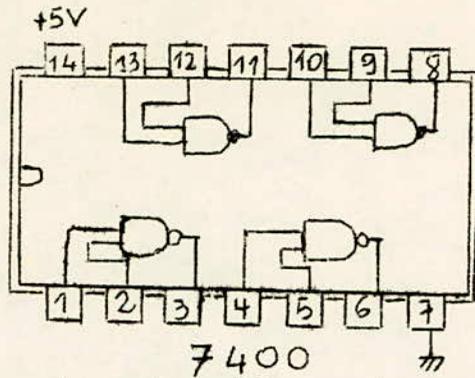
Alimenter le circuit. La vitesse est à présent faible, Remettre la résistance de 100 KΩ. Les deux tons

($f_1 = 400 \text{ Hz}$, $f_2 = 1,5 \text{ kHz}$) sont facilement distingués.

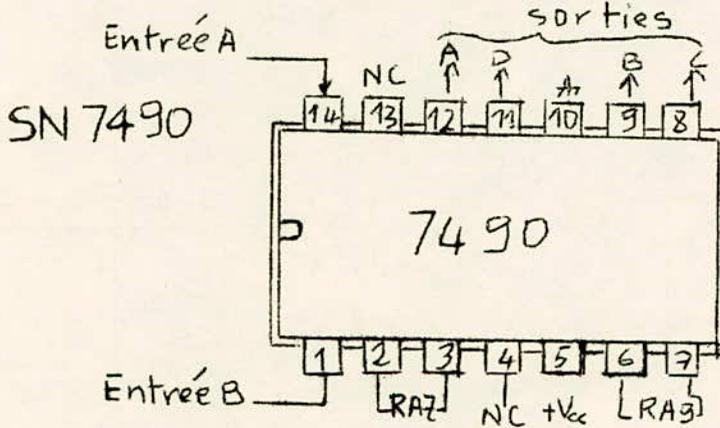
ANNEXE 1

Le brochage de tous les circuits intégrés, autres que le '555', utilisés dans les travaux pratiques, est le suivant :

SN 7400

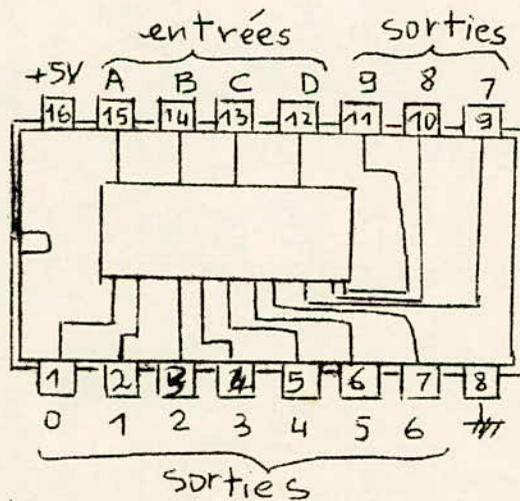


7400
4 portes NAND à 2 entrées



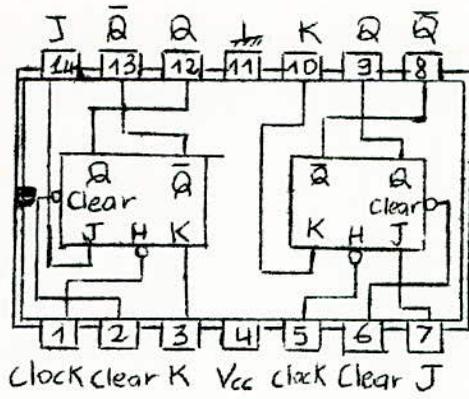
SN 7490

SN 7442



7442 Décodeur BCD → décimal

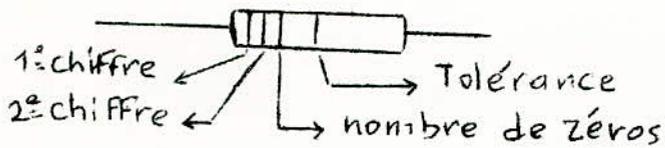
SN 7473 N



ANNEXE 2 :

Le code des couleurs est le suivant :

Couleur	Noir	Marron	Rouge	orange	Jaune
Chiffre correspondant	0	1	2	3	4
Couleur	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc
Chiffre correspondant	5	6	7	8	9



résistance

la valeur sera en ohms.

Tolérance :

or : $\pm 5\%$
argent : $\pm 10\%$