

1200

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE ET REALISATION DES CIRCUITS IMPULSIONNELS
A L'AIDE DES CIRCUITS INTEGRES T.T.L

Proposé par : M. MEHENNİ

Etudié par : A. LAHMAR

Dirigé par : M. MEHENNİ



PROMOTION : *juin 84*



Remerciements

A tous ceux qui, de près ou de loin
m'ont été d'une quelconque aide,
de quelque nature qu'elle soit,
j'exprime ma reconnaissance et en
particulier monsieur MEHENNI
qui a bien voulu suivre ce travail.

TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE

ETUDE THEORIQUE

CHAPITRE 1

TRIGGER DE SCHMITT

Principe et fonctionnement	5
Seuils du trigger	9
Calcul des resistances	13
Etude des seuils	17
Entrées de blocage	21
Conclusions	24

CHAPITRE 2

MULTIVIBRATEUR BISTABLE

Principe et fonctionnement	25
Calcul de la periode	29
Calcul des resistances	32
Etude de l'influence du niveau de sortie sur la periode	33

CHAPITRE 3

MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE

Principe et fonctionnement	36
Calcul des resistances	38
Calcul de la periode	38
Etude de l'influence du niveau de sortie sur la periode	41

TABLE DES MATIERES (suite)

Relation entre les constantes de temps 43

DEUXIEME PARTIE

REALISATION

Le circuit intégré SN7400 49

Circuits imprimés et implantations des composants 50

Maquettes 53

GENERALITES

Avant tout nous tenons à rappeler quelques définitions relatives aux circuits ci-étudiés ainsi que celles des termes qui reviendront tout au long des pages suivantes

Multivibrateur : Type d'oscillateur à relaxation qui comporte deux étages amplificateurs à couplage croisé par résistance capacité, la sortie de chaque attaque l'entrée de l'autre. En fonctionnement, le courant collecteur d'un étage est maximal lorsque celui de l'autre est minimal. A des intervalles de temps réguliers, ou à réception d'un signal de synchronisation convenable, les rôles des Transistors sont échangés

Etat : Condition ou régime de chacun des étages d'un multivibrateur, le premier bloqué et le second saturé, par exemple.

Etat stable : Condition dans laquelle le montage reste indéfiniment tant qu'aucun signal extérieur n'est appliqué pour le commander (ou le déclencher)

Multivibrateur instable (Multivibrateur) : Montage dans lequel aucun des deux états n'est stable et pour lequel les étages sont commutés sans cesse d'un état

dans l'autre à des intervalles de temps réguliers, sans l'application d'un signal externe.

Bascule (multivibrateur bistable): montage dans lequel les deux états sont stables, l'un des étages est conducteur pendant que l'autre est bloqué, la commutation ne peut se faire que si un signal extérieur est appliqué pour initialiser le changement.

Univibrateur (multivibrateur monostable): montage pour lequel un des étages est conducteur tant qu'aucun signal extérieur ne vient le faire changer d'état. Lorsque ce signal arrive les deux étages changent d'état et demeurent dans le nouvel état pour une durée déterminée puis reviennent d'eux même à l'état initial. Pour les multivibrateurs à portes logiques, nous pouvons pratiquement reprendre les mêmes définitions que précédemment et de remplacer étage par porte et conducteur par niveau bas ou 0 et bloqué par niveau haut ou un. Ces derniers trouvent leur application dans les mêmes domaines que ceux réalisés en éléments discrets en plus de leur compatibilité avec les circuits TTL.

Les circuits tels trigger de schmitt, Astable, monostable se trouvent déjà intégrés et commercialisés par plusieurs constructeurs. Remarquons que pour les deux derniers, l'adjonction de résistance-capacité est réalisée par l'utilisateur. Le trigger de schmitt

sera utilisé comme porte NAND chaque fois qu'il y a risque d'oscillation en sortie d'une porte NAND normale par suite d'un signal d'entrée à variation lente. Le choix de ses seuils dans la plage 0,8-2V, fait de lui un circuit d'Interface entre une sortie quelconque et une entrée TTL.

PREMIERE PARTIE

ETUDE THEORIQUE

CHAPITRE-I

TRIGGER DE SCHMITT

1-1 Principe (fig 1-1)

La bascule de Schmitt est construite à partir de portes NAND mises en cascade. Les entrées D et F sont au niveau haut, les deux NAND jouent le rôle d'inverseurs. Comme il y a en deux en cascade, la tension V_o (en c) varie dans le même sens que la tension V_x (en A), il y a donc une réaction positive ramenée par le diviseur R_2-R_1 . Les entrées D et F servent à imposer au trigger un état de sortie donné.

Remarque. Nous devons tenir compte, dans la résistance R_1 , de la résistance interne de la source délivrant V_e .

1-2 Mode de fonctionnement (fig 1-2)

Supposons que nous fassions augmenter lentement, à partir de 0, la tension V_e . Lorsque V_x atteint V' pour une valeur de V_e égale à V' , V_o et V_x passent brusquement et indépendamment de la vitesse de variation de V_e , des niveaux bas V_{sl} et V_{ol} aux niveaux hauts V_{sh} et V_{oh} . Faisons diminuer V_e ; elle franchit le seuil V' sans changement; il y aura basculement brusque de V_x et V_o des ni-

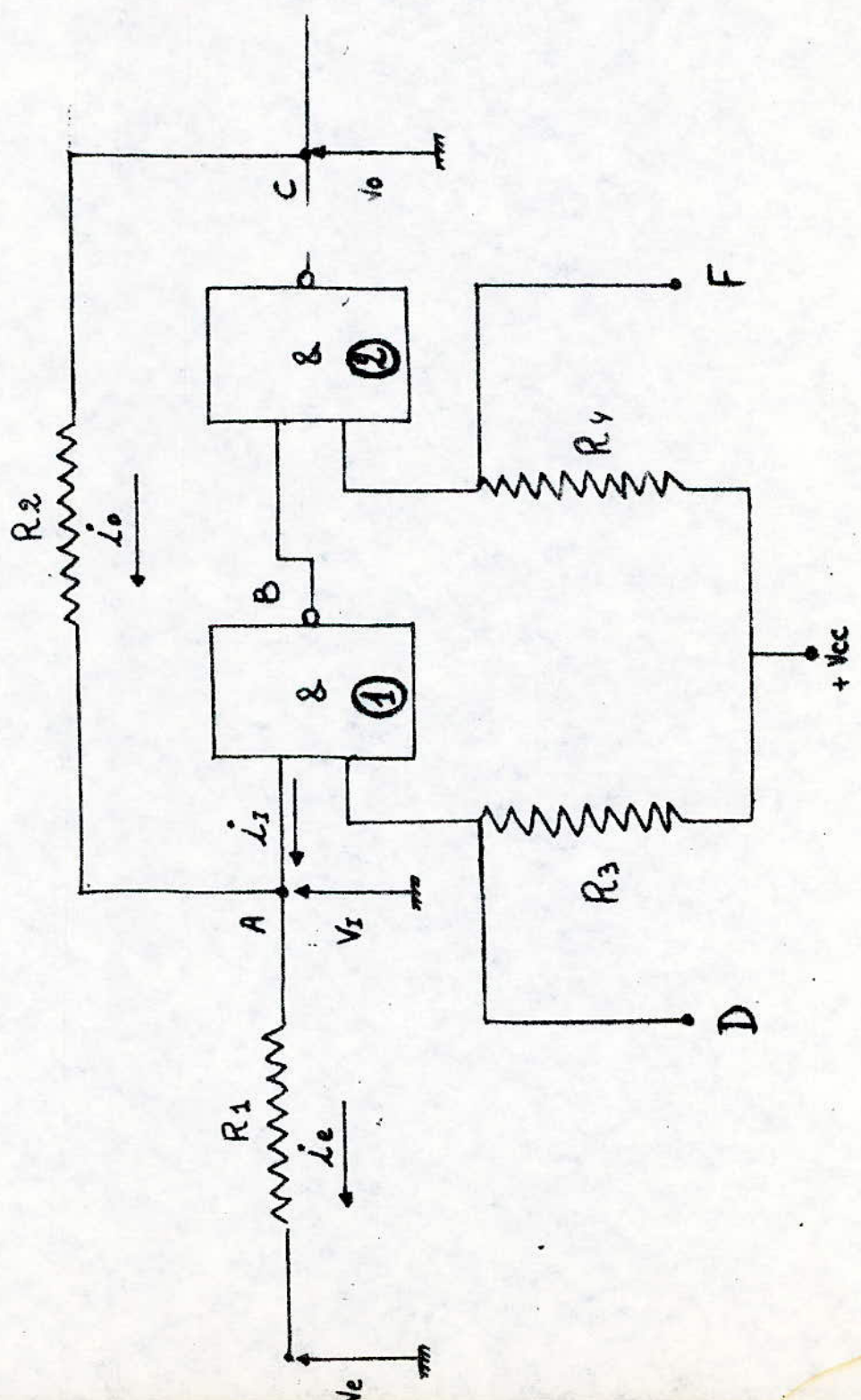


Fig 1-1

veaux hauts V_{H1} et V_{H2} aux niveaux bas V_{L1} et V_{L2} lorsque V_i repasse par V_T pour une nouvelle valeur de V_e égale à V'' . Les seuils V' et V'' étant en général différentes, l'écart $V' - V''$ s'appelle l'hysteresis du trigger.

4-3 Hysteresis du système (fig 4-3)

La courbe en forme de cyclogramme montre la variation brusque de la tension de sortie V_o au moment où la tension V_e franchit (en montant) le seuil V' ou V'' (en descendant).

La courbe en traits pleins correspond au cas: $V' > V''$, celle en traits discontinus au cas: $V' < V''$.

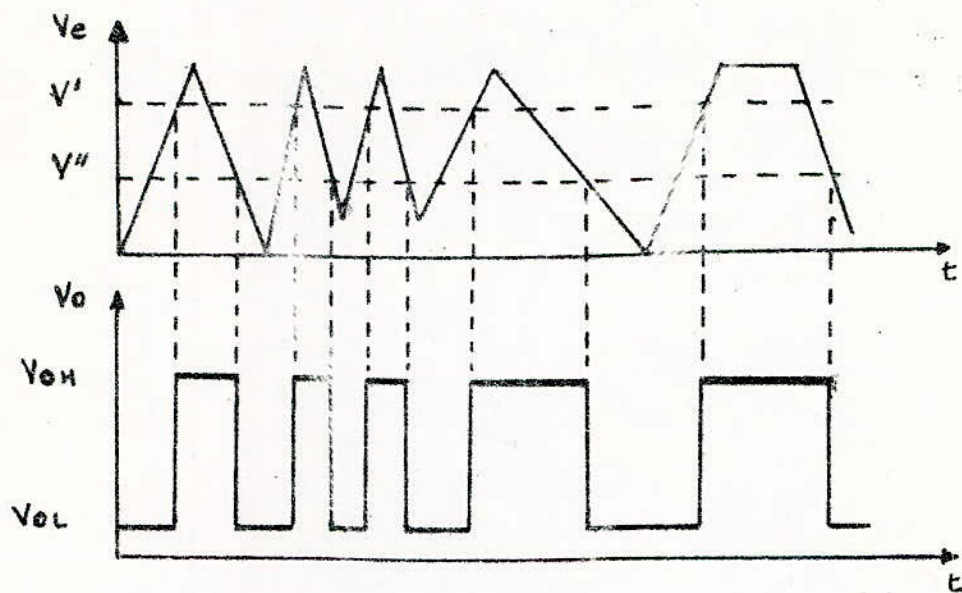


fig 1-2

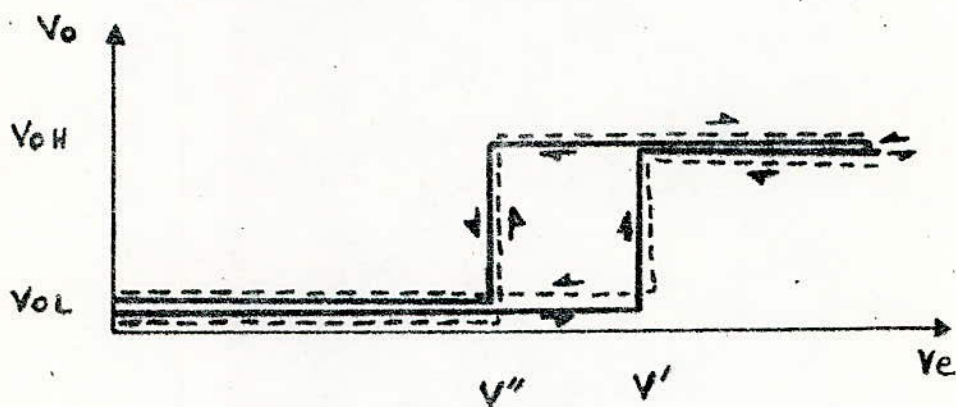


fig 1-3

1.4 Seuils du trigger

Ecrivons l'équation de noeud au point A

$$\frac{V_e - V_I}{R_1} + \frac{V_I - V_o}{R_2} = I_I$$

ce qui donne

$$V_e = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_I - \frac{R_1}{R_2} V_o - R_1 I_I$$

1.4.1 Seuil (montant): V'

Au moment de basculement la tension V_I est égale à V_T et le courant d'entrée de la porte 1 est égale à I_{IH} .

La sortie V_o était, juste avant le changement, égale à V_{oL} . L'expression donnant V' est alors :

$$V' = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_T - \frac{R_1}{R_2} V_{oL} - R_1 I_{IH}$$

1.4.2 Seuil (descendant): V''

De la même manière que pour V' , V'' s'obtient, en remplaçant dans l'expression de V_e , V_I par V_T , I_I par I_{IH} et V_o par V_{oH} d'où

$$V'' = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_T - \frac{R_1}{R_2} V_{oH} - R_1 I_{IH}$$

1.4.3. Relation entre V' et V''

L'écart entre les deux seuils (hysteresis) satisfait la relation suivante :

$$V' - V'' = \left[\frac{V_{OH} - V_{OL}}{R_2} + (I_{IH} - I_{IL}) \right] R_1$$

qui appelle quelques commentaires.

Remarquons tout d'abord que pour une technologie donnée, I_{IH} , I_{IL} , V_{OH} et V_{OL} sont des constantes.

1.4.4. Trigger à hysteresis nulle : comparateur

L'expression entre crochets peut être annulée par le choix d'une valeur adéquate de R_2 . En effet la quantité $(I_{IH} - I_{IL})$ est pratiquement égale à I_{IL} , car dernier vaut 0,5 mA alors que I_{IH} est de l'ordre du μA . De plus le courant d'entrée débité par l'entrée A de la porte 1 est sortant et correspond donc au sens choisi sur la figure. Il est donc possible d'annuler $(V' - V'')$ en augmentant R_2 et aboutir à un trigger travaillant en comparateur. La tension de référence dépendra de la valeur de R_2 .

1.45. Trigger utilisé en comparateur

L'écart entre V' et V'' est donné par l'expression

$$V' - V'' = \left[\frac{V_{OH} - V_{OL}}{R_2} + (I_{IHL} - I_{ILH}) \right] R_1$$

qui s'annule pour une valeur de R_2 égale à R_c telle

$$R_c = \frac{V_{OH} - V_{OL}}{I_{IHL} - I_{ILH}}$$

Tension de référence V_{ref} .

La tension de référence V_{ref} dépend de la valeur de la résistance R_1 .

Portons cette valeur R_c de R_2 dans l'une ou l'autre des expressions de V' ou V'' nous trouvons

$$V_{ref} = V_T + R_1 \left[\frac{(V_T - V_{OL})(I_{IHL} - I_{ILH})}{V_{OH} - V_{OL}} - I_{ILH} \right]$$

Nous remarquons qu'effectivement la tension de référence ne dépend que de la valeur de la résistance R_1 car, comme nous le verrons dans les applications numériques, l'expression entre crochets est constante et est même toujours négative ce qui nous permet d'affirmer que la tension de référence est inférieure à la tension de transition.

4.4.6 - Trigger à seuil (montant) V' fixe

l'expression de V' écrite sous la forme

$$V' = V_T + R_2 \left(\frac{V_T - V_{OL}}{R_2} - I_{ILM} \right)$$

montre qu'il existe une valeur R_0 de R_2 pour laquelle la valeur du seuil montant V' est constante et est égale à V_T , quelle que soit la valeur de la résistance R_1

$$R_0 = \frac{V_T - V_{OL}}{I_{ILM}}$$

1.5. Calcul des résistances

1.5.1 Détermination de R_1 (fig 1-4)

Le niveau V_{SL} de l'entrée A de la porte 1 doit rester inférieur à V_{SLmax} même si la tension de commande V_e est portée à 0. Ceci impose à R_1 une valeur telle que la chute de tension à ses bornes due au courant (sortant) débité par l'entrée doit rester inférieure à V_{SLmax} . Comme le courant I_s peut atteindre $I_{smax} = 1,6 \text{ mA}$, R_1 doit satisfaire :

$$R_1 I_{smax} < V_{SLmax} = 0,8 \text{ V}$$

d'où nous tirons

$$R_1 < 500 \Omega$$

Remarques

- Si nous voulons garder une marge de bruit de 0,4V la résistance R_1 doit être inférieure à 250 Ω .

- La valeur de 500 Ω est relative au cas limite le plus défavorable. En fait le courant I_s est dérivé entre R_1 et R_2 . Notons que le sens réel de I_o est dans ce cas est l'opposé de celui de la figure.

1.5.2. Détermination de R_2 (fig 1-5)

La chute de tension aux bornes de R_2 , due au courant de sortie haute V_{OH} de la porte 2 doit rester inférieure à

1V même si V_{OH} est à son niveau maximum V_{OHmax} égal à 3,4V. Le courant de sortie I_o de la porte 2 peut atteindre $I_{o,max}$ égal à $400\mu A$. En effet pour que l'entrée A de la porte 1 ait, pour un niveau haut, une amplitude supérieure ou égale à 2,4V, il faut que la résistance R_2 satisfasse la condition suivante

$$V_{IH} = V_{OHmax} = R_2 I_{o,max} > 2,4V$$

soit

$$R_2 < 2,5 k\Omega$$

Remarque

Cette valeur de R_2 garantit une marge de bruit de 0,4V, c'est à dire que son calcul a tenu compte de 0,4V.

153. Calcul de R_c

Comme nous l'avions vu, R_c est donnée par

$$R_c = \frac{V_{OH} - V_{OL}}{I_{IH} - I_{IL}}$$

Pour une sortie V_{OH} de 3,3V et $V_{OL} = 0,2V$, le courant I_{IL} débité par l'entrée A de la porte 1 est de 0,5 mA et est entrant donc à prendre avec un signe - (moins) dans notre formule. Le courant I_{IH} est de l'ordre du μA sinon nul, donc à négliger.

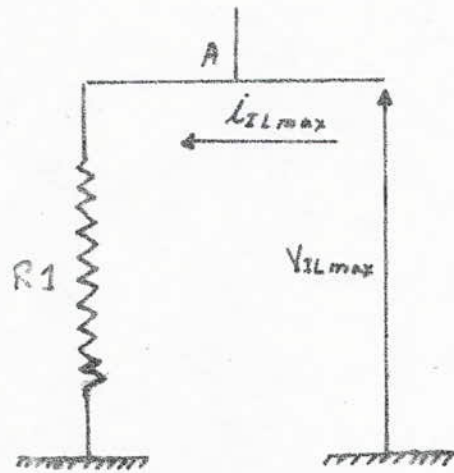


fig 1-4

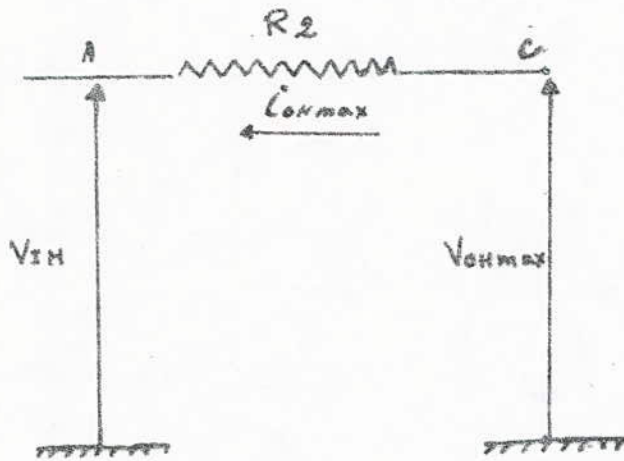


fig 1-5

La valeur de R_c est donc

$$R_c = 6,2 \text{ K}\Omega$$

15.4 Calcul de R_o

Sachant que R_o est donnée par

$$R_o = \frac{V_T - V_{ol}}{I_{TLN}}$$

Le niveau de transition V_T est égal à 1,5V. Les valeurs de V_{ol} et I_{TLN} sont les mêmes que précédemment d'où

$$R_o = 2,6 \text{ K}\Omega$$

16. Calcul de R_3 et R_4

Destinées à limiter les courants des entrées hautes D et F. Elles doivent avoir des valeurs supérieures à $1 \text{ K}\Omega$

1.7. Valeurs théoriques de V' et V'' en fonction de R_1 et R_2

Le tableau (fig 1-6) donne ces valeurs. Elles sont calculées en fonction de R_2 et R_1 comme paramètre.

La dernière colonne donne les valeurs de la tension de référence V_{ref} ($R_2 = 6,2 k\Omega$) pour les différentes valeurs du paramètre R_1 variant entre 100 et 500 Ω . Nous constatons que celle-ci ne varie que très légèrement

$$1,4V \leq V_{ref} \leq 1,48V$$

($R_1 = 500$) ($R_1 = 100$)

1.7.1. Variations de V' et V''

Ces variations sont illustrées par les réseaux de Courbes (fig 1-7 et 1-8).

Sur la première sont représentés les réseaux de V' (courbes décroissantes) et V'' (courbes croissantes) Sur la deuxième sont représentés les agrandissements relatifs aux faibles valeurs de R_2 (a) alors que sur l'autre partie (b), ceux relatifs aux fortes valeurs de R_2 .

		$R_2 (\Omega)$									
		100	200	300	400	500	1000	2600	6200		
$R_1 (\Omega)$	100	V' 5,75	V' 2,40	V' 1,88	V' 1,78	V' 1,71	V' 1,58	V' 1,50	V' 1,48	V'' -0,40	V'' 0,55
	200	V'' 4,00	V'' 2,70	V'' 2,26	V'' 2,06	V'' 1,92	V'' 1,66	V'' 1,50	V'' 1,46	V'' -2,30	V'' 0,40
300	V'' 5,25	V'' 3,30	V'' 2,64	V'' 2,34	V'' 2,13	V'' 1,74	V'' 1,50	V'' 1,44	V'' -4,20	V'' -1,35	V'' 0,24
400	V'' 6,50	V'' 3,90	V'' 3,02	V'' 2,62	V'' 2,34	V'' 1,82	V'' 1,50	V'' 1,42	V'' -6,10	V'' -2,50	V'' -1,02
500	V'' 7,75	V'' 4,50	V'' 3,40	V'' 2,90	V'' 2,55	V'' 1,90	V'' 1,50	V'' 1,40	V'' -9,00	V'' -3,25	V'' -1,65
0	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5	V'' 1,5

Fig 1-6

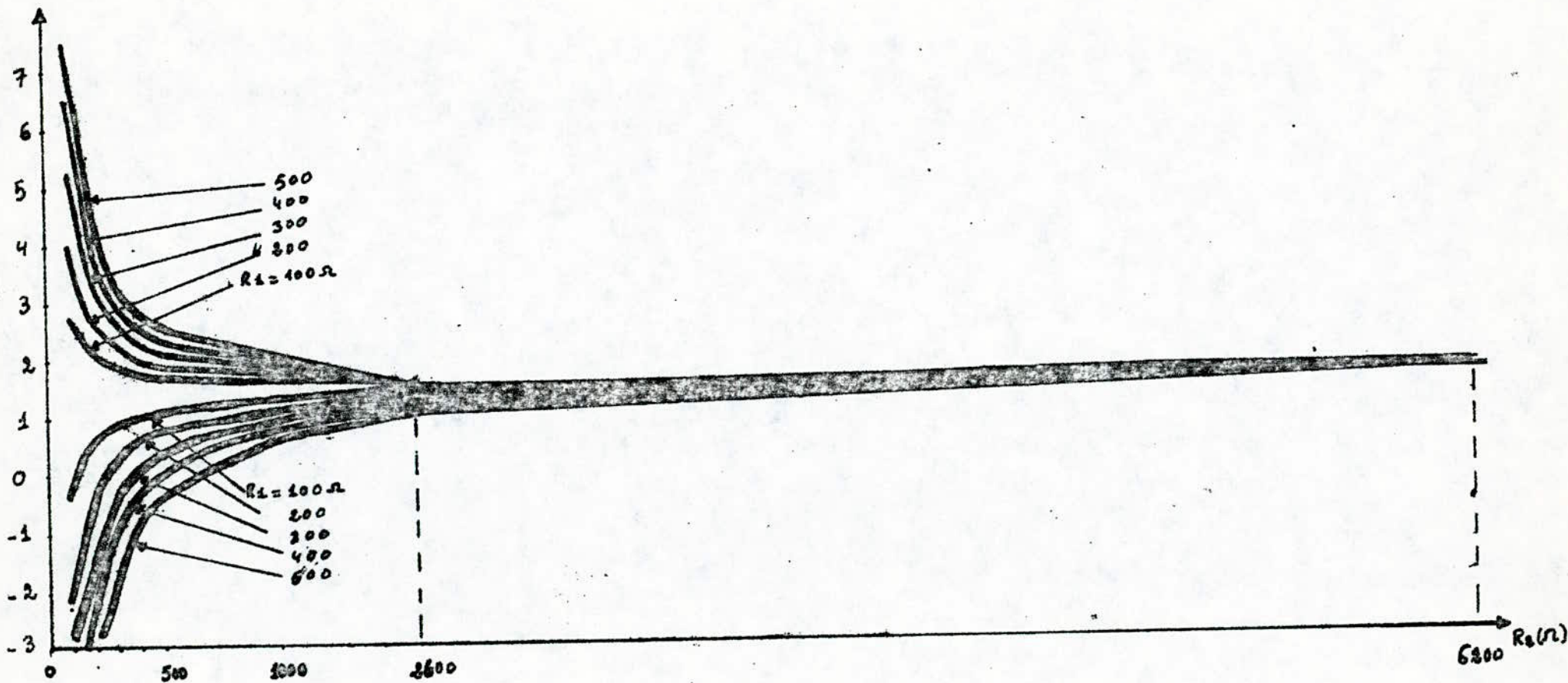
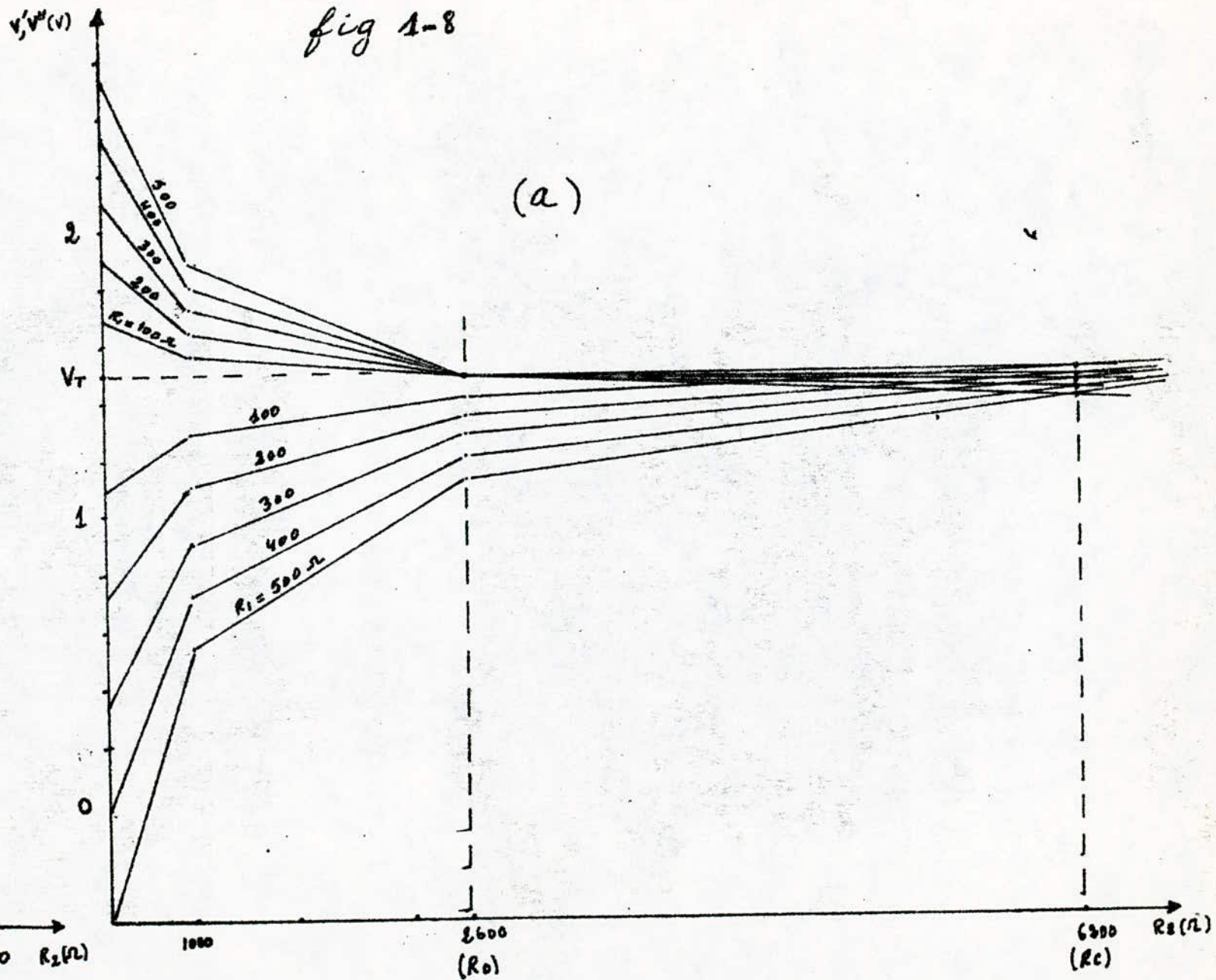
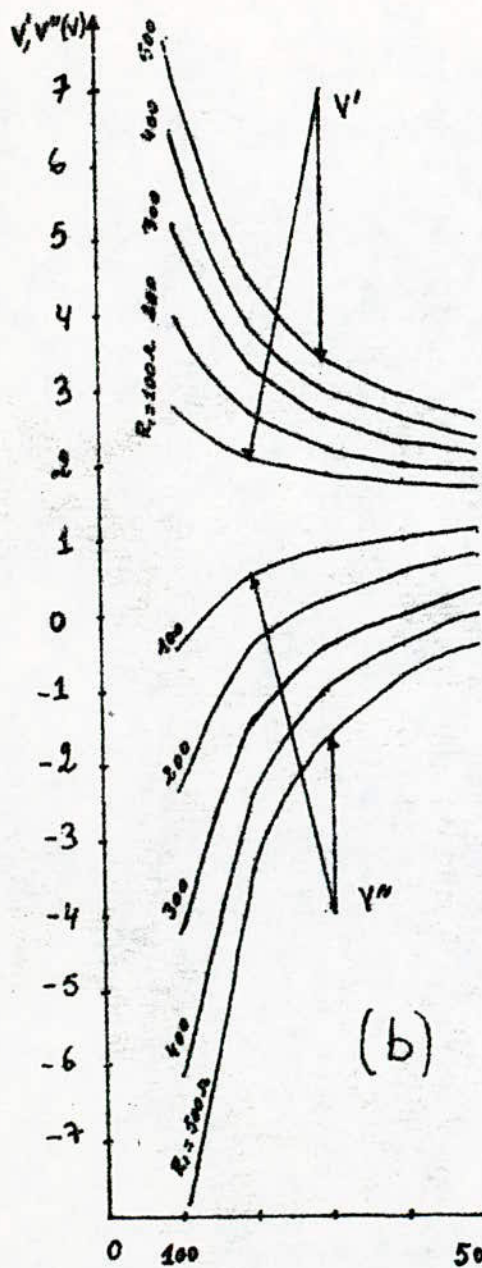


fig 1-7

20

fig 1-8



(a)

(b)

4-8. Entrées de blocage D et F

Considérons le montage (fig 1-9) et étudions l'évolution de l'état de sortie V_o en fonction des niveaux des entrées D, F et A.

De la table de vérité (fig 1-10) nous déduisons que :

$$V_{oH} = D_L F_L + D_H F_L + D_H F_H A_H$$

$$= F_L + D_H F_H A_H$$

D'où :

une entrée F basse impose un niveau haut en sortie

De la même façon nous avons

$$V_{oL} = D_L F_H + D_H F_H A_L$$

D'où :

la mise de D à la masse (zéro) et F à un impose une sortie basse.

L'oscillogramme (fig 1-11) illustre l'effet des entrées sur la sortie V_o . De t_0 à t_1 c'est l'effet de F tandis que celui de D et F se situe entre t_1 et t_2 .

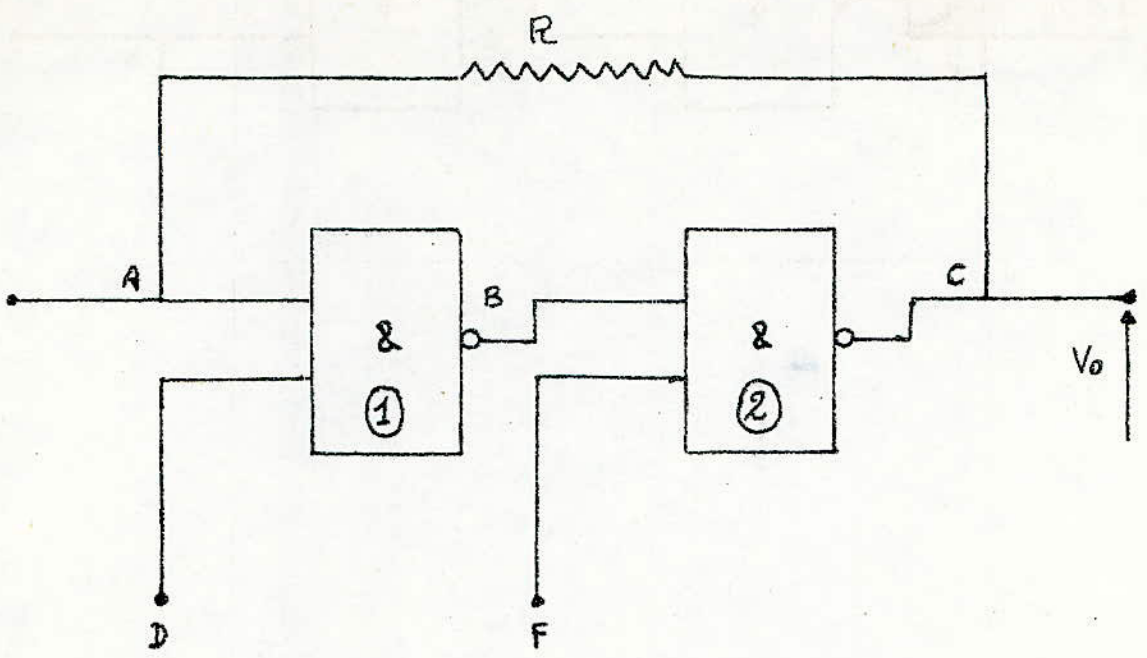


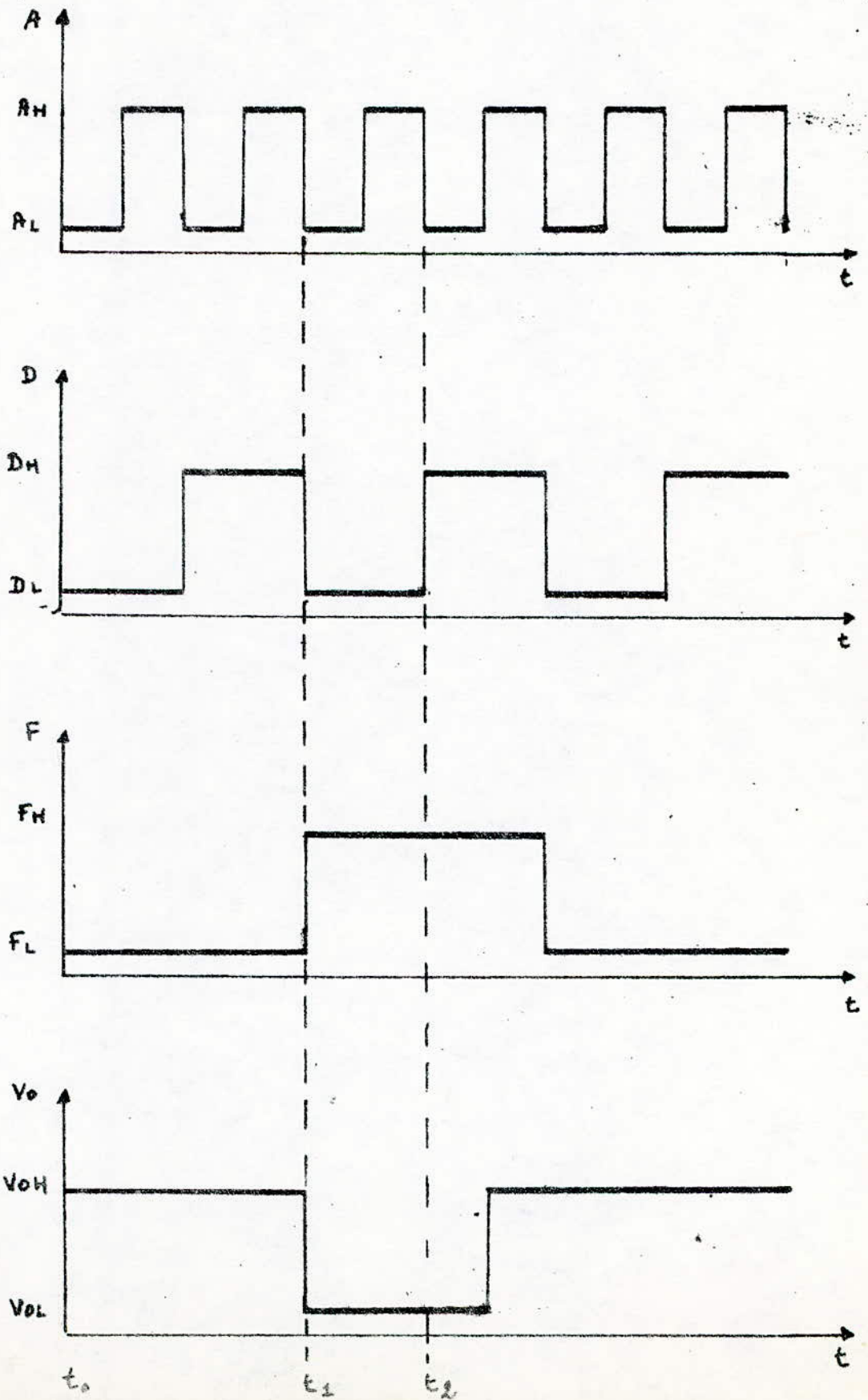
fig 1-9

D	F	A (V_o)	V_o
L	L	L	H
L	L	H	H
L	H	L	L
L	H	H	L
H	L	L	H
H	L	H	H
H	H	L	L
H	H	H	H

fig 1-10

fig 1-11

23



Conclusions

Nous venons d'étudier et calculer le trigger. Les résultats auxquels nous sommes parvenus ne sont pas tout à fait "logiques". Nous avons vu que la valeur de la résistance R_2 doit être inférieure à $2,5 K\Omega$ alors que de l'autre côté nous avons parlé des résistances particulières de R_2 : R_e, R_o qui permettent l'utilisation du trigger en comparateur ou à seuil (montant) V' fixe. Ces résistances ont des valeurs supérieures à la valeur supérieure limite de R_2 . Il est donc théoriquement hors de question d'obtenir du montage des fonctionnements particuliers. Nous rappelons seulement que R_2 a été calculée pour les conditions les plus sévères et les cas les plus défavorables: Courant de sortie et niveau haut maximums. D'où seulement aux nous pouvons connaître la valeur optimale de R_2 selon la tension d'alimentation: V_{cc} et les risques d'oscillations en sortie que nous avons passé sous silence dans toute l'étude.

CHAPITRE II

MULTIVIBRATEUR ASTABLE

2.1 Principe (fig 2-1)

Une porte NAND normale attque, via un condensateur C, l'entrée active d'une porte linéarisée dont la sortie est reliée à l'entrée active de la première porte. Le système va être le siège d'oscillations de relaxation.

2.2 Mode de fonctionnement

Le cycle de fonctionnement comprend deux phases.

2.2.1 Phase 1 :

Supposons que V_2 décroît à partir de son niveau haut V_{2H} . Lorsqu'elle atteint la tension de transition V_T , la sortie V_3 de la porte 2 passe de V_{3L} à V_{3H} ainsi que V_1 de V_{1H} à V_{1L} . Cette variation brusque de V_1 est transmise instantanément à V_2 qui tombe alors de V_T à $V_T - V_{1H}$.

2.2.2 Phase 2 :

La tension V_2 croît à partir de $V_T - V_{1H}$. Lorsqu'elle atteint de nouveau V_T il y a basculement de V_3 , V_1 et V_2 et le cycle recommence.

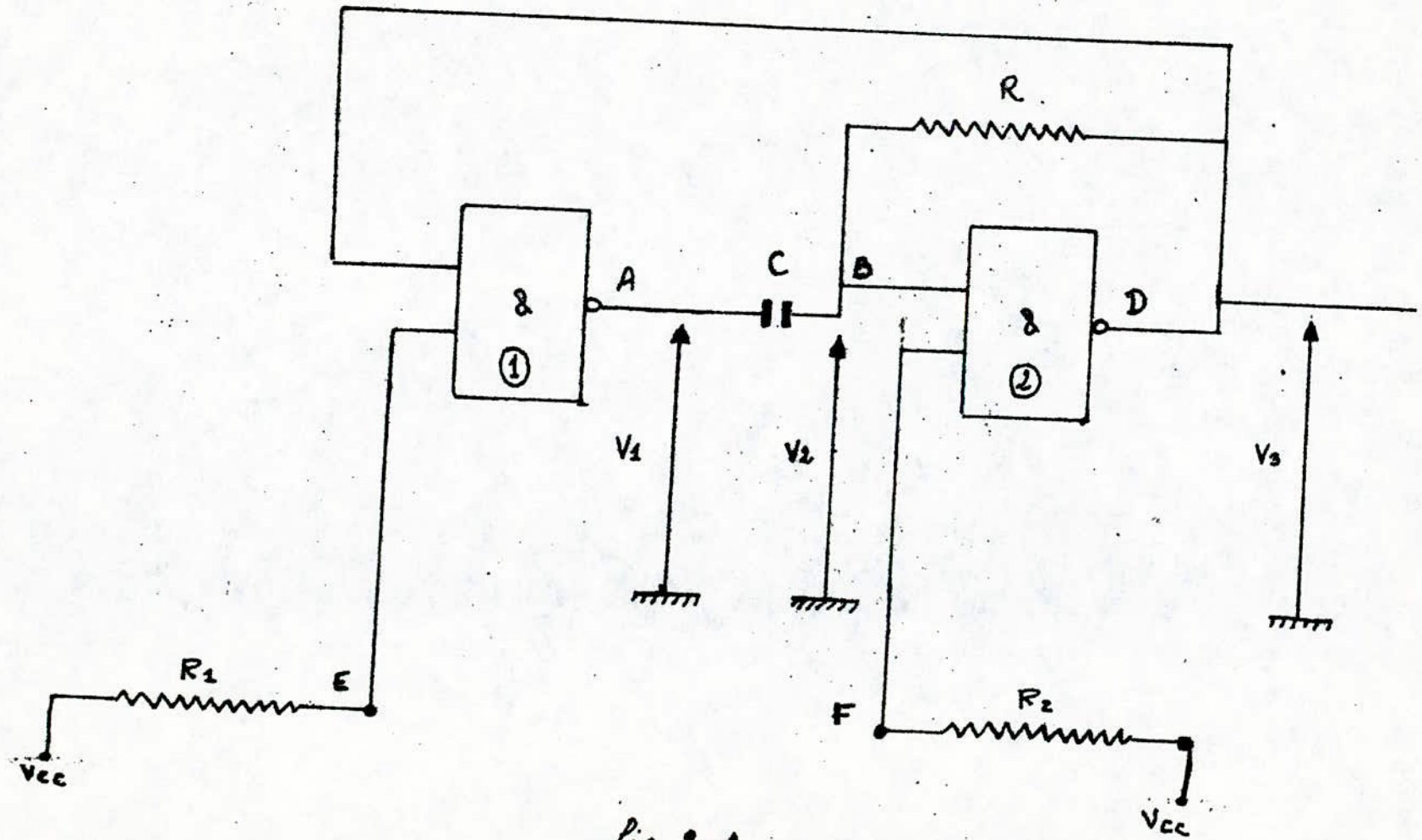


fig 2-1

2.3 Expressions de V_2

2.3.1 Phase 1 (fig 2-2)

Au moment où le potentiel de A passe de V_{1L} à V_{1H} nous avons le schéma équivalent de la figure. En effet le passage de V_1 de V_{1L} à V_{1H} entraîne V_3 de V_{3H} à V_{3L} (masse).

Le potentiel du point B (dans ce cas confondu à V_2) est de la forme

$$V_2 = \alpha e^{-\frac{t}{RC}} + \beta$$

avec

$$V_2(0) = V_T + V_{1H}$$

$$V_2(\infty) = 0$$

d'où

$$V_2 = (V_T + V_{1H}) e^{-\frac{t}{RC}}$$

2.3.2 Phase 2 (fig 2-3)

De la même façon nous avons, avec

$$V_2(0) = V_T - V_{1H}$$

$$V_2(\infty) = V_{1H}$$

soit

$$V_2 = (V_T - 2V_{1H}) e^{-\frac{t}{RC}} + V_{1H}$$

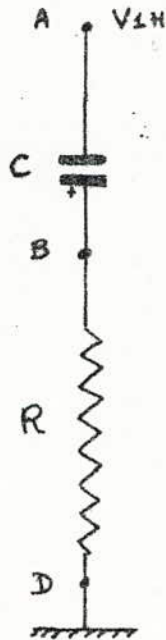


fig 2-2

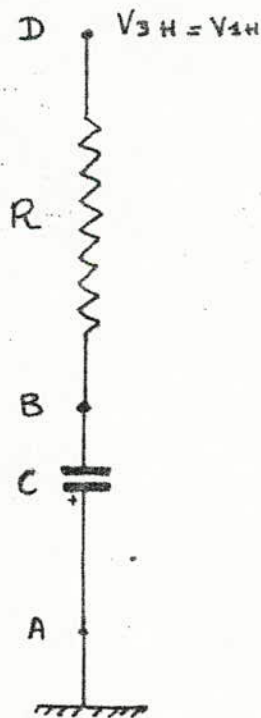


fig 2-3

2.4 Calcul de la période

2.4.1 Calcul de T_1 (phase 1)

Le temps T_1 est le temps au bout duquel le potentiel V_c passe de $V_T + V_{1H}$ à V_T soit.

$$(V_T + V_{1H}) e^{-\frac{T_1}{RC}} = V_T$$

ce qui donne

$$T_1 = RC \ln \frac{V_T + V_{1H}}{V_T}$$

2.4.2 Calcul de T_2 (phase 2)

De la même manière nous avons pour $V_{3H} = V_{1H}$

$$(V_T - 2V_{1H}) e^{-\frac{T_2}{RC}} + V_{1H} = V_T$$

d'où

$$T_2 = RC \ln \frac{V_T - 2V_{1H}}{V_T - V_{1H}}$$

Période

La période est la somme de T_1 et T_2 d'où

$$T = RC \ln \left[\frac{V_T + V_{1H}}{V_T} \cdot \frac{V_T - 2V_{1H}}{V_T - V_{1H}} \right]$$

2-5 Multivibrateur symétrique

Comme nous venons de le voir T_1 et T_2 sont différents. Pour avoir des signaux de durées égales, la condition suivante doit être remplie

$$\frac{V_T + V_{sH}}{V_T} = \frac{V_T - 2V_{sH}}{V_T - V_{sH}}$$

Ce qui donne

$$V_{sH} = 2V_T$$

d'où pour avoir $T_1 = T_2$, il faut imposer un niveau de sortie égal à $2V_T$.

2-6 Forme des signaux (fig 2-4)

Pendant que la tension V_2 décroît exponentiellement de $V_T + V_{sH}$ à V_T (entre t_0 et t_1), le condensateur se charge à courant constant I_0 de sortie haute de la porte 1. L'expression de V_2 est alors.

$$V_2 = V_{sH} + \int_{t_0}^{t_1} \frac{I_0}{C}$$

Entre t_1 et t_2 on observe la croissance de V_2 de $V_T - V_{sH}$ à V_T

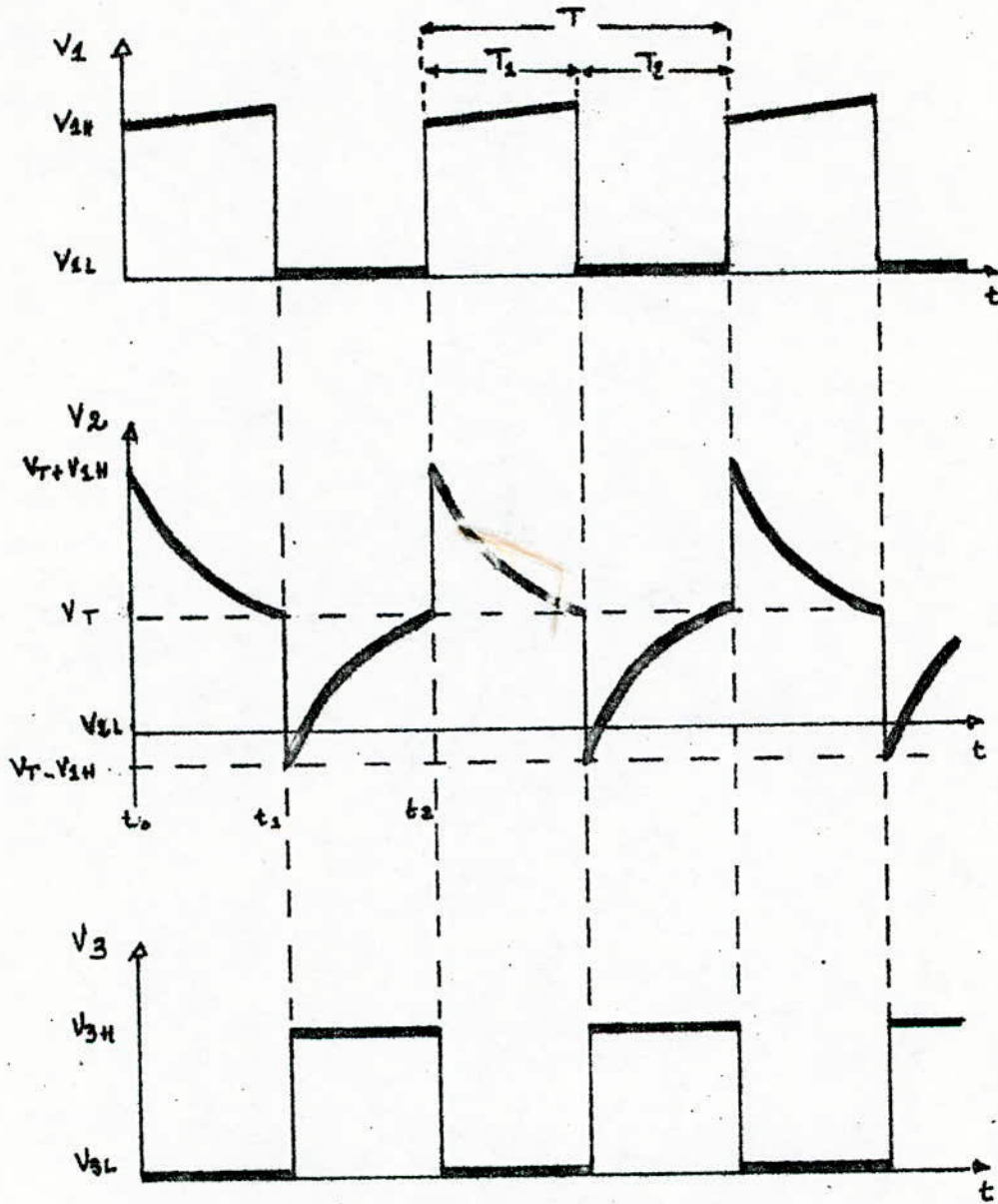


fig 2-4

2.7 Calcul des résistances

2.7.1. calcul de R

La sortie de la porte 2 est reliée à son entrée active par la résistance R. Un tel câblage donne une porte linéarisée dont la caractéristique se trouve alors fortement changée. Cette résistance introduit une contre réaction énergétique dans la zone d'amplification et la porte obtenue se maintient en bascule autour de cette position car les états correspondant aux entrées et sorties ensemble au niveau haut ou au niveau bas sont impossibles.

La résistance avoir une valeur inférieure à 500Ω

$$R < 500\Omega$$

2.7.2 Calcul de R1 et R2

Elles permettent de maintenir les entrées "libres" des portes 1 et 2 à l'état haut. Elles doivent avoir des valeurs supérieures à $1k\Omega$.

2.8 Influence du niveau de sortie sur la période

Pour des valeurs de R et C fixées, seule la tension de sortie (haute V_{SH}) peut commander la période, d'où l'existence d'un facteur multiplicatif sur la valeur réelle de la constante de temps RC .

Le tableau (fig 2-5) et les courbes (fig 2-6) donnent les valeurs du facteur dont il faut tenir compte pour avoir la valeur de la période pour un couple de valeurs de R et C .

Comme nous le constatons, T_2 est décroissante en fonction de V_{SH} , T_1 est croissante. T passe par un palier pour $3 \leq V_{SH} \leq 3,4V$

Utilisation des courbes

Pour avoir la valeur de la période T (T_1 ou T_2), il suffit de multiplier la valeur de $\frac{T}{RC}$ ($\frac{T_1}{RC}$ ou $\frac{T_2}{RC}$) par RC ceci bien entendu pour le niveau haut d'entrée correspondant.

V_{1H}	$\frac{T_1}{RC}$	$\frac{T_2}{RC}$	$\frac{T}{RC}$
2,0	0,85	1,65	2,50
2,4	0,96	1,29	2,25
3,0	1,10	1,10	2,20
3,4	1,19	1,02	2,21
4,0	1,30	0,95	2,25

fig 2.5

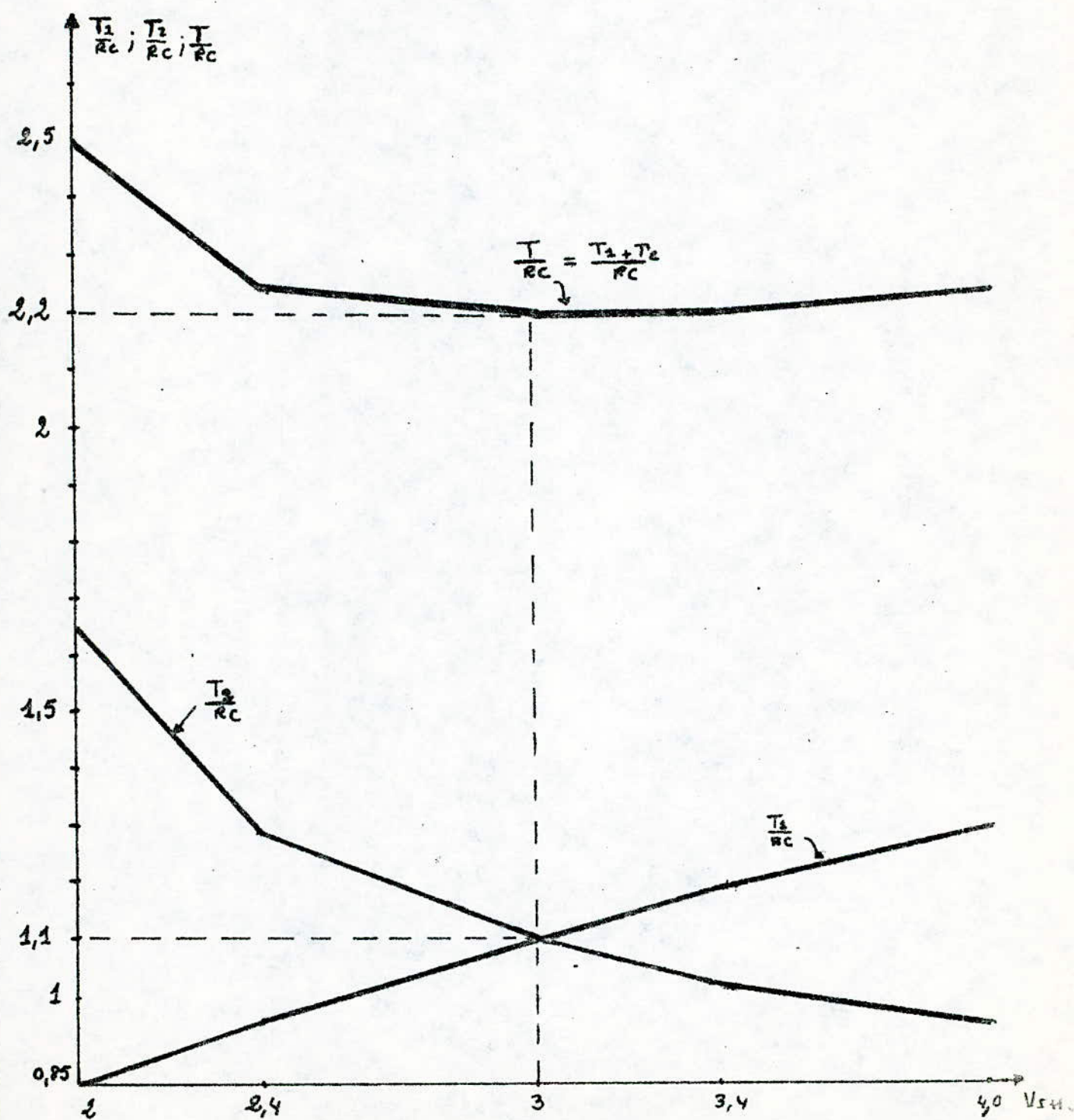


fig 2-6

MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE

3.1 Schema de principe (fig 3.1)

3.2 Mode de fonctionnement

Au repos l'entrée active de la porte 1 est au niveau bas $V_0 = V_{0L}$ ce qui implique que la sortie S_1 est au niveau haut $V_1 = V_{1H}$. A l'arrivée d'une impulsion négative sur l'entrée active de la porte 2 (point E), la sortie S_2 , qui était basse $V_0 = V_{2L}$, passe à $V_2 = V_{2H}$ et entraîne par l'intermédiaire de C_1 un niveau haut en B et par conséquent une sortie $V_2 = V_{2H}$ jusqu'à ce que le niveau de B soit redescendu à $V_0 = V_{0L}$ où la sortie S_1 repasse à $V_1 = V_{1H}$. L'attaque peut se faire, pour des impulsions dont le front descendant n'est pas raide, par le condensateur C_2 . Le signal se trouve dérivé au point E comme nous le verrons plus loin.

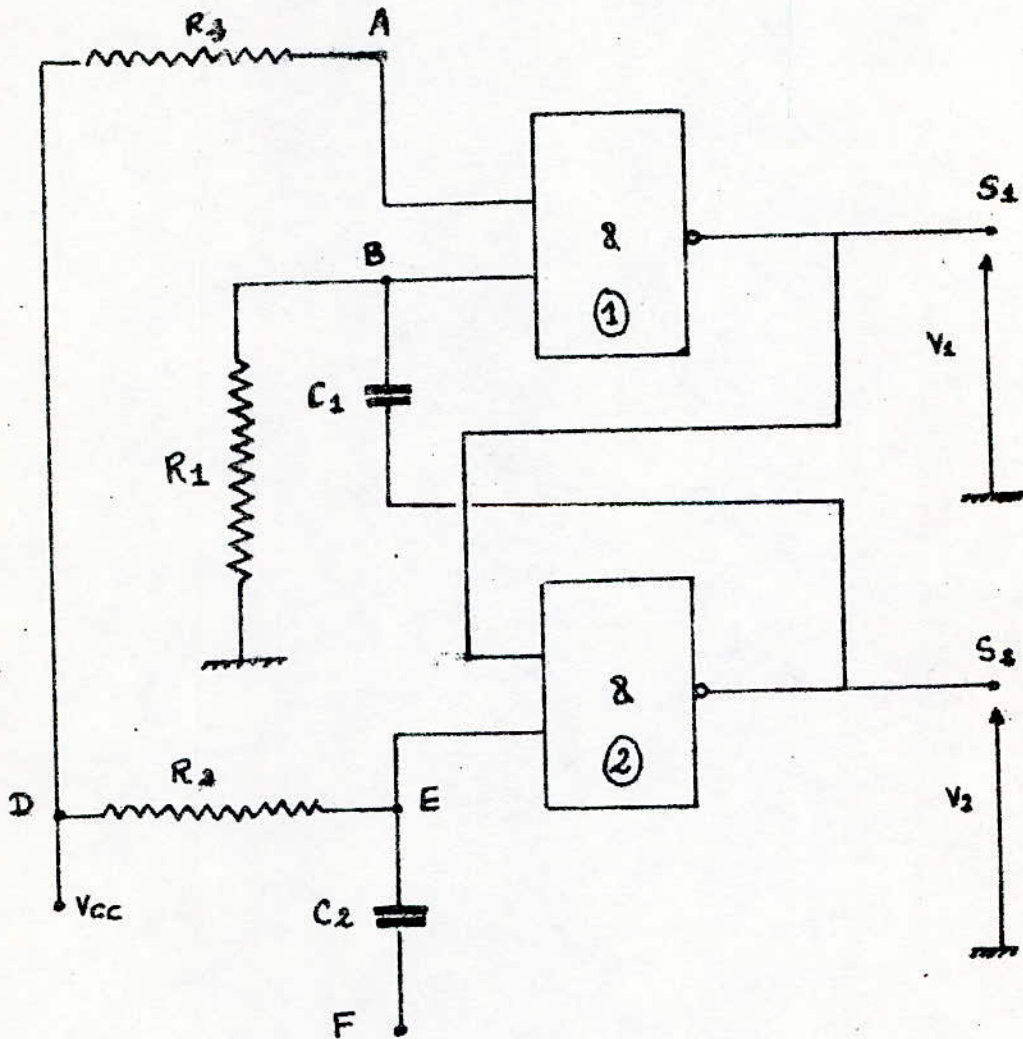


fig 3-1

3.3 Calcul des resistances

3.3.1 Determination de R_1

Comme nous l'avons déjà pour la resistance R_1 dans le trigger, cette dernière doit repondre aux mêmes limitations soit:

$$R_1 < 500 \Omega$$

3.3.2 Valeurs de R_2 et R_3

Elles fixent les points A et E à un niveau logique haut. Leurs valeurs doivent être supérieures à $1 \text{ k}\Omega$.

3.4 Calcul de la periode T .

Elle est determinée par les valeurs de R_1 et C_1 .
l'expression de la tension en B est de la forme

$$V_B = \alpha e^{-\frac{t}{R_1 C_1}} + \beta$$

avec

$$V(t=0) = V_{2H}$$

$$V(t \rightarrow \infty) = 0$$

d'où

$$V_0 = V_{2H} e^{-\frac{t}{R_1 C_1}}$$

T est le temps qui s'écoule pour que V_0 passe de V_{2H} à $V_0 = V_T$ soit

$$V_T = V_{2H} e^{-\frac{T}{R_1 C_1}}$$

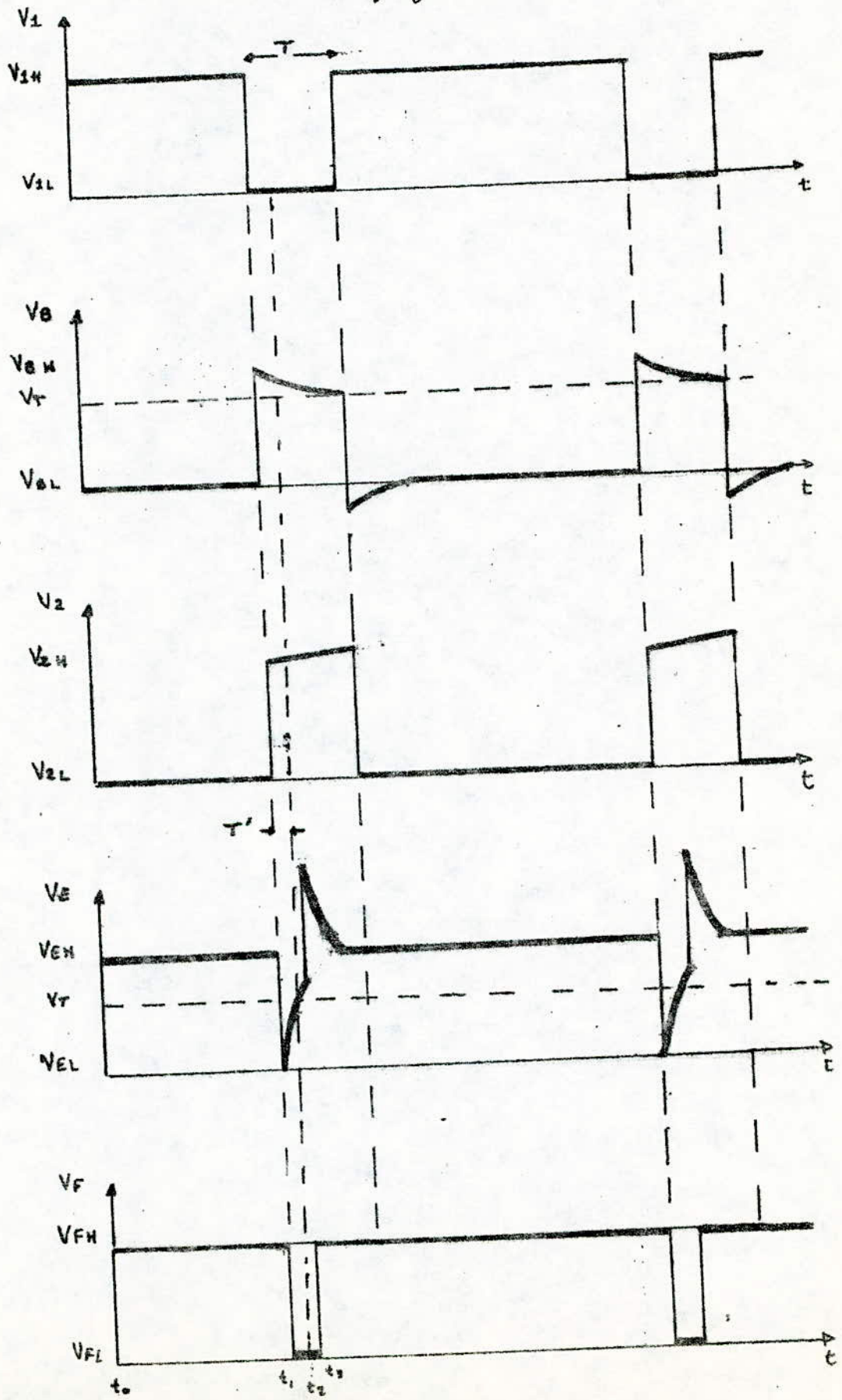
d'où

$$T = R_1 C_1 \ln \frac{V_{2H}}{V_T}$$

3.5 Forme des signaux (fig 3-2)

Les oscillogrammes sont relatifs à une attaque par une impulsion négative sur l'entrée f . La forme du signal V_0 , entre t_0 et t_1 est due à la charge du condensateur C_1 à courant i_0 constant de la sortie haute de la porte 2. L'attaque peut se faire directement au point E . Dans ce cas, la durée⁽²⁾ de l'impulsion doit être inférieure à la période T du multivibrateur, c'est l'objet du paragraphe suivant.

fig 3-2



3.6 Influence du niveau de sortie sur la période

L'expression de T dépend du niveau haut de sortie. La variation de $\frac{T}{R_1 C_1}$ en fonction de V_{2H} est donnée fig 3-3

Utilisation de la courbe

Pour un niveau V_{2H} donné, la période est égale à $R_1 C_1$ multiplié par l'ordonnée correspondant à ce niveau. C'est comme si on avait un $R_1 C_1$ apparent.

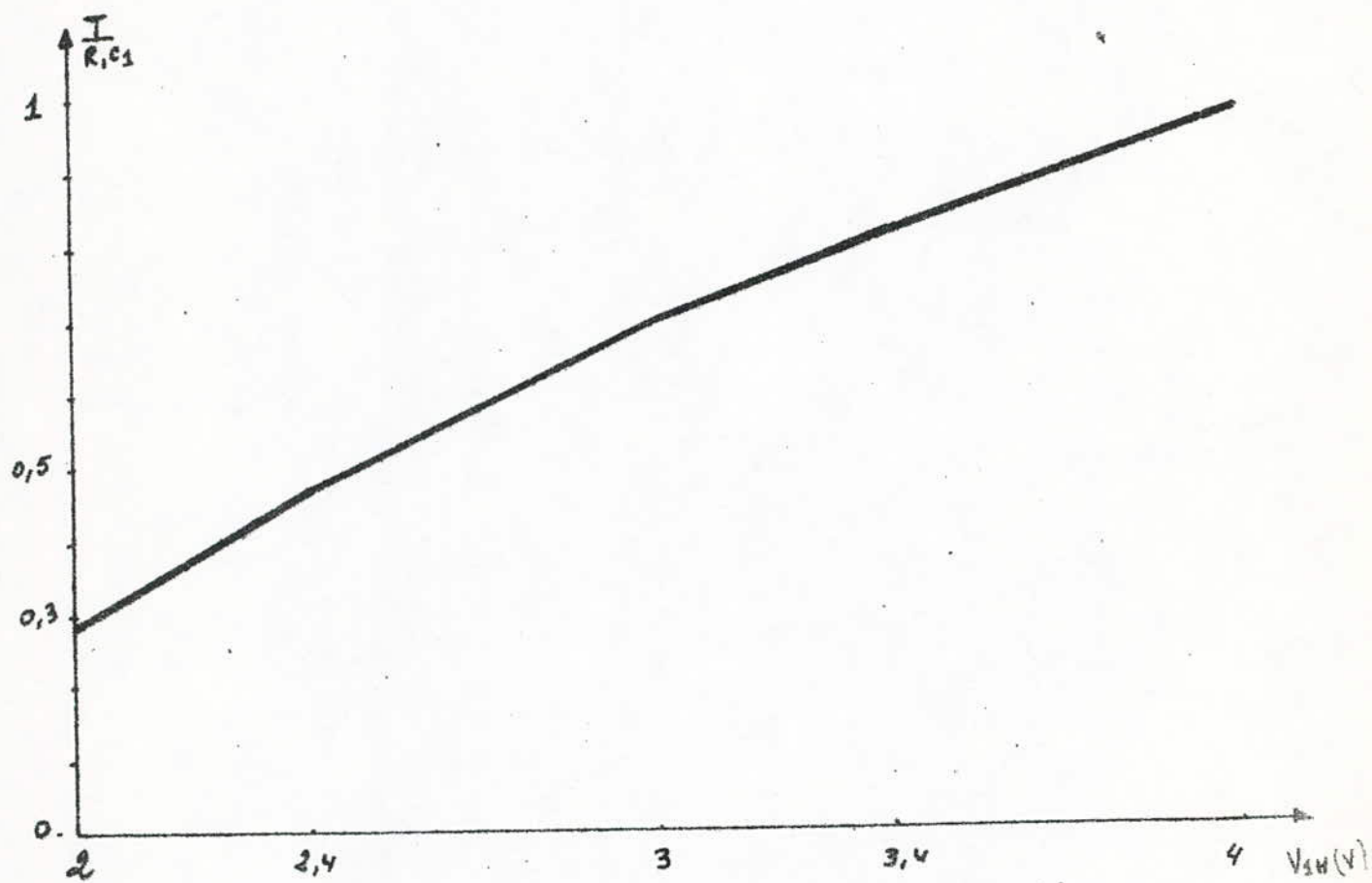


fig 3-3.

3.7 Conditions sur R_1C_1 et R_2C_2

Dans le cas où l'attaque se fait directement sur l'entrée E , la seule condition sur l'impulsion (négative) de commande est d'avoir une durée inférieure à la période T du monostable.

Par contre si l'impulsion est appliquée en F , alors les valeurs de R_2 et C_2 sont déterminantes pour le bon fonctionnement du montage.

À l'arrivée de l'impulsion et durant son maintien l'expression de V_E est de la forme :

$$V_E = \alpha e^{-\frac{t}{R_2C_2}} + \beta$$

avec

$$V_E(0) = 0$$

$$V_E(\infty) = V_{EH}$$

Ce qui donne

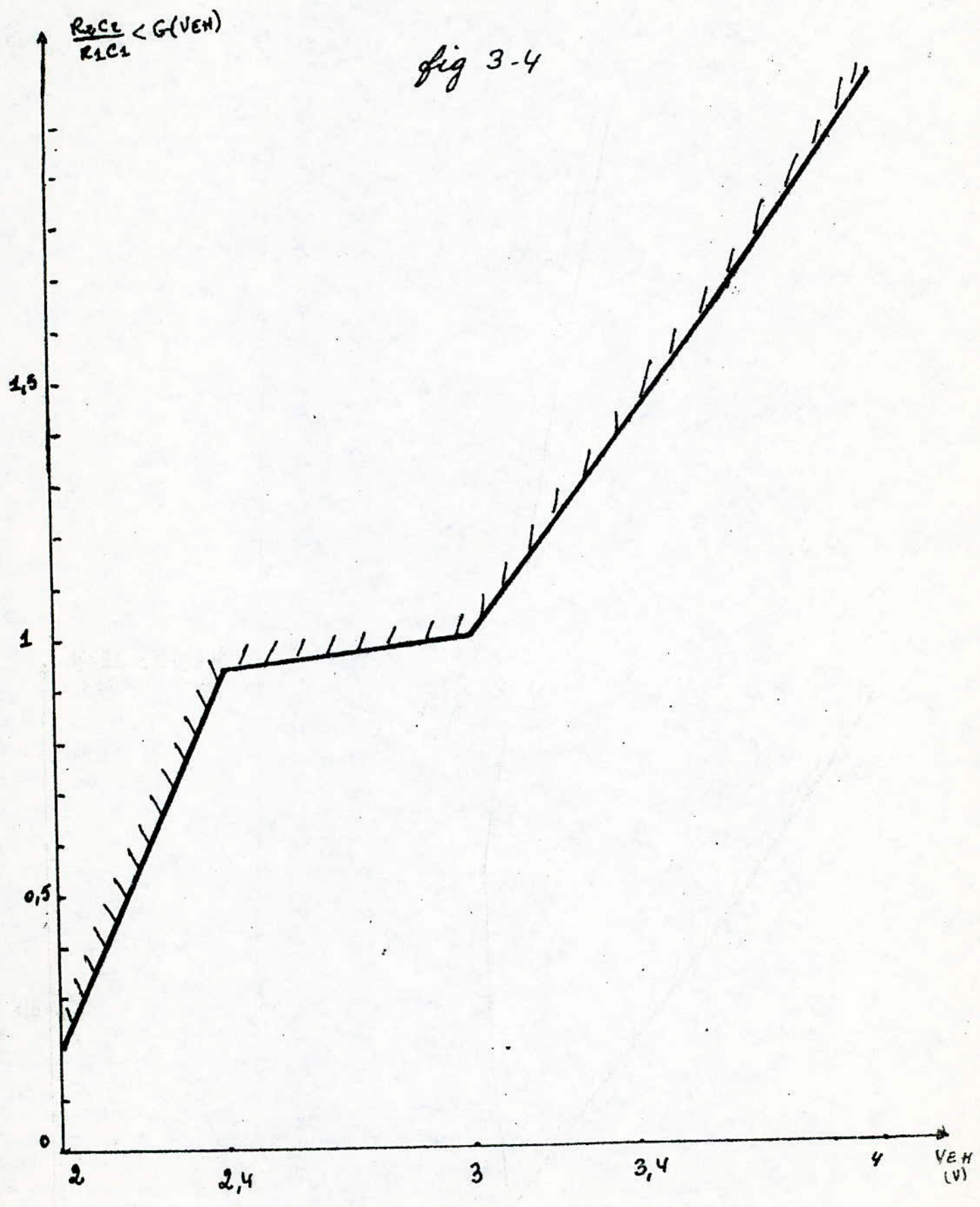
$$V_E = V_{EH} \left(1 - e^{-\frac{t}{R_2C_2}}\right)$$

La durée $T' = t_2 - t_1$ (fig 3-2) pour laquelle V_E est inférieure à V_T , doit être inférieure à la période T du monostable. Tous calculs faits, nous avons

$$\frac{R_2C_2}{R_1C_1} < \ln \frac{V_{EH}}{V_T} / \ln \frac{V_{EH}}{V_{EH} - V_T} = G(V_{EH})$$

La courbe (fig 3-4) donne la zone de choix de C_1 et C_2

fig 3-4



en fonction du niveau haut à l'entrée E .

Utilisation de la courbe

Pour une période T donnée autrement dit pour un couple de valeurs de R_1 et C_1 et un niveau V_{2H} donnés (voir expression de T), le couple de valeurs de R_2 et C_2 tel que la quantité $\frac{R_2 C_2}{R_1 C_1}$ doit se situer dans la zone non hachurée de la courbe représentative, d'où

$$R_2 C_2 < R_1 C_1 G(V_{2H})$$

DEUXIEME PARTIE

REALISATION

Chacun des trois montages est construit à partir du circuit intégré SN 7400, quadruple portes NAND (TTL) à deux entrées de Texas Instruments, dont le synoptique et quelques caractéristiques sont données fig 4-1 et 4-2

TRIGGER DE SCHMITT

Le circuit imprimé et l'implantation des composants sont donnés fig 4-3 (a) et (b)

NOMENCLATURE

Designation	valeur
SN 700 = circuit intégré	$\frac{1}{2}$
R ₁ = résistance variable	970 Ω
R ₂ = résistance variable	4,7 KΩ
R ₃ = R ₄ = résistance	4,7 KΩ

MULTIVIBRATEUR ASTABLE

Les figures 4-4 (a) et (b) donnent le schéma de réalisation

NOMENCLATURE

Designation	valeur
SN 7400	$\frac{1}{2}$
R = résistance variable	970 Ω
R ₁ = R ₂ = résistance	4,7 KΩ
C = Condensateur	56 n.F

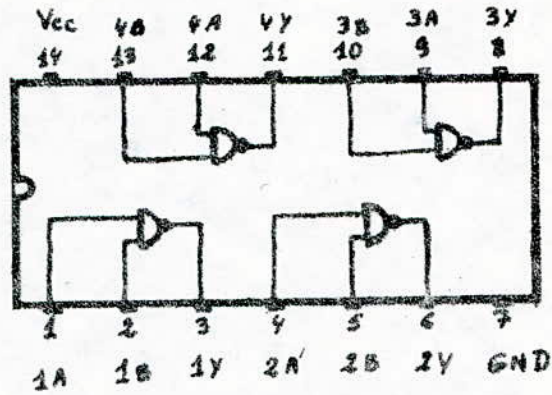
MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE

voir fig 4-5.(a) et (b)

NOMENCLATURE

Designation	valeur
SN 7400	$\frac{1}{2}$
R_1 = resistance variable	970 Ω
$R_2 = R_3$ = resistance	4,7 k Ω
C_1 = condensateur	1 μ F
C_2 = condensateur	56 nF

fig 4-1



SN7490 - ARCHITECTURE BY BROCHAGE

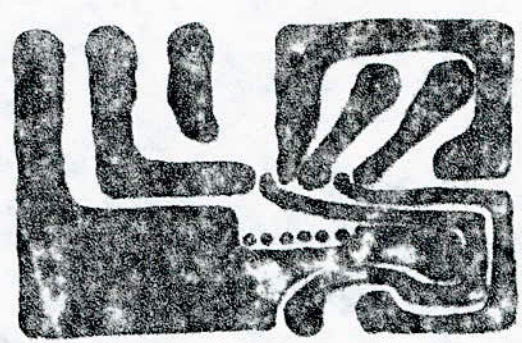
RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS		MIN	NOM	MAX	UNIT
SUPPLY VOLTAGE V_{CC}		4.75	5.0	5.25	V
HIGH LEVEL OUTPUT CURRENT I_{OH}				-400	mA
LOW LEVEL OUTPUT CURRENT I_{OL}				16	mA
ELECTRICAL CHARACTERISTICS [†]					
PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
HIGH LEVEL INPUT VOLTAGE V_{IH}		2.0			V
LOW LEVEL INPUT VOLTAGE V_{IL}				0.8	V
INPUT CLAMP VOLTAGE V_{IK}	$V_{CC} = \text{MIN}$ $I_{IP} = \text{MAX}$			2.0	V
HIGH LEVEL OUTPUT VOLTAGE V_{OH}	$V_{CC} = \text{MIN}$ $V_{OH} = V_{OL, \text{MAX}}$ $I_{OH} = \text{MAX}$	2.4	3.4		V
LOW LEVEL OUTPUT VOLTAGE V_{OL}	$V_{CC} = \text{MIN}$ $V_{OH} = 2V$ $I_{OL} = \text{MAX}$		0.2	0.4	V
INPUT CURRENT AT MAXIMUM INPUT VOLTAGE I_I	$V_{CC} = \text{MAX}$ $V_I = 5.5V$			1	mA
HIGH LEVEL INPUT CURRENT I_{IH}	$V_{CC} = \text{MAX}$ $V_{IH} = 2.4V$			40	mA
LOW LEVEL INPUT CURRENT I_{IL}	$V_{CC} = \text{MAX}$ $V_{IL} = 0.4V$			1.6	mA

[†] OVER RECOMMENDED OPERATING FREE-AIR TEMPERATURE RANGE. 0 - 70°C.

fig 4-2

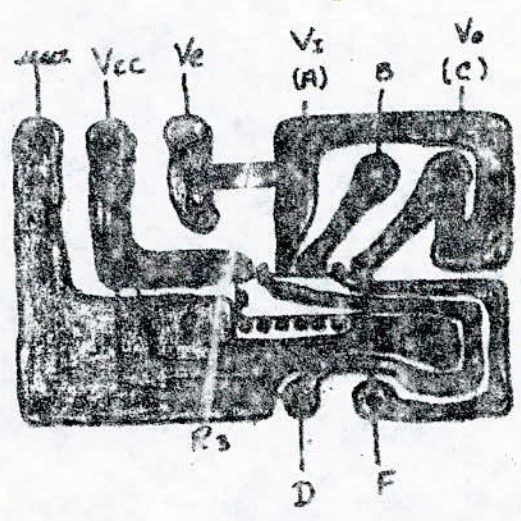
fig 4-3

(a)



circuit imprimé - coté composants - échelle 1/2

(b)



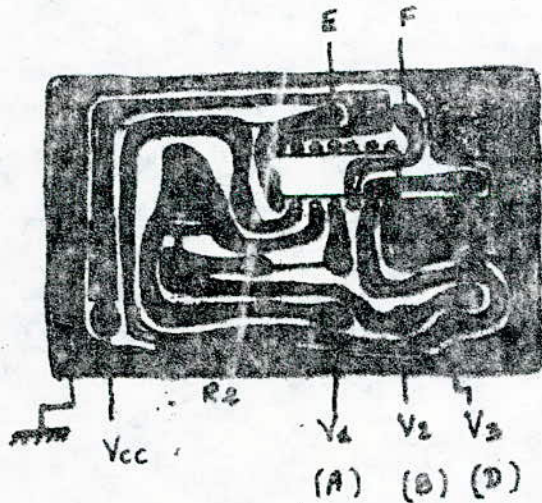
Implémentations des composants

fig 4-4

(a)

circuit imprimé - côté composants - échelle $\frac{1}{2}$

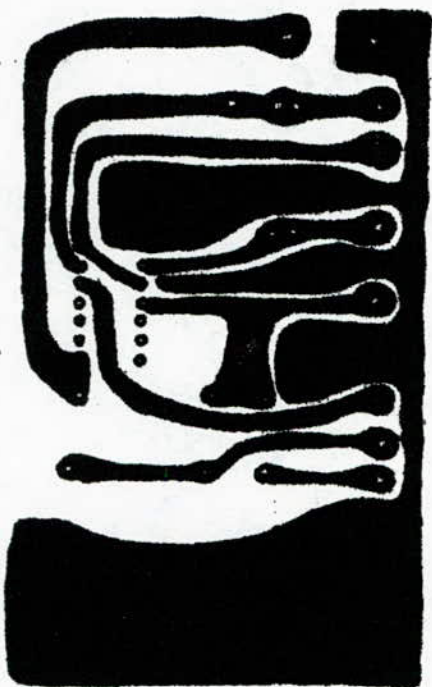
(b)



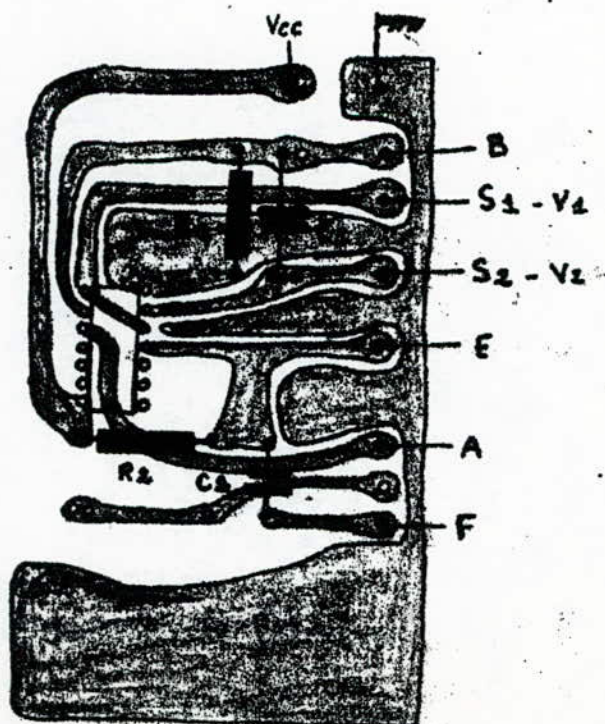
Implantations des composants

fig 4-5

(a)
circuit imprimé -
cote composants -
échelle $\frac{1}{2}$

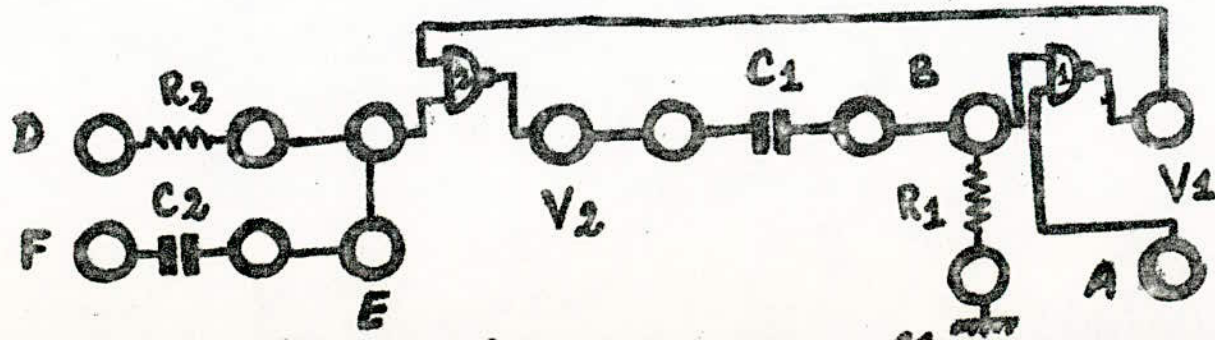
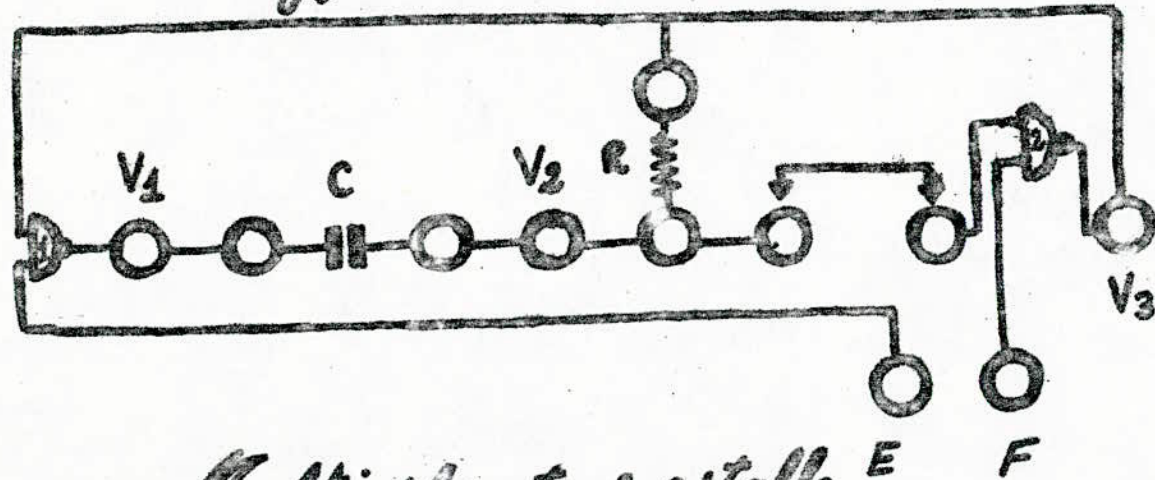
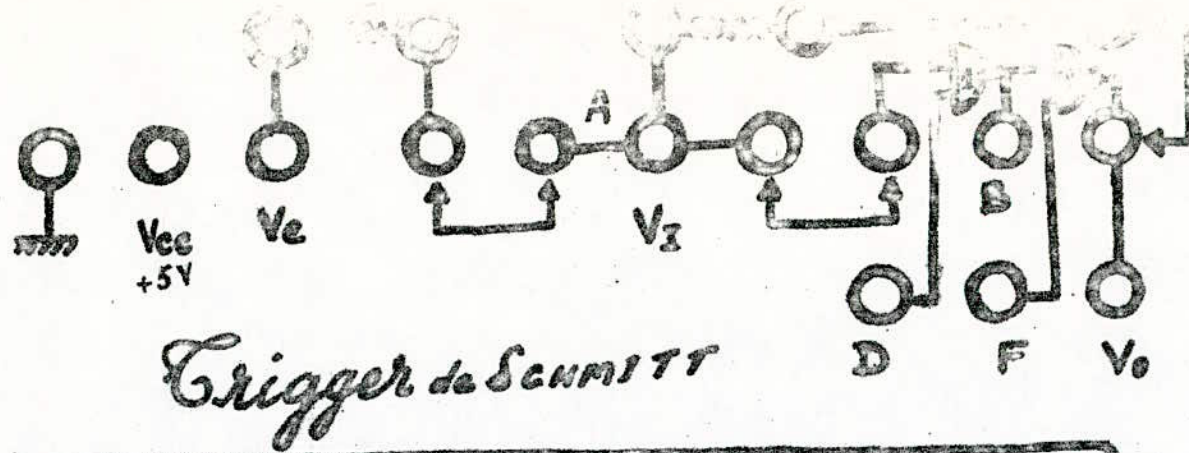


(b)
Implantations des
composants.



MAQUETTES

Les trois montages sont groupés dans un boîtier de $25 \times 25 \times 10,5$ cm. La figure 4-6 donne le schéma à l'échelle $\frac{1}{2}$ du panneau de mar-
lation. Les différents straps sont destinés aux mesures éventuelles de courants d'entrée et de sortie des portes. La porte (inverseur) TEST sert à contrôler les niveaux de sortie à différents points des montages vis à vis de la compatibilité TTL. C'est la porte marquée (1A, 1B, 1Y) du circuit de base utilisé par le trigger.



BIBLIOGRAPHIE

J.P. OEHMICHEN. *Emploi rationnel des circuits integres.*

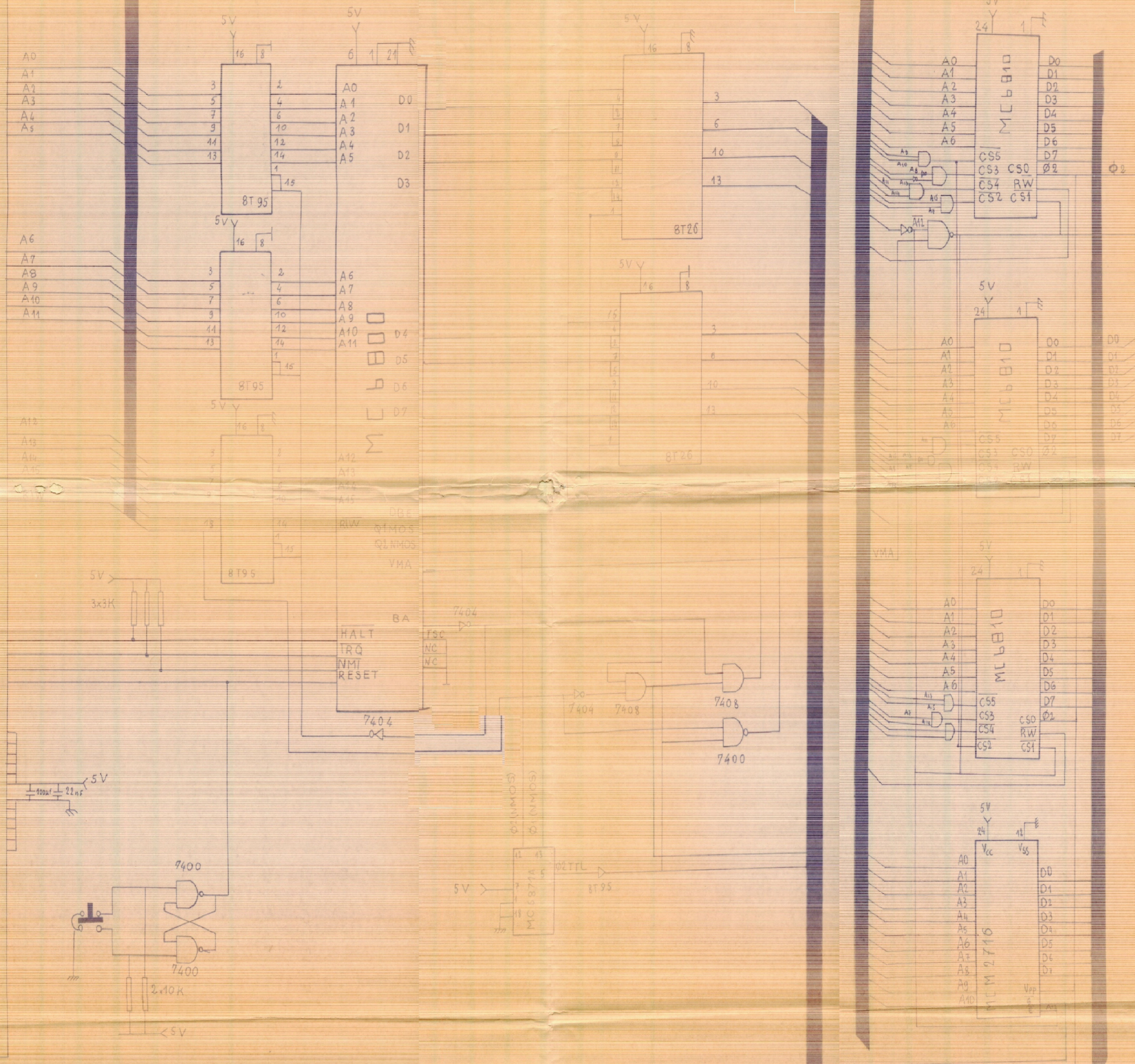
EDITIONS RADIOS Paris 1974

M. ABIGNOLI, B. AGIUS, G. GAUTHERIN, J.P. GAUTHIER :

Electricité Electronique - Problemes resolus Tome-2

DELAGRAVE 1973 - France.

J. DOYLE



MODULE MPU ET CARTE MEMOIRE