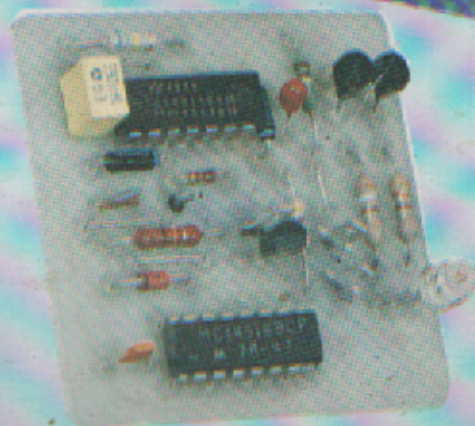


ELECTRONIQUE AFRIQUE PRATIQUE

La première revue des Applications de l'Electronique et de l'Informatique en Afrique

Dans ce numéro :

- testeur de piles
- détecteur de niveau
- initiation à la logique
- etc...



ELECTRONIQUE-PRATIQUE

N° 05
JANVIER 1992

A
F
R
I
Q
U
E

SOMMAIRE**TECHNIQUE**

- Parlez moi du 4011 P.16
- Logique 01 P.3
- Guide T.T.L. P.13

MONTAGE

- Testeur de piles P. 23
- Détecteur de niveau P.27
- Jingle électronique P.31
- Auto-diagnostic de rupteur auto P.35

INFORMATIQUE

- Virus P.38

DIVERS

- Fiches à découper P.43
- Circuit japonais P.41
- Petite annonces gratuites P.46
- Abonnement P.48

Editeur

Electronique Afrique
2 rue Med OUAGNOUNE
Bouzareah
ALGER

-Fondateur-

Directeur de la publication
M. BENMEBKHOUT

COMMERCIAL
ZIANE hassen

Régie de la publicité
France,Italie,Espagne
SAP
70,rue Compans
75017 -PARIS-

Photocomposition
Photogravure
ENSI
RTE Nle N°5
Cinq Maisons
MOHAMMADIA
ALGER
Tél: 76.92.30

Ont participé à ce
numéro :
AIT-HAMOUDI
BOULALOUA
ISAAD

Sélection Couleurs
Maquette
REVOLUTION

Distribution
Centre - Ouest - Est
ENAMEP

Déclaration Enregistré au-
près du Procureur de la
République
N° 03 - 91

ISSN 1111 - 0856
N° 4 - Tiré à 9935
**ELETRONIQUE
AFRIQUE**

©copyright la reproduction et l'utilisation même partielle de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue <<Electronique pratique afrique>> sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, etc... toute demande à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé doit être adressé à <<Electronique Afrique>>.

CIRCUITS NUMERIQUE-ANALOGIQUE- LINEAIRE-DIGITALE

C MOS

4000	4027	4054	4096
4001	4028	4055	4097
4002	4029	4060	4098
4006	4030	4066	4501
4007	4031	4068	4502
7008	4032	4069	4503
4009	4033	4070	4504
4010	4034	4071	4507
4011	4035	4072	4511
4012	4036	4073	4518
4013	4040	4075	4519
4014	4041	4076	4520
4015	4042	4077	4528
4016	4043	4078	4530
4017	4044	4081	4532
4018	4046	4082	4533
4019	4047	4082	4536
4020	4048	4085	4538
4021	4049	4086	4539
4022	4050	4089	4556
4023	4051	4093	4557
4024	4052	4094	4566
4025	4053	4095	4584

TTL 74 LS

7400	7445	74144	74195
7402	7446	74145	74196
7403	7447	74148	74197
7404	7448	74150	74198
7405	7450	74151	74260
7406	7451	74153	74261
7407	7453	74154	74266
7408	7454	74155	74273
7409	7460	74156	74279
7410	7470	74157	74280
7411	7472	74159	74283
7412	7473	74160	74290
7413	7474	74161	74293
7414	7475	74162	74295
7415	7490	74163	74298
7416	7493	74164	74299
7417	7494	74165	74320
7420	7495	74166	74321
7421	7496	74168	74322
7422	74100	74169	74323
7423	74107	74170	74324
7425	74109	74174	74327
7426	74110	74175	74365
7427	74111	74176	74366
7428	74112	74177	74367
7430	74113	74178	74368
7431	74114	74180	74373
7432	74115	74181	74374
7433	74116	74182	74390
7438	74121	74184	74393
7439	74122	74188	74490
7440	74123	74190	74529
7441	74125	74191	74570
7442	74138	74192	
7443	74143	74193	
7444		74194	

CIRCUITS INTEGRES LINEAIRES ET SPECIAUX

ADC	555	7226	580	1042	71
804	556	LF	590	1045	72
809	565	351	SL	1046	81
DAC	566	353	496	1047	82
808	567	356	5500	1048	84
L	709H	357	SO	1054	431
123	709	398	41P	1057	494
200	711	LH	42P	1059	497
202	720	0070	TAA	1151	TMS
293	723	M	550	1200	1000-3318
296	739	145028	611	1405	1000-3310
LM	741	MK	621	1410	1122
111	747	50240	761	1412	UAA
119	748	MM	765	1415	170
239	761	50398	861	1510	180
301	1458	53200	TBA	1524	ULN
304H	1496	57410	120	1576	2002
305	1871	58174	221	1578	2003
307	1872	ML	231	1908	2004
308	1877	926	400	1950	2803
309H	1897	MC	440	2002	2804
309K	2896	1309	520	2003	OPTO
310	2907	1310	540	2004	4N25
311	2917	1310	580	2005	4N26
317T	3900	1408	570	2006	BPW34
317K	3909	1455	570	2010	BP104
318	3911	1468	661	2020	LD271
319	1488	1488	750	2030	XR
323K	1489	1489	790	2542	2203
324	1496	1496	800	2593	2206
331	3045	1709	810	2596	2207
334	3046	1733	820	2610	2208
335	3052	3403	860	2620	2240
336	3059	3470	920	2630	2266
337K	3060	3484	970	2631	2276
337T	3080	14411	TCA	2640	2567
338K	3084	14433	105	2870	5Q
339	3086	14490	160	3000	3525
348	3089	MCT	250	3030	3527
349	3130	2	280	3300	AI
350K	3140	6	315	3310	109
358	3161	8	420	3500	116
360	3162	MOC	440	3560	117
377	3189	3010	530	3571	121
378	ICL	3020	540	4290	124
379	7106	NE	550	4510	125
380N8	7107	527	600	4565	TIL
380N14	7109	529	610	5850	31
381	7126	555	640	7000	32
382	7135	556	650	8440	78
383T	7137	564	660		81
384	8038	565	740		111
386	8040	566	750		113
387	ICM	567	760		117
388	7038	570	780		128
389	7045	SAB	830		127
390	7207	SAS	900		139
391	7209	580	910		TL
393	7217	580	940		
395		570	965		

TRANSISTORS

ASZ	182	196
15	183	197
16	233	198
18	235	200
BC	236	
107	237	BFR
108	238	90
109	240	91
140	241	BS
141	242	170
142	244	BSX
143	262	20
147	263	21
148	266	BU
157	267	206
160	435	208
161	436	508
170	437	408
177	438	426
178	439	BUX
179	440	37
182	441	80
184	442	81
204	507	98
207	508	BUZ
208	537	45
209	538	IRF
211	561	450
212	562	540
237	645	TIP
238	650	30
239	678	31
251	679	32
307	711	33
308	802	34
308	895	35
317	80W	36
318	93	41
327	94	42
328	80X	112
337	18	117
338	53	120
516	54	122
517	62	132
546	63	2955
547	64	3055
548	65	VN
549	66	46
550	67	86
556	77	2N
557	78	708
558	67	730
559	68	918
580	80Y	930
639	56	1613
640	58	1711
640	BF	1889
115	115	1890
24	167	1893
130	173	2222
135	175	2369
136	177	2648
137	178	2904
138	179	2905
139	180	3053
140	181	3054
	182	3055
	183	3553
	184	3771
	185	3819
	184	3904
	185	3906
		4418

LOGIC 01

Les circuits logiques sont largement employés, quelle que soit la technologie choisie: TTL, CMOS, QMOS, FAST, FACT, ou même ECL. L'analyse logique convient pour toutes les technologies en excluant les problèmes de mise en oeuvre. La série a pour objectif de vous permettre la compréhension et la conception de montage utilisant un traitement logique. La technologie la plus facile à mettre en oeuvre est la CMOS; elle servira donc de support aux manipulations.

Chaque volet de cette série sera présenté sous la forme de ce premier volet:

- Présentation de fonctions logiques et analyse.
- Mise en oeuvre (manipulations).
- Énoncé de théorèmes, méthodes ... et synthèse.
- Fabrication utilisée en manipulation.
- Exercices d'applications. Les figures seront toujours numérotées selon le volet en cours (Fig. N.M, avec N= numéro de volet et M= numéro de la Figure). Les termes anglais sont notés entre apostrophes (exemple **NAND**), alors que les termes un peu barbares sont notés entre guillemets! On définit un point A sur le schéma, la tension notée VA correspond au potentiel entre A et la masse, et l'état logique sera noté A = e, e prenant la valeur 0 ou 1. Sur ce, abordons ce premier volet qui définit les bases de la logique.

BASES ET VARIABLES

(Fig 1.1)

La différence fondamentale entre un système logique se situe au niveau du régime de fonctionnement et du dispositif de traitement. Un système fonctionnant dans son régime linéaire est un dispositif analogique (amplificateur, filtre...). Un système fonctionnant en

commutation (bloqué-saturé) limite la sortie à deux états, et si le système reçoit des signaux d'entrée à deux états, on parle de dispositif logique (portes logiques...). Certains dispositifs mêlent l'analogique à la logique (convertisseurs, comparateurs analogiques...). Les deux états sont définis simplement par une absence de tension (0 V) ou une présence de tension (+ Vcc). On exclut, pour l'instant, le cas particulier où ces états sont définis par deux (02) tensions décalées, puisque par un décalage en tension, le raisonnement est semblable. Les états logiques sont "0" (zéro barré pour distinguer de la lettre O) pour 0 V et "1" pour la présence de tension (+ Vcc ou +). Remarque: certains ouvrages utilisent les appellations ouvrages "L", abréviations de 'Low', ou "B", abréviation de Bas, qui désignent l'état 0, est "H", abréviation de Haut où de 'High' pour l'état "1". Cette série n'utilisera que l'appellation "0" ou "1". Une variable logique est

l'appellation d'un dispositif logique, entrée ou sortie, qui symbolise algébriquement l'entrée ou la sortie concernée. Une fonction logique est le dispositif qui met en relation une ou des entrées et la sortie.

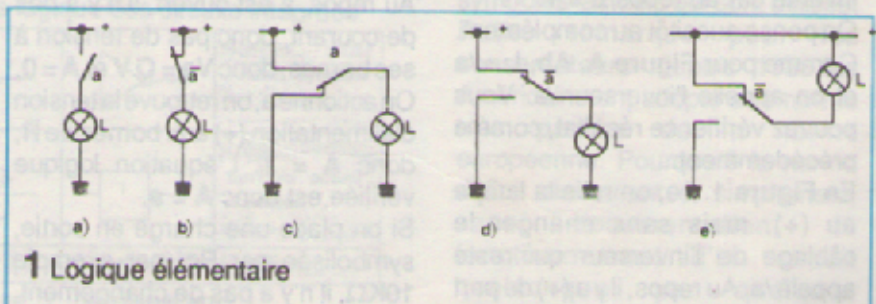
En Figure 1.1, on considère le cas le plus simple: l'interrupteur et la source de tension est la variable d'entrée, et la lampe, celle de sortie. Il y a liaison directe entre entrée et sortie. Pour la compréhension de l'appellation des variables, on désigne par 'a' l'action sur l'interrupteur. Au repos,

a = 0 et interrupteur actionné

a = 1, puis on identifie l'interrupteur par rapport à cette variable a.

En Figure 1. 1a, au repos, a = 0, l'interrupteur est ouvert, la lampe est éteinte car il n'y a pas de tension à ses bornes, donc L = 0.

L'interrupteur actionné, donc fermé, a = 1, la lampe est allumée car la tension (+) est présente, donc L = 1. On distingue deux cas, a = 0 L = 0 et a = 1 se passe par l'équation logique L = a, car les états sont



1 Logique élémentaire

identiques dans les deux cas.

Le rôle de l'équation est de représenter les cas précités par une relation, sans définir ces cas, donc d'obtenir une formulation plus compacte. Ainsi, il est plus simple de définir l'état de L par $L = a$ qu'en énonçant les deux cas $a = 0 \Rightarrow L = 0$ et $a = 1 \Rightarrow L = 1$. Comme a correspond à une action sur l'interrupteur, on nomme ce dernier a .

En Figure 1.1b, au repos $a = 0$, lampe allumée, $L = 1$. L'interrupteur actionné, $a = 1$, $L = 0$, lampe allumée, $L = 1$. L'interrupteur actionné, $a = 1$, $L = 0$. Comme il n'y a que deux états possibles, on appelle complément logique la relation qui à l'état 0, fait correspondre l'état 1 et à l'état 1, le 0. C'est ce phénomène que l'on observe, donc l'équation de L est le complément de la notée $L = \bar{a}$ (lire a-barre). L'interrupteur est nommé $\bar{a}$ pour sa correspondance entre l'action et l'état logique. Remarque: les Figures utilisent la notation sur lignée et le texte la notation informatique pour l'utiliser le code ASCII standard. Ces deux notations sont identiques, mais nécessitent des précautions, mais nécessitent des précautions d'écritures de la même manière que le trait de fraction d'une équation et son entrée par le clavier de la calculatrice.

En Figure 1.1c, on utilise un inverseur. Au repos, la lampe est éteinte car la tension à ses bornes est 0 V. Si on actionne l'inverseur (Vers le Haut), la tension appliquée à la lampe est (+) et elle s'allume. Ces deux états se résument par $a = 0 \Rightarrow L = 1$ ou par l'équation $L = \bar{a}$. On nomme l'inverseur $\bar{a}$ pour conserver l'analogie.

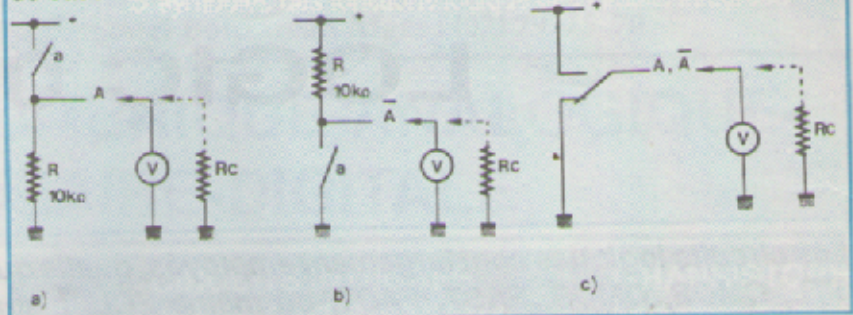
En Figure 1.1d, on retrouve le cas inverse car au repos $L = 1$.

On pense aussitôt au complément. Comme pour Figure A. Ab, $L = \bar{a}$ et on appelle l'inverseur $\bar{a}$. Vous pouvez vérifier ce résultat, comme précédemment.

En Figure 1.1e, on relie la lampe au (+), mais sans changer le câblage de l'inverseur qui reste appelé $\bar{a}$. Au repos, il y a (+) de part

2 Manipulation

de base



et d'autre de la lampe, la tension à ses bornes vaut 0 V, donc $a = 0$ et $L = 0$. L'inverseur actionné, la lampe est allumée, $a = 1$ et $L = 1$. L'équation est donc $L = a$. En comparant le montage précédent, le résultat obtenu est le complément. On vient en fait de démontrer que $\bar{\bar{a}} = a$. Donc comme l'interrupteur se nomme $\bar{a}$, on a l'équation $L = \bar{(\bar{a})}$ et on a vérifié $L = a$. En fait, on a inversé la câblage de lampe, on a donc complément l'équation de L . En 1.1d, on avait $L = \bar{a}$, on a maintenant $L = \bar{(\bar{a})}$, donc $L = a$...

MANIPULATION

(Fig 1.2)

Il est aisé d'essayer les montages de la Figure 1.1 avec une pile, une ampoule et des interrupteurs ou inverseurs; ce qui est conseillé à tiré d'exercice. La manipulation proposée va introduire un phénomène supplémentaire. La tension d'alimentation (+) est quelconque, par exemple 12V.

En Figure 1.2a, on remplace la lampe de la Figure 1.1a par un résistor R . Le voltmètre en parallèle lira la tension à ses bornes. La sortie se nomme A .

Au repos, a est ouvert, il n'y a pas de courant, donc pas de tension à ses bornes, donc $V_a = 0$ V et $A = 0$. On actionne a , on retrouve la tension d'alimentation (+) aux bornes de R , donc $A = 1$. L'équation logique vérifiée est donc $A = a$.

Si on place une charge en sortie, symbolisée par R_c , par exemple 10KΩ, il n'y a pas de changement.

En Figure 1.2b, on inverse la câblage de a et R . Si a est ouvert, il n'y a pas de courant dans R , on retrouve donc l'alimentation en sortie. Si a est fermé, on a 0 V en sortie. La sortie est donc le complément de la commande. On a noté cette fois $\bar{A} = \bar{a}$ (qui est identique bien sûr), car on a conservé le même type d'interrupteur. Si on place R_c en sortie, la tension en sortie varie R_c (théorème de Thevenin). Le fonctionnement logique n'est plus garanti. Il faut donc $R_c > R$. Cette remarque s'applique aussi au montage précédent si on connecte la charge au (+).

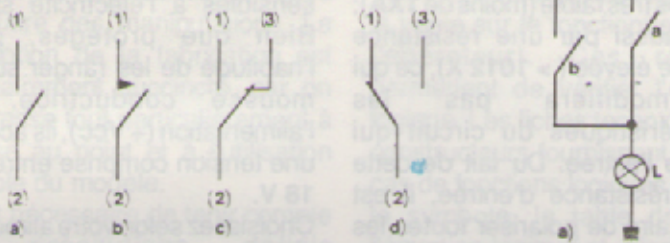
En Figure 1.2c, on utilise un inverseur. L'équation dépend de la position de repos de l'inverseur. On aura donc A ou $\bar{A}$. On remarque que R_c est sans action, quel que soit l'état de sortie, ce qui est normal. Vous pouvez également vérifier ce résultat en connectant la charge simulée R_c entre la sortie et V_{cc} . En conclusion, on a vérifié l'analyse précédente, mais on vient en plus de définir les schémas de dispositifs générant des variables A ou $\bar{A}$, quand on actionne leurs interrupteurs.

INTERRUPTEURS

(Fig 1.3)

On comprend qu'il est impératif de représenter les interrupteurs selon une norme, pour distinguer le type. Dans un schéma, ils seront toujours représentés au repos, ce qui a été le cas dans les Figures

3 Interrupteurs et poussoirs



précédentes. Des détails viennent compléter cette règle. En 1.3a, un interrupteur qui établit le contact entre (1) et (2) à sa fermeture. En 1.3b, un interrupteur-poussoir, qui établit un contact momentané entre (1) et (2). En 1.3c, un inverseur dont la position des repos est définie. Au repos: liaison (2-3), actionné: liaison (2-1). Comparez ce symbole avec celui en 1.3d, qui, bien que représente au repos, ne lui définit aucune position. On est donc en présence d'un inverseur à trois (3) positions, mais on pourra aussi l'accepter comme un inverseur dont la position de repos est quelconque.

FONCTIONS DE BASE

(Fig 1.4)

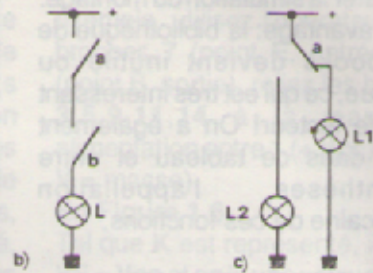
On a vaguement parlé de fonction, au paragraphe "Bases et variables", puisqu'on définissait les variables. En fait, un interrupteur est assimilable, la variable d'entrée étant l'alimentation. Revenons donc à des montages simples à lampe (ampoule!).

En Figure 1.4a, la lampe L s'allume si on agit sur a, ou si on agit sur b, ou si on agit sur a et b. On pourrait

énoncer la fonction par ces trois (03) cas (on verra plus tard qu'il faut quatre (04) cas pour la définir entièrement, car on sous-entend les cas où aucun interrupteur n'est manœuvre et $L = 0$), mais il est plus simple de définir une fonction associant les variables a et b, et quelle fonction s'y prête le mieux sinon le OU (inclusif). on notera $L = a + b$, qui se lira 'a OU b'.

En Figure 1.4b, la lampe L s'allume si on agit sur a et sur b en même temps. L'appellation adoptée est tout naturellement le ET que l'on notera *. Ainsi $L = a * b$, que l'on lit 'a Et b'. Il arrive souvent que le symbole * soit omis, comme en multiplication, lorsqu'il n'y a pas d'ambiguïté au niveau de l'écriture. En Figure 1.4c, on réutilise les fonctions introduites en Figure 1.1. Au repos, seule L2 est allumée. Ce qui se traduit par $a = 0 \quad L1 = 1 \quad L2 = 0$ et $a = 1 \quad L1 = 0 \quad L2 = 1$ (rappel). On remarque que $L2 = 2$ et $L1 = a$. La première fonction ($L2 = a$) est la fonction OUI ou IDENTITE, alors que la seconde qui effectue la complément est la fonction NON, dont la notation a été définie.

4 Fonctions logiques de base (principe)



C'est à partir de ces fonctions de base si simplement énoncées que découlent toutes les strutures logiques complexes, dont le microprocesseur...uniquement par association de fonctions de base et quelques expérimentations.

SYMBOLES

(Fig 1.5)

Pourquoi des symboles de fonctions? Pour réaliser un schéma fonctionnel du traitement logique, puis pour utiliser des composants intégrés qui matérialisent ces fonctions. On parlera d'opérateur ou de portes logiques intégrées; le mot-opérateur désigne le bloc (structure) qui réalise la fonction, et on préfère le mot-porte- quand la fonction est simple-intégrée, car il est évidemment possible de réaliser cette fonction en éléments discrets (transistors, diodes ... qui sont d'ailleurs les éléments utilisés dans les circuits intégrés).

La Figure regroupe dans un tableau les symboles logiques des fonctions abordées en 1.4. Le symbole noté 'ancien' est en fait une norme américaine qui est devenue obsolète. En Europe, ce sont les symboles 'actuels' qui sont utilisés. Petite remarque pour les conservateurs : depuis 1983, les Américains ont adopté une norme très proche de la norme européenne. Pourquoi? la norme définit clairement et simplement, sans documentation, le fonctionnement d'un circuit quelconque, par quelques caractères dans son symbole, cela

5 symboles des fonctions logiques des circuits intégrés

				Ancien symbole
				Symbole actuel normalisé
OU	ET	OUI	NON	
(OR)	(AND)	(BUFFER, ...)	(INVERSEUR, NOT)	

afin d'exploiter les composants en conception informatisée (XAO) et d'assurer la simulation du montage. autre avantage: la bibliothèque de databooks devient inutile ou presque, ce qui est très intéressant pour le lecteur! On a également noté, dans ce tableau et entre parenthèses, l'appellation américaine de ces fonctions.

PRECAUTIONS

Il est possible de choisir une fonction logique intégrée dans une panoplie de technologies. Le choix s'est partie sur les circuits **CMOS** car leurs caractéristiques les rapprochent le plus de la théorie, et ils sont économiques, car largement diffusés. de plus, presque tous les montages de la revue font appel au **CMOS**, abandonnant les **TTL** (consommation élevée!). La technologie **CMOS** se caractérise par des tensions de

sortie proches des tensions d'alimentation, pour des courants de sortie faibles; une consommation au repos très faible (moins de 1X); mais aussi par une résistance d'entrée élevée ($> 1012 \text{ X}$), ce qui ne modifiera pas les caractéristiques du circuit qui attaque l'entrée. Du fait de cette haute résistance d'entrée, il est nécessaire de polariser toutes les entrées, c'est-à-dire ne jamais laisser une entrée, même inutilisée, non connectée. Dans un circuit intégré, il y a parfois plusieurs fonctions logiques du même type. Si vous n'utilisez qu'une fonction polarisez les entrées des fonctions inutilisées inutilisées. Il faut donc relier ces entrées à un potentiel fixe, 0V ou V_{cc} , sans importance puisque la fonction est inutilisée. Si c'est une entrée propre à la fonction qui est inutilisée, il faudra lui définir un état tel que la fonction soit

conservée. Nous y reviendrons dans le prochain volet.

Sachez aussi que ses circuits sont sensibles à l'électricité statique. Bien que protégés, prenez l'habitude de les ranger sur de la mousse conductrice. Pour l'alimentation ($+V_{cc}$), ils acceptent une tension comprise entre 3 V et 18 V .

Choisissez selon votre alimentation disponible (alimentation fixe ou variable, pile de 9 V ...) mais expérimentez de préférence avec $V_{cc} = 5\text{ V}$ puis $V_{cc} = 12\text{ V}$, et comparez à chaque fois. C'est un bon exercice d'aptitude à la manipulation. Et si vous voulez en savoir plus sur les circuits **CMOS** consultez le livre Application des **CMOS** (col. E.T.S.F.), qui complète la série parue dans la revue.

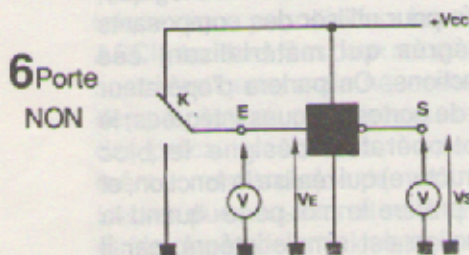
MANIPULATION

Pour chaque manipulation, il faudra:

- Réaliser la montage sur une planchette de connexion plutôt que sur un circuit imprimé, car cela autorisera des modifications simples et permettra de réutiliser les composants ou de les échanger en cas de "casse". Le brochage des circuits nécessaires sera toujours donné en fin de chapitre (ici Figure 1.15). Si le numéro des broches n'est pas expressément indiqué sur la Figure, vous pouvez choisir une porte quelconque parmi celles du circuit.

- Le voltmètre utilisé est un modèle à grande impédance d'entrées, mais il vous faudra très vite utiliser l'oscilloscope. Il n'est plus possible de s'en passer, alors ne regrettez pas votre investissement (le multimètre est presque facultatif, ou sinon vous le réaliserez vous-mêmes). Habituez-vous donc à déjà utiliser l'oscilloscope, en parallèle avec le voltmètre si nécessaire. Le symbole du voltmètre est un rond avec V à l'intérieur, alors que l'oscilloscope inclut un signal triangulaire dans ce rond (O).

- Une maquette dont le plan de fabrication est donné en fin de

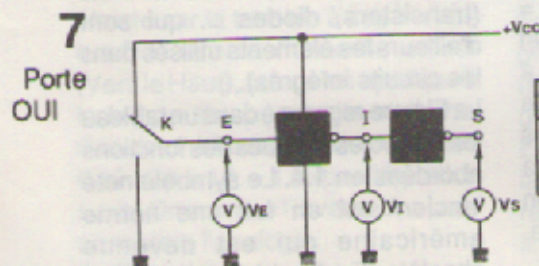


V_E	V_S
0V	$= V_{cc}$
V_{cc}	$= 0\text{V}$



E	S
0	1
1	0

$$S = \bar{E}$$



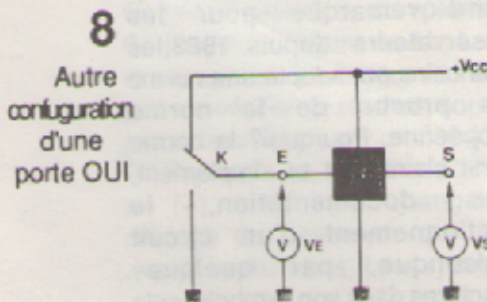
V_E	V_I	V_S
0V	$= V_{cc}$	$= 0\text{V}$
V_{cc}	$= 0\text{V}$	$= V_{cc}$



E	I	S
0	1	0
1	0	1

$$S = E$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \bar{E} \\ S = \bar{I} \end{array} \right. \rightarrow S = \bar{(\bar{E})}$$



V_E	V_S
0V	$= 0\text{V}$
V_{cc}	$= V_{cc}$



E	S
0	0
1	1

$$S = E$$

chaque volet vous permettra d'asseoir vos connaissances, en utilisant certains principes définis, mais surtout de réutiliser ce modèle pour faire des manipulations. La description de la fabrication est volontairement succincte, car on s'intéresse tout particulièrement à la mise au point et à l'utilisation possible du modèle.

- Il est nécessaire de tenir compte des précautions définies précédemment.

PORTES OUI, NON

(Fig 1.6)

La convention adoptée par l'auteur pour représenter l'alimentation du circuit n'est pas normalisée, mais elle évitera certaines ambiguïtés. On disposera toujours les bornes d'alimentation, en haut ($V_{dd} = +V_{cc}$) et en bas ($V_{ss} = 0V$) d'un des opérateur du circuit, la référence permettant de la distinguer des autres, le cas échéant.

Remarque: bien qu'évident pour beaucoup de lecteurs, il faut alimenter le circuit intégré pour pouvoir utiliser l'opérateur interne. De même, il est interdit d'appliquer une tension à une entrée d'un circuit, s'il est pas alimenté! A cause du réseau de protection interne, et comme un circuit CMOS consomme très peu, le circuit s'auto-alimentera par une ou plusieurs entrées, et vous obtiendrez un fonctionnement aléatoire. C'est une cause fréquente de pannes ou de dysfonctionnement (pannes difficiles à détecter si les courants de sortie sont faibles).

Revenons à la manipulation proprement dite. La méthode conviendra aux trois (03) Figures, seuls les résultats changent et sont indiqués sur ces mêmes Figures. Méthode: on définit une tension d'entrée, avec l'inverseur K. Le voltmètre lit cette tension d'entrée, ainsi que celle en sortie. Il y a deux (02) cas à relever, ce qui donne le premier tableau de mesure (VE, VS). Ce tableau est interprété en remplaçant les tensions par les états logiques correspondants, ce qui

fournit le tableau logique de la fonction réalisée par l'opérateur. Ce tableau s'appelle usuellement "table de vérité" (elle vous dit toute la vérité sur le fonctionnement de l'opérateur). Ces résultats permettent de vérifier l'équation logique. Les fiches techniques des constructeurs fournissent, dans le cas de fonctions logiques simples, le symbole, la table de vérité, l'équation logique et, bien sûr, les caractéristiques, électriques et le brochage, qu'ils complètent d'analyses de fonctionnement, de montages d'application pour les fonctions logiques complexes. Vous retrouverez ces informations tout au long de chaque volet.

Si vous ne vérifiez pas les résultats définis à côté du schéma de montage de la manipulation en cours, il peut y avoir trois (03) causes distinguées:

1 - Un circuit défectueux, détruit, ou un circuit avec un opérateur défectueux. Vérifier dans ce cas avec un autre opérateur et, dans tous les cas, jetez le circuit en "l'écrasant sur ses pattes" (évite la confusion).

2 - Une erreur de montage. Vérifiez votre câblage, votre alimentation, l'état des connexions (bon contact de la plaquette d'essai).

3 - Les appareils de mesure (mal réglés, fusible détruit...)

Les montages sont simples, habituez-vous à les câbler proprement en respectant si possible la disposition du schéma. Cela vous permettra de repérer facilement les points intéressants du montage et évitera les erreurs. Progressivement, les montages seront plus denses, ce qui nécessite une bonne assimilation des méthodes.

Le circuit choisi est un 4049 (CD4049, HEF4049...) pour les Figures 1.6 et 1.7, alors qu'un 4050 est nécessaire en Figure 1.8. Comme l'indique le branchage, ils intègrent chacun six (06) opérateurs logiques (NON pour le 4049, OUI

pour le 5050). Choisissez un opérateur et n'oubliez pas de polariser les entrées inutilisées. Par exemple, utilisez l'opérateur entre broches 7 (point E, entrée) et 6 (point S, sortie), reliez les broches 3, 5, 9, 11, 14 à la masse et alimentation entre 1 (+Vcc) et 8 (0V = masse).

En Figure 1.6.

Tel que K est représenté, il définit $VE = V_{cc}$ et on lit une valeur proche de 0V, ce qu'on interprète et un état 0 en sortie ($E = 1 \Rightarrow S = 0$). On bascule K, on relève $VE = 0V$ et VS proche de Vcc, donc $E = 0 \Rightarrow S = 1$. Comme dans l'analyse théorique, ces deux (02) résultats impliquent la fonction complément $S = \neg E$. On vérifie les résultats pour $V_{cc} = 5V$ et $V_{cc} = 12V$, comme conseillé précédemment.

En Figure 1.7.

On relie deux (02) opérateurs NON en série. Il est inutile de refaire le montage, il suffit de la modifier. Si vous avez utilisé le câblage cité en exemple, déconnectez-la à la broche 6, ce qui formera le point I. Le point S sera sur la broche 4. pour les deux (02) positions de K, on relèvera V_{EE} , VI et VS, ce qui donnera la table de vérité {E, I, S}. On remarque alors que I est le complément de E, de même S est le complément de I, mais surtout que S est identique à E. La fonction entre S et E est la fonction OUI (identité), et on a vérifié par la pratique $S = \neg I = \neg(\neg E) = \neg\neg E = E$ (premier théorème: cas général $\neg\neg A = A$).

En Figure 1.8.

On utilise un opérateur OUI. L'existence de portes OUI se justifie par l'adaptation de tension et courant. On procède comme en 1.6, en relevant des états identiques et vérifiant $S = E$.

La Figure 1.7

Implique une remarque par rapport à la porte OUI: si vous n'avez pas de circuit à porte OUI, vous pouvez en réaliser en mettant en série deux (02) portes NON. Cela limitera le nombre de circuits de votre montage

Par exemple, si vous réalisez un montage avec deux portes OUI et deux portes NON, il vient instantanément à l'idée d'utiliser deux circuits, un 4049 et un 4050. Or, en utilisant la remarque précédente, un circuit 4049 suffit. En revanche, il est évident que deux portes OUI en série ne peuvent réaliser la fonction NON!

Pour ces trois (03) manipulations, on a utilisé les 4049 et 4050 car ils ont un brochage identique, ce qui évite les erreurs et permet l'échange direct du circuit sur le montage. Mais il existe d'autres circuits qui seront présentés en Figure 1.15.

Vous pourrez donc refaire ces manipulations avec ces circuits.

En synthèse, il faut retenir qu'une porte OUI est définie par $S = A$ (identité), une porte NON par $S = \neg A$ (complément), avec $A =$ variable d'entrée et $S =$ sortie de la porte. Le premier théorème est: pour toute variable A , le terme $\neg \neg A$; ce qui implique la remarque pratique de réalisation d'une porte OUI avec portes NON en série. Le symbole d'une porte OUI est un carré avec

un "1" qui désigne l'identité, complété d'une boule sur la sortie si c'est une porte NON. On note le symbole A à côté du 1, soit "AA" pour indiquer l'amplification ('buffer').

VISUALISATION

(Fig 1.9)

Jusqu'à maintenant, on a utilisé un voltmètre pour mesure la tension en un point donné et l'interpréter pour définir l'état. Voltmètre entre S et masse, on mesure V_s et on interprète l'état de S. Comme le présente la Figure 1.9.a.

On peut relier le voltmètre entrée V_{cc} et S. Dans ce cas, il mesure $(V_{cc} - V_s)$; donc si $V_s = 0V$, on lit V_{cc} , et si $V_s = V_{cc}$, on lit 0V. On interprète alors l'état complémentaire de S, soit $\neg S$. Plutôt que d'utiliser un voltmètre (ou l'oscilloscope), on choisit d'utiliser une LED D1.

Si une tension V_s existe à ses bornes (via un resistor de limitation R1), elle s'allume; sinon, elle reste éteinte. Elle permet donc un affichage visuel direct de l'état

logique à ses bornes, donc l'état de S, en Figure 1.9b.

En mettant à profit la remarque en 1.9a, on décide de connecter la LED entre V_{cc} et la sortie.

Elle s'allumera donc si $V_s = 0V$, donc cette fois pour l'état complémentaire de S, soit $\neg S$. Ces deux (02) montages permettent la visualisation d'états, mais nécessitant un courant pour illuminer la LED. On ne peut donc les utiliser en entrée (solution en 1.12).

Une porte CMOS fournit un faible sortie s'éloigne de la théorie et pose des problèmes qui seront prochainement définis. Il y a diverses solutions pour amplifier le courant de sortie, en utilisant un transistor externe. Deux (02) solutions sont proposées en Figures 1.9d et 1.9e, exploitation directe de la synthèse de la série INITIATION.

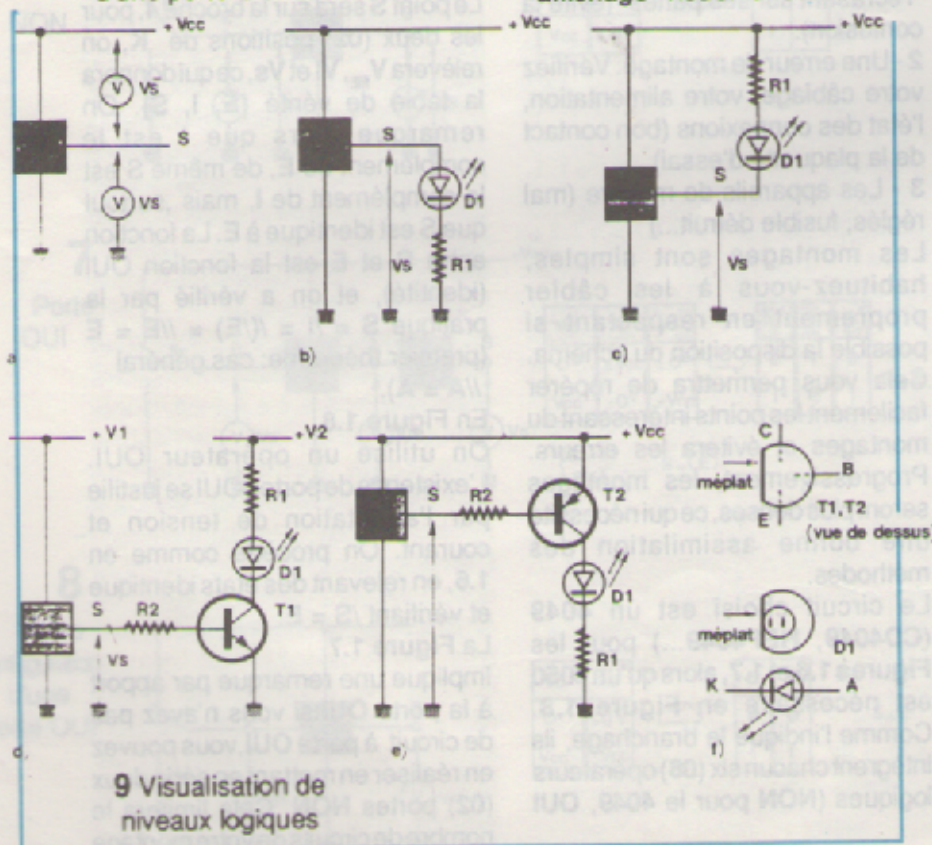
N'oubliez pas que T1 réalise une tages à transistors, si nécessaire! Il y a bien d'autres possibilités et vous les découvrirez dans la revue (réalisations...). Le brochage des transistors et de la LED est donné en n1.9f. utilisez un NPN quelconque pour T1 (BC547A) et un PNP pour T2 (BC557A) (cf série INITIATION).

SYMBOLES DE VISUALISATION

(Fig. 1.10)

Pour connaître l'état logique en point donné, on a deux principes: la mesure de la tension avec un voltmètre (symbole 1.10c) ou oscilloscope (symbole 1.10d) avec interprétation nécessaire des mesures, pour passer de la tension à l'état logique; ou la visualisation directe d'état sur LED.

L'auteur se crée deux (02) symboles fonctionnels (1.10 a, 1.10b) qui seront utilisés dans les schémas de montage de manipulation. Ils se différencient par l'état visualisé (1 en a 0 en b) en utilisant le rond de



9 Visualisation de niveaux logiques

complémentation pour dénoter l'état bas et rester logique.

SYMBOLES D'ENTREE

(Fig. 1.11)

Pour l'utilisation dans les schémas de montage, comme précédemment, il était judicieux d'adopter des symboles de dispositifs générant un état logique.

La Figure 1.11 présente cinq cas différents avec les symboles. En a, le signal est à l'état logique 1 pour l'interrupteur manœuvré.

De même en b, hormis le fait que ce soit un poussoir, donc à contact temporaire. En c et d, la version complémentaire qui fournit un état 0 quand l'interrupteur est actionné. En e, un inverseur classique qui définira un état 0 et 1 sans limite de courant de sortie (cf. 1.2).

MODULE O1

(Fig 1.12)

Ce module correspond à une réalisation concrète (cf. photo) qui

servira pour vos manipulations.

Ce premier module permet de visualiser l'état de six signaux logique sur LED et de fournir huit (08) signaux logique en exploitant les analyses précédentes. Le schéma 1.11 est directement appliqué ; d'ailleurs, il précisait le nombre de blocs utilisés pour le module, sous les symboles. Pour la visualisation, on utilise des portes NON. Les LED sont allumées pour un état 1 en entrée (vérifiez-le) et bien sûr, éteintes pour un état 0. R_2 limite le courant dans la LED et R_1 protège les portes logiques en cas d'erreur de manipulation. Ces étages de visualisation ne modifient pas le signal dont on visualise l'état, à cause de la résistance d'entrée élevée de la porte C.MOS ; il est donc possible de choisir une autre valeur de R_2 dans les limites du circuit. On notera le symbole de IC1 : comme il y a six opérations identiques, on les superpose et à moins de rencontrer une autre indication, le repère porté sur le premier opé-

rateur définit ceux en dessous.

La Figure 1.13

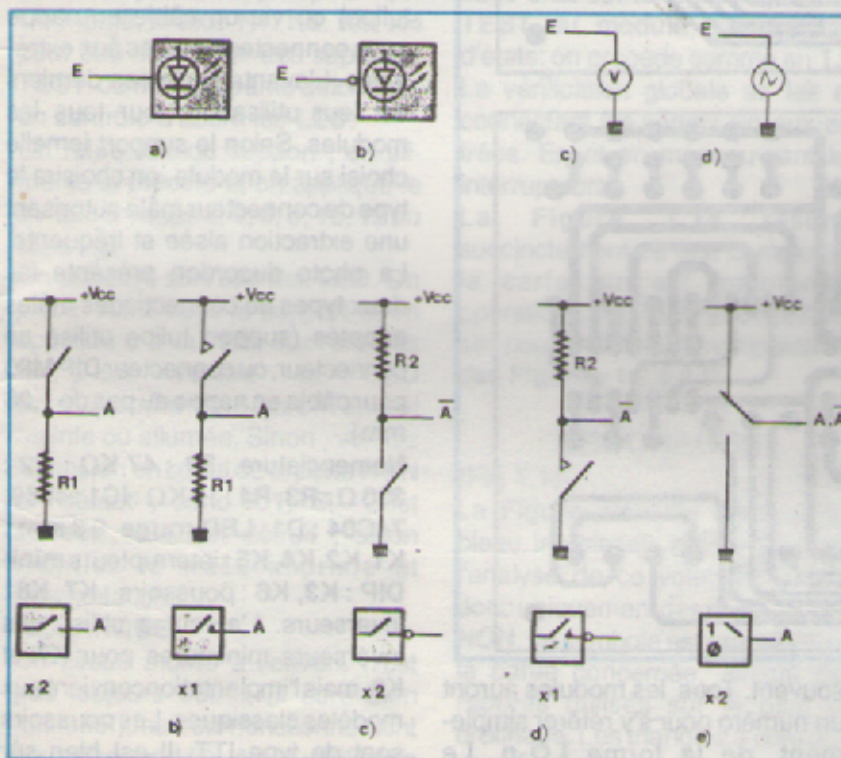
Fournit le tracé du circuit imprimé et de l'implantation des composants. Comme vous le remarquerez tout au long de la série, la Figure mentionne le nombre de straps, se maintient si possible au format simple face 70 X 100 mm, et le connecteur 16 broches est identique pour tous les modules (brochage sur Figure, en réservant toujours la broche 1 au 0 V d'alimentation et la broche 8 au +Vcc d'alimentation).

On ne s'attachera pas à la description détaillée de la réalisation du module (Cf. réalisation pour lire les inscriptions côté cuivre), sauf remarque particulière, mais on axera surtout sur le test de la carte.

De même, chaque module sera muni de pieds en caoutchouc ou d'un montage à vis (même si ce n'est pas visible sur les prototypes en photo) et d'une fiche caractéristique signalant ses précautions d'emploi, ces caractéristiques et des exemples d'application. Les «pieds» éviteront au module de glisser mais surtout, écarteront la face cuivre du plan de travail.

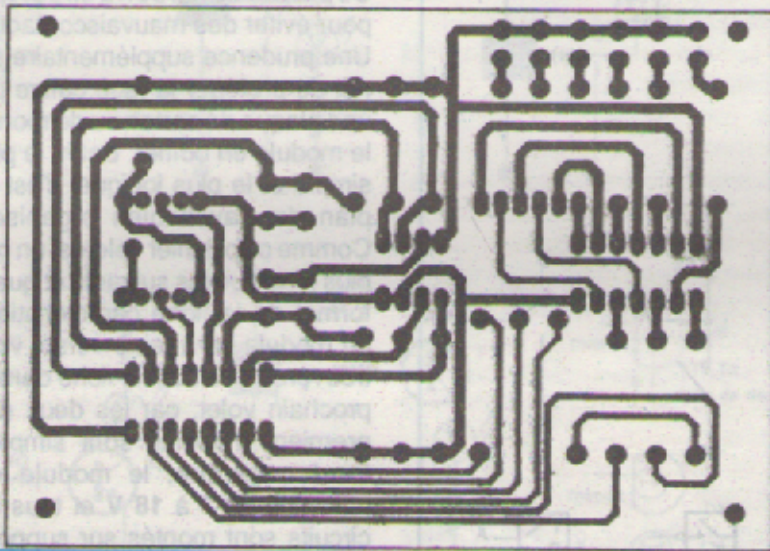
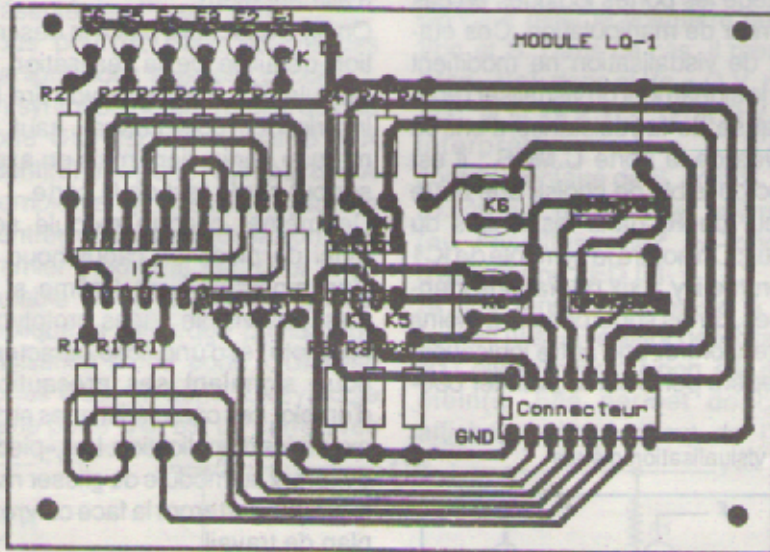
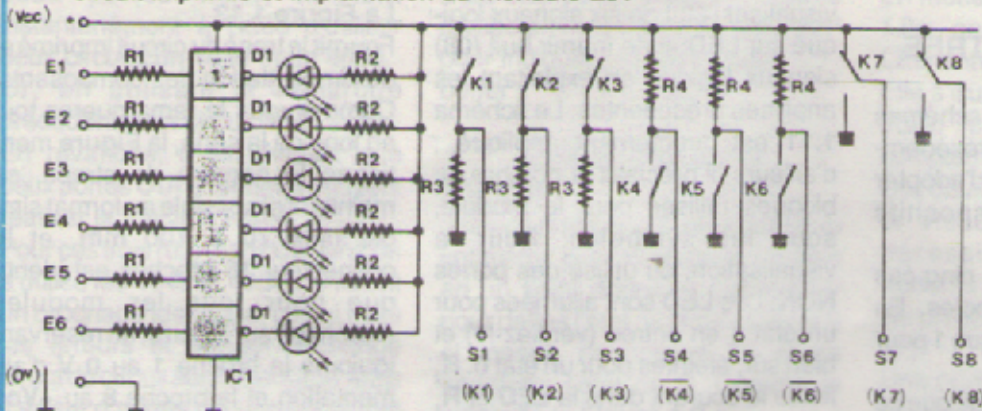
Ce plan de travail devra être propre pour éviter des mauvais contacts. Une prudence supplémentaire serait de protéger la face cuivre par une plaque de carton ou de monter le module en boîtier. Enfin, le plus simple et le plus logique, c'est un plan de travail bien organisé ! Comme ce premier volet est un peu plus long que les suivants et que le format de la fiche caractéristique du module sera recto-verso, vous trouverez une double fiche dans le prochain volet, car les deux (02) premiers modules sont simples. Sauf remarque, le module est utilisable de 3 à 18 V et tous les circuits sont montés sur supports pour permettre leur interchangeabilité en cas de destruction, même si les modules réalisés et présentés en photo n'en sont pas munis. Les connecteurs

10 symboles de mesures visualisation d'états



11 états des entrées

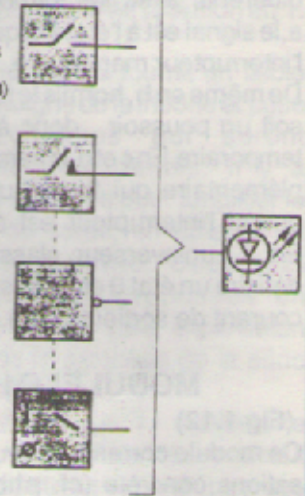
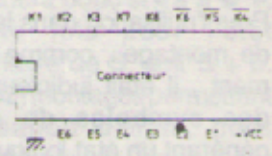
12 - 13 Module L01: entrées et visualisation. circuit imprimé et implantation du module L01



seront de préférence de type tulipe (meilleur contact) mais des doubles lyres conviennent à condition de ne pas changer le circuit trop

souvent. Tous les modules auront un numéro pour s'y référer simplement, de la forme LO-n. Le connecteur (support 16 broches)

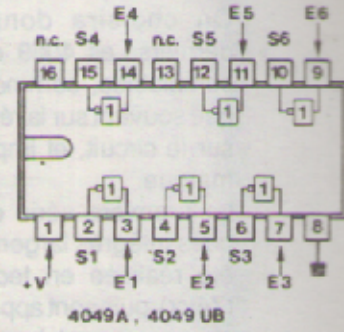
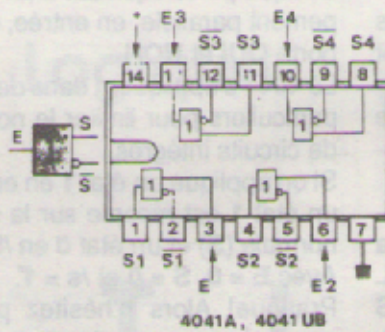
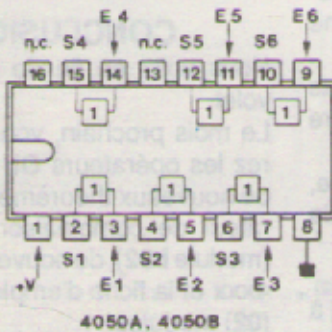
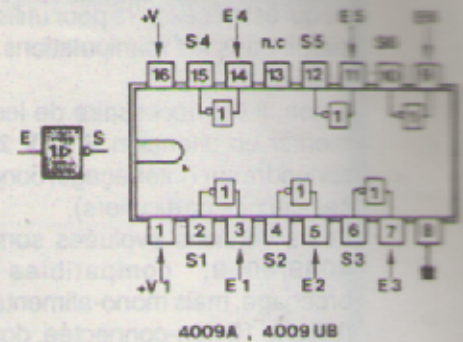
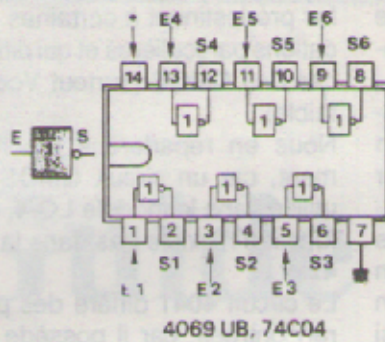
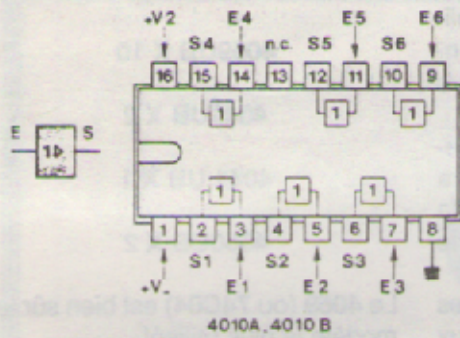
14 Brochage du connecteur et essais.



permettra la liaison à une plaquette d'essai, via des fils rigides (support tulipe) ou via un câble en nappe avec connecteurs mâles aux extrémités. L'avantage de ces derniers est leur utilisation pour tous les modules. Selon le support femelle choisi sur le module, on choisira le type de connecteur mâle autorisant une extraction aisée et fréquente. La photo ducordon présente les deux types de connectiques mâles adoptés (support tulipe utilisé en connecteur, ou connecteur DIP M50 pour câble en nappe au pas de 1,26 mm).

Nomenclature : R1 : 47 K Ω : R2 : 330 Ω : R3, R4 : 10 K Ω : IC1 : 4069, 74C04 : D1 : LED rouge $\varnothing$ 3 mm : K1, K2, K4, K5 : interrupteurs mini-DIP : K3, K6 : poussoirs : K7, K8 : inverseurs. L'auteur a utilisé des inverseurs miniatures pour K7 et K8, mais l'implantation convient aux modèles classiques. Les poussoirs sont de type ITT. Il est bien sûr possible d'adapter le circuit selon

15 Circuits intégrés présentés dans ce volet.



vos composants. Les résistances sont des modèles « Watt pour des raisons de sécurité (protection). N'oubliez pas le support pour IC1. De même, le bloc K1. K2. K3. K4 peut être monté sur des supports. TEST du module, partie affichage : on contrôle d'abord les LED.

On retire IC1 du support, on alimente le module et on applique le 0V aux broches 2, 4, 6, 8, 10, 12 du support.

On est alors sûr l'état des LED. On place IC12 dans le support et on applique 0 V ou Vcc aux entrées En : on vérifie la LED correspondante; respectivement éteinte ou allumée. Sinon, vérifiez la tension en sortie de la porte NON en défaut, donc IC1. Si c'est correct, IC1 est détruit; sinon, vérifiez le tracé imprimé et l'implantation.

REMARQUE:

Un circuit monté à l'envers n'est pas toujours détruit (il aura bien "chauffé"), mais son fonctionnement peut être modifié. Alors vérifiez-le

bien, après l'avoir monté correctement. Modifiez R_2 si la luminosité ne vous convient pas (valeur de R_2 sans effet sur le fonctionnement). TEST du module, générateurs d'états: on procède comme en 1.2. La vérification globale se fait en connectant les sorties Sn aux entrées. En et en manoeuvrant les interrupteurs.

La Figure 1.14 résume succinctement ce test complet de la carte qui est maintenant opérationnelle. Vous pouvez l'utiliser pour refaire les manipulations des Figures 1.6 à 1.8.

BROCHAGES

(Fig 1.15)

La Figure présente dans un tableau les circuits présentés dans l'analyse de ce volet. On trouve donc uniquement des portes OUI et NON. Le symbole est rappelé dans la partie concernée, affecté des repères utilisés sur le plan du brochage. Les triangles à côté du 1 dans le symbole (1A) indiquent une (01) sortie amplifiée en courant.

C'est évident pour une porte OUI, donc chercher pas d'autres types de portes OUI.

Les références sous les brochages indiquent les références exactes des circuits pour le brochage donné. La différence entre un circuit 4xxxUB, A ou B se situe au niveau de leur structure interne et des caractéristiques électriques. L'alimentation des versions 4xxxA est limitée à la page 3-12 V alors que les 4xxxB et 4xxxUB fonctionnent dans la page 3-18 V.

Les modèles 4xxxA se rencontrent de moins en moins, mais faites attention si Vcc dépasse 12 V.

Les modèles 4xxxUB sont des modèles à simple « étage », plus rapides que les 4xxxB, mais avec des signaux moins rectangulaires (B = abréviation de « Buffer »). Pour plus de détails, lire « Application des CMOS » ou « Data-Sheet-constructeurs ». Le rôle des 4009, 4010 est de réaliser un interfacage: le signal d'entrée est défini à 0 = 0 V et 1 = V1, alors que la sortie fournit deux (02) tension 0 = 0 V et

1 = V2.

Il est possible de réunir V 1 et V 2, ce qui est nécessaire pour utiliser le circuit dans les manipulations proposées.

Sinon, il est nécessaire de les alimenter en bitension V 1, V 2 (on reviendra sur l'interfaçage, donc sur ces circuits particuliers).

Leurs versions évoluées sont les 4049/4050, compatibles en brochage, mais mono-alimentation (broche 16 non-connectée, donc si un potentiel y est appliqué, il est sans effet!).

On choisira donc plutôt ces derniers. Les 4069 et 74C04 sont semblables, comme on le remarque souvent sur la référence portée sur le circuit, et imposent une remarque.

La première série de circuit logiques intégrés largement diffusée a été réalisée en technologie TTL (74xx), puis sont apparus les CMOS qui reprennent les fonctions TTL tout en en créant de nouvelles; leurs références sont du type 74Cxx ou 4xx.

Les types 74Cxx sont compatibles en brochages avec les circuits TTL et il y a correspondance entre le numéro de référence (xx) et la fonction (par exemple, xx = 04: portes NON, 7404 en TTL, 74C04 en CMOS), ce qui n'est pas le cas des 4xx.

Certains 4xx, peu nombreux, reprennent toute fois des références de circuits TTL (ex: 40160...).

Les 74Cxx deviennent assez difficiles à trouver, aussi on se tourne surtout vers les 4xx.

Il y a quelques différences minimes entre ces deux (02) types de CMOS, qui ne se remarqueront que sur la «Data-Sheet» du fabricant (différences même entre fabricant!

Choisissez de préférence des HEF4xx ou CD4xx).

A noter les technologies QMOS (74HCxx, 74HCTxx) et FACT des CMOS améliorés, qui reprennent les circuits les plus utilisés de la série 74xx et quelques 4xx dont la

fonction n'existe pas en 74xx.

Ils ont d'autres caractéristiques qui les prédestinent à certaines applications particulières et qui différencient des CMOS (surtout Vcc plus faible).

Nous en reparlerons prochainement, car un circuit QMOS sera utilisé dans le module LO-4, car la fonction n'existe pas dans la série 4xx.

Le circuit 4041 diffère des portes rencontrées, car il possède deux (02) sorties complémentaires.

Chaque porte équivaut à un groupement parallèle, en entrée, d'une porte OUI et NON.

Le 4041 s'appliquera dans des cas particuliers pour limiter le nombre de circuits intégrés.

Si on applique un état 1 en entrée, un état 1 est recopié sur la sortie normale (S) et un état 0 en /S.

Avec E = 0, S = 0 et /s = 1.

Pratique! Alors n'hésitez pas à manipuler avec ce circuit...

Vous pouvez donc, et cela est vivement conseillé, pour affirmer votre méthode de travail, refaire les manipulations proposées en essayant tous les circuits proposés dans le tableau.

Si vous voulez vérifier les circuits que vous possédez et exclure les modèles défectueux, il suffit de répéter les manipulations, selon le type de porte, pour chaque porte du circuit.

Si toutes les portes fonctionnent correctement, gardez-le. Sinon, «écrasez-le gentiment!».

Pour disposer des circuits usuels pour vos montages ou essais, il vous sera proposé, tous les mois, une liste de circuits à acheter pour constituer votre stock et bien sûr entreprendre les manipulations.

Il sera chaque fois indiqué lesquels sont les plus utilisés, en conseillant un nombre minimal (ce nombre ne tient pas compte des fausses manipulations destructives).

On s'approvisionne souvent avec une marge tenant compte d'un pourcentage de déchet).

Ils vous serviront, il suffit d'ailleurs

de feuilleter la revue.

Voici les quantités:

4069UB X 10

4049UB X 2

4041 UB X 1

4050UB X 2

Le 4069 (ou 74C04) est bien sûr le modèle le plus utilisé!

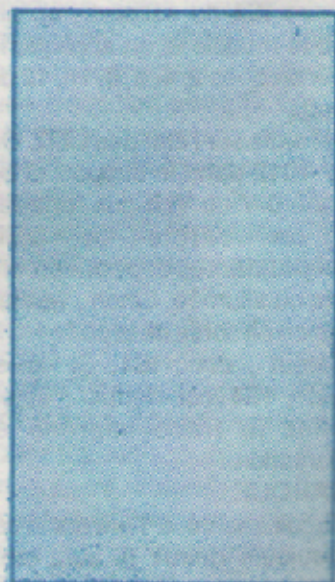
CONCLUSION

Nous voilà en fin de ce premier volet.

Le mois prochain, vous découvrirez les opérateurs OU, OU-NON, de nouveaux théorèmes, un générateur de combinaisons logiques (module L02), de nouveaux circuits 4xx et la fiche d'emploi des deux (02) modules.

Certaines méthodes et procédures d'analyse et de mise en oeuvre, définies dans ce premier volet ne seront plus rappelées, alors assimilez bien ce numéro 01.

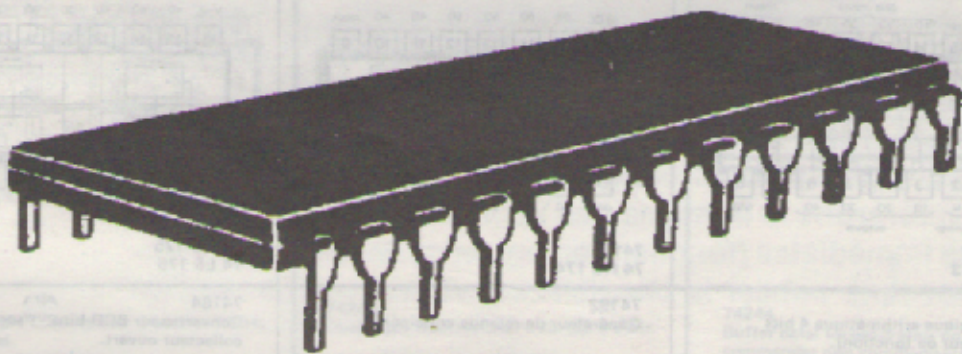
Copyright EP N°132

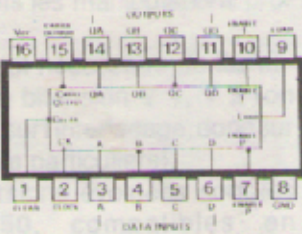


Guide

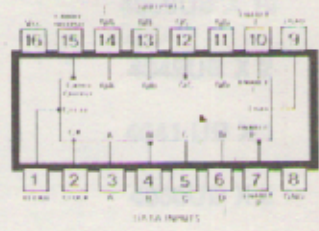
Logique

T.T.L.



74160Compteur programmable 4 bits décimal
reset asynchrone.

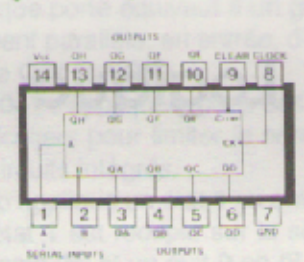
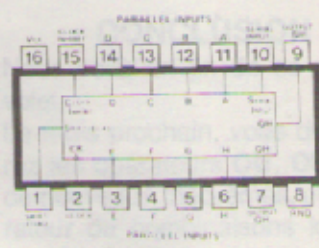
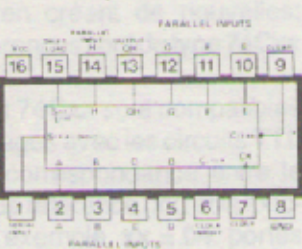
74 LS 160

74161Compteur programmable 4 bits hexa
décimal reset asynchrone.74161
74 HC 161
74 LS 161**74162**Compteur programmable 4 bits décimal
reset synchrone.74162
74 LS 162**74163**Compteur programmable 4 bits hexa
décimal reset synchrone.

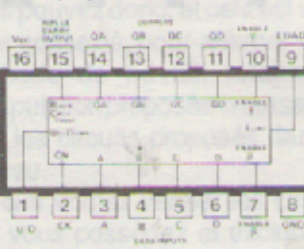
74 LS 163

74164

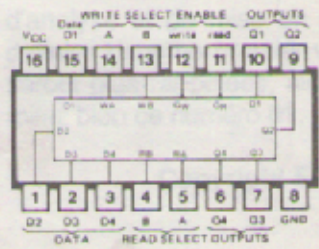
Registre à décalage 8 bits série parallèle.

74 HC 164
74 LS 164**74165**Registre à décalage 8 bits parallèle série
ou série série asynchrone.74165
74 LS 165**74166**Registre à décalage 8 bits parallèle série
ou série série synchrone.

74 LS 166

74168Compteur décompteur BCD décimal
programmable.

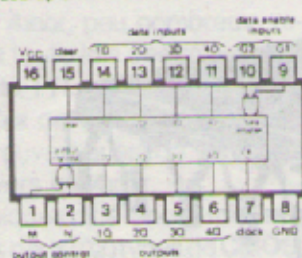
74 LS 168

74170Registre 4 mots de 4 bits à collecteur
ouvert.

74 LS 170

74173

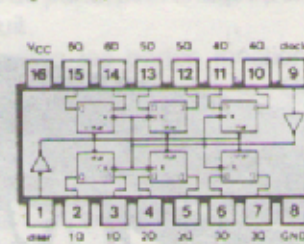
Quadruple bascule D sorties 3 états.



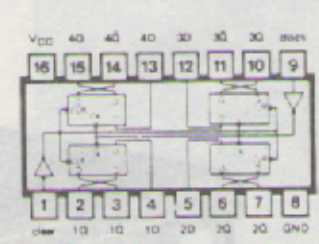
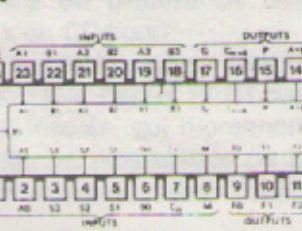
74 LS 173

74174

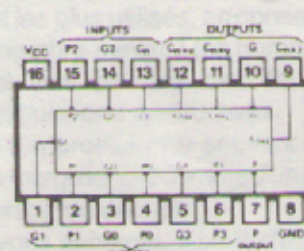
6 registres type D.

74174
74 HC 174
74 LS 174**74175**

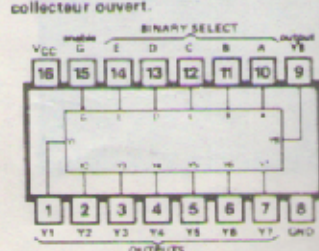
Quadruple registre type D.

74175
74 HC 175
74 LS 175**74181**Unité logique arithmétique 4 bits
(générateur de fonction).74181
74 LS 181**74182**

Générateur de retenue anticipée.



74182

74184Convertisseur BCD-binaire sorties
collecteur ouvert.

74184

74185

Convertisseur binaire -BCD sorties collecteur ouvert.



74185

74 LS 192

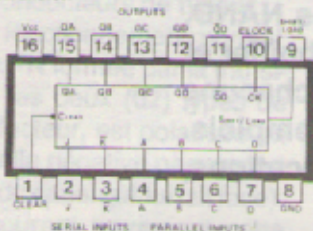
Compteur décompteur BCD décimal programmable horloges séparées.



74192

74 LS 192

Registre à décalage 4 bits à entrées parallèles.



74190

Compteur décompteur BCD décimal programmable horloge unique.



74190

74 LS 190

74193

Compteur binaire programmable 4 bits horloges séparées.



74191

Compteur binaire programmable 4 bits horloge unique.

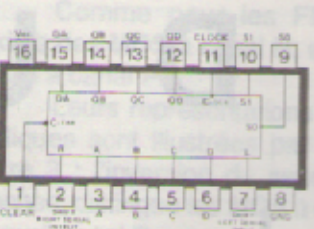


74191

74 LS 191

74194

Registre à décalage universel 4 bits.



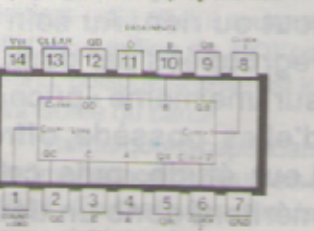
74196

Compteur BCD décimal programmable.



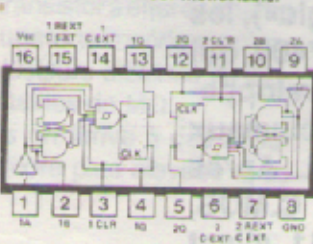
74197

Compteur BCD binaire programmable.



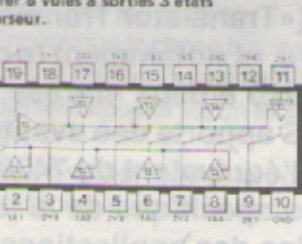
74221

Double multivibrateur monostable.



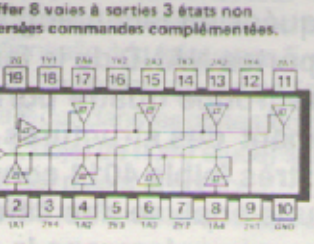
74240

Buffer 8 voies à sorties 3 états inverseur.



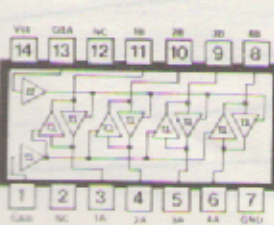
74241

Buffer 8 voies à sorties 3 états non inversées commandes complémentées.



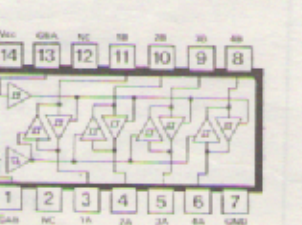
74242

Quadruple transmetteur à sorties 3 états inversées.



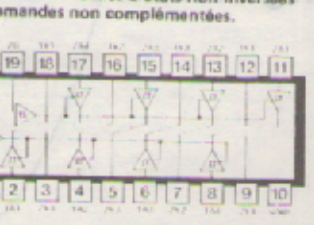
74243

Quadruple transmetteur à sorties 3 états.



74244

Buffer octal sorties 3 états non inversées commandes non complémentées.

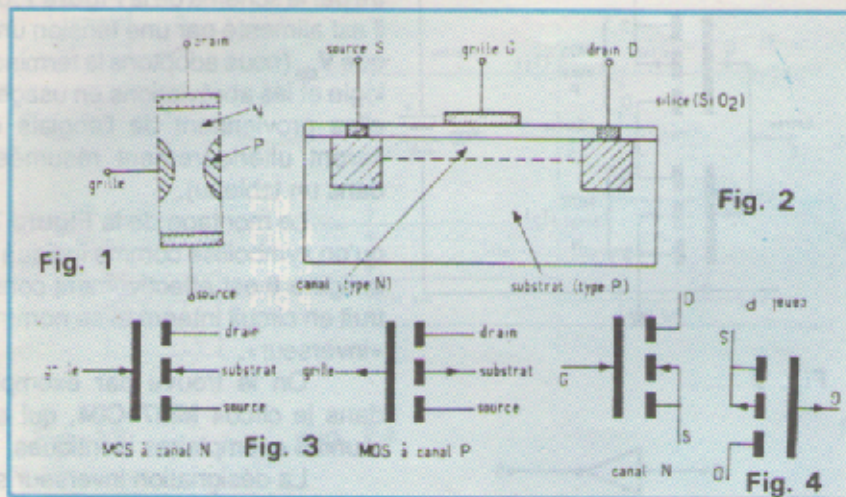


PARLEZ-MOI

D U 4 0 1 1

Les portes logiques AND, OR, NAND, NOR constituent les briques élémentaires de presque tous les assemblages de l'électronique logique, qui intéresse les montage travaillant en tout ou rien. Au sein de cette vaste famille, les portes NAND, regroupées par deux, trois ou quatre dans un même boîtier et sur une même «puce», selon le nombre d'entrées que chacune d'elles possède, offrent une remarquable diversité d'emplois. Leur étude, puis celle de leurs innombrables applications, méritent donc un développement spécial.

Tous les électroniciens connaissent, pour les avoir pratiquées en technologie TTL («Transistor Transistor Logic»), les portes NAND de la famille 74, et notamment le circuit 7400, qui regroupe quatre portes NAND à deux entrées. Le développement des structures C.MOS apporte des avantages nouveaux : très faible 4011 constitue l'équivalent du 7400 en TTL. Après une analyse des caractères spécifique de la logique C.MOS, nous explorerons le domaine des applications du 4011, allant des plus immédiates (fonctionnement en porte) aux plus compliquées, sans oublier la possibilité d'utiliser ces circuits en régime linéaire.



en effet, une attaque chimique au cours porteurs dans le substrat. N, limité d'un côté par la couche isolante, et, de l'autre, par la ligne de pointillés de la Figure 2.

Fondamentalement, le fonctionnement d'un MOS ne diffère pas de celui d'un FET : une polarisation variable de la grille, par rapport à la source, entraîne un étranglement variable de la section utile du canal, donc de l'intensité du courant drain-source.

Comme pour les FET, il existe des MOS à canal N, et des MOS à canal P.

Leurs représentations symboliques sont illustrées par la figure 3 : l'inversion du sens des flèches, distingue les MOS à canal N ou à canal P.

La différence principale entre un MOS et un FET, tient à l'impédance d'entrée élevée des premiers : elle atteint couramment $10^{12} \Omega$ (un million de $M\Omega$) pour le continu, puisque la grille est totalement isolée du canal.

Remarquons cependant que cette impédance diminue en alternatif et d'autant plus que la fréquence devient plus grande.

En effet, la grille et le canal forment alors, avec l'isolant qui les sépare, un condensateur dont l'impédance Z est inversement proportionnelle à la fréquence F .

La plupart du temps (et ce sera le cas dans les portes logiques 4011, objet de notre étude) le substrat est relié à la source : le MOS n'offre donc que trois élec-

I - COMPARAISON ENTRE LES FET ET LES MOS

Représenté de façon simplifiée, le transistor FET de la Figure 1 est un modèle à canal N.

L'électrode de commande, ou « grille », est formée d'une zone de semi-conducteurs de type P.

En fonctionnement normal, la jonction PN formée par la transition entre les deux (02) types de semi-conducteur, est polarisée en inverse (grille négative par rapport à la partie du canal qui lui fait face). Le seul courant traversant cette jonction est donc le courant inverse de la diode, d'intensité extrêmement faible.

Le transistor à effet de champ offre ainsi une forte impédance d'entrée, de plusieurs dizaines ou plusieurs centaines de $M\Omega$.

Mais on arrive à des impédances encore plus élevées avec

les transistors MOS (Metal Oxide Semiconductors).

La Figure 2 illustre la structure d'un tel dispositif.

Dans une substrate de type P (Silicium dopé comportant un excès de trous donc de charges positives), on a diffusé deux zones de type N, fortement dopées.

L'ensemble est surmonté d'une très mince couche de silice (bioxyde de silicium SiO₂) qui constitue un isolant quasi-parfait.

Les zones N très fortement dopées, se comportent comme des contacts électriques, nommées sources et drain, comme dans le FET.

La grille, ici, est formée d'un dépôt métallique sur la silice.

Encore que la chose n'apparaisse pas à l'évidence sur la Figure 2, un tel dispositif est un MOS à canal N.

Bien que non-déposé lors de la construction le canal N se forme,

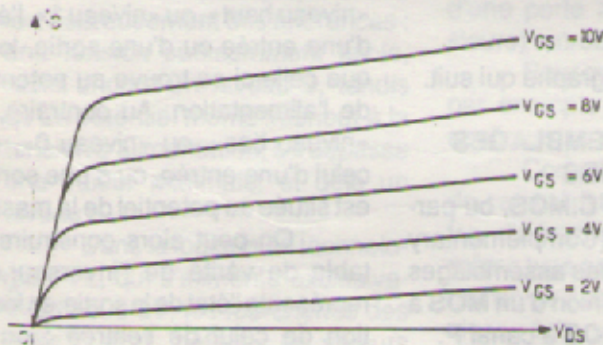


Fig. 5

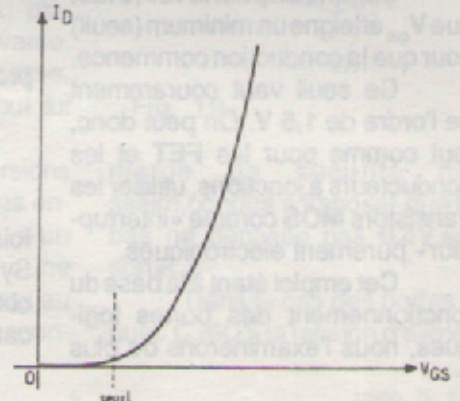


Fig. 6

trodes de sortie(Figure 4), tout comme un FET.

II - BLOCAGE ET SATURATION DES MOS

Nous ne prendrons pour exemple que les MOS à canal N : toutes les données sont applicables aux modèles à canal P, à condition d'inverser le sens des courants et la polarité des tensions.

Le réseau de la Figure 5, nous montre les variations du courant de drain I_d , en fonction de la différence de potentiel V_{ds} entre la source (prise comme origine des potentiels) et le drain. Chacune des caractéristiques correspond à une valeur de la tension grille-source V_{gs} .

Nous nous sommes limités aux cas des MOS à enrichissement, qui ne conduisent pas pour des tensions V_{gs} négatives (dans l'exemple du canal N).

Il en va différemment pour les MOS à «enrichissement-déplétion» mais ceux-ci ne trouvant pas d'application dans le domaine des portes logiques, nous n'en parlerons pas ici.

Lorsque la différence de potentiel V_{gs} s'annule, le MOS cesse de conduire : aucun courant ne traverse plus l'intervalle drain-source.

Cette constatation est précisée par la caractéristique de la Figure 6, où on a représenté les variations du courant drain I_D , en fonction de V_{gs} , pour une valeur donnée de la différence de potentiel V_{ds} .

Comme on peut le voir, il faut que V_{gs} atteigne un minimum (seuil) pour que la conduction commence.

Ce seuil vaut couramment de l'ordre de 1,5 V. On peut donc, tout comme pour les FET et les conducteurs à jonctions, utiliser les transistors MOS comme «interrupteur» purement électroniques.

Cet emploi étant à la base du fonctionnement des portes logiques, nous l'examinerons de plus

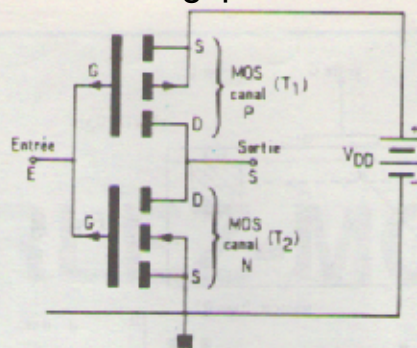


Fig. 7



Fig. 8

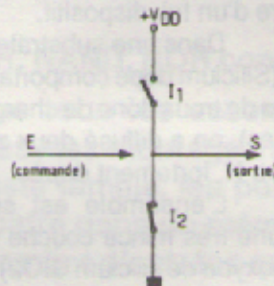


Fig. 9

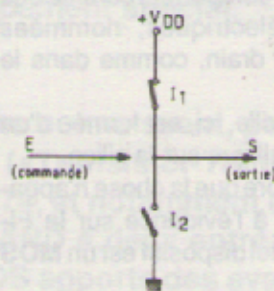


Fig. 10

E	S
0	1
1	0

Fig. 11

près dans le paragraphe qui suit.

III - LES ASSEMBLAGES C.MOS

On appelle C.MOS, ou parfois COS.MOS (Complémentary Symmetry MOS) les assemblages obtenus par la réunion d'un MOS à canal N et d'un MOS à canal P.

Un tel groupement est illus-

tré par le schéma de la Figure 7, où il est alimenté par une tension unique V_{DD} (nous adoptons la terminologie et les abréviations en usage : elles proviennent de l'anglais et seront ultérieurement résumées dans un tableau).

Le montage de la Figure 7, qu'on symbolise comme indiqué à la figure 8 est effectivement construit en circuit intégré et se nomme «inverseur».

On le trouve par exemple dans le circuit MM74C04, qui en réunit 6 exemplaires identiques.

La désignation inverseur se justifie par le fonctionnement logique du circuit.

En effet, supposons, d'abord, que l'entrée E soit portée au potentiel $+V_{DD}$. Dans ces conditions, la tension V_{gs} de T_1 s'annule, ce qui bloque ce transistor.

Au contraire, T_2 est conducteur puisque sa différence de potentiel V_{gs} égale V_{DD} . On trouve donc une tension pratiquement nulle sur l'ensemble des deux drains, c'est-à-dire sur la sortie S.

L'inverseur se comporte alors comme le circuit à interrupteurs électro-mécaniques de la Figure 9 avec I_1 ouvert, et I_2 fermé.

Si maintenant, au contraire l'entrée E est portée au potentiel de la masse, T_1 devient conducteur (son V_{gs} égale V_{DD} en valeur absolue), tandis que T_2 se bloque.

L'ensemble se comporte comme son équivalent de la Figure 10, et la sortie S est sensiblement au potentiel V_{DD} de l'alimentation.

Nos lecteurs savent qu'en terme de logique, on désigne par «niveau haut», ou «niveau 1», l'état d'une entrée ou d'une sortie, lorsque celle-ci se trouve au potentiel de l'alimentation. Au contraire, le «niveau bas», ou «niveau 0», est celui d'une entrée, ou d'une sortie, est située au potentiel de la masse.

On peut alors construire la table de vérité de l'inverseur, qui représente l'état de la sortie, en fonction de celui de l'entrée : on la

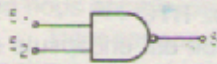


Fig. 12

E_1	E_2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fig. 13

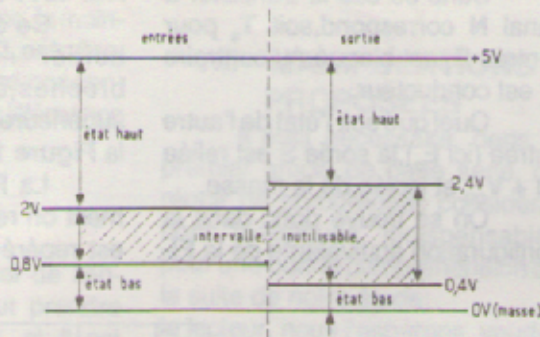


Fig. 14

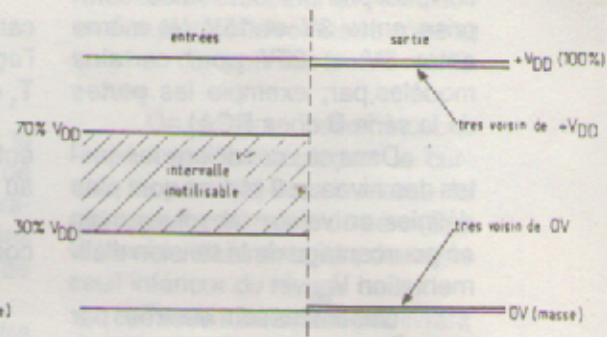


Fig. 15

trouvera à la Figure 11.

IV - RAPPEL SUR LES PORTES NAND

Il existe des portes NAND à deux, trois, etc., et jusqu'à huit entrées.

Puisque nous consacrons cette série d'articles au circuit intégré 4011, qui rassemble quatre portes à deux entrées au sein d'un même boîtier dual-in-line à quatorze broches, nous nous limiterons aux NAND à deux entrées.

La Figure 12 montre la représentation symbolique d'une telle porte, tandis qu'on trouvera sa table de vérité à la figure 13. On voit que la sortie ne passe au niveau bas, ou 0, que si les entrées E_1 et E_2 sont simultanément portées au niveau 1.

Nous avons, jusqu'à présent, défini les niveaux 0 et 1 comme ceux de la masse et la tension d'alimentation.

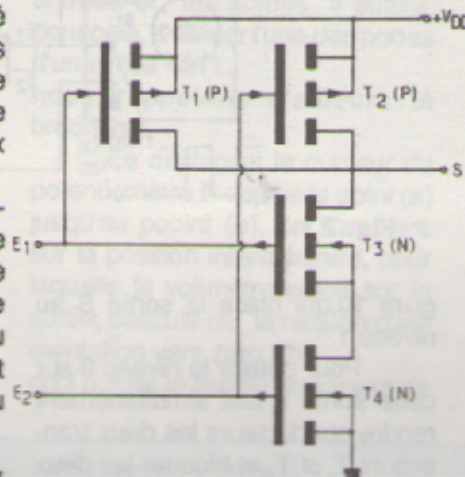
En pratique, il existe fort heureusement des tolérances : une tension suffisamment faible, reste encore un niveau 0, tandis qu'un potentiel même inférieur à la tension d'alimentation, s'il dépasse une valeur minimale, et déjà un niveau 1.

Dans la logique en technologie TTL, qui s'alimente exclusivement sous 5V, les fourchettes des états 0 et 1, définies en valeurs

absolues, sont rappelées par le diagramme de la Figure 14.

Il est important de noter que les limites tolérables sont plus restrictives pour les sorties que pour les entrées.

En effet, il est extrêmement



fréquent de brancher des portes en cascade, de telle façon que la sortie d'une porte attaque une (ou plusieurs) entrée de la porte suivante.

Pour que cette entrée passe, par exemple à l'état 1, il faut lui appliquer au moins 2V.

Compte tenu des dispersions de caractéristiques inévitables entre différents exemplaires d'un même type on se réserve donc une marge de sécurité, en imposant au niveau 1 d'une sortie, de correspon-

dre à une tension de 2,4V au moins.

De la même façon si 0,8V constitue la tension maximale pour garantir un état bas sur une entrée, la

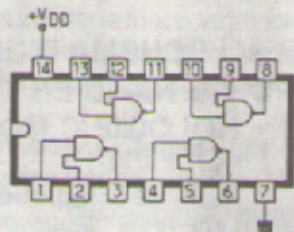


Fig. 17

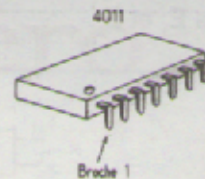
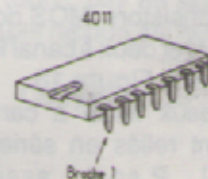


Fig. 18

marge de sécurité nécessaire, conduit à imposer que l'état bas ne dépasse pas 0,4V, sur la sortie.

Dans le cas des portes logiques C.MOS la tension d'alimenta-

tion peut prendre toute valeur comprise entre 3V et 15V (et même entre 3V et 20V pour certains modèles, par exemple les portes de la série B chez RCA).

Dans ces conditions les limites des niveaux 0 et 1 ne sont plus définies en valeur absolues, mais en pourcentage de la tension d'alimentation V_{DD} .

Ces limites sont illustrées par le diagramme de la Figure 15.

L'un des avantages de la technologie C.MOS, est qu'elle donne à l'état 0, une tension de sortie très voisine du potentiel de la masse et à l'état 1, une tension pratiquement égale à $+V_{DD}$.

Cela tient au fait que les transistors MOS utilisés, se comporte pratiquement comme les interrupteurs parfaits des Figures 9 et 10.

V - SCHEMA D'UNE PORTE NAND EN TECHNOLOGIE C.MOS

Comme indiqué plus haut, nous nous limitons au cas d'une porte à deux entrées, comme celles du circuit 4011.

Sa réalisation et en jeu quatre transistors MOS, dont deux à canal N et deux à canal P, comme le montre la Figure 16.

Les deux MOS à canal N, T_3 et T_4 , sont reliés en série; T_1 et T_2 , à canal P, sont associés en parallèle. Les grilles sont groupées deux à deux, pour constituer les entrées E_1 et E_2 .

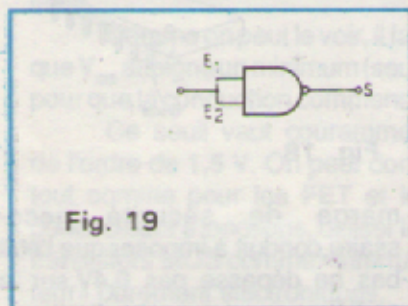


Fig. 19

Supposons un niveau 0 (tension nulle ou faible) appliqué sur l'une des entrées, E_1 par exemple.

Dans ce cas le transistor à canal N correspond, soit T_3 pour l'entrée E_1 , est bloqué. Au contraire T_4 est conducteur.

Quel que soit l'état de l'autre entrée (ici E_2), la sortie S est reliée au $+V_{DD}$ et isolée de la masse.

On se trouve donc dans la configuration équivalente de la FI-

HEF4011 chez RTC

Ce circuit est encapsulé en boîtier dual-in-line à 14 broches, avec, vu par la face supérieure, le brochage qu'indique la Figure 17.

La Figure 18 montre comment on reconnaît la broche 1, qui est repérée soit par une encoche

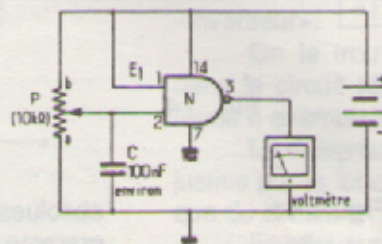


Fig. 20

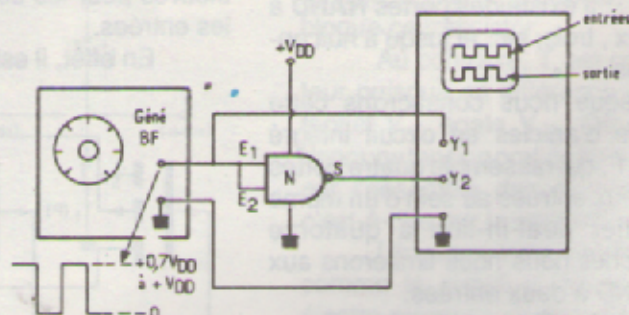


Fig. 21

gure 10, qui place la sortie S au niveau 1.

Pour obtenir le niveau 0 sur cette sortie il faut simultanément rendre conducteurs les deux transistors T_3 et T_4 , et bloquer les deux transistors T_1 et T_2 . Ceci impose donc que les entrées E_1 et E_2 soient toutes les deux au niveau 1:

on retrouve bien la table de vérité de la Figure 13.

VI - LE CIRCUIT INTEGRE 4011

Fabriqués par divers constructeurs, ce circuit peut porter les références suivantes :

CD 4011 chez RCA,
MC 14011 chez Motorola,
SFF24011 chez Sescosem,
HBC4011A ou HBF4011A chez SGSATES,

en bout de boîtier, soit par un trou au voisinage de cette broche.

VII - UN PROBLEME A NE JAMAIS OUBLIER: CELUI DES ENTREES INUTILISEES

Reprenons toujours le cas du 4001 (quatre (04) portes NAND à deux (02) entrées), et supposons que nous n'utilisons, sur l'une de ces portes, qu'une seule entrée.

Contrairement au cas de la logique TTL, on ne peut se permettre de laisser en l'air l'entrée non utilisée.

En effet, comme nous l'avons dit au début de cet article, la grille d'un circuit MOS forme, avec le canal et l'isolant de silice, un condensateur de très faible capacité,

que nous appellerons **C**.

Dans ces conditions, la moindre charge d'électricité, **Q**, entraîne, entre les armatures de ce condensateur, l'apparition d'une différence de potentiel:

$$V = \frac{Q}{C}$$

Ainsi, le potentiel de l'entrée restée en l'air peut prendre n'importe quelle valeur, et il est impossible de dir si cette entrée est au niveau 0 ou 1.

D'autre part, comme la capacité **C** est extrêmement petite, même une faible charge **Q** suffit à donner une grande tension **V**.

On court alors le risque d'un claquage à travers la couche de silice, qui entraînerait sa destruction, donc celle du circuit.

Pour éviter cet inconvénient, on réunira systématiquement à la tension d'alimentation V_{DD} , toutes les entrées non utilisées.

Elles sont, ainsi, portées au niveau 1. Dans le cas d'une porte à deux (02) entrées, seule la deuxième reste active, et le circuit, ainsi que le montre sa table de vérité, se comporte comme un simple inverseur.

Une autre solution possible, consiste à réunir entre elles les deux (02) entrées (Fig 19). Là encore, le circuit **NAND** se comporte comme un inverseur.

VIII - MANIPULATIONS PROPOSEES

Il était nécessaire, dans le premier article de cette série, de réunir de nombreuses considérations théoriques, indispensables pour une bonne compréhension de la suite de notre étude:

le lecteur, nous l'espérons, voudra bien pardonner ces développements un peu ingrats. Pour l'inviter à patienter en attendant les premières applications pratiques, nous proposons maintenant deux (02) manipulations très simples, qui illustrent directement les notions exposées.

On trouvera, en Figure 20, le montage très simple de la première expérience, qui permet de mesurer les tensions correspondant aux niveaux 1 et 0, sur les entrées et les sorties. Il suffira, pour cela, d'utiliser l'une des portes d'un circuit 4011:

nous rappelons d'ailleurs le brochage.

En déplaçant le curseur du potentiomètre **P** depuis le point (a) jusqu'au point (b), on s'arrêtera sur la position intermédiaire, pour laquelle le voltmètre placé sur la sortie, bascule de la tension d'alimentation vers zéro (0):

ceci donne le niveau maximum de

l'état bas sur l'entrée, qu'on mesurera en plaçant le voltmètre entre le curseur du potentiomètre, et la masse.

On pourra recommencer l'expérience en déplaçant le curseur du point (b) vers la masse: le passage de voltmètre de zéro (0) à la tension d'alimentation, donne le seuil inférieur du niveau haut.

Toute alimentation délivrant de 5 à 15 V peut convenir, même une simple pile (4,5 V, 9 V).

Le condensateur **C**, dont la valeur n'est pas critique, élimine les crachement du potentiomètre.

La deuxième expérience nécessite davantage de matériel, puisqu'il faut un générateur de tensions rectangulaire, et un oscilloscope bicourbe (Fig 21).

Sur l'écran de l'oscilloscope, on pourra vérifier le fonctionnement en inverseur, en comparant les signaux d'entrée et de sortie de la porte.

On veillera à ce que le plaisir supérieur des créneaux ne dépasse pas $+V_{DD}$, ce qui risquerait de détruire le circuit.

De même, le palier inférieur ne doit pas descendre au-dessous de zéro (0) (donc, pas de signaux symétriques par rapport à la masse).

Copyright EP N°21

Prochain numéro Février

quatre (04) montages:

- Testeurs de Triac
- Alarme Auto
- Ect ...
- Initiation à l'Electronique



Nouveau



ELECTRONIQUE PRATIQUE AFRIQUE

**L'ELECTRONIQUE
L'INFORMATIQUE
L' AUTOMATISME
LA ROBOTIQUE**

UN TESTEUR DE PILES



Les appareils utilisant des piles comme source d'énergie sont de plus en plus nombreux dans notre vie quotidienne : walkman, postes à transistors, émetteurs-récepteurs, pèse-personne, pendulettes... Aussi est-il intéressant de disposer d'un moyen simple et fiable pour distinguer rapidement les piles franchement usagées de celles à qui il reste encore un potentiel énergétique en réserve.

I - LE PRINCIPE

La mesure d'une tension à vide d'une pile, donc de sa f.e.m., (force électro-motrice) ne renseigne pas sur son état de décharge. En effet, il y a très peu de différence entre la f.e.m. d'une pile neuve et celle qui caractérise une pile qui a déjà beaucoup servi. Si on voulait déceler une pile usagée à l'aide d'une simple mesure effectuée avec un voltmètre, il faudrait qu'elle soit complètement à bout de souffle, c'est-à-dire tout à fait incapable de fournir la moindre puissance pour assurer le fonctionnement d'un appareil.

Le montage que nous vous proposons dans cet article place la pile à tester dans des conditions de débit. Un dispositif de comparaison de potentiel réalise alors une classification de la pile dans l'une des trois catégories suivantes :

- pile en très bon état de charge, signalisée par une LED verte ;

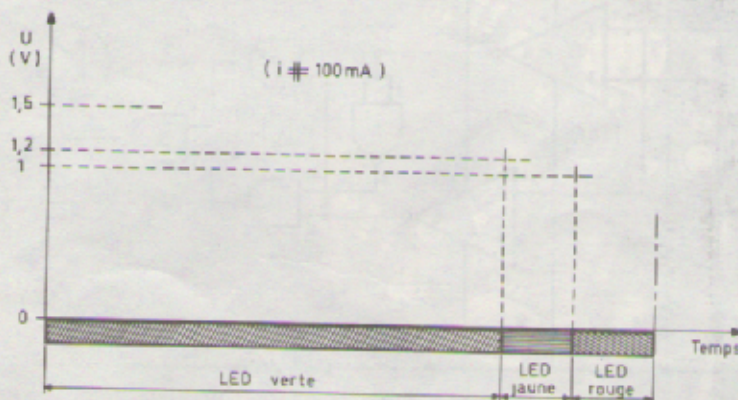
- pile commençant à présenter des faiblesses, indiquée par une LED jaune ;

- pile franchement défectueuse, matérialisée par l'allumage d'une LED rouge.

Le testeur est conçu pour contrôler les piles les plus fréquemment utilisées : à savoir celles du type R6, se caractérisant par une f.e.m. de 1,5 V. La figure 1 indi-



que les critères entrant dans la classification des piles testées en trois classes, tandis que la figure 2 reprend le synoptique général du fonctionnement du testeur.



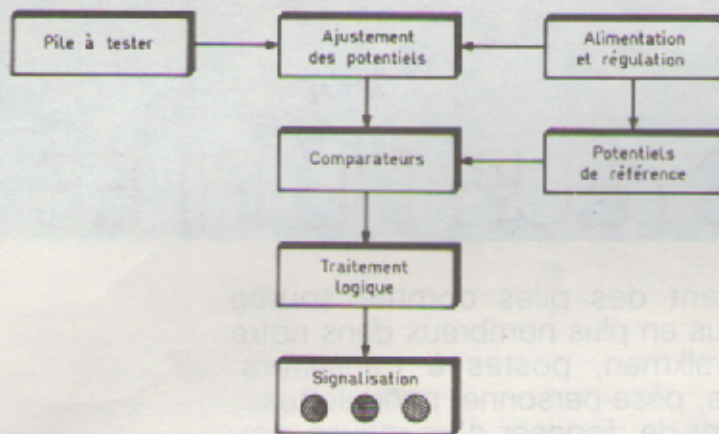
1

Courbe de décharge d'une pile de 1,5 V.

II - FONCTIONNEMENT (fig. 3)

Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du testeur sera fournie par une pile de 9 V. S'agissant de comparaisons de potentiels relativement précises requérant une fidélité acceptable, il est indispensable de disposer d'une alimentation stabilisée... quel que soit le degré d'usure de la pile d'alimentation. A cet effet, le transistor T_1 délivre sur son émetteur une tension régulée à



environ 7,5 V, grâce au maintien de sa base à un potentiel fixe par la présence de la diode Zener de 7,5 V D_Z et la diode-signal D . Notons que l'ensemble est sous tension seulement lorsque l'on appuie sur le bouton-poussoir BP.

Les comparateurs de potentiel

L'appui sur le bouton-poussoir a une seconde conséquence : celle de faire débiter la pile à tester dans une résistance de $10\ \Omega$, si bien que le courant fourni par la pile est de l'ordre de 100 à 120 mA, suivant son état. Une différence de potentiel, pouvant aller de zéro à 1,5 V, se manifeste alors aux bornes de R_1 . Cette dernière s'ajoute à un potentiel de référence fixe de :

$$\frac{7,5\text{ V}}{2} = 3,75\text{ V}$$

tension que l'on peut relever au point commun des résistances d'égale valeur R_3 et R_4 . Les cir-

cuits intégrés IC_1 et IC_2 sont des « 741 » montés en comparateurs de potentiel. Sur leurs entrées directes réunies pour la circonstance, on dispose ainsi d'un potentiel de 3,75 V, auquel s'ajoute la chute de potentiel aux bornes de R_1 . Cette disposition est en effet nécessaire afin de faire travailler les « 741 » dans des plages de potentiel acceptables pour lesquelles ils fonctionnent correctement.

Les entrées inverseuses des deux comparateurs sont reliées, chacune en ce qui la concerne, au curseur d'un ajustable permettant d'obtenir le potentiel de réglage souhaité.

Le circuit IC_1 a pour mission de mettre en évidence la fin de la plage verte illustrée à titre d'exemple en figure 1. Son entrée inverseuse, dont le potentiel dépend de la position du curseur de l'ajustable A_1 , sera donc à régler à la valeur théorique $3,75\text{ V} + 1,2\text{ V} = 4,95\text{ V}$.

Ainsi, lorsque le potentiel aux bornes de R_1 est :

- supérieur à 1,2 V, la sortie de IC_1 présente un état haut, étant donné que la valeur à laquelle est soumise l'entrée inverseuse (4,95 V) reste inférieure à celle de l'entrée directe ;
- inférieur à 1,2 V, la sortie de IC_1 présente un état bas.

Le circuit IC_2 décèle la séparation de la zone jaune de la zone rouge du graphique de la figure 1. Son entrée inverseuse est donc à régler sur la valeur $3,75\text{ V} + 1\text{ V} = 4,75\text{ V}$.

Dans ces conditions, lorsque le potentiel aux bornes de R_1 est :

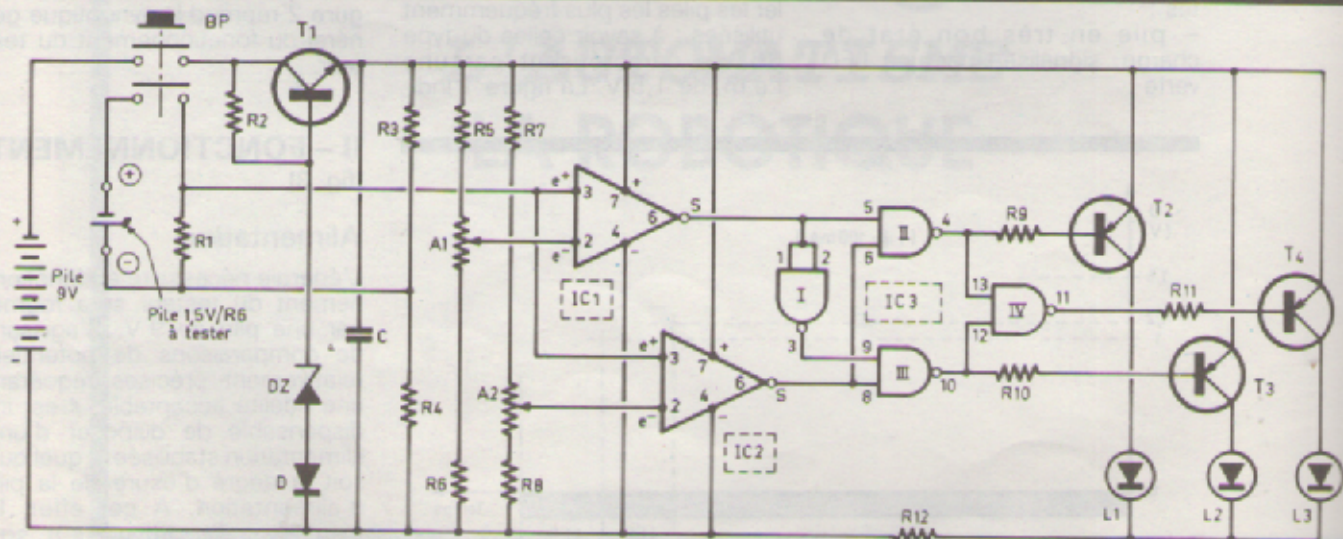
- supérieur à 1 V, la sortie de IC_2 présente un état haut ;
- inférieur à 1 V, elle passe à l'état bas.

Les oscillogrammes de la figure 4 mettent en évidence ces règles de fonctionnement.

La signalisation

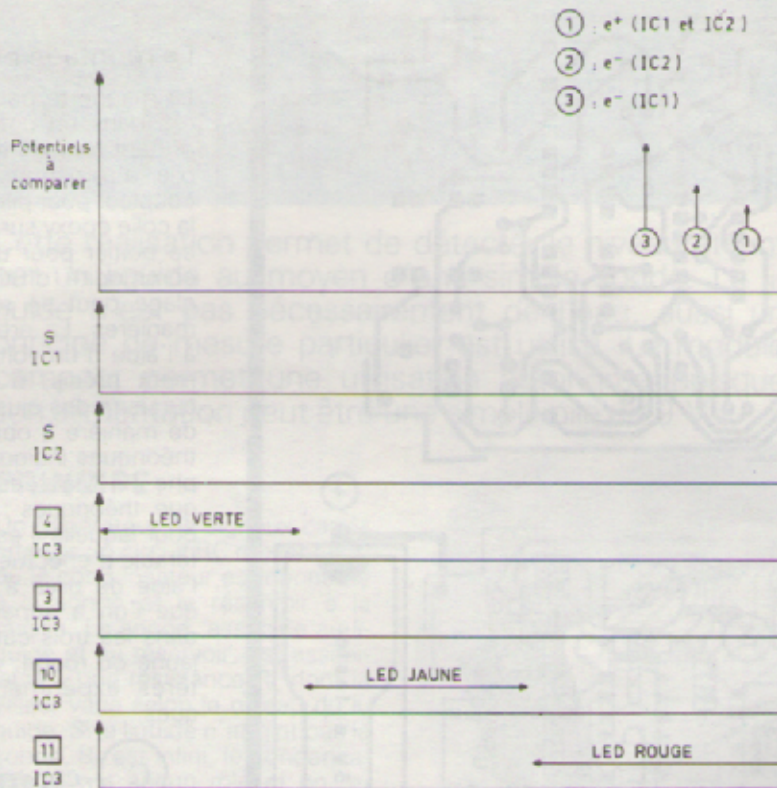
Le tableau de la figure 5 reprend les trois cas de figure possibles, compte tenu de la valeur de « u », chute de tension introduite par la résistance R_1 . Les portes NAND I à IV de IC_3 constituent un dispositif décodeur dont le lecteur peut aisément établir les règles logiques en utilisant à cet effet la table de vérité d'une porte NAND rappelée à la même figure. Le résultat de cette analyse montre que les sorties des portes II, III et IV présentent respectivement un état bas pour les trois zones suivantes :

- $u > 1,2\text{ V}$
- $1\text{ V} < u < 1,2\text{ V}$
- $u < 1\text{ V}$



3 Le schéma électronique : deux A.O.P. montés en comparateur de potentiel déterminent l'état de la pile en commandant, via un traitement logique, trois LED (verte, orange, rouge).

4

Chronogrammes
de
fonctionnement
du montage.

Ces trois sorties sont reliées aux trois bases des transistors PNP T₂ à T₄ par l'intermédiaire des résistances de limitation R₉, R₁₀ et R₁₁. Les transistors comportent dans leur circuit collecteur les LED L₁, L₂ et L₃ qui se caractérisent respectivement par une couleur verte, jaune et rouge. Leur courant est limité par la résistance R₁₂.

III - LA REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé (fig. 6)

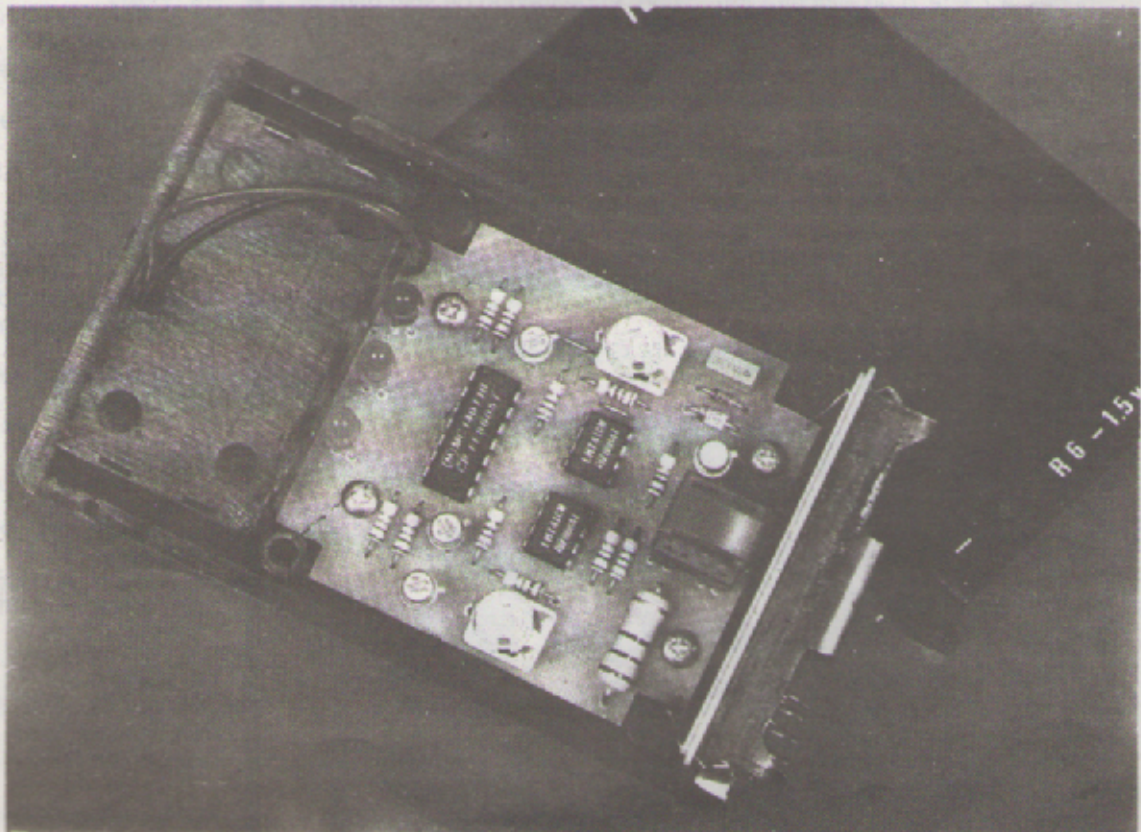
Il est de configuration plutôt simple. On peut le reproduire en appliquant directement les éléments de transfert Mécanorma sur le cuivre bien dégraissé d'une plaque de verre Epoxy. Après attaque dans un bain de perchlorure de fer, le circuit sera abondamment rincé. Toutes les pastilles sont ensuite percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous tels que ceux destinés aux ajustables seront à agrandir à 1,2 mm. On pourra avantageusement étamer le circuit imprimé, directement au

5

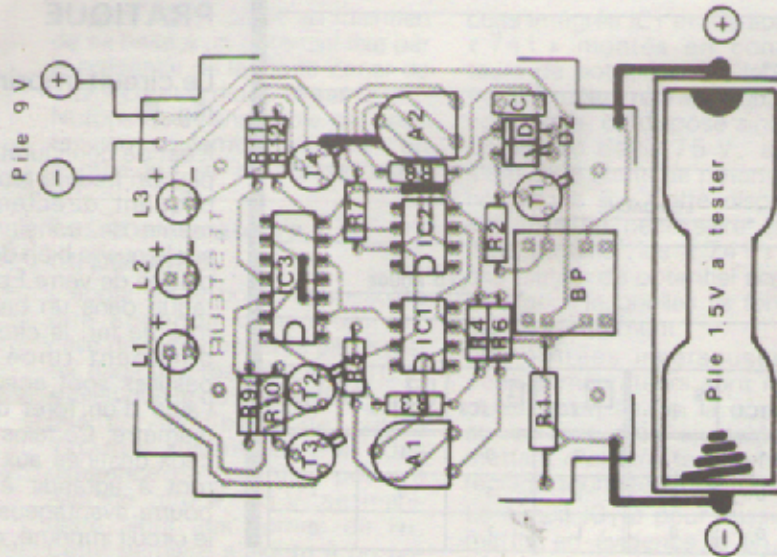
Table de vérité du
traitement
logique.

NAND			S IC1	S IC2	3 IC3	4 IC3	10 IC3	11 IC3
E1	E2	S						
0	0	1	1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1	1	0

Photo 2 - Vue du poussoir double-contact « MEC ».



7



©

3 straps (1 horizontal, 2 verticaux)
 R_1 : 10 Ω /1 W (marron, noir, noir)
 R_2 : 100 Ω (marron, noir, marron)
 R_3 et R_4 : 2 $\times$ 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_5 à R_8 : 4 $\times$ 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_9 à R_{11} : 3 $\times$ 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{12} : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
D : diode-signal 1N4148, 1N914
D_Z : diode Zener 7,5 V – 1,3 W
L₁ : LED verte $\varnothing$ 5
L₂ : LED jaune $\varnothing$ 5
L₃ : LED rouge $\varnothing$ 5
C : 0,22 μ F, milfeuil
A₁ et A₂ : 2 ajustables 22 k Ω (implantation horizontale, pas de 5,08)
T₁ : transistor NPN BC 108, 109, 2N2222
T₂ à T₄ : 3 transistors PNP 2N2907
IC₁ et IC₂ : 2 $\times$ μ A 741 (ampli-op)
IC₃ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
BP : bouton-poussoir « MEC » (2 contacts « marche » et 2 contacts « arrêt »)
Coupleur pour pile 1,5 V à tester
Pile 9 V
Coupleur pour pile 9 V
Boîtier MMP avec compartiment réservé pile (110 $\times$ 70 $\times$ 33)

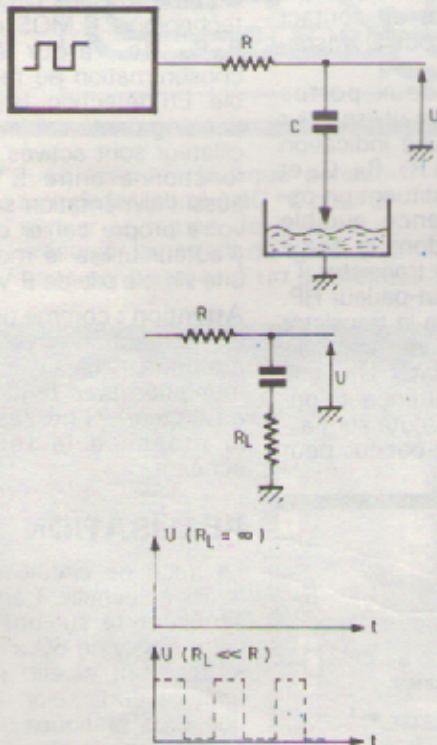
DETECTEUR DE NIVEAU



Cette réalisation permet de détecter le niveau atteint par un liquide au moyen d'une simple sonde. Le liquide n'est pas nécessairement de l'eau, aussi un principe de mesure particulier est utilisé. Le module compact permet une utilisation autonome puisque son alimentation peut être une simple pile de 9 V.

PRINCIPE

Un générateur de signaux carrés attaque un circuit RC moyenneur, où le condensateur est connecté à la sonde et le réservoir à la masse. La sonde, associée au liquide et au réservoir, est assimilable à une résistance R_L dont la valeur varie selon le niveau du liquide. Si le liquide n'atteint pas la sonde, R_L est infini, le condensateur C n'a aucun rôle et on retrouve en U le signal carré du générateur. Si le liquide est en contact avec la sonde, R_L chute à une valeur qui dépend de la résistivité du liquide. Par le choix cor-



1 Principe de fonctionnement du montage.

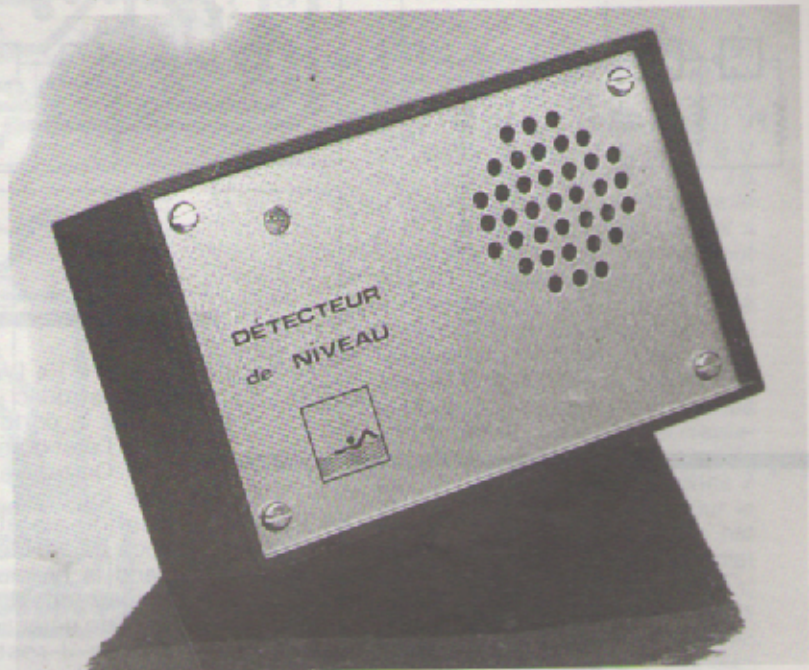
rect de R , on mesure en U une tension, presque continue, qui est justement la valeur moyenne du signal carré. Il suffit donc de différencier ces deux cas pour détecter la présence du liquide en contact avec la sonde, et donc son niveau. La figure 1 complète l'analyse. Cette méthode a l'avantage d'être applicable pour une grande variété de liquides : eau, huile...

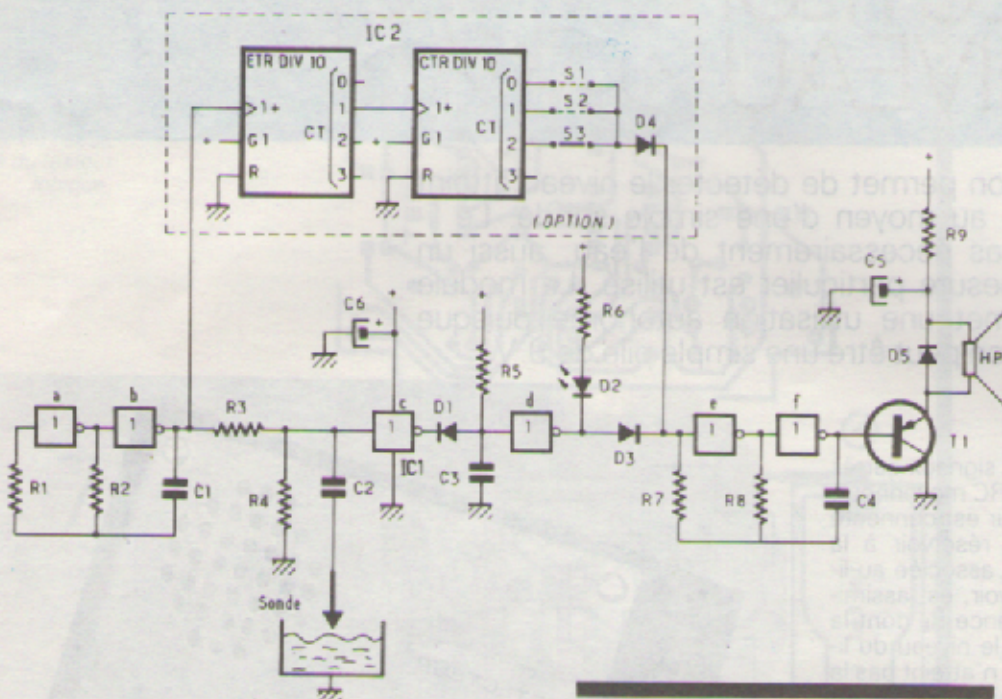
SCHEMA STRUCTUREL (fig. 2)

Le schéma de la figure 2 peut sembler complexe, c'est pourtant un montage très simple qui n'associe que des fonctions de base et se limite à deux circuits C.MOS courants, dont un est facultatif. La détection sera indiquée par un signal lumineux et sonore.

L'ensemble R_1 , R_2 , C_1 et les portes [a,b] de IC_1 constituent un générateur de signaux carrés. C'est une structure C.MOS classique et la fréquence de sortie est proche de $0,45/(R_2 \cdot C_1)$, soit 100 Hz environ. Le circuit moyenneur RC est remplacé par le circuit R_3 , R_4 , C_2 , pour permettre la différenciation par une porte C.MOS.

Le pont diviseur R_3 , R_4 atténue le signal pour garantir sa valeur moyenne inférieure à la tension de seuil de la porte [c], tout en conservant une amplitude maximale (signal carré) supérieure au seuil, et est assimilable à une résistance R par le théorème de Thevenin. La constante de temps $(R_3//R_4) \cdot C_2$ est supérieure à la période du générateur pour satisfaire le principe de la mesure (moyenneur).





La figure 3 présente les signaux aux bornes de R_4 (V_{R4M}) et de C_3 (V_{C3M}) et est utile pour la compréhension du fonctionnement. Sans liquide, on trouve un signal carré à l'entrée de la porte [c] qui décharge périodiquement C_3 par la diode D_1 (signal carré complémentaire en sortie de la porte [c], et empêche ainsi V_{C3M} d'atteindre le seuil de la porte [d], dont la sortie reste à l'état logique « 1 ». Si le liquide est au contact de la sonde, la valeur moyenne est appliquée à l'entrée de la porte [c], et, par le choix de R_3 , R_4 , cette valeur est inférieure au seuil de la porte. La sortie est donc à l'état haut, ce qui bloque la diode D_1 et autorise la charge de C_3 par R_5 .

Un état « 1 » (V_{C3M} supérieur au seuil) est donc disponible à l'entrée de la porte [d], et sa sortie prend l'état complémentaire, soit « ϕ ». On trouve finalement deux états logiques en sortie de la porte [d] : un état « 1 » en l'absence de liquide et un état « ϕ » quand le niveau est en contact avec la sonde. Le diode D_2 visualise cette détection.

Comme il reste deux portes C.MOS libres, on les utilise pour fournir également une indication sonore. L'ensemble R7, R8, C4 et les portes 1e, f1 constituent un oscillateur de fréquence audible (environ 1,3 kHz) dont la sortie est amplifiée par le transistor T1 pour attaquer le haut-parleur HP. La diode D5 protège le transistor des effets selfiques du haut-parleur et le circuit R9C5 limite la puissance tout en atténuant l'ondulation qui se répercute sur l'alimentation. Le haut-parleur peut

être remplacé par un transducteur piézoélectrique, alors R_3 , C_5 et D_5 sont inutiles (R_3 est remplacé par un strap). La diode D_3 bloque le fonctionnement de l'oscillateur si la sortie de la porte d_1 n'est pas à l'état logique « ϕ », donc tant que la sonde n'est pas en contact avec le liquide.

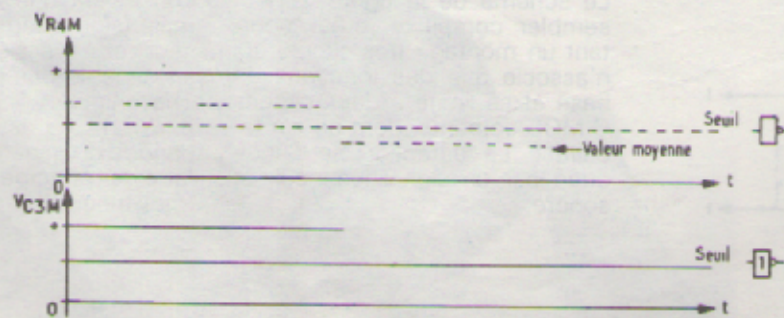
L'auteur a ajouté une option en utilisant un circuit supplémentaire. Son rôle est de moduler le son émis pour le rendre plus caractéristique et plus audible. Le principe est de bloquer à un rythme donné l'oscillateur par la diode D₄. Plutôt que de réaliser un générateur de signal supplémentaire, il est plus original d'utiliser le générateur de signal de mesure et de le diviser en fréquence jusqu'à une valeur adéquate IC₂ intègre deux compteurs BCD, donc de modulo 10, ce qui permet une division en fréquence maximale de 100. Ainsi câblé, la division est de 10, 25 ou 50 selon la sortie (respectivement S₁, S₂ ou S₃). On utilise une de ces sorties pour bloquer l'oscillateur avec une seconde diode D₄. L'auteur a préféré la sortie S₃ qui fournit un signal audible sur le haut-parleur à une cadence de 2 Hz environ.

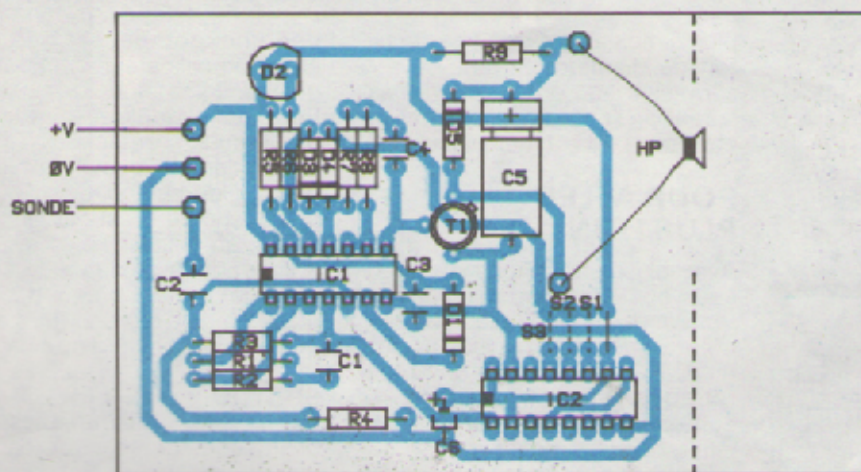
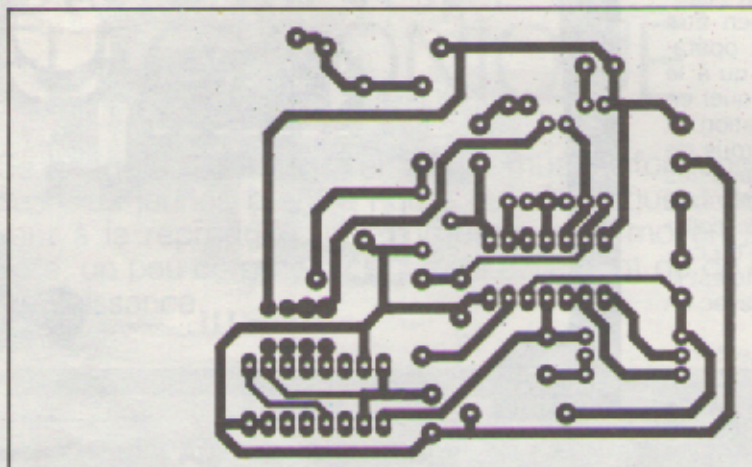
Comme tous les circuits sont en technologie C.MOS et le réseau R_3R_4 de valeur élevée, la consommation au repos est faible. En détection, la consommation augmente car la DEL et l'oscillateur sont activés. Le module fonctionne entre 5 V et 15 V, aussi l'alimentation se fera selon votre propre cahier des charges (l'auteur utilise le montage avec une simple pile de 9 V).

Attention : comme un liquide est en contact avec la masse du montage, choisissez votre alimentation avec prudence (isolée du secteur). N'hésitez pas à relier la masse à la terre le cas échéant.

REALISATION

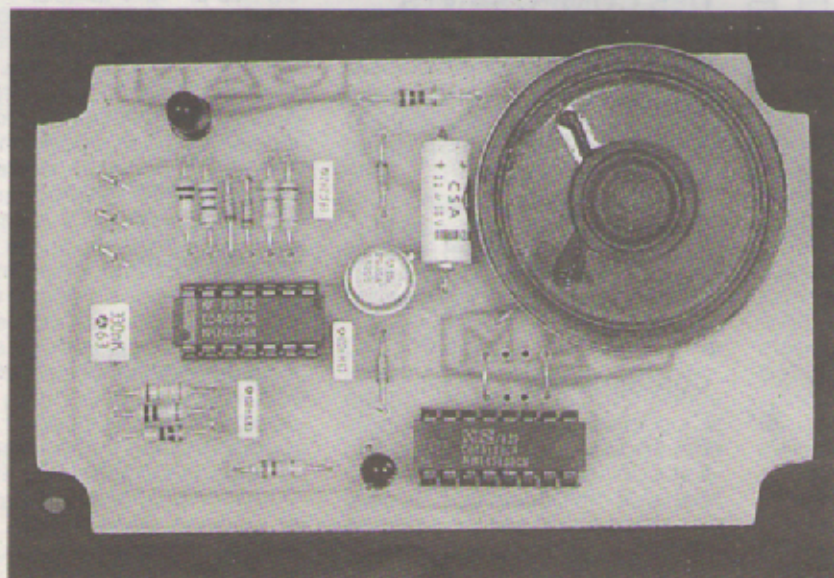
Le tracé du circuit imprimé est fourni à l'échelle 1 en figure 4. Il sera reporté sur une plaque de verre époxy de 60 x 75 mm (60 x 100 mm si elle supporte le haut-parleur), selon la méthode que vous pratiquez usuellement. La méthode la plus « propre » et la plus sûre est le transfert photographique. Mais le tracé étant simple, toute autre méthode est applicable. La gravure est effec-





tuée avec le classique perchlorure de fer, porté à 40 °C pour diminuer le temps de gravure et préserver la netteté du tracé. Les trous sont percés à un diamètre

de 1 mm, sauf pour les cosses de connexion si vous en utilisez. L'implantation des composants est présentée en figure 5 avec le tracé du cuivre par transparence



et le brochage des composants en figure 6, pour faciliter vos vérifications. Le montage doit fonctionner après implantation de tous les composants, sauf erreur de votre part (après retouchage éventuel de R4). Il est toutefois préférable de procéder selon une méthode progressive, qui a l'avantage de simplifier la recherche des pannes et de garantir le fonctionnement de votre montage.

Câblez le strap non repéré, les deux supports de circuits et les bornes de connexion. Alimentez le montage avec une pile de 9 V et vérifiez la présence de + 9 V aux broches 14 d'IC1 et 16 d'IC2. Câblez C6 et vérifiez que le + 9 V est encore présent, car il arrive souvent qu'un tantale neuf soit en court-circuit, ou se mette en court-circuit s'il est monté à l'envers (entre chaque étape câblage-essai, coupez l'alimentation et retirez prudemment les circuits des supports, soudez les composants indiqués, et remplacez circuits et alimentation). Câblez D2, R6 et reliez les broches 7 et 12 du support de IC1 pour le test. La DEL s'allume si elle est câblée dans le bon sens (méplat vers R9). Câblez R7, R8, C4, T1, R9, C5, D5, et le haut-parleur (fils de liaison souples et longs provisoires) ; vérifiez le + 9 V aux bornes de C5 (polarisé !). Insérez IC1 dans le support, un son aigu se fait entendre dans le haut-parleur ; sinon vérifiez T1, et le signal sur la broche 8 de IC1 à l'aide de l'oscilloscope. Câblez D3, R5. La DEL est allumée et le son émis. Touchez la broche 13 de IC1 avec un fil relié au 0 V, le son doit cesser et la DEL s'éteindre. Câblez C3, D1, R4, le son est émis, la DEL est allumée et on inhibe leur fonctionnement en court-circuitant R4. Câblez R1, R2, C1, R3, C2 ; la DEL est éteinte et il n'y a pas de son ; reliez le picot et la sonde à la masse, et la DEL et le HP sont actionnés ; moulezz votre doigt et touchez les picots « 0 V » et « sonde » : la détection se fera. (Note : selon les circuits, il peut être nécessaire de retoucher R4 pour garantir la valeur moyenne inférieure au seuil de la porte [c] ; le plus simple est de relier l'entrée sonde au 0 V et de remplacer R4 par un ajustable le temps du réglage pour trouver les signaux de la figure 3, ou simplement pour obtenir le fonctionnement correct).

Si vous voulez l'option son-intermittent, câblez D₄ et un seul des straps S₁, S₂ ou S₃. Le haut-parleur est monté sur le circuit imprimé par collage avec un pistolet, mais il peut aussi bien être déporté. L'ensemble est opérationnel, il ne reste plus qu'à le monter en coffret ou tel quel en situation, selon l'alimentation et la fonction désirée. Les trous de fixation seront choisis dans les zones libres du circuit imprimé, mais vous pouvez aussi le coller dans le boîtier (l'avantage du collage avec un pistolet à colle est la possibilité de démontage avec un « coup » de cutter).

Si le contenant du liquide est métallique, on lui relie le 0 V du montage et on place une sonde reliée à la connexion SONDE avec un fil court ou blindé. Si le contenant est isolant, il suffit de placer une seconde sonde qui touche le fond, ou plus simplement de placer une petite plaque conductrice au fond (bout de circuit imprimé collé), reliée au 0 V du montage. La sonde est choisie dans un matériau ne s'oxydant pas avec le liquide à détecter. Sa forme est quelconque, le

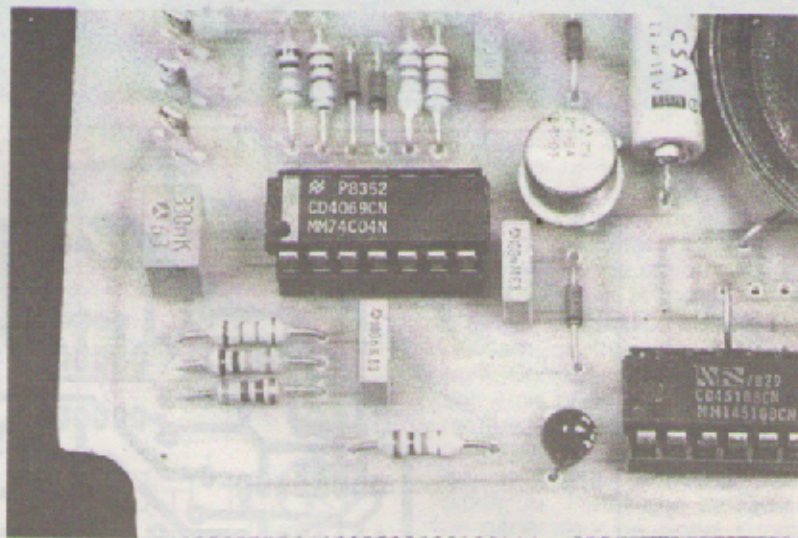


Photo 3 – Afin de faciliter un éventuel dépannage, les C.I. seront montés sur support.

plus simple étant une tige de laiton de diamètre 3 mm. Celle-ci sera fixée au contenant en s'assurant de son isolation (vis nylon, collage...) s'il est métallique.

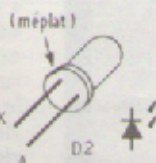
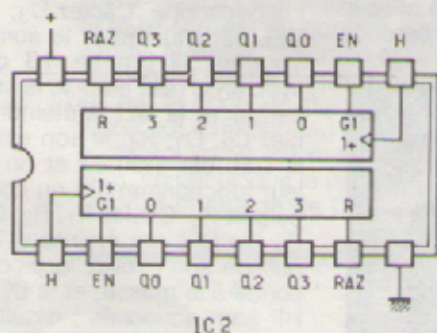
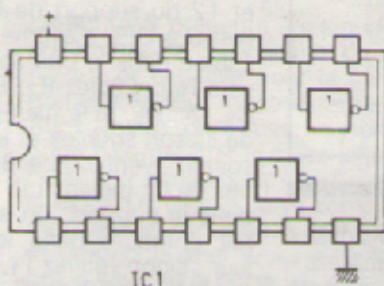
POUR ALLER PLUS LOIN

Avec plusieurs sondes et modules, vous pouvez mesurer différents niveaux de liquide dans un même contenant. Avec un seul module, il est possible de détecter le niveau dans plusieurs contenants, sans toutefois les différencier, simplement en rajoutant des sondes câblées en parallèle. En remplaçant la DEL D₂ par un optocoupleur, l'information de détection est isolée et peut être utilisée pour comman-

der une pompe à travers un étage amplificateur, ou pour une gestion domotique.

Pour finir, quelques exemples d'utilisation : détection d'inondation dans une cave, antidébordement de baignoire (si, si, cela arrive encore !), surveillance du niveau du réservoir d'un système d'arrosage automatique, détecteur de niveau d'eau du lave-glace ou du circuit de refroidissement ou du circuit de freinage de l'automobile... mais EVITEZ SURTOUT SON EMPLOI avec des liquides inflammables pour des raisons de sécurité, car bien que la détection soit possible, l'électricité et ces liquides (essence, fuel...) ont des réactions parfois bien explosives !

copyright E.P. 135



6

Brochages des composants.

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances 1/4 W

- R₁ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
- R₂ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R₃ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
- R₄ : 270 kΩ à 330 kΩ
- R₅ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
- R₆ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R₇ : 330 kΩ (orange, orange, jaune)
- R₈ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
- R₉ : 12 Ω (marron, rouge, noir)

Condensateurs

- C₁ : 0,1 μF milleuil
- C₂ : 0,33 μF milleuil
- C₃ : 0,1 μF milleuil
- C₄ : 2,2 nF milleuil

- C₅ : 22 μF 16 V électrolytique
- C₆ : 10 μF 10 V tantale

Semi-conducteurs

- IC₁ : CD 4069 ou 74C04
- IC₂ : CD4518B
- T₁ : 2N 2905 A
- D₁ : 1N 4148
- D₂ : DEL 5 mm rouge
- D₃ : 1N 4148
- D₄ : 1N 4148
- D₅ : 1N 4148

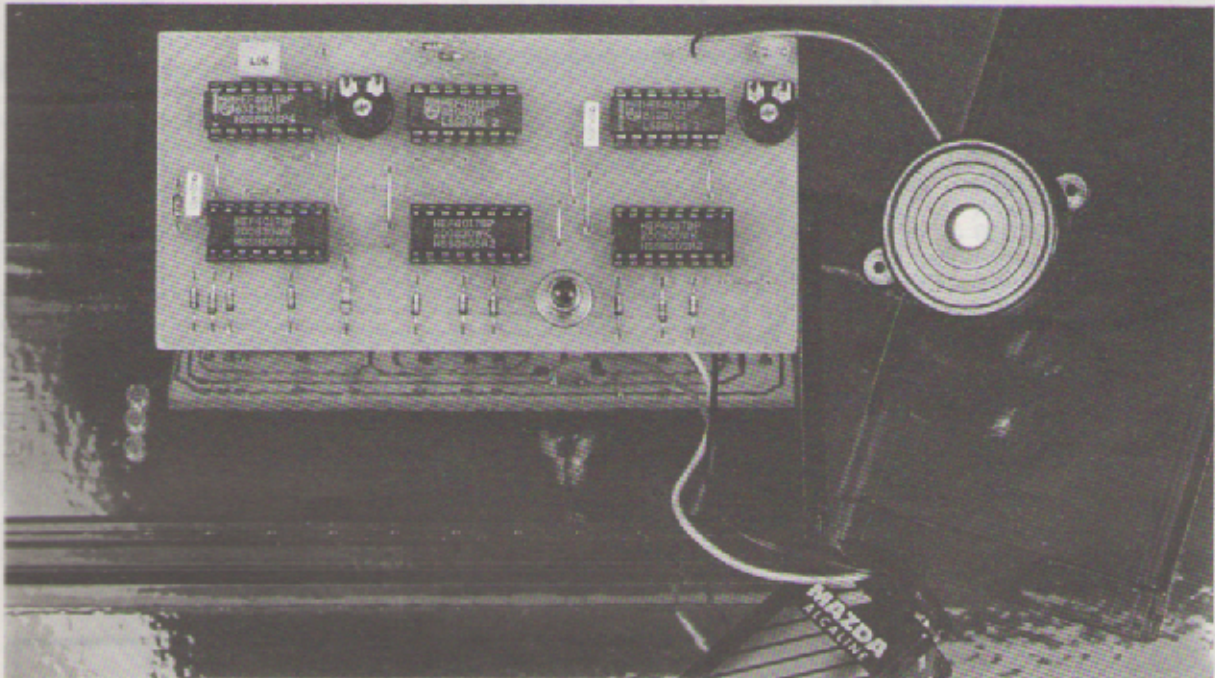
Divers

- 1 plaque époxy 100 x 60 mm
- 2 straps
- 1 support DIL 14 broches
- 1 support DIL 16 broches
- 1 haut-parleur 8 Ω, 0,1 W (HP)
- 3 cosses-poirnards

UN « JINGLE » ELECTRONIQUE



Ce gadget génère un bref thème musical fort connu des plus jeunes d'entre nous, qui s'appliquent souvent à le reproduire, par n'importe quel moyen sonore, un peu comme un signe de ralliement ou de reconnaissance.



PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT

Que ce soit dans nos supermarchés ou dans le hall d'une gare, chacun prête attention aux messages annoncés par haut-parleur, surtout lorsqu'ils sont précédés d'un bref « jingle » (bruit métallique en anglais), pour mieux encore attirer l'attention. Ces très courtes mélodies sont présentes également à la télévision ou à la radio, avant une émission, avant la sacro-sainte pub ou pour séparer les sujets du journal télévisé. Les jeunes de nos jours sont friands de musique, mais ils utilisent souvent une petite série de notes pour ponctuer leur activité, soit à l'aide des doigts, soit encore en frappant sur une surface (sonore de préférence) avec un objet quelconque.

Notre célèbre jingle consiste en une suite bien rythmée de sons

quelconques, selon les indications de la figure 5. Nous vous proposons de réaliser un tel générateur, suffisamment peu encombrant pour pouvoir mériter le qualificatif de portable. Cette réalisation est également fort utile pour faire une nouvelle fois connaissance avec quelques composants électroniques de base.

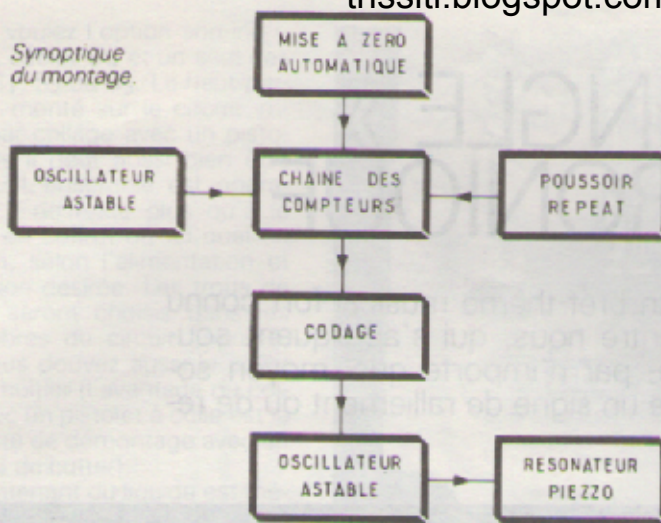
ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

On trouvera à la figure 1 le schéma synoptique de cette maquette, donnant déjà une bonne idée des diverses parties qui la composent ; le détail du schéma électronique se trouve, lui, à la figure 2. L'alimentation sera bien entendu confiée à une petite pile de 9 V, en raison de la mobilité

souhaitée pour la maquette. Le boîtier retenu sera un modèle translucide Heiland, spécialement conçu pour recevoir une carte imprimée et une pile miniature en travers. Les deux parties coulissantes sont d'une mise en œuvre aisée et d'une finition parfaite. Il ne sera d'ailleurs pas nécessaire de réduire la longueur du boîtier par découpage.

Nous allons débiter cette explication par l'étape finale, à savoir le générateur de notes (toujours le même). L'oscillateur astable construit autour des portes NAND I et J utilise un schéma classique. La fréquence centrale délivrée dépend à la fois du condensateur C₃ et de l'ajustable P₂, ici en série avec une petite cellule LDR, qui reste facultative et que l'on peut simplement remplacer par un strap, si on ne souhaite pas moduler la fréquence de sortie en fonction de la lumi-

1

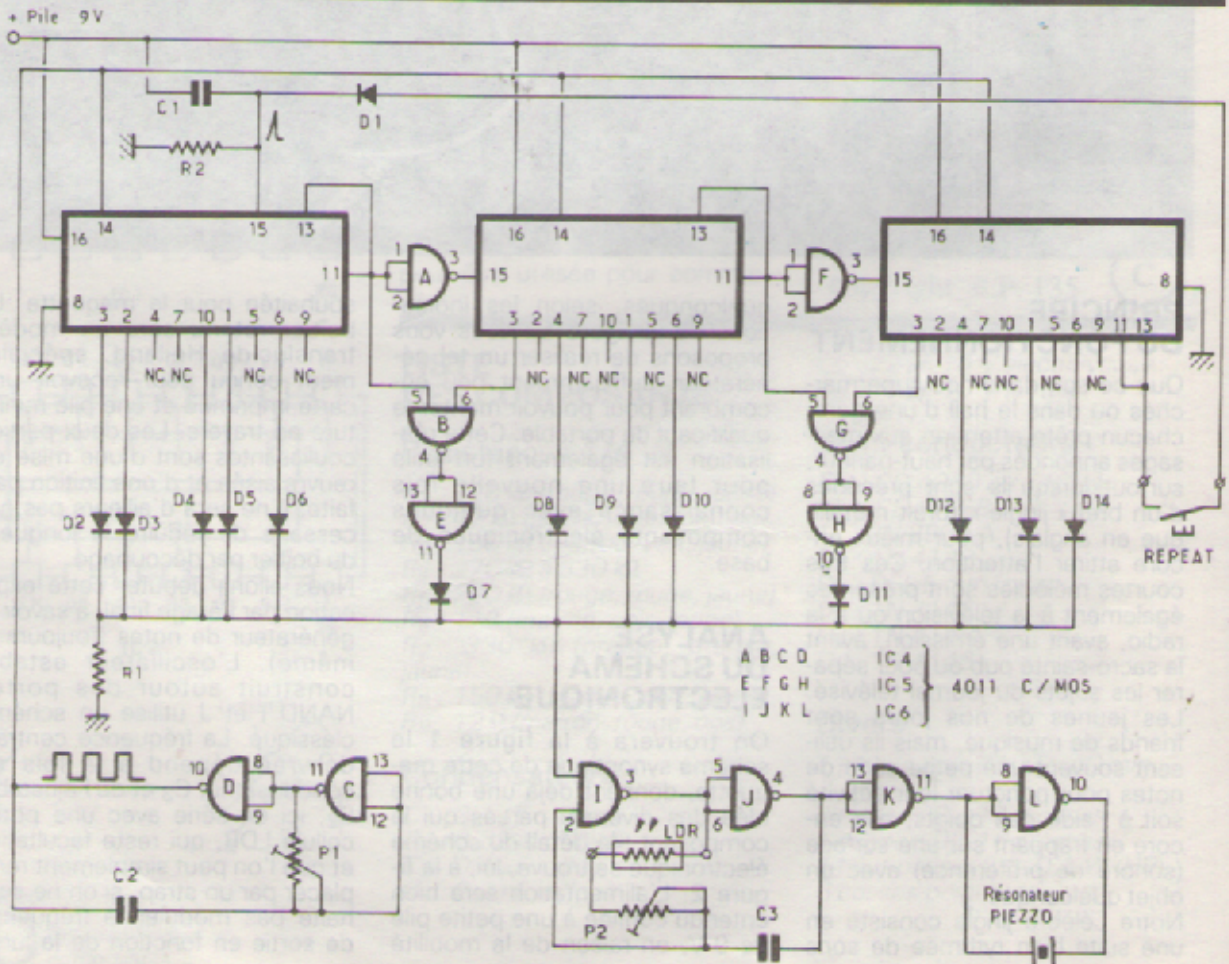
Synoptique
du montage.

nosité ambiante. Sur la borne 4 de la porte NAND J, on recueille un signal symétrique, immédiatement inversé deux fois par les portes restantes K et L du circuit intégré IC₆, utilisé à cet endroit. On peut ainsi disposer aux bornes du résonateur piézo de deux niveaux logiques sans cesse en opposition. Signalons qu'il s'agit bien de la pastille très fine de lai-

ton et non pas du buzzer plus volumineux comportant, lui, un oscillateur interne. Cet oscillateur astable voit sa borne 1 normalement forcée à la masse par la résistance R₁ et cet état logique bas bloquer l'oscillateur qui reste donc muet.

Il ne pourra délivrer sa note que lorsque la borne 1 de validation sera haute, ce qui ne manquera

pas de se produire lorsque l'une des diodes D₂ à D₁₃ sera validée à son tour par la chaîne de compteurs IC₁ à IC₃. Nous découvrons une fois de plus le célèbre compteur décimal CMOS 4017, si souvent utilisé dans nos maquettes. Le circuit intégré IC₁ et ses semblables possèdent dix sorties, dont l'une seule sera toujours à l'état haut. Pour faire avancer le compteur, il faut appliquer sur son entrée horloge (14) des fronts positifs et veiller à valider en même temps le boîtier en portant à l'état bas sa borne 13. À la mise sous tension, le condensateur C₁ se comporte comme un petit court-circuit, limité par la résistance R₂, et génère sur la borne 15 de IC₁ un bref pic positif initialisant le compteur IC₁, c'est-à-dire portant à 1 sa première borne 3. La première note peut ainsi être émise. Pour faire avancer le compteur, on réalise une seconde bascule astable autour des portes NAND C et D. Le réglage de cette fréquence d'hor-



2

Schéma électronique : la vitesse de défilement se règle à l'aide de P₁ tandis que la fréquence audible s'ajuste à l'aide de P₂.

loge est variable avec l'ajustement P_1 . Elle devra être relativement plus lente pour délivrer les notes successives à un rythme réaliste pour l'auditeur. En présence du premier front positif après la mise sous tension, le compteur IC_1 avance d'un pas, et valide sa sortie 2 et l'anode de la diode de codage D_3 . Puis les deux impulsions suivantes font avancer le compteur, sans toutefois produire de note en sortie. Pour parvenir à cela, il suffit bien entendu de ne pas utiliser les sorties 4 et 7, non connectées. Et ainsi de suite....

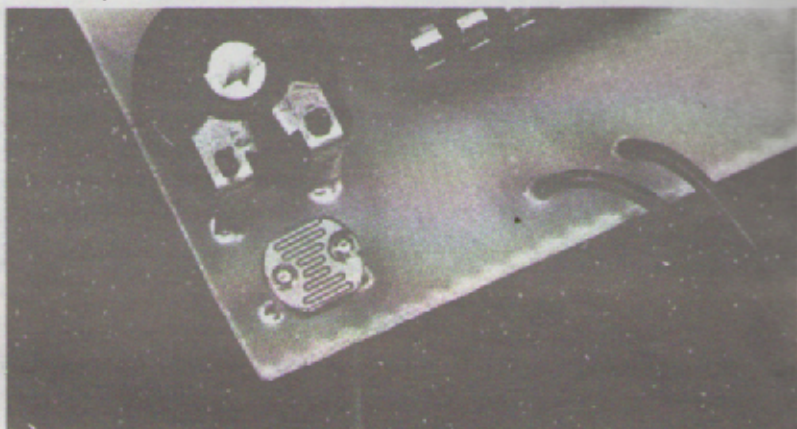
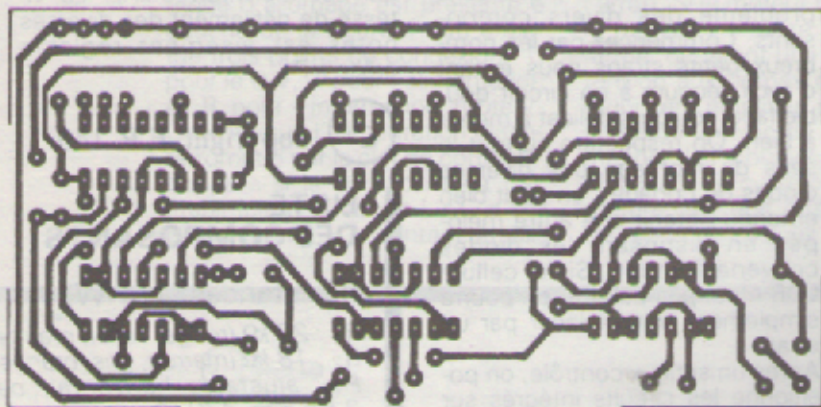
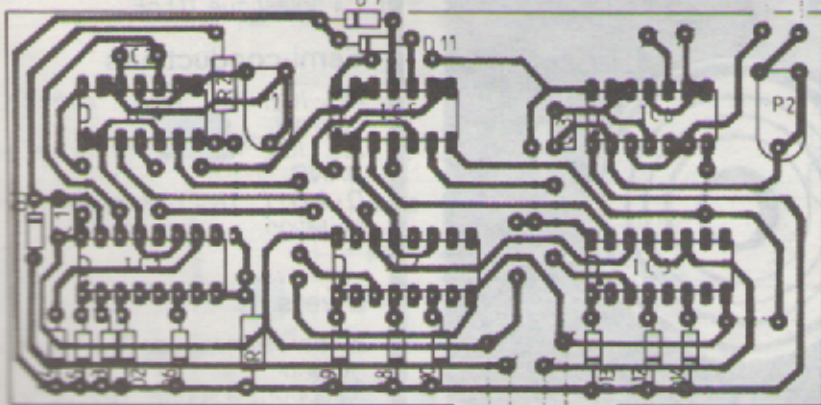


Photo 2 - La LDR insérée dans le circuit de P_2 modifie la fréquence de l'oscillateur en fonction de la lumière.



LDR 03 (ou strap)



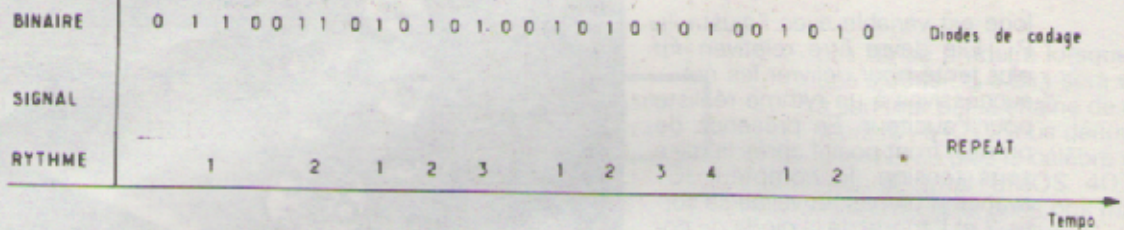
Poussoir
REPEAT

- Pile 9 Volts
+

Mais notre compteur ne possède que dix sorties, alors que la mélodie choisie en comporte bien davantage, vingt-sept précisément en comptant les silences. Qu'à cela ne tienne, il est fort aisé de monter les circuits 4017 en cascade, sans aucune limite maximale. La dernière sortie 11 de IC_1 est basse, et en passant à l'état haut, elle bloque le premier compteur par sa borne de validation 13. Ce faisant, la porte NAND A, montée ici en inverseur, porte à zéro la borne 15 du compteur IC_2 qui recevait, ainsi que le compteur IC_3 , les impulsions de comptage, mais n'en tenait pas compte puisque sa borne de RAZ 15 était maintenue, elle, à l'état haut. Il est facile de comprendre à la lumière de cette explication qu'un seul compteur peut évoluer à la fois, et c'est bientôt au tour du second. Sa borne 3 est donc haute et forme la dixième sortie à l'aide d'une porte AND constituée par les fonctions logiques B et E. La diode D_7 autorise cette sortie composite. Toutes les bornes 14 étant réunies, tous les compteurs reçoivent simultanément les différents fronts positifs de commande. Les diverses diodes sont validées les unes après les autres, selon le principe décrit à la figure 5. On remarque aussi que les bornes 11 et 13 du compteur IC_3 sont reliées et aboutissent sur un côté du poussoir REPEAT. Si ce poussoir n'est PAS actionné à la fin de la mélodie, celle-ci ne peut redémarrer. En somme, une brève action sur le poussoir permet de réinitialiser le premier compteur sur sa borne 15, tout comme la RAZ initiale. Et, ce faisant, on démarre une nouvelle mélodie entière, car le shuntage du poussoir provoque

5

Principe de fonctionnement vu à travers les chronogrammes.



l'enchaînement automatique des diverses notes. Il nous faut également préciser le rôle de la cellule photorésistante qui modifie la constante RC de l'astable à fréquence audible.

En obscurcissant plus ou moins le boîtier, qui, rappelons-le, est transparent ou translucide, l'utilisateur peut générer une note plus ou moins haute (ou aiguë). On aurait pu tout aussi bien modifier la vitesse de défilement en altérant d'une manière analogue le rôle de l'ajustable P₁.

REALISATION PRATIQUE

Nous utilisons la surface maximale du boîtier Heiland, à savoir une plaquette de 53 x 108 mm. Le tracé du cuivre est donné à l'échelle 1 à la figure 3. La densité des pistes est relativement

serrée, et seule la reproduction photographique pourra réaliser un tracé propre et fiable. Toutefois, avec une grande patience et beaucoup de soin, on peut appliquer sur le cuivre préalablement dégraissé des pastilles et des bandes transferts. La figure 4 donne toutes les indications utiles pour la mise en place sans problème des divers composants. Commencez par les nombreux petits straps nous évitant d'avoir recours à un circuit double face, toujours délicat à mener à bien. On respectera surtout le sens de montage des diverses diodes de codage ; on peut bien entendu obtenir une autre mélodie en disposant les diodes convenablement. Si la cellule LDR n'est pas utilisée, on pourra simplement la remplacer par un strap.

Après un sérieux contrôle, on positionne les circuits intégrés sur

leur support (dans le bon sens si possible !), et à la mise en place de la pile, on peut déjà entendre une suite de notes. La hauteur du son sera réglée à l'aide de P₂. A ce sujet, sachez que le résonateur piézo fera un maximum de bruit (90 dB à 30 cm) aux alentours de sa fréquence nominale qui est d'environ 6 kHz. La vitesse de défilement des diverses notes est aisément réglable grâce à P₁.

© copyright E.P. 140

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances (1/4 W)

R₁ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
 R₂ : 18 kΩ (marron, gris, orange)
 P₁ : ajustable horizontal, pas 2,54 mm, 470 kΩ
 P₂ : ajustable horizontal, pas 2,54 mm, 100 kΩ

Condensateurs

C₁ : plastique 100 nF
 C₂ : plastique 1 μF non polarisé
 C₃ : plastique 10 nF

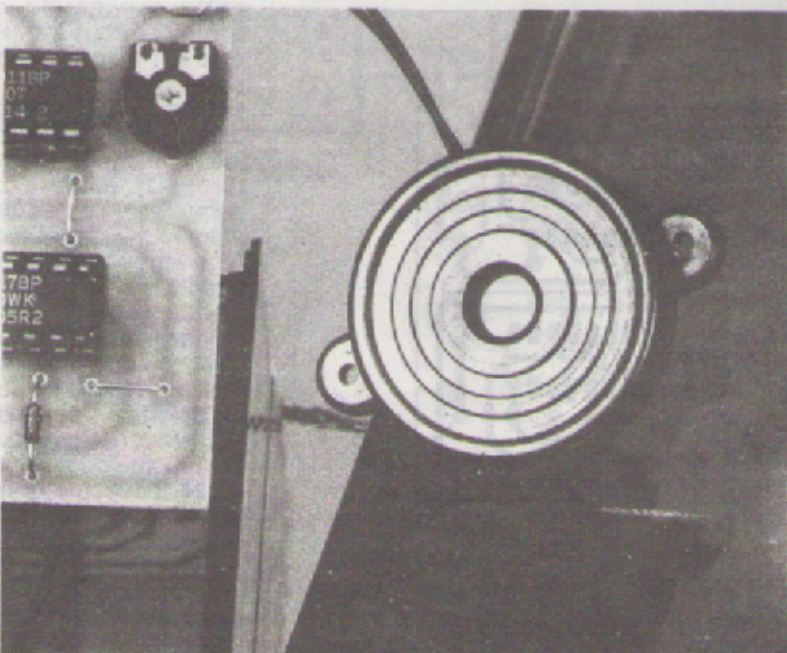
Semi-conducteurs

IC₁, IC₂, IC₃ : 4017, compteur décimal
 IC₄, IC₅, IC₆ : 4011, quad NAND
 D₁ à D₁₄ : 1N4148, diodes commutation

Divers

Boîtier translucide ou opaque Heiland
 3 supports à souder 16 broches
 3 supports à souder 14 broches
 Cellule LDR photorésistante LDR 03
 Résonateur piézo miniature
 Poussoir à fermeture
 Coupleur pression pour pile 9 V etc.

Photo 3 - Vue du résonateur piézo-électrique.



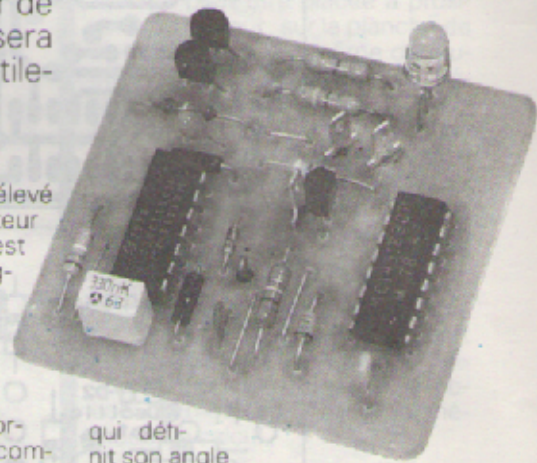
AUTODIAGNOSTIC DE RUPTEUR D'AUTOMOBILE

Ce module est destiné à visualiser l'état du rupteur de votre véhicule automobile sur une DEL bicolore. Il sera monté à demeure sur le véhicule ou complètera utilement la trousse à outils de l'automobile.

SCHEMA FONCTIONNEL (SYNOPTIQUE) (fig. 1)

Le circuit normal du câblage électrique d'allumage est présenté à gauche de la **figure 1**. On effectue trois points de connexion : 0 pour le 0 V, + pour l'alimentation et R pour l'information rupteur. On note que l'alimentation est interrompue par la clef de contact. Rappel : si le contact n'est pas établi (clef), le circuit L.r.C n'est pas alimenté. Le contact établi,

moteur à l'arrêt, un courant élevé peut circuler dans L si le rupteur est fermé (voici pourquoi il est déconseillé de laisser longtemps le contact, moteur à l'arrêt). Si le moteur tourne, le rupteur s'ouvre et se ferme, générant une surtension aux bornes de C et L qui sera amplifiée par la sortie haute-tension de L pour commander les bougies, via les vis platinees. Le cycle ouverture/fermeture de r doit être réglé selon les caractéristiques du moteur



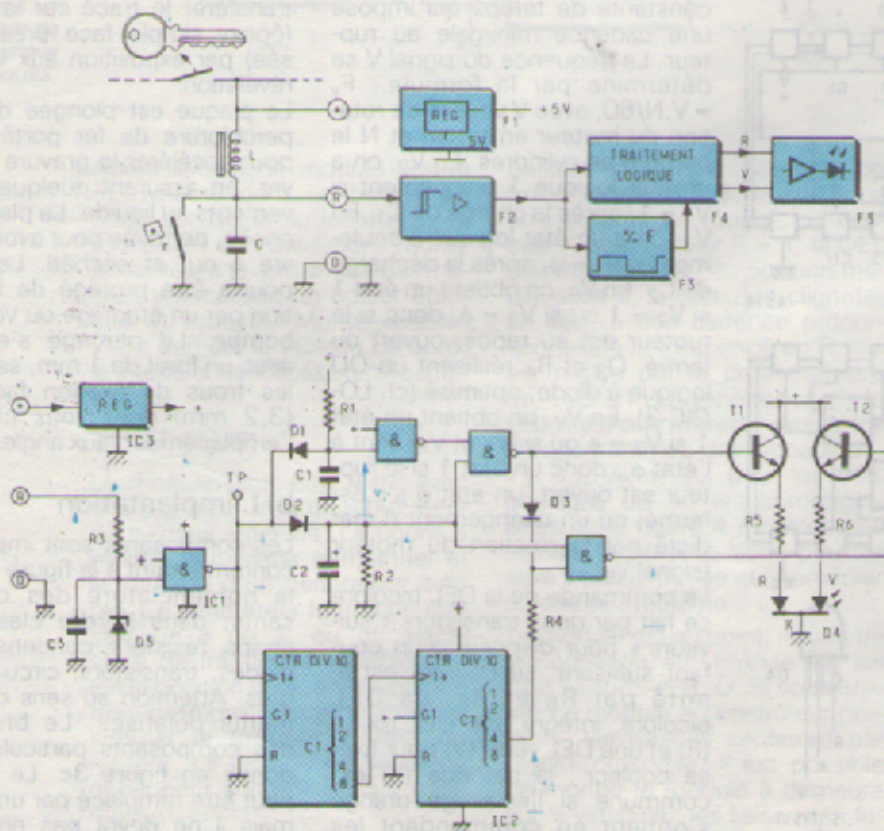
qui détermine son angle de came « α ». Sachant que le rupteur effectue 4 cycles pour un moteur 4 cylindres, l'angle sera défini par une fraction de $360^\circ/4 = 90^\circ$ (60° pour un six cylindres...). On peut considérer la commande de r comme un signal logique dont on définit le rapport cyclique, soit $\alpha/90^\circ$. Exemple : $\alpha = 62^\circ$, rapport cyclique $62/90 = 0,68$.

Le module est alimenté par F₁ qui fournit le + 5 V quand le contact est établi. Le signal R est remis en forme par F₂, pour commander un diviseur de fréquence F₃ et un bloc de logique combinatoire F₄. Le traitement logique fournit les signaux R et V qui permettent la visualisation de la mesure par F₅.

Le compte rendu de la mesure se fait en temps réel sur une DEL bicolore, dont le choix des couleurs est dicté par le bon sens : si le rupteur est ouvert, la DEL s'éclaire en orange ; le moteur est à l'arrêt ou le rupteur est détruit.

Si le rupteur est fermé, l'éclairage est rouge ; le moteur est à l'arrêt ou le rupteur est en court-circuit ; la consommation en courant est élevée.

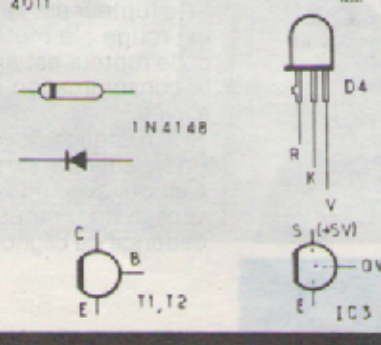
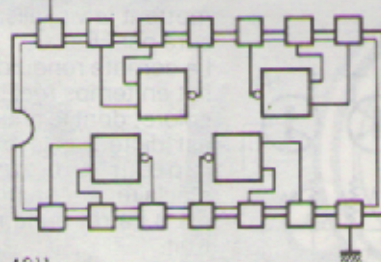
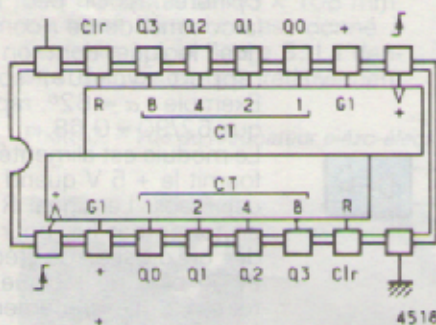
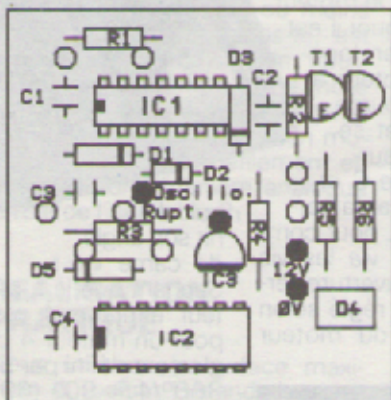
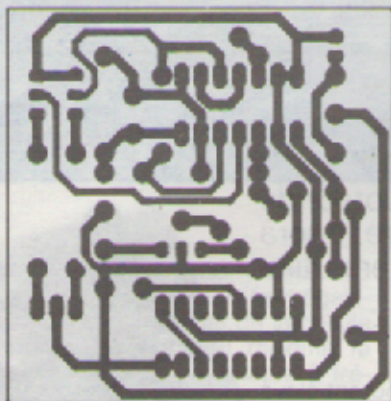
Si le rupteur s'ouvre et se ferme à une cadence suffisante, la DEL clignote avec un éclairage vert, la vitesse du moteur déterminant la cadence du clignotement.



1-2

Schéma fonctionnel/schéma électronique développé : la remise en forme passe par un écrêtage des signaux disponibles aux bornes du rupteur (réseau R3-C3-d5).

3 Le circuit imprimé, l'implantation comportant 4 straps et les brochages des composants utilisés sur la platine.



SCHEMA STRUCTUREL (DE PRINCIPE) (fig. 2)

La remise en forme F_2 est réalisée par le réseau R_3 , C_3 , D_5 et une porte de IC_1 , câblée en porte NON. Le réseau écrête l'amplitude du signal V (il peut atteindre plusieurs centaines de volts) et élimine les parasites pour une commande correcte de la porte CMOS. En V_1 , on retrouve le signal logique de commande du rupteur (0 V rupteur ouvert, +5 V rupteur fermé). Le point TP permet la connexion d'un oscilloscope.

IC_2 est un double compteur BCD/CMOS, câblé en diviseur par 100. On retrouve en V_4 un signal logique, de rapport cyclique 2/3, qui va déterminer la cadence de clignotement de la DEL. Il est possible de modifier son câblage pour changer le coefficient diviseur (en reliant la br. 5 à la br. 8 de IC_2 , le coefficient est de 50).

Le bloc logique F_4 utilise les autres portes ET-NON de IC_1 , ainsi que deux cellules $R_1C_1D_1$ et $R_2C_2D_2$. Ces cellules fixent une constante de temps qui impose une cadence minimale au rupteur. La fréquence du signal V se détermine par la formule : $F_V = V.N/60$, avec V vitesse de rotation du moteur en tr/min et N le nombre de cylindres. En V_2 , on a un état logique 1 uniquement si $V_1 = 1$, après la charge de C_1 . En V_3 , on a un état logique ϕ seulement si $V_1 = \phi$, après la décharge de C_2 . En V_R , on obtient un état 1 si $V_2 = 1$ ou si $V_3 = \phi$, donc si le rupteur est au repos, ouvert ou fermé. D_3 et R_4 réalisent un OU logique à diode, optimisé (cf. LO-LOGIC-3). En V_V , on obtient un état 1 si $V_3 = \phi$ ou si $[V_4 \text{ et } V_R]$ sont à l'état ϕ : donc un état 1 si le rupteur est ouvert, un état ϕ s'il est fermé, ou un changement d'état dicté par la rotation du moteur (signal V_4).

La commande de la DEL bicolore se fait par deux transistors « suiveurs » pour disposer d'un courant suffisant. Le courant est limité par R_5 et R_6 . La DEL bicolore, intègre une DEL rouge (R) et une DEL verte (V) pour fixer sa couleur ; la cathode (K) est commune si l'éclairage orange s'obtient en commandant les deux DEL.

Enfin, l'alimentation F_1 est confiée à un simple régulateur intégré IC_3 . La consommation du

module est nulle si le contact est coupé.

La figure 4 complète et résume ces différents cas en présentant les chronophotographies des signaux V_1 , V_2 , V_3 , V_R , V_V selon V . Le signal V reprend trois cas : rupteur ouvert, rupteur en fonctionnement normal et rupteur fermé. On remarque les surtensions en V et le signal logique obtenu après mise en forme.

REALISATION PRATIQUE (fig. 3)

a) Le circuit imprimé

La figure 3a précise le tracé du circuit imprimé, côté cuivre. La méthode la plus simple est le dessin au feutre indélébile directement sur le cuivre, mais nécessite une découpe de la plaque (époxy simple face), un pointage préliminaire des trous, et du soin. Une autre méthode utilisée reste le report du dessin sur un support transparent (film, calque) en utilisant des bandes et pastilles ou des transferts ; il faut ensuite transférer le tracé sur la plaque (époxy simple face présensibilisée) par exposition aux UV puis révélation.

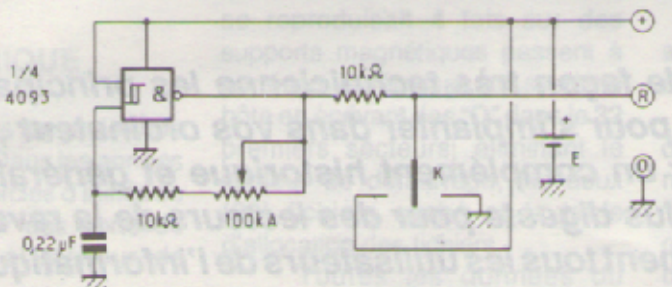
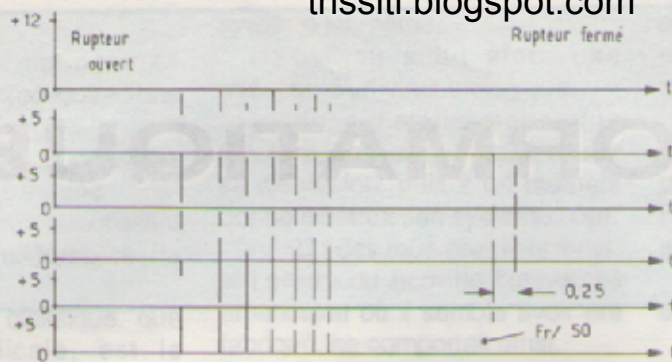
La plaque est plongée dans du perchlore de fer porté à 40° pour accélérer la gravure du cuivre, en assurant quelques mouvements au liquide. La plaque est rincée, nettoyée pour avoir le cuivre à nu, et séchée. Le cuivre pourra être protégé de l'oxydation par un étamage ou vernis en bombe. Le perçage s'effectue avec un foret de 1 mm, sauf pour les trous de fixation facultatifs (3,2 mm) dont vous choisirez l'emplacement (aux angles).

b) L'implantation

Les composants sont implantés, conformément à la figure 3b et à la nomenclature des composants, dans l'ordre classique : straps, résistors, condensateurs, diodes, transistors, circuits intégrés. Attention au sens des éléments polarisés. Le brochage des composants particuliers est donné en figure 3c. Le 78L05 peut être remplacé par un 7805, mais il ne devra pas entrer en contact avec la borne rupteur. T_1 et T_2 sont des transistors universels NPN de β suffisant (> 100), en boîtier TO92.

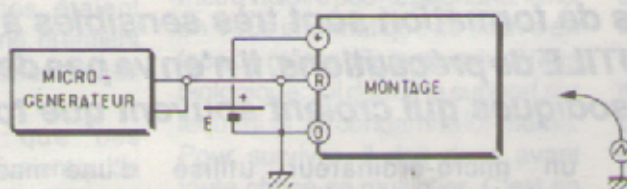
4

Les
chronographes
relevés en
divers points
du montage.



5

Test du
module à
l'aide d'un
générateur de
signaux
logiques.



Après le test, le module pourra être monté dans un boîtier. Le choix est laissé au lecteur et se fera selon son utilisation. Monté à demeure à proximité du moteur, il nécessite un boîtier étanche et robuste. Monté directement derrière le tableau de bord, le module ne nécessitera aucun coffret.

TEST (fig. 5)

Le module peut être testé avec une pile de 9 V et un générateur de signaux logiques. La figure 5 montre le câblage à effectuer et le schéma d'un générateur simple. Ce générateur fournit un état statique ϕ ou 1, ou un signal carré de fréquence variable, selon la position de K, interrupteur à trois positions. Ce générateur va simuler le fonctionnement du rupteur. La tension de sortie du générateur doit être de 5 V minimum.

Le test est simple : avec K, on fixe le signal R à ϕ , la DEL doit être éclairée en rouge ; on bascule K pour obtenir R = 1, la DEL doit être orange ; en position médiane de K, la DEL doit clignoter en vert, à une cadence proportionnelle à la fréquence en R, qui est réglée par le potentiomètre de 100 k Ω du générateur. Si le test n'est pas correct, vérifiez les chronogrammes des signaux V₁, V₂, V₃, V_R et V_V, pour les trois positions de K ; les chronogrammes de la figure 4 montrent les signaux à obtenir. Vous pourrez ainsi situer la panne et y remédier en cas de problème.

Le module est au point, il suffit de le connecter au véhicule par les trois liaisons +, R, O. Si vous utilisez ce module en contrôleur portable, les liaisons se feront par pinces crocodile. Il est possible de monter le module à demeure sur le véhicule ; les liaisons se fe-

ront par cosses en venant se greffer sur le câblage d'allumage sans le modifier. Contrôlez le signal en TP avec l'oscilloscope ; il doit être carré, sans parasites.

UTILISATION

Le module permet de visualiser instantanément l'état du rupteur. La DEL peut être placée à proximité du moteur, sur la planche de bord (vous pouvez même doubler la DEL sans oublier de doubler aussi R₅ et R₆). L'information fournie par la DEL vous indique l'état du rupteur, autorise son réglage en remplaçant le témoin de visualisation, et vous donne une idée de la vitesse de rotation du moteur. La borne TP permet la connexion d'un oscilloscope pour le réglage d'angle de came, en ajustant le rapport cyclique du signal visualisé (signal R) comme défini par la notice du moteur (RTA) et la méthode de calcul.

Ce module fait partie d'un ensemble « autodiagnostic » qui permettra la détection systématique de pannes simples. Si une panne survient, il suffira de soulever le capot et de regarder quelques DEL pour savoir où intervenir.

© copyright E.P. 140

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- R₁ : 680 k Ω (bleu, gris, jaune)
- R₂ : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- R₃ : 10 k Ω 1/2 W (marron, noir, orange)
- R₄ : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
- R₅ : 390 Ω (orange, blanc, marron)
- R₆ : 330 Ω (orange, orange, marron)
- D₁ : 1N4148
- D₂ : 1N4148
- D₃ : 1N4148
- D₄ : DEL bicolore $\varnothing$ 5 mm
- D₅ : Zener 5,1 V, 1/2 W
- C₁ : 0,33 μ F
- C₂ : 1 μ F/10 V tantale
- C₃ : 4,7 nF céramique
- C₄ : 0,1 μ F céramique
- T₁ : BC173C
- T₂ : BC173C
- IC₁ : 4011B
- IC₂ : 4518
- IC₃ : 78L05
- Epoxy 50 x 55 mm

INFORMATIQUE

HISTOIRE DE VIRUS

Après avoir analysé de façon très technicienne les principales méthodes utilisées par les virus pour s'implanter dans vos ordinateurs, notre article vient à point apporter un complément historique et généraliste qui sera sûrement beaucoup plus digeste pour des lecteurs de la revue.

En effet, les virus touchent tous les utilisateurs de l'informatique, eux même ceux «qui n'y connaissent rien, ou pas grand-chose», hormis le logiciel le logiciel d'application qu'il ont l'habitude d'utiliser.

Et si les informaticiens de formation sont très sensibles à ce problème et s'entourent d'un luxe UTILE de précautions, il n'en va pas de même pour ces autres utilisateurs épisodiques qui croient souvent que tout cela n'arrive

INTRODUCTION

les établissements d'enseignement, du collège à l'université, sont des lieux favorables à la production et à la propagation des virus les plus divers.

Cette situation se rencontre dans tous les pays possédant un système éducatif informatisé, surtout s'il s'agit de micro-ordinateur IBM ou compatibles.

Cette situation est due principalement au nombre important d'utilisateurs pouvant accéder aux machines, et à la quantité et à la diversité des logiciels utilisés.

Ainsi, dans un lycée, une machine peut voir passer dans la semaine plusieurs dizaines d'utilisateurs aux intérêts et aux motivations dissemblables.

Alors qu'à l'opposé, il n'est pas rare de rencontres en entreprise

un micro-ordinateur utilisé exclusivement pour du traitement de texte ou de la comptabilité, et toujours par la même personne.

Il est évident dans ces conditions, que cet ordinateur aura infiniment moins de chances d'affronter un assaut viral qu'un ordinateur de lycée.

Et s'il est infecté, la propagation du virus restera peu probable, alors que dans un établissement scolaire, l'infection prend vite des allures d'épidémie galopante, difficilement maîtrisable, durant laquelle on observe souvent des périodes de rémissions suivies de rechutes.

Pourtant les virus informatiques sont des programmes comme les autres, ni plus ni moins. Les processus de contamination et de multiplication n'ont rien de magiques ou de mystérieux.

Et il est utile que l'utilisateur

d'une machine connaisse ces mécanismes, afin de réduire les risques d'infection et, en cas de contamination, freiner la dispersion du virus.

Dans ce domaine, il est plus sage de s'intéresser au sujet lorsqu'une machine présente des réactions inhabituelles.

Au moment de l'apparition d'une infection virale, sous le coup de l'émotion, les capacités de raisonnement se réduisent.

La plupart des spécialistes des virus s'accordent à dire que les dégâts les plus importants causés par les virus ne sont pas de leur fait directement.

Bien souvent ils sont dus à l'utilisateur lui-même, paniqué par la découverte que sa machine est infectée, ou excédé de voir un virus apparaître à intervalles réguliers, perturbant son travail.

Dans le premier cas, on

observe des manoeuvres irraisonnées pouvant conduire à des catastrophes.

Dans le second cas, des décisions excessives et irréversibles sont prises aboutissant à des pertes considérables de données:

La décision classique, que l'on espère radicale, est le reformatage du disque dur sans sauvegarde, "car on ne sait pas où se loge le virus".

HISTORIQUE

les premières forme de virus ne date pas d'hier. Dans les années 70 déjà, certains cercles d'initiés se passionnaient pour des sorte de jeux de bataille à l'intérieur de l'ordinateur.

Deux (02) joueurs écrivaient chacun un bout de programme.

Ces programmes étaient introduits dans la machine, et étaient exécutés comme les autres taches habituelles.

A ceci près que ces programmes ne poursuivaient qu'un seul but : détruire ou désactiver le programme concurrent.

Pour s'assurer de leur survie, ces programmes pouvaient se reproduire, se camoufler, leurrer l'adversaire par du pseudo-code, etc.

Cet épisode a permis de développer des techniques d'auto-reproduction et de dissimulation de programmes à l'intérieur d'un système, et de destruction de programmes concurrents.

Il a permis surtout de montrer qu'on pouvait tirer plaisir de ce genre de passe-temps.

A l'arrivée des micro-ordinateurs, ce jeu sembla perdre de sa saveur.

Ces machines étant fondamentalement mono-taches et mono-utilisateurs, le programmeur, seul en face de son écran n'avait plus de compère à qui se mesure.

A moins de jouer contre le

système lui-même.

Le jeu subit alors une mutation d'un virus biologique.

Ils s'installe dans une machine, se duplique pour assurer sa dispersion, puis à un moment donné il détruit son système hôte.

Un des tous premiers virus, le Lehigh, du nom de l'université américaine où il semble avoir été fabriqué, se comportait ainsi.

Il se fixait de façon rudimentaire sur le fichier **COMMAND.COM** de la machine, se reproduisait 4 fois sur des supports magnétiques passent à portée, puis détruisait son système hôte en écrivant des "O" dans le 32 premiers secteurs, éliminant le secteur de démarrage, les deux (02) fichiers caché et la table d'allocation des fichiers.

Toutes les données du support étaient alors perdus... le Virus y compris.

Piètre victoire pour le gagnant!. Ainsi un Virus informatique se trouve en face de même dilemme qu'un Virus biologique: s'il détruit le support sur lequel il vit, se condamne lui-même. Pour survivre, il doit donc avant toute chose se multiplier. C'est en fait son but premier.

Une fois qu'il s'est reproduit suffisamment, il peut éventuellement procéder à la destruction de son hôte.

Mais cette étape n'est pas obligatoire, et relève plus de la pure méchanceté que d'une fine stratégie.

Et s'il ne s'est pas suffisamment dupliqué préalablement, sa souche tend à disparaître.

On remarque d'ailleurs de plus en plus de Virus qui n'effectuent pas cette dernière opération: ils se bornent à se dupliquer indéfiniment.

Certains auteurs les ont alors rangés dans la catégorie des Virus bénins, par opposition aux Virus malins, qui eux, visent en dernier lieu la destruction de leur support.

Suite à ces considérations, il

est bien évident qu'un Virus bénin est plus contagieux qu'un virus malin.

Le premier a une durée de vie illimitée en théorie, limitée en pratique seulement par vigilance et l'habitude de l'utilisateur de la machine.

Le Virus malin a un temps d'activité limité par construction.

C'est pourquoi les virus malins se répandent peu: ils demeurent rares, s'éliminant d'eux-mêmes par leur rude politique.

Le Virus Lehigh a très peu assailli au-delà de son université d'origine.

Les Virus qui provoquent des destructions irrémédiables soit au moment de leur installation Virus à "Over Write", soit au bout d'un certain nombre de répliquations demeurent rares ou même disparaissent.

Ainsi le Virus 405, surnommé ainsi parce qu'il fait croître les fichiers qu'il infecte de 405 octets, en les rendant inutilisables, a maintenant disparu; tout comme la plupart des version Datacrime, qui provoquent des dégâts sur les disques durs.

En conséquence, lorsqu'un Virus se relève sur un machine, il y a plus de chance que ce soit un Virus visant prioritairement la répliquaion, et n'ayant peu ou pas d'intentions mauvaises (Virus bénin), plutôt qu'un Virus malin. Il est plus probable qu'il épie avec impatience les lecteurs de disquettes, attendant un support vierge pour s'y installer à l'aise, plutôt que de se préparer à reformater le disque dur par exemple.

Beaucoup de Virus n'ont en fait aucune intention pernicieuse, ils se réservent simplement de temps en temps le plaisir d'agacer un peu l'utilisateur.

On peut ainsi ranger l'irritant Virus Ping-Pong dans la catégorie des Virus bénins.

Même le fameux Virus **Vendredi 13** n'a d'intentions méchantes (destructions de tous

les programmes lancés) que le **Vendredi 13**, ce qui n'arrive en réalité, bon an mal an, qu'une à deux (02) fois dans l'année; le reste du temps il ne fait que ralentir le système.

Suite à la découverte d'un virus sur une machine, il n'est donc pas nécessaire de paniquer.

Il y a peu de chances que, dans les minutes qui viennent, il aille écrire des "O" sur tout le disque dur ou détruise le lecteur de disquettes par des mouvements incessants.

PSYCHOLOGIE DES CREATEURS DE VIRUS

Le but ici n'est pas de faire une étude clinique de ces personnes.

Leurs motivations doivent d'ailleurs être fort diverses. N'a-t-on pas raconté, par exemple, que les frères Amjst et Basit de Lahore (Pakistan), avaient élaboré un Virus "le fameux Virus de Lahore, alias le Pakistanais, alias Brain" pour punir les clients étrangers qui venaient leur acheter des logiciels pirates!.

Ils ne fournissaient des logiciels piratés sains qu'à leurs clients pakistanais!

D'autres Virus n'ont été fabriqués qu'à des fins de recherche, et n'ont été libérés dans le domaine public que par malveillance ou imprudence.

Des créateurs de Virus, identifiés après coup, ont déclaré n'avoir pas été conscients de la virulence et de la contagiosité de leurs œuvres.

En tout état de cause, si l'on désire qu'un Virus se propage au maximum, il faut qu'il soit le plus discret possible.

En ce sens, le Virus parfait serait celui qui resterait absolument indétectable, et se reproduirait totalement à l'insu des utilisateurs. De même, un Virus doit rester invisible et silencieux pour que sa multiplication ne soit pas troublée

ou entravée par un utilisateur soupçonneux.

Mais son créateur brûlé également du désir puéril de signaler sa présence, en disant: "Coucou, je suis là, vous voyez comme je suis malin!"

Ce "clins d'oeil" à l'utilisateur vont du point traversant l'écran et rebondissant sur les bords, caractéristique du Virus Pin-Pong, du rectangle noir de la taille de quelques caractères apaisants obstinément dans un coin de l'écran, à des choses plus spectaculaires telles que l'effondrement du texte affiché à l'écran,

les lettres s'amoncelant en tas au bas de celui-ci!

Ces virus sont dits bénins, car ils n'ont pas d'intention de nuire, le créateur de virus veut juste signaler sa présence.

Mais ils peuvent conduire pourtant à des dégâts.

Un utilisateur travaillant sur sa base de données favorite et voyant soudain un point traverser l'écran, peut par exemple, avoir la réaction stupide d'appuyer sur le bouton **RESET** de l'ordinateur, certaines bases de données n'apprécient pas d'être ainsi interrompues en plein travail, et cela peut aboutir à des pertes considérables de données.

A qui la faute: à l'utilisateur ou au Virus.

D'autres Virus bénins, dans leur quête avide de reproduction, interceptent tous les accès aux disques et disquettes, pour vérifier s'ils ne peuvent pas s'y installer.

Ces interceptions continues peuvent ralentir tellement les accès, qu'il n'est parfois plus possible d'atteindre ces supports magnétiques.

Les données se trouvant plus être sauvegardées, et seront perdues à l'extinction de l'ordinateur.

En réalité, il n'y a donc pas de Virus bénins: tous peuvent provoquer des dégâts, directement ou indirectement.

Un auteur conclut, parodiant une phrase célèbre: "Il n'y a qu'un seul bon virus, c'est un virus mort".

Pour la prochaine publication nous traiterons le chapitre suivant:

LE FONCTIONNEMENT DES VIRUS

"Les Virus de fichier et de Boot"

A suivre

ISSAD

pourquoi
chercher:

ELECTRONIQUE
PRATIQUE
AFRIQUE

Recevez-le
chez vous
EN
RECOMMANDER

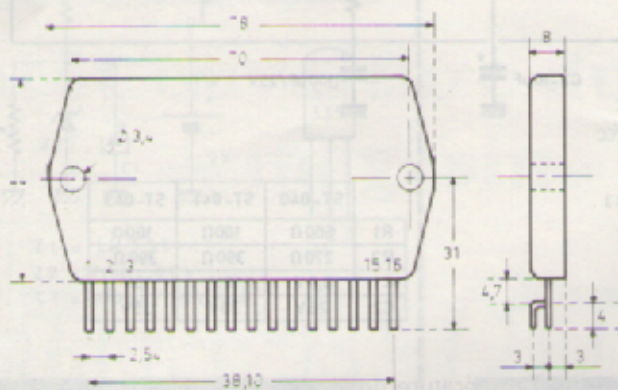
LES CIRCUITS INTEGRES JAPONAIS LES AMPLIFICATEURS STK-040, 041, 043



Voici une série d'amplificateurs de puissance à haut degré d'intégration permettant l'obtention de puissances pouvant aller jusqu'à 20 W, avec un maximum de composants périphériques.

1

Brochage



PHYSIONOMIE GENERALE

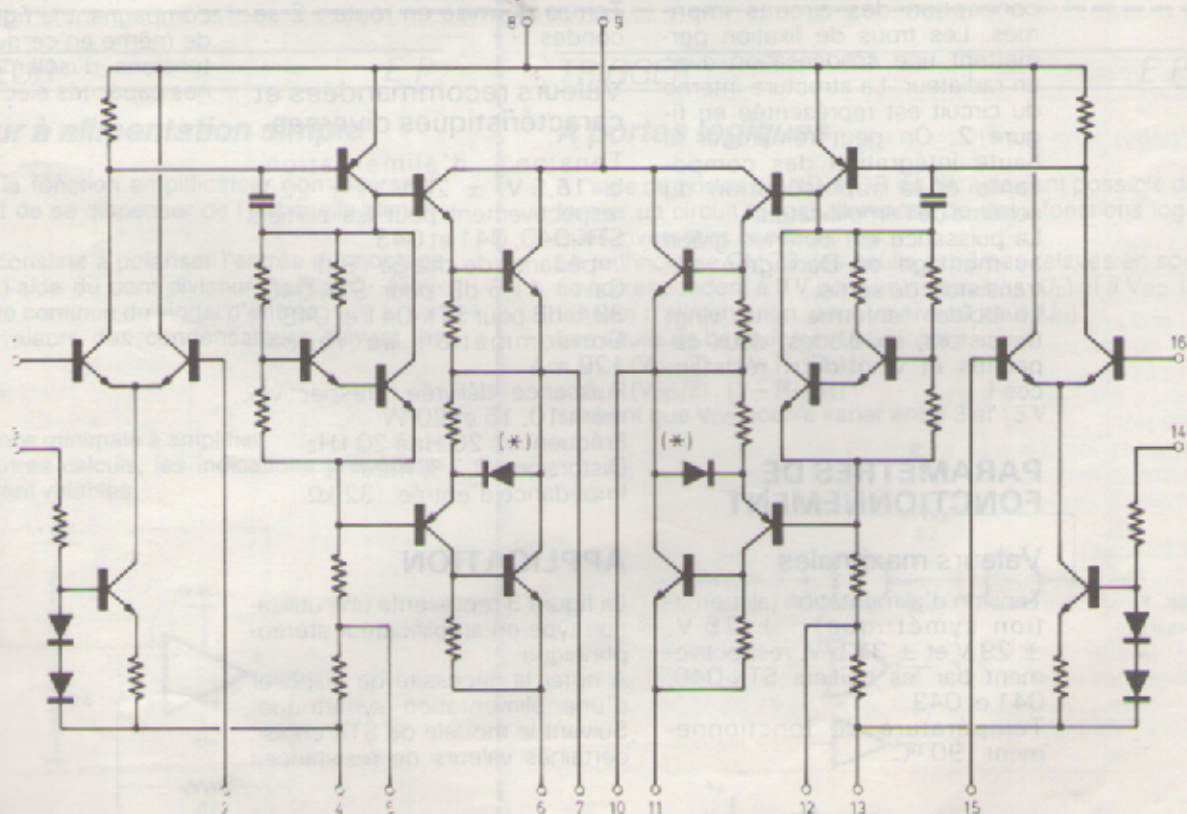
Un boîtier renferme en réalité deux amplificateurs, ce qui permet par exemple une utilisation en stéréophonie. Les puissances délivrées sont les suivantes :

- STK-040 → 10 W minimum.
- STK-041 → 15 W minimum.
- STK-043 → 20 W minimum.

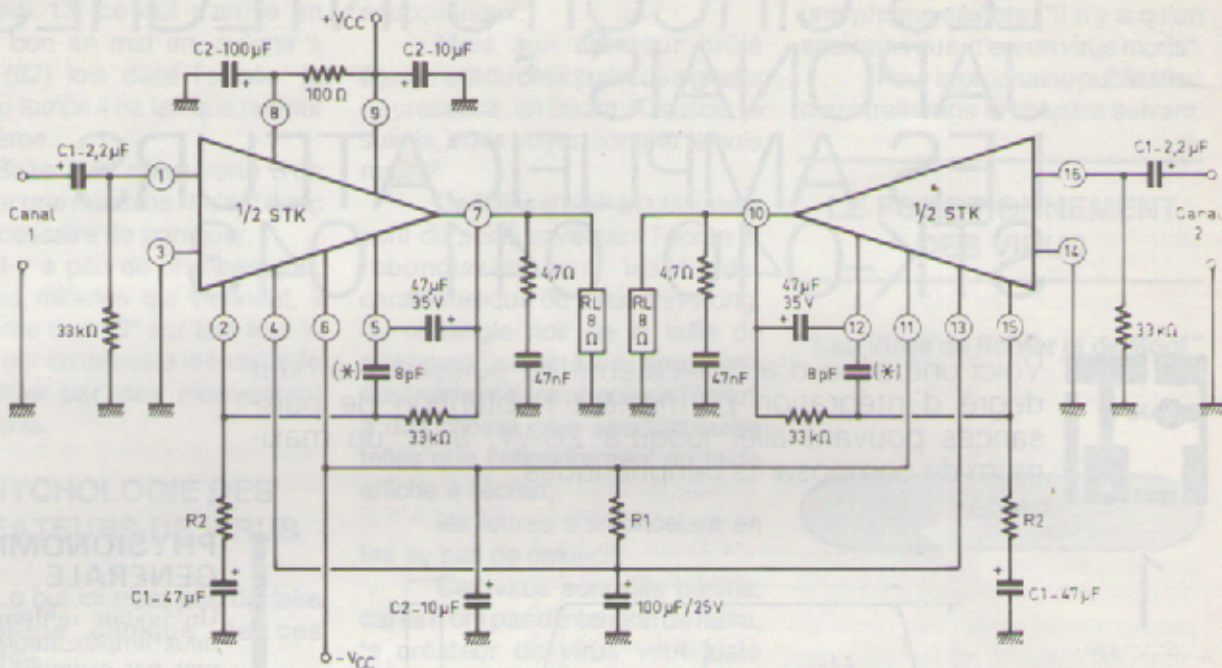
La figure 1 représente le brochage et l'aspect externe du boîtier. On notera en particulier que l'implantation des pastilles desti-

2

Structure interne des circuits intégrés



(*) Seulement pour STK 041
STK 043



(*) Seulement dans le cas du STK 043

	ST-040	ST-041	ST-043
R1	560 Ω	100 Ω	100 Ω
R2	270 Ω	390 Ω	390 Ω
C1	6,3 V	16 V	16 V
C2	25 V	35 V	35 V

3

Application-type :
un amplificateur
stéréophonique.

nées aux broches est disposée en quinconce, ce qui facilite la conception des circuits imprimés. Les trous de fixation permettent une solidarisation avec un radiateur. La structure interne du circuit est représentée en figure 2. On peut remarquer la haute intégration des composants et la sophistication du schéma de l'amplificateur. La puissance est obtenue grâce au montage en Darlington des transistors de sortie. Le boîtier renferme ainsi vingt transistors, six diodes, deux capacités et vingt-deux résistances !

PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT

Valeurs maximales

Tension d'alimentation (alimentation symétrique) : ± 25 V, ± 29 V et $\pm 32,5$ V, respectivement par les boîtiers STK-040, 041 et 043.
Température de fonctionnement : 90 °C

Température de stockage : -30 à $+100$ °C.
Temps de mise en route : 2 secondes.

Valeurs recommandées et caractéristiques diverses

Tension d'alimentation : $\pm 16,5$ V, ± 20 V et ± 22 V, respectivement pour les boîtiers STK-040, 041 et 043.
Impédance de charge : 8 Ω
Gain : 41,5 dB pour STK-040 ; 38,5 dB pour STK-041 et 043.
Consommation au repos : 120 mA
Puissance délivrée : respectivement 10, 15 et 20 W
Fréquence : 20 Hz à 20 kHz
Distorsion : 0,2 % maxi
Impédance d'entrée : 32 kΩ

APPLICATION

La figure 3 représente une utilisation type en amplificateur stéréophonique. A noter la nécessité de disposer d'une alimentation symétrique. Suivant le modèle de STK choisi, certaines valeurs de résistances

sont à adapter en conséquence comme l'indique le tableau accompagnant la figure 3. Il en est de même en ce qui concerne les tensions d'isolement de certaines capacités électrolytiques.

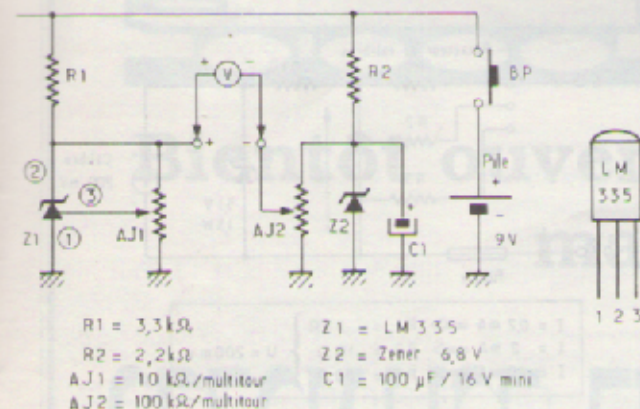
Température → tension

Le rôle de ce montage consiste à convertir l'information température en une tension directement proportionnelle (ici : 10 mV/°C) exploitable sur n'importe quel voltmètre.

Pour ce faire, nous avons eu recours à un capteur bien connu des lecteurs, le LM 335 de NS, une « zener » dont la tension à ses bornes reste proportionnelle à la température. AJ1 assure l'étalonnage de Z1. Il faudra le régler de façon à obtenir 2,73 V entre la borne + et la masse, à la température 0 °C.

De même, AJ2 sera réglé de façon à lire 2,73 V entre les bornes - et la masse.

La mesure s'effectuera en flottant entre les bornes - et +.



Basse tension alternative → LED

S'agissant de signaler la présence tension en sortie d'un transformateur **délivrant une faible amplitude** ($U_2 \leq 24 V$), une simple LED conviendra.

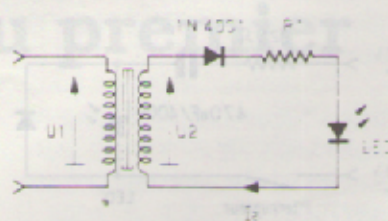
Alimentée en alternatif, elle ne fonctionne qu'une alternance sur deux, la diode 1N4001 la protégeant des alternances négatives.

Souhaitant obtenir une luminosité équivalente à celle provoquée par un courant I_C en continu, on aura :

$$R_1 = \frac{(U_2 - 2 V)}{2 \times I_C}$$

et P , la puissance dissipée par R_1 , égale à

$$P = \frac{(U_2)^2}{2 \cdot R_1}$$



AMPLIFICATEUR

Non-inverseur à alimentation simple

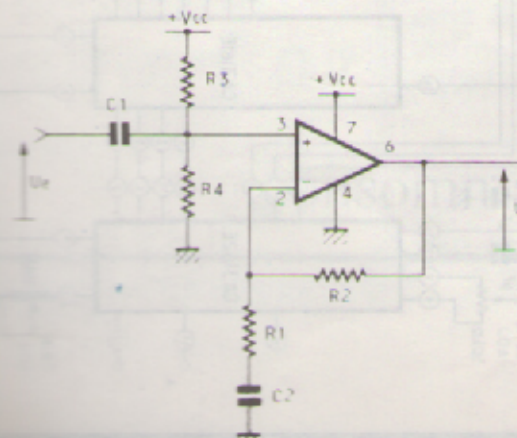
Tout en réalisant la fonction amplificateur non inverseur, ce schéma permet de se dispenser de l'habituelle alimentation symétrique.

L'astuce retenue consiste à polariser l'entrée du montage à la mi-tension, à l'aide du pont diviseur R_3 - R_4 ; C_1 éliminant la composante continue du signal d'entrée.

On calculera les valeurs des condensateurs suivant les formules :

- $C_1 \geq 0,08 / R_3 \cdot f_b$
- $C_2 = 0,16 / R_1 \cdot f_b$
- avec f_b = fréquence minimale à amplifier

Concernant les autres calculs, les indications précédemment fournies restent valables.



TRIGGER

A portes logiques

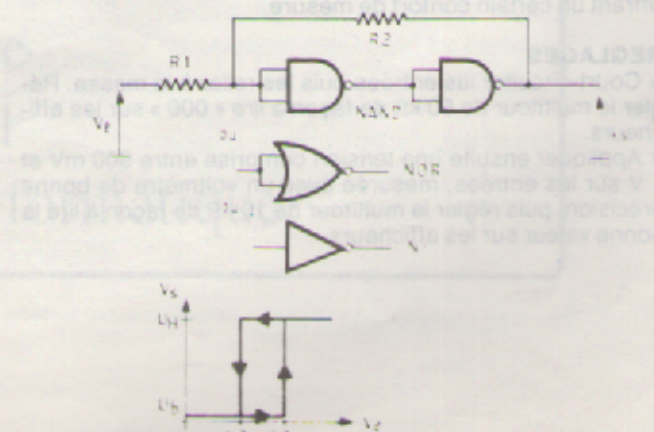
A l'aide de portes NAND, NOR ou NI, il devient possible de former un circuit trigger, composé de deux fonctions logiques inverseurs consécutives.

En technologie CMOS, les seuils extrêmes relevés en sortie correspondent à 0 V pour un niveau bas (U_b) et à V_{DD} , la tension d'alimentation, pour un niveau haut (U_H).

Les seuils de basculement vaudront :

- $V_1 = (V_{DD}/2) \cdot (1 + R_1/R_2)$
- $V_2 = (V_{DD}/2) \cdot (1 - R_1/R_2)$

sachant que V_{DD} pourra varier entre 3 et 15 V.



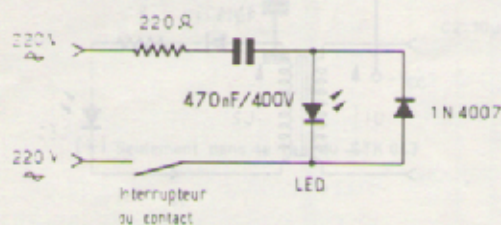
Secteur → **LED**

L'utilisation d'une LED en place et lieu d'un voyant (ampoule à incandescence) procure beaucoup d'avantages tels qu'une consommation réduite ou une durée de vie supérieure.

Afin de limiter la consommation d'énergie trop importante qu'amènerait la mise en série d'une résistance, on utilise ici la propriété du condensateur, qui consiste à présenter une impédance lorsqu'il est traversé par un courant alternatif.

La résistance de 220 Ω impose une réduction du courant d'appel à la mise sous tension et la diode 1N4007 une protection de la LED lors des alternances négatives.

La commande du dispositif pourra s'opérer au travers d'un interrupteur ou du contact d'un relais électromagnétique.



MESURE

Voltmètre 3 digits à LED

- Conçu autour des circuits CA3161 et CA3162 de RCA, ce voltmètre dispose de 1 000 points de mesure et permet des relevés entre + 999 mV et - 99 mV, avec une alimentation simple, grâce à des entrées différentielles.

Il autorise un échantillonnage lent à 4 Hz ($U_{\text{borne (6)}} = 0$ V ou en l'air), un échantillonnage rapide à 96 Hz ($U_{\text{borne (6)}} = 5$ V) ou une mémoire à l'affichage ($U_{\text{borne (6)}} = 1,2$ V).

En cas de dépassement de la gamme de mesure, les afficheurs indiqueront **EEE** si $U_e > 999 \text{ mV}$ ou . . . si $U_e < -99 \text{ mV}$.

L'impédance d'entrée atteint 10 M Ω pour un courant de polarisation typique de 80 nA. La précision dépasse 0,1 %, offrant un certain confort de mesure.

REGLAGES

- Court-circuiter les entrées puis les relier à la masse. Régler le multitour de 50 k Ω de façon à lire « 000 » sur les afficheurs.
- Appliquer ensuite une tension comprise entre 900 mV et 1 V sur les entrées, mesurée avec un voltmètre de bonne précision, puis régler le multitour de 10 k Ω de façon à lire la bonne valeur sur les afficheurs.

CONVERSION

Courant $\rightarrow$ tension

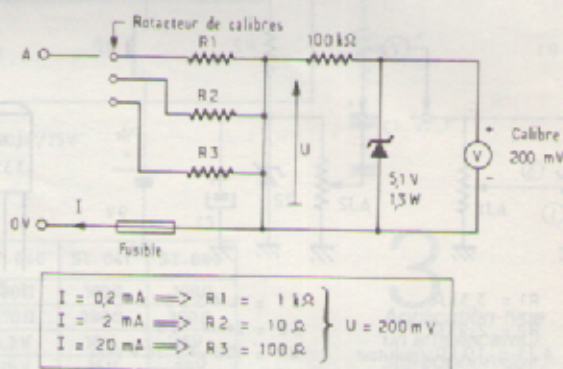
Appelé shunt d'ampèremètre, ce convertisseur reste extrêmement rudimentaire.

Soit une résistance R , traversée par un courant d'intensité I , il naît à ses bornes une tension U proportionnelle, régit par la relation $U = R.I$

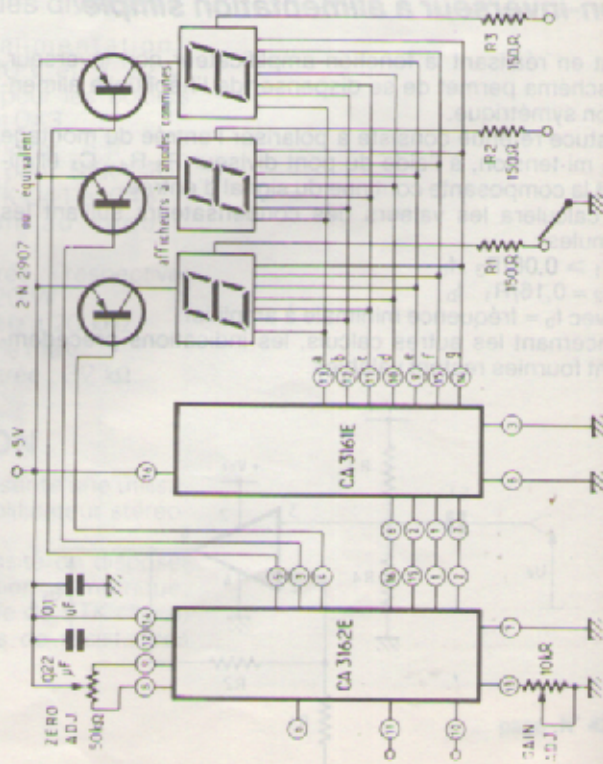
Le schéma proposé met en œuvre trois calibres. Les protections disponibles sont au nombre de deux. La première utilise un **fusible rapide** de valeur égale au plus fort calibre, inséré dans la ligne 0 V.

La seconde se compose d'une zener de 5,1 V polarisée par une résistance de 100 k Ω .

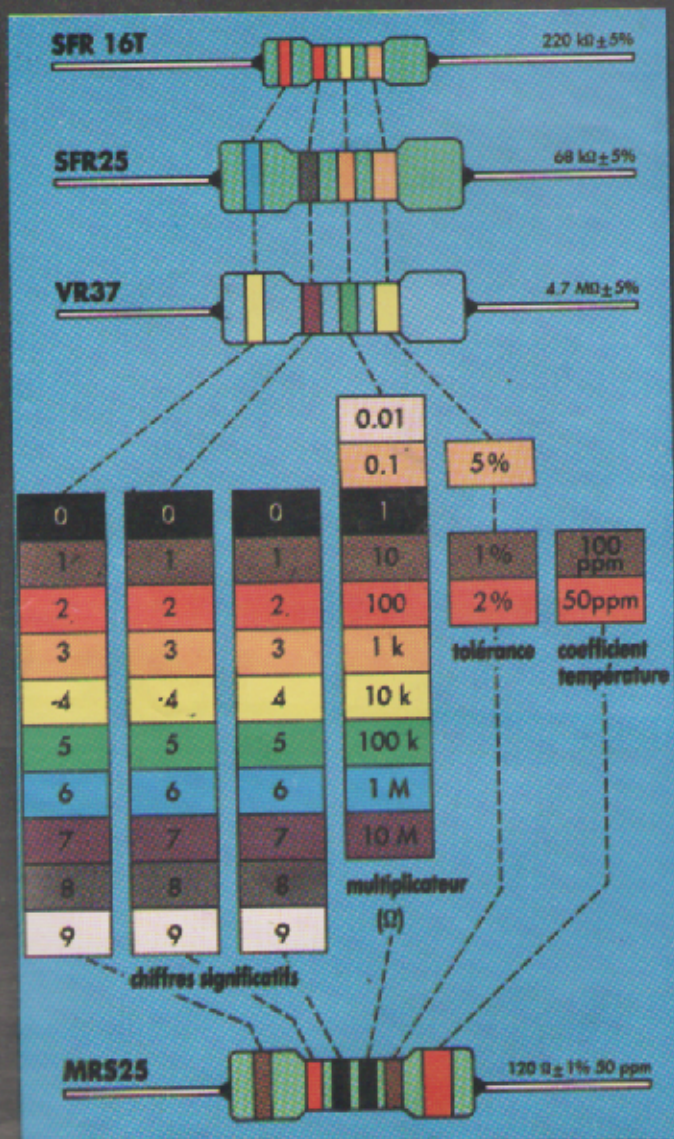
En cas de « surcharge positive », U n'excédera pas 5,1 V contre - 0,6 V en cas de « surcharge négative », protégeant ainsi le voltmètre.



ATTENTION AU POUVOIR DE COUPURE DU ROTACTEUR



Résistance

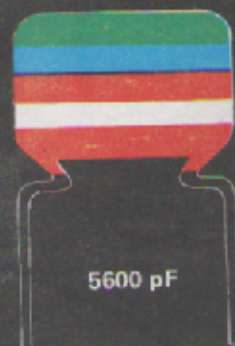


VALEURS NORMALISEES

E 24	E 12	E 6
10	10	10
11		
12	12	
13		
15	15	15
16		
18	18	
20		
22	22	22
24		
27	27	
30		
33	33	33
36		
39	39	
43		
47	47	47
51		
56	56	
62		
68	68	68
75		
82	82	
91		

Au dessus de 100 ohms ajouter les zéros nécessaires série E 192, E 96, E 48 résistance de précision.

Condensateur



- 1er chiffre
- 2ème chiffre
- Multiplieur
- Tolérance
- Tension
ROUGE = 250 V
JAUNE = 400 V

La lecture du code des couleurs pour les condensateurs se fait de haut en bas et s'exprime en pico farade (pF).

1000 pF = 1 Nano farade (nF)

1000 nF = 1 Micro farade (uF ou mF)

ATTENTION ! Vous pouvez trouver des condensateurs céramiques avec les valeurs en couleur, dans ce cas les lire de bas en haut à l'envers des condensateurs plastiques.

I	R	E	W
E	E	R I	E I
R	I		
W	E ²	W	R I ²
E	W	I	
V _W	W	V _{WR}	E ²
R	I ²		R

CODE DES COULEURS

Offert gracieusement par
RAE - ELECTRONIQUE

