

Jean Coqnet

Transco

BLOCS-CIRCUITS

**PRINCIPE
UTILISATION**

COPRIM

COMPAGNIE DES PRODUITS ÉLÉMENTAIRES POUR INDUSTRIES MODERNES

7, Passage Charles-Dallery
PARIS-XI^e - VOLtaire 18-50

Jean Coqnet

Transco

BLOCS - CIRCUITS

PRINCIPE
UTILISATION

INTRODUCTION

Un BLOC-CIRCUIT est une petite unité enrobée, contenant un circuit logique de base, étudié pour recevoir et traiter un signal d'entrée spécifique et produire un signal de sortie électrique caractérisé. Un certain nombre de BLOCS-CIRCUITS peuvent être combinés pour réaliser une partie d'un ordre plus élevé d'un système électronique digital.

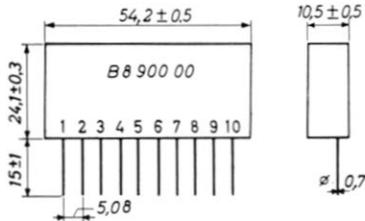


Fig. 1. Encombrement des blocs-circuits.

Les dimensions de tout BLOC-CIRCUIT TRANSCO sont approximativement : 54 mm × 24 mm × 11 mm (voir fig. 1). En outre, 10 fils de connexions de diamètre : 0,7 mm et longueur : 15 mm sortent d'un seul côté. La distance entre les fils est de 5,08 mm en accord avec la normalisation C.E.I. définissant une grille pour les trous des plaques à câblage imprimé.

Un code de couleur différencie les blocs pour chaque groupe de fonction.

TYPES DE BLOCS-CIRCUITS

Les BLOCS-CIRCUITS dont les fonctions sont détaillées ci-après, sont en production industrielle. Cette nomenclature

n'est pas limitative, elle s'augmente progressivement de nouveaux éléments au fur et à mesure que les développements en cours aboutissent (1).

FONCTION	CODE	COULEUR
Amplificateur de mise en forme	PS 1	vert
Multivibrateur bistable	FF 1	rouge
Multivibrateur bistable	FF 2	rouge
Multivibrateur monostable	OS 1	vert
Double amplificateur à émetteur asservi	2.EF 1	jaune
Amplificateur à émetteur asservi, amplificateur inverseur	EF1/IA1	jaune
Double amplificateur inverseur	2.IA1	jaune
Double porte négative à 2 entrées	2.2N1	orange
Double porte négative à 3 entrées	2.3N1	orange
Double porte positive à 2 entrées	2.2P1	orange
Double porte positive à 3 entrées	2.3P1	orange
Double amplificateur inverseur	2.IA2	jaune
Double amplificateur à émetteur asservi	2.EF2	jaune
Porte à impulsions	2.PL1	jaune

CONSTRUCTION

La construction des BLOCS-CIRCUITS apparaît sur la vue éclatée de la figure 2.

Les composants électroniques utilisés (transistors, diodes, résistances, condensateurs) sont montés sur câblage imprimé. Ce support comporte des trous métallisés qui assurent des joints efficaces dus à la grande surface de contact de la soude.

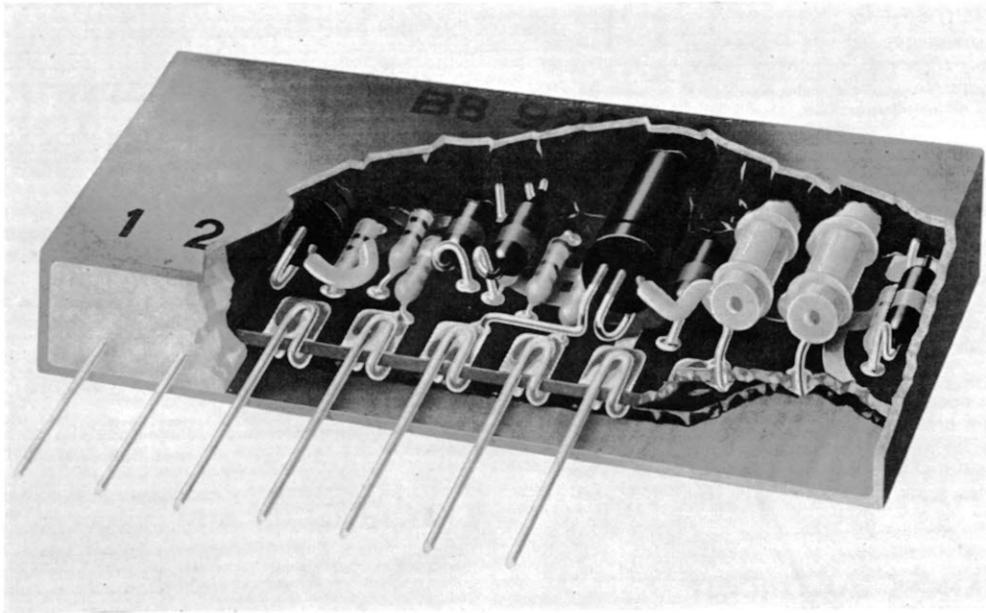


Fig. 2. — Vue éclatée d'un bloc-circuit.

(1) Les BLOCS-CIRCUITS TRANSCO catalogués font l'objet d'une notice technique particulière envoyée sur simple demande.

La protection contre les chocs et vibrations mécaniques est assurée par un enrobage amortisseur, le tout monté dans une enveloppe rigide en résine synthétique fermée par un scellement hermétique, le circuit est ainsi parfaitement isolé des influences atmosphériques.

Les fils conducteurs de sortie sont numérotés de 1 à 10. Le code de la pièce est indiqué sur le boîtier, ce qui facilite l'assemblage et le service.

CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

Outre les éléments passifs, seuls des semiconducteurs sont incorporés dans le bloc-circuit : transistors, diodes au ger-

manium, diodes au silicium. De ce fait, tous les avantages inhérents à l'emploi des semiconducteurs se retrouvent dans les blocs-circuits, à savoir : basse tension d'alimentation et faible dissipation.

La tension d'alimentation nominale des blocs-circuits est : $\pm 6 \text{ V}$ et/ou -6 V ($\pm 10 \%$) ainsi aucune précaution spéciale n'est à prendre pour l'isolement et la sécurité.

La puissance de dissipation des blocs est si réduite (20 à 100 mW) qu'aucune précaution spéciale n'est à prendre pour le refroidissement.

ÉTUDE ET FIABILITÉ

Le problème essentiel à résoudre dans l'étude d'un équipement électronique est l'obtention d'un niveau optimal de qualité. Le bon fonctionnement d'un appareillage électronique, dès qu'un certain circuit a été adopté, dépend exclusivement de la stabilité des caractéristiques des pièces détachées du circuit pendant toute leur durée de vie.

Bien que la dérive des caractéristiques des pièces détachées soit, aujourd'hui, très réduite, le circuit doit être prévu pour supporter sans dommage cet écart. Cet élément, ainsi que l'étalement nominal des caractéristiques des pièces détachées, déterminent la dispersion totale à prendre en considération.

Une étude vraiment sérieuse ne peut être menée à bien qu'en suivant le principe « mettre les choses au pire » avec lequel on prend, pour base d'étude, ces dispersions totales dans les conditions les plus défavorables. Tant qu'on ne se trouve pas en face de défauts systématiques, ce principe mène à un circuit sûr.

En général, les performances d'un circuit, prévu sur cette base, sont plutôt restreintes, à cause des combinaisons de tolérances extrêmes qui ont été adoptées. D'autre part, la probabilité de survivance du circuit élémentaire dépend donc uniquement de défaillances soudaines, d'une nature non-systématique et accidentelle.

Le choix des pièces détachées dans les blocs-circuits, les précautions prises lors de la fabrication de ces pièces, de même que les mesures spéciales de protection conduisent à une forte diminution de ces pannes soudaines. De plus, un processus d'étude très sûr est suivi, il utilise toutes les connaissances actuelles sur le calcul des statistiques spécifiques aux pièces détachées. De cette manière, on obtient des unités de haute qualité, de longue durée de vie, de bonnes performances électriques.

Il est évident que de bonnes performances ne peuvent être garanties sur les blocs-circuits que si l'utilisateur, à son tour, suit strictement les modalités d'emploi données par le fabricant. Ces conditions d'emploi et ces garanties, qui s'appliquent à tous les types de blocs-circuits, sont indiquées ci-dessous.

PERFORMANCES DU CIRCUIT ET GARANTIES

Les blocs-circuits sont garantis pour opérer convenablement à la vitesse maximale de fonctionnement, dans les condi-

tions de charge maximale, telles qu'elles sont décrites dans les notices particulières à chaque circuit, pour la gamme de température de -20°C à $+60^\circ \text{C}$.

Bien que les caractéristiques des blocs-circuits soient données pour n'importe quelle combinaison des limites, en tenant compte de la tension d'alimentation et de la température ambiante, la sûreté de fonctionnement et la durée de vie maximales peuvent être obtenues en alimentant les unités avec des tensions nominales aussi proches que possible de $\pm 6 \text{ V}$ et en les plaçant dans une température ambiante voisine de $+25^\circ \text{C}$.

Sauf pour quelques dispositifs de sortie, les blocs-circuits sont prévus pour fonctionner à une vitesse de 100 kHz. A cause de la grande marge de sécurité déjà prise, il est inutile de prévoir ensuite une nouvelle marge sur la vitesse.

Dans les conditions normales de fonctionnement à vide, un « flip-flop » peut opérer jusqu'à plusieurs centaines de kHz. Dans les conditions les plus défavorables de charge et de tension d'alimentation (même en fin de vie), il reste encore une grande marge de sécurité au-delà de la vitesse maximale imposée.

SPÉCIFICATIONS D'ESSAI

Avant et pendant la fabrication, des échantillons de blocs-circuits sont régulièrement soumis aux essais suivants :

- 1) Essai de choc et de vibration selon la méthode 201 du MIL-STD-202, essais de solidité des connexions, de montage, de soudage, de claquage, de marquage, de chauffage.
- 2) Essai de corrosion (brouillard salin) selon la méthode 101 du MIL-STD-202 (condition B, 50 heures).
- 3) Essai cyclique de température, selon méthode 102 du MIL-STD-202 (5 cycles de -20°C à 65°C).
- 4) Essai d'immersion selon la méthode 104 du MIL-STD-202 (2 cycles de $56^\circ \text{C}/20^\circ \text{C}$, condition B, Na Cl).
- 5) Essai accéléré d'humidité selon méthode 106 du MIL-STD-202 (10 cycles de 65°C).
- 6) Essai prolongé d'humidité (unités au repos) selon la méthode C du BCMT (40°C , humidité relative : 90 à 95 %, durée : plus de 2.000 heures, mesures de fonctionnement aux limites après 100, 250, 1.000 heures...).
- 7) Comme au 6), mais les unités opèrent aux conditions électriques les plus défavorables.

SCHÉMA D'UN CIRCUIT A L'AIDE DE BLOCS-CIRCUITS

SCHÉMA LOGIQUE

La complexité croissante des systèmes électroniques exige une représentation logique simple et sans ambiguïté des circuits étudiés. En pratique, on fait usage d'un « schéma de blocs » dans lequel chaque symbole représente une unité à fonction spécifique, qui comprend un système plus ou moins simple de composants électroniques. Tel bloc du schéma peut dénoter, par exemple, une liaison entre une installation complète de production et une petite fonction logique élémentaire telle que bascule, porte, etc. Ces derniers peuvent être considérés comme les sous-ensembles de base d'un système

A, B, C, etc., peuvent avoir les valeurs « 0 » (aucun signal) ou « 1 » (signal). On doit rappeler que dans l'algèbre de Boole $1 + 1 = 1$ de sorte que la valeur de P dans les portes « OU » ne peut dépasser 1. Le rôle de l'inverseur est tel que, un signal d'entrée « 0 » produit un signal de sortie « 1 », ou inversement ($\overline{0} = 1$ $\overline{1} = 0$).

COMBINAISON DE SYMBOLES LOGIQUES

Quand on a affaire à des fonctions de Boole d'un caractère plus complexe que celui des portes « ET », portes « OU »

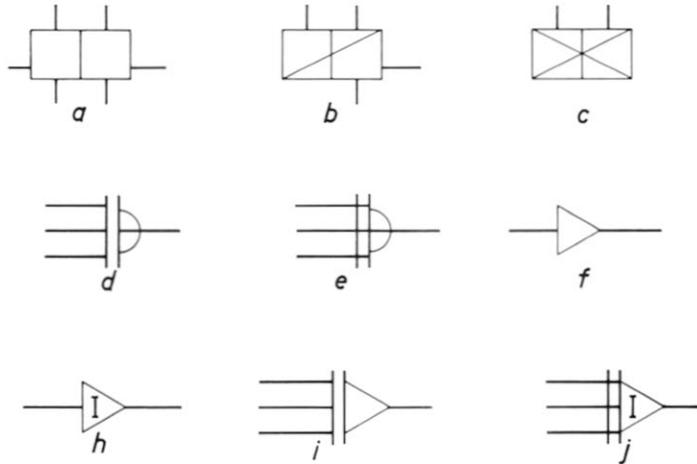


Fig. 3. — Symboles pour circuit logique.

électronique. Les blocs-circuits appartiennent à cette catégorie, chaque type représentant un élément fonctionnel simple ou une combinaison de 2 de ces éléments.

SYMBOLES LOGIQUES ÉLÉMENTAIRES

Au moment de dessiner un circuit logique qui fera appel à des blocs-circuits ou à d'autres éléments, il est utile de faire un « schéma de blocs » sans aucune considération de montage technique. Dans un tel schéma on peut utiliser les symboles d'éléments purement fonctionnels, dont la figure 3 donne quelques exemples.

- a : multivibrateur bistable (flip-flop)
- b : multivibrateur monostable
- c : multivibrateur instable
- d : porte « ET »
- e : porte « OU »
- f : amplificateur non-inverseur
- h : inverseur
- i : porte « ET » avec émetteur asservi
- j : porte « OU » avec inverseur.

Parmi les symboles ci-dessus, seuls la porte « ET », la porte « OU » et l'inverseur remplissent une fonction purement logique. Selon l'algèbre de Boole, les relations entre le signal de sortie et le signal d'entrée de ces éléments sont les suivantes :

Porte « ET » (fig. 3d)	$P = A \cdot B \cdot C \dots N$
Porte « OU » (fig. 3e)	$P = A + B + C + \dots + N$
Inverseur (fig. 3h)	$P = \overline{A}$ ($\overline{\overline{A}} = A$)

et inverseurs, on doit utiliser des combinaisons de ces éléments. Soit la fonction $P = \overline{A \cdot (B + C)}$. Cette fonction est représentée par le circuit logique suivant (fig. 4).

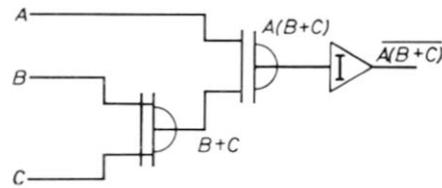


Fig. 4. — Circuit logique donnant la fonction $P = \overline{A \cdot (B + C)}$.

Dans certains cas, surtout quand on ne peut utiliser un arrangement pour des raisons techniques, on peut trouver d'autres combinaisons en convertissant la fonction en une fonction équivalente par les procédés de l'algèbre de Boole. La fonction $P = \overline{A \cdot (B + C)}$ peut être transformée en la fonction $P = \overline{A} + \overline{B \cdot C}$ qui correspond au circuit logique de la figure 5. Dans le tableau ci-dessous, où l'on considère toutes les combinaisons de A, B, C, il est facile de voir que les fonctions $P = \overline{A \cdot (B + C)}$ et $P = \overline{A} + \overline{B \cdot C}$ sont équivalentes.

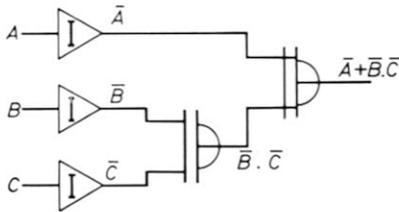


Fig. 5. — Circuit logique donnant la fonction $P = \bar{A} + B.C$.

A	B	C	\bar{A}	\bar{B}	\bar{C}	$\bar{A}.\bar{B}$	$B.C$	$A(B+C)$	$A(\bar{B}+\bar{C})$	$A + B.C$
0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0

RÈGLES DE L'ALGÈBRE DE BOOLE

Les équations données ci-dessus peuvent être utilisées pour simplifier et convertir des fonctions logiques. On peut les vérifier aisément sur la présentation en tableau suivante :

$A + 0 = A$	$A . 0 = 0$
$A + 1 = 1$	$A . 1 = A$
$A + A = A$	$A . \bar{A} = 0$
$A + \bar{A} = 1$	$A . A = A$
$A + AB = A$	$A . (\bar{A} + B) = A$
$A + \bar{A}B = A + B$	$A . (A + B) = AB$
$A(B + C) = AB + AC$	$(A + B)(A + C) = A + BC$
$A + B + C + \dots + N = A . B . C . \dots . N$	
$A . B . C . \dots . N = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} . \dots . + \bar{N}$	
$\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \dots + \bar{N} = A . B . C . \dots . N$	
$\bar{A} . \bar{B} . \bar{C} . \dots . \bar{N} = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} . \dots . + \bar{N}$	

ATTRIBUTION DES VALEURS DES SIGNAUX

Dans les systèmes numériques, les valeurs de signaux «0» et «1» sont attribuées aux niveaux de tension binaires. Dans les circuits électroniques avec blocs-circuits, les niveaux de tension à la sortie des multivibrateurs sont souvent utilisés dans ce but; leur valeur approximative est 0V et $< -3,8$ V. En principe n'importe lequel de ces 2 niveaux peut être appelé «0» ou «1». Dans les systèmes, où la majorité des éléments sont formés de circuits PNP à émetteur asservi (ce qui est le cas des blocs-circuits), il est préférable d'appeler les niveaux binaires «fort négatif» et «faible négatif».

Dans les blocs-circuits, ces niveaux ont pour valeurs logiques «1» et «0» respectivement («faible négatif» environ 0V et «fort négatif» $< -3,8$ V), soit, pour le niveau 1 : $-6 \text{ V} < -V < -3,8 \text{ V}$.

Une fois le système ci-dessus accepté, le bloc-circuit appelé «porte négative» se comporte en porte «ET» et la «porte positive» en porte «OU» dans le cas contraire («0» pour $< -3,8$ V et «1» pour environ 0 V), la porte négative accomplit la fonction «OU» et la porte positive la fonction «ET».

SYMBOLES POUR BLOCS-CIRCUITS

Lorsque le «schéma de blocs» a été établi à l'aide de symboles logiques, ces symboles doivent ensuite être traduits en blocs-circuits. Dans ce but, il serait utile de faire un second schéma dans lequel les symboles logiques sont remplacés par les symboles correspondants des blocs-circuits. Les symboles les plus récents recommandés pour cette utilisation, sont indiqués dans les Notices Techniques propres à chaque bloc-circuit. Chacun de ces symboles consiste en un rectangle sur lequel sont indiqués le type du bloc-circuit et les connexions (voir fig. 6).

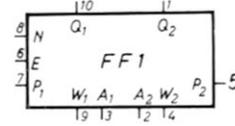


Fig. 6. — Symbole typique d'un bloc-circuit (FF1).

Comme les numéros des connexions sont marqués, les équipements peuvent être construits directement à partir du «schéma de blocs» du circuit. Dans la figure 7, nous voyons comment les symboles logiques peuvent être associés de façon à obtenir une disposition susceptible d'être réalisée par blocs-circuits.

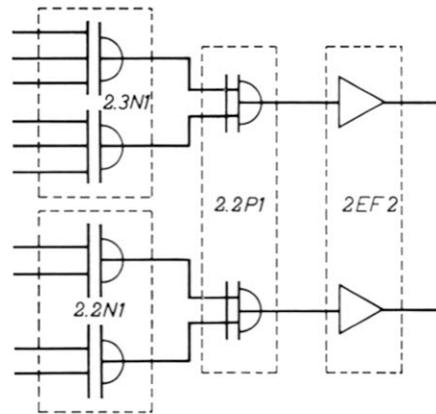


Fig. 7. — Combinaison de symboles fonctionnels en blocs-circuits.

TABLE DE CHARGE

Puisque la charge des blocs-circuits est limitée, ceux-ci ne peuvent être disposés arbitrairement. Un schéma de blocs-circuits, fait à partir d'un schéma de symboles logiques, doit être soigneusement contrôlé, en prenant pour critère la table de charge (p. 5). Si une certaine combinaison de blocs-circuits paraît inadmissible, elle doit être révisée et transformée en une combinaison admissible, en utilisant les règles de l'algèbre de Boole.

Dans certains cas, on peut admettre une charge légèrement différente de celle qui est indiquée sur la table de charge. Mais on doit toujours respecter les limites suivantes :

- 1) le courant de sortie maximal admissible dans l'étage de commande,
- 2) le courant d'entrée minimal nécessaire dans l'étage de commande,
- 3) le courant d'entrée maximal admissible dans l'étage de commande,
- 4) le niveau de tension nécessaire à l'entrée de l'étage de commande,
- 5) pour les entrées en alternatif : le temps de montée maximal dans l'étage de commande.

Les limites ci-dessus peuvent être déduites à partir des spécifications propres à chaque bloc-circuit (voir notices techniques du catalogue TRANSOCO).

TABLE DE CHARGE

Unité précédente ou chaîne d'unités précédentes			Unité de commande		Par l'inter- médiaire de	Nombre maximal d'unités commandées									
			Type	Sortie		FF ₁		IA ₁ (W)	IA ₂ (W)	EF ₁ (W)	EF ₂ (W)	PS ₁ (W)	OS ₁ (A ₂)	N ₁ (W)	
						(W ₁ , W ₂)	(A ₁ , A ₂)								
			FF ₁			1 ¹⁾	4	1	0	1	3	4 ²⁾	4	4	
			IA ₁			2 ¹⁾	4 ³⁾	2	1	2	6	8 ²⁾	4 ³⁾	7	
	N ₁	OA 200	IA2a*)			1 ¹⁾	0	1	0	1	2	2 ²⁾	0	6	
	N ₁	P ₁					1 ¹⁾	0	1	0	1	2	2 ²⁾	0	6
		IA ₁	IA2b*)			2 ¹⁾	4 ³⁾	2	1	2	6	8 ²⁾	4 ³⁾	60	
	N ₁	OA 200					2 ¹⁾	0	2	1	2	6	8 ²⁾	0	0
	N ₁	P ₁					2 ¹⁾	0	2	1	2	6	8 ²⁾	0	0
	N ₁	IA2b*)					2 ¹⁾	4 ³⁾	2	1	2	6	8 ²⁾	4 ³⁾	60
N ₁	OA 200	IA2b*)					2 ¹⁾	4 ³⁾	2	1	2	6	8 ²⁾	4 ³⁾	60
N ₁	P ₁	IA2b*)					2 ¹⁾	4 ³⁾	2	1	2	6	8 ²⁾	4 ³⁾	60
			EF ₁	Q		8 ¹⁾	0	6	0	■	■	25 ²⁾	0	4	
		IA ₁					18 ¹⁾	0	12	0	■	■	50 ²⁾	0	4
		OS ₁ (sortie Q ₁)					18 ¹⁾	0	12	0	■	■	50 ²⁾	0	4
	N ₁	P ₁					0	0	0	0	0	0	0	0	4
			EF ₂	T		1	0	■	1	■	■	■	0	■	
		N ₁					1	0	■	■	■	■	0	0	
	N ₁	P ₁			R		1	0	■	0	■	■	0	0	
		N ₁					1	0	■	1	■	■	1	0	
					Q	OC 47 ⁶⁾	2 ¹⁾	4 ³⁾	2	1	2	6	8 ²⁾	4 ³⁾	50
	N ₁	P ₁				OC 47 ⁶⁾	1	0	■	1	■	■	0	■	
			PS ₁			2 ¹⁾	4 ³⁾	2	1	2	6	8 ²⁾	4 ³⁾	27	
			OS ₁	Q ₂		1 ¹⁾	2	1	1	1	1	4 ²⁾	2	2	
					Q ₁		1 ¹⁾	0	1	0	1	3	4 ²⁾	0	4
			N ₁			2 ¹⁾	4	2	0	2	6	8 ²⁾	4	4	
			P ₁			0	4 ⁴⁾	0	1 ³⁾	0	1	1	4 ⁴⁾	0	
	N ₁					0	0	0	1	0	1	1	0	0	

*) IA2a = IA₂ avec connexions N₃ ou N₄ en l'air.

IA2b = IA₂ avec N₁ et N₃, ou N₂ et N₄ connectées à V_N

■ déconseillé.

P₁ = porte positive

N₁ = porte négative

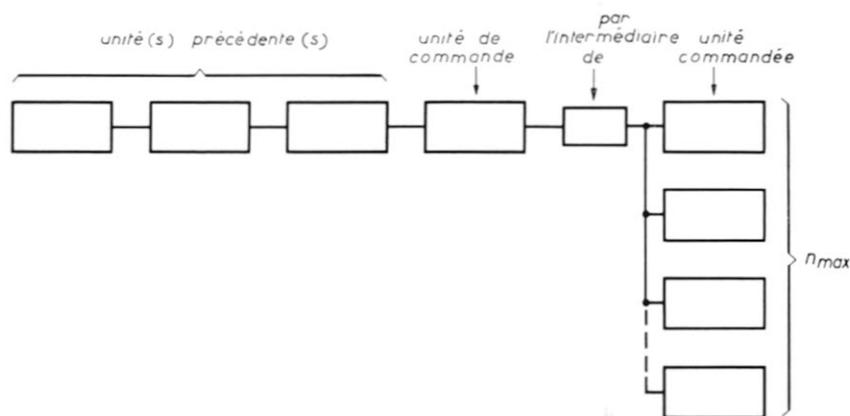


Fig. 8.

NOTA :

P₁ : sauf spécification contraire, un bloc-circuit P₁ peut être connecté entre 2 unités sans que cela apporte un changement sensible à la charge utile. Les entrées « A » de FF₁, FF₂ ou OS₁ ne peuvent être reliées directement à une unité P₁.

1) Chaque bloc étant relié par l'intermédiaire d'une résistance 7,5 kΩ ± 5 %, éventuellement en série avec une diode OA 85, l'anode du côté de l'unité commandée.

2) Chaque bloc étant relié par l'intermédiaire d'une résistance 18 kΩ ± 5 %, découplée par un condensateur de 330 pF.

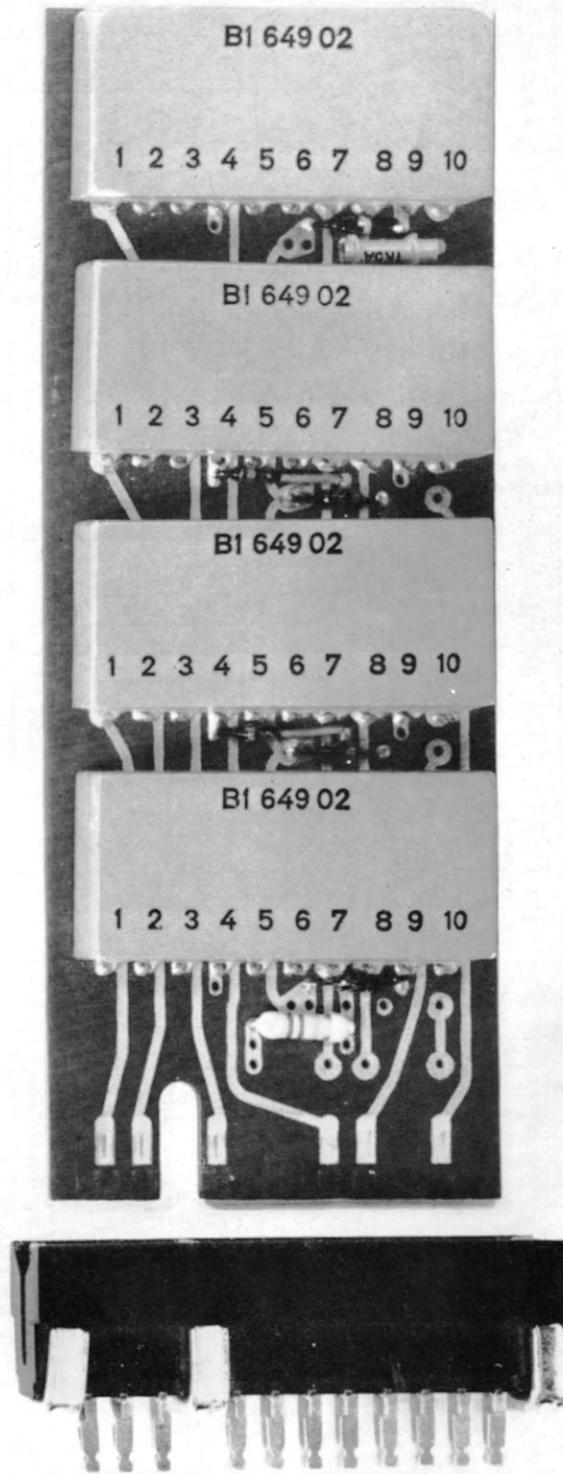
3) Seulement si l'unité de commande est précédée d'un FF₁, FF₂, PS₁ ou la sortie Q₂ d'un OS₁.

4) Seulement si la porte N₁ est commandée par FF₁, FF₂, PS₁ ou la sortie Q₂ de OS₁, de IA₁ ou par IA₂ précédé par l'une de ces unités.

La fréquence maximale de fonctionnement est alors $\frac{30 \text{ kHz}}{\text{nombre d'unités}}$

5) Par l'intermédiaire d'une diode OA 200, cathode placée du côté de N₁, anode du côté de IA₂, découplée par un condensateur de 1 500 pF.

6) Montage émetteur-commun avec une résistance-collecteur de 1 kΩ.



Exemple de réalisation de sous-ensemble à circuit imprimé à l'aide des blocs-circuits à décade de comptage type BB 850 00

REMARQUES SUR LES APPLICATIONS DES BLOCS-CIRCUITS

Ce chapitre contient quelques remarques générales ou spécifiques sur les applications des blocs-circuits.

MULTIVIBRATEURS BISTABLES

Signal d'entrée en courant continu

Le multivibrateur bistable FF₁ peut être déclenché et remis à zéro sur les connexions W, respectivement par un niveau négatif et positif. Il faut savoir que les entrées W sont directement connectées à la base du transistor. S'il est commandé par une source à basse impédance (par exemple : la sortie directe d'un émetteur-asservi ou une ligne d'alimentation négative) le transistor peut être sérieusement surchargé et détruit. Le courant d'entrée maximal admissible ne doit donc jamais être dépassé.

Si l'on veut conserver la fonction mémoire du multivibrateur, la source de commande doit avoir une action unidirectionnelle; la source doit donc être connectée aux entrées W, au moyen d'une diode en série (voir ci-dessous : circuits de déclenchement et de remise à zéro). De manière à atteindre un niveau de coupure convenable pour cette diode, les unités à émetteur asservi EF₁ et EF₂, qui peuvent être utilisées comme sources de commande pour le « flip-flop », sont munies de sortie à diviseur potentiométrique. Le niveau de tension sur la prise a la valeur requise si l'émetteur asservi est commandé par un signal « 0 » (faible négatif).

Multivibrateurs bistables en cascade

Avec un multivibrateur FF₁ en cascade, il est possible de construire des diviseurs de fréquence ayant pour fonction de diviser par 2ⁿ. Lorsque l'on utilise une telle chaîne de « flip-flop » pour le comptage, la capacité totale de comptage s'élève au maximum à 2ⁿ.

En utilisant une rétroaction ou un système de déclenchement périodique, il est possible d'escamoter plusieurs chiffres dans le cours du comptage, de sorte que, avec n multivibrateurs on peut obtenir une division par n'importe quel nombre < 2ⁿ. Quand on a besoin d'un diviseur N, la quantité minimale de « flips-flops », n, est donnée par l'inégalité :

$$2^{n-1} < N \leq 2^n$$

La rétroaction est nécessaire quand $N \neq 2^n$, de sorte que l'escamotage porte sur 2ⁿ - N positions. La valeur de 2ⁿ - N indique quel sera le flip-flop de la série sur lequel devra être appliquée la rétroaction. Quelques exemples sont fournis par les figures 28 à 33. La rétroaction est fournie par le dernier « flip-flop », elle s'applique à l'un ou à plusieurs des multivibrateurs précédents.

On doit s'assurer que la charge capacitive maximale admissible du « flip-flop » qui fournit l'impulsion de rétroaction ne soit pas dépassée.

La charge capacitive maximale du FF₁ est 2 000 pF. Si l'on utilise un condensateur série de 1 500 pF sur le circuit de la rétroaction, il reste 500 pF pour la charge extérieure sur cette connexion (l'équivalent d'un autre « flip-flop »). Si l'on a besoin d'autres circuits de rétroaction, le signal peut être aussi obtenu à partir de l'autre connexion de sortie (complémentaire).

PORTES

Généralités

Comme indiqué ci-dessus, il importe peu d'attribuer la valeur « 0 » ou « 1 » à l'un ou l'autre des niveaux binaires, puisque cela n'a strictement aucune influence sur le schéma logique du circuit. Cependant il peut se produire une confusion lorsqu'il s'agit de circuits-portes. Beaucoup de constructeurs utilisent les mots « ET » et « OU » pour les fonctions logiques de base, aussi bien que pour les circuits qui accomplissent ces opérations logiques spécifiques. Les notations « ET » et « OU » doivent, cependant, être réservées aux **fonctions** logiques puisque un circuit-porte peut remplir l'une ou l'autre des fonctions « ET » ou « OU », suivant que la désignation « 0 » ou « 1 » est attribuée à l'un ou l'autre des niveaux de tension utilisés.

Pour les raisons exposées ci-dessus, les blocs-circuits comprenant des circuits-portes sont appelés « porte négative » ou « porte positive ».

La porte négative accomplit :
la fonction « ET » pour un signal « fort négatif » et la fonction « OU » pour un signal « faible négatif » tandis que la porte positive accomplit
la fonction « OU » pour un signal « fort négatif » et la fonction « ET » pour un signal « faible négatif » (voir tableau ci-dessous).

VALEUR SIGNAL « 1 » OBTENUE PAR	FONCTION LOGIQUE PRODUITE PAR	
	Porte positive	Porte négative
Niveau « fort négatif »	OU	ET
Niveau « faible négatif » . .	ET	OU

Succession de portes : toujours dans l'ordre porte négative-porte positive

Techniquement on ne peut que commander une porte positive (P) par une porte négative (N). Dans le système où le signal « fort négatif » correspond au binaire 1, la succession « ET » - « OU » est donc la seule admise. Cela signifie que toute combinaison « OU » - « ET » du schéma logique doit être convertie en combinaison « ET » - « OU ». Un exemple d'une telle conversion a déjà été donné page 3. On doit se rappeler qu'une porte « ET » est une porte « OU » pour le signal inverse et vice versa. Aux sorties d'un « flip-flop », un signal et son complément sont présents simultanément, de sorte que l'on n'a pas besoin d'un inverseur quand le signal est obtenu aux bornes d'un multivibrateur bistable.

Portes en cascade : pas plus de 2

On doit éviter généralement de mettre plus de 2 portes en cascade. Cela est dû à un accroissement important de la charge sur l'unité de commande quand il y a disposition de portes en cascade, ce qui peut conduire à une dégradation anormale du niveau du signal.

Une succession de N-N ou P-P n'est généralement pas admissible. Une telle succession peut toujours, cependant, être remplacée par une porte multiple N ou P. Lorsqu'un signal a traversé une porte N ou une succession de portes N-P, son niveau doit être relevé dans un amplificateur inverseur IA₂, un émetteur asservi EF₂ ou une mise en forme PS₁.

Portes à entrées multiples

Dans de nombreux cas, on peut avoir besoin de plus de 3 entrées. Une telle porte peut être composée d'un nombre quelconque de portes à 2 ou 3 entrées.

On doit alors observer les règles suivantes :

- 1) Interconnecter les sorties Q.
- 2) Connecter l'alimentation négative N une seule fois pour toutes, la porte laissant libres les autres bornes N_1 ou N_2 .
- 3) Si la porte ainsi composée a plus d'entrées qu'il n'est nécessaire, laisser en l'air les entrées inutilisées.
- 4) Une porte P, commandée par une porte N, peut avoir 25 entrées au maximum.
- 5) Quand certaines entrées d'une porte N sont au niveau « 0 » et les autres au niveau « 1 », les courants de fuite des diodes non conductrices sont répartis sur les entrées au niveau zéro. (Le maximum de ce courant de fuite est 40 μ A pour chaque entrée dans la position « 1 ».) Cela peut donner lieu à une augmentation considérable de la charge sur ces entrées (voir Notices Techniques du catalogue).

Portes positives

Les mêmes règles générales sont applicables aux portes P et aux portes N. On doit remarquer, cependant, que, à l'inverse de la porte N, la porte P peut charger l'étage de commande aux deux niveaux binaires.

Les bornes P_1 ou P_2 de la porte P peuvent être laissées en l'air quand l'étage possède une résistance reliant l'entrée à la tension positive d'alimentation. Cela est le cas du « flip-flop » FF₁ du multivibrateur monostable OS₁ et des inverseurs-amplificateurs IA₁ et IA₂. Quand une porte P est commandée par une porte N, le nombre des entrées de la porte P ne peut pas excéder 25. D'autre part, une porte N peut être chargée par une seule porte P.

Plusieurs portes commandées par plusieurs multivibrateurs bistables

La table de charge indique le nombre de portes qui peuvent être combinées aux autres blocs du circuit. On doit se rappeler, cependant, qu'une porte N ne présente une « charge » que si elle produit, à la sortie, un signal faiblement négatif. Quand plusieurs entrées de porte reçoivent en même temps un signal négatif faible, la charge est répartie sur les sources de commande. Quand un certain nombre de portes est commandé par un certain nombre de « flip-flops », on doit admettre de connecter chaque « flip-flop » à un nombre de portes qui excède de beaucoup celui donné dans la table de charge. Cela parce que la charge effective peut être de beaucoup inférieure au nombre réel de portes. Cela doit être contrôlé avec soin pour chaque état possible du circuit. Le même principe s'applique, naturellement, pour d'autres sources de commande.

Niveaux de tension dans les circuits-portes

A cause de la chute de tension à travers les diodes des portes, une dégradation du niveau de tension se produit obligatoirement dans chaque porte, de sorte que le signal, après passage dans une ou plusieurs portes, n'est plus conforme aux niveaux standard des signaux d'entrée. Dans la table de charge, on a déjà tenu compte de ce phénomène. Quand on doit utiliser une combinaison de portes qui ne figure pas dans la table de charge, on doit suivre les instructions suivantes :

- 1) Une diode au germanium dans une porte N provoque un glissement de $-0,1$ V à $-0,5$ V.
- 2) Une diode au silicium dans une porte P provoque un glissement de $+0,4$ V à $+1,0$ V.
- 3) Un étage émetteur commun nécessite $-0,2$ à $-0,4$ V sur sa base dans l'état conducteur et environ $+0,2$ V dans l'état de coupure (1).

(1) Suivant le type de semiconducteur utilisé dans les blocs-circuits et selon le courant circulant à travers les diodes. Dans les calculs sur les niveaux, on doit appliquer la plus défavorable des valeurs données.

- 4) Le niveau de tension au collecteur d'un étage émetteur-commun conducteur (sortie « 0 ») doit être de $-0,05$ à $-0,2$ V.

Courants dans les circuits-portes

Puisque la résistance directe d'une diode conductrice et l'impédance d'entrée d'un transistor émetteur-commun quand il est amené dans l'état conducteur, est très basse, un fort courant peut se produire, ce qui est susceptible de surcharger ou d'endommager les éléments du circuit.

D'autre part, l'impédance de sortie d'une porte « ouverte » est grande, cela donne quelquefois un courant de commande trop faible pour un étage donné. Lorsqu'on utilise d'autres combinaisons, telles que celles qui sont données dans les exemples ci-dessous ou dans la table de charge, il doit être tenu compte de ces différents points.

MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE OS 1

Le multivibrateur monostable OS₁ a pour fonction de produire une impulsion d'une largeur définie en vue d'une temporisation. On obtient aux sorties, des impulsions négatives et des impulsions positives. On doit noter que, à la sortie Q₂, le courant de charge maximal admissible est nettement plus faible qu'à la sortie Q₁, tandis que le temps de montée de l'impulsion à la sortie Q₂ est supérieur à celui de la sortie Q₁.

Il n'est pas recommandé d'utiliser le OS₁ pour des délais qui dépassent les valeurs données dans le graphique (voir notices techniques) c'est-à-dire supérieures à 1 ms, puisque, dans ce cas, le OS₁ est plus sensible aux signaux parasites produits dans la ligne d'alimentation. De plus, il est déconseillé d'utiliser des condensateurs électrolytiques car ils sont moins stables pendant leur durée de vie et peuvent avoir un courant de fuite important. Pour des constantes de temps longues, il est donc recommandé d'utiliser un diviseur de fréquence alimenté par une fréquence constante, telle que le secler alternatif.

Quand le OS₁ est utilisé pour des constantes longues, la ligne d'alimentation négative doit être découplée, près de l'unité, par un condensateur de forte capacité.

DURÉES D'ÉTABLISSEMENT ET RETARDS

Bien que tous les blocs-circuits fonctionnent convenablement, dans toute combinaison de succession admissible, à une fréquence pouvant s'élever jusqu'à 100 kHz, des raisons pratiques, peuvent réduire cette vitesse. Cela peut se produire quand le retard total dans une chaîne de circuits en cascade est trop long pour une application spécifique. Cela doit être étudié sur la base des temps de commutation et des temps de retard, tels qu'ils sont indiqués dans les notices techniques particulières.

Soit un compteur binaire à 8 étages à « flip-flops » FF₁, pris comme exemple. Dans la spécification technique, il découle que dans ce compteur un retard total de 8 ($t_{rd} + t_r$) = 8,8 μ s se produit. Si le signal de sortie du 8^e « flip-flop » coïncide avec l'impulsion d'entrée du compteur pendant au moins 2 μ s, cette impulsion d'entrée doit avoir une durée minimale d'au moins 8,8 + 2 = 10,8 μ s. Cette exigence réduit la fréquence de fonctionnement maximale à environ 46 kHz. Les durées d'établissement, dans un circuit de commutation chargé, peuvent être calculées à partir des notices techniques particulières.

Les temps de commutation intrinsèques donnés dans les notices techniques, s'appliquent toujours dans des conditions de fonctionnement à vide. Généralement ils restent les mêmes dans les conditions de charge résistive, tandis qu'une charge capacitive augmente le temps de commutation. Le temps de commutation réel d'un circuit chargé peut être facilement calculé à partir des schémas équivalents de la fig. 9. L'unité peut être représentée par une tension discontinue ou une

source de courant en combinaison avec l'impédance interne (sortie) de l'unité. La valeur de cette impédance de sortie est fournie dans les Notices Techniques de l'unité choisie. Le temps de montée maximal et le temps de descente de la tension de sortie sont approximativement égaux à :

$$t_r \text{ tot} = \sqrt{t_r^2 + (2.2T)^2} \text{ et } t_f \text{ tot} = \sqrt{t_f^2 + (2.2T)^2}$$

où :

t_r est le temps de montée intrinsèque de l'unité,

t_f le temps de descente de l'unité,

T la constante de temps de la charge et de la résistance interne de l'unité.

Lorsque la charge comprend le circuit parallèle d'une partie résistive R_1 et d'une partie capacitive C_1 (ce qui sera le plus courant) :

$$T_1 = \frac{R_1 \cdot R_i}{R_1 + R_i} \cdot C_1$$

où R_i est la résistance interne de l'unité.

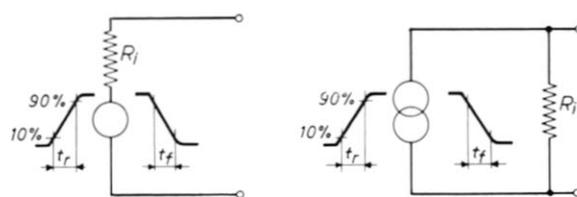


Fig. 9. — Circuits équivalents de blocs-circuits actifs.

QUELQUES CIRCUITS PRATIQUES

Dans ce chapitre, nous donnons quelques exemples pratiques d'application des blocs-circuits. Puisque la plupart des blocs-circuits comportent des unités doubles ou deux unités

fonctionnelles différentes, dans certains cas, nous n'utilisons que la moitié du symbole correspondant.

Circuits amplificateurs pour signaux de porte

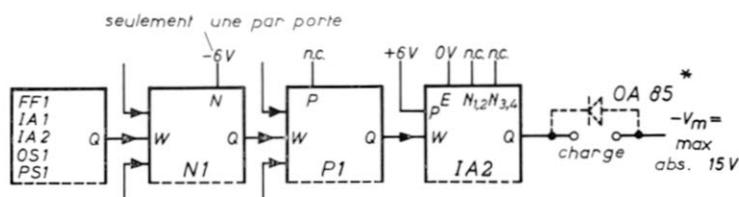


Fig. 10. — $I_{\text{charge}} = \text{max. } 5,5 \text{ mA}$.

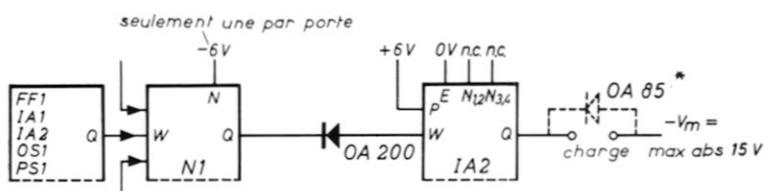


Fig. 11. — $I_{\text{charge}} = \text{max. } 5,5 \text{ mA}$.

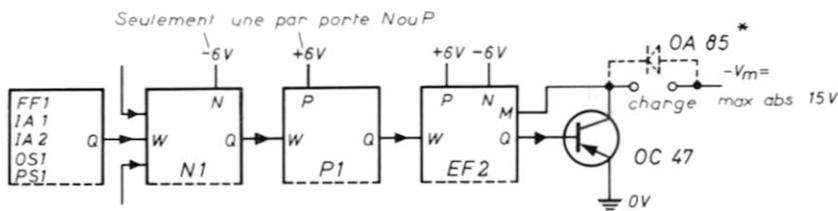


Fig. 12.

$-V_m = 6 \text{ V} \pm 10 \%$	$-V_m = 12 \text{ V} \pm 15 \%$
$I_{\text{charge}} = \text{max. } 22 \text{ mA}$	$I_{\text{charge}} = \text{max. } 20 \text{ mA}$
$R_{\text{charge}} = \text{min. } 290 \Omega \pm 10 \%$	$R_{\text{charge}} = \text{min. } 560 \Omega \pm 10 \%$

*) Au cas où il y a une charge inductive.

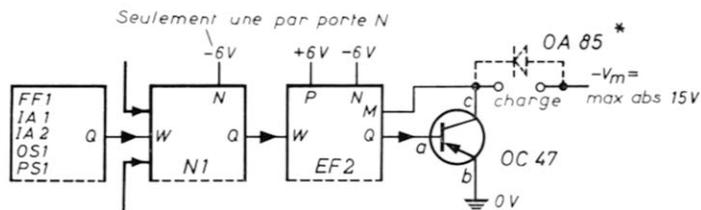


Fig. 13 *)

$-V_m = 6\text{ V} \pm 10\%$	$-V_m = 12\text{ V} \pm 15\%$
$I_{\text{charge}} = \text{max. } 35\text{ mA}$	$I_{\text{charge}} = \text{max. } 35\text{ mA}$
$R_{\text{charge}} = \text{min. } 175\ \Omega \pm 10\%$	$R_{\text{charge}} = \text{min. } 375\ \Omega \pm 10\%$

Dans les circuits des figures 12 et 13, le transistor de sortie OC 47 peut être remplacé par le circuit EF₁, comme indiqué ci-dessous.

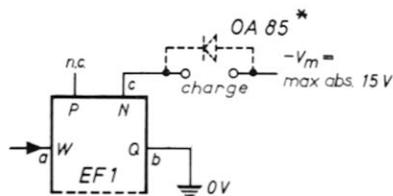


Fig. 14.

Circuits de puissance

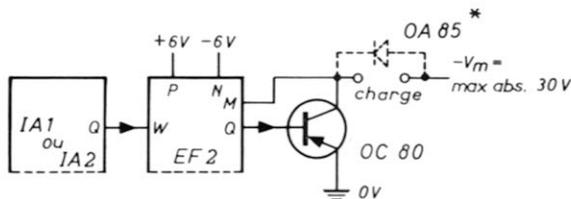


Fig. 15 *)

$-V_m = 12\text{ V} \pm 15\%$	$-V_m = 24\text{ V} \pm 15\%$
$I_{\text{charge}} = \text{max. } 230\text{ mA}^1)$	$I_{\text{charge}} = \text{max. } 230\text{ mA}^1)$
$R_{\text{charge}} = \text{min. } 50\ \Omega \pm 10\%$	$R_{\text{charge}} = \text{min. } 100\ \Omega \pm 10\%$
$W_o = \text{max. } 2,7\text{ W}$	$W_o = \text{max. } 5,4\text{ W}$

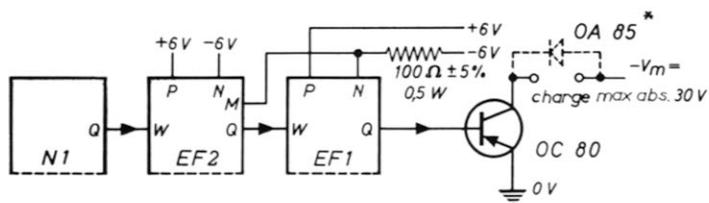


Fig. 16.

$-V_m = 12\text{ V} \pm 15\%$	$-V_m = 24\text{ V} \pm 15\%$
$I_{\text{charge}} = \text{max. } 230\text{ mA}^1)$	$I_{\text{charge}} = \text{max. } 230\text{ mA}^1)$
$R_{\text{charge}} = \text{min. } 50\ \Omega \pm 10\%$	$R_{\text{charge}} = \text{min. } 100\ \Omega \pm 10\%$
$W_o = \text{max. } 2,7\text{ W}$	$W_o = \text{max. } 5,4\text{ W}$

*) Au cas où il y a une charge inductive.

1) Pour les tensions d'alimentation nominales.

2) Toutes les connexions N de IA2 étant reliées à l'alimentation - 6 V.

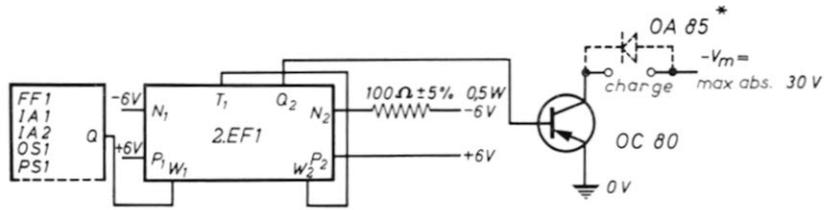


Fig. 17.

$-V_m = 12\text{ V} \pm 15\%$	$-V_m = 24\text{ V} \pm 15\%$
$I_{\text{charge}} = \text{max. } 230\text{ mA}^{1)}$	$I_{\text{charge}} = \text{max. } 230\text{ mA}^{1)}$
$R_{\text{charge}} = \text{min. } 50\ \Omega \pm 10\%$	$R_{\text{charge}} = \text{min. } 100\ \Omega \pm 10\%$
$W_o = \text{max. } 2,7\text{ W}$	$W_o = \text{max. } 5,4\text{ W}$

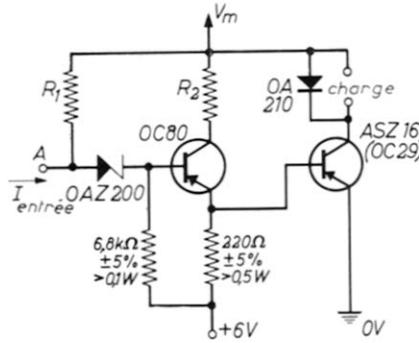


Fig. 18.

$-V_m = 12\text{ V} \pm 15\%$	$-V_m = 24\text{ V} \pm 15\%$
$R_1 = 360\ \Omega \pm 5\%$	$R_1 = 2,4\text{ k}\Omega \pm 5\%$
$R_2 = 56\ \Omega \pm 5\%$	$R_2 = 110\ \Omega \pm 5\%$
$-I_{\text{entrée}} = \text{min. } 45\text{ mA}$	$-I_{\text{entrée}} = \text{min. } 14\text{ mA}$
$I_{\text{charge}} = \text{max. } 2,6\text{ A}^{2)}$	$I_{\text{charge}} = \text{max. } 2,9\text{ A}^{2)}$
$R_{\text{charge}} = \text{min. } 4,2\ \Omega \pm 10\%$	$R_{\text{charge}} = \text{min. } 7,9\ \Omega \pm 10\%$
$W_o = \text{max. } 29\text{ W}^{2)}$	$W_o = \text{max. } 67\text{ W}^{2)}$

Si l'on préfère utiliser un transistor de sortie ASZ 17 ou ASZ 18 au lieu d'un ASZ 16, le courant maximal de charge I_{charge} et la puissance de sortie W_o doivent être multipliés par 0,55 et la résistance de charge minimale R_{charge} par 1,8.

L'étage de sortie peut être commandé par un OC 47/ASZ 12 ou par un circuit EF₁ spécial (fig. 12, 13 et 14) avec $V_m =$

— 24 V. Pour $V_m = -12\text{ V}$ on ne peut utiliser que les circuits de commande des figures 13 et 14.

Un circuit alternatif de commande pour l'étage de puissance (fig. 18) peut être réalisé de la manière suivante (valable pour $V_m = -12\text{ V}$ ou -24 V).

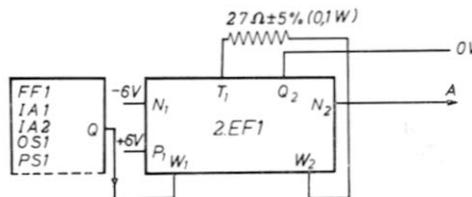


Fig. 19

*) Au cas où il y a une charge inductive.
1) Pour les tensions d'alimentation nominales.
2) Valeur nominale.

Circuits de déclenchement et de remise à zéro

Dans un circuit comprenant des multivibrateurs bistables, il est souvent nécessaire de prévoir un dispositif permettant de déclencher et de remettre à zéro. Cela peut être réalisé comme le montre la figure ci-dessous.

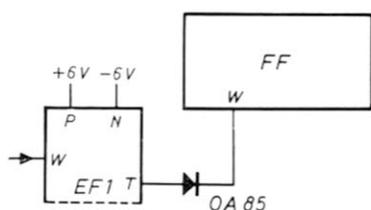


Fig. 20.

Signal d'entrée (remise à zéro) « 0 » (faible négatif)
 Unité de commande FF₁, IA₁, IA₂, OS₁ ou PS₁
 Nombre maximal de multivibrateurs bistables : 1.

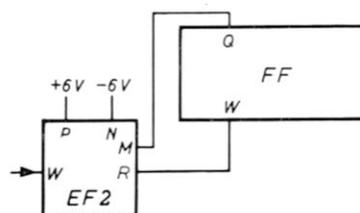


Fig. 21.

Signal d'entrée (remise à zéro) « 1 » (fort négatif)
 Unité de commande porte N ou suite de portes N-P
 Nombre maximal de multivibrateurs bistables : 1.

Si l'on a besoin d'un nombre plus grand de multivibrateurs bistables, on peut utiliser le schéma suivant :

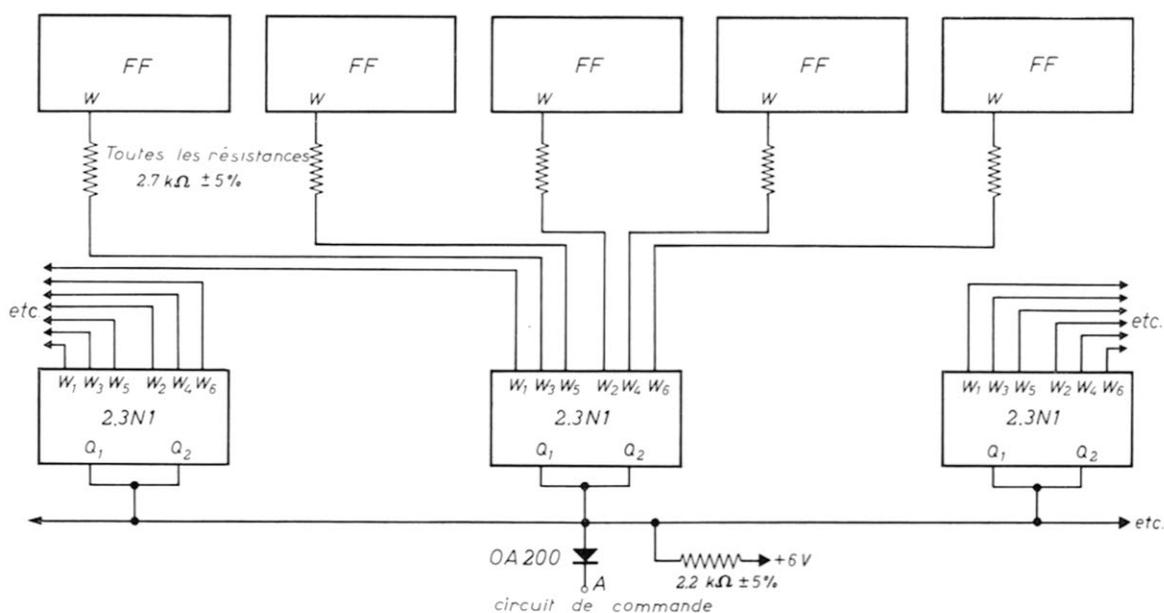


Fig. 22.

Le circuit de la figure 22 peut être commandé par les circuits des figures suivantes 23, 24, 25 et 26.

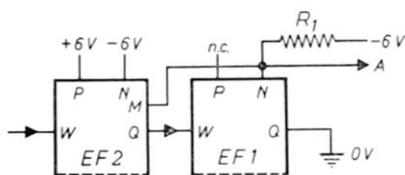


Fig. 23.

Unité de commande	R ₁ (Ω ± 5%)	Nombre maximal de multivibrateurs bistables
FF ₁ , IA ₁ , IA ₂ , OS ₁ , PS ₁ ...	68	50
Porte N	75	45
Suite de portes N-P	200	12

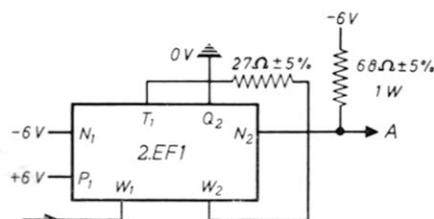


Fig. 24.

(seulement pour fonctionnement à petite vitesse)

Signal d'entrée (remise à zéro) « 0 » (faible négatif)
 Unité de commande FF₁, IA₁, IA₂, OS₁ ou PS₁
 Nombre maximal de multivibrateurs bistables : 50.

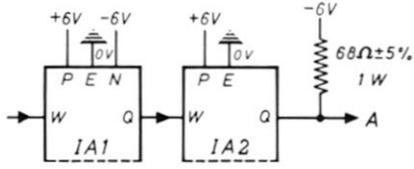


Fig. 25.

Signal d'entrée (remise à zéro) « 1 » (fort négatif)
 Unité de commande FF_1, IA_1, IA_2, OS_1 ou PS_1
 Nombre maximal de multivibrateurs bistables : 50.

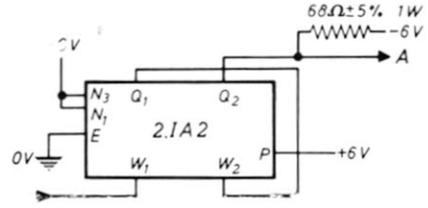


Fig. 26.

Signal d'entrée (remise à zéro) « 1 » (fort négatif)
 Unité de commande Porte N ou suite N-P ou FF_1, IA_1, IA_2, OS_1 ou PS_1 par l'intermédiaire d'une résistance de $5,6\text{ k}\Omega$ shuntée par une capacité de 470 pF .
 Nombre maximal de multivibrateurs bistables : 50.

Nous donnons ci-dessous un circuit simple, permettant de remettre à zéro des multivibrateurs bistables par l'intermédiaire d'un FF_1 .

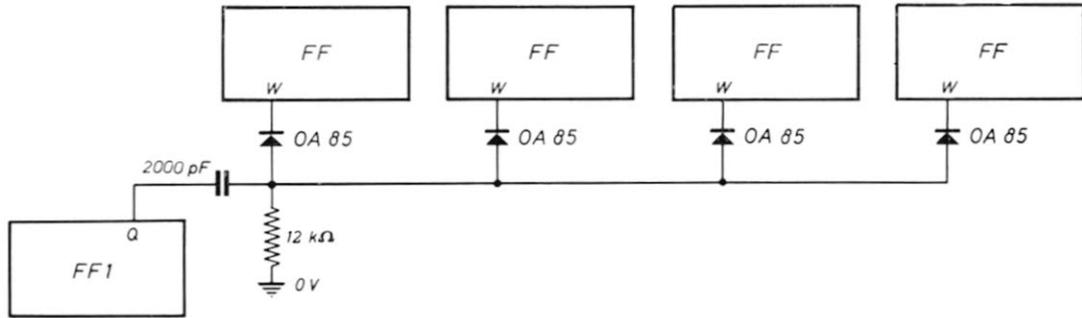


Fig. 27.

La remise à zéro est produite par une variation brusque de tension dans le sens positif, sur la connexion Q du multivibrateur bistable de commande. On peut brancher sur cette connexion une charge capacitive supplémentaire inférieure ou égale à 500 pF .

CYCLES

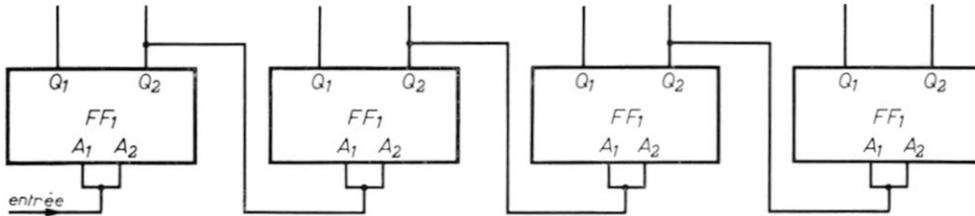


Fig. 28. — Cycle de 16. (Compteur binaire à 4 multivibrateurs bistables).

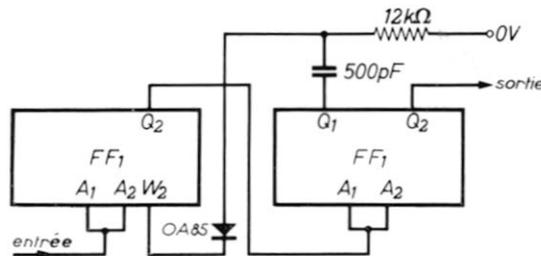


Fig. 29. — Cycle de 3.

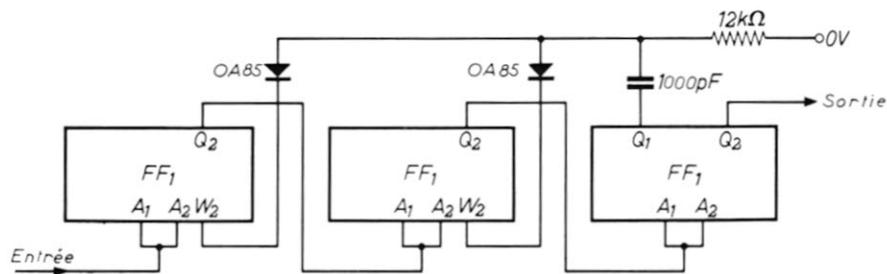


Fig. 30. — Cycle de 5.

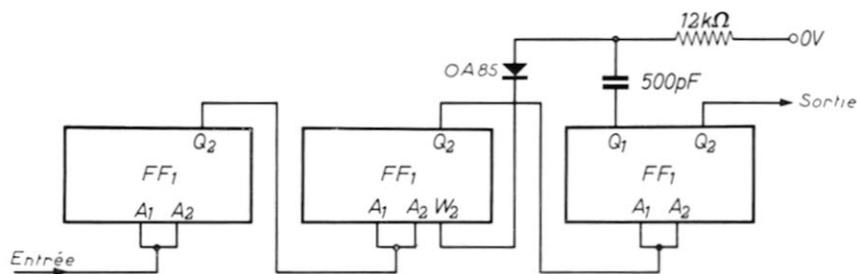


Fig. 31. — Cycle de 6.

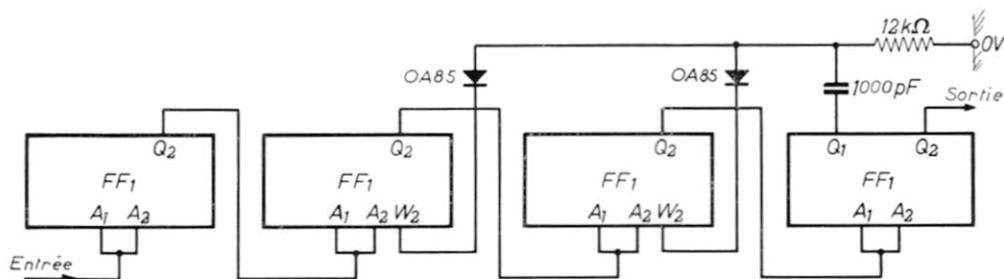


Fig. 32. — Cycle de 10 (compteur décimal).

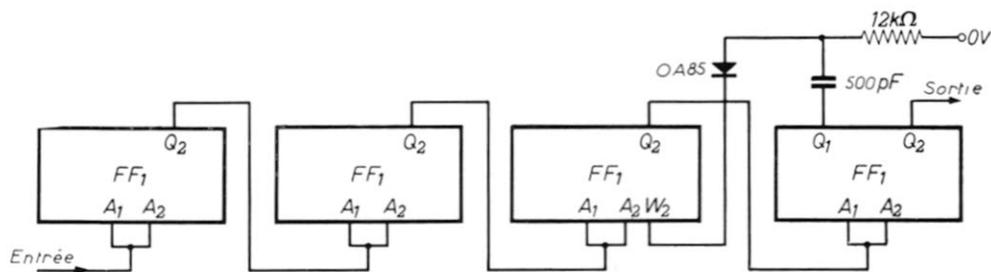


Fig. 33. — Cycle de 12.

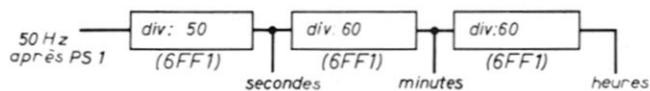


Fig. 34. — Horloge.

Portes à entrées multiples

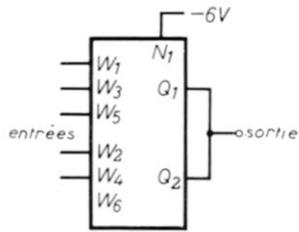


Fig. 35. — Porte N à 6 entrées composée par un 2.3 N 1

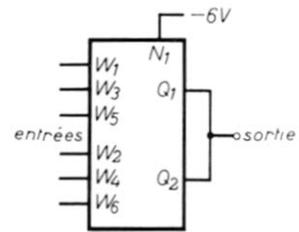


Fig. 36. — Porte N à 5 entrées composée par un 2.3 N 1

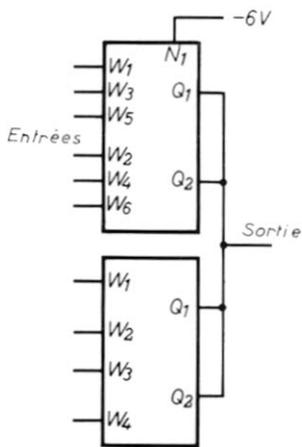


Fig. 37. — Porte N à 10 entrées composée par un 2.3 N 1 et un 2.2 N 1

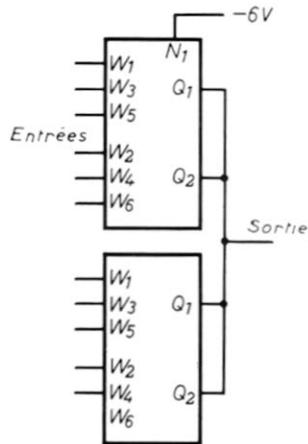


Fig. 38. — Porte N à 11 entrées composée par deux 2.3 N 1

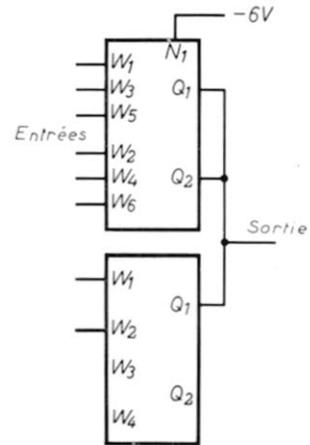


Fig. 39. — Porte N à 8 entrées composée par un 2.3 N 1 et la moitié d'un 2.2 N 1.

Convertisseur binaire-décimal

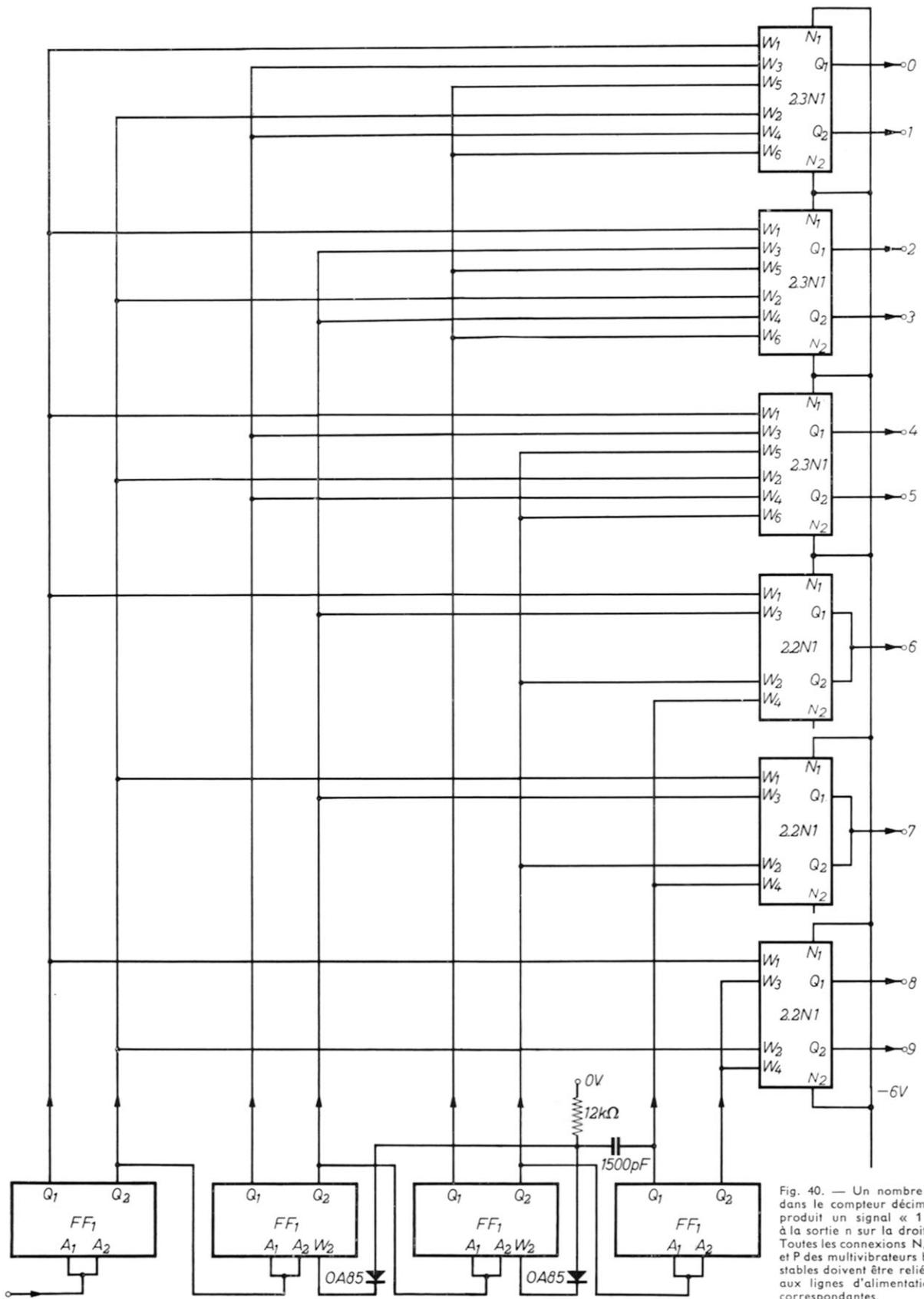


Fig. 40. — Un nombre n dans le compteur décimal produit un signal « 1 » à la sortie n sur la droite. Toutes les connexions N, E et P des multivibrateurs bistables doivent être reliées aux lignes d'alimentation correspondantes.

Compteurs à prédétermination

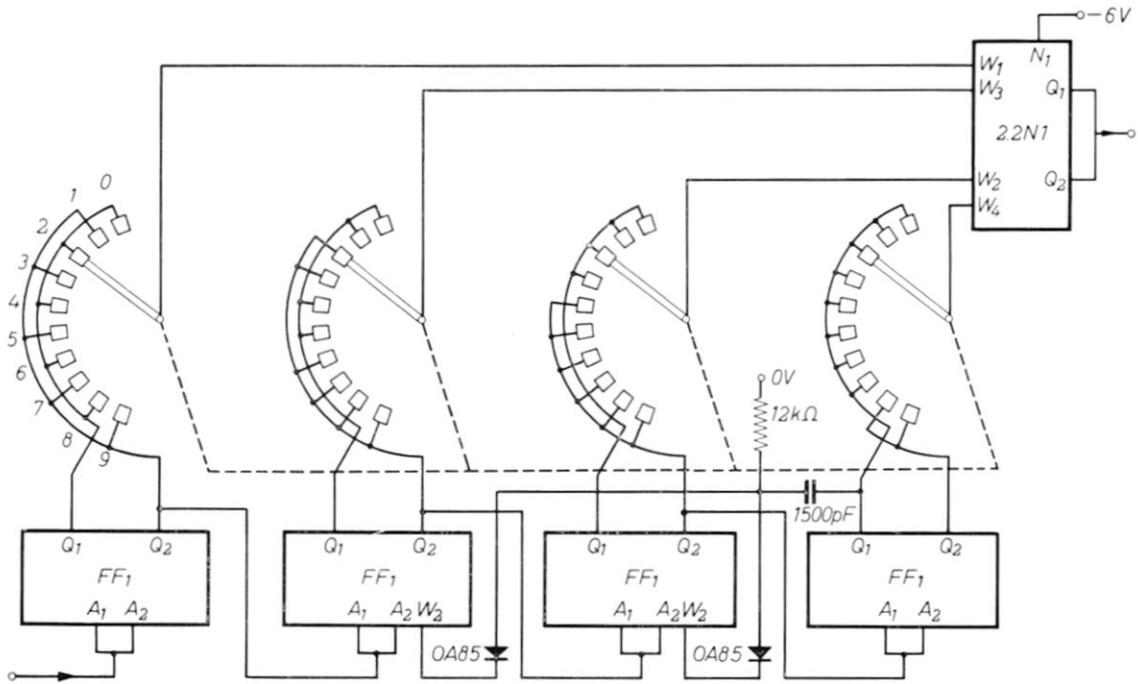


Fig. 41. — **Circuit d'utilisation générale.** Une tension de sortie est produite quand le compteur décimal garde en mémoire le nombre prédéterminé au moyen de l'interrupteur à 10 positions à 4 circuits. Ce schéma peut également être employé pour déterminer un intervalle de temps en comptant la fréquence d'une tension alternative, par exemple, le secteur.

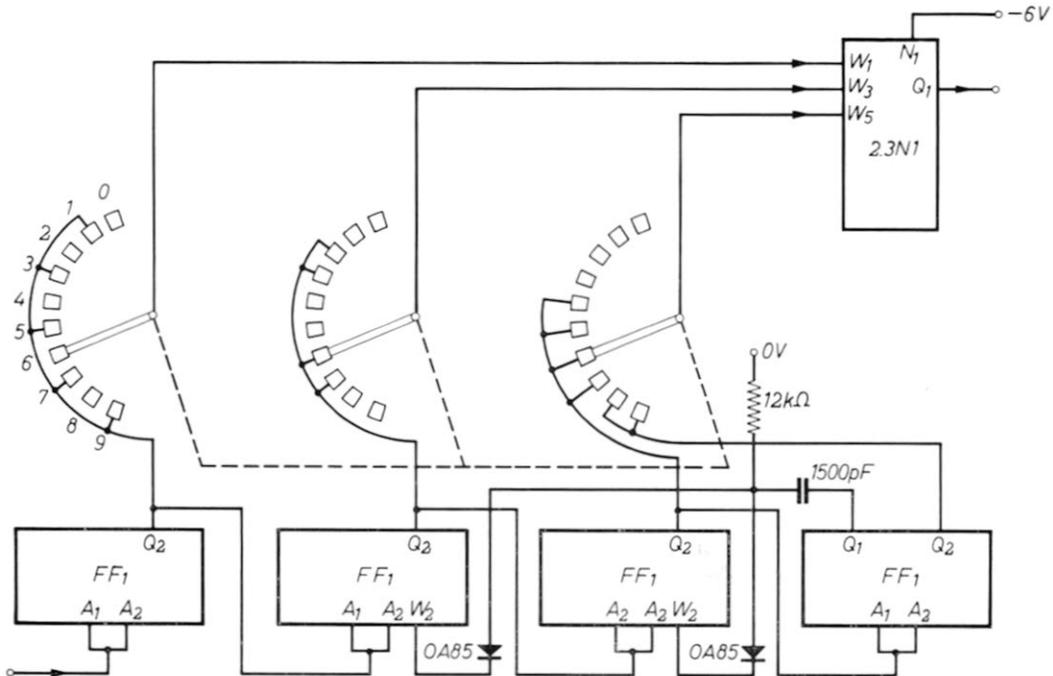


Fig. 42. — **Circuit simplifié pour applications spéciales.** Un signal de sortie est produit quand le compteur décimal a atteint le nombre prédéterminé sur l'interrupteur à 10 positions à 3 circuits. Lorsque ce nombre est dépassé, le signal de sortie peut persister ou se répéter. Cette particularité limite l'emploi de ce circuit, aux applications où ces signaux supplémentaires n'apportent aucune perturbation.

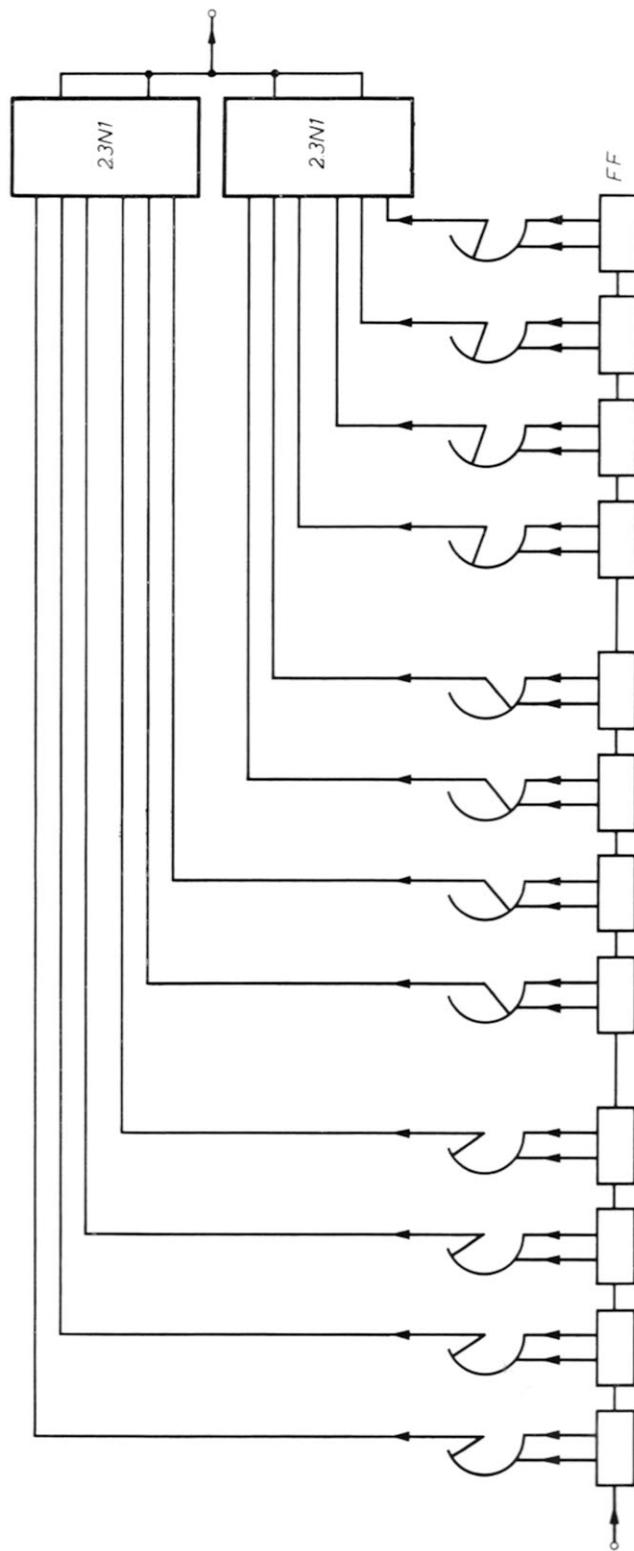


Fig. 43. — Quand le compteur comporte plusieurs décades, il peut être prédéterminé par autant d'interrupteurs à 10 positions. Les portes sont combinées pour donner une seule porte. Le circuit peut aussi être du type interrupteur à 3 circuits (fig. 42).

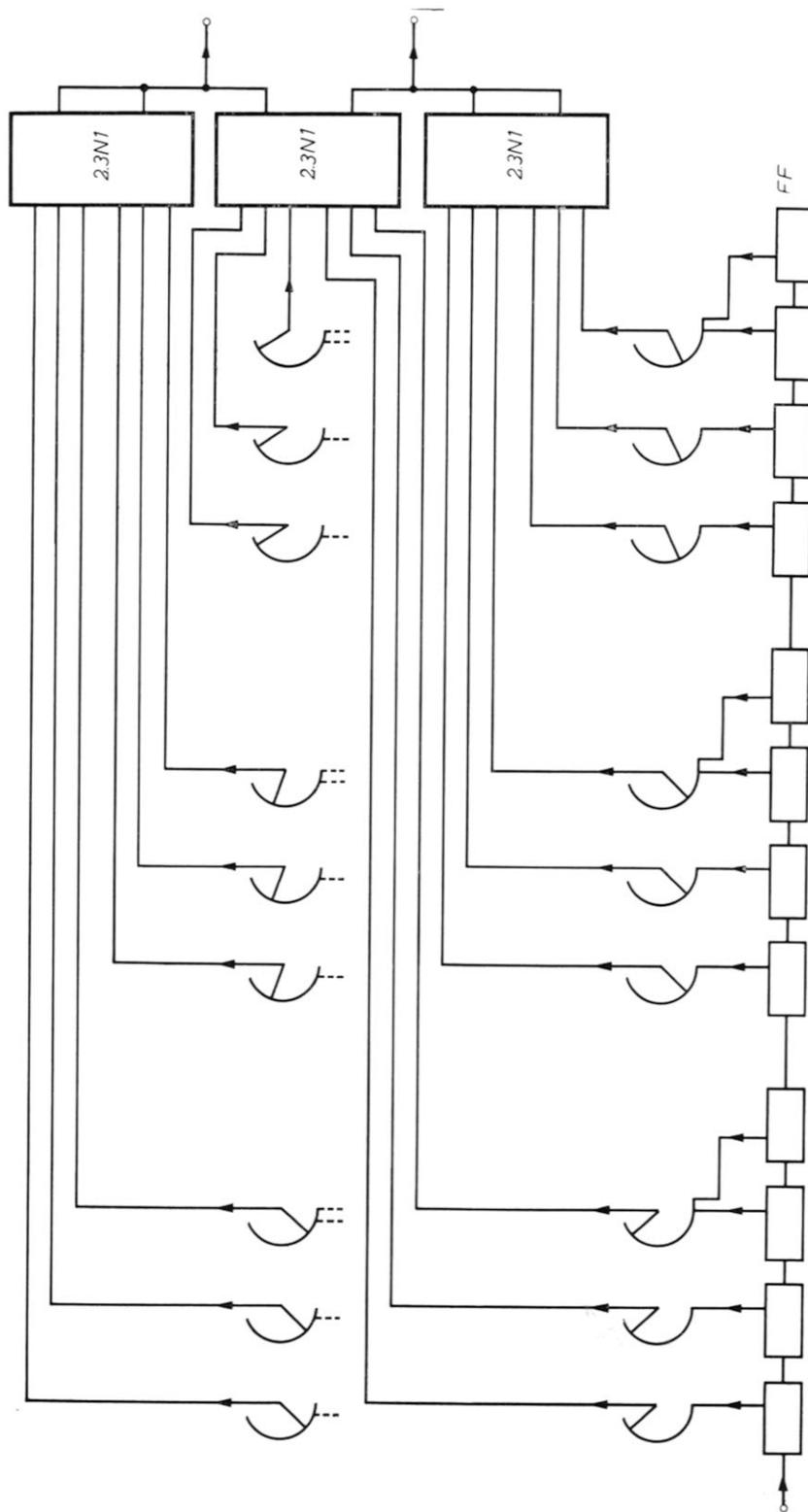


Fig. 44. — **Compteur prédéterminé à programmes multiples.** On peut relier au même compteur plus d'un jeu d'interrupteurs et de portes. Chaque sortie fournit un signal quand le compteur a atteint le nombre prédéterminé sur les interrupteurs correspondants. Les interrupteurs peuvent être du type « à 3 » ou « à 4 circuits ».

MONTAGE DES BLOCS-CIRCUITS

Puisque la position de montage des blocs-circuits est arbitraire, le montage peut se faire de différentes façons. La méthode la plus courante est de souder les connexions sur une plaque à câblage imprimé avec les blocs placés à plat sur la face non-imprimée de la plaque (voir fig. 45).

Le soudage peut être fait au moyen d'un fer à souder, ou au trempé quand on a beaucoup de plaques imprimées.

De grands calculateurs peuvent généralement être construits à partir d'un petit nombre de types de sous-ensembles comprenant au maximum 2 multivibrateurs et une porte par exemple.

Dans un tel cas, plus de 80 % de l'équipement peut être composé, par exemple, de 8-10 types différents de sous-ensembles.

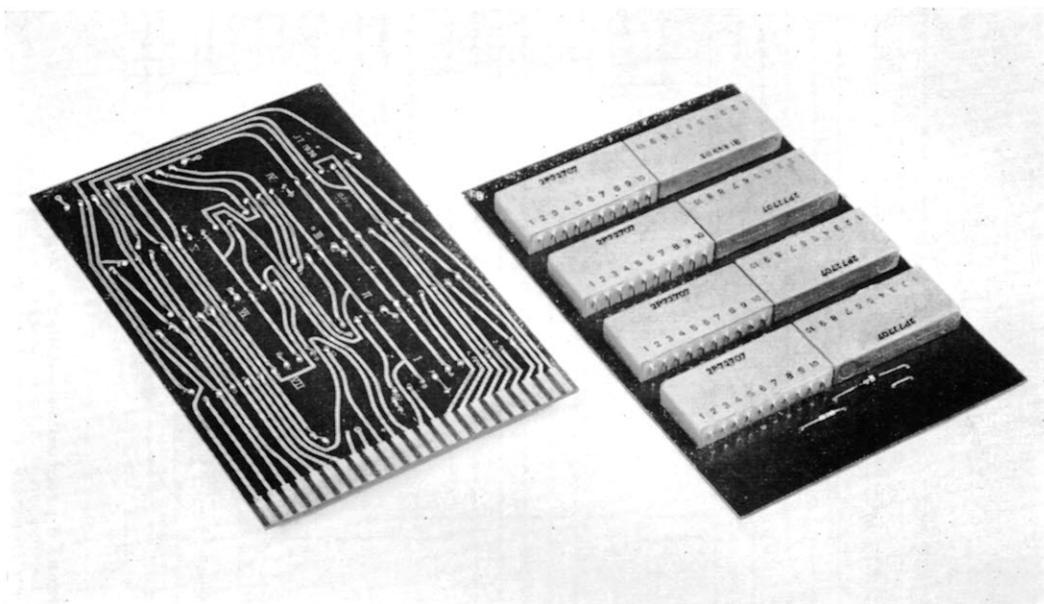


Fig. 45. — Blocs-circuits montés sur plaque à câblage imprimé.

Le montage indiqué sur la figure 45, a l'avantage suivant : un bloc-circuit peut être facilement retiré, si l'on coupe ses connexions. Si l'on désire monter à sa place une nouvelle unité, ses connexions peuvent être soudées aux extrémités des fils restés sur la plaque. Les extrémités des connexions peuvent aussi être enlevées par désoudage, mais dans ce cas on devra prendre soin de ne pas surchauffer la plaque.

Sous-ensembles plus grands

Par une disposition adéquate des blocs-circuits sur une plaque imprimée, on peut constituer des sous-ensembles d'un ordre supérieur. On peut construire de cette manière un compteur décimal ou un registre complet. Lorsqu'un tel système est construit sous une forme connectable, le sous-ensemble ainsi formé est facilement interchangeable.

La question qui se pose est de savoir quel nombre de blocs-circuits peut être monté sur une plaque imprimée, ou en d'autres termes : quelle peut être l'importance d'un tel sous-ensemble. On ne peut fournir de réponse générale à cette question, puisque cela dépend beaucoup des exigences du système qui sont d'une nature autre qu'électronique.

Pour un équipement important, le principal but sera d'avoir un nombre limité de sous-ensembles pour des raisons d'entre-

ten. Pour des prototypes ou des équipements de laboratoire, il peut être avantageux de monter les blocs-circuits sur la plaque imprimée pour expérience ou sur la plaque imprimée universelle. Pour des équipements plus petits, fabriqués en série, il peut être intéressant de disposer un assez grand nombre de blocs-circuits sur une seule grande plaque à câblage imprimé de sorte qu'on n'utilise qu'un petit nombre de plaques. Cela peut permettre un prix de revient assez bas et un entretien simple.

Dans chaque cas particulier la solution optimale doit être choisie entre les extrêmes :

- 1 — Un certain nombre de blocs-circuits montés sur une plaque imprimée avec seulement 1 entrée, 1 sortie et des lignes d'alimentation accessibles de l'extérieur et toutes les interconnexions logiques imprimées sur la plaque.
- 2 — Une unité mobile, consistant en un certain nombre de fonctions de base disposées simplement suivant les exigences du moment, toutes les connexions logiques étant faites à l'extérieur de la plaque imprimée.

Dans les applications très simples, il peut être inutile d'utiliser des plaques à câblage imprimé, car il est alors préférable d'utiliser le câblage classique par fil ou le soudage direct sur les connexions.

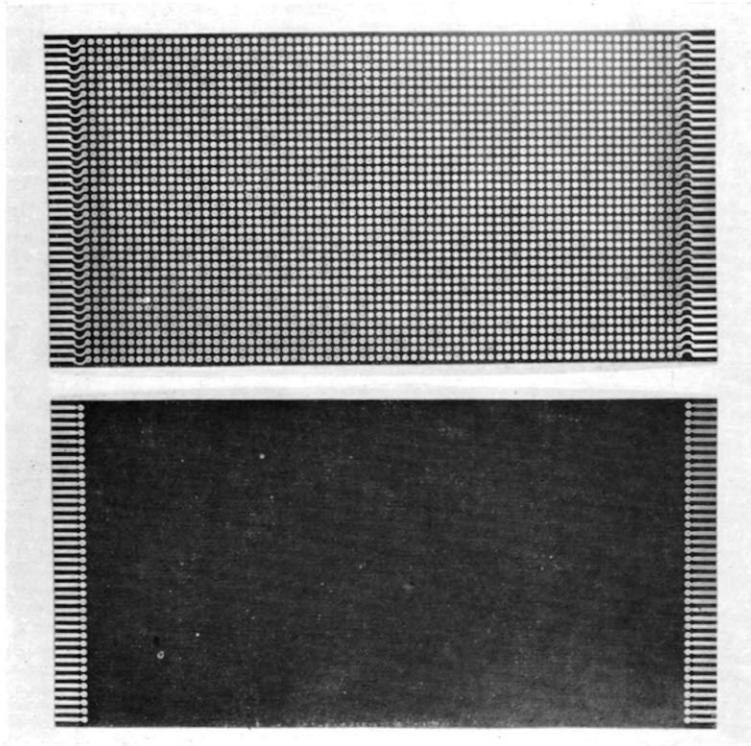


Fig. 46. — Vue recto verso de la plaque d'expériences à câblage imprimé.

Pièces détachées pour le montage

Le figure 46 montre le recto et le verso d'une plaque imprimée pour expériences, de dimensions $196 \times 396 \times 1,5$ mm. Ses connecteurs mâles s'adaptent aux connecteurs femelles TRANSCO FO 42, qui ont au maximum 35 positions de

contacts. Il existe deux variantes de cette plaque imprimée, le type P8 900 79 avec contacts simple face et le type P8 900 89 avec contacts double face. Suivant ses besoins, l'utilisateur peut scier cette plaque aux dimensions voulues. La figure 47 donne un exemple d'utilisation de la plaque imprimée expérimentale avec des blocs-circuits. Les connexions au verso sont faites par des fils isolés.

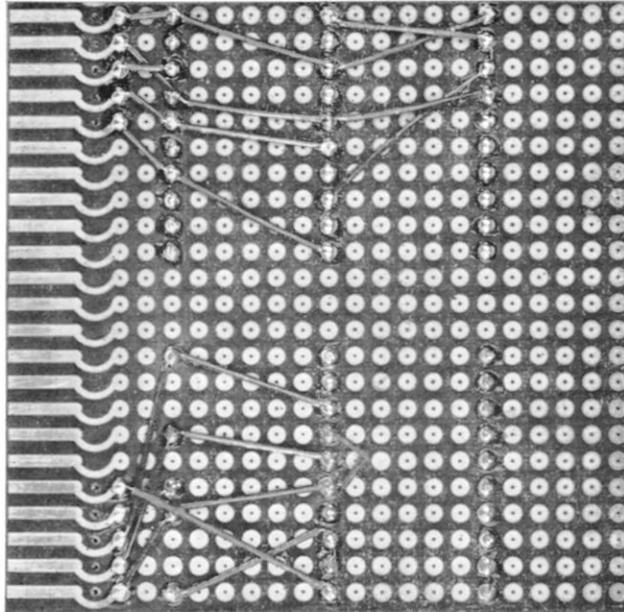


Fig. 47. — Verso d'une plaque d'expériences avec blocs-circuits au recto.

Plaque imprimée universelle

Pour des études plus poussées, nous disposons d'une « plaque à câblage imprimé » universelle » n° type P8 900 91.2.

Cette plaque est pourvue d'un tracé standard; elle permet le montage de 6 blocs-circuits, les connexions utiles peuvent être faites par des connexions volantes en fils (voir fig. 48).

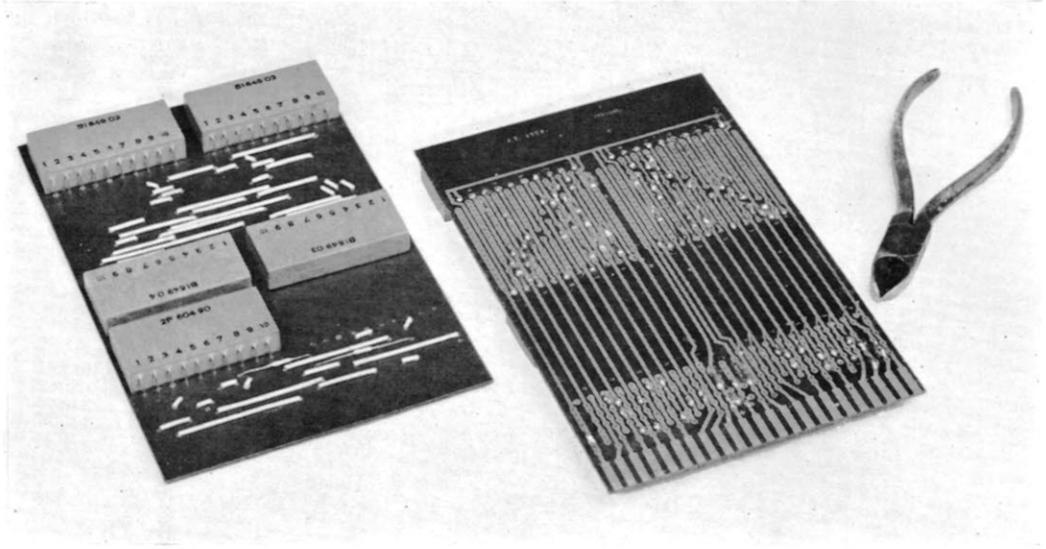


Fig. 48. — Blocs-circuits montés sur plaque universelle à câblage imprimé.

Connecteurs FO 42 pour circuits imprimés connectables

Les deux plaques à expériences s'adaptent aux connecteurs FO 42, pourvus de 1 ou 2 rangées de contacts élastiques dorés ou argentés, pour recevoir des plaques imprimées à

contacts simple face ou double face. Les connecteurs peuvent avoir toute longueur désirée, jusqu'à 70 ressorts-contacts.

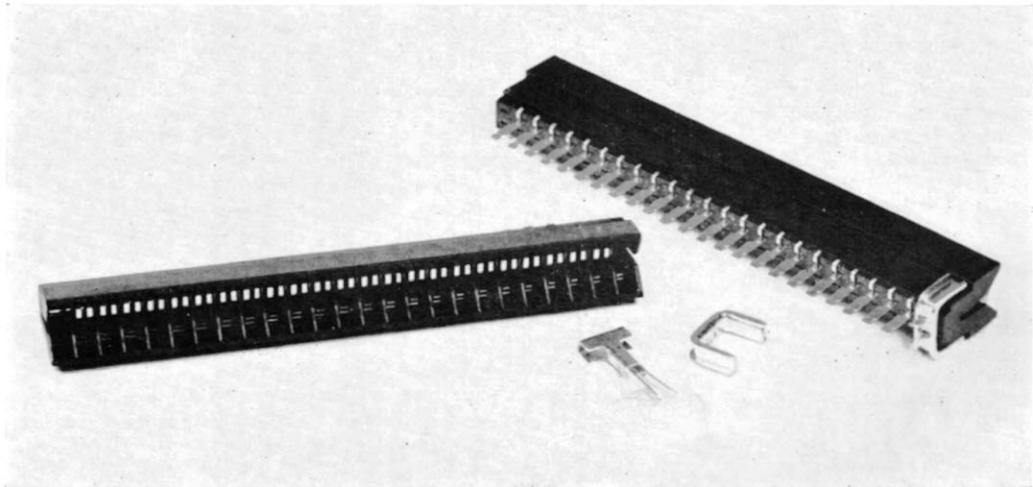


Fig. 49. — Connecteur FO 42.

La figure 49 donne une photographie d'un connecteur. La faible épaisseur des plaques imprimées munies de leurs connecteurs, permet de placer côte à côte des connecteurs, afin d'obtenir une disposition compacte.

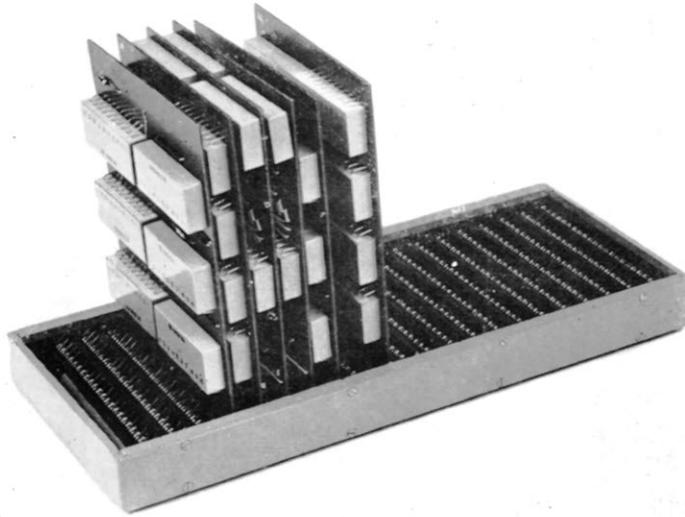


Fig. 50. — Assemblage de connecteurs sur un cadre.

La figure 50 montre le détail d'un tel assemblage. Dans cette application, les extrémités des connecteurs sont bloquées dans un cadre dont les dimensions sont données par la figure 51.

Montage de blocs-circuits côte à côte

Une autre méthode de montage des blocs-circuits consiste en une disposition côte à côte (voir fig. 52). Les connexions des blocs sont pliées en V à leur extrémité, ce qui facilite leur interconnexion au moyen de fils. Les blocs peuvent être détachés par simple désoudage.

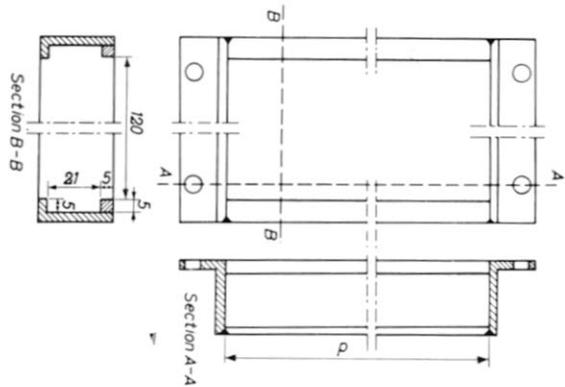


Fig. 51. — Dimensions du cadre de la Fig. 50. La dimension p dépend du nombre de connecteurs.

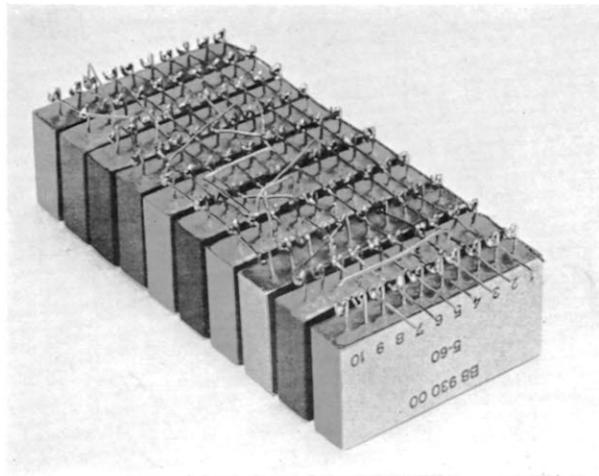


Fig. 52. — Blocs-circuits montés côte à côte.

QUELQUES APPLICATIONS DES BLOCS-CIRCUITS

CALCULATRICE NUMÉRIQUE

Description générale

Cette maquette de laboratoire d'une petite calculatrice à transistors (fig. 53) sert à la comptabilité et à la facturation. Une machine à écrire électrique est utilisée comme ensemble d'entrée et de sortie. Ainsi les nombres utilisés sont tapés à la main sur la machine et les résultats des opérations arithmétiques fournis par la calculatrice sont dactylographiés automatiquement. Le programme est représenté par un panneau incorporé mais interchangeable.

La calculatrice opère dans le système numérique décimal en utilisant le code « excès de 3 » pour ses opérations internes. La virgule (fixe) peut être placée dans n'importe quelle position, arbitraire, choisie au préalable. L'ensemble arithmétique comprend un registre à décalage et une additionneuse dans laquelle on introduit, un par un, les « digits » d'un nombre (opération périodique). La calculatrice peut contenir 16 nombres de 16 « digits » chacun, y compris le digit du signe.

On utilise plusieurs types de blocs-circuits dans cette calculatrice. Ils sont montés sur des plaques à câblage imprimé,

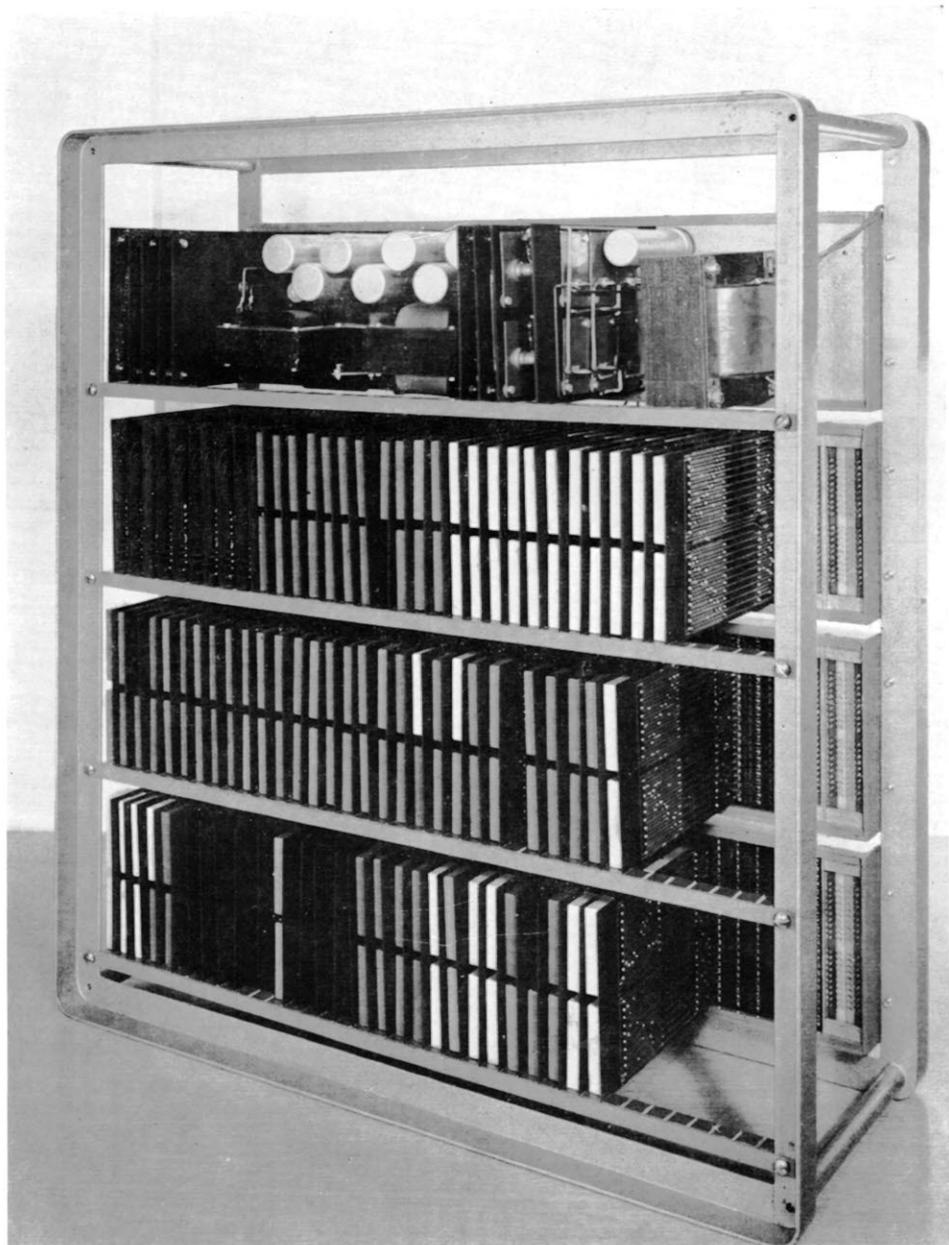


Fig. 53. — Maquette d'une calculatrice numérique équipée de blocs-circuits.

qui sont enfichées dans des connecteurs femelles. Les accessoires, à l'exception de l'alimentation, sont aussi montés sur des plaques imprimées. L'ensemble est contenu dans un coffret de dimensions $810 \times 585 \times 232$ mm. Comme on peut le constater sur la figure 53, ce coffret est divisé en 5 parties, la partie inférieure étant réservée aux plaques imprimées, la partie supérieure à l'alimentation.

Schéma-bloc

Le schéma simplifié de la figure 54 comprend les éléments fonctionnels de la calculatrice. Le registre à décalage décimal consiste en 4 registres binaires en parallèle, chacun d'eux étant formé de 16 multivibrateurs bistables FF₂. Chacun des 4 multivibrateurs bistables correspondants des registres binaires forment l'adresse des mots d'un « digit » décimal.

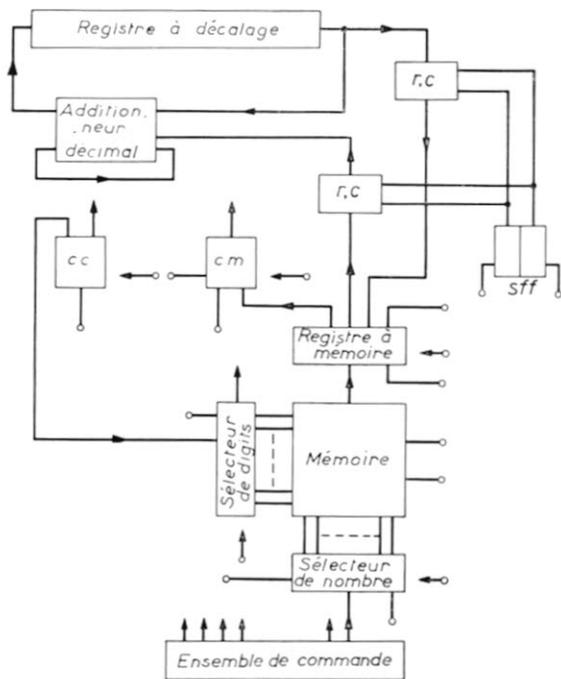


Fig. 54. — Schéma-bloc simplifié de la calculatrice.

A chaque commande d'une impulsion de décalage les mots sont déplacés d'une position vers la droite dans les 4 registres.

Les niveaux des 4 multivibrateurs bistables dans la position d'extrême droite du registre sont appliqués à une entrée de l'additionneur, tandis que le contenu de l'additionneur est introduit dans l'emplacement d'extrême gauche du registre à décalage. En appliquant les mots d'un autre nombre à la seconde entrée de l'additionneur, on ajoute deux nombres. Il est donc clair que l'on peut effectuer une multiplication en répétant ce processus autant de fois qu'il le faut pour chaque puissance de 10. L'additionneur (décimale) qui détermine le « digit »-somme et le digit à transporter, résultat de l'addition de deux digits, est composée d'un certain nombre d'additionneurs binaires et d'un inverseur (voir fig. 55). Les additionneurs binaires sont tour à tour faites de portes « ET », et de portes « OU » et d'inverseurs (voir fig. 56). C'est pourquoi l'on utilise des blocs-circuits.

La mémoire comporte, comme éléments, des tores magnétiques. 4 plans de matrice de 16×16 tores chacun sont nécessaires pour la mise en mémoire des 16 nombres de 16 « digits » chacun. Le registre à mémoire dans lequel apparaît le résultat de la lecture d'une adresse choisie de mémoire est composé de 4 multivibrateurs bistables FF₁. Le sélecteur de nombres et le sélecteur de « digits » sont tous deux formés par 4 multivibrateurs bistables FF₁ connectés de manière à constituer un compteur binaire.

La même remarque s'applique au compteur de « digits » (cc) et au compteur multiplicateur (cm) qui remplissent une fonction mémoire pendant que s'effectuent les opérations arithmétiques.

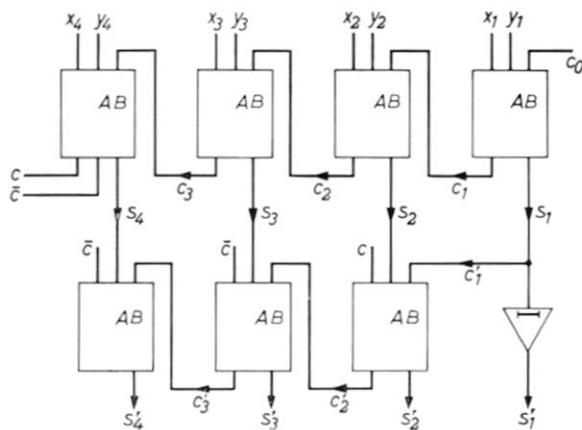
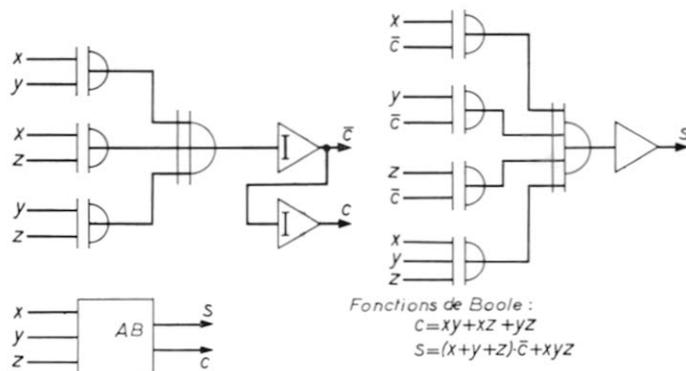


Fig. 55. — Schéma-bloc de l'additionneur décimal.



Fonctions de Boole :

$$C = xy + xz + yz$$

$$S = (x + y + z) \bar{C} + xyz$$

Fig. 56. — Schéma-bloc de l'additionneur binaire.

Les ensembles appelés r, c dans la figure 54 permettent le passage des mots d'un « digit » décimal lui-même ou de son complément. Ces ensembles sont construits à partir de 8 portes « ET » à 2 entrées chacune (4 blocs-circuits 2.2N₁) et sont commandés par le multivibrateur bistable sff indicateur de signe.

Tous les types de blocs-circuits (sauf le FF₂ qui est uniquement utilisé dans les registres à décalage) sont utilisés dans l'ensemble de commande, qui permet d'établir les différentes connexions nécessaires à la transmission du programme établi.

NOMBRE ET TYPE DES BLOCS-CIRCUITS UTILISÉS

La calculatrice comporte 650 blocs-circuits, répartis comme suit :

TYPE	NOMBRE
2.2N ₁	99
2.3N ₁	213
2.2 P ₁	39
2.2 EF ₁	123
2.1A ₁	17
EF ₁ /IA ₁	22
FF ₁	65
FF ₂	57
OS ₁	15
Total	650

VOLTMÈTRE DIGITAL

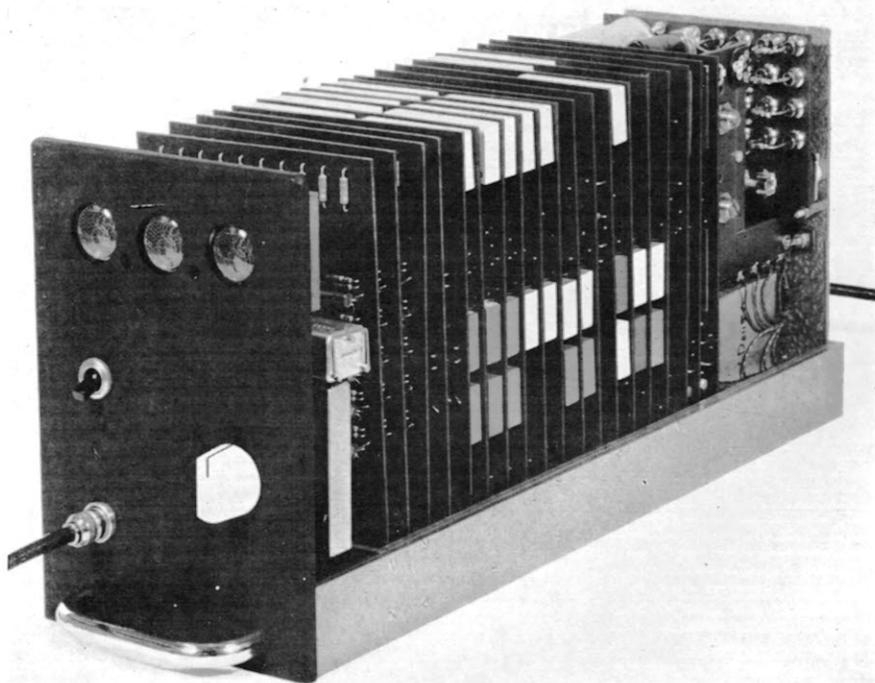


Fig. 57. — Photographie du voltmètre digital.

Ce voltmètre digital, dont la photographie est donnée par la figure 57, permet de mesurer des tensions continues aussi faibles que 10 μ V et de les afficher numériquement par des tubes indicateurs Z 510 M de 3 décades. L'impédance d'entrée de cet appareil de précision est 1 M Ω /V; la précision pour la plus petite valeur affichée est de 0,5 % \pm 1. Cet appareil de mesure a 3 calibres : 9,99 mV — 99,9 mV — 999 mV.

La figure 58 donne le schéma-bloc du voltmètre. Au moyen du sélecteur de gamme, la tension à mesurer est appliquée à un étage où elle est comparée à une tension de référence variable. Cette dernière augmente d'une façon discontinue (chaque discontinuité ayant la valeur d'un « digit » binaire) jusqu'à ce que la différence de tension avec l'étage comparateur soit nulle. Enfin la tension de sortie du comparateur est appliquée au discriminateur (par l'intermédiaire d'un conver-

tisseur courant continu-courant alternatif et d'un amplificateur à courant alternatif) qui contrôle la valeur de la tension de référence. Cela se produit dans un convertisseur digital-analogique composé d'un circuit en échelle de résistance de précision.

Lorsque la tension de référence a augmenté de façon à égaler la tension d'entrée, elle est appliquée sur le circuit décodeur qui commande les tubes indicateurs décimaux.

Sur la photographie (fig. 57) on peut voir que les (49) blocs-circuits ainsi que les autres composants sont montés sur des plaques (verticales) à câblage imprimé. Sur le panneau, au premier plan, on peut apercevoir les 3 tubes indicateurs, l'interrupteur de courant, l'interrupteur-sélecteur de gamme, et la connexion d'entrée. L'alimentation est montée à l'arrière. La consommation de cet ensemble est 60 W. Ses dimensions sont : 197 \times 139 \times 450 mm et son poids : 8,8 kg.

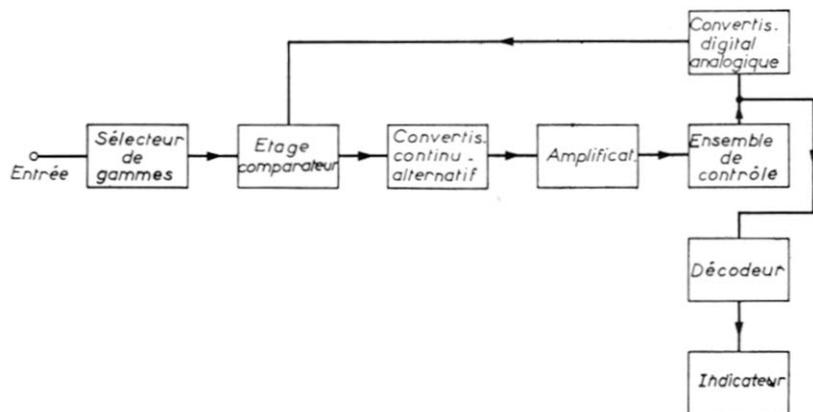


Fig. 58. — Schéma-bloc du voltmètre.

COMMANDE AUTOMATIQUE D'UNE PRESSE HYDRAULIQUE

Dans la fabrication en série de certains matériaux on utilise une presse hydraulique, dans laquelle la matière est pressée pour obtenir la forme et la consistance désirées. La presse, dessinée schématiquement figure 59, comprend principalement un moule et deux matrices, chacune d'elles étant reliée à un vérin hydraulique. Sur la figure, les deux matrices sont dessinés dans leur position supérieure. La matrice supérieure est contre le moule, dans sa position inférieure.

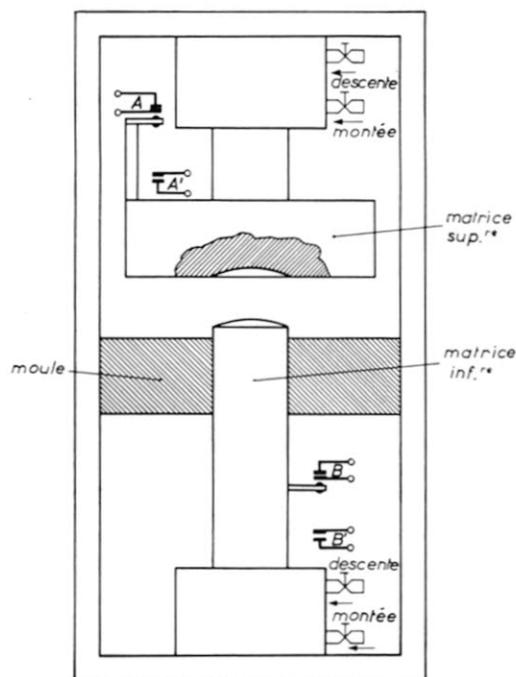


Fig. 59. — Schéma de la presse hydraulique.

Programme

Pendant le pressage, on doit actionner plusieurs vannes et contacteurs selon un programme défini. En principe ils

peuvent être manœuvrés mécaniquement, mais puisque la presse est utilisée pour différentes sortes de matériaux, la commande électronique est préférable car elle est plus souple.

Dans le diagramme de la figure 60, on a représenté les différentes phases d'un cycle complet des opérations de pressage. Le diagramme montre les intervalles de temps correspondant aux positions des vannes et contacteurs. Dans la partie inférieure de la figure apparaissent les positions correspondantes des matrices.

Les différentes phases sont établies par un ensemble de commandes construit à partir d'un circuit logique. Ce dernier est, tour à tour, commandé par les contacteurs AA' et BB' qui sont actionnés par les matrices dans leurs positions extrêmes et par un circuit de base de temps. La durée des phases I et II est déterminée par la pression d'huile sur les vérins, celle des phases III et IV par la base de temps. Le cycle tout entier est déterminé par les manipulations de la main-d'œuvre.

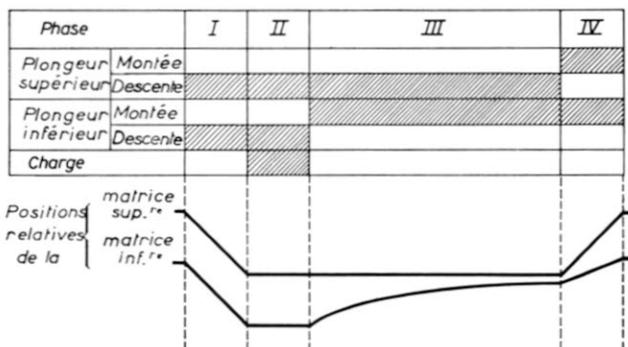


Fig. 60. — Diagramme de la presse hydraulique.

Commande électronique

Le circuit logique et la base de temps sont tous deux constitués de blocs-circuits, respectivement de portes et de multi-vibrateurs bistables. La base de temps est un diviseur de fréquence commandé par les impulsions d'une horloge réglée par le secteur sur 50 Hz. Pour avoir des séquences de temps variables, les circuits de base de temps peuvent être pré-ajustés au moyen de connecteurs à combinaisons. Des transistors de puissance type OC 29 fournissent de l'énergie aux vannes magnétiques qui règlent la pression d'huile des vérins.

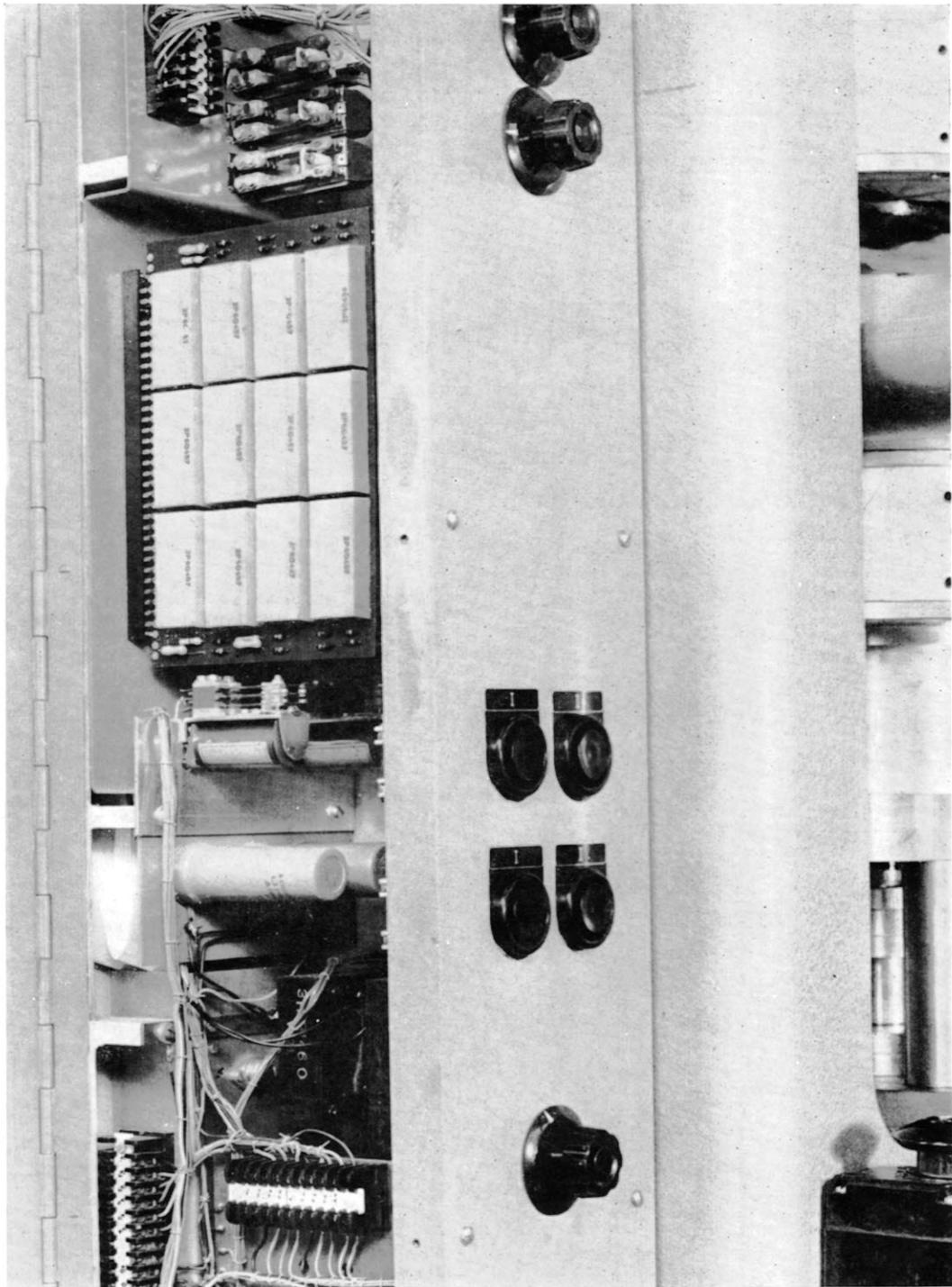


Fig. 59. — Portion de la presse équipée d'un circuit électronique.

La figure ci-dessus donne la photographie d'une presse qui comporte un circuit de commande électronique.

Grâce à la commande électronique, le programme peut être facilement élargi (par ex. utilisation de plusieurs poinçons).

NOTA. — Il est prévu l'édition de Bulletins Techniques traitant les diverses applications possibles des BLOCS-CIRCUITS « TRANSCO » dans les différents domaines de l'électronique.

Les constructeurs intéressés pourront nous demander le service de ces publications.

C. O. P. R. I. M.

7, Passage Charles Dallery
PARIS (XI^e) VOLtaire 18-50

R. C. Evreux 55 B 74