

M. JASTRABSKY

## Circuits logiques

*Mathématiques et sciences humaines*, tome 16 (1966), p. 15-24

[http://www.numdam.org/item?id=MSH\\_1966\\_\\_16\\_\\_15\\_0](http://www.numdam.org/item?id=MSH_1966__16__15_0)

© Centre d'analyse et de mathématiques sociales de l'EHESS, 1966, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Mathématiques et sciences humaines » (<http://msh.revues.org/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques  
<http://www.numdam.org/>

M. JASTRABSKY (\*)

**CIRCUITS LOGIQUES**

Pour effectuer des calculs en logique formelle, on attribue à une réponse vraie, la valeur 0 et à une réponse fausse la valeur L.

Comme les circuits fondamentaux apportent, dans ce sens, des réponses de sortie déduites logiquement des signaux d'entrée, on les appelle circuits logiques.

Il en existe deux types principaux :

- ceux qui attribuent diverses valeurs de la tension aux symboles binaires 0 et L, (on dit alors que la représentation est "statique");

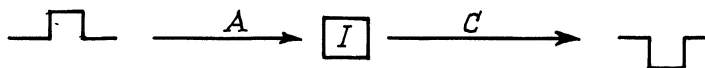
- ceux dans lesquels les deux symboles 0 et L sont représentés par l'absence ou la présence d'impulsions en des instants bien déterminés.

**1. - MONTAGES LOGIQUES FONDAMENTAUX**

Les signaux d'entrée peuvent être de natures très diverses (électrique, pneumatique, hydraulique. ...); ainsi que les technologies employées.

Sans donner de détails technologiques on utilisera ici un symbolisme adapté aux montages électroniques.

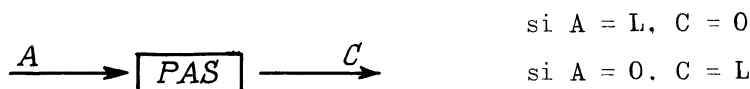
**1.1. - Inverseur "I".**



Signal de sortie présentant une impulsion de tension négative si A = L.

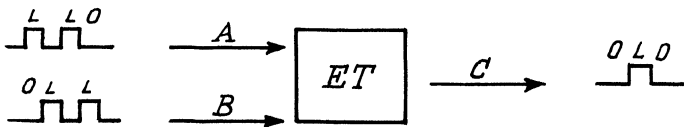
Remarque: ce n'est pas une complémentation de variable booléenne.

En fonctionnement "statique" on utilise un circuit "PAS" qui réalise la complémentation booléenne.



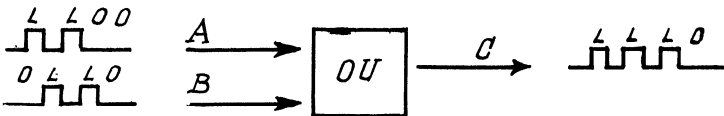
\* Laboratoire de Psychologie Sociale. Paris, Sorbonne, associé au CNRS.

1.2. - Porte "ET".



Signal de sortie présent si  $A = L$  "et"  $B = L$ .

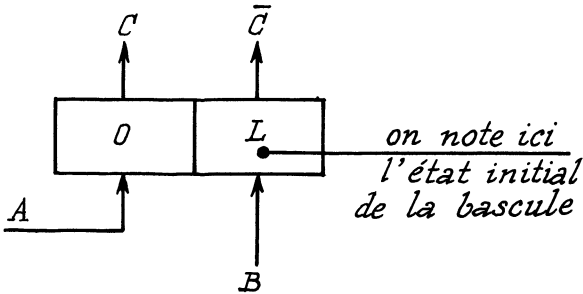
1.3. - Porte "OU".



Signal de sortie présent si  $A = L$ , ou si  $B = L$ , ou  $A$  et  $B = L$ .

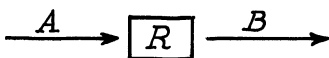
Les portes "ET" et "OU" sont aussi utilisées en fonctionnement statique.

1.4. - Bascules bistables.

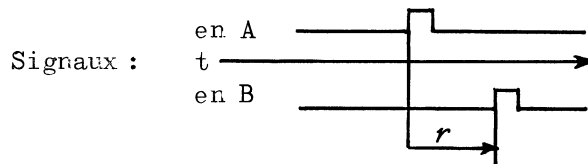


Etat initial:  $C = 0$ ,  $\bar{C} = L$ . Une impulsion en B n'a aucune action. Une impulsion en A fait basculer le système dans l'état stable opposé:  $C = L$ ,  $\bar{C} = 0$ . Une autre impulsion en A reste sans action. Une impulsion en B ramène le système dans son état initial.

1.5. - Dispositif à retard "R".



Une impulsion présente en A n'apparaît en B qu'au bout du temps "r".



2. - EXEMPLES DE REALISATIONS A L'AIDE DES CIRCUITS FONDAMENTAUX.

2.1. - Calcul d'une expression booléenne en régime dit "statique".

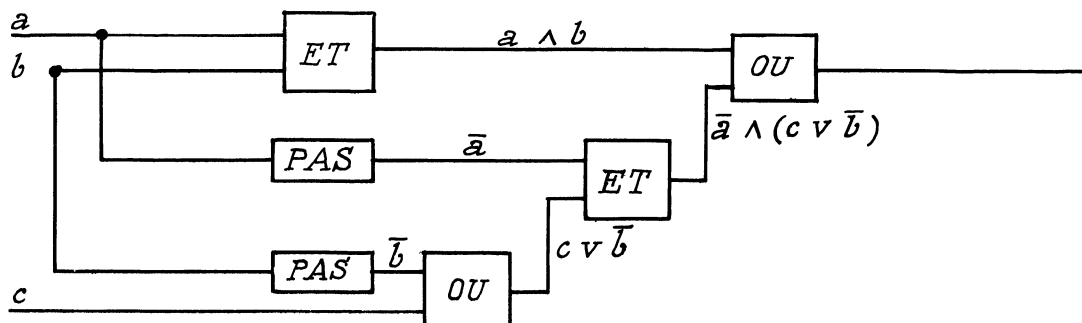
Cette expression pouvant par exemple exprimer une suite de consignes de sécurité.

Soit l'expression

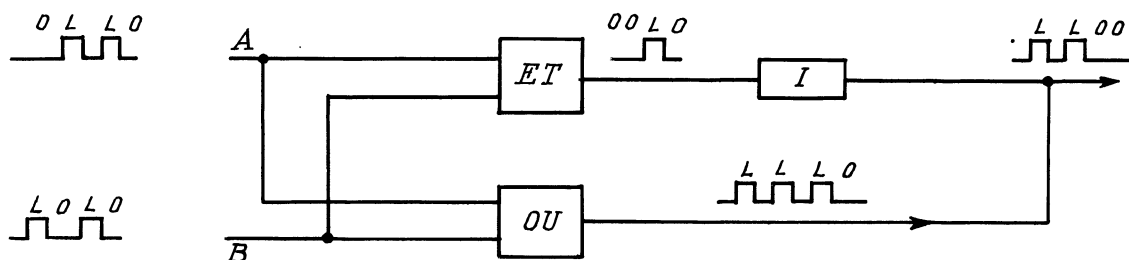
$$(a \wedge b) \vee (\bar{a} \wedge (c \vee \bar{b}))$$

que l'on peut écrire

$$(a \text{ ET } b) \text{ OU } (a \text{ PAS } \cdot \text{ ET } (c \text{ ou } b \text{ Pas}))$$



### 2.2. - Porte "OU EXCLUSIVE"

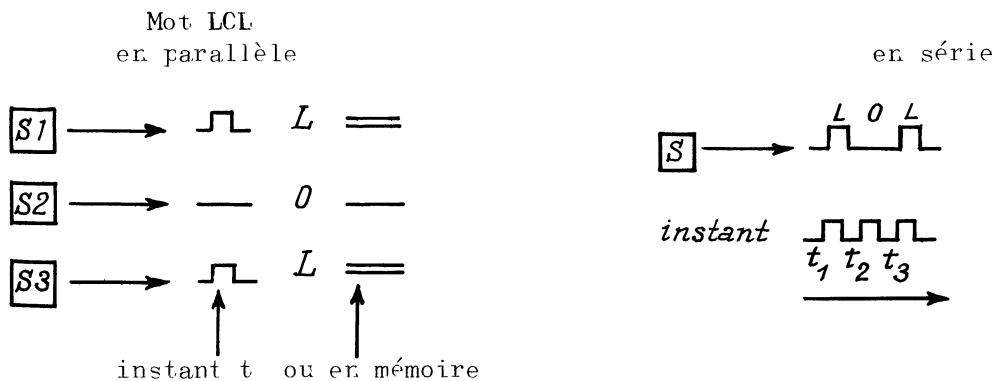


Lorsque des impulsions sont présentes simultanément la porte ET suivie de l'inverseur inhibe le signal donné par la porte OU.

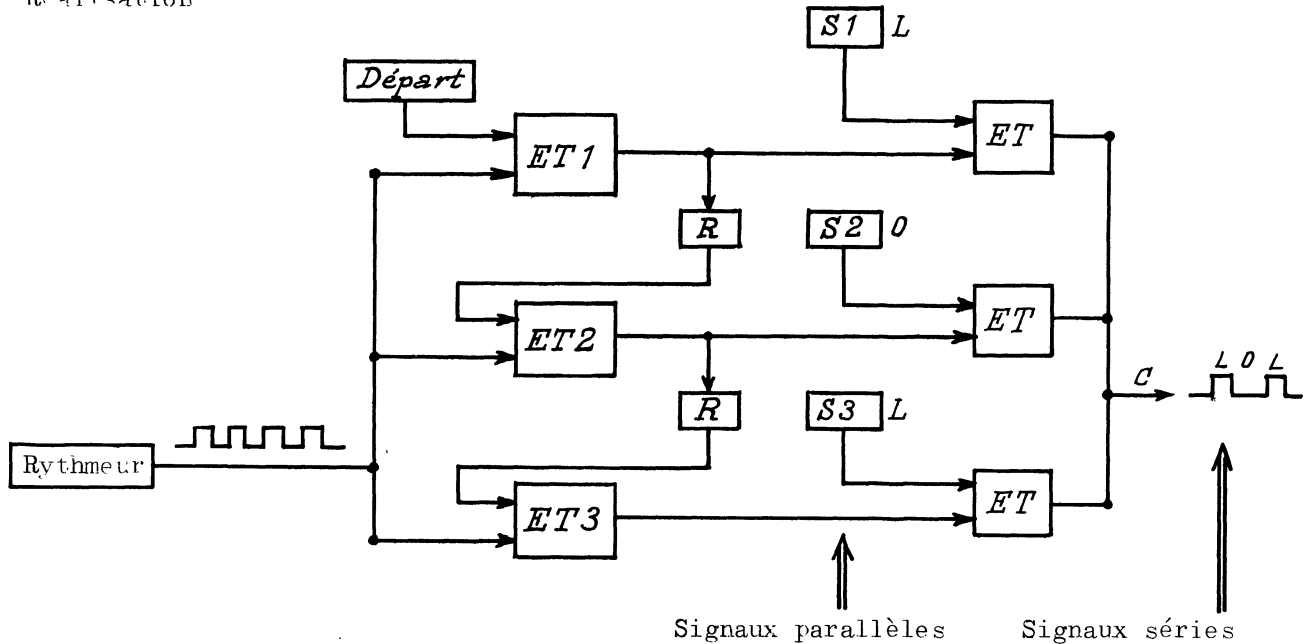
### 2.3. - Transformation d'un mot parallèle en un mot série.

Une information quelconque peut être codée sous forme d'un mot. Soit, par exemple, le mot LOL présent en parallèle, c'est-à-dire que trois systèmes présentent simultanément des états correspondant respectivement ici à L, 0, L.

Nous voulons transformer ceci en un signal série, c'est-à-dire en un train d'impulsions présentant dans le temps des valeurs correspondant à L, puis à 0, puis à L.



## Réalisation



Le rythmeur engendre des signaux d'horloge. Les dispositifs notés R introduisent un retard d'une période d'impulsion. La porte ET1 donne un signal, puis à l'impulsion suivante la porte ET2 est débloquée par l'impulsion retardée provenant de ET1, et ainsi de suite.

### 3. - REALISATION D'UN PROJET.

Nous allons imaginer un dispositif électronique stimulant, en quelque sorte, un "casse-tête chinois", dont on pourrait varier à volonté la forme des éléments et leur nombre.

L'utilisation d'une technologie électronique permet très aisément d'enregistrer toute action du sujet cherchant la solution de ce "casse-tête".

Le but typique d'un appareil de ce genre serait d'étudier la façon dont les sujets utilisent les données ou informations qui leurs sont fournies, et leur pouvoir de déduction.

Nous nous proposons donc d'imaginer une solution, c'est-à-dire un dispositif électronique, d'imaginer son fonctionnement, de résumer dans un cahier des charges, de façon rigoureuse et laconique, toutes les contraintes d'ordre technique, et de là, partie la plus intéressante, de concevoir sous son aspect logique le dispositif électronique répondant à toutes ces conditions.

#### 3.1. - Description

Soit un dispositif comportant N lampes liées entre elles par un ensemble de relations logiques, variable à volonté, qui régit leur allumage. Ces relations seront de quatre types :

R1 - X ET Y = Z

R2 - X OU Y = Z

R3 - X entraîne Y

R4 - X interdit (Z entraîne Y) soit  $\bar{X}$  ET Z  $\implies$  Y

La tâche consistera à allumer une lampe rouge en actionnant n boutons (n N) dont chacun commande directement l'allumage d'une des lampes.

### 3.2. - Fonctionnement.

Le sujet possèdera le graphe représentant les éléments (lampes), liés entre eux par une relation. Il devra découvrir le plus rapidement possible la nature des relations, et ainsi, trouver comment actionner seulement n boutons parmi N, pour obtenir l'allumage du voyant rouge. L'enregistrement de divers tâtonnements du sujet constituera un test très intéressant.

Cette recherche du sujet sera rythmée dans le temps par un circuit à impulsions (par exemple une impulsion de durée 2 secondes toutes les cinq secondes). Une lampe T signalera au sujet la présence des impulsions de rythme.

Une pression sur un bouton ne sera retenue par l'appareil que pendant la présence d'une impulsion de rythme.

### 3.3. - Cahier des charges.

Le but du cahier des charges est d'exposer de façon précise les contraintes auxquelles le produit doit répondre (il a une valeur juridique essentielle). Mais ici nous ne ferons que résumer les contraintes techniques auxquelles le produit doit répondre, c'est en quelque sorte une façon de faire "le point".

C1 - N lampes symbolisant les éléments logiques.

C2 - une de ces lampes est rouge.

C3 - le temps intervient par un signal de rythme. Une impulsion de durée 2 secondes toutes les 5 secondes.

Ces impulsions sont signalées par une lampe T.

C4 - chacune des lampes (sauf la rouge) peut être allumée en actionnant le bouton correspondant.

C5 - l'action sur un bouton ne sera retenue que pendant la présence d'une impulsion de rythme.

C6 - un ensemble de relations logiques peut impliquer, à partir de l'allumage de certaines lampes à impulsion t, l'allumage d'autres lampes à l'instant t+1.

La concrétisation de cet ensemble de relations devra être variable à volonté.

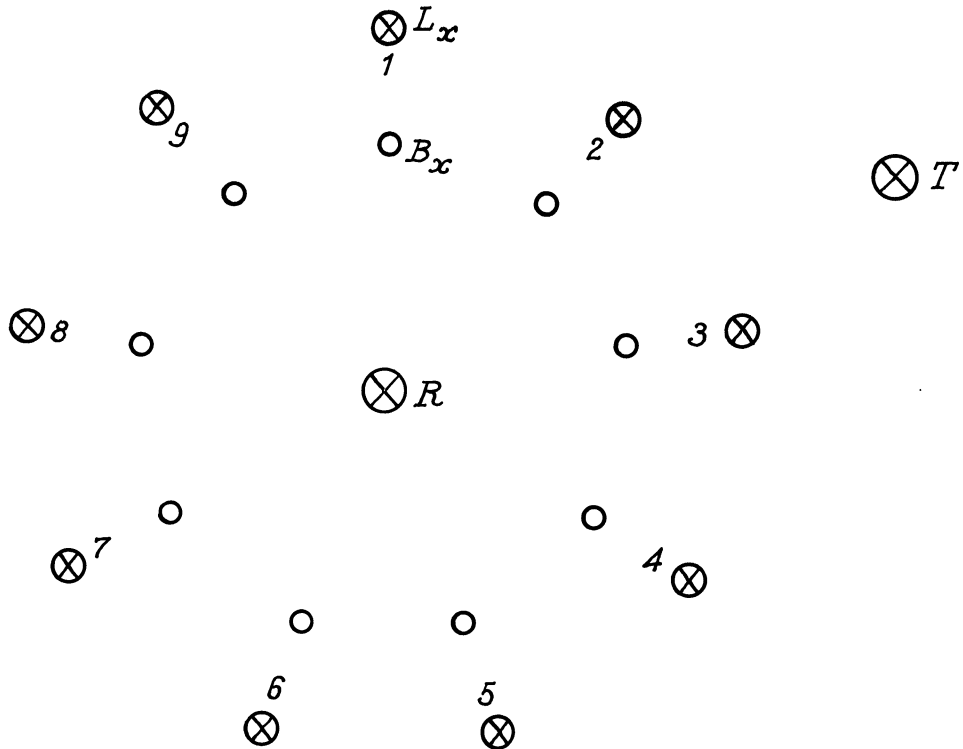
Par exemple on utilisera une matrice de bornes, des fils munis de fiches relieront les bornes adéquates de la matrice.

20.

### 3.4. - Réalisation.

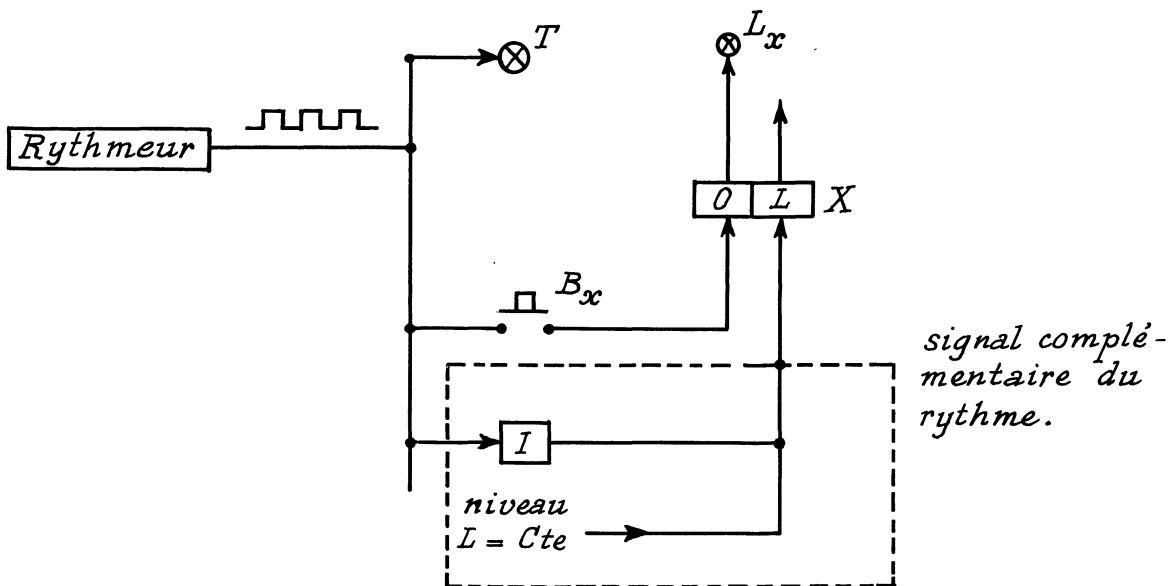
#### 3.4.1. - Conditions C1, C2, C3.

On disposera sur un panneau N-1 lampes  $L_x$  en cercle (exemple N = 10)

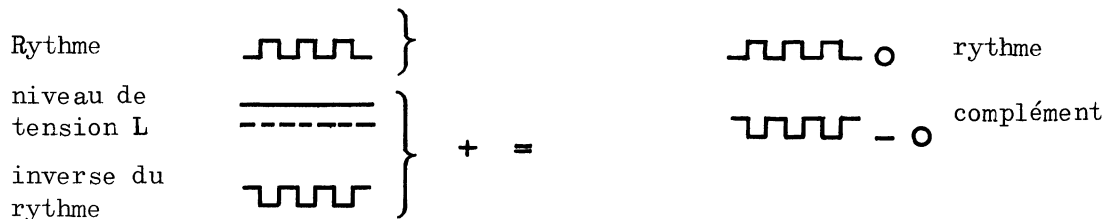


Chaque lampe est accompagnée d'un bouton  $B_x$ . Une lampe rouge  $R$  est au centre. Le rythmeur allume une lampe  $T$ .

#### 3.4.2. Conditions C4 et C5.

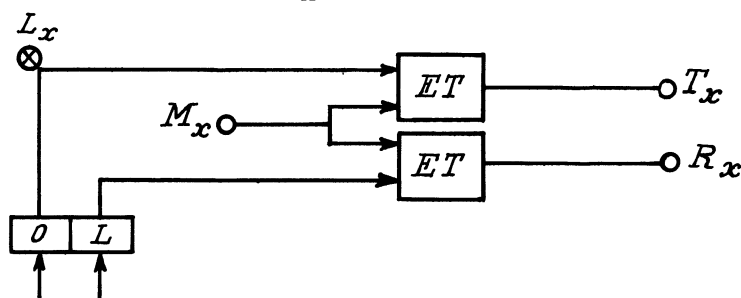


Lorsque l'on presse le bouton  $B_x$  pendant la présence d'une impulsion de rythme, la bascule  $X$  mémorise l'action et allume le voyant  $L_x$ . La bascule est ramenée dans son état initial par un signal complémentaire de rythme.



### 3.4.3. Condition C6

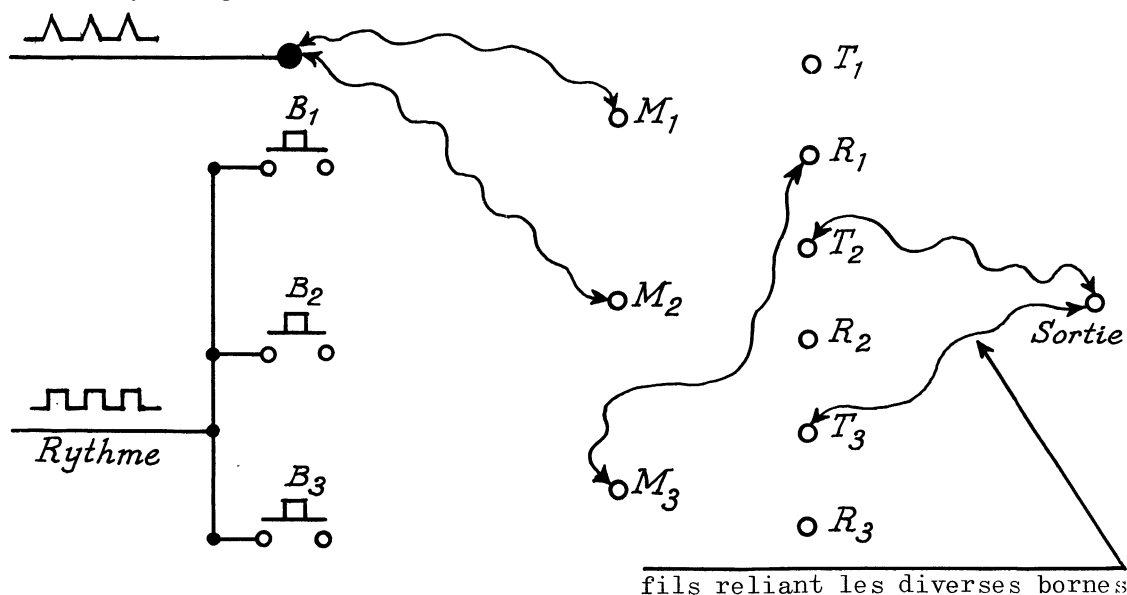
On utilise les niveaux de sortie des bascules pour établir les relations logiques précitées entre les diverses  $L_x$ .



Un signal présent en  $M_x$  sera présent en  $T_x$  si  $L_x$  est allumée et ne sera présent en  $R_x$  que si  $L_x$  n'est pas allumée.

Nota. - On remarque l'analogie du système avec un relais à contacts inverseurs (travail-repos).

On peut déjà imaginer un problème :



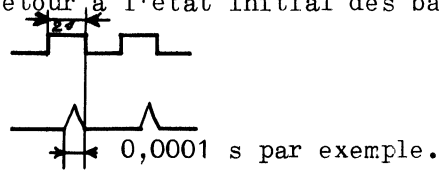
Un signal apparaîtra en S (sortie) si l'on appuie sur B2, OU si l'on appuie sur B3 sans appuyer sur B1 (c'est-à-dire: B3 ET NON B1).



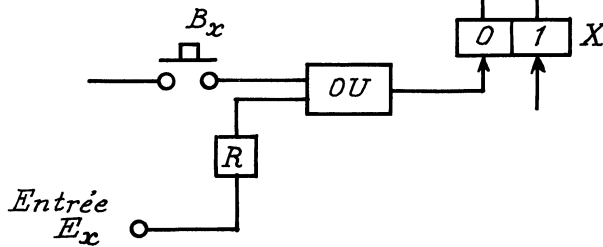
Les impulsions de commande coïncideront avec la chute de la tension de rythme, de façon que ce signal actif n'apparaisse que lorsque les boutons cessent d'être efficaces, mais avant le retour à l'état initial des bascules.

Rythme

impulsion de commande



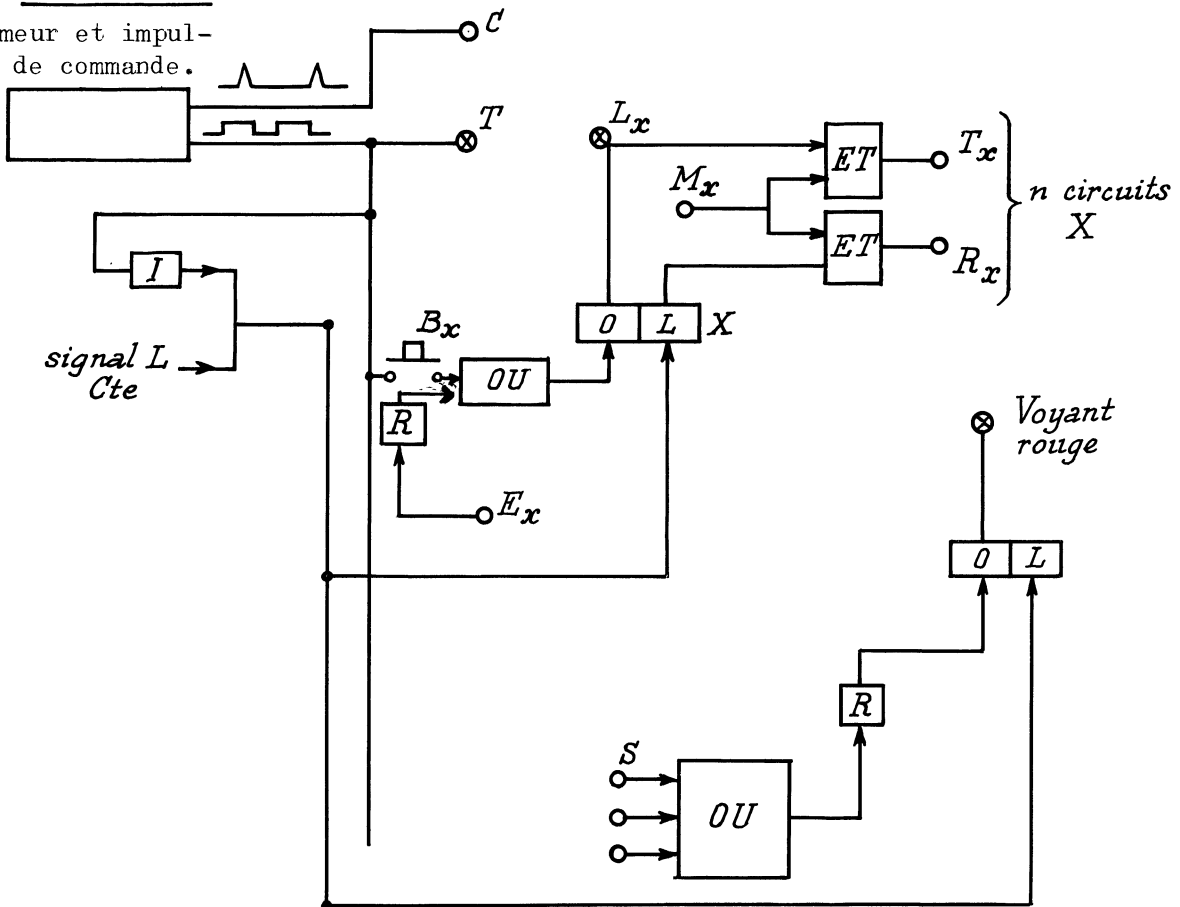
Cherchons à réaliser maintenant la relation d'implication. Il faut qu'une action à l'impulsion  $t$  entraîne une autre à l'impulsion  $t+1$ . Pour cela il nous suffira de disposer d'un circuit retardant les signaux d'une période de rythme.



Si l'on relie une sortie T (ou R) à  $E_x$  un signal présent en T (ou R) à l'impulsion  $t$  commandera la bascule X à l'impulsion  $t+1$ .

4. - SCHEMA GLOBAL.

Rythmeur et impulsion de commande.



signaux de retour à l'état initial des bascules

5. - EXEMPLE D'UN PROBLEME PROPOSE AVEC UNE MACHINE DE CE TYPE.

Le sujet doit trouver une solution (c'est-à-dire le moyen d'allumer la lampe rouge) en appuyant uniquement sur les boutons 4, 5 et 6.

5.1. - **Système de relations** (inconnu du sujet).

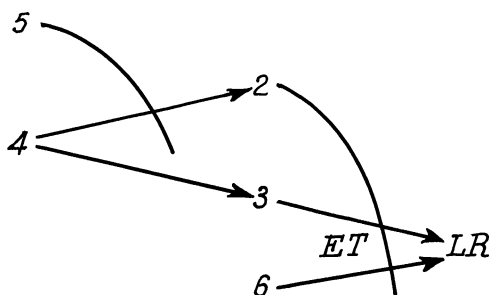
4 entraîne 2 et 3.

6 et 3 entraînent l'allumage de la lampe rouge.

2 interdit l'allumage de la lampe rouge donné par 6 et 3.

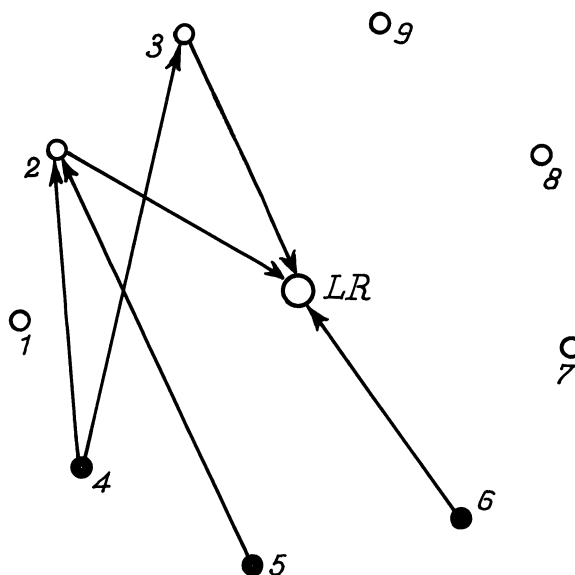
5 interdit 2 donné par 4.

Soit :



La solution est immédiate sur ce graphique; il faut presser 4 et 5 puis 6 à l'impulsion suivante.

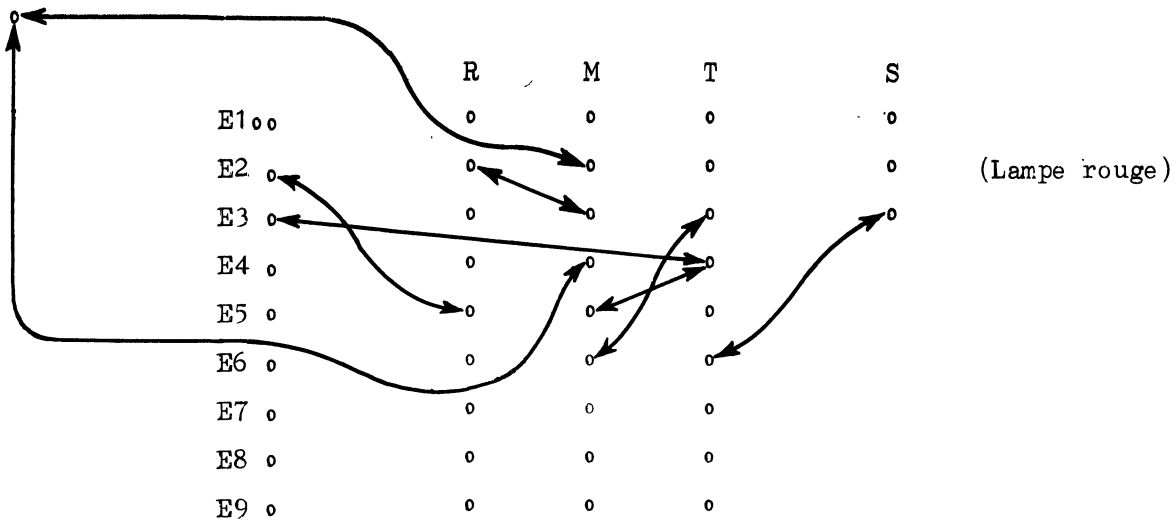
Mais avec le graphe donné au sujet il lui faudra plusieurs tâtonnements!



Graphe donné au sujet.

## 5.2. - Cablage de ce problème.

C (impulsion de commande)



Matrice de bornes

**CONCLUSION.**

Nous pouvons remarquer que le qualificatif "logique" convient mieux à ce type de circuits que celui de booléen; car bien souvent le fonctionnement de ces ensembles ne pourrait être transcrit sous forme booléenne qu'à l'aide d'artifices faisant intervenir les notions de transmission orientée de l'information et de temps (cf. dispositif à retard).