

Description d'un analyseur de phénomènes aléatoires

par P. Bréonce

Bureau International des Poids et Mesures, F-92310 Sèvres

1. Remarques préliminaires

L'appareil décrit dans ce rapport a été construit en 1970, ce qui explique le choix de certains circuits intégrés que l'on n'aurait sans doute pas utilisés en 1978. Il a servi récemment à déterminer d'éventuelles déviations d'une distribution de Poisson (voir [1] ou [2]). Il fonctionne en association avec un sélecteur multicanaux utilisé en mode multiéchelle. Sa fonction précise est décrite dans ce qui suit.

2. But de l'appareil

On peut décrire le rôle du dispositif à l'aide du schéma de la figure 1.

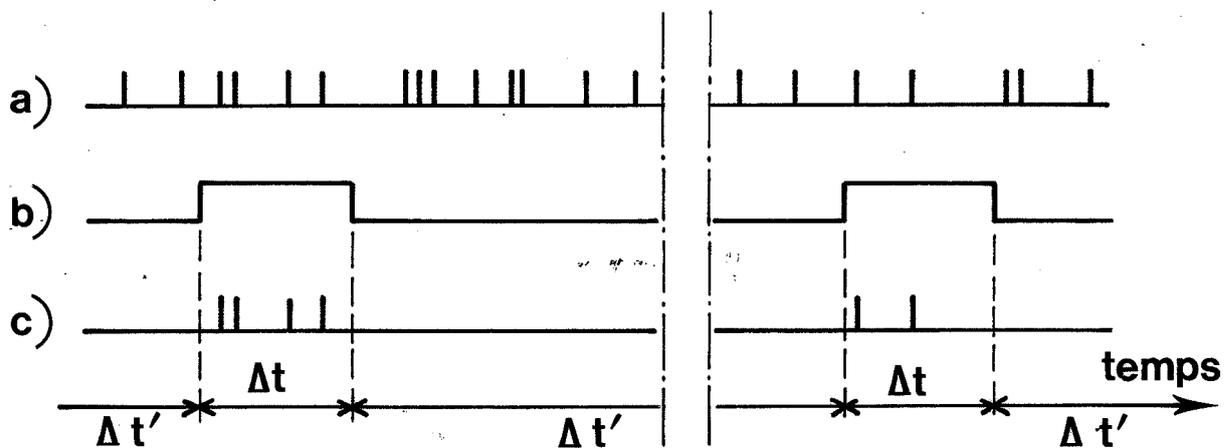


Figure 1 - Principe de l'analyse

a) Série R d'impulsion à étudier

b) Succession d'intervalles d'analyse  $\Delta t$  et de traitement  $\Delta t'$

c) Groupes d'impulsions enregistrées pendant les intervalles  $\Delta t$

On s'intéresse au nombre d'impulsions appartenant à la série R qui surviennent pendant un intervalle de temps  $\Delta t$ . La mesure est répétée

un grand nombre de fois et les résultats obtenus sont accumulés dans la mémoire d'un sélecteur multicanaux. On détermine ainsi, pour une série R et un temps de mesure  $\Delta t$  donnés, le nombre de fois  $N_k$  où l'on a observé exactement  $k$  impulsions avec  $0 \leq k \leq 99$ . La figure 2 montre une répartition possible.

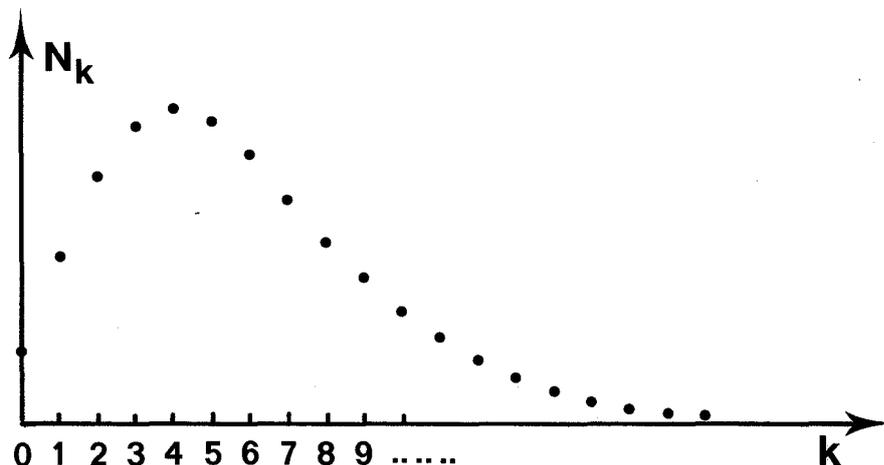


Figure 2 - Exemple de répartition obtenue

Le nombre d'intervalles utilisés est égal à la somme des  $N_k$ , soit  $\sum N_k$ . La probabilité pour un nombre  $k$  est donc approchée par le rapport  $N_k / \sum N_k$ .

### 3. Principe de fonctionnement de l'analyseur

La figure 3 donne un schéma simplifié de l'analyseur. Pendant l'intervalle d'analyse  $\Delta t$ , on applique en A, B et C des niveaux logiques tels que:

- les impulsions de la série R sont acheminées vers le compteur-décompteur,
- ce dernier est en fonction compteur,
- les impulsions du générateur ne franchissent pas la porte 2.

Le compteur sert de mémoire tampon en ce qui concerne le nombre des événements survenus pendant l'intervalle  $\Delta t$ . On ne s'intéresse pas à leur situation dans le temps. A la fin de l'intervalle  $\Delta t$ , on veut connaître le nombre  $k$  enregistré dans le compteur et le classer dans la mémoire du sélecteur multicanaux. C'est le traitement qui s'opère pendant l'intervalle  $\Delta t$ . Les niveaux en A, B et C sont tels que:

- le compteur-décompteur est en fonction décompteur,
- les impulsions de la série R ne sont plus acheminées mais remplacées par celles du générateur qui franchissent les portes 2 et 5.

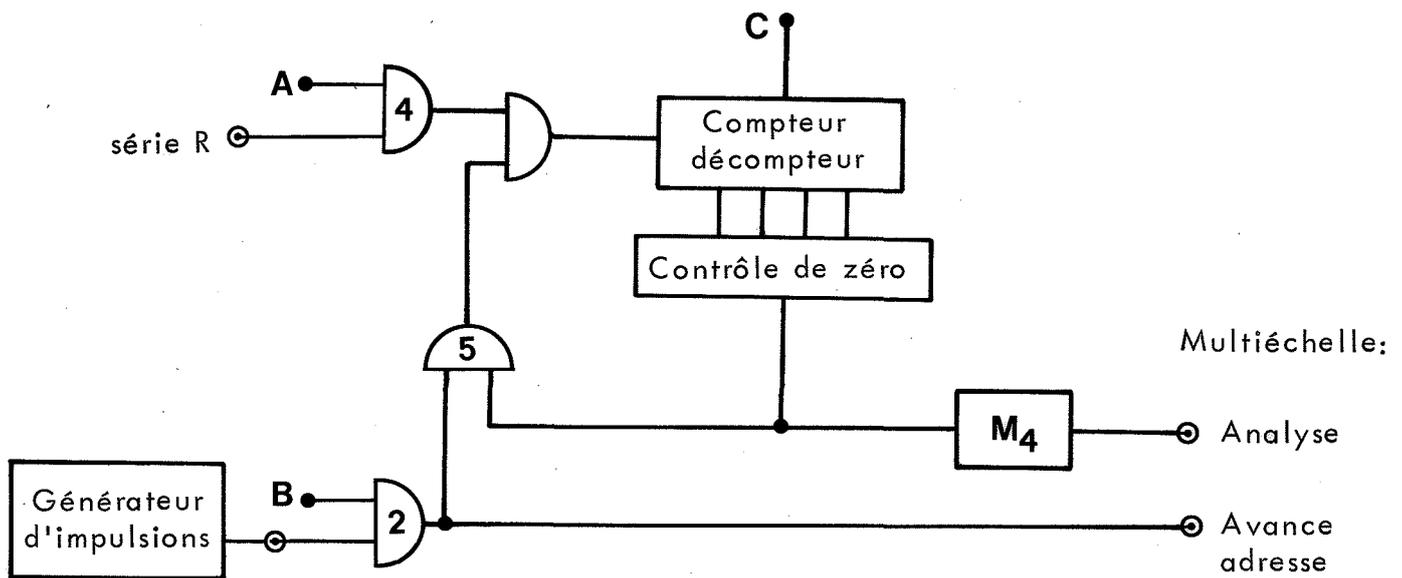


Figure 3 - Schéma simplifié de l'analyseur

Les impulsions de générateur "vident" le compteur de son contenu en même temps qu'elles font avancer l'adresse du sélecteur multicanal. Quand le compteur est vide, le circuit de contrôle de zéro arrête le décompte et actionne le monostable  $M_4$  qui génère un signal que l'on classe dans le canal où se trouve arrêtée l'adresse. A chaque nombre  $k$  correspond une adresse, donc un canal. L'adresse est remise à zéro et on peut recommencer un cycle.

#### 4. Fonctionnement détaillé

Le schéma complet de l'analyseur est représenté sur la figure 4. Précisons tout d'abord le rôle des diverses entrées.

Entrée 1 - Elle reçoit des impulsions récurrentes séparées par un intervalle de temps précisément égal à  $\Delta t$ . Ces impulsions actionnent le bistable  $B_1$  sous certaines conditions (bistable  $B_2$  et porte 1).

Entrée 2 - Les impulsions présentes à cette entrée sont dirigées par deux chemins vers le monostable  $M_6$  qui provoque l'avance adresse du sélecteur multicanal. Leur période est choisie en fonction du sélecteur utilisé; elle est de l'ordre de 10 à 20  $\mu s$ .

Entrée ES (entrée source) - On applique à cette entrée les impulsions provenant de la série R à étudier. Ces impulsions sont comptées pendant l'intervalle  $\Delta t$ .

On remarque que les impulsions en  $E_1$  sont produites par division de celles qui sont appliquées à  $E_2$ . Cette disposition évite que les origines des intervalles  $\Delta t$  interviennent à n'importe quel instant du cycle.

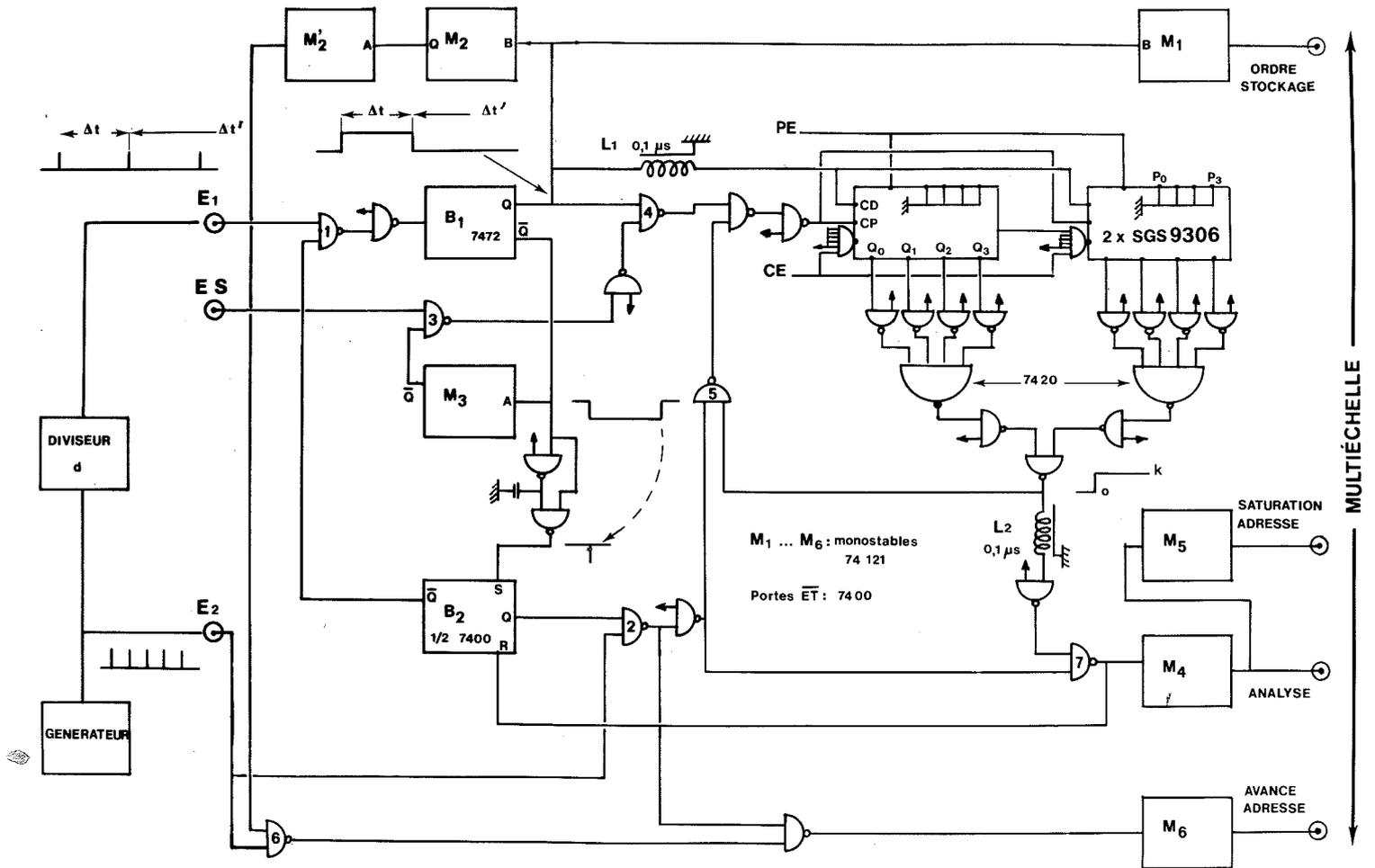


Figure 4 - Schéma détaillé de l'analyseur

### Description d'un cycle de fonctionnement

Toutes les portes utilisées sont du type NON-ET. Nous dirons dans ce qui suit qu'une porte est "ouverte" quand elle fonctionne en inverseur sur l'une de ses entrées, l'autre étant au niveau logique 1. Elle est "fermée" dans le cas où, une entrée étant au niveau 0, la sortie reste au niveau 1, quel que soit l'état de l'autre entrée.

Les conditions initiales, satisfaites après un cycle, sont les suivantes:

- La sortie Q du bistable B<sub>1</sub> est au niveau 0.
- La porte 4 est donc fermée.
- La sortie Q du bistable B<sub>2</sub> est au niveau 0, et Q-bar à 1. Par suite, la porte 2 est fermée et la porte 1 ouverte.
- Les compteurs sont vides:  $Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 0$ .  
La porte 5 est fermée.

Une impulsion se présente en  $E_1$  et actionne le bistable  $B_1$ : c'est le début d'un intervalle  $\Delta t$  et d'un cycle. La sortie  $Q$  de  $B_1$  prend l'état 1: la porte 4 est ouverte.  $\overline{Q}$  prend l'état 0. Les transitions actionnent les monostables  $M_1$ ,  $M_2$  et  $M_3$ .

$M_1$  fournit un ordre de stockage au sélecteur; celui-ci est prêt à recevoir des impulsions d'avance adresse et à accumuler des informations.

$M_2$  actionne  $M_2^1$ ; la période de  $M_2$  constitue un retard, celle de  $M_2^1$  est la durée d'ouverture de la porte 6, durée pendant laquelle on laisse "passer"  $n$  impulsions qui actionnent le monostable  $M_6$ . L'adresse du sélecteur avance jusqu'au canal de rang  $n$ . On évite ainsi l'utilisation du canal zéro.  $n$  pourrait être égal à 1. En fait, on choisit  $n$  égal à 5; la présentation sur l'oscilloscope du sélecteur est plus agréable.

$M_3$ , actionné par  $\overline{Q}$  de  $B_1$ , provoque la fermeture de la porte 3 pendant  $0,2 \mu s$ ; on protège ainsi les compteurs pendant la transition 0 à 1 des entrées CD (count direction). Le niveau 1 sur CD correspond à la fonction comptage. La transition 1 à 0 est protégée par la ligne à retard  $L_1$  de  $0,1 \mu s$ . A la fin du fonctionnement de  $M_3$ , la porte 3 est ouverte et on enregistre dans les compteurs les impulsions qui se présentent à l'entrée ES.

Quand une nouvelle impulsion se présente en  $E_1$ ,  $B_1$  est actionné: c'est la fin de l'intervalle  $\Delta t$  et le début de l'intervalle  $\Delta t'$ .

A la transition de 0 à 1 de la sortie  $\overline{Q}$  de  $B_1$  correspond le fonctionnement du bistable à deux entrées  $B_2$ . L'état de  $B_2$  est tel que la porte 1 est fermée et la porte 2 ouverte.  $B_1$  se trouve protégé et les impulsions du générateur sur  $E_2$  peuvent franchir la porte 2. Au niveau 0 sur les entrées CD des compteurs correspond la fonction décomptage.

Deux cas peuvent se présenter: le contenu des compteurs est 0 ou bien  $k$ .

#### a) Cas où le contenu est zéro

La porte 5 est fermée; il n'y a pas de décompte. Une impulsion de  $E_2$  franchit les portes 2 et 7 et remet à zéro le bistable  $B_2$ , ce qui a pour résultat l'ouverture de la porte 1 et la fermeture de la porte 2. Rappelons qu'il ne peut se présenter d'impulsion en  $E_1$  pendant un temps largement suffisant pour terminer le cycle; ceci grâce au fait que les impulsions en  $E_1$  sont le résultat de la division de celles que l'on applique à  $E_2$ .

L'impulsion de  $E_2$  qui a franchi la porte 2 produit une avance adresse d'un canal. On se trouve en canal  $n + 1$ . Le monostable  $M_4$  étant actionné, une impulsion est fournie à l'entrée analyse du sélecteur. Une information est classée dans le canal de rang  $n + 1$ .

Le monostable  $M_5$  fournit une impulsion de "saturation adresse" au sélecteur qui est prêt à effectuer un nouveau cycle multiéchelle en partant du canal 0. Toutes les conditions initiales sont retrouvées. La prochaine impulsion en  $E_1$  détermine le début d'un nouvel intervalle  $\Delta t$  et le cycle recommence.

b) Cas où le contenu n'est pas zéro

La porte 5 est ouverte et on peut vider les compteurs.  $k$  impulsions franchissent les portes 2 et 5 et font avancer l'adresse au canal  $n + k$ , après quoi la porte 5 est fermée, le contenu des compteurs est 0 et on se trouve ramené au cas précédent. Finalement, une information est classée dans le canal de rang  $n + k + 1$ .

Il suffit de laisser se succéder suffisamment de cycles pour que la probabilité d'observer un nombre  $k$  d'événements soit bien déterminée.

Remarque - On n'a pas représenté les signaux de commande du sélecteur. En effet, ceux-ci doivent être formés en fonction de l'appareil utilisé.

Références

- [1] J.W. Müller: "A test for judging the presence of additional scatter in a Poisson process", Rapport BIPM-78/2
- [2] id.: "Statistiques de comptage", dans "Rapport du Directeur sur l'activité et la gestion du BIPM" (septembre 1977-septembre 1978)

(Septembre 1978)

---