Etude de comptages à l'aide d'un corrélateur (J.W. Müller)

En vue d'éventuelles applications à la méthode $4\pi\,\beta$-γ et aux problèmes de comptage en général, une étude a été faite concernant les possibilités offertes par une mesure expérimentale de fonctions de corrélations. Les conditions de mesure et d'interprétation se révèlent comme particulièrement favorables si la corrélation se fait relativement à une fonction aléatoire à deux valeurs seulement, où les transitions sont commandées par les impulsions du processus de comptage expérimental qu'on veut étudier.

Un tel dispositif se prête aussi très bien à une réalisation électronique simple et sûre où les deux états possibles, réalisés à l'aide d'un bistable, basculent entre eux conformément à l'arrivée des impulsions enregistrées par un compteur.

Le traitement de tels signaux logiques ne donne pas lieu à des difficultés et on évite ainsi les problèmes de linéatité d'un multiplicateur analogique. En effet, toutes les opérations nécessaires peuvent s'effectuer à l'aide de simples portes qui sont commandées par l'état de deux bistables.

Définissons pour un processus aléatoire $x(t)$ la fonction d'autocorrélation R par l'espérance

$$R(\tau) = E\left\{x_A \cdot x_B\right\} ,$$

avec

τ = retard,

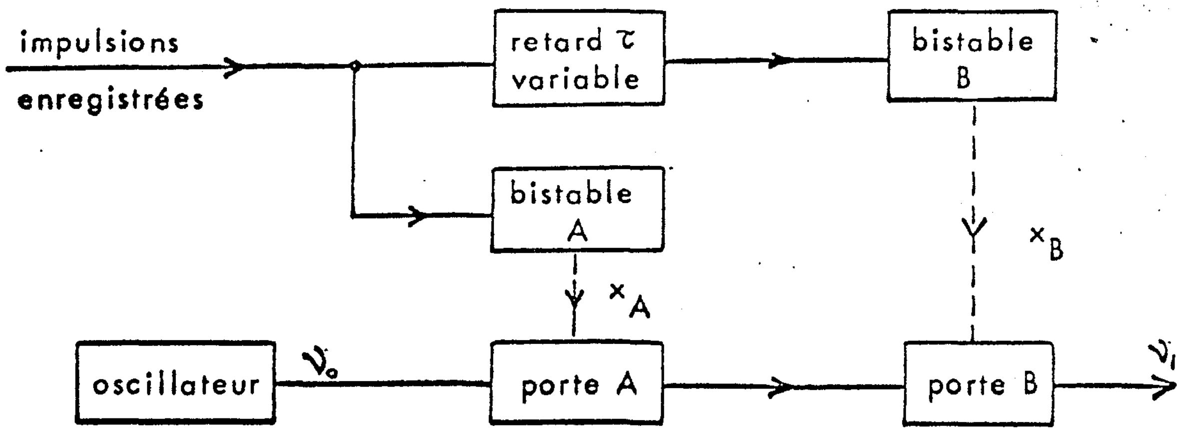
$x_A = x(t)$ et

$x_B = x(t + \tau)$.

Puisque x ne prend que deux valeurs (par exemple +1 et -1), les contributions pour R se décomposent en quatre cas, à savoir

états possibles x_A	x_B	produit $x_A\,x_B$	probabilité
1	1	1	α
1	-1	-1	β
-1	1	-1	γ
-1	-1	1	δ

Si l'on peut admettre que les deux états +1 et -1 ont la même chance d'être réalisés (et cela est souvent le cas), il s'ensuit que $\alpha = \delta$ et $\beta = \gamma$. En tenant compte de l'identité générale $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$, il ne nous reste qu'un seul paramètre à déterminer, par exemple α. Par conséquent, dans ces conditions le dispositif électronique pour la mesure de R peut se limiter aux éléments indiqués ci-dessous.



Dispositif schématique pour la mesure de la fonction d'autocorrélation $R(\tau)$

L'intégration sur le temps est réalisée par un sondage continuel à l'aide d'impulsions qui contrôlent avec une fréquence fixe ν_o l'état momentané des bistables. En supposant que les portes ne sont ouvertes que pour la position +1 des bistables correspondants, par exemple, la fréquence moyenne ν_1 mesurée à la sortie par une échelle nous permet de déterminer la fonction d'autocorrélation recherchée, car

$$R(\tau) = \frac{4\,\nu_1}{\nu_o} - 1 ,$$

puisque $\alpha = \nu_1 / \nu_o$.

En général, cependant, on a avantage à utiliser un dispositif un peu plus compliqué, mais aussi plus flexible. A part des contrôles permanents du fonctionnement et d'un rendement plus élevé dans un temps donné, cela rendra possible des mesures dans des conditions plus générales où la symétrie des deux états +1 et -1 n'est plus conservée. Le dispositif électronique que P. Bréonce construit actuellement nous permettra de connaître la fréquence pour chacune des quatre combinaisons des états. De plus, on prévoit une simple modification du circuit pour la mesure de fonctions d'intercorrélation, le cas échéant.

L'interprétation des résultats des mesures de fonctions d'autocorrélation s'effectuera par comparaison aux prévisions théoriques. Pour nos fonctions aléatoires à deux valeurs, celles-ci sont déterminées par la simple formule

$$R(\tau) = \sum_{k=0}^{\infty} P_{\tau}(k) \cdot (-1)^k ,$$

où $P_{\tau}(k)$ désigne la probabilité pour observer k événements dans un intervalle de temps de durée τ. Si la loi P qui décrit le processus à analyser n'est connu qu'à un paramètre près, la mesure expérimentale de $R(\tau)$ est un moyen pour déterminer cette inconnue.

En particulier, pour un processus de Poisson de densité ρ, on obtient aisément

$$R(\tau) = e^{-2\rho|\tau|} .$$

Cependant, notre intérêt sera surtout dans l'observation de déviations de cette loi qui sont dues aux modifications dans le processus de comptage. Il doit être possible de mesurer ainsi par exemple le temps mort effectif d'un compteur proportionnel, cas où les méthodes normalement utilisées ne pourraient pas être appliquées. En tout cas, on obtiendra des résultats qui, bien que moins précis sans doute, sont complètement indépendants des autres mesures employées jusqu'à présent. Finalement, par la mesure d'une fonction d'intercorrélation entre deux fonctions aléatoires qui dépendent des impulsions bêta et gamma, nous espérons avoir un autre outil pour étudier les coincidences vraies et fortuites dans la méthode $4\pi\beta$-γ.

Une description plus détaillée de tous ces problèmes est en préparation.

(Juillet 1970)