

Zeitschrift: Helvetica Physica Acta
Band: 27 (1954)
Heft: VII

Artikel: Dispositif de réduction du temps de résolution des démultiplicateurs électroniques d'impulsions
Autor: Favre, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-112536>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Dispositif de réduction du temps de résolution des démultiplicateurs électroniques d'impulsions

par **R. Favre** (Lausanne).

(23. X. 1954.)

Sommaire: On décrit un procédé et divers circuits permettant de réduire considérablement l'erreur d'enregistrement d'un démultiplicateur électronique de temps de résolution relativement élevé, utilisé au dénombrement d'impulsions de nature statistique. Les courbes d'erreurs sont données pour différents cas et on suggère quelques applications particulières.

Introduction.

Le dénombrement intégral d'impulsions générées au hasard, présente de sérieuses difficultés lorsque le temps mort de la source s'abaisse au-dessous de 1μ sec. L'utilisation à cet effet de démultiplicateurs électroniques pourvus d'un étage d'entrée à temps de résolution très réduit est un procédé onéreux.

Un circuit électronique, expérimenté depuis plus d'un an dans notre laboratoire, apporte à ce problème une solution nouvelle, simple et efficace.

1. Principe et dispositif d'accumulation.

L'enregistrement des impulsions est précédé d'une suite de mutations tendant à rationaliser leur distribution et à permettre la résolution des groupes d'impulsions même très resserrées.

Chaque impulsion d'entrée, enregistrée sous forme d'une charge électrique unité, entraîne le déblocage d'un multivibrateur pour une durée égale à sa période d'oscillation. Les charges étant cumulatives, il en est de même de la durée du déblocage. Le multivibrateur délivre donc, sous certaines restrictions, autant d'impulsions qu'il a été accumulé de charges unité.

L'intérêt de la méthode réside notamment dans la possibilité d'utiliser le premier étage du démultiplicateur électronique comme multivibrateur. Dans ces conditions, la durée de déblocage doit être réduite à la moitié de la période d'oscillation, chaque impulsion d'entrée devant engendrer une seule transition du multivibrateur bloqué.

La fig. 1 donne le schéma fondamental du circuit proposé. Les charges unité, correspondant aux impulsions positives d'entrée, sont accumulées sur le circuit anodique d'une heptode H . Cette

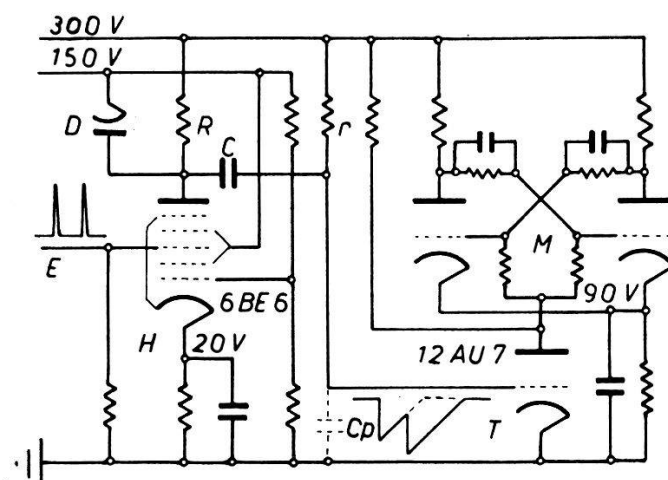


Fig. 1.

Circuit fondamental.

dernière assure son autopolarisation à courant cathodique pratiquement constant.

L'impédance anodique de l'heptode comprend: les résistances R et r , la diode D et la capacité Cp . En l'absence d'impulsion d'entrée, la décharge pratiquement linéaire de la capacité Cp définit la durée de déblocage.

Le multivibrateur M , bloqué par le courant anodique de la triode T , constitue le premier étage du démultiplicateur électronique. Les

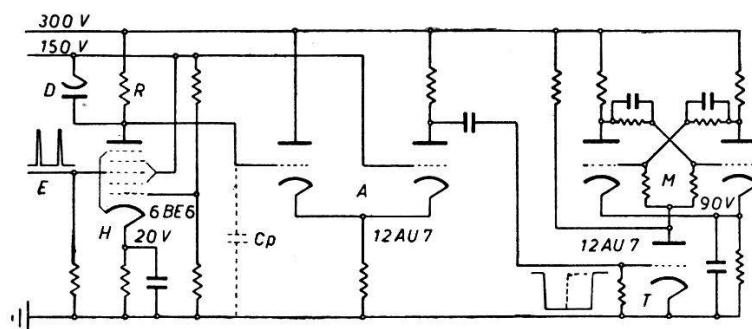


Fig. 2.

Circuit avec amplificateur différentiel.

impulsions négatives, transmises de l'heptode H à la grille de la triode T , débloquent le multivibrateur qui accusera un nombre de transitions égal à celui des impulsions d'entrée.

Une meilleure définition du temps de déblocage est obtenue en faisant précéder la triode T d'un amplificateur différentiel A (fig. 2). Les impulsions en « dent de scie » générées sur l'anode de

l'heptode H , affectent, après amplification, une forme quasi rectangulaire, mieux adaptée à la fonction qui leur est assignée.

Les oscillogrammes de la figure 3 se réfèrent aux transitions du multivibrateur (figure supérieure).

Une suite d'impulsions constitue un groupe lorsque la capacité d'accumulation anodique de l'heptode n'a pas le temps de se décharger entièrement entre deux impulsions.

La réponse correcte du dispositif n'est assurée que pour des groupes de quelques impulsions successives. Leur accumulation est elle-même assujettie à un temps de résolution lié aux circuits d'entrée (préamplificateur, discriminateur, etc.). Nous espérons publier

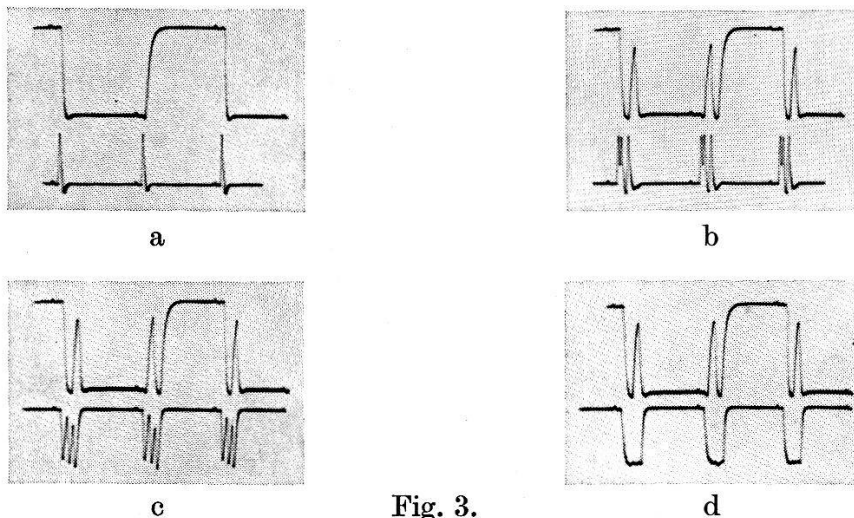


Fig. 3.
Oscillogrammes d'impulsions caractéristiques.

- a) Impulsions d'entrée isolées.
- b) Groupes de trois impulsions d'entrée.
- c) Réponse du circuit anodique de l'heptode, à des groupes de trois impulsions d'entrée.
- d) Mêmes impulsions que précédemment, après l'amplificateur différentiel.

prochainement un circuit discriminateur permettant d'assurer un temps de résolution de $0,1 \mu \text{ sec}$. Les erreurs de comptage sont alors réduites dans une forte proportion. Elles se traduisent toujours, dans un circuit normalement réglé, par une perte d'impulsions.

2. Stabilité.

Les variations maximum de la durée des impulsions composées, mesurées sur notre dispositif expérimental, accusent les valeurs suivantes:

- pour les groupes de deux impulsions: $\pm 20 \%$
- pour les groupes de trois impulsions: $\pm 11 \%$

Il est très simple d'inclure, au besoin, un dispositif de réglage permettant d'assurer l'enregistrement correct des groupes de trois im-

pulsions ou plus. On insère à cet effet une résistance variable dans le circuit cathodique de l'heptode d'accumulation. Le réglage s'opère en réduisant progressivement cette résistance jusqu'à l'enregistrement double de chaque impulsion puis en la rehaussant dans une proportion déterminée par le constructeur.

Cet accessoire peu coûteux évitera des surprises lors du remplacement de certains tubes électroniques.

3. Erreurs de mesure.

Soient: Δt le temps de résolution,
 N la fréquence des impulsions.

Dans tous les cas qui nous occupent, le produit $\Delta t \cdot N$ est une très faible fraction de l'unité, ce qui justifie l'emploi de la formule de Poisson pour les calculs statistiques y relatifs.

$$P(x) = \frac{e^{-\Delta t \cdot N} (\Delta t \cdot N)^x}{x!}$$

$P(x)$ est la probabilité d'obtenir x impulsions dans un intervalle de temps Δt . La probabilité de formation des groupes de différents ordres se déduit de la composition des divers cas possibles.

1° Probabilité des groupes de deux impulsions. C'est la probabilité pour qu'une impulsion quelconque soit suivie d'une seconde impulsion dans un délai Δt , ce qui s'exprime par $P(1)$.

2° Probabilité des groupes de trois impulsions. Conformément à la définition des groupes, deux cas peuvent se présenter.

a) Une impulsion quelconque est suivie de deux autres impulsions dans le délai Δt . La probabilité d'un tel événement est $P(2)$.

b) Une impulsion quelconque est suivie d'une impulsion dans chacun des deux intervalles de temps Δt qui suivent. La probabilité de cet événement est $P(1)^2$. La probabilité cherchée est donc: $P(2) + P(1)^2$.

3° Probabilité des groupes de quatre impulsions. Il y a trois modes indépendants de génération de tels groupements:

a) Une impulsion quelconque est suivie de trois autres impulsions dans le temps Δt . Probabilité: $P(3)$.

b) Une impulsion quelconque est suivie de deux impulsions dans le premier intervalle de temps Δt et d'une troisième impulsion dans le second intervalle de temps Δt ou inversement. Probabilité $P(2) \cdot P(1) \cdot 2$.

c) Une impulsion quelconque est suivie d'une impulsion dans chacun des trois intervalles de temps Δt suivant. Probabilité: $P(1)^3$.

La probabilité cherchée est ici: $P(3) + 2 \cdot P(2) \cdot P(1) + P(1)^3$.

L'inégalité $1/\Delta t \cdot N \gg 1$ étant convenue:

$P(1)$ exprime la perte d'impulsions d'un démultiplicateur de temps de résolution Δt .

$P(2) + P(1)^2$ exprime la perte d'impulsions d'un démultiplicateur de temps de résolution Δt , précédé d'un dispositif permettant de résoudre les groupes de deux impulsions au plus.

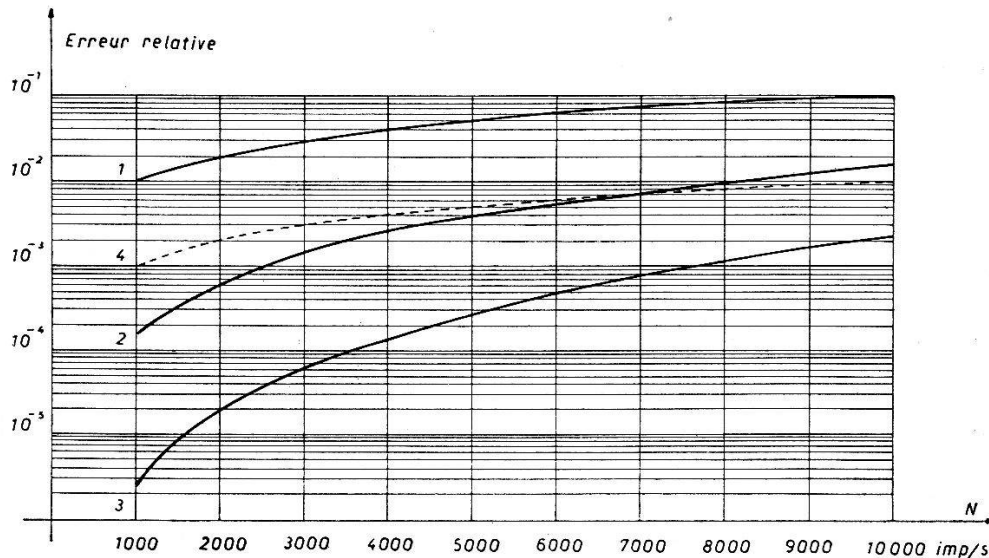


Fig. 4.

Courbes d'erreurs (pertes d'impulsions).

Courbe 1: perte d'impulsions d'un démultiplicateur électronique pour $\Delta t = 10 \mu \text{ sec}$.

Courbe 2: perte d'impulsions du même démultiplicateur, précédé d'un dispositif permettant de résoudre les groupes de deux impulsions.

Courbe 3: perte d'impulsions du même démultiplicateur, précédé d'un dispositif permettant de résoudre les groupes de trois impulsions.

Courbe 4: perte d'impulsions d'un démultiplicateur électronique pour $\Delta t = 1 \mu \text{ sec}$.

$P(3) + 2 \cdot P(2) \cdot P(1) + P(1)^3$ exprime la perte d'impulsions d'un démultiplicateur de temps de résolution Δt , précédé d'un dispositif permettant de résoudre les groupes de trois impulsions au plus.

La comparaison de ces expressions est facilitée par le fait que $e^{-\Delta t \cdot N} \cong 1$ nous avons donc:

$$P(1) = \Delta t \cdot N.$$

$$P(2) + P(1)^2 = 3/2 (\Delta t \cdot N)^2.$$

$$P(3) + 2 \cdot P(2) \cdot P(1) + P(1)^3 = 13/6 (\Delta t \cdot N)^3.$$

Le nombre de décades électroniques des démultiplicateurs d'impulsions utilisés en physique nucléaire, se limite en général à 3. La fréquence maximum des impulsions d'entrée est alors d'environ 10000 imp/sec. En admettant cette valeur, nous obtenons pour

$\Delta t \cdot N$: 0,05 ou 0,1 selon que le temps de résolution est de 5 ou 10 μ sec. Les pertes de comptage diminuent donc très rapidement avec l'accroissement de l'ordre des groupes d'impulsions qui peuvent être résolus par le dispositif précédant le démultiplicateur électronique, comme en témoigne le graphique (fig. 4).

Les fonctions correspondant à un temps de résolution Δt différent, sont obtenues par translation des courbes respectives du graphique. Ces courbes s'entendent pour une source d'impulsions de temps mort réduit par rapport à Δt et en négligeant le temps de résolution des circuits discriminateur et de mise en forme des impulsions d'entrée. Les pertes d'impulsions dues à ce dernier sont obtenues par translation des courbes 1 ou 4 au niveau correspondant. On en déduit que, si le temps de résolution inhérent aux

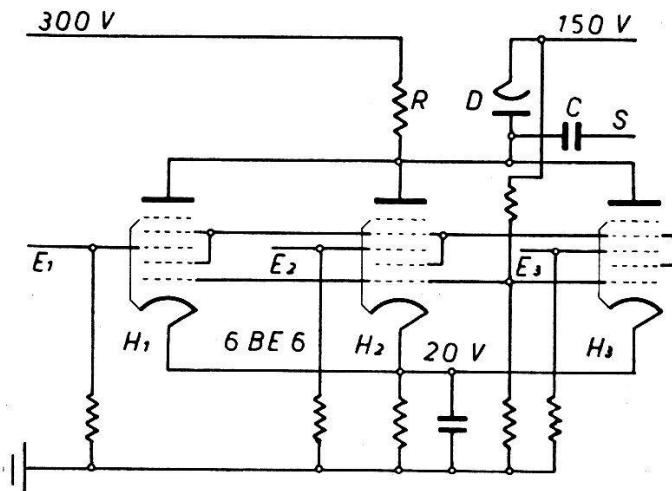


Fig. 5.

Dispositif d'accumulation à 3 entrées.

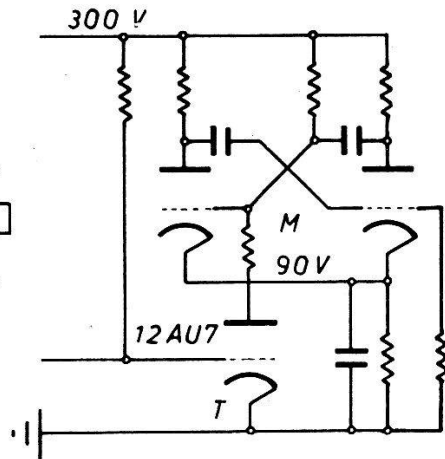


Fig. 6.

Multivibrateur monostable, bloqué par une triode.

circuits préamplificateurs n'est pas inférieur à 0,1 μ sec, la résolution de groupes de plus de trois impulsions est inutile. Dans la plupart des cas, la résolution des groupes de deux impulsions suffit amplement ce qui permet de se dispenser de l'amplificateur différentiel.

4. Autres applications.

Lorsque le problème se présente d'avoir à enregistrer, par un même appareil, des impulsions de provenances diverses, il est possible d'accumuler les charges unité par autant de voies distinctes qu'il y a de sources d'impulsions. Le temps de résolution entre impulsions d'origines différentes est annulé.

La figure 5 schématise un dispositif à trois entrées, comprenant autant d'heptodes en parallèle sur le circuit anodique desquelles les charges unité s'accumulent en commun.

L'emploi d'un multivibrateur indépendant des étages de démultiplication, se justifie dans plusieurs applications dont nous suggérons trois exemples:

1° Pour l'équipement d'un démultiplicateur électronique existant, sans avoir à modifier sa structure interne.

2° Pour précéder les tubes de numération d'un démultiplicateur électronique à décatrons.

3° Pour l'attaque d'un numérateur mécanique soumis à des impulsions de nature statistique.

On utilisera à cet effet un multivibrateur bloqué du type monostable (fig. 6). Le dispositif d'accumulation est identique au précédent et le procédé de blocage s'inspire du même principe. A chaque impulsion d'entrée correspond une impulsion de sortie rectangulaire de durée déterminée.

L'application la plus importante de ce procédé est certainement celle qu'on en peut faire à l'enregistrement d'impulsions périodiques à haute fréquence (jusqu'à 25 MC) qui fera l'objet d'une prochaine communication.

Conclusion.

Le dispositif exposé permet, par sa sécurité de fonctionnement et son pouvoir de résolution élevé, la construction de démultiplicateurs électroniques qui, pour ne comporter qu'un type de décades simples, stables et de faible consommation, accusent, à l'égard d'impulsions statistiques, un temps de résolution limité pratiquement à celui des circuits de mise en forme.

La résolution de groupes de deux impulsions étant suffisante dans la plupart des cas, il est possible de se dispenser de l'amplificateur différentiel. Le dispositif se réduit alors à l'heptode H de la fig. 1, la triode T et le multivibrateur bloqué M , faisant partie de la décade¹⁾.

Appliqué au dénombrement des impulsions par tubes décatrons, ce procédé abaisse le temps de résolution dans une forte proportion en conservant l'homogénéité du principe d'enregistrement. Nous pensons d'une façon particulière aux décatrons à gaz dont le temps de résolution élevé est un obstacle à la généralisation de leur emploi.

Il nous reste l'agréable devoir de remercier Monsieur le professeur HAENNY, Directeur du Laboratoire de Physique Nucléaire et le Fonds National Suisse de la Recherche pour la précieuse contribution qu'ils ont, de manières diverses, apportée à cette étude.

Laboratoire de Recherches Nucléaires
de l'Ecole Polytechnique, Lausanne.

¹⁾ R. FAVRE, *Helv. Phys. Acta*, **27**, 235 (1954).