

Zeitschrift: Helvetica Physica Acta
Band: 28 (1955)
Heft: II-III

Artikel: Compteur d'impulsions à haute fréquence
Autor: Favre, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-112607>

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: 30.03.2025

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

Compteur d'impulsions à haute fréquence

par R. Favre (Lausanne).

(26. II. 55).

Sommaire. On décrit un compteur d'impulsions à accumulation, basé sur un couplage régénératif du tube à émission secondaire, capable d'atteindre une fréquence de 25 MC. Il y est appliqué un nouveau procédé d'interpolation, permettant une indication homogène des résultats, entièrement traduits par des démultiplificateurs électroniques de types classiques.

1. Introduction.

La démultiplication électronique des impulsions par l'utilisation d'étages binaires du type Eccles-Jordan, aux fréquences supérieures à 4 MC, devient rapidement prohibitive par la consommation de courant et la complexité des dispositifs auxiliaires.

Plusieurs auteurs ont préconisé à cet effet l'utilisation de compteurs à accumulation, dispositifs consistant au stockage, dans un condensateur, de groupes d'impulsions dont la dernière de chacun d'eux, déclenche une réaction régénératrice de décharge du condensateur¹⁻⁴). Le facteur de démultiplication est égal au nombre d'impulsions par groupe. L'accumulation pouvant être effectuée très rapidement, le temps de résolution est en général tributaire des circuits de mise en forme, exception faite de la première impulsion de chaque groupe qui doit être suffisamment éloignée de la précédente pour permettre la décharge complète de la capacité. Le circuit réactif de décharge joue donc, dans ce type de compteur, un rôle déterminant. L'utilisation d'un thyatron, par exemple, assure une décharge très rapide, mais affecte le circuit d'un temps de recouvrement si élevé que ce genre de tube ne peut entrer en considération. L'oscillateur bloqué à transformateur a été abondamment utilisé dans ce but³⁾⁴).

Le tube à émission secondaire, générateur d'impulsions cathodiques⁵) trouve ici une application intéressante.

L'interpolation des charges résiduelles des compteurs à accumulation a fait l'objet de dispositifs souvent ingénieux⁴). Nous avons appliqué à cette fin une méthode nouvelle qui, sans complexité excessive, permet une traduction homogène de la mesure sur un ensemble de lampes témoins.

2. Dispositif d'accumulation.

L'élément principal du dispositif d'accumulation (⁵), fig. 3) est un tube à émission secondaire (T 2) à couplage régénératif⁵). Les impulsions de courant, transmises par la pentode T 1, sont accumulées sur le circuit cathodique dont la capacité est réduite à celle des électrodes intéressées et de câblage.

Au repos, le potentiel cathodique du tube à émission secondaire (T 2) est fixé à la tension de crête des réactions. L'application des impulsions fait tomber cette tension selon une courbe en escalier jusqu'au cut-off. L'apparition d'un courant anodique dans le tube à émission secondaire déclenche alors la réaction qui élève brusquement le potentiel de cathode à sa valeur initiale. La chute recommence avec l'impulsion suivante et ainsi de suite (⁵), fig. 4d).

Pour assurer une bonne stabilité du dispositif, il est convenable de limiter à cinq le nombre d'impulsions d'un cycle. L'amplitude de la réaction étant de 50 à 60 volts, la chute de tension cathodique est voisine de 12 volts par impulsion. La fréquence d'entrée maximum est limitée par : la durée de réaction, le temps de recouvrement, le courant cathodique moyen et l'échauffement des électrodes. Ces causes différentes conduisent toutes à une fréquence maximum d'environ 25 MC, réduite à 1 MC par deux étages à accumulation. La numération est dès lors assurée par un démultiplicateur classique.

3. Mesure de la charge résiduelle.

Les dispositifs utilisés dans la pratique varient selon le système réactif appliqué. Il est souvent fait appel à un instrument de mesure⁴) ne constituant pas, en général, un mode de lecture homogène avec les démultiplicateurs qui suivent les étages à accumulation.

Nous avons appliqué une méthode utilisée d'autre part à la réduction du temps de résolution des démultiplicateurs électroniques d'impulsions⁶). Cette méthode se réduit, en effet, au dénombrement des charges unité accumulées dans un condensateur, d'où l'analogie avec notre problème.

Le schéma de principe (fig. 1) comprend : le dispositif d'accumulation, un circuit pilote d'interpolation et un démultiplicateur électronique de capacité d'enregistrement égale ou supérieure au nombre maximum d'impulsions résiduelles.

Au repos, la tension V_c est maintenue, par la résistance de rappel R et le courant de grille du tube T 3, au potentiel cathodique de ce dernier, choisi égal à la tension de crête des réactions.

Lorsque la mesure est stoppée, la tension V_c gagne quasi linéairement sa valeur de repos en un temps proportionnel au nombre de charges unité accumulées sur le circuit cathodique du tube à émission secondaire. La méthode de dénombrement exposée sous ⁶⁾, conduit à faire osciller le premier étage du démultiplicateur électronique durant l'évacuation de la charge résiduelle. En déterminant convenablement la valeur des éléments du circuit, cette oscillation comportera autant d'alternances qu'il s'était accumulé d'impulsions sous forme de charges unité.

Le circuit pilote d'interpolation comprend, en principe, un tube de coïncidences (T 4) dont la première grille de commande est assujettie à la tension V_c , par l'intermédiaire de T 3. La seconde grille de contrôle, normalement au-dessous du cut-off, reçoit une impulsion de déblocage de quelques microsecondes à la fin de chaque

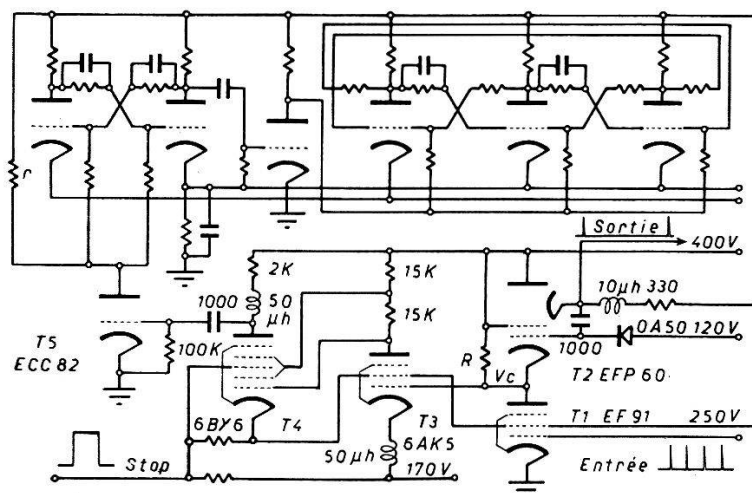


Fig. 1.

Dispositif d'interpolation.

mesure. Les conditions de coïncidences sont déterminées de manière à ne rendre le tube T 4 conducteur que pendant la décharge finale du circuit cathodique d'accumulation. Le blocage de T 5 permet alors l'oscillation de l'étage d'entrée du démultiplicateur électronique d'où l'enregistrement du nombre de charges résiduelles.

La coordination des impulsions est clairement exposée par la fig. 2.

Un étage à accumulation d'ordre quinaire, donne 4 impulsions résiduelles au maximum. Le démultiplicateur le plus économique comprendra la conjugaison de l'étage binaire et d'un étage ternaire⁷⁾. Ce dernier peut être à couple de tubes adjacents conducteurs, stabilisé par la suppression du troisième condensateur de couplage rendu inutile, un cycle complet n'étant jamais atteint (fig. 1).

Les impulsions d'entrée doivent être suffisamment rapprochées pour éviter une décharge intermédiaire appréciable de la capacité cathodique. Cette condition limite à environ 1 MC la fréquence de

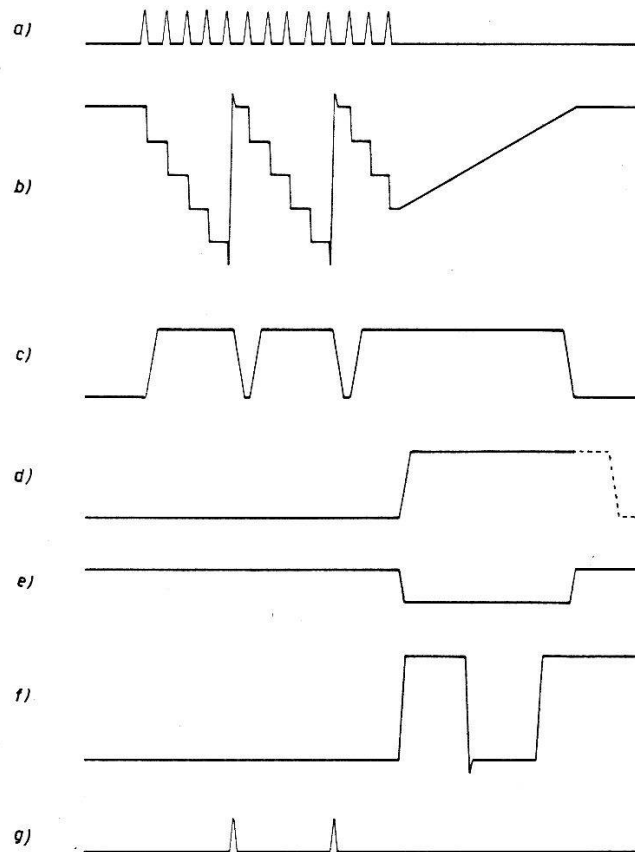


Fig. 2.

Impulsions caractéristiques.

- a) Train d'impulsions d'entrée.
- b) Réponse du circuit d'accumulation et décharge linéaire finale.
- c) Impulsions anodiques de T 3 appliquées à la première grille de T 4.
- d) Impulsion «stop» de quelques microsec., appliquée en fin de mesure à la deuxième grille de commande de T 4.
- e) Impulsion de coïncidence sur l'anode de T 4.
- f) Oscillation déclenchée par l'impulsion de coïncidence sur l'étage d'entrée du démultiplicateur électronique.
- g) Impulsion de sortie sur la dynode du tube à émission secondaire.

sortie minimum d'un étage à accumulation dépourvu de capacité auxiliaire. Il est dès lors possible de faire appel à l'un des nombreux types conventionnels de démultiplicateurs électroniques.

4. Stabilité des circuits.

La modification du nombre d'impulsions par cycle est une forme possible d'irrégularités de fonctionnement. La variation relative entre le courant de charge et l'amplitude des réactions d'un dispo-

sitif réglé à 5 impulsions par cycle, doit atteindre 10 % pour qu'une perturbation de cette nature s'y manifeste. Une telle variation ne peut intervenir en cours de service que par suite d'un vieillissement prolongé des tubes incriminés. Une divergence de 10 % dans les caractéristiques d'un tube à l'autre n'a par contre rien d'exceptionnel, ce qui implique un contrôle de fonctionnement lors de leur remplacement.

En tout état de cause, un dérangement de cet ordre ne pourrait guère passer inaperçu et il s'offre plusieurs possibilités très simples pour y remédier rapidement en agissant sur le débit du tube de charge par le moyen de la tension d'écran, de la tension de suppressive, d'une résistance cathodique, etc.

La mesure de la charge résiduelle est asservie à des conditions légèrement moins restrictives puisque le nombre maximum d'impulsions à enregistrer se limite à quatre pour un étage quinaire.

C'est ici une variation relative entre le temps de décharge du condensateur d'accumulation et la période d'oscillation de l'étage binaire d'interpolation qui pourrait entraîner l'irrégularité d'enregistrement. La durée du temps de décharge, pour un nombre d'impulsions déterminé, est subordonnée à la charge individuelle des impulsions et à la résistance R . C'est en opérant sur cette dernière que l'on obtiendra le réglage le plus simple et sans influence sur le précédent. Il est également possible d'agir sur la période d'oscillation de l'étage binaire en ajustant la résistance anodique r du tube T 5.

La stabilité des différents organes du compteur haute fréquence est donc assez homogène. La tolérance globale de $\pm 10\%$ est parfaitement acceptable, compte tenu des performances de ce dispositif.

Conclusions.

Réservé aux fréquences élevées (supérieures à 1 MC) et par conséquent au dénombrement d'impulsions périodiques, ce type de compteur s'impose d'emblée à la chronographie électronique et aux mesures de fréquences. (Pour la numération d'impulsions statistiques voir ⁶)).

Alors que la chronométrie oscilloscopique est réservée à la mesure des temps de très courte durée, l'emploi du chronographe électronique ne connaît pas cette restriction. Sous réserve de la stabilité de l'étalon de fréquence, la précision de mesure est de l'ordre d'une alternance de la fréquence d'entrée, soit: $\pm 4.10^{-8}$ sec à 25 MC. Un développement de la méthode permet de faire beaucoup mieux, comme nous nous proposons de le montrer dans un prochain article.

Les applications du chronographe électronique se rencontrent en physique nucléaire, en balistique, dans la technique du radar, pour la comparaison des signaux horaires d'observatoires chronométriques, etc.

Il est intéressant de remarquer que, dans plusieurs applications, le diviseur de fréquence faisant l'objet de l'article précédent, est le seul moyen d'obtenir des signaux d'une précision permettant l'utilisation rationnelle des possibilités de ce compteur d'impulsions.

Plusieurs circuits de commutation peuvent être imaginés pour l'enclenchement et le déclenchement des impulsions d'entrée en un temps compatible avec les performances du compteur. Nous espérons revenir sur cette question prochainement.

La mise au point d'un circuit permettant l'enregistrement d'impulsions périodiques à 25 MC, dispositif dont la simplicité, la stabilité et la consommation de courant, supportent aisément la comparaison avec d'autres réalisations de performances bien inférieures, apportera, espérons-nous, une heureuse contribution au développement des techniques intéressées.

Nous saisissons une fois de plus l'occasion qui nous est offerte de témoigner notre vive reconnaissance à la Commission Suisse de l'Energie Atomique, au Fonds National Suisse de la Recherche, et d'une façon particulière à Monsieur le Professeur HAENNY, Directeur du Laboratoire, pour la précieuse contribution qu'ils ont apportée à ce travail.

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

Références.

- 1) PITMAN, A cathode ray tube chronoscope *Electronic Enggn.* **20**, 384-389 (1948).
- 2) P. NASLIN, Les compteurs électroniques d'impulsions, *L'onde Électrique*, p. 241-254 (1949).
- 3) CHANCE, HUGHES, MACNICHOL, SAYRES, WILLIAMS, Waveforms, collection du MIT n° 19, MacGraw-Hill (1949).
- 4) F. H. WELLS, A fast amplitude discriminator and Scale-of-ten counting unit for Nuclear Work. *J. Sci. Instr.* **29**, 111-115 (1952).
- 5) R. FAVRE, Le tube à émission secondaire, générateur d'impulsions cathodiques. Ce fascicule, p. 167.
- 6) R. FAVRE, Dispositif de réduction du temps de résolution des démultiplicateurs électroniques d'impulsions. *Helv. Phys. Acta* **27**, 683-689 (1954).
- 7) R. FAVRE, Circuits électroniques multistables et décades. *Helv. Phys. Acta* **27**, 235-240 (1954).