

**Zeitschrift:** Helvetica Physica Acta  
**Band:** 27 (1954)  
**Heft:** III  
  
**Artikel:** Circuits électroniques multistables et décades  
**Autor:** Favre, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-112512>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

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

## Circuits électroniques multistables et décades

par R. Favre (Lausanne).

*Sommaire:* On met en évidence l'importance que revêt la réduction du nombre d'étages internes des décades de démultiplicateurs électroniques d'impulsions, d'où résulte l'intérêt d'introduire des circuits multistables dont nous exposons un type que nous croyons original, accompagné de plusieurs variantes. Les conditions et artifices de stabilité sont également indiqués.

Nous terminons par un exemple d'application à une décade qui, pour ne comporter que cinq tubes, comprend une triode d'entrée et un couplage électronique des étages internes, lui conférant des caractéristiques particulièrement intéressantes.

### Introduction.

Par l'étude qui fait l'objet de cet article, nous nous sommes attaché au problème de l'amélioration de la sécurité de fonctionnement et de la simplification des démultiplicateurs électroniques d'impulsions.

L'expression «sécurité de fonctionnement» peut se traduire ici, par la vie moyenne d'un appareil, sans avoir à y faire de réparation, par opposition au «coefficient de sécurité» qui exprime la tolérance admissible sur la valeur nominale des éléments de construction. La simplicité n'est envisagée que sous l'angle de son rapport avec le prix de revient.

Pour obtenir d'un démultiplicateur d'impulsions à circuits «trigger», le coefficient de sécurité le plus élevé, il faut opérer un couplage électronique des étages qui le composent, d'où l'intérêt d'en réduire le nombre. La décade à 4 «flip-flop», comportant trois couplages internes, compte parmi les moins avantageuses à ce point de vue.

Nous avons étudié des circuits électroniques multistables, permettant d'obtenir une décade avec le minimum d'étages, chacun d'eux remplissant les conditions de sécurité et de simplicité souhaitables.

### 1. Les « chaînes trigger ».

L'application à la démultiplication électronique, de «chaînes trigger» au sens que nous envisageons ici, a fait l'objet de deux brevets d'origine américaine.

Le premier, dû à ROBERT MUMMA<sup>1)</sup>, bien qu'ayant été sanctionné par d'importantes applications industrielles, se rapporte à un circuit relativement compliqué et de faible coefficient de sécurité.

Le second, déposé au nom de WILCOX P. OVERBECK<sup>2)</sup>, implique l'usage de pentodes, ce qui en limite sérieusement l'intérêt.

Nous donnons dans les lignes qui suivent, un bref aperçu des résultats obtenus au moyen de « chaînes impaires », dérivées du circuit de la figure 1.

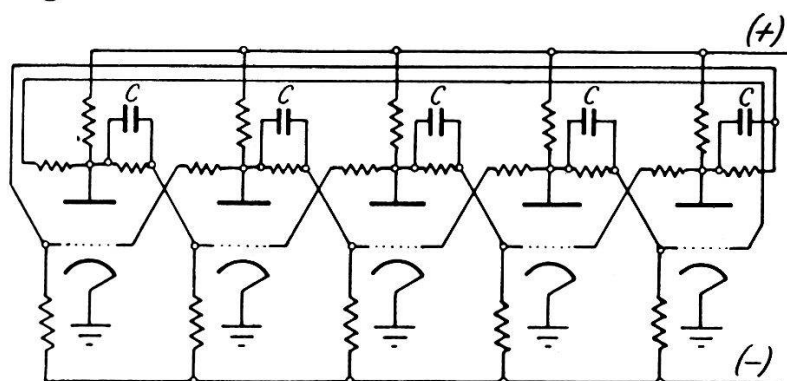


Fig. 1.

Chaîne quinaire, non amortie.

Les états stables s'y caractérisent par une succession de tubes alternativement bloqués et conducteurs, à l'exception de deux d'entre eux, dans le même état bien qu'adjacents, pour satisfaire à l'imparité de leur nombre. Le rang de ces deux tubes particuliers, distingue les différents états stables utiles dont le nombre est égal à celui des tubes de la chaîne.

On contrôle aisément que les conditions requises ci-dessus, peuvent être satisfaites par le procédé de polarisation des grilles de commande, utilisant un potentiomètre à trois branches, connectées respectivement à l'anode des deux tubes adjacents et à une tension négative.

La permutation des états stables est assurée par les condensateurs C, sous l'effet d'impulsions d'attaque convenables.

## 2. Stabilité des « chaînes trigger ».

Une oscillation harmonique se propageant dans une chaîne constituée de tubes électroniques couplés par résistances et capacités, subit un déphasage fonction de la fréquence. Il existe en général une fréquence critique ou de résonance, telle, qu'appliquée à l'anode d'un tube quelconque d'une chaîne fermée, elle soit transmise à sa grille avec le déphasage nécessaire à l'entretien de l'oscillation.

La stabilité de la chaîne exige donc un amortissement suffisant de la fréquence critique.

Une chaîne de triodes, couplées selon la figure 1 est, dans presque tous les cas, sujette à une possibilité «d'accrochage», c'est-à-dire qu'une oscillation peut s'y amorcer d'un moment à l'autre. Les exceptions présentent d'ailleurs une si faible sécurité de fonctionnement que leur utilisation pratique ne peut être envisagée.

### 3. Artifices d'amortissement.

Nous avons étudié divers artifices d'amortissement qui varient selon que les deux tubes adjacents caractéristiques de la chaîne sont bloqués ou conducteurs.

#### a) Couple de tubes adjacents bloqués.

Deux principes ont été appliqués avec succès à de tels circuits.

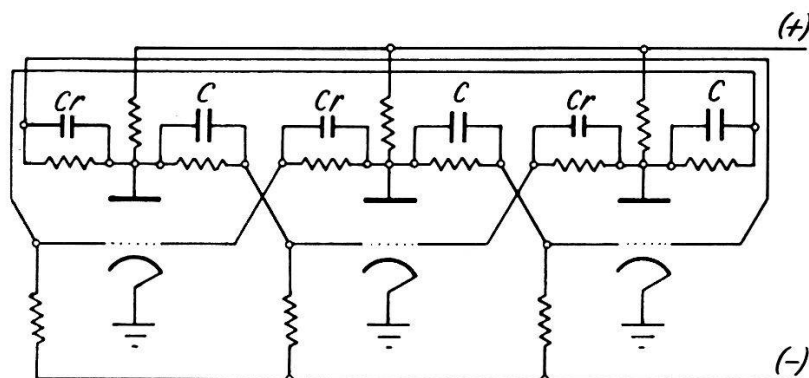


Fig. 2.

Chaîne ternaire, amortie par condensateurs de rétrocouplage  $C_r$ .

Le premier consiste à placer un condensateur de rétrocouplage  $C_r$ , de capacité plus faible que  $C$ , entre chaque anode et la grille du tube précédent fig. 2. Le second applique un amortissement par résistances

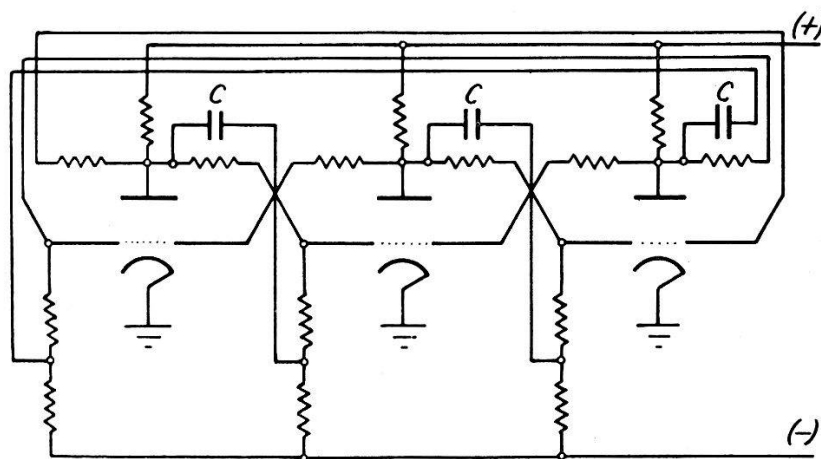


Fig. 3.

Chaîne ternaire, amortie par résistances.

en série avec les condensateurs de couplage  $C$ , procédé qui comporte d'ailleurs plusieurs variantes dans le détail desquelles nous n'entrons pas. La disposition de la fig. 3, dans laquelle les condensateurs

de couplage attaquent un point sensiblement milieu de la résistance de polarisation négative, est particulièrement intéressante.

b) Couple de tubes adjacents conducteurs.

La nécessité d'un amortissement plus efficace distingue ce cas du précédent.

L'amortissement par résistances donne d'excellents résultats, tandis que le procédé indiqué par la fig. 2 n'est plus applicable.

Il est un circuit particulièrement original qui, tout en permettant un fonctionnement correct, assure un amortissement total.

Pour le comprendre, nous devons préciser que, dans le cas d'un couple de tubes adjacents conducteurs, seules les impulsions d'attaque positives sont utilisables.

Nous les avons obtenues en plaçant une triode  $T$  en série avec l'alimentation négative fig. 4. Cette triode, normalement conductrice, est bloquée par les impulsions d'entrée, ce qui donne lieu aux impulsions positives sur les grilles de la chaîne.

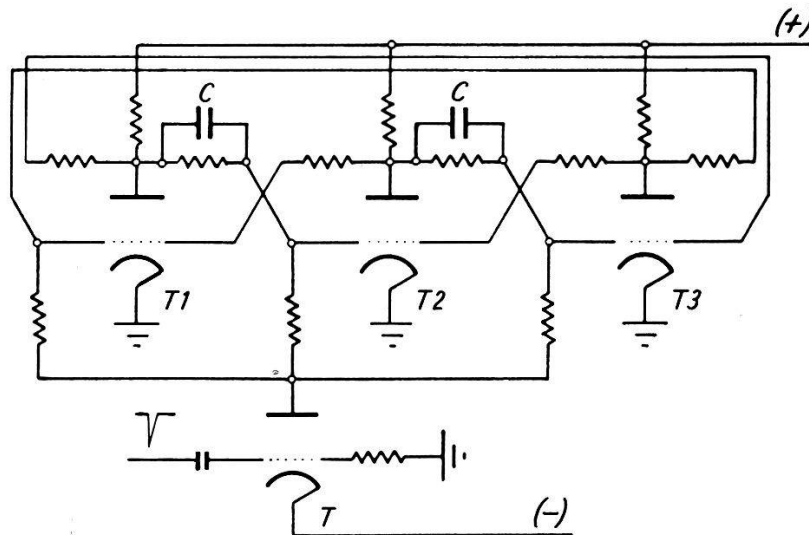


Fig. 4.

Chaîne ternaire, amortie par suppression d'un condensateur de couplage.

Ceci étant, considérons une chaîne selon la fig. 4, dans laquelle l'un des condensateurs de couplage est supprimé. Admettons les conditions initiales:  $T_1$  bloqué,  $T_2$  et  $T_3$  conducteurs.

Une première impulsion positive débloquent  $T_1$  qui, par couplage, bloque  $T_2$ . De même, la seconde impulsion débloquent  $T_2$  et bloque  $T_3$ . La troisième impulsion débloquent  $T_3$  sans bloquer  $T_1$  mais, lorsque disparaît cette impulsion positive, la grille de  $T_1$  qui n'est chargée par aucun condensateur, accuse une chute de tension plus rapide que les deux autres, ce qui bloque le tube correspondant et ce faisant, ferme le cycle.

Le fonctionnement est amélioré par l'introduction, entre l'anode de  $T_1$  et la grille de  $T_3$ , d'un condensateur de faible capacité dont

le rôle s'explique par le fait que le blocage différé de T 1 entraîne une petite impulsion négative sur l'anode de T 2, impulsion qui, par couplage à la grille de T 3, tendrait à bloquer ce tube. Le condensateur en question, rétablit la permutation en superposant à cette petite impulsion négative, le front positif résultant du blocage de T 1.

L'absence de condensateur entre l'anode de T 3 et la grille de T 1, exclut toutes oscillations, le couplage dynamique résiduel se limitant aux capacités parasites.

Ce principe peut être généralisé à une chaîne du même type, comportant un nombre quelconque de tubes électroniques.

#### 4. Choix du régime de fonctionnement.

En temps qu'ils leur est adjoind un artifice d'amortissement convenable, les chaînes selon la fig. 1 sont susceptibles de fonctionner aussi bien avec un couple de deux tubes adjacents conducteurs que bloqués.

Bien qu'entraînant une consommation de courant légèrement plus élevée, l'utilisation de chaînes caractérisées par un couple de deux tubes adjacents conducteurs, présente des avantages qui nous les ont fait adopter. Parmi ces avantages il faut signaler :

1° La tension de polarisation négative réduite qui permet l'utilisation de cette chaîne dans les mêmes conditions de tensions que les étages binaires.

2° L'indépendance relative de fonctionnement, par rapport à la tension d'alimentation anodique.

3° L'existence d'un seul état de polarisation négative des grilles, au lieu de deux qui se présentent dans le cas contraire, pour les chaînes de plus de trois tubes.

#### 5. Application aux décades.

La combinaison la plus évidente pour obtenir une décade, consiste à placer un étage quinaire, formé d'une chaîne de cinq tubes, en cascade avec un «flip-flop» bistable.

Nous voudrions mettre l'accent sur les avantages que présente un circuit moins immédiat, comprenant deux étages binaires et une chaîne ternaire, le nombre des positions stables étant réduit de 12 à 10, par une réaction convenable du troisième étage sur le second (fig. 5).

L'adjonction d'un étage, nous éloigne de l'objectif primitif, mais augmente la sécurité de fonctionnement du dispositif. Dans l'état actuel de notre technique, les étages ternaires ont en effet un coeffi-

cient de sécurité plus élevé que les étages quinaires et permettent de caractériser l'impulsion de sortie par la transition d'un seul tube de la chaîne alors qu'il faut deux tubes et par conséquent une discrimination des impulsions, dans le second cas.

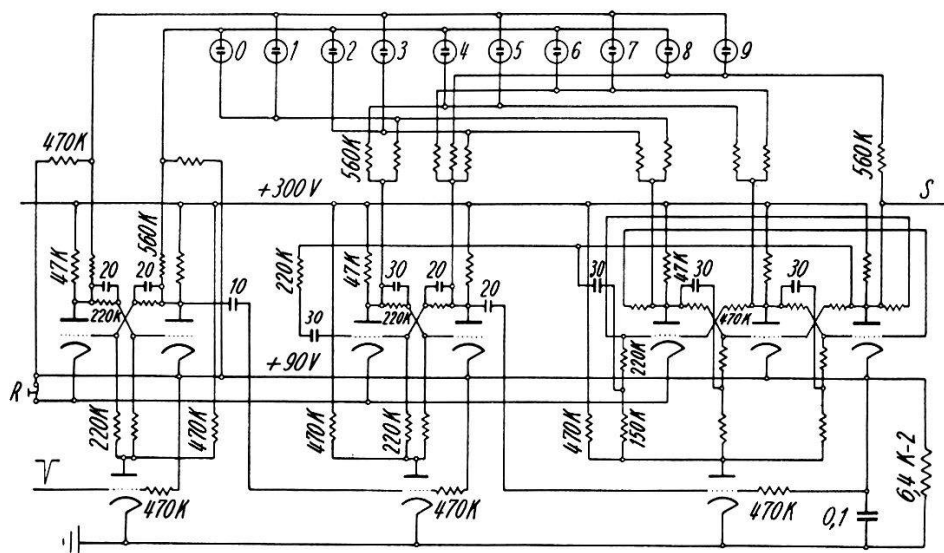


Fig. 5.

Décade à 5 tubes 12 AU 7 et 3 étages internes couplés électroniquement.

Comparée à la décade à 4 «flip-flop» couplés électroniquement, celle de la fig. 5 économise: une triode dans les étages et une dans le couplage, soit au total un tube double-triode. La sécurité de fonctionnement des deux dispositifs est du même ordre et, par analogie des étages d'entrée, le pouvoir de résolution également.

Le nombre de triodes d'une décade de ce type peut être réduit à huit, aux dépens du coefficient de sécurité, par suppression du tube d'entrée et du premier tube de couplage.

Nous ne saurions terminer sans exprimer notre vive gratitude au Professeur CH. HAENNY qui a assumé la direction de ces recherches et à la Commission Suisse de l'Energie Atomique qui, par son appui, nous a permis d'effectuer ce travail.

Laboratoire de Recherches Nucléaires  
de l'Ecole Polytechnique  
Lausanne.

### Références.

<sup>1)</sup> Electronic Accumulator by ROBERT E. MUMMA, Brevet U.S.A. N° 2,405,664. Déposé le 17 juillet 1941.

<sup>2)</sup> Electronic Counting System by WILCOX P. OVERBECK, Brevet U.S.A. N° 2,470,716. Déposé le 11 juin 1943.