

INSTITUT DE PHYSIQUE D'EREVAN
Rapport ERFI-MLE 69-2

CERN LIBRARIES, GENEVA



CM-P00100660

GENERATEUR D'IMPULSIONS HAUTE TENSION
A CANAUX MULTIPLES

E.S. Belyakov, D.B. Davidyan
A.A. Markar'yan, V.M. Kharitonov

Erevan, 1969

Traduit au CERN par F. Quanquin
(Original: russe)
Non révisé par le service de traduction

(CERN Trans. 71-6)

Genève
Mars 1971

RESUME

Description de la construction d'un générateur d'impulsions haute tension à canaux multiples équipé de six sorties. Les impulsions de sortie peuvent avoir une amplitude de 2 à 20 kV. Le générateur est déclenché par une impulsion de polarité quelconque ayant une amplitude de ~ 500 V. Le délai du générateur est de 17 nsec pour une impulsion de sortie de 4,4 kV et de 38 nsec pour une impulsion de sortie de 18,5 kV, le front de l'impulsion haute tension étant égal respectivement à 1,5 nsec et 4,0 nsec. L'énergie emmagasinée dans le générateur atteint ~ 6 joules.

INTRODUCTION

De nos jours, les chambres à étincelles à faible entreplaque connaissent un grand développement dans la physique nucléaire expérimentale. Pour alimenter les chambres à étincelles ou utilise des générateurs d'impulsions haute tension dont l'élément de commutation est constitué par des thyratrons à hydrogène et des éclateurs.

Les générateurs d'impulsions haute tension utilisant un thyatron à hydrogène présentent toute une série de graves inconvénients: premièrement, le retard est relativement long -- ~ 110 nsec -- même à haut régime; deuxièmement, les inductances élevées des entrées du thyatron ne permettent pas d'obtenir un flanc d'impulsion haute tension meilleur que ~ 30 nsec notamment lorsque la charge capacitive est importante; troisièmement, ils n'assurent pas une bonne stabilité de l'impulsion haute tension; quatrièmement, le fort encombrement des thyratrons ne facilite pas leur installation au voisinage des chambres à étincelles, ce qui augmente aussi l'inductance des lignes de raccordement¹⁾.

Les générateurs d'impulsions haute tension équipés d'un éclateur possèdent des caractéristiques comparativement meilleures. Pour déclencher une chambre à étincelles constituée par n intervalles étroits, il faut utiliser un générateur d'impulsions haute tension qui puisse fournir simultanément n impulsions haute tension de forme et d'amplitude identiques²⁻⁴⁾, parce que l'alimentation parallèle de la chambre par une seule impulsion haute tension provoque l'atténuation de son amplitude à cause de la forte capacité de la chambre, et l'utilisation de résistances de découplage entraîne l'augmentation du flanc de l'impulsion haute tension. La présente étude contient la description d'un générateur d'impulsions haute tension à canaux multiples équipé d'éclateurs.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU GENERATEUR D'IMPULSIONS

HAUTE TENSION A CANAUX MULTIPLES

Le générateur d'impulsions haute tension à canaux multiples se compose de deux éclateurs à alimentations distinctes en haute tension U_I

et U_{II} (fig. 1). Cette construction a été choisie parce qu'il est nécessaire d'assurer une décharge de très grande puissance: $\sim 3 \times 10^9$ W.

Le premier éclateur (fig. 1) sert à déclencher l'éclateur principal. Sa conception et sa construction ont été décrites pour la première fois dans l'ouvrage⁵⁾. Cet éclateur se caractérise essentiellement par la présence, entre l'électrode de masse et l'électrode d'amorçage, d'une plaque de diélectrique à grand ϵ (BaTiO_3). La surface de contact entre cette plaque et l'électrode de masse présente toujours des micro-intervalles. Tant que le ϵ de ces intervalles est beaucoup plus petit que ϵ (BaTiO_3), la tension transmise à l'électrode d'amorçage s'applique presque tout entière au micro-intervalle, ce qui crée de fortes surtensions de ~ 100 kV/cm. Grâce à cette surtension, la décharge se produit très rapidement entre l'électrode de masse et l'électrode d'amorçage; cette décharge alimente l'intervalle haute tension en électrons et donne une illumination ultraviolette intense, ce qui provoque l'amorçage de l'éclateur. Ce dernier est déclenché par des impulsions de polarité quelconque ayant une amplitude de ~ 500 V.

L'éclateur principal se compose aussi de trois électrodes, le potentiel de l'électrode d'amorçage étant moitié moins élevé que celui de l'électrode haute tension. Lors du claquage du premier éclateur, une illumination ultraviolette intense apparaît dans les intervalles du deuxième éclateur. Lorsque l'impulsion haute tension négative venant du premier éclateur est transmise à l'électrode d'amorçage du deuxième éclateur, une surtension se produit dans l'intervalle supérieur de ce dernier et le claquage a lieu. Ce faisant, à cause de la faible résistance de l'étincelle, cet intervalle se trouve court-circuité et une surtension double se crée dans l'intervalle inférieur, ce qui provoque son claquage.

Ainsi, les capacités C, qui étaient placées auparavant sous un potentiel U_{II} sont mises à la terre et une impulsion haute tension négative d'amplitude $\sim U_{II}$ apparaît aux bornes des résistances R.

CONSTRUCTION DU GENERATEUR D'IMPULSIONS
HAUTE TENSION A CANAUX MULTIPLES

Le générateur d'impulsions haute tension à canaux multiples est monté sur une plaque de verre organique (mylar) fixée sur le couvercle d'un boîtier faisant blindage. Sur la figure 2 on voit le générateur assemblé, tandis que la figure 3 représente son montage.

Au premier plan on voit les trois électrodes de l'éclateur principal et au-dessous les deux électrodes de l'éclateur d'amorçage. Les électrodes en acier inoxydable sont montées dans des douilles de laiton filetées et serrées par des écrous. Les douilles sont vissées dans des supports jusqu'à ce que l'on obtienne l'intervalle nécessaire entre les électrodes correspondantes; elles sont alors bloquées par des vis. Lorsque l'électrode s'use, on peut desserrer l'écrou et faire tourner l'électrode de la valeur nécessaire autour de l'axe longitudinal.

Le générateur d'impulsions haute tension à canaux multiples est réalisé en version hermétique pour permettre le soufflage d'un gaz inerte, ce qui est commode lorsqu'on l'utilise au voisinage de cibles à hydrogène.

CARACTERISTIQUES DU GENERATEUR D'IMPULSIONS
HAUTE TENSION A CANAUX MULTIPLES

Nous avons étudié la dépendance du temps de retard τ_z du générateur par rapport aux valeurs de l'alimentation haute tension des éclateurs. Sur la figure 4 sont représentées les courbes de ces dépendances pour différentes valeurs de U_I et U_{II} . On a remarqué que la diminution du temps de retard du générateur est déterminée non par la valeur de la surtension dans les intervalles de l'éclateur principal, mais par le temps de retard du premier éclateur. Les graphiques montrent que le retard le plus faible est atteint pour une valeur minimum de $U_I = 2,5$ kV dans le premier éclateur. Cela s'explique par le fait que l'intervalle du premier éclateur a des dimensions minimums, ce qui correspond à un faible retard; or pour le claquage des intervalles de l'éclateur principal, il n'est pas nécessaire que la surtension soit forte puisqu'ils

contiennent déjà des électrons provenant du premier intervalle sous l'effet d'une ionisation provoquée par l'ultraviolet. Sur la figure 5 sont portées les courbes représentant la dépendance du temps de retard du générateur pour différentes valeurs fixées de U_I . Le point le plus bas de chaque courbe correspond à la valeur nominale de U_{II} , et les deux autres points sont obtenus sans modification des intervalles de l'éclateur principal. Les graphiques montrent que pour une variation de U_{II} dans les limites de 1 kV, le retard varie de ~ 7 nsec. Par conséquent, il n'est pas nécessaire d'effectuer un réglage particulièrement précis des intervalles de l'éclateur principal.

Les caractéristiques de temps sont données au tableau 1.

En conclusion, nous indiquerons les caractéristiques techniques du générateur d'impulsions haute tension à canaux multiples. Lorsqu'il est déclenché au moyen d'un tube à émission secondaire, le générateur produit simultanément six impulsions haute tension dont l'amplitude varie entre 2 et 20 kV. L'énergie emmagasinée dans le générateur est égale à ~ 6 joules.

Tableau 1

U_I	U_{II}	Temps de retard	Front de l'impulsion	Fluctuation du front
kV	kV	nsec	nsec	nsec
4,3	4,4	17,0	1,5	± 1
4,3	18,5	38,0	4,0	± 1

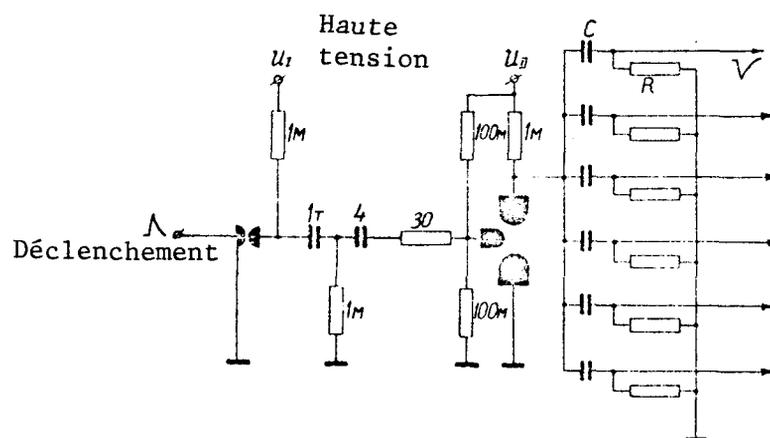


Fig. 1 Schéma du générateur d'impulsions haute tension à canaux multiples

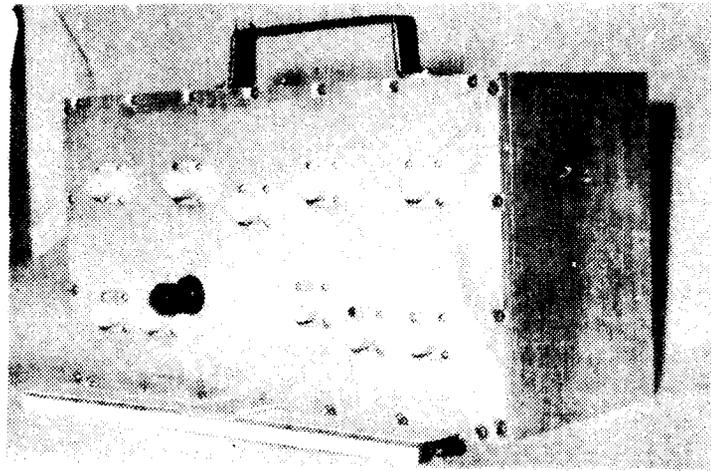


Fig. 2 Générateur d'impulsion haute tension à canaux multiples

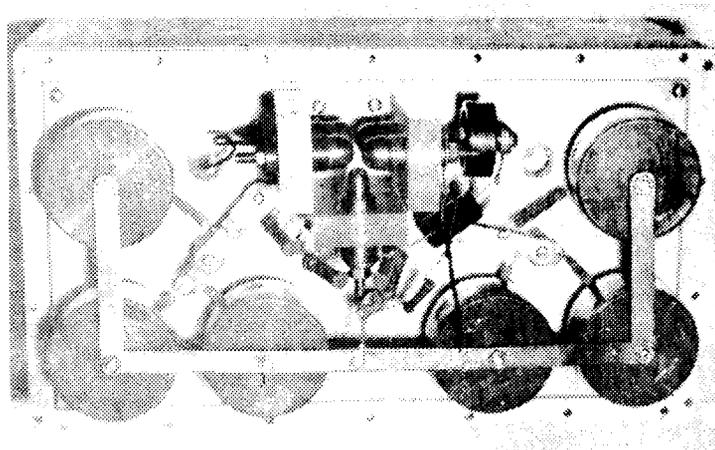


Fig. 3 Vue du générateur côté montage

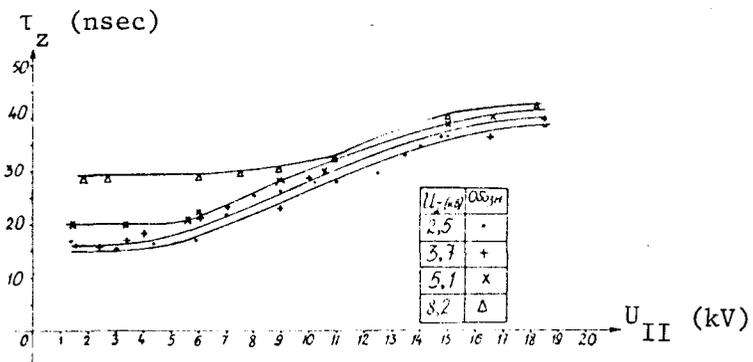


Fig. 4 Graphique représentant la dépendance du temps de retard τ_z par rapport à la haute tension U_I et U_{II}

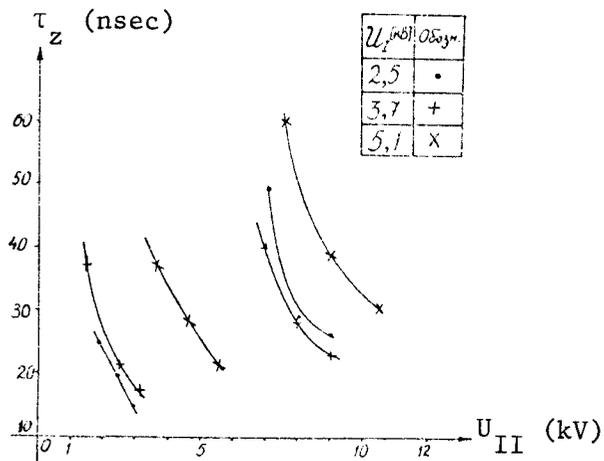


Fig. 5 Graphique représentant la dépendance du temps de retard par rapport à la haute tension U_I et U_{II} sans modification des intervalles de l'éclateur principal.