



(72) LE CAMPION, Christophe, FR

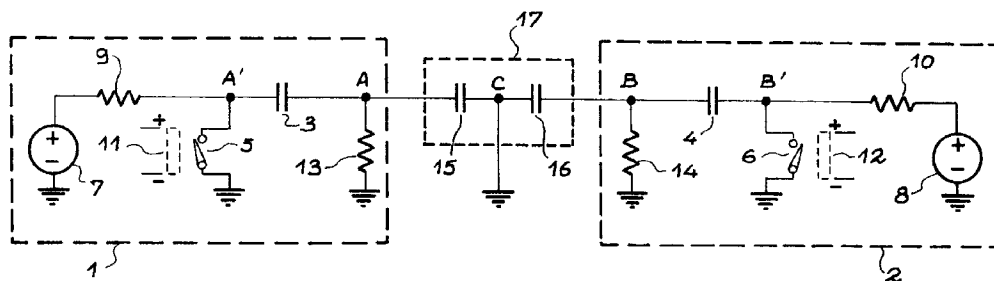
(71) COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE, FR

(51) Int.Cl.⁶ H03K 3/57

(30) 1996/08/08 (96/10006) FR

(54) **CIRCUIT DE GENERATION D'IMPULSIONS DE COURANT A
HAUTE TENSION DELIVRE DANS UN CIRCUIT DE CHARGE
ET PROCEDE DE MISE EN OEUVRE**

(54) **CIRCUIT FOR GENERATING PULSES OF HIGH VOLTAGE
CURRENT DELIVERED INTO A LOAD CIRCUIT AND
IMPLEMENTING METHOD**



(57) L'invention concerne un circuit de génération d'impulsions délivrant des impulsions avec des temps de montée et de descente très brefs. Ce circuit comporte deux circuits d'alimentation haute tension (1 et 2), délivrant chacun, à deux instants différents, un courant dans un même circuit de charge (17) réalisé par une cellule de Pockels simple ou double.

(57) The invention concerns a circuit for generating pulses delivering pulses with very brief rise times and decay times. This circuit comprises two high voltage supply circuits (1 and 2), each delivering, at two different times, current into a common load circuit (17) produced by a simple or double Pockels cell.

PCT

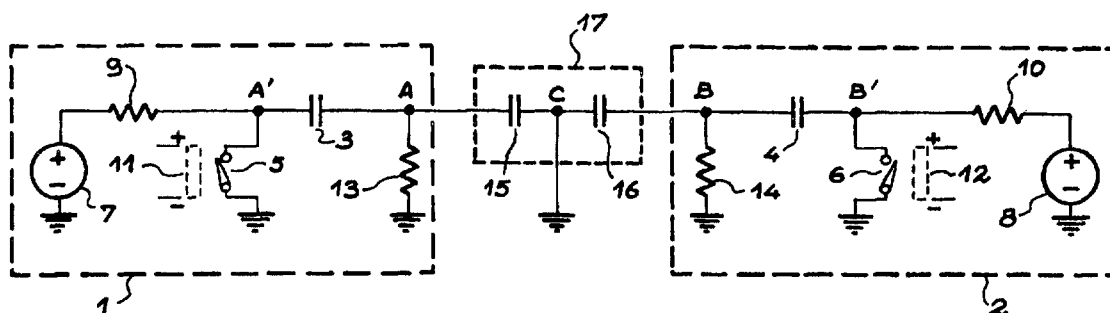
ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H03K 3/57	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 98/07235 (43) Date de publication internationale: 19 février 1998 (19.02.98)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/01466 (22) Date de dépôt international: 7 août 1997 (07.08.97) (30) Données relatives à la priorité: 96/10006 8 août 1996 (08.08.96) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75015 Paris (FR). (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): LE CAMPION, Christophe [FR/FR]; 1, rue Lavoisier, F-91080 Courcouronnes (FR). (74) Mandataire: BREVATOME; 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR).		(81) Etats désignés: CA, JP, KR, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

(54) Title: CIRCUIT FOR GENERATING PULSES OF HIGH VOLTAGE CURRENT DELIVERED INTO A LOAD CIRCUIT AND IMPLEMENTING METHOD

(54) Titre: CIRCUIT DE GENERATION D'IMPULSIONS DE COURANT A HAUTE TENSION DELIVRE DANS UN CIRCUIT DE CHARGE ET PROCEDE DE MISE EN OEUVRE



(57) Abstract

The invention concerns a circuit for generating pulses delivering pulses with very brief rise times and decay times. This circuit comprises two high voltage supply circuits (1 and 2), each delivering, at two different times, current into a common load circuit (17) produced by a simple or double Pockels cell.

(57) Abrégé

L'invention concerne un circuit de génération d'impulsions délivrant des impulsions avec des temps de montée et de descente très brefs. Ce circuit comporte deux circuits d'alimentation haute tension (1 et 2), délivrant chacun, à deux instants différents, un courant dans un même circuit de charge (17) réalisé par une cellule de Pockels simple ou double.

CIRCUIT DE GENERATION D'IMPULSIONS DE COURANT
A HAUTE TENSION DELIVRE DANS UN CIRCUIT DE CHARGE
ET PROCEDE DE MISE EN OEUVRE

5

DESCRIPTION

Domaine de l'invention

10 L'invention concerne un circuit de
génération d'impulsions de courant à haute tension
délivré dans un circuit de charge et, plus
particulièrement, dans un circuit de charge capacitive.
Elle concerne également le procédé de mise en
fonctionnement de ce circuit.

15

L'invention trouve des applications dans
les techniques de transfert répété d'impulsions qui
peuvent être à plusieurs kilovolts et de durées
différentes et qui se succèdent à intervalles variables
et, éventuellement, très brefs.

20

Etat de la technique

Dans le domaine du transfert répété
d'impulsions, les impulsions sont généralement
25 produites par un générateur de courant qui est raccordé
au circuit de dissipation, ou circuit de charge, par
l'intermédiaire d'un interrupteur fermé ou ouvert à
volonté. Cet interrupteur peut être un transistor.
Plusieurs interrupteurs disposés en série peuvent
30 remplacer l'interrupteur unique, si la tension aux
bornes du circuit de dissipation l'exige. Un
condensateur est ajouté pour stocker l'énergie
nécessaire : il est branché entre le circuit de
dissipation et le générateur de tension. Ce
35 condensateur se charge quand l'interrupteur est ouvert

et se décharge, dans le circuit de dissipation, quand l'interrupteur se ferme. On observe alors une montée en tension suffisamment rapide dans le circuit de dissipation, mais seulement si l'impulsion précédente a cessé depuis quelques temps.

Or, il est souvent nécessaire d'obtenir des impulsions convenables, c'est-à-dire avec des temps de montée et de descente très brefs, immédiatement après la fin d'une impulsion précédente.

10

Par ailleurs, le document US-A-3 910 679 décrit un système de sélection d'une impulsion à grande vitesse provenant d'un train d'impulsions produit par une source de radiation monochromatique. Ce système comporte deux circuits d'alimentation symétriques et une seule alimentation, commune aux deux circuits. Ces deux circuits d'alimentation sont aptes à charger, chacun, une cellule de Pockels et sont commandés, chacun, par un interrupteur réalisé au moyen d'une série de transistors. Ces interrupteurs se ferment avec un temps de retard l'un par rapport à l'autre.

15

Cependant, un tel système ne permet pas de rattraper les pertes entre deux retards de commutation.

20

25

FEUILLE MODIFIEE

2a

Exposé de l'invention

L'invention a pour but de remédier aux inconvénients de la technique décrite précédemment.

5 A cette fin, elle propose un circuit de génération d'impulsions comportant deux circuits d'alimentation haute tension, délivrant chacun un courant dans un même circuit de charge à deux instants différents. Ce circuit permet de générer des impulsions
10 à fronts de montée et de descente carrés et dont la durée est contrôlable.

Plus précisément, l'invention concerne un circuit de génération d'impulsions de courant à haute tension comportant un premier circuit d'alimentation
15 délivrant un premier courant dans un circuit de charge et comprenant un premier condensateur, un premier interrupteur connecté sur une borne du premier condensateur et un premier générateur de tension connecté également sur cette borne du premier
20 condensateur. Ce circuit de génération d'impulsions se caractérise par le fait qu'il comporte un second circuit d'alimentation délivrant un second courant dans le circuit de charge et comportant un second condensateur, un second interrupteur connecté sur une
25 borne du second condensateur et un second générateur de

30

FEUILLE MODIFIEE

tension connecté également sur cette borne du second condensateur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le circuit de charge comporte deux charges
5 capacitives connectées, respectivement, au premier circuit d'alimentation et au second circuit d'alimentation et formant une cellule de Pockels double.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le circuit de charge comporte une charge
10 capacitive connectée, par une première borne, au premier circuit d'alimentation et, par une seconde borne, au second circuit d'alimentation, de manière à former une cellule de Pockels simple.

L'invention concerne également un procédé
15 de mise en fonctionnement de ce circuit de génération d'impulsions de courant à haute tension qui consiste à fermer le second interrupteur après avoir fermé le premier interrupteur, le temps écoulé entre les
20 fermetures du premier et du second interrupteurs étant réglable.

Brève description des figures

25 - La figure 1 représente un premier mode de réalisation du circuit de génération d'impulsions de l'invention ;

- la figure 2 représente un second mode de réalisation du circuit de génération d'impulsions de
30 l'invention ;

- les figures 3A et 3B représentent le circuit de la figure 1 en fonctionnement, c'est-à-dire, respectivement, lorsque le premier interrupteur est fermé et lorsque le second interrupteur est fermé ;

4

- la figure 4 représente les diagrammes temporels de différentes tensions du circuit de la figure 1 lorsque celui-ci est en fonctionnement.

5 Exposé de modes de réalisation de l'invention

10 La figure 1 représente le circuit de génération d'impulsions selon le premier mode de réalisation de l'invention.

 Ce circuit comporte un premier circuit d'alimentation haute tension à stockage capacitif, référencé 1, qui délivre un courant I_{von} dans le circuit de charge 17.

15 Ce circuit d'alimentation 1 se présente sous la forme d'une dérivation entre les jonctions A et la masse ; cette dérivation comporte, successivement, un premier condensateur 3 et une jonction A' sur laquelle sont connectés, d'une part, un premier
20 générateur de tension 7 et, d'autre part, un premier interrupteur 5. En outre, entre la jonction A' et le premier générateur de tension 7, se trouve une résistance 9 qui assure une limitation du courant du générateur.

25 Le premier interrupteur 5 est actionné à partir d'un circuit de commande 11. C'est ce circuit de commande 11 qui est responsable de l'ouverture et de la fermeture de l'interrupteur 5 et, par conséquent, de l'émission de courant par le circuit d'alimentation 1
30 vers le circuit de charge 17, comme cela sera expliqué plus en détail ultérieurement.

 Une seconde dérivation entre la jonction A et la masse comporte une résistance 13 qui assure la décharge des condensateurs du générateur.

5

Le circuit d'alimentation 1 se raccorde donc à la jonction A sur laquelle est également raccordé le circuit de charge 17.

Symétriquement par rapport au circuit de charge 17, se trouve un second circuit d'alimentation haute tension à stockage capacitif, référencé 2.

Ce second circuit d'alimentation 2 est tout à fait symétrique, dans sa composition, au circuit d'alimentation 1. Il se présente sous la forme d'une dérivation entre la jonction B et la masse ; cette dérivation comporte un second condensateur 4, ainsi qu'une jonction B' sur laquelle sont connectés, d'une part, un second générateur de tension 8 précédé d'une résistance 10 de limitation du courant du générateur et, d'autre part, un second interrupteur 6 commandé par le circuit de commande 12.

Symétriquement à la résistance 13 connectée sur la jonction A, une résistance 14 est connectée en dérivation entre la jonction B et la masse. Cette résistance 14 a le même rôle, pour le circuit d'alimentation 2, que la résistance 13 pour le circuit d'alimentation 1.

Ainsi, chacun des circuits d'alimentation 1 et 2 est raccordé, symétriquement, sur une branche du circuit de charge 17.

Comme on le verra par la suite, le second circuit d'alimentation 2 délivre un courant I_{voff} dans le circuit de charge 17, un certain temps après que le circuit d'alimentation 1 ait délivré son courant I_{von} .

Selon le mode de réalisation représenté sur la figure 1, le circuit de charge 17 consiste en une cellule de Pockels double. Cette cellule de Pockels double comporte deux charges capacitives 15 et 16 raccordées l'une et l'autre, en un point C, à la masse.

Comme on le comprendra mieux par la suite, ce circuit de génération d'impulsions muni de deux circuits d'alimentation reliés chacun à un même circuit de charge permet de générer des impulsions ayant des
5 temps de montée et de descente très brefs, ce qui se traduit, graphiquement, par des fronts montant et descendant carrés. En outre, un tel circuit permet de régler la largeur des impulsions produites, en modifiant l'intervalle de temps entre la commutation de
10 l'interrupteur 5 et celle de l'interrupteur 6.

Sur la figure 2, on a représenté le circuit de génération d'impulsions conforme à un second mode de réalisation de l'invention.

15 Tout comme le mode de réalisation de la figure 1, ce circuit comporte un premier et un second circuits d'alimentation 1 et 2 identiques à ceux décrits précédemment. Ils ne seront donc pas décrits à nouveau.

20 Ces deux circuits d'alimentation 1 et 2 sont raccordés tous deux à un circuit de charge 19 qui consiste en une cellule de Pockels simple. Celle-ci comporte une seule charge capacitive 18.

Ce circuit de la figure 2 fonctionne de
25 façon similaire à celui de la figure 1. Seuls les temps de montée et de descente des impulsions sont un peu moins rapides que pour un circuit muni d'une cellule de Pockels double, mais ils restent tout de même suffisamment rapides pour que l'on obtienne des
30 impulsions carrées.

Sur les figures 3A et 3B, on a représenté le circuit de la figure 1 en cours de fonctionnement.

Plus précisément, la figure 3A montre l'état du circuit lorsque l'interrupteur 5 est fermé, mais que l'interrupteur 6 est ouvert.

On précise, avant tout, qu'à l'état initial le condensateur 3 est chargé, puisque le générateur de tension 7 l'a rechargé à travers les éléments résistifs 9 et 13, lorsque l'interrupteur 5 était ouvert (c'est-à-dire lorsque le circuit est à l'état initial, montré sur la figure 1).

Ensuite, à l'instant désiré, une impulsion de commande V_{on} est produite par le circuit de commande 11 pour causer la fermeture de l'interrupteur 5, ce qui permet de libérer l'énergie stockée dans le condensateur 3 sur la jonction A. Il apparaît alors, pendant un temps très bref, une tension V_A à la jonction A.

Ainsi, lorsque l'interrupteur 5 est commuté, le circuit de génération d'impulsions fonctionne comme montré sur la figure 3A. Un courant I_{von} circule dans la boucle 21, dans le sens indiqué par des flèches, sur la figure 3A.

Pendant ce temps, le second générateur de tension 8 produit une tension permettant de recharger le second condensateur 4 à travers les éléments résistifs 10 et 14.

Après un certain temps, décalé par rapport à l'instant où l'impulsion V_{on} a été commandée, une impulsion de commande V_{off} est émise par le circuit de commande 12, de façon à commuter l'interrupteur 6 en position fermée, ce qui permet de libérer l'énergie stockée dans le condensateur 4 sur la jonction B. Il apparaît alors, pendant un temps très bref, une tension V_B sur la jonction B.

Lorsque l'interrupteur 6 est fermé, le circuit de génération d'impulsions fonctionne comme montré sur la figure 3B. Un courant I_{Voff} circule dans la boucle 20, dans le sens indiqué par les flèches, sur la figure 3B.

La figure 4 représente le diagramme temporel des tensions du circuit de génération d'impulsions des figures 1, 3A et 3B.

Plus précisément, la voie A de la figure 4 montre l'impulsion V_{on} émise par le circuit de commande 11 pour fermer temporairement l'interrupteur 5. Comme le montre cette voie A, l'interrupteur se ferme à l'instant t_1 et s'ouvre à l'instant t_3 . Durant l'intervalle de temps $t_3 - t_1$, le courant I_{von} stocké dans le condensateur 3 est libéré vers la cellule de Pockels 17.

Cette tension V_{on} , comme les tensions V_{off} , V_A et V_B , est de l'ordre de 20 Volts.

La voie B montre l'impulsion V_{off} émise au temps t_2 , par le circuit de commande 12 pour fermer temporairement l'interrupteur 6. A l'instant t_3 , l'interrupteur 6 s'ouvre. Ainsi, durant l'intervalle $t_3 - t_2$, le courant I_{Voff} stocké dans le condensateur 4 est libéré vers la cellule de Pockels 17.

La voie C de la figure 4 montre la tension V_A mesurée à la jonction A à partir de l'instant t_1 . Cette tension V_A est négative. Elle apparaît très rapidement à l'instant t_1 et, par conséquent, présente un front descendant carré, tandis que le front montant, à partir de l'instant t_3 , est beaucoup plus lent.

La voie D de la figure 4 montre la tension V_B mesurée à la jonction B à partir de l'instant t_2 . Cette tension V_B est négative et apparaît très rapidement à l'instant t_2 . Elle présente donc un front

descendant carré, tandis que le front montant, à partir de l'instant t_3 , est beaucoup plus lent.

Sur la voie E de la figure 4, on a représenté l'impulsion $V_A - V_B$ obtenue à partir des tensions V_A et V_B . Comme on le voit sur cette figure, l'impulsion $V_A - V_B$ a un front montant carré et un front descendant carré, ce qui signifie qu'elle a un temps de montée et un temps de descente très brefs.

En outre, l'intervalle de temps $t_1 - t_2$ peut être modifié suivant les besoins, en décalant l'instant t_2 par rapport à t_1 , c'est-à-dire en décalant, dans le temps, l'instant où le circuit de commande 12 émet l'impulsion destinée à commuter l'interrupteur 6.

Ce circuit permet donc de délivrer, rapidement, des tensions de valeurs élevées et cela, pour un coût relativement peu élevé, puisque ce circuit est constitué de deux circuits générateurs identiques.

REVENDECATIONS

1. Circuit de génération d'impulsions de courant à haute tension comportant ^{d'une part,} un premier circuit d'alimentation (1) délivrant un premier courant (I_{von}) dans un circuit de charge (17 ou 19) et comprenant un premier condensateur (3), un premier interrupteur (5) connecté par une jonction A' au premier condensateur et un premier générateur de tension (7) connecté également par cette jonction A' au premier condensateur, ^{et, d'autre part,} ~~caractérisé en ce qu'il comporte un second circuit d'alimentation (2) délivrant un second courant (I_{voff}) dans le circuit de charge et comportant un second condensateur (4), un second interrupteur (6) connecté par une jonction B' au second condensateur et un second générateur de tension (8) connecté également par cette jonction B' au second condensateur.~~

2. Circuit de génération d'impulsions selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de charge (17) comporte deux charges capacitatives (15 et 16) connectées, respectivement, au premier circuit d'alimentation et au second circuit d'alimentation et formant une cellule de Pockels double.

3. Circuit de génération d'impulsions selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de charge (19) comporte une charge capacitive (18) connectée, par une jonction A, au premier circuit d'alimentation (1) et, par une jonction B, au second circuit d'alimentation (2), de manière à former une cellule de Pockels simple.

4. Procédé de génération d'impulsions de courant à haute tension mis en oeuvre dans un circuit de génération d'impulsions conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il consiste à fermer le second interrupteur (6) après

WO 98/07235

PCT/FR97/01466

11

avoir fermé le premier interrupteur (5), le temps ($t_2 - t_1$) écoulé entre les fermetures du premier et du second interrupteurs étant réglable.

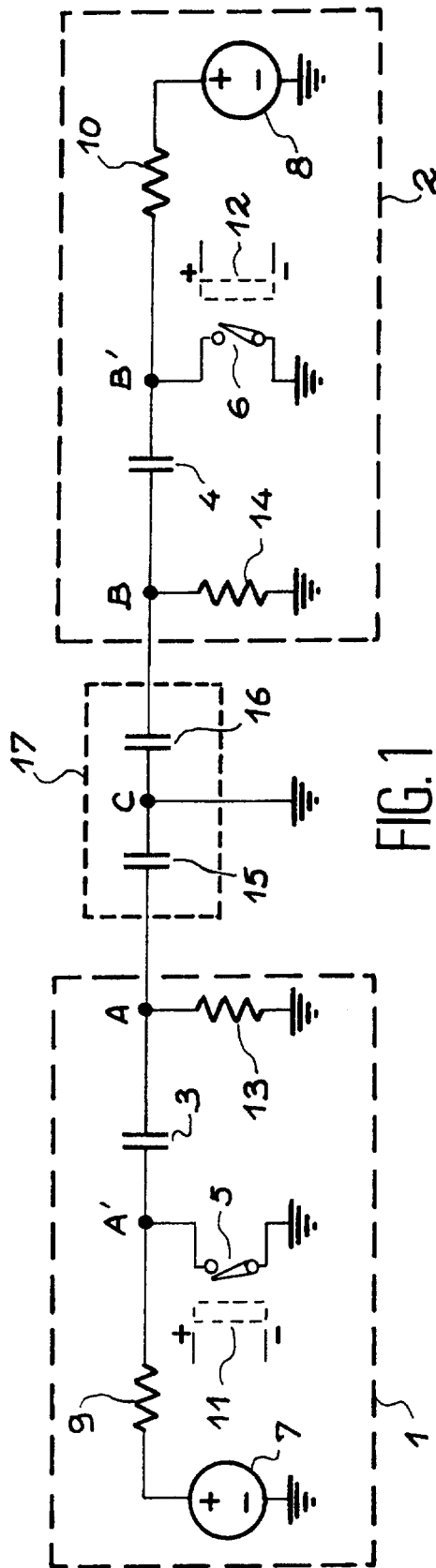


FIG. 1

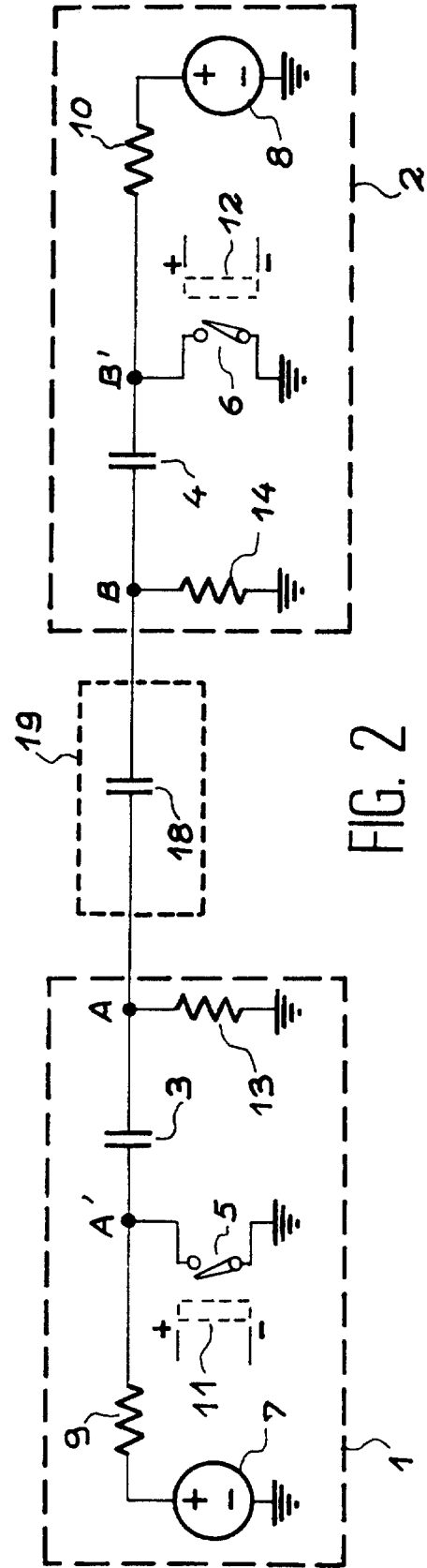


FIG. 2

2/2

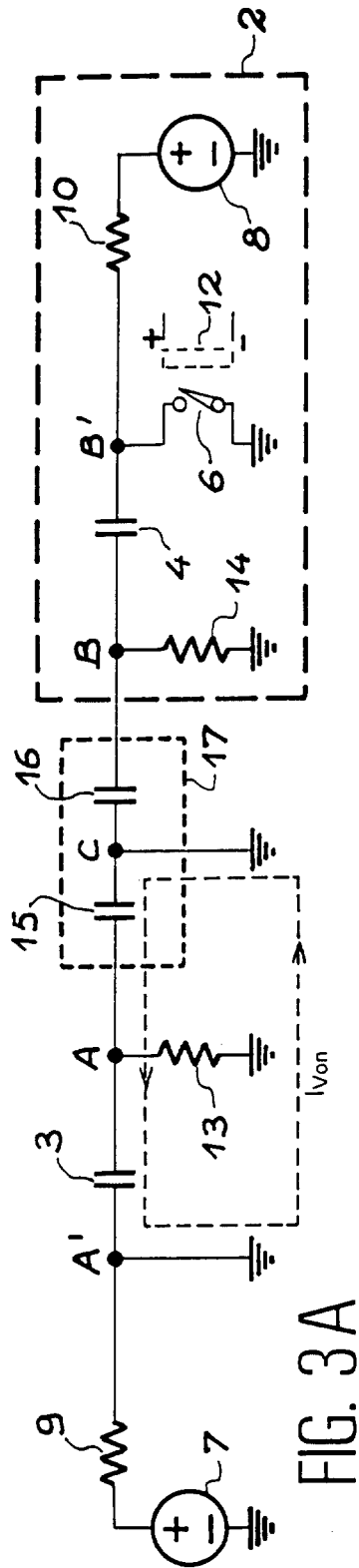


FIG. 3A

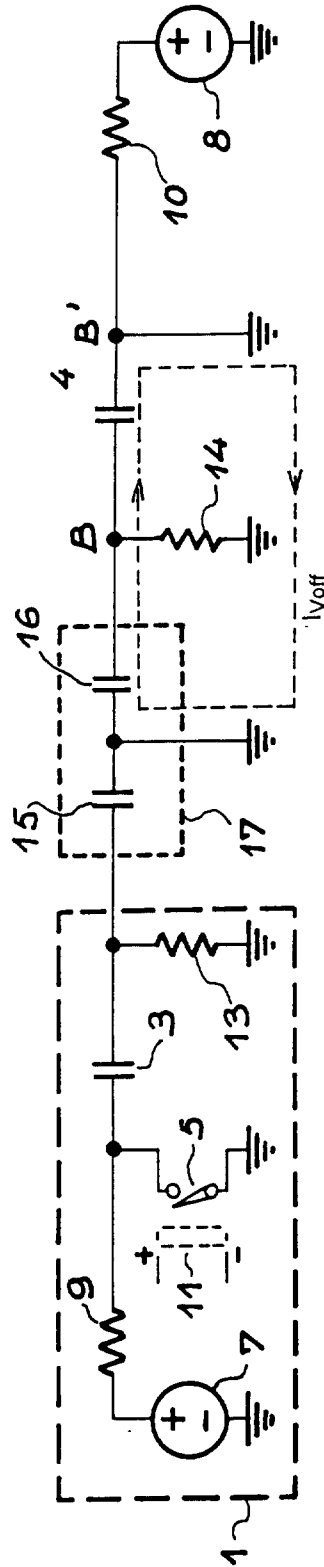


FIG. 3B

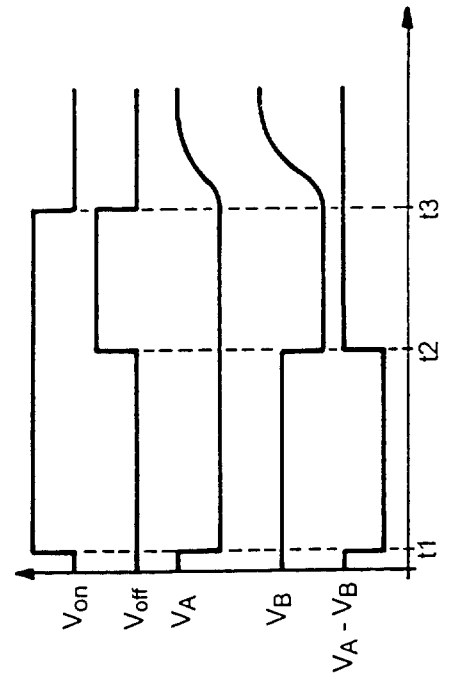


FIG. 4

FEUILLE MODIFIEE

B. 12572

