Союз Советских Социалистических Республик

Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 999142

(61) Дополнительное к авт. свид-ву –

(22) Заявлено 300780 (21) 2962800/18-21

с присоединением заявки № –

(23) Приоритет –

Опубликовано 230283. Бюллетень № 7

Дата опубликования описания 230283

(51) М. Кл.$^3$ H 03 K 3/53

(53) УДК 621.319.53 (088.8)

(72) Авторы изобретения В.В. Вербовский, Н.И. Гапоненко, В.М. Солница и С.М. Хазан

(71) Заявитель –

Патентно-техническая библиотека

(54) ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

1

Изобретение относится к высоковольтной импульсной технике, а именно к устройствам для генерирования мощных высоковольтных и сверхвысоковольтных наносекундных импульсов.

Известен генератор наносекундных импульсов высокого напряжения, собранный по схеме Аркадьева-Маркса и содержащий ряд конденсаторных ступеней с двухсторонней зарядкой.

В качестве накопительных устройств используются малоиндуктивные накопительные конденсаторы, а искровые разрядники помещены в камеру со сжатым газом, что позволило уменьшить длительность фронта импульса, благодаря уменьшению индуктивности разрядного контура [1].

Генератор имеет тот недостаток, что из-за малой энергоемкости применяемых накопителей он не позволяет получить большой мощности в импульсе. Применение накопителей большей энергоемкости значительно усложняет изготовление генераторов и увеличивает их габариты.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому устройству является генератор импульсных напряжений, собранный по схеме умножения

2

напряжения Аркадьева-Маркса, содержащий зарядные сопротивления, разрядники, накопительные конденсаторы, а также высоковольтный коммутатор для подсоединения нагрузки к генератору и конденсатор, компенсирующий влияние паразитной индуктивности разрядного контура и обладающий малой собственной индуктивностью. Этот конденсатор выполнен в виде высоковольтной конструкции, подключенной между высоковольтным электродом коммутатора и землей. Такое включение конденсатора как бы нейтрализует действие паразитной индуктивности разрядного контура при формировании фронта импульса на нагрузке. Поскольку цепь разрядного контура малоиндуктивна, то при небольших коммутируемых токах обеспечивается возможность получения импульсов с фронтом $\sim 10^{-9}$ с.

Однако использование известного генератора для формирования фронта импульса в мощных мегавольтных генераторах не позволяет достичь указанной длительности фронта импульса на нагрузке. Наличие двухэлектродного неуправляемого коммутатора приводит к затягиванию фронта импульса, а также к нестабильности амплитуды импуль-

са на нагрузке из-за того, что неуправляемый коммутатор, установленный в мощном мегавольтном генераторе, обладает следующими особенностями.

Из-за большой нестабильности момента пробоя неуправляемый коммутатор настраивается на самопробой при напряжении значительно ниже максимального, что приводит к снижению амплитуды формируемого импульса; повышение амплитуды выходного импульса, в данном случае, приводит к нестабильности значения амплитуды импульса на нагрузке.

При малой скорости роста напряжения на коммутаторе пробой коммутатора имеет одноискровый характер и при большей коммутируемой мощности сопротивления искры оказывается сравнимым с импедансом генератора, что приводит к большим потерям энергии на искровом канале.

Кроме того, конструктивным недостатком мощного генератора с высоковольтным конденсатором для компенсации паразитной индуктивности разрядного контура является то, что при высоком выходном напряжении генератора малоиндуктивный конденсатор будет представлять собой сложную высоковольтную конструкцию большого габарита, трубующую специальной технологии изготовления.

Целью изобретения является повышение стабильности амплитуды формируемого импульса на нагрузке при использовании неуправляемых коммутаторов, а также упрощение технологии изготовления генератора на мегавольтные напряжения и уменьшение его габаритов.

Поставленная цель достигается тем, что в генераторе импульсных напряжений, выполненном по каскадной схеме умножения Аркадьева - Маркса, содержащем зарядные сопротивления, разрядники, накопительные конденсаторы, высоковольтный коммутатор для подсоединения нагрузки к генератору и конденсатор, компенсирующий влияние паразитной индуктивности разрядного контура, компенсирующие конденсаторы установлены в каждом из каскадов и подключены параллельно зарядным сопротивлениям.

Такое выполнение компенсирующего конденсатора приводит к возрастанию скорости повышения напряжения на высоковольтном коммутаторе, работающем на принципе самопробоя, что улучшает стабильность его срабатывания. Это обеспечивает более высокую стабильность амплитуды импульса на нагрузке, чем в известном устройстве. Кроме того, благодаря такому решению становится возможным вместо специально изготавливаемого конденсатора большого габарита применять стандартные конденсаторы, выпускаемые промышленностью, чем и достигается упрощение технологии изготовления и уменьшение габаритов генератора.

Включение компенсирующих конденсаторов, образующих малоиндуктивную емкость, приводит к малым временам роста напряжения на высоковольтном электроде коммутатора ($\sim 10^{-7}$ с), при которых становится возможным особый вид работы двухэлектродного коммутатора - многоканальный пробой. В этом случае ток коммутируется по нескольким каналам и результирующее сопротивление и индуктивность искры коммутатора уменьшаются по сравнению с одноканальным пробоем. Это приводит к уменьшению падения напряжения на коммутаторе, а также к снижению потерь в коммутаторе. Амплитуда формируемого импульса и КПД генератора в этом случае возрастают.

На фиг. 1 изображена принципиальная схема генератора; на фиг. 2 - схема его замещения.

Генератор содержит накопительные конденсаторы 1, зарядные сопротивления 2, демпферные сопротивления 3, разрядники 4, защитное сопротивление 5.

В каждом каскаде параллельно зарядному сопротивлению 2 подключен малоиндуктивный компенсирующий конденсатор 6. Цепь компенсирующих конденсаторов 6, замыкаемая на нагрузку 7 через высоковольтный коммутатор 8, образует малоиндуктивный рязрядный контур формирования фронта импульса на нагрузке 7.

На схеме замещения (фиг. 2) представлены следующие параметры генератора: эквивалентная емкость 9 генератора, эквивалентная индуктивность 10 цепи зарядки компенсирующего конденсатора, эквивалентное сопротивление 11 цепи зарядки компенсирующего конденсатора, разрядник 12, выполняющий функцию последнего разрядника генератора; конденсатор 13, компенсирующий влияние индуктивности разрядного контура генератора. Перечисленные параметры образуют эквивалентный контур I. Эквивалентный контур II состоит из конденсатора 13, эквивалентной индуктивности 14, коммутатора 15, присоединяющего нагрузку к генератору, и сопротивления 16 нагрузки.

Генератор работает следующим образом.

После зарядки конденсаторов 1 до рабочего напряжения (фиг. 1) подается высоковольтный запускающий импульс на разрядники 4, что приводит к их последовательному срабатыванию. По мере срабатывания разрядников 4 происходит зарядка конденсаторов 6 от

накопительных конденсаторов 1. Ввиду близкого расположения этих конденсаторов индуктивность зарядной цепи (фиг. 2) получается небольшой. Выбором величины перенапряжения на разрядниках 4 обеспечивается высокая скорость срабатывания разрядников генератора, благодаря чему время зарядки цепочки конденсаторов 6 (фиг. 1), т. е. конденсатора 13 (фиг. 2), почти такое же как и время зарядки одного конденсатора 6, определяемое индуктивностью цепи 10 зарядки (фиг. 2). Следовательно, время нарастания напряжения конденсатора 13 до максимальной величины будет определяться выражением

$$\tau_{зад}=\pi\sqrt{\frac{L_1C_1}{\frac{C_1+C_2}{C_1}-\left(\frac{R_1/2}{\sqrt{L_1/C_2}}\right)^2}},$$

где $L_1$ - эквивалентная индуктивность 10 (фиг. 2);

$C_1$ - емкость накопительного конденсатора 1 (фиг. 1);

$C_2$ - емкость компенсирующего конденсатора 6 (фиг. 1);

$R_1$ - эквивалентное сопротивление 11 (фиг. 2).

Сравним величину индуктивности $L_1$ в предлагаемом генераторе и индуктивность $L_1'$ в прототипе. Эквивалентная индуктивность $L_1$ равна

$$L_1=L_{01}+L_{02}+L_p+\ell_ш,$$

где $L_{01}$ - собственная индуктивность одного конденсатора 1 (фиг. 1);

$L_{02}$ - собственная индуктивность одного конденсатора 6 (фиг. 1);

$L_p$ - индуктивность одного разрядника с ошиновкой;

$L_ш$ - индуктивность шин, присоединяющих конденсатор 6 к каскаду генератора.

$$L_1'=nL_{01}+L_{03}+nL_p+L_T,$$

где $n$ - число каскадов генератора; для мощных мегавольтных генераторов $n=10\div30$;

$L_{03}$ - собственная индуктивность высоковольтного компенсирующего конденсатора;

$L_T$ - индуктивность обратного токопровода генератора.

Из сравнения выражений для $L_1$ и $L_1'$ следует, что даже при условии равенства $L_{02}+L_ш=L_{03}+L_T$ получается, что, $L_1'=nL_1$, т. е. $L_1'\gg L_1$.

Следовательно, время зарядки эквивалентной емкости конденсатора 13 (фиг. 2), а также время нарастания напряжения на коммутаторе 15 (фиг. 2) уменьшается

$$\frac{\tau_{зад}}{\tau'_{зад}}=\sqrt{L'/L_1'},$$

где $\tau_{зад}$ - соответствующее время зарядки в известном генераторе.

Таким образом, предлагаемое разделение компенсирующего конденсатора на ряд конденсаторов 6 (фиг. 1), присоединяемых к генератору покаскадно, приводит к возрастанию скорости повышения напряжения на коммутаторе 8 (фиг. 1), что улучшает стабильность срабатывания коммутатора 8, работающего на принципе самопробоя, а следовательно и стабильность амплитуды импульса на нагрузке. При малых временах роста напряжения на высоковольтном электроде коммутатора 8 ($\sim10^{-7}$с), реально достижимых в предлагаемом генераторе, возможен особый вид работы двухэлектродного коммутатора - многоканальный пробой. В этом случае ток коммутируется по нескольким каналам, и результирующее сопротивление и индуктивность искры коммутатора уменьшаются по сравнению с одноканальным пробоем. Это приводит к уменьшению падения напряжения на коммутаторе, а также к снижению потерь в коммутаторе. Амплитуда формируемого импульса и КПД генератора в этом случае возрастают.

Необходимо отметить, что в предлагаемом генераторе сохраняется компенсация индуктивности разрядного контура генератора при формировании фронта импульса на нагрузке. Как видно из фиг. 1, конденсаторы 6 подсоединяются к каждому зарядному сопротивлению генератора. В схемах мощных мегавольтных генераторов обычно используется двухполярная зарядка накопительных конденсаторов. Для достижения больших перенапряжений на разрядниках генератора (от двухкратного до шестикратного) за счет реостатно-емкостных связей между каскадами число зарядных сопротивлений, а следовательно и конденсаторов 6 возрастает. Это позволяет выполнить конструктивно несколько параллельных ветвей из цепочек конденсаторов 6 с малоиндуктивной ошиновкой, что снижает величину эквивалентной индуктивности 14 контура Н (фиг. 2). Величина эквивалентной индуктивности 14 в предлагаемом генераторе становится сравнимой с эквивалентной индуктивностью в известном, что позволяет достичь аналогичной величины длительности фронта импульса на нагрузке. При условии емкостной нагрузки генератора

$$\frac{\tau_ф}{\tau'_ф}=\sqrt{L_2/L_2'},$$

где $L_2$ - эквивалентная индуктивность 14 (фиг. 2);

$L'_2$ - эквивалентная индуктивность в известном генераторе;

$\tau'_\phi$ -длительность фронта импульса на емкостной нагрузке в известном генераторе.

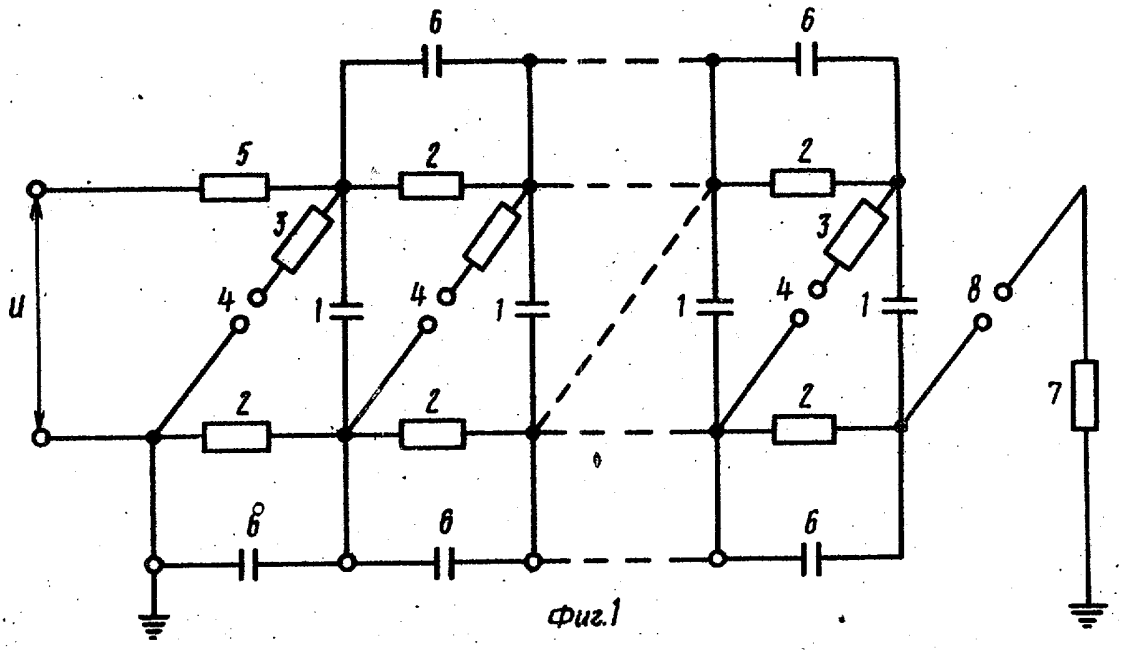
## Формула изобретения

Генератор импульсных напряжений, выполненный по каскадной схеме умножения Аркадьева-Маркса, содержащий зарядные сопротивления, разрядники, накопительные конденсаторы, высоковольтный коммутатор для подсоединения нагрузки к генератору и конденсатор, компенсирующий влияние паразитной индуктивности разрядного контура, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения стабильности амплитуды формируемого импульса и уменьшения габаритов генератора, компенсирующие конденсаторы установлены в каждом из каскадов и подключены параллельно зарядным сопротивлениям.

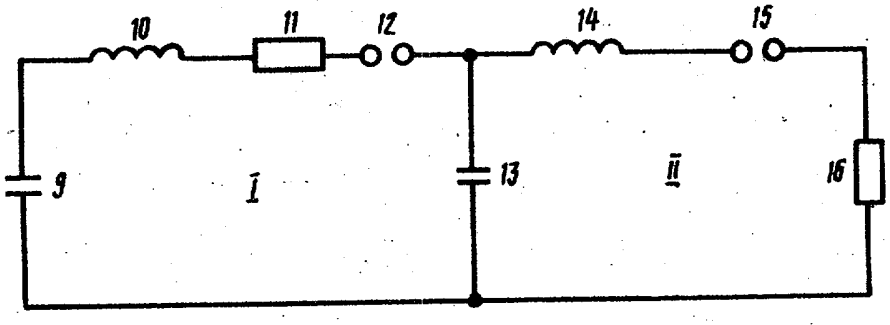
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Месяц Г.А. Генерирование мощных наносекундных импульсов. М., "Советское радио", 1974, с. 135.

2. Авторское свидетельство СССР № 156616, кл. Н 03 К 3/53, 1963.




Фиг.1




Фиг.2

Составитель В. Ермаков
Редактор О. Юрковецкая Техред Т.Маточка Корректор Н. Король

Заказ 1173/77 Тираж 934 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП ''Патент'', Ужгород, ул. Проектная, 4