



УКРАЇНА

(19) UA (11) 12376 (13) U  
(51) МПК  
H03K 3/53 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

#### (54) УСТАНОВКА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ІМПУЛЬСНОГО СТРУМУ БЛИСКАВКИ

1

2

(21) u200504529

(22) 16.05.2005

(24) 15.02.2006

(46) 15.02.2006, Бюл. №2, 2006р.

(72) Баранов Михайло Іванович, Ігнатенко Микола Миколайович, Колобовський Анатолій Кузьмич

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) 1. Установа для отримання імпульсного струму блискавки, що містить розрядне коло із ємнісним накопичувачем енергії, основний комутатор, активно-індуктивне навантаження та замикач навантаження з шунтувальним комутатором, яка

відрізняється тим, що послідовно з основним комутатором увімкнено накопичувальну індуктивність, з'єднану з електропідливним дротом, підключеним паралельно активно-індуктивному навантаженню, а проміж електропідливним дротом та активно-індуктивним навантаженням увімкнено доповнювальний комутатор.

2. Установа для отримання імпульсного струму блискавки за п. 1, яка відрізняється тим, що доповнювальний комутатор виконано у вигляді некероаного повітряного двоелектродного розрядника.

Запропонована установа для отримання імпульсного струму блискавки призначена для використання в галузі високовольтної імпульсної техніки при імітації стуму блискавки і проведенні електромагнітних випробувань об'єктів електроенергетики та авіаційно-космічної техніки.

Відомі установи для формування великих імпульсних струмів, котрі використовуються при:

- проведенні фізичних досліджень у великомасштабовій електроніці [1];

обробці металів тиском сильного імпульсного магнітного поля [2];

- випробувань технічних об'єктів на стійкість до дії грозових розрядів [3]. Найближчим по технічній суті до запропонованої установки для отримання імпульсного стуму блискавки є генератор аперіодичних імпульсних струмів, розрядне коло якого містить ємнісний накопичувач енергії, основний комутатор, активно-індуктивне навантаження та замикач навантаження з шунтуючим комутатором [4].

В цьому генераторі імпульсних струмів замикач активно-індуктивного навантаження з шунтуючим комутатором повинен спрацювати в момент часу, відповідній першій амплітуді імпульсного струму в розрядному колі генератора. Електрична

напряга в цей момент на замикачі навантаження буде близькою до нуля. По цьому на практиці при використанні відомого генератора імпульсних струмів виникають суттєві труднощі по запуску у вказаний момент часу шунтуючого комутатора замикача навантаження. Крім того, для формування потрібних згідно [3] амплітудно-часових параметрів аперіодичного імпульсного струму блискавки з коротким фронтом  $\tau_{\phi}=2\text{мкс}$  та великою тривалістю  $\tau_{\text{и}}=50\text{мкс}$  підвищені вимоги подаються до індуктивності розрядного кола генератора імпульсних струмів. Ця індуктивність повинна мати мінімально можливі значення, які числове сягали порядку 10мкГн. Приймаючи до уваги те, що при отриманні імпульсного струму блискавки згідно [3] амплітудою до 200кА вихідна напряга генератора імпульсних струмів звичайно дорівнює сотням кіловольт, забезпечення вказаних значень індуктивності розрядного кола генератора постає окремою складною технічною задачею.

Задача запропонованої корисної моделі - покращення запуску шунтуючого комутатора замикача навантаження та розширення функціональних можливостей установки для отримання аперіодичного імпульсного струму блискавки шляхом зні-

(19) UA (11) 12376 (13) U

мання жорстких вимог до індуктивності її розрядного кола.

Технічний результат досягається тим, що в установці для отримання імпульсного струму блискавки, до складу якої входять ємнісний накопичувач енергії, основний комутатор, активно-індуктивне навантаження та замикач навантаження з шунтуючим комутатором, послідовно з основним комутатором увімкнено накопичувальну індуктивність, котра з'єднана з електричне вибуховим дротом, підключеним паралельно активно-індуктивному навантаженню, а проміж електричне вибуховим дротом та активно-індуктивним навантаженням увімкнено доповняльний комутатор. При цьому доповняльний комутатор виконано у вигляді некерованого повітряного двохелектродного розрядника.

На Фіг.1 зображено принципову електричну схему запропонованої установки для отримання імпульсного струму блискавки.

Установка для отримання імпульсного струму блискавки складається з ємнісного накопичувача енергії, котрий має ємність 1, індуктивність 2 та активний опір 3. основного комутатора 4, накопичувальної індуктивності 5, електричне вибухового дроту 6, активно-індуктивного навантаження, до складу якого входять активний опір 7 та індуктивність 8, а також доповняльного комутатора 9 і замикача навантаження, котрий має активний опір 10, індуктивність 11 та шунтуючий комутатор 12.

На Фіг.2 кривою 13 зображено залежність струму  $i_n$  в електричне вибуховому дроті 6 в функції часу  $t$ , а кривою 14 часова залежність напруги  $u_n$  в електричне вибуховому дроті 6. Крива 15 зображує часову залежність струму  $i_n$  в RL-навантаженні, яке складається із активного опору 7 та індуктивності 8. На Фіг.2 вжиті наступні позначення:  $U_m$ -амплітуда напруги на електричне вибуховому дроті 6;  $I_m$ -амплітуда струму в електрично вибуховому дроті 6;  $I_0$  - амплітуда струму в RL-навантаженні.

Установка для отримання імпульсного струму блискавки працює таким чином. Після спрацювання основного комутатора 4 попередньо заряджена ємність 1 розряджується через накопичувальну індуктивність 5 на електричне вибуховий дріт 6. В момент часу  $t_0$ , який відповідає амплітуді струму  $i_n$  в електрично вибуховому дроті 6, настає явище електричного вибуху дроту 6. Зауважимо, що в момент часу  $t_0$  напруга  $u_n$  на дроті 6 близька до нуля (див. криву 14 на Фіг.2). Після вибуху дроту 6 струм  $i_n$  в ньому різко зменшується (див. криву 13 на Фіг.2), а напруга  $u_n$  пікоподібно зростає до амплітуди  $U_{mb}$ . Найбільша ширина цієї зміни напруги  $u_n$  в часі  $t$  складає величину  $\Delta t$ . Різке зростання в момент вибуху дроту 6 напруги  $u_n$  до амплітуди  $U_{mb}$ , викликає спрацювання доповняль-

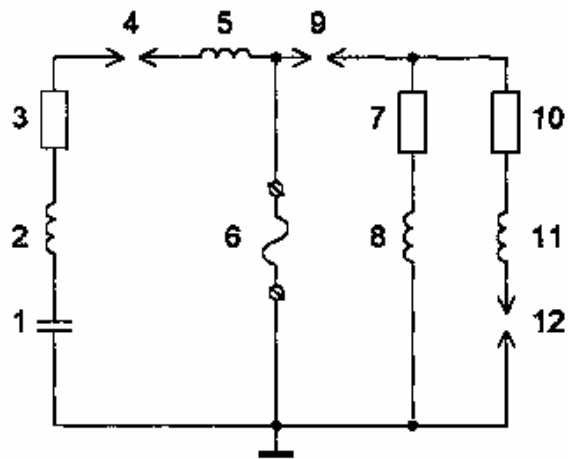
ного комутатора 9, яке характеризується часом комутації  $\tau_k$ . Електрична енергія, котра залишилася в ємності 1, та накопичена магнітна енергія в індуктивності 5 починають виділятися на активному опорі 7 і індуктивності 8 RL-навантаження. Це призводить до початку з моменту часу  $t_0$  протікання імпульсного струму  $i_n$  в RL-навантаженні, який сягає в момент часу  $t \approx \Delta t + \tau_k$  свого максимального значення (див. криву 15 на Фіг.2). В момент часу  $t_m$ , спрацьовує шунтуючий комутатор 12 замикача RL-навантаження і струм  $i_n$  в RL-навантаженні починає спадати з постійною часу  $\tau_c$ , котра визначається співвідношенням суми індуктивностей 8 та 11 до суми активних опорів 7 та 10.

Слід відзначити ту обставину, що пікоподібна зміна напруги на доповняльному комутаторі 9, викликана електричним вибухом дроту 6, буде забезпечувати і більш надійне спрацювання шунтуючого комутатора 12 замикача RL-навантаження. В наслідок цього в RL-навантаженні формується потрібний аперіодичний імпульс струму блискавки. При цьому тривалість фронту  $\tau_f$  цього імпульсу струму блискавки практично не залежить від значень індуктивностей 2 та 5 розрядного кола ємності 1 ємнісного накопичувача енергії установки. Це дозволяє використовувати для формування в RL-навантаженні аперіодичного імпульсу струму блискавки з часовими параметрами  $\tau_f/\tau_n = 2/50$  мкс високовольтні установки з високоіндуктивними розрядними колами. В наслідок цього покращується запуск шунтуючого комутатора 12 замикача RL-навантаження та забезпечується розширення функціональних можливостей установок для отримання аперіодичних струмів блискавки, котрі мають малі числові значення  $\tau_f$ , та великі числові значення  $\tau_n$ .

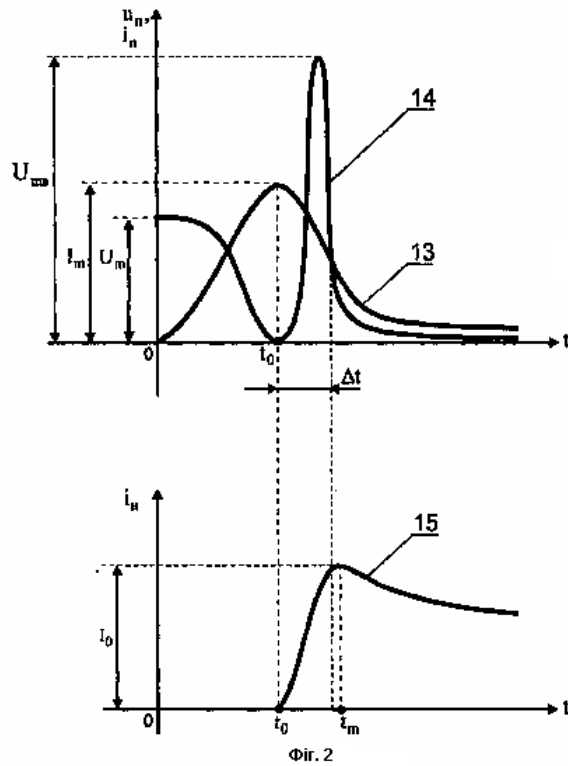
Використання у складі установки доповняльного комутатора 9, виконаного у вигляді некерованого повітряного двохелектродного розрядника, дозволяє суттєво спростити конструкцію цього комутатора та установки в цілому, що викликає підвищення надійності їх функціонування.

Джерела інформації

1. Кремнев В.В., Месяц Г.А. Методы умножения и трансформации импульсов в сильноточной электронике. - Новосибирск: Наука, 1987. - 226с.
2. Батыгин Ю.В., Лавинский В.И., Хименко Л.Т. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. - Харьков: МОСТ - Торнадо, 2003. - 288с.
3. ДСТУ 3681-98. Стійкість до дії грозових розрядів. Технічні вимоги та методи випробувань. Київ: Держстандарт України, 1998. - 27с.
4. техника больших импульсных токов и магнитных полей / Под ред. В.С. Комелькова. - М.: Атомиздат, 1970. - 472с.



Фиг. 1



Фиг. 2