

УДК 621.3.027

Генератор токов молнии ГТМ-200 кА с четырехкомпонентным импульсом тока

В. П. Мирошниченко, А. А. Перунов, В. Г. Филиппов

ГУП «Опытно-экспериментальное производство Всероссийского научно-исследовательского центра Всероссийского электротехнического института им. В. И. Ленина»
(ГУП «ОЭП ВНИЦ ВЭИ»)

Даны основные характеристики разработанного и изготовленного во ВНИЦ ВЭИ (г. Истра) генератора токов молнии ГТМ-200 кА, предназначенного для полномасштабных испытаний различного оборудования на молниестойкость при прямом ударе молнии. Комплекс, состоящий из четырех генераторов, при совместной работе обеспечивает формирование на испытуемом объекте четырехкомпонентной формы импульса тока.

При создании различных типов летательных аппаратов встали задачи по исследованию их молниепоражаемости и разработке устройств защиты от воздействий молниевых разрядов. В сложившейся мировой практике процесс испытаний летательных аппаратов проводится в два этапа: на первом — в лабораторных условиях на моделях самолетов определяются точки поражения и выхода искровых разрядов (молниепоражаемость); на следующем — реальные летательные аппараты или их части подвергаются воздействию токов молнии в лабораторных условиях (молниестойкость). На основании результатов проведенных испытаний даются рекомендации по усовершенствованию конструкции и надежности работы защитных устройств.

Генератор тока молнии ГТМ-200 кА предназначен для полномасштабных испытаний различного оборудования (в частности, летательных аппаратов) на молниестойкость при прямом ударе молнии. Комплекс обеспечивает формирование на испытуемом объекте четырехкомпонентной формы импульса тока

(рис. 1) путем наложения четырех импульсов тока определенной амплитуды и длительности.



Рис. 1. Четырехкомпонентный импульс тока

В соответствии с этим в состав комплекса (рис. 2) входят четыре генератора импульсных токов (ГИТ) Г1, Г2, Г3, Г4 с емкостными накопителями, заряд которых осуществляется одновременно, а разряд — в определенной последовательности, задаваемой командой с пульта управления.

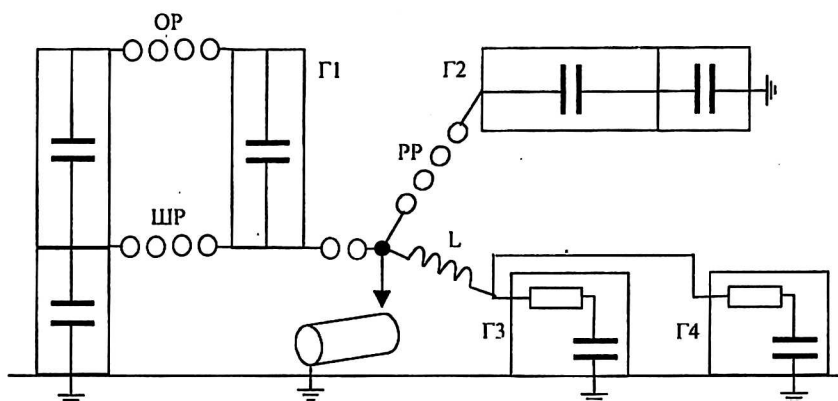


Рис. 2. Принципиальная схема ГИМ-200 кА

Первая компонента тока (начальный удар) с фронтом 2 мкс, амплитудой 200 кА, длительностью 500 мкс, создается Г1 с суммарным зарядным напряжением 2 МВ и запасаемой энергией 1,2 МДж.

Четвертая компонента тока (повторный удар) с крутизной 10^{11} , амплитудой 100 кА, длительностью 500 мкс, создается Г2, который имеет суммарное зарядное напряжение 1 МВ и запасаемую энергию 240 кДж.

Вторую компоненту тока (промежуточный ток) со средним значением 2 кА, длительностью 5 мс, накапливаемым зарядом 100 Кл и запасаемой энергией 250 кДж формирует Г3.

Третью компоненту тока (постоянная составляющая) с амплитудой 200—400 А, длительностью до 1 с, накапливаемым зарядом 250 Кл, запасаемой энергией 625 кДж формирует Г4.

Каждый генератор включает в себя: накопительные конденсаторы, зарядное устройство, коммутирующие разрядники, пульт управления с системой запуска и задержки, систему измерений. Разделение генераторов, создающих различные компоненты тока, осуществляется с помощью разрядников и индуктивности.

Принципиальная схема Г1 представлена на рис. 3.

Генератор Г1 включает в себя:

зарядное устройство ± 100 кВ с трехфазной схемой регулирования и выпрямления питающего напряжения и двухполюсным короткозамыкателем;

две цепи зарядных резисторов, выполненных путем намотки нихромового провода на стеклопластиковые цилиндры;

шесть цепей накопительных конденсаторов ИК100-0.4, соединенных по схеме Фитча и формирующих фронт импульса тока в нагрузке;
 две ступени накопительных конденсаторов ИК100-1.2, формирующих длительность тока в нагрузке;
 перезарядные индуктивности;
 инвертирующие, коммутирующие и обостряющий разрядники с системой управления;

пунтирующий разрядник.

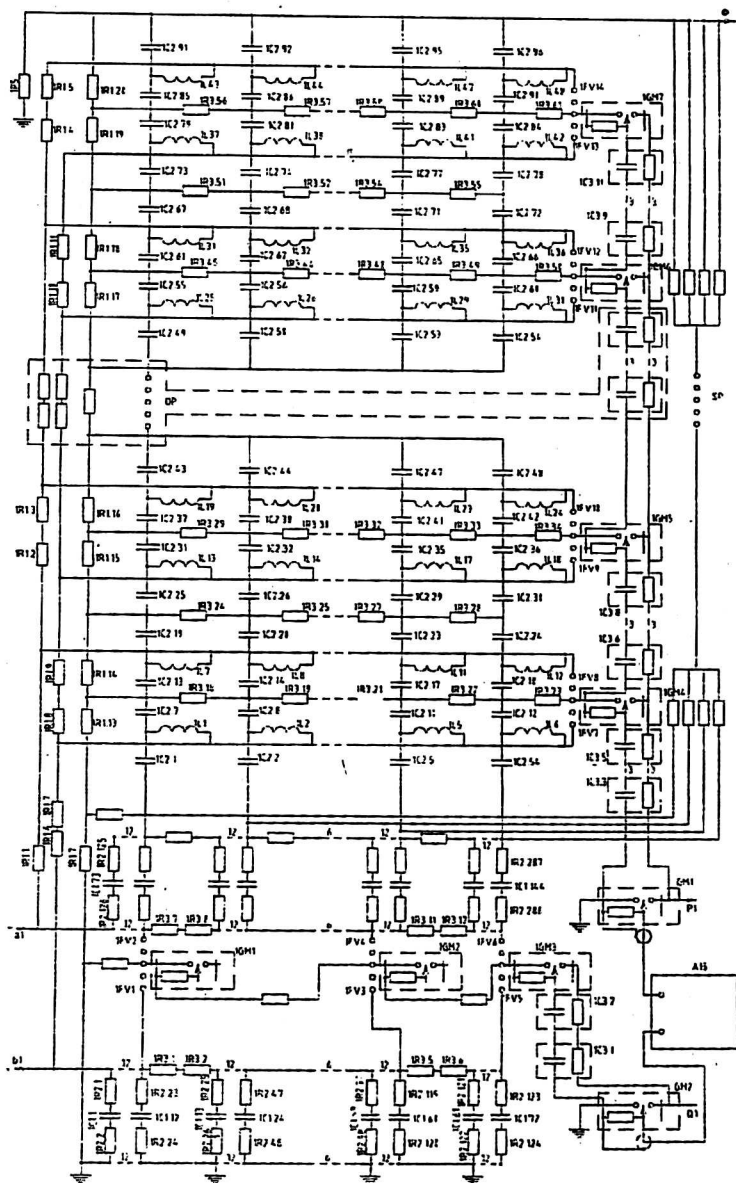


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема Г1

Элементы электрической схемы размещены на несущей конструкции из стеклопластиковых труб, стянутых между собой растяжками из стеклопластиковых пластин, на которых размещены накопительные конденсаторы. Для удобства эксплуатации и дополнительного увеличения механической прочности предусмотрены изоляционные площадки и лестницы. Для снижения собственной индуктивности и габаритов генератора он разделен на две конструкции, соединенные обостряющим и шунтирующим разрядниками.

Работа генератора осуществляется следующим образом. После заряда накопительных конденсаторов до заданного напряжения срабатывают управляемые инвертирующие разрядники схемы Фитча, и половина конденсаторов схемы начинает перезаряжаться через перезарядные индуктивности на противоположную полярность. При достижении пробивного напряжения на коммутирующих разрядниках они срабатывают и подключают конденсаторы, формирующие длительность импульса тока. Вблизи максимума напряжения срабатывает обостряющий разрядник, и суммарное напряжение всех ступеней прикладывается к нагрузке. После достижения максимума тока автоматически срабатывает шунтирующий разрядник и закорачивает практически разряженные к этому времени конденсаторы генератора Фитча. При этом в нагрузке формируется спад импульса тока.

Конструктивное исполнение и работа генератора Г2 аналогичны Г1.

Г3 и Г4 выполнены в виде модульной конструкции на конденсаторах К-75-40 и нихромовых резисторах. Каждый модуль содержит резистор и емкость величиной 2000 мкФ. Путем параллельно последовательного соединения модулей можно регулировать амплитуду и длительность сопровождающего тока в широких пределах.

Автоматизированная система сбора и обработки результатов измерений на базе персонального компьютера с аналого-цифровым преобразователем и оптоволоконными линиями связи позволяет проводить испытания оборудования на уровне, удовлетворяющем мировым стандартам.

The GTM-200 kA generator of lightning currents with a four-component current pulse

V. P. Miroshnichenko, A. A. Perunov, V. G. Philippov

The Experimental Production of the All-Russian Research Center of the All-Russian Electrotechnical Institute, Istra, Russia

The basic performances of the GTM-200 kA generator of lightning currents which has been designed and manufactured by the All-Russian Research Center (the Istra city) of the All-Russian Electrotechnical Institute are given in the paper. The generator is intended for full scale trials of different inventory on stability at a head-on impact of a lightning. The complex consisting of four generators ensures shaping a four-component current pulse on the test plant.