

сті, зашумленості і обмеженості вихідної діагностичної інформації [5]. Однак істотним обмеженням при використанні даних алгоритмів є необхідність наявності досить високого обсягу навчальної вибірки, яка б описувала максимально можливий набір можливих станів діагностується об'єкта.

Список використаних джерел:

1. Шутенко О. В., Баклай, Д. Н. Анализ функциональных возможностей экспертных систем, используемых для диагностики состояния высоковольтного маслонаполненного оборудования / Шутенко О. В., Баклай Д. Н. // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». –2011 – №3.–С. 179-193.

2. Шутенко О. В., Баклай Д. Н. Информационно-аналитическая система для диагностики состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования / Шутенко О. В., Баклай Д. Н. // Энергетика та електрифікація. – Київ, 2011 – №8. – С. 32 – 41.

3. Shutenko Oleg, Kulyk Oleksii, Ponomarenko Serhii Informational and Analytical System for Diagnostics of the Electric Power Equipment Condition // 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), Kyiv, Ukraine, May 2020 .– P. 105-110, DOI: 10.1109/ESS50319.2020.9160251.

4. Бондаренко В. Е. Математические основы технической диагностики объектов электрических сетей: учеб. пособ. в двух частях, часть 1 / В. Е. Бондаренко, О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай – Х. : НТУ «ХПИ», 2017. – 266 с.

5. Бондаренко В. Е. Математические основы технической диагностики объектов электрических сетей: учеб. пособ. в двух частях, часть 2 / В. Е. Бондаренко, О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай – Х. : ФЛП Панов А. И., 2019 – 262 с.

УДК 620.424.1; 620.98

НАКОПИЧУВАЧ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА НАДКОРОТКИХ ІМПУЛЬСІВ

Шкода Д.С., Кіріченко М.В., Дроздов А.М., Зайцев Р.В.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Україна, м. Харків*

Останнім часом все більша увага приділяється до електромагнітної стійкості, радіоелектронної апаратури (РЕА) під якою мається на увазі властивість зберігати робочі параметри під час і після дії електромагнітних імпульсів (ЕМІ) різного походження [1,2]. Під впливом ЕМІ в ланцюгах схем наводяться імпульси перенапруги, а зі зменшенням розмірів напівпровідникових приладових структур рівень енергії, достатній для їх пошкодження знижується і для інтегральних мікросхем

становить від 10^{-3} Дж до 10^{-7} Дж. В якості запобіжників зазвичай застосовуються елементи захисту РЕА від імпульсних перенапруг які підключаються паралельно до захищеного пристрою та при досягненні порогової напруги спрацьовування за короткий час здатні знижувати свій опір до значення, істотно нижчого за величину вхідного опору елемента РЕА.

Для проведення досліджень елементів захисту РЕА у попередніх роботах [3] було розроблено генератор на основі зарядової лінії з коаксіального кабелю з електронним блоком для живлення та керування, що дозволило генерувати імпульси прямокутної форми із фронтом наростання 2,5 нс та амплітудою до 200 В. Проте для зарядової лінії амплітуда імпульсу становить половину від зарядної напруги кабелю, що при заряджанні такої лінії до 400 В, обмежило амплітуду імпульсу величиною у 200 В, а тривалість імпульсів, що задається довжиною зарядової лінії із технологічних причин була обмежена до 100 нс, що загалом і не дозволило відтворити енергетичні параметри реальних ЕМІ, що справляють руйнуючий вплив на РЕА [4].

У зв'язку з цим, метою даної роботи було проведення модернізації раніше розробленого генератора наносекундних імпульсів для забезпеченні генерації імпульсів підвищеної енергії.

Вочевидь домогтися збільшення енергії генерованого ЕМІ можна або за рахунок збільшення амплітуди імпульсу, або шляхом збільшення його тривалості. Модельні розрахунки показали, що у першому варіанті необхідно підвищити амплітуду імпульсів до 1 кВ та більше, що є малоприйнятним з міркувань техніки безпеки та потребує створення коштовного високовольтного блоку живлення.

В той же час збільшення енергії імпульса шляхом збільшення його тривалості видається більш перспективним рішенням, оскільки як показує аналіз характеристик реальних прикладів ЕМІ руйнівний вплив на елементи РЕА справляють саме імпульси тривалістю у десятки мікросекунд. Для практичної реалізації такого підходу можуть бути використані промислові швидкодіючі конденсатори, тривалість розрядки котрих дозволить регулювати тривалість імпульсів. До того ж це дозволить оминати характерне для генераторів на зарядовій лінії обмеження амплітуди імпульсу половиною зарядової напруги і не тільки збільшити тривалість ЕМІ, але й їх амплітуду до 400 В, використовуючи те саме джерело постійної напруги.

Для вирішення поставленої задачі було проведено модельні розрахунки швидкості розряду конденсатору, які продемонстрували, що використовуючи поширені конденсатори ємністю 20-25 мкФ можна одержати імпульси тривалістю 50-100 мкс. При цьому використовуючи батарею конденсаторів, що

скомутовані паралельно, можна ступінчасто регулювати тривалість імпульсу, а заряджаючи конденсатори до напруги, менше максимальної можна також варіювати і амплітуду генерованих імпульсів.

Для практичної реалізації були обрані полімерні пускові конденсатори Piganil ємністю 25 мкФ та максимальною напругою 400 В які заплановано скомутовувати відповідно до розробленої принципової схеми та змонтувати у типовому пластиковому корпусі.

Конструктивно такий накопичувач енергії для генератора імпульсів буде виконано у пластиковому корпусі, для комутації між собою окремих конденсаторів буде застосовано стандартні тумблери або кнопки з фіксацією, що дозволить ступінчасто регулювати тривалість імпульсу у діапазоні 25-400 мкс в залежності від кількості задіяних конденсаторів та ступеня їх зарядки.

Амплітуда імпульсу буде задаватися зарядкою конденсаторів до напруги в діапазоні 40-400 з кроком не більше 1 В від раніше виготовленого приладу для контролю та живлення генератору ЕМІ. Комутація накопичувача енергії із джерелом постійної напруги та із комутатором, що буде запускати процес генерації ЕМІ буде реалізована типовими високовольтними коаксіальними роз'ємами. В якості комутатора заплановано використати ртутне герконове реле, що дозволить мінімізувати час наростання імпульсу, або звичайне силове електромагнітне реле.

Комбіноване використання у складі генератора ЕМІ накопичувачів енергії на основі зарядової лінії та конденсаторів дозволить за необхідності реалізовувати або імпульс прямокутної форми для дослідження часових характеристик перемикання, або досліджувати граничні характеристики елементів захисту під дією високоенергетичних імпульсів, що генеруються розрядом конденсаторів.

Список використаних джерел:

1. Ghosh C.N. EMP weapons / C.N. Ghosh // Strategic Analysis. – 2008. – Vol. 24.– №7 – С. 1333 – 1350.
2. Дьяконов В.П. Генерация и генераторы сигналов / В.П. Дьяконов // ДМК Пресс. – 2009. – С. 384.
3. Дроздов А.М. Система керування генератора наносекундних імпульсів / А.М. Дроздов, Р.В. Зайцев, М.В. Кіріченко, Г.С. Хрипунов // III Всеукраїнська науково-технічна конференція «Енергоефективність та енергетична безпека електроенергетичних систем» 12-15 листопада 2019 р., Тези доповідей. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019 р. – С. 93.
4. Khrypunov M.G. Amplitude-time Characteristics of Switching in Thin Films of Cadmium Telluride / M.G. Khrypunov, R.V. Zaitsev, D.A. Kudii, A.L. Khrypunova // Journal of nano- and electronic physics. – 2018. – Vol. 10. – No 1. – P. 01016-1 – 01016-5.