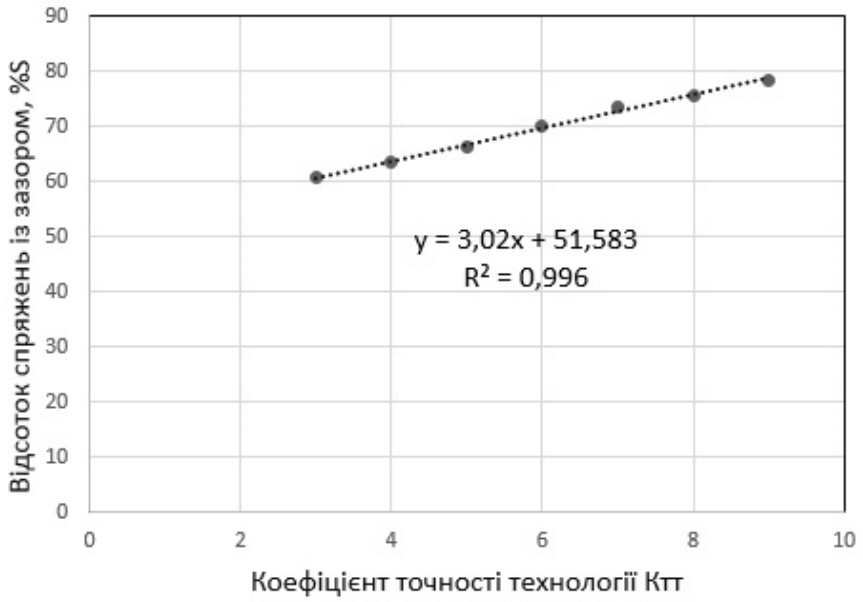


Рисунок 3 – Залежність відсотка спряжень із зазором від коефіцієнту точності технології

ЛІТЕРАТУРА

1. Допуски и посадки [Справочник. В 2-х ч .] : 6-е изд., перераб. и доп. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – Ч. 2. 448 с.

2. Derbaba V.A. Evaluation of the adequacy of the statistical simulation modeling method while investigating the components presorting processes / V.A. Derbaba, V.V. Zil, S.T. Patsera // Scientific bulletin of National Mining University Dnipropetrovsk.. – 2014. – № 5 (143). – P. 45-50.

УДК 004+621

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ RC-ГЕНЕРАТОРА ВЫПОЛНЕННОГО НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ ИЗ НАНОПРОВОДЯЩЕГО ДИЭЛЕКТРИКА В ПО LT SPICE

М.И. Чукарин[1]

[1]студент, группа МКС-161, Департамент компьютерной инженерии, Национальный Исследовательский Университет Высшая Школа Экономики, г. Москва, Россия, e-mail: mitch99@yandex.ru

Аннотация. Бортовая радиоэлектронная аппаратура космических аппаратов (БРЭА КА) должна быть защищена от возникновения электростатических разрядов (ЭСР) которые возникают в результате появления значительных разностей потенциалов между элементами БРЭА изготовленными из различных материалов. Этот процесс называют дифференциальным заряжением элементов КА и он обусловлен различной способно-

стью материалов накапливать и перераспределять накопленный электронный заряд, который создается в этих материалах за счет взаимодействия КА с околоземной плазмой. В настоящей работе путем моделирования работы RC генератора в LT-spice определяются минимальные величины дополнительных резисторов, которые будут имитировать дополнительную проводимость диэлектрика печатной платы этого генератора, и не будут влиять на работу генератора. Дополнительная проводимость диэлектрика призвана исключить возможность возникновения ЭСР при электронном облучении.

Ключевые слова: RC-генератор, моделирование, добавочное сопротивление.

SIMULATION OF THE RC OSCILLATOR OPERATIONAL IMPLEMENTED ON A PRINTED CIRCUIT BOARD OF NANO CONDUCTIVE DIELECTRIC USING THE LTSPICE SOFTWARE

Mark Chukarin[1]

[1]student, group MKS-161, Department of computer engineering, Higher School of Economics, Moscow, Russia, e-mail: mitch99@yandex.ru

Abstract. The on-board radio-electronic apparatus of space vehicles (ORA SV) should be protected from the occurrence of electrostatic discharges which arise because of the appearance of significant potential differences between ORA elements made of different materials. This process is called differential charging of spacecraft elements and it is caused by different ability of materials to accumulate and redistribute the accumulated electronic charge, which is created in these materials due to interaction of spacecraft with near-earth plasma. In this paper, by modeling the operation of the RC generator in LT-spice, the minimum values of the additional resistors are determined, which will simulate the additional conductivity of the dielectric of the printed circuit board of this generator, and will not affect the operation of the generator. The additional conductivity of the dielectric is designed to exclude the possibility of the formation of an ESR during electron irradiation.

Keywords: RC-generator, simulation, additional resistance.

Введение. Электронные генераторы – это устройства, которые преобразуют электроэнергию источника постоянного тока источника питания в энергию электрических колебаний заданных частот и форм [1,2]. Форма электрических колебаний бывает различной. Генераторы, которые формируют синусоидальные колебания, называют генераторами гармонических, или синусоидальных колебаний. Если колебания генераторов отличаются по форме от синусоидальных колебаний (треугольные, прямоугольные, пилообразные и т.д.), то такие генераторы называются импульсными, или релаксационными.

Существует два основных типа генераторов: генераторы с самовозбуждением или автогенераторы и генераторы с независимым внешним возбуждением. Мы будем рассматривать RC-генератор с самовозбуждением.

Цель работы. Смоделировать утечки сопротивления на печатной плате, и найти критическое значение, при котором плата сохранит работоспособность.

Данная работа разбита на два этапа. На первом этапе мы моделируем работу исходного RC-генератора, принципиальная схема которого приведена на рисунке 1. На втором этапе мы моделируем работу RC-генератора, изготовленного на печатной плате из нанопроводящего диэлектрика, проводимость которого мы моделируем включением в схему дополнительных резисторов R_{add} (рисунок 2).

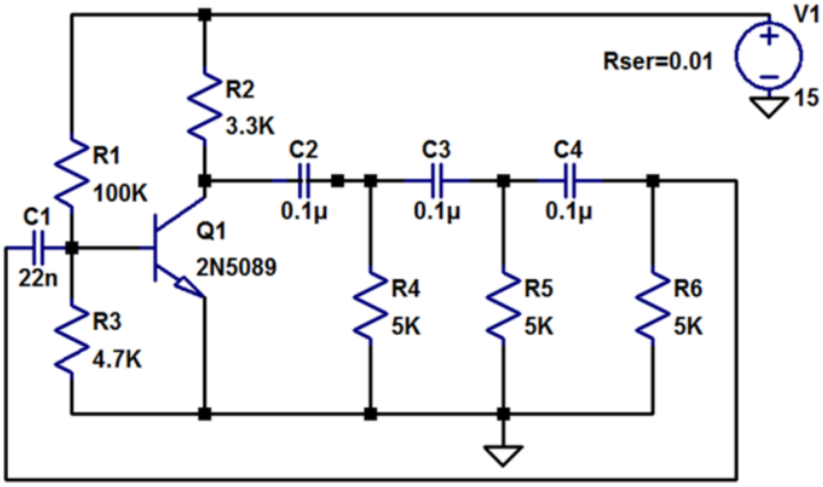


Рисунок 1 – Принципиальная схема RC-генератора.

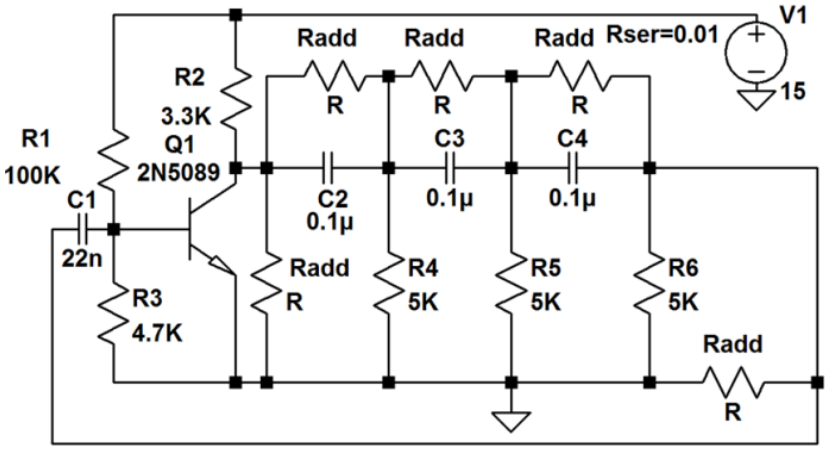
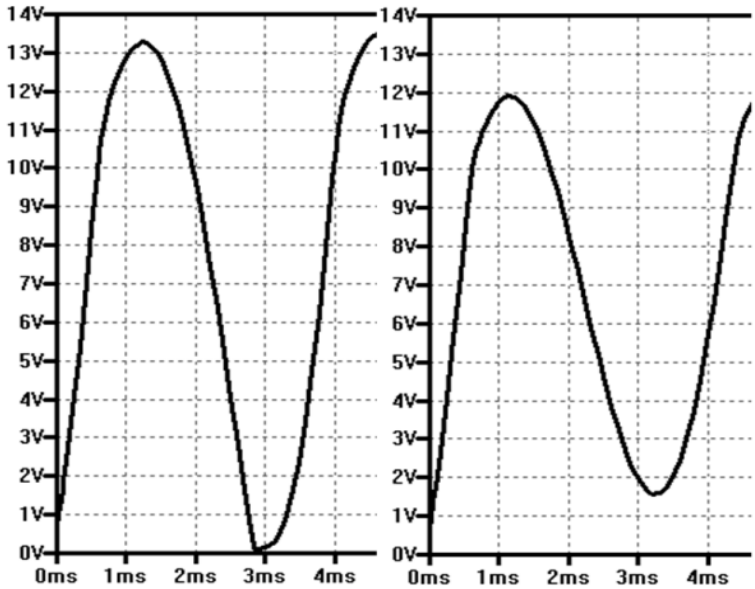


Рисунок 2 – Принципиальная схема RC-генератора с включенными в схему резисторами R_{add}, которые имитируют дополнительную проводимость печатной платы.

Основной материал. *Моделирование работы генератора.* Схема исходного RC-генератора представлена на рисунке 1. Схема с внесенными добавочными резисторами R_{add} величиной R = 40 кОм показана на рисунке 2. Видно, что при этой величине дополнительных резисторов (рисунок 3,б)

уже наблюдаются искажения выходного сигнала генератора. Выходное напряжение падает с 13,3 В до 12 В, а период колебаний возрастает от 3 мс до 3,4 мс. При величине R = 100 кОм никаких изменений выходного сигнала не наблюдалось. Поэтому, величину дополнительных резисторов для расчета допустимой проводимости печатной платы, с небольшим запасом можно принять равной R = 100 кОм. В дальнейшем, при продолжении работы будет использоваться эта величина R.



а) *б)*

Рисунок 3 – Результаты моделирования. Выходное напряжение генератора: рисунок 1 - а, рисунок 2 -б.

Вывод. В результате выполненной работы выявлена величина сопротивления R добавочного резистора R_{add} при котором выходной сигнал генератора не будет претерпевать изменения. Эта величина составляет 100 кОм. Значимость проведенной работы заключается в том, что в ее ходе было проведено моделирование работы RC-генератора с помощью ПО LT-spice и выявлено значение оптимальной величины сопротивления дополнительного резистора для расчета проводимости нанопроводящего диэлектрика печатной платы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В. «Генерация и генераторы сигналов», ДМК пресс, 2009. – 384 с.

2. Баскаков С.И. «Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов», Высшая школа, 1983. – 446 с.