

электродов) будет скомпенсировано изменением (уменьшением) емкости внутреннего смежного емкостного электрода.

Заключение

Приведенная методика расчета изменения емкости даст возможность определить температурный коэффициент емкости (ТКЕ) вакуумных конденсаторов с электродами, выполненными из материалов с различными коэффициента температурного расширения. Вместе с тем, анализ полученных выражений для ТКЕ по разработанной методике позволяет произвести обоснованный подбор конструкционных материалов арматуры и осуществить некоторые конструктивные усовершенствования узлов вакуумных конденсаторов, вакуумных делителей напряжения, с целью минимизации температурной нестабильности.

Список использованной литературы

1. Юрков Н.К., Смирнов Э.Н., Буц В.П. Методика расчета коэффициента температурного изменения и коэффициента деления высоковольтного вакуумного делителя // Научно-технический журнал Извещения Института инженерной физики. 2010 №3. С.48 – 53.
2. Буц В.П., Смирнов Э.Н., Рывков А.А., Юрков Н.К. Электромагнитное экранирование элементов вакуумного делителя высоких напряжений // Измерительная техника, 2011. №2. С. 61 – 64.
3. Исосель Ю.Я., Кочанов Э.С., Струнский М.Г. Расчет электрической емкости // Л.: Энергоиздат, 1981. – 288 с.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОПЫТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ НА РАННИХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А.В. Затылкин, Д.А. Голушко, А.В. Лысенко

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза

Введение.

В настоящее время при разработке, испытаниях и эксплуатации радиоэлектронных средств (РЭС) огромную роль играют такие экономические факторы как высокие затраты материальных, человеческих и денежных средств [1,2]. Поэтому, разработчикам все больше внимания приходится уделять разработке именно математических моделей РЭС.

Тем не менее, использование только математических моделей существенно ограничивает область исследований РЭС по следующим причинам:

- обработка отдельных подсистем осуществляется по ограниченному объему информации, что приводит к неточностям структурного и параметрического описания подсистем, а затем, к появлению ошибок в описании системы и определении выходных характеристик РЭС.

- Существующие методы математического моделирования имеют свои отличительные особенности, накладывающие различные ограничения на область их применения (исследование конструкции РЭС в динамике или статике, описание граничных условий и т.д.) что требует постоянного уточнения полученной модели. Поэтому без дополнительных исследований нельзя пренебречь влиянием этих ошибок на точность расчета выходных оценок.

Конечно, для простых систем можно создать только математическую модель или только опытный образец и провести все необходимые испытания и исследования, по результатам которых принять проектное решение.

Для сложных систем, которыми в большинстве случаев и являются РЭС, такой подход неприемлем. Например, трудно представить создание для целей исследования опытного образца крупного автоматизированного предприятия в металлургической промышленности. Такой эксперимент привел бы к огромным материальным затратам и значительному увеличению сроков ввода объекта.

Именно поэтому, целесообразно использовать опытно-теоретический метод. Накопленный опыт разработки сложных систем позволил ученым под руководством профессора В.А. Ренева сформулировать основные положения опытно-теоретического метода проведения исследований, основанного на объединении разнородной информации, полученной при различных видах испытаний и эксплуатации [3].

Достоинства и недостатки опытно-теоретического метода.

Основные положения этого метода следующие: содержательное описание задачи, связанной с оценкой эффективности, представляющее собой первый шаг на пути к ее формализации; уточнение степени и характера функциональной зависимости показателя эффективности от характеристики элементов системы и внешних условий; установление обобщенных параметров; определение требований по точности и достоверности искомых оценок; отбор релевантных факторов по априорным данным и т.д.; определение условий испытаний с помощью факторного планирования и выбор соответствующих методов оценки истинных характеристик при использовании различного рода информации о системе и ее элементах (математическое моделирование, применение имитаторов, натурный эксперимент); обоснование и выбор приемлемого состава и структуры необходимых моделей и имитаторов; планирование и организация натуральных экспериментов, обоснование объема испытаний и количества

экспериментов; обработка и калибровка математических моделей по результатам испытаний; оценка показателей эффективности.

Поскольку, как показала практика, подобный подход позволяет создать работоспособную модель сложной мехатронной системы и достичь требуемой точности результатов моделирования, в данной диссертационной работе проведена конкретизация этого метода для другой предметной области, а именно для проведения исследований программных и физических моделей РЭС.

Практическое применение опытно-теоретического метода исследований при разработке РЭС осложнено необходимостью обработки оператором большого объема информации и формализованных знаний, что требует введения экспертных систем и интеллектуальных методов. Поэтому необходимо разработать методику анализа программных и физических моделей радиотехнических устройств с возможностью работы оператора с проблемно-ориентированными экспертными системами.

Алгоритм проведения проектных исследований РЭС.

Поэтому разработана методика проведения опытно-теоретических исследований (математических) программных и физических моделей РЭС (рис.3), отличающийся возможностью работы оператора с проблемно-ориентированными экспертными системами.

В настоящее время, проектировщики РЭС используют богатый арсенал систем автоматизированного проектирования (СППР), под которыми в России понимаются так же и системы инженерного анализа. Это позволяет не только автоматизировать многие рутинные операции, но и частично повысить качество проектных решений, например, при разводке печатных плат, где трассировка проводников, как правило, проходит в автоматическом режиме с учетом необходимых параметров, выставленных оператором. Тем не менее, решение задачи оптимального расположения проводников (приводящее к уменьшению размеров печатной платы) такие системы ведут без учета различных дестабилизирующих факторов, таких как: тепловые поля, внешние механические воздействия (удары и вибрации), влажность, ионизирующее воздействие и т.д.

Именно поэтому, после выполнения этапов, на которых разрабатывается схема электрическая принципиальная (рис. 1, блок 2), происходит размещение радиоэлементов на печатной плате (рис. 1, блок 3) и ее трассировка (рис. 1, блок 4), следует выделить необходимые контролируемые параметры РЭС (рис. 1, блок 5) и создать соответствующие математические модели (рис. 1, блок 6) с целью их всестороннего исследования (рис. 1, блок 7).

Провести правильную интерпретацию результатов полученных при помощи программных систем инженерного анализа иногда довольно сложно [4,5]. В качестве примера рассмотрим результаты теплового анализа

РЭС, где неверная компоновка радиоэлементов приводит к нарушению работы схемы из-за температурного градиента резисторов R3 и R4, как показано на рисунке 2.

Именно для решения этой задачи необходимо проводить анализ результатов моделирования с применением экспертных систем (ЭС), что в случае необходимости позволит выявить неочевидные недостатки проектного решения (в данном случае расположения элементов R3 и R4 на печатной плате).



Рис 1 Алгоритм методики проведения опытно-теоретических исследований РЭС

Кроме того, существующие системы инженерного анализа РЭС, проводят анализ влияния тепловых, механических и других факторов без учета их взаимного влияния, что в некоторых случаях ведет к резкому отличию расчетных параметров системы от реальных.

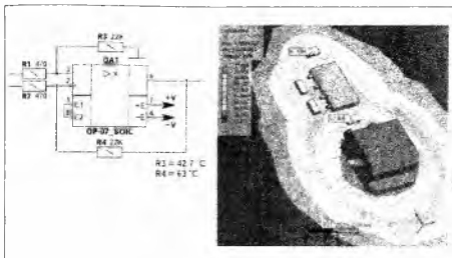
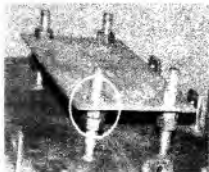
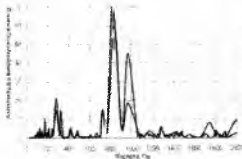


Рис 2. Неверная компоновка радиоэлементов, приводящая к нарушению работы схемы из-за температурного градиента

Свести эту ошибку к минимуму можно различными способами – применением систем поддержки принятия решений (рис. 1, блок 8), способных по результатам проведенных исследований внести корректировку в проектное решение (изменение теплового режима работы, изменение геометрии крепления, введение амортизаторов и др.), а так же созданием (рис. 1, блок 12) и проведением исследований физической модели (прототипа) РЭС.

Особенностью проведения исследований физической модели РЭС (рис. 1, блок 13), так же является сложность обработки полученной информации оператором и, зачастую, невозможность ее обработки без соответствующего специфического опыта работы [6]. Например, на рисунке 3 (б) видно, что отсутствует верхняя гайка крепления печатной платы к стойке.

Но по результатам стендовых испытаний РЭС амплитудно-частотным методом (рис. 3.3, а) это совершенно не очевидно. Поэтому применение ЭС на этапе интерпретации результатов исследования физических моделей РЭС, так же актуально, как и на этапе исследования их математических моделей.



а) - Результаты стендовых испытаний РЭС амплитудно-частотным методом

б) - Отсутствие верхней гайки крепления печатной платы

Рис. 3. Результаты стендовых испытаний РЭС амплитудно-частотным методом

Выводы

Таким образом, разработан алгоритм проведения опытно-теоретических исследований (математических) программных и физических моделей РЭС, отличающийся возможностью работы оператора с проблемно-ориентированными экспертными системами, введение которых на этапе анализа результатов проектных исследований позволяет повысить эффективность принятия проектных решений при создании современных радиотехнических устройств.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка программного комплекса, позволяющего повысить качество радиотехнических устройств за счет своевременного выявления скрытых дефектов» ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России (2009–2013 гг.)», Гос. контракт № 14.740.11.0840 от 01 декабря 2010 г.

Список использованных источников

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др. Под общ. ред. В.А. Шахнова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с.
2. Юрков Н.К. Технология радиоэлектронных средств Учебник - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2010. – 717 с.
3. Наукова періодика України [Електронний ресурс] Проблеми оцінки ефективності складних мехатронних систем і використання опытно-теоретического метода. – Режим доступа: <http://www.nbuu.gov.ua>.

4. Затылкин А.В. Программная система оценки теплового режима конструкции РЭС / Затылкин А.В., Кочегаров И.И. Крылов С.В. // Цифровые модели в проектировании и производстве РЭС : межвуз. сб. науч. тр. / под ред. Н. К. Юркова. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2011. – Вып. 16. – С. 79-86.

5. Жаднов, В.В. Программные средства автоматизации проектных исследований надежности электронных средств. / В.В. Жаднов. // Каталог САПР. Программы и производители. - М.: Изд-во «СОЛОН-ПРЕСС», 2011. - с. 36-37.

6. Виброакустический метод диагностирования бортовой электронной аппаратуры на стадиях жизненного цикла / С.Р. Тумковский, Р.И. Увайсов, С.Б. Ипжедлиден. С.У. Увайсов // «Качество инновации образование» № 9 (31), декабрь, 2007. - Стр. 51 – 55.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА В ПОЛИМЕРЕ ¹

**В.Г. Недорезов, М.Л. Гуденко, И.И. Кочегаров, А.И. Долотин,
Н.В. Спиридонов
ГОУ ВПО РГУИТП, г. Пенза**

Введение

Полимерные самовосстанавливающиеся предохранители (СВП) – новейшее достижение в области защиты электрических цепей. Они представляют собой резистор из композитного материала на основе полимера (обычно это полиэтилен), интеркалированного электропроводящими углеродными наночастицами. Проводимость такого материала при нормальной температуре имеет перколяционный механизм и определяется свойствами проводящего углеродного кластера, распределенного между цепей кристаллического полимера. При превышении значения тока выше порогового в результате температура композиции возрастает до 120 – 125°C, что приводит к фазовому переходу полимера 1-го рода. В результате плавления кристаллических частиц полимера, при температуре фазового перехода происходит увеличение, что вызывает разрушение перколяционного кластера и резкое (на 6-7 порядков) увеличение сопротивления элемента, что равносильно размыканию цепи. После снижения тока ниже порогового, элемент автоматически переключается в исходное низкоомное состояние

¹ Статья подготовлена в рамках реализации проекта «Разработка экспериментального образца средства контроля дисперсности микро-и нанопорошков, а так же изготовление опытных партий нанодисперсных порошков с применением разработанных методов и средств» (Г.К. № 02 740 11.0785от 24 апреля 2010г.) ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России (2009-2013 гг.)»