

*И.Ш. НЕВЛЮДОВ, д-р техн. наук, А.А. АНДРУСЕВИЧ, канд. техн. наук,
Н.Г. СТАРОДУБЦЕВ, канд. техн. наук*

МОНИТОРИНГ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭС В РАМКАХ САПР

Введение

На этапе проектирования жизненного цикла РЭС (ЖЦ РЭС) производят всесторонний анализ технического задания с точки зрения надежности, стоимости, быстродействия, массогабаритных характеристик и т. д.; принимают решения относительно возможных путей реализации требований к аппаратуре, сформулированных в техническом задании, с учетом современных достижений в области радиоэлектроники; выбирают критерии для оценки эффективности проекта. Намечают основные направления схемотехнических и конструкторско-технологических решений, а также производят анализ существующих аналогов с целью рационального использования накопленного опыта, формирования оригинальных решений и их оформления. Уточняют основные функциональные части разрабатываемой РЭС, производят распределение функций между отдельными узлами и блоками. При этом необходимо учитывать требования производства и возможность использования унифицированных изделий, выпускаемых промышленностью.

При проектировании РЭС решаются задачи, связанные с поиском наилучшего варианта, удовлетворяющего требованиям технического задания и максимально учитывающего возможности реализации всех этапов ЖЦ. Тесная взаимосвязанность задач и большая размерность каждой из них обычно не позволяют предложить метод поиска оптимального решения в едином цикле в связи с трудностями создания математических моделей, комплексно учитывающих особенности ЖЦ РЭС. Поэтому в настоящее время наметилась тенденция разработки и реализации алгоритмов решения отдельных задач этапов проектирования. Многие задачи проектирования можно рассматривать как задачи выбора решений из заданного набора вариантов. Очевидно, мониторинг РЭС на стадии проектирования может рассматриваться как один из видов информационного обеспечения процесса решения таких задач.

Постановка задачи

В настоящее время проектирование РЭС выполняется с помощью разнообразных САПР, в соответствии с требованиями CALS осуществляется их объединение в интегрированные системы [1 – 4], предусматривающие создание интегрированных моделей проектируемой РЭС. Примером таких систем является АСОНИКА. Концепция CALS воплощена в данных работах в виртуальных макетах изделий.

Виртуальный макет изделия представляет совокупность информации, содержащей структурированные сведения об изделии, собранные на стадиях проектирования и систематизированные таким образом, чтобы можно было при просмотре составить достаточно полное о нем представление, включая как внешний вид конструкции, так и его внутренние параметры, режимы работы элементов и выходные характеристики. Виртуальный макет изделия дает возможность обращаться с ним, как с материальным оригиналом, позволяя улучшать показатели процесса проектирования и изготовления такие, как стоимость, сроки и содержание работ на тех иных этапах.

Программное обеспечение виртуального макетирования, основанное на современных технологиях виртуальной реальности, позволяет заменить физический макет изделия его виртуальным аналогом и в процессе компьютерного анализа электронного образца решать те задачи, для выполнения которых требовались натурные испытания. Таким образом, процесс проектирования нового изделия сопровождается виртуальным макетированием, что позволяет проводить тестирование параллельно с разработкой и тем самым своевременно обнаруживать и исправлять возможные ошибки.

В систему включаются программы сторонних разработчиков для обеспечения комплексного анализа физических процессов, протекающих в РЭС, например OrCAD или P-CAD и система управления данными SQL-PDM.

SQL-PDM представляет собой трехуровневую информационную систему, состоящую из сервера СУБД (Microsoft SQL Server 2000), сервера приложений и клиентского модуля.

Назначение SQL-PDM – собрать всю информацию об изделии в интегрированной базе данных (БД) и обеспечить совместное использование этой информации в процессах проектирования, производства и эксплуатации.

В основе SQL-PDM лежит международный стандарт ISO 10303 (STEP) (в РФ действует Р ИСО 10303), определяющий схему (модель) данных в БД, информационных объектов и их атрибутов, необходимых для описания изделия.

На стадии проектирования БД используется для накопления в стандартизированной форме результатов труда разработчиков и обмена данными между ними. Подготовленные, проверенные и утвержденные данные используются в процессах материально-технического снабжения, производства и эксплуатации изделия.

В соответствии с требованиями стандарта ISO 10303 БД системы SQL-PDM содержит информацию о виртуальном макете, данные об организационной структуре предприятия и соподчиненности ее элементов, ролях и полномочиях людей, данные о процессе разработки: статусах, присвоенных результатам работы, проведенных изменениях. SQL-PDM содержит информацию о структуре, вариантах конфигурации изделия и входимости компонентов в различные изделия, идентификационную информацию об изделии и его компонентах, геометрические модели различных типов и/или электронные образы бумажных документов (чертежей).

Практический эффект применения метода комплексного моделирования и формирование на его базе виртуального макета РЭС заключается в повышении точности моделирования (на 30 – 50 %) и соответственно точности расчетов и надежности проектных решений. За счет уменьшения количества изменений в проекте, вносимых в процессе комплексного моделирования, происходит снижение сроков и трудоемкости проектирования РЭС на 60 %.

Повышение точности результатов при комплексном моделировании позволяет выявить системные отказы РЭС, которые не выявляются при раздельном моделировании электрических, тепловых, аэродинамических и механических процессов.

Анализ возможностей современных САПР РЭС показал, что они обладают действенными методами функционального, схемотехнического, надежностного проектирования, основанного на развитых средствах моделирования процессов ЖЦ. Особенностью РЭС является необходимость решения задачи выбора, и здесь может помочь мониторинг. Существенным дополнением моделей, создаваемых интегрированными САПР, могут быть программные модели процессов функционирования и мониторинга РЭС, отображение процессов оптимизации элементной базы РЭС. Разработка таких моделей может быть частью подсистемы концептуального макро моделирования в САПР. Полученные результаты заносятся в PDM – систему «SQL-PDM» и являются основой для принятия решения о конструктивном и схемотехническом исполнении разрабатываемого РЭС.

Отображение программной модели процесса функционирования РЭС

Одной из основных задач проектирования в соответствии с требованиями CALS технологий является разработка электронной модели процесса в виде объектно-ориентированной программы, являющейся частью интегрированной модели ЖЦ объекта, для мониторинга проекта достаточно использовать средства визуализации, основанные на построении диаграмм UML.

На рис. 1 показана диаграмма последовательности, отображающая процесс связи. На этом уровне абстракции существуют четыре объекта, вовлеченные в процесс: два субъекта

связи (subject – s1 и s2), устройство связи interCoupler и экземпляр класса infGenerator (источник информации) между двумя субъектами связи.

Последовательность начинается с того, что один субъект (subject s1) посылает сигнал активации процесса связи (conActivat) объекту interCoupler. В свою очередь, interCoupler посылает сообщение о готовности reportAbout объекту subject, который начинает итерацию сообщений setKoda (набор кода субъекта).

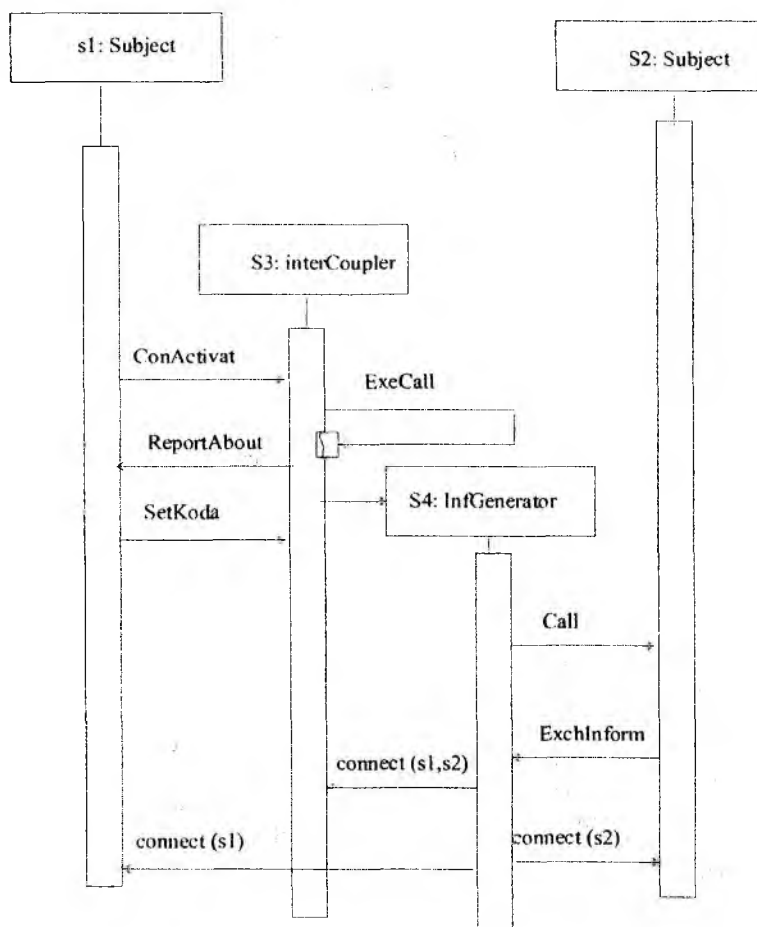


Рис. 1

Затем объект interCoupler вызывает самого себя для выполнения операции – вызов exeCall. Далее он создает экземпляр infGenerator, которому поручает всю остальную работу. Объект infGenerator сообщает объекту (subject s2), который асинхронно посылает сообщение о готовности к обмену информацией exchInformat. Затем объект infGenerator сообщает interCoupler, чтобы тот вызвал операцию connect (соединить), и сообщает обоим субъектам связи, что нужно выполнить connect, после чего они обмениваются информацией.

Отображение программной модели процесса контроля функционирования РЭС

Разработана программа, моделирующая процесс контроля функционирования усилителя радиостанции, предназначенной для обеспечения телефонной радиосвязи вертолетов и самолетов. Усилитель также обеспечивает передачу и прием телекодовой информации в режиме частотной телеграфии в метровом и дециметровом диапазоне длин волн.

Визуализация модели представлена в виде диаграммы классов на рис. 2.

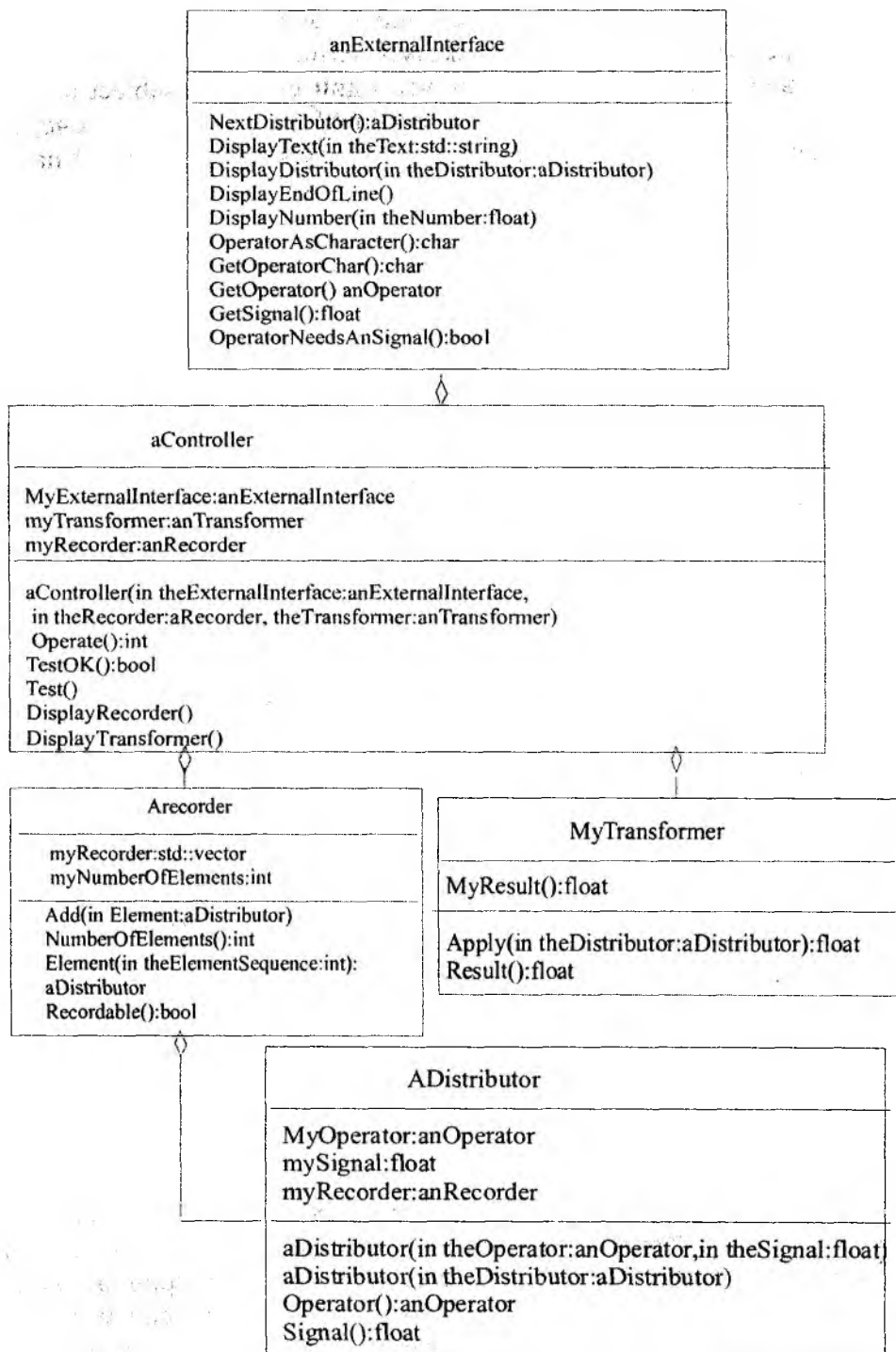


Рис. 2

В процессе контроля определяется техническое состояние объекта, характеристикой которого является способность выполнять вышеуказанные функции. Программная модель такого процесса должна включать проверку выполнения функций усиления сигнала `Operator1()`, амплитудной модуляции `Operator2()` и формирования защиты по перегрузкам `Operator3()`. Коды этих функций включены в электронную модель УМ и содержатся в файле библиотеки "ummodel.h". Функции выполняют обработку входных данных `Signal`, соответствующих "сигналам" разного уровня.

Ниже приведен исполняемый файл проекта, включающего программу, реализующую проверку выполнения функций УМ при его контроле.

Листинг 20.9 main. cpp

```
#include "ExternalInterfaceModule. h"  
#include " TransformerModule. h"  
#include " RecorderModule. h"  
# include "ControllerModule.h"  
# include "ummodel.h"  
int main ()  
{  
Controloffunctioning:: anExternalInterface ExternalInterface;  
Controloffunctioning:: anTransformer Transformer;  
Controloffunctioning:: aRecorder Recorder  
// создание экземпляров трех классов, необходимых для aController  
Controloffunctioning:: aController Controloffunctioning  
(ExternalInterface, Transformer, Recorder);  
// определение Controloffunctioning как экземпляра класса aController  
return Controloffunctioning. Operate ();  
запуск процесса контроля функционирования усилителя  
}
```

Выводы

Таким образом, предложены методы моделирования ЖЦ РЭС на стадии проектирования, в которых существенная роль отводится мониторингу программных моделей, разработаны методы отображения программных моделей процессов функционирования и контроля функционирования РЭС в виде диаграмм UML. Разработка таких моделей предлагается как часть подсистемы концептуального макро моделирования в САПР, полученные результаты заносятся в PDM – систему «SQL-PDM» и являются основой для принятия решения о конструктивном и схемотехническом исполнении, функциональном контроле РЭС.

Список литературы: 1. Шалумов, А.С., Кофанов, Ю.Н. Опыт внедрения PDM-систем, САД-систем, системы АСОНИКА и их интеграции на предприятиях электронной промышленности // Качество и ИПИ (CALS)-технологии. – 2005. – N 4(8). – С.24-30. 2. Кофанов, Ю.Н. Развитие CALS-технологий радиоэлектронной промышленности на базе системы АСОНИКА // Там же. – 2004. – N 4(4). – С.45-50. 3. Кофанов, Ю.Н., Малютин, Н.В., Коломейцев, С.С. Реализация CALS-технологий для проектирования сложной радиоэлектронной аппаратуры // Там же. – 2005. – N 4(8). – С.50-56. 4. Бекишев, А.Т. Развитие CALS-технологий радиоэлектронной промышленности на базе системы АСОНИКА // Там же. – 2007. – N 2(14). – С.56-61.

*Харьковский национальный
университет радиоэлектроники*

Поступила в редколлегию 05.11.2011