

С.С.Касымов, Г.П.Амочаева, Г.И.Омарбекова, К.Орныханқызы

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО КУРСУ СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

Мақалада «Аса жоғары жиілікті электроника» курсы бойынша Microwave Office программасының есептеуіш алгоритмін игеру бойынша сабақ жүргізуге жаңа әдістеме ұсынылған. Microwave Office программасының көмегімен АЖЖ диапазонындағы әр түрлі құрылғыларды зерттеу туралы зертханалық, курстық жұмыстарды орындау үлгілері келтірілген. Программа тек жазық микрожазықты сызықтарды ғана емес, сондай-ақ олардың көлемді құрылымдарын да модельдей алады. Бұл әдістеме инновациялық технологияны кеңінен қолдануға мүмкіндіктер ашады.

In article the new technique of carrying out of studies on development of computing algorithms of program Microwave Office at the rate «Superhigh-frequency electronics» is offered. By means of program Microwave Office carrying out of laboratory works on research of various devices SVCH of a range is recommended. Also it is possible to use the given program at performance of course works. The program allows to model not only flat, but also volume designs of microstrip lines. The given technique allows most rationally use innovative technology

Введение

Выполнение лабораторных работ является важным педагогическим приемом в преподавании естественнонаучных дисциплин. Манипулирование материальными объектами помогает развить у студента ассоциативные связи, необходимые для глубокого понимания изучаемого предмета, способствует связи абстрактного и предметного мышления, а у будущих инженеров ещё и формированию начальных навыков и умений, необходимых для успешного овладения выбранной специальностью. Эффективность этого приема зависит от того, какие задачи поставлены перед курсом лабораторных работ, на какой приборной базе они построены, а также от опыта, накопленного научно-педагогическим коллективом [1].

Научно-технический прогресс последних десятилетий привёл к тому, что традиционные, консервативные подходы в организации лабораторного практикума в вузах и школах уже не позволяют поддерживать эффективность учебного процесса на современном уровне. Актуальные научно-технические разработки в той же мере столкнулись с проблемами лабораторного оборудования и методик лабораторных исследований.

Виртуальный измерительный прибор

Значительных успехов в решении этих проблем удалось достичь благодаря компьютеризации самого процесса измерения физических величин. Важной вехой на этом пути стало появление новой категории приборов — виртуальных измерительных приборов (ВИ). Устройством отображения и обработки информации такого прибора является компьютер, а сигнал, подлежащий измерению, передается в компьютер через периферийный АЦП (аналого-цифровой преобразователь). Виртуальные приборы имеют большую гибкость, позволяя конструировать и перенастраивать их интерфейс, комбинировать их с другими приборами, одновременно с измерениями проводить обработку результатов (в виде графиков, диаграмм, таблиц, файлов, элементов баз данных). Измерения могут происходить в распределенных системах. Объекты измерений, обработки и сохранения данных могут быть значительно отдалены друг от друга [2].

Программный пакет Microwave Office 2002

Новая версия, названная Microwave Office 2002, обеспечивает возможность одновременного моделирования устройств цифровой обработки сигналов (ЦОС, DSP) и схем СВЧ. Революционно новый алгоритм моделирования, позволяющий выполнять полный анализ систем связи, представляет собой основное расширение возможностей новой версии популярного пакета программ. В него также добавлена обширная библиотека моделей СВЧ-компонентов, предназначенная для выполнения анализа частотных характеристик методами гармонического баланса и рядов Вольтерры. В Microwave Office 2002 включены также мастера синтеза фильтров и согласования нагрузок (Filter Synthesis Wizard и

Load Pull Wizard) и поставляемый дополнительно интерфейс для связи с измерительной аппаратурой, позволяющий совместно использовать данные измерений и моделирования. Расширены также возможности существующих средств моделирования: в частности, добавлена возможность анализа фазовых шумов генераторов и автоматизированы средства синтеза цепей согласования. Повышена эффективность 3-мерного электромагнитного моделирования планарных структур большого размера.

Использование среды виртуальных измерительных приборов и компьютерного моделирования в масштабных научно-технических проектах, например, в проекте «Иридиум» (система глобальной спутниковой связи) дало возможность снизить затраты на исследование и разработку практически на 90 %, ускорить введение системы в действие, значительно улучшить взаимодействие многих участников проекта. Это делает средства компьютеризации измерений и моделирование важным экономическим фактором в современных научно-технических разработках.

Проектирование СВЧ-генераторов и синтезаторов частоты имеет много особенностей, которые трудно учесть при использовании традиционных программ моделирования. Наиболее важные из них — анализ фазового шума в нелинейных устройствах, в которых низкочастотный шум ($1/f$), взаимодействуя с монохромными колебаниями генератора, вызывает появление флуктуаций частоты генератора [3].

Microwave Office имеет новые возможности, которые позволяют учесть эти особенности как на уровне схем, так и на уровне систем. Анализ схем при больших уровнях сигнала сопровождается расчетом шумов генераторов в установившемся режиме. Принятый метод расчета позволяет проводить анализ высокочастотных колебательных систем. Расчет фазового шума позволяет непосредственно выполнять моделирование цифровых систем связи. Фазовые шумы генератора вызывают перескоки фазы, модуляцию сигналов в соседних каналах и другие эффекты. В особенности их необходимо принимать во внимание при использовании систем с несколькими несущими (OFDM, orthogonal frequency division), которые незначительно разнесены друг относительно друга.

Microwave Office в учебном процессе

Microwave Office наряду с профессиональной направленностью имеет богатые возможности для использования в учебном процессе. Курс лабораторных работ позволяет повысить качество преподавания естественнонаучных дисциплин, при этом существенным образом экономя затраченные средства. Использование виртуальных измерительных приборов позволяет ввести студента в мир современных лабораторных и информационных технологий, изменить методологию лабораторной работы. Она переходит в разряд исследовательской, так как наряду с визуализацией теоретических зависимостей для исследуемого явления можно сразу же получить эмпирические зависимости, самостоятельно подобрать аппроксимационные функции, получить, например, значение среднеквадратичного отклонения и спектры ошибок. Таким образом, появляется возможность проведения более глубокого анализа получаемых данных и качественно нового усвоения методов и законов физики.

Пользуясь пакетом Microwave Office, студенты могут улучшить и ускорить процесс разработки схемы. В учебном процессе студент за короткий период времени может творчески проверить, осмыслить и усвоить важные для понимания изучаемого предмета закономерности, ассоциативно связать реальный прибор и его модельные представления.

Пример. Усилитель на полевом транзисторе.

Шаг 1: Создайте новый Проект

Из основного меню File (Файл) выберите New Project (Новый Проект). Из основного меню File (Файл) выберите Save Project As (Сохранить проект как). Введите название проекта, например MyAmplifier (Мой усилитель) и нажмите Save (Сохранить).

Шаг 2: Добавьте новую схему

Из основного меню File (Файл) выберите New Schematic (Новая схема). В появившейся форме наберите имя для схемы, чтобы заменить имя по умолчанию, Untitled 1. Используйте название Amp2 для этой данной схемы. Нажмите ОК.

Шаг 3: Активизируйте окно элементов

Раскройте окно просмотра элементов (в левой стороне основного окна), щелкнув на закладке Elements (Элементы).

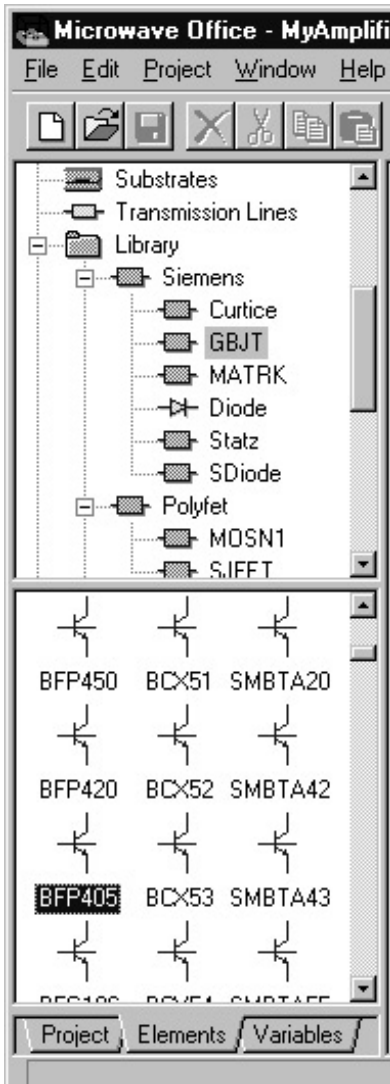


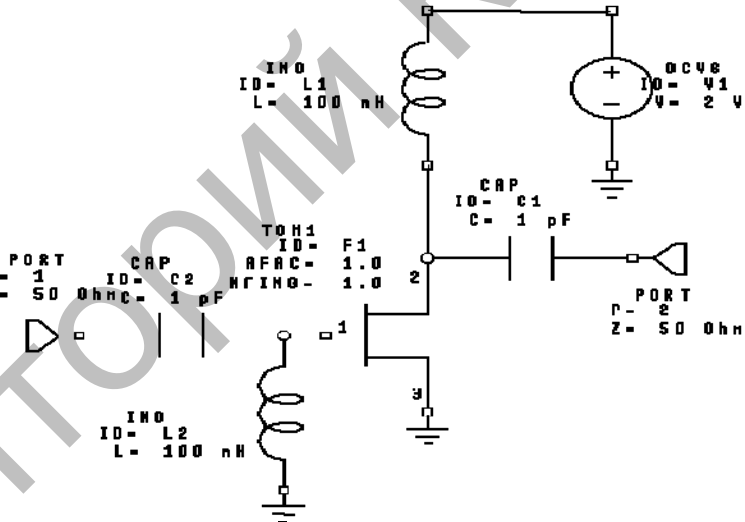
Рис.

Шаг 4: Выберите Библиотеку Моделей

Выберите Library (Библиотека) из списка элементов окна просмотра элементов (см. рис.). Далее щелкните на знаке [+], раскроется библиотека данных. Просмотрите используемые и настраиваемые типы моделей. *Примечание:* Для того чтобы изменять элементный дисплейный стиль, нажмите правую кнопку мыши в более низкое окно Элементов поиска и выберите между Большими Образами, Небольшими Образами, Детальями Показа или Списком Показа. раскройте меню, чтобы просмотреть различные устройства в Библиотеках. *Примечание:* Если Вы используете версию Микроволнового Офиса загруженного из Интернета, то библиотека будет содержать ограниченный список моделей устройств.

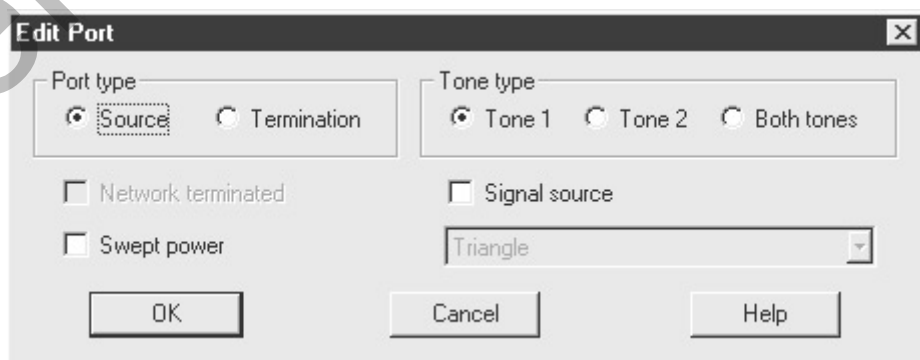
Шаг 5: Создайте схему

Из директории Library > Nonlinear > NEC > TOM1 выберите полевой транзистор NE27200 GaAs FET и перетащите его на схему Amp2. Выберите из Sources > DCVS (Источник постоянного напряжения). Из Lumped Element установите пару конденсаторов CAP по 1 pF, две высокочастотные индуктивности IND по 100 nH и три GND (Земля), чтобы получить нижеследующую схему:



Шаг 6: Установите нелинейный сигнал порта

Microwave Office XL позволяет Вам выбрать тип анализа (односигнальный-, двухсигнальный), редактировать порты как и любой другой элемент схемы. Просто дважды щелкните на изображении порта на схеме и нажмите на кнопку Change Port Type (Смена типа порта).



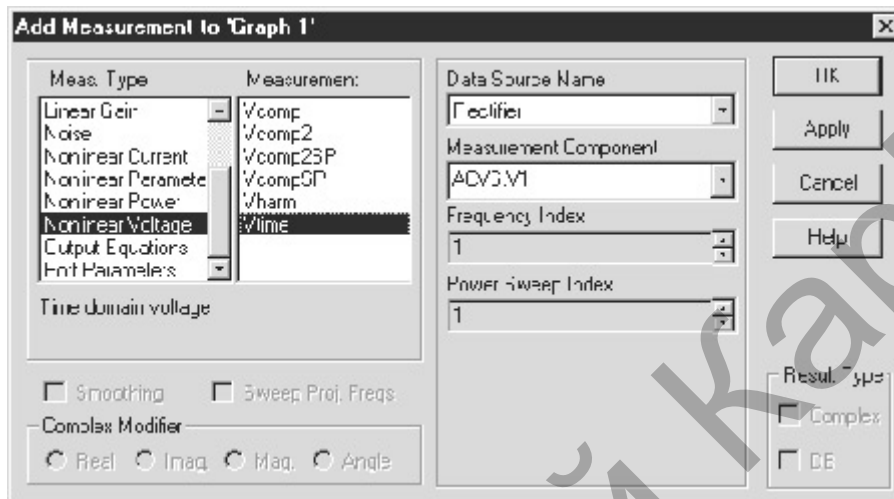
В Port Type (Тип входа) установите Source (Источник), а в Tone Type (Тип сигнала) установите Tone 1 (Однотонный). Нажмите ОК. Затем отредактируйте параметр Pwr так, что входная мощность равнялась -20 dBm (дБм). Также проверьте Tune (Тюнер) и нажмите ОК.

Шаг 7: Добавьте график

Из меню Project (Проект) выберите Add Graph (Добавить график). Выберите тип графика Rectangular (Прямоугольный) и нажмите ОК.

Шаг 8: Добавьте вычисляемые величины

Щелкните правой кнопкой на Graph 1 (График 1) в окне Проекта и выберите команду Add Measurement (Добавить вычисления). Можно выбрать альтернативный метод, из основного меню Project (Проект) выбрать Add Measurement (Добавить измерения). Появится следующая форма:

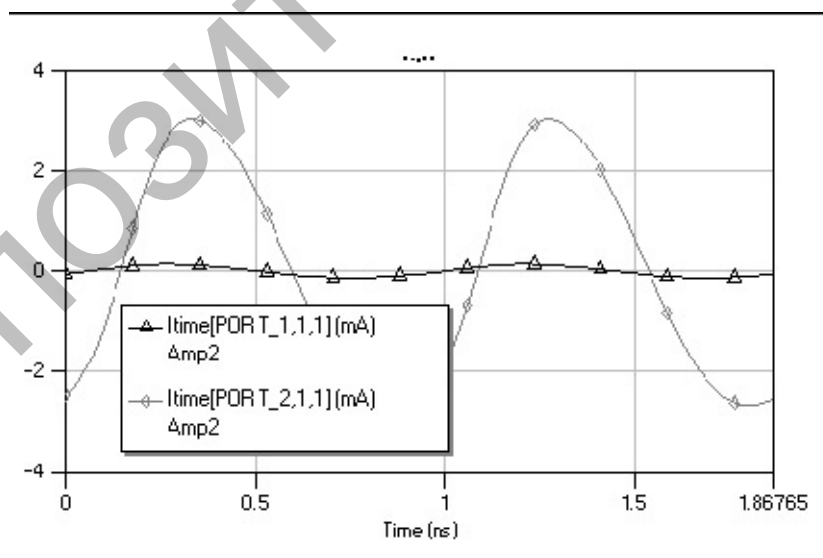


Из Meas. Type (Тип выч.) выберите Nonlinear Current (Нелинейный ток). Из Measurement выберите Itime. Из Data Source Name выберите Amp2. Из Measurement Component выберите Port_1. Установите Frequency Index в 1. Установите Power Sweep Index в 1. Нажмите Apply. Из Measurement Component выберите Port_2. Нажмите Apply. Нажмите ОК.

Шаг 9: Анализ Цепи



Найдите кнопку, которая выглядит похожей на след молнии и нажатие на нее. График должен выглядеть похожим на нижеследующий:



Шаг 10: Рассмотрите спектр выходной мощности

Добавьте график анализа спектра, повторяя Шаги 7 и 8, но на этот раз используйте измерение Pham вместо Itime.

Шаг 11: Подстройка уровня входной мощности

Из основного меню Project (Проект) выберите Tune (Тюнер). Щелкните на окне схемы, чтобы сделать окно активным. Затем используйте кнопку Отвертка, чтобы выбрать параметр Pwг входного



порта. Для того чтобы использовать настройку отверткой, нажмите на эту кнопку или из основного меню Project (Проект) выберите Tune Tool (Тюнер настройки). Вы должны набрать текст, который читается «Pwr = -20 dBm». Используйте движок, чтобы отрегулировать входные уровни мощности. Если Вы не используете очень медленный компьютер, то ответ будет почти мгновенный.

Шаг 12: Сохраните Ваш проект. Из меню File (Файл) выберите Save (Сохранить) или Save As (Сохранить как) для записи Проекта на диск.

Выводы

Всё более широкое использование виртуальных компьютерных технологий в учебном процессе — современная мировая тенденция в высшем образовании. Создание виртуальных измерительных приборов распространяет эту тенденцию и на лабораторный практикум. Особо актуально это для инженерных специальностей, где лабораторные работы составляют до 40 % времени от общей продолжительности аудиторных занятий.

Создание лабораторного практикума, опирающегося на виртуальные измерительные приборы, среду визуального программирования, результаты схемотехнического моделирования, фиксация практикума в электронном виде, таким образом, предполагает создание электронного образовательного ресурса (ЭОР) [4]. Возможность повторного и регулярного использования ЭОР в учебном процессе, а также тиражирования позволяет повышать его эффективность, адаптируемость к различным технологиям обучения, в том числе с учётом степени подготовленности студента. Такой подход характерен для открытых систем (ОС). ЭОР ОС может быть эффективно использован и за пределами создавшего его учебного заведения. При создании таких ЭОР уже нельзя не учитывать требований стандартов, регламентирующих жизненный цикл сложных комплексов программ и информационных систем (ЖЦ ПС) [5]. Это необходимо для обеспечения надёжности функционирования и безопасности применения, облегчения модернизации и развития версий.

Использование программной среды и языка объектно-ориентированного графического программирования Microwave Office в учебном процессе позволяет:

- 1) сделать процесс конструирования и настройки виртуальных измерительных приборов доступным для широкого круга лиц, не являющихся профессиональными программистами;
- 2) практически одновременно с процессом измерений проводить обработку результатов, выводя их сразу же в виде графиков, диаграмм, таблиц, либо сохраняя в виде файла или элемента базы данных по заранее заданному алгоритму;
- 3) воспроизвести основные этапы современных разработок а именно:
 - моделирование;
 - измерения виртуальными приборами на реальном объекте;
 - сравнение модели и эксперимента;
 - оптимизация результата;
- 4) подготовить выпускников к бесконфликтному вхождению в современную информационную среду;
- 5) для выпускников с ненаучно-техническим профилем (например, экономическим), может способствовать повышению их конкурентоспособности на рынке труда;
- 6) сделать измерения на реальном объекте (модуле) доступными через сеть или средства дистанционного обучения (пока одновременно только на одно рабочее место). Перспектива использования дистанционного доступа одновременно к нескольким лабораторным стендам позволит:
 - значительно расширить потенциальную аудиторию;
 - открыть возможность коммерческого дистанционного использования виртуальных лабораторий и уникальных установок другими вузами;
 - дать качественно новые возможности для самостоятельной работы студентов.

Список литературы

1. *Miracco Ted A., Nakamura Lloyd, Edwards Malcolm.* Simulation and Modeling Techniques for Compact LTCC Packages: Материалы компании AWR.
2. *Versleijen Martin.* Design Technology Challenges for RF Modules: Материалы симпозиума International Microwave Symposium. — June, 2003.

3. *Bandler John*. Design Optimization of Interdigital Filters Using Aggressive Space Mapping and Decomposition // IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques. — 1997. — Vol. 45. — No. 5, May.
4. *Батоврин В.К.* Развитие электронных образовательных ресурсов и технологий // Российская система открытого образования: Генеральная сетевая конференция. <http://conf.sssu.ru/phogums/read.php?f=32&i=126&t=8>.
5. *Лунаев В.В.* Стандарты, регламентирующие жизненный цикл сложных комплексов программ информационных систем. Институт системного программирования РАН // Инженерное образование: Электронный журн. — 2005. — № 8. <http://www.techno.edu.ru:16001/db/msg/26890.html>.

УДК 537.533.34

С.С.Касымов, М.Е.Шадский, К.Орныханкызы, А.С.Жанасбаева

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ MATHCAD ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ С ЦЕЛЬЮ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Физикалық мазмұны түсінікті, бірақ мектеп оқушыларымен шешуі мүмкін болмайтын қызықты есептердің мысалдары келтірілген. Себебі оқушылармен осындай есеп түрлерін шешу туынды, интегралдар мен дифференциалдық теңдеулер жөнінде білімді қажет етеді. Компьютер және компьютерлік математикалық жүйелердің көмегімен интегралдауды қосындымен және туындыларды ақырғы айырмалармен ауыстыру жолымен оқушыларға көптеген қызықты және күрделі есептерді шешу мүмкіндігі ұсынылған.

In the given work examples of interesting problems-researches, such as modeling of Rutherford's experiences, definition of influence of compressibility of water on depth of world ocean, the analysis of Maxwell's distribution which physical maintenance is clear, but the decision their schoolboys are resulted, as a rule, it is impossible, as it demands knowledge of a derivative, integral and the differential equations. It is offered to make these problems accessible to pupils, by means of replacement of integration with summation and derivatives final differences, by means of a computer and systems of computer mathematics, for example - MathCAD. In clause opportunities deeply and evidently reveal to take up many questions of educational program on the physicist, instead of to be limited to the descriptive party of business. System MathCAD possesses extremely convenient interface, excellent schedule and methods of the decision of problems which it is easy and it is quickly possible to study directly before application. Owing to it the knowledge received at lessons physicists, become the powerful tool of knowledge of world around, instead of a set of the data necessary for the decision of problems and puzzles on Olympiads and entrance examinations.

MathCAD — это одна из систем компьютерной математики, существенно облегчающая диалог человека с компьютером при решении математических задач. Система MathCAD обладает чрезвычайно удобным интерфейсом и превосходной графикой. Метод решения какой-либо задачи с помощью MathCAD легко и быстро можно изучить прямо перед применением. Для написания программ с использованием MathCAD требуется намного меньше времени, чем при использовании различных языков программирования, благодаря большому набору встроенных функций. Все это важно для учащихся с психологической точки зрения, поскольку многими предметами учащиеся приучены к тому, что истинные знания и умения появятся не сразу, а когда-то потом, может быть через годы упорного труда. Происходит девальвация понятия «сейчас» и все откладывается на «потом». А ведь жизнь не откладывается, она идет, она и есть то, что происходит сейчас [1]. В этом смысле система MathCAD увеличивает цену полученных знаний, позволяет их применять, не откладывая интересующие вопросы в долгий ящик. Благодаря этому знания, полученные на уроках физики и математики, становятся мощным инструментом познания окружающего мира, а не набором сведений, необходимых для решения задач и головоломок на олимпиадах и вступительных экзаменах.

Применение MathCAD в учебном процессе дает возможность глубоко и наглядно осветить многие вопросы образовательной программы по физике, а не ограничиваться описательной стороной дела. При традиционных методах преподавания учащиеся, хотя и получают полезные знания, но имеют смутное представление о содержании и методах науки. Для труда же научного работника характерно