

Схемотехническое моделирование.

*Актуальность задачи и сравнение
функциональности основных систем
аналогового моделирования*

Прикота Александр Валерьевич

Моделирование интегральных схем

Компания

Продукт

Synopsys, США

HSPICE, CustomSim, FineSim

Cadence Design Systems, Inc, США

Virtuoso Spectre

Mentor Graphics, США

ELDO, AFS-Platform

Silvaco, США

SmartSPICE

Моделирование электронных схем общего назначения

| Компания | Продукт |
|----------------------------------|----------------------|
| Synopsys, США | HSPICE |
| Cadence Design Systems, Inc, США | OrCad 16.5 PSPICE AD |
| Mentor Graphics, США | HyperLynx Analog |
| Altium Designer, Австралия | Mixedsim |
| National Instruments, США | MultiSim 13 |
| Spectrum Software, США | Micro-Cap 11 |
| Linear Technology, США | LTSPICE IV(бесплатн) |
| Texas Instruments, США | Tina-Ti (бесплатн) |

Моделирование ВЧ\СВЧ схем

| Компания | Продукт |
|----------------------------------|----------------------------|
| Synopsys, США | HSPICE RF |
| Cadence Design Systems, Inc, США | Virtuoso Spectre RF |
| Mentor Graphics, США | ELDO RF |
| Keysight EEsof, США | Analog Design System (ADS) |
| National Instruments, США | Microwave Office |
| CST, Германия | CST MICROWAVE STUDIO |

SPICE моделирование

Модели электронных компонентов

Транзисторы, диоды, конденсаторы, резисторы, функциональные источники и т.п.

○ Типы анализа схем

- Расчет по постоянному току,
- малосигнальный анализ,
- расчет переходных процессов,
- расчет нелинейных искажений и т.п.

○ Численные алгоритмы

- методы численного интегрирования систем дифференциальных уравнений: трапеций, Гира и Эйлера;
- метод Ньютона-Рафсона для решения систем нелинейных алгебраических уравнений;
- LU-разложение матрицы при решении системы линейных алгебраических уравнений;
- алгоритмы управления точностью вычислений (REL TOL, ABSTOL, VNTOL, PIVREL, PIVTOL и проч.)

ВЧ\СВЧ моделирование

Модели электронных компонентов

Модели полосковых, микрополосковых линий, модели полупроводниковых компонентов, заданные в частотной области.

○

○ Типы анализа схем

- Анализ периодических режимов во временной области,
- Многотоновый частотный анализ,
- Многотоновый расчет функций передач,
- расчет Y- Z- S-параметров
-

○ Численные алгоритмы

- Метод гармонического баланса расчета периодических режимов во временной области;
- Пристрелочный метод Ньютона для расчета периодических режимов во временной области;
- Метод Подпространств Крылова решения систем линейных уравнений;
- алгоритмы управления точностью вычислений
- (HBKRYLOVTOL, HBKRYLOVMAXITER, SNACCURACY, SNMAXITER и проч.)

Модели электронных компонентов

○ Компактные модели полупроводниковых КОМПОНЕНТОВ

- модели биполярного транзистора - Гуммель-Пуна, Mextram, Modella, HICUM;
- модели диода – Junction diode, Juncap;
- модели полевых МОП-транзисторов - BSIM1-6, BSIMSOI, EKV, PSP..;
-

○ Частотные модели ВЧ/СВЧ компонентов

- Y-, Z-, S – параметры
- Touchstone-модели
-

○ Модели для анализа целостности сигналов

- IBIS – модели
-

○ Подключаемые модели электронных КОМПОНЕНТОВ

- Verilog-A, Verilog-AMS,
- VHDL-AMS,
- C\C++

SimOne – отечественный симулятор схем

SimOne – это современный высокоэффективный SPICE-совместимый симулятор электронных схем.

Разрабатывается компанией “ЭРЕМЕКС” с 2008 года.

SimOne

Поддерживает

- SPICE-модели электронных компонентов

Предоставляет

основные типы анализа схем, применяемые в SPICE

-
- Использует
- как классические алгоритмы SPICE-моделирования, так и оригинальные численные методы

Преимущества

Высокая скорость моделирования

- Оригинальные алгоритмы декомпозиции матриц
- Модификация стандартного алгоритма SPICE Sparse1.3
- Модификация современных блочных алгоритмов BBDF и KLU
- Ускоренная работа с декомпозированными матрицами

Высокая производительность

- Эффективное использование памяти позволяет моделировать схемы больших размерностей.
- Различные виды анализа схемы могут проводится одновременно за счет использования технологии многопоточности.

Высокая точность

- Контроль выполнения законов Кирхгофа для каждой временной точки решения позволяет получать точные решения, избегая ложной сходимости методов.
- Улучшенный контроль локальной погрешности интегрирования.

Преимущества

Синтез электронных схем

- Классические пассивные лестничные фильтры.
- Активные фильтры с частотными характеристиками, обладающими повышенной устойчивостью.
- Согласованные фильтры.
- Дисперсионные линии задержки.
- Схемы с наклонными участками АЧХ

Анализ устойчивости

- SimOne предоставляет оригинальные быстрые и точные способы определения/изучения устойчивости схем:
 - с использованием годографа Михайлова;
 - с помощью анализа собственных частот схемы.

Преимущества

Моделирование ВЧ\СВЧ схем

- Поддержка Touchstone-модели
- Анализ периодических режимов схемы (.SN – анализ)
- Диаграмма Вольперта –Смита
- Расчет Z-,Y-,S-параметров

Оптимизатор

- позволяет быстро и точно настроить схему в соответствии с проектными требованиями.

Быстрый и эффективный разбор схем из SPICE файлов

Поддерживаются следующие SPICE-форматы:

- SPICE2G, SPICE3, PSPICE, LTSPICE,NGSPICE
- HSPICE

Импорт\Экспорт данных

- PSPICE, LTSPICE,NGSPICE
- Touchstone
- Matlab, Waterloo Maple
- Microsoft Excel

SimOne. Инновационные технологии

Инновационные технологии SimOne

- Оригинальные алгоритмы декомпозиции матриц.
- Оригинальные алгоритмы работы с разложенными матрицами.
- Оригинальные алгоритмы использования параллельных технологий при матричных операциях.

Анализ устойчивости схем. Включает в себя оригинальные быстрые и точные методы изучения устойчивости схем.

-
- Оригинальные методы синтеза электронных схем

Сравнение функциональности

| Вид анализа | Linear Technology LTSPICE IV | Cadence OrCad 17.2 PSPICE AD | Spectrum Software Micro-Cap 11 | National Instruments MultiSim 13 | Altium Designer 16 | SimOne 2.6 |
|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
| Анализ схемы по постоянному току | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Рабочая точка | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Стат. Характеристики | Ограничено | ✓ | ✓ | Ограничено | Ограничен | ✓ |
| Функции передачи | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Релиз Зима 2017 |
| Чувствительность | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ |

Сравнение функциональности

| Вид анализа | Linear Technology LTSPICE IV | Cadence OrCad 17.2 PSPICE AD | Spectrum Software Micro-Cap 11 | National Instruments MultiSim 13 | Altium Designer 16 | SimOne 2.6 | |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------|---|
| | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Малосигнальный анализ схемы | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |

Сравнение функциональности

| Вид анализа | Linear Technology LTSPICE IV | Cadence OrCad 17.2 PSPICE AD | Spectrum Software Micro-Cap 11 | National Instruments MultiSim 13 | Altium Designer 16 | SimOne 2.6 |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
| Временной анализ схемы | | | | | | |
| Расчет переходных процессов | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Анализ Фурье | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Анализ нелинейных искажений | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Релиз Зима 2016 |
| Периодические режимы | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |

Сравнение функциональности

| Вид анализа | Linear Technology LTSPICE IV | Cadence OrCad 17.2 PSPICE AD | Spectrum Software Micro-Cap 11 | National Instruments MultiSim 13 | Altium Designer 16 | SimOne 2.6 |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------|
| Многовариантный анализ схемы | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Температурный анализ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Параметрический анализ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Статистический анализ | Ограничено | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Анализ наихудшего случая | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Сравнение функциональности

| Вид анализа | Linear Technology LTSPICE IV | Cadence OrCad 17.2 PSPICE AD | Spectrum Software Micro-Cap 11 | National Instruments MultiSim 13 | Altium Designer 16 | SimOne 2.6 |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------|
| Дополнительные виды анализа схемы | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Оптимизация | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Графики измерений | | | | | | |
| Периодические режимы | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Устойчивость | ✗ | ✗ | Ограничено | ✗ | ✗ | ✓ |

Сравнение функциональности

| Вид анализа | Linear Technology LTSPICE IV | Cadence OrCad 17.2 PSPICE AD | Spectrum Software Micro-Cap 11 | National Instruments MultiSim 13 | Altium Designer 16 | SimOn e 2.6 | |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|---|
| | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✗ | ✓ |
| | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | | ✗ | |
| Модели | ✗ | ✓ | ✗ | ✗ | | ✓ | |
| Компактные модели | ✗ | ✓ | | | | ✓ | |
| Touchstone-модели | ✗ | ✓ | | ✗ | | ✓ | |
| Verilog-A | | | | | | | B |

Сравнение на тестовых схемах большой размерности*

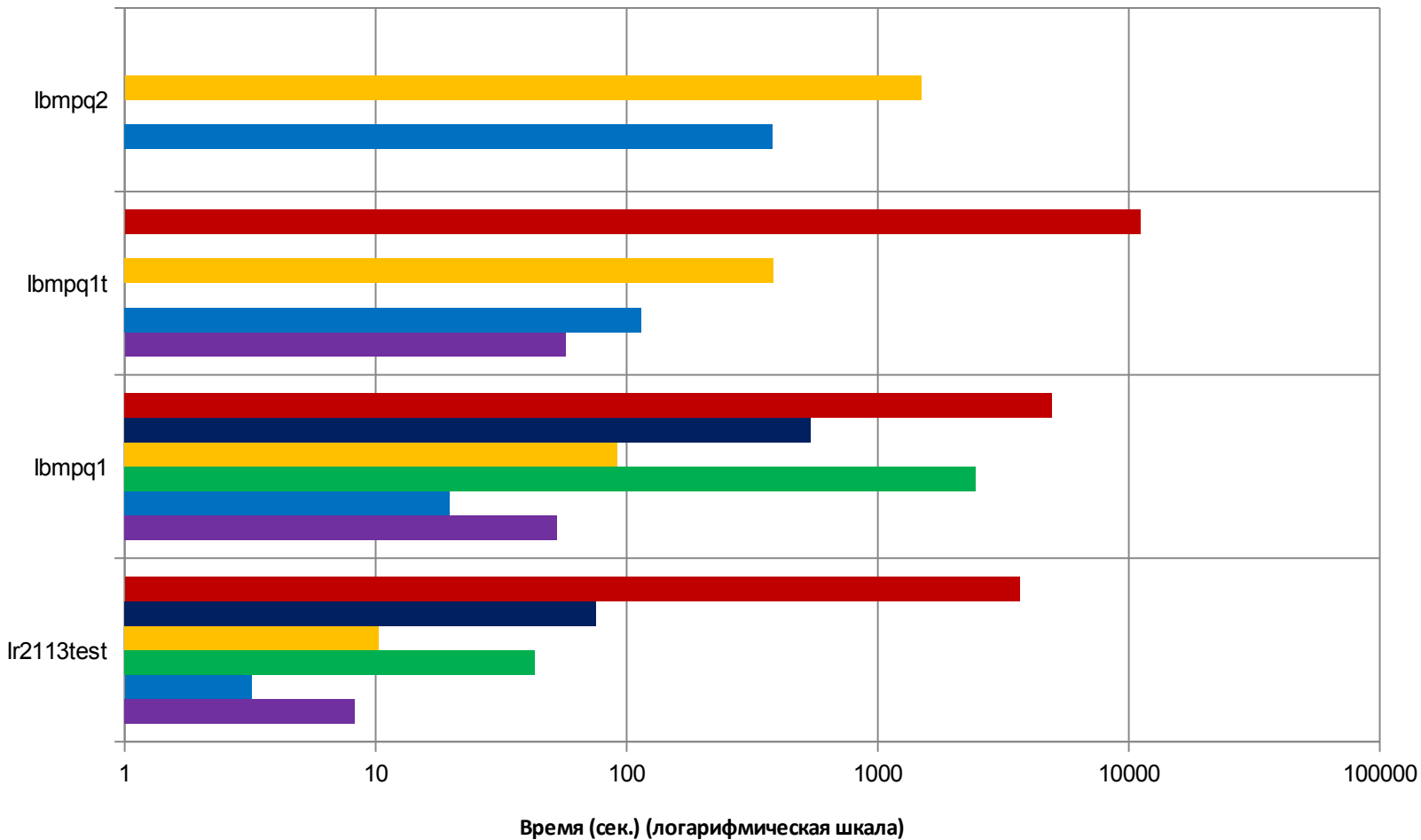
| | lr2113test | lbmpq1 | lbmpq1t | lbmpq2 |
|--------------------------------|----------------------|---------|----------------|----------------------|
| Synopsys HSPICE 2012 | Ошибка разбора схемы | 8.27 | 52.76 | 57.02 |
| SimOne 2.6 | 3.20 | 6.10 | 114.20 | 58.35 |
| Altium Designer 16 | Ошибка расчета | 48.59 | Ошибка расчета | 2450.18 |
| Spectrum Software Micro-Cap 11 | 10.30 | 91.60 | 384.60 | 1488.60 |
| Cadence OrCad 17.2 PSPICE AD | Ошибка разбора схемы | 75.47 | 540.05 | Ошибка разбора схемы |
| Linear Technology LTSPICE IV | Ошибка расчета | 3671.93 | 4931.77 | 11090.27 |

*В таблице указано время расчёта в секундах.
Выбранные тестовые схемы входят в набор IBM Power Grid Benchmarks из статьи Power Grid Analysis Benchmarks ASP-DAC 2008
<http://dropzone.tamu.edu/~pli/PGB>

Тестирование проведено на IBM PC Intel Core i3 CPU 550 @ 3.20GHz RAM 16Gb Win7x64

Размерность схем:
lr2113 - 1300 компонентов
lbmpg1 - 55 000 компонентов
lbmpg1t - 77 000 компонентов
lbmpg2 - 250 000 компонентов

Сравнение на тестовых схемах большой размерности*



Направления развития SimOne

○ ВЧ\СВЧ схемы

- связанные линии передач с потерями.
- Метод гармонического баланса для расчета периодических режимов.
-

○ Интегральные схемы

- компактные модели транзисторов BSIM3-BSIM6, EKV, Mextram.
- Модели, задаваемые описанием на языке Verilog-A
-
-

○ Анализ целостности сигналов

- IBIS-модели.
- LRC-редукция.

Партнерство с Altium

Altium

HOME

COMPANY

PRODUCTS

SOLUTIONS

COMMUNITY

RESOURCES

↓ FREE TRIAL



Company / Partners and Alliances

Partners

Service Bureaus

Technology Partners

Developer Partners

Become a Partner

Optimized Maintenance



Cypress

www.cypress.com



Dassault Systèmes

www.3ds.com



Dassault Systèmes SolidWorks Corp

www.solidworks.com



Eremex

www.eremex.com



Felecitas Customized Engineering

www.felicitas-ce.de



We are boundary-scan.

JTAG Technologies

www.jtag.nl



NEC Informatec

www.nec-nis.co.jp

SimOne Altium Designer Plugin

The screenshot displays the Altium Designer interface with the SimOne plugin. The central workspace shows a 3D visualization of a PCB with multiple signal traces overlaid, illustrating the results of a simulation. The traces exhibit a complex, oscillating pattern, likely representing signal propagation or crosstalk analysis. The PCB is oriented vertically, with a grid showing dimensions in millimeters (0 to 1100mm).

The left sidebar shows a project tree for 'TestProject.PrjCor' with various source documents and simulation files. The right sidebar contains a 'Watch' table with columns for 'Type', 'Value', and 'Unit'. The bottom status bar shows 'Messages' and 'Cursor Data'.

| Type | Value | Unit |
|---------|-------|------|
| FF Q1 | | |
| FF R1 | | |
| FF R10 | | |
| FF R11 | | |
| FF R2 | | |
| FF R3 | | |
| FF R4 | | |
| FF R5 | | |
| FF R6 | | |
| FF R7 | | |
| FF R8 | | |
| FF R9 | | |
| FF R10 | | |
| FF R11 | | |
| FF R12 | | |
| FF R13 | | |
| FF R14 | | |
| FF R15 | | |
| FF R16 | | |
| FF R17 | | |
| FF R18 | | |
| FF R19 | | |
| FF R20 | | |
| FF R21 | | |
| FF R22 | | |
| FF R23 | | |
| FF R24 | | |
| FF R25 | | |
| FF R26 | | |
| FF R27 | | |
| FF R28 | | |
| FF R29 | | |
| FF R30 | | |
| FF R31 | | |
| FF R32 | | |
| FF R33 | | |
| FF R34 | | |
| FF R35 | | |
| FF R36 | | |
| FF R37 | | |
| FF R38 | | |
| FF R39 | | |
| FF R40 | | |
| FF R41 | | |
| FF R42 | | |
| FF R43 | | |
| FF R44 | | |
| FF R45 | | |
| FF R46 | | |
| FF R47 | | |
| FF R48 | | |
| FF R49 | | |
| FF R50 | | |
| FF R51 | | |
| FF R52 | | |
| FF R53 | | |
| FF R54 | | |
| FF R55 | | |
| FF R56 | | |
| FF R57 | | |
| FF R58 | | |
| FF R59 | | |
| FF R60 | | |
| FF R61 | | |
| FF R62 | | |
| FF R63 | | |
| FF R64 | | |
| FF R65 | | |
| FF R66 | | |
| FF R67 | | |
| FF R68 | | |
| FF R69 | | |
| FF R70 | | |
| FF R71 | | |
| FF R72 | | |
| FF R73 | | |
| FF R74 | | |
| FF R75 | | |
| FF R76 | | |
| FF R77 | | |
| FF R78 | | |
| FF R79 | | |
| FF R80 | | |
| FF R81 | | |
| FF R82 | | |
| FF R83 | | |
| FF R84 | | |
| FF R85 | | |
| FF R86 | | |
| FF R87 | | |
| FF R88 | | |
| FF R89 | | |
| FF R90 | | |
| FF R91 | | |
| FF R92 | | |
| FF R93 | | |
| FF R94 | | |
| FF R95 | | |
| FF R96 | | |
| FF R97 | | |
| FF R98 | | |
| FF R99 | | |
| FF R100 | | |



•Благодарю за
внимание