

Моделирование узлов РЭА как ключ к обеспечению надежности и качества аппаратуры.

Обзор средств моделирования от компании Cadence:
PSpice и Sigriity.

Александр Акулин
Технический директор ООО «ПСБ СОФТ»



Аналого-цифровые схемы необходимо моделировать

- Проекты со смешанными аналого-цифровыми сигналами стали гораздо более интегрированными и сложными
- Нужно их моделирование и поиск компромиссов
- Функциональная верификация в смешанном режиме теперь является необходимостью
- 20% причин повторной разработки РЭА связаны с проблемами взаимосвязи смешанных сигналов

OrCAD PSpice – оптимальный инструмент для моделирования и верификации схем

Выбор настроек

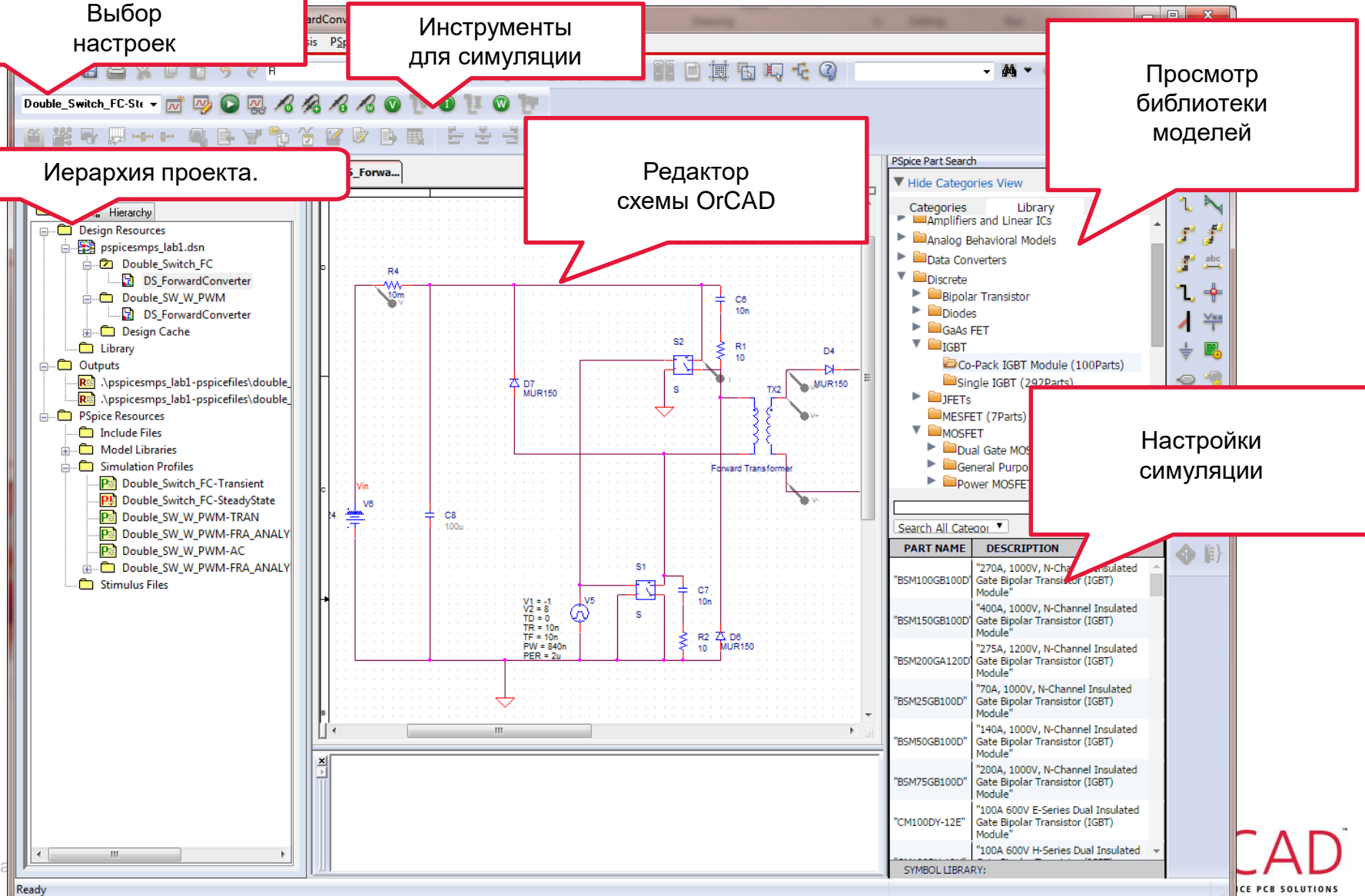
Инструменты для симуляции

Просмотр библиотеки моделей

Иерархия проекта.

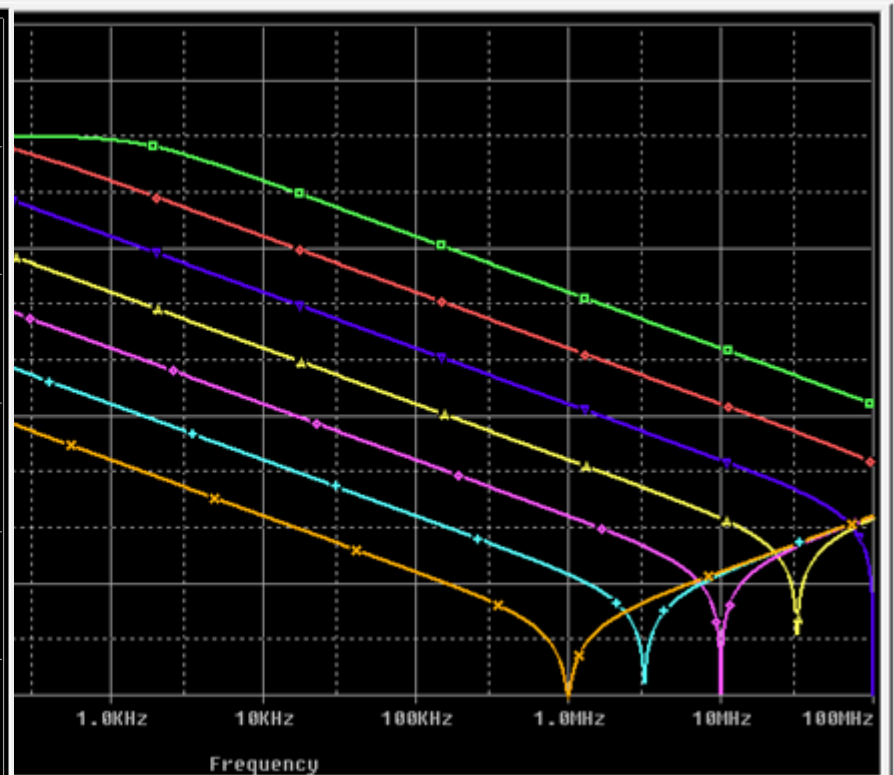
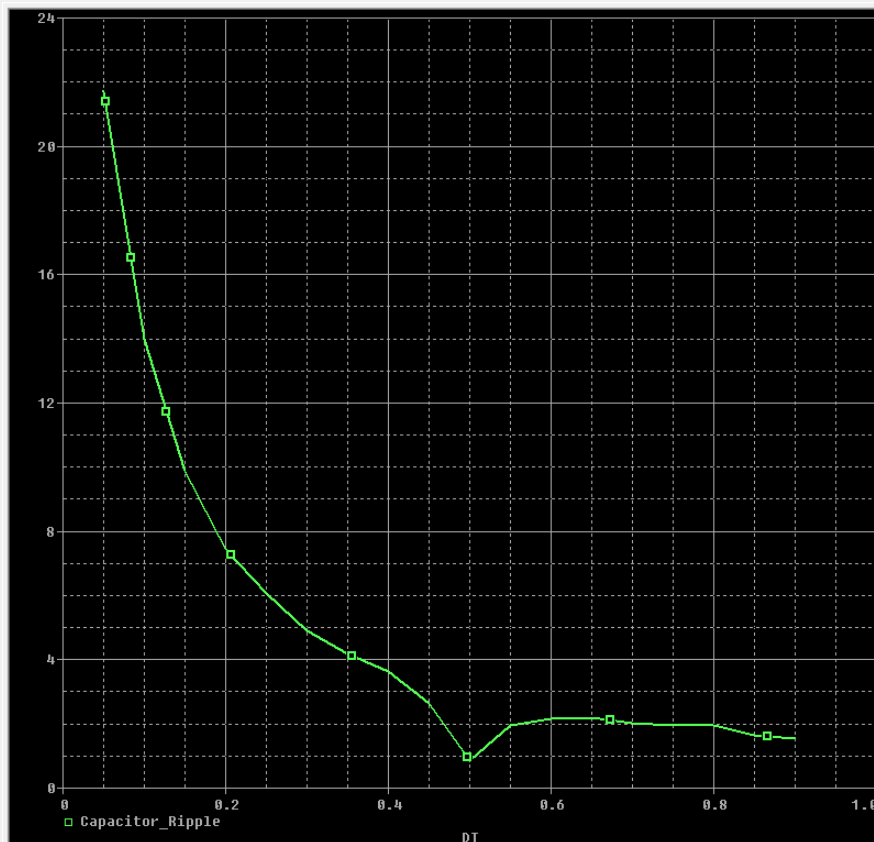
Редактор схемы OrCAD

Настройки симуляции



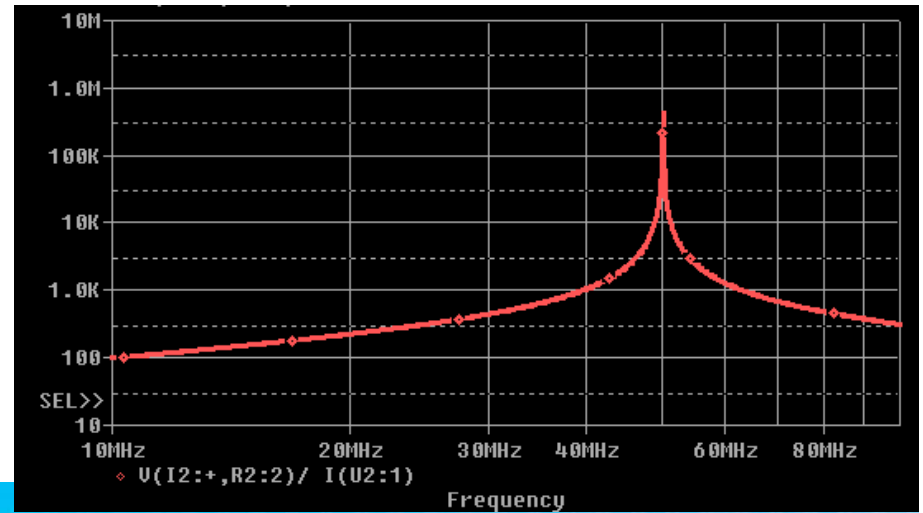
Анализ результатов моделирования в PSpice позволяет обнаруживать проблемы в схеме

- Можно «раскачивать» параметры компонентов
- Можно построить полученное семейство графиков



В PSpice можно создавать недостающие модели компонентов

- Внесите значения прямо из даташита и сгенерируйте модель



PSpice Modeling Application: Non Ideal RF Inductor

Inductance: (circled in red)

Tolerance: (circled in red)

Initial Condition (IC):

Parasitic Resistive Element

Series Resistance (RDC): (circled in black)

Parallel Resistance (RP):

Parasitic capacitance of Inductor: 6.7497e-12

Temperature Coefficients(TC)

Linear (TC1):

Quadratic (TC2):

Current Coefficients(IL)

Linear (IL1):

Quadratic (IL2):

Self Resonant Frequency

Self Resonant Frequency (SRF): (circled in green)

Place Close

Inductor for Power Lines (Power Inductor)

Multilayer Magnetic Type for Voltage Conversion

LQM18P_B0 Series (0603 Size)

0603 Size, 0.4mm max. Thickness

Thickness: 0.4mm max. Ferrite Core Shield Flow OK Reflow OK

Dimensions

Packaging

Code	Packaging	Minimum Quantity
L	180mm Embossed Tape	4000
B	Bulk(Bag)	1000

Rated Value (□: packaging code)

Part Number	Inductance	Rated Current	DC Resistance	Self Resonance Frequency (min.)	Kit
LQM18PN1R5NB0□	1.5µH ±30% (circled in red)	600mA	0.35ohm ±25% (circled in black)	50MHz (circled in green)	Kit

Test Frequency: 1MHz Class of Magnetic Shield: Magnetic shield of ferrite Operating Temperature Range: -55°C to +125°C

Виртуальное прототипирование в PSpice

- Написание моделей на языке C/C++ расширяет возможности моделирования PSpice
- Пользователь может промоделировать работу схемы с микроконтроллером, работающим под управлением программы, или ПЛИС

Улучшайте повторяемость и надежность ваших приборов с помощью PSpice

PSpice поможет ответить на вопросы: Какие компоненты скорее всего могут отказаться при производстве прибора?

Прибор может корректно работать в лаборатории, но будет ли работать изготовленная серия?



Будет ли он работать:

- При скачках температуры?
- При отклонениях номиналов?
- Во всем диапазоне?
- При старении?



Перегружены ли какие-то отдельные компоненты?

– Они откажут при тестировании или при эксплуатации?



Есть ли слишком чувствительные части в схеме, которые могут вызвать проблемы в будущем?

Анализ чувствительности схемы с помощью PSpice

- **Легко найдите** компоненты и параметры, влияющие на ключевые показатели схемы
- **Оцените качество работы** схемы в наихудшем случае при заданных допусках компонентов
- Найдите компоненты, чьи допуски не важны, и **удешевите** их

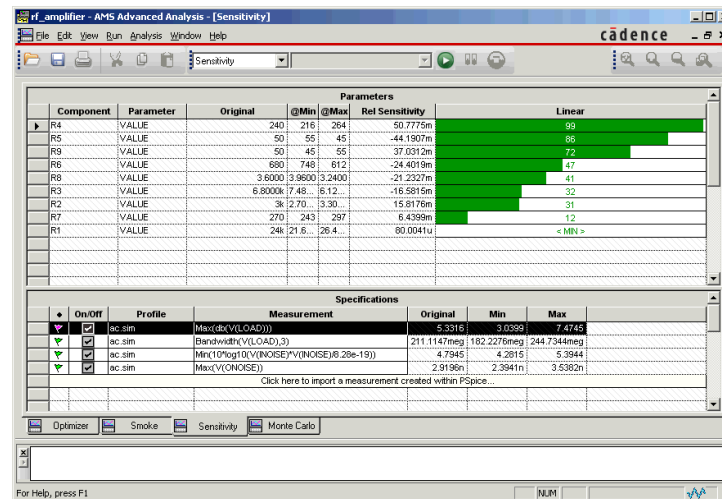


Диаграмма чувствительности
схемы к изменению параметров
компонентов

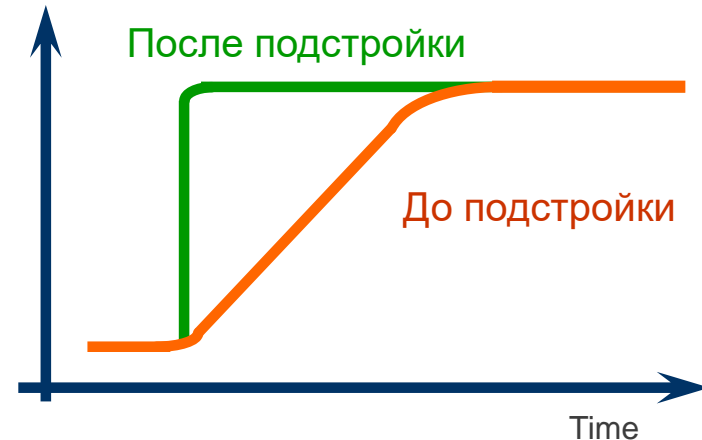
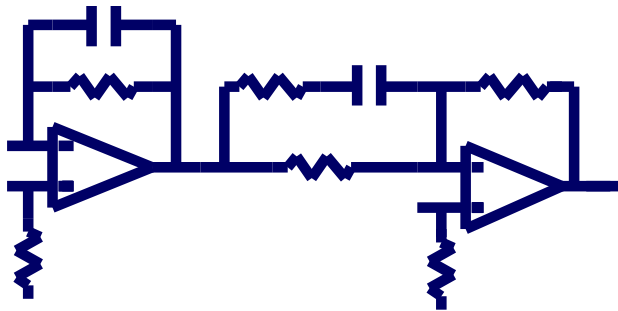
Оптимизация схемы с помощью PSpice

- Один из **самых мощных** инструментов анализа
- Найдите компоненты, влияющие на задачи схемы
- Определите задачи схемы и **оптимизируйте ваш проект**, чтобы реализовать эти задачи
- Примеры задач: заданный коэффициент усиления, полоса пропускания, перегрузка, пульсации
- Задачи могут быть описаны как график или таблица

Пример оптимизации в PSpice

- PSpice оптимизирует работу схемы под **новые цели**
 - Подстройте старую схему (шаблон) под новые спецификации

Шаблон схемы и
подстройка номиналов



Анализ перегрузки компонентов схемы с помощью PSpice

- Проверьте, не превышены ли безопасные пределы рабочих режимов
- Задайте критерии для определения чрезмерно нагруженных компонентов
- Определите работоспособность компонентов **под разными нагрузками, стрессами и внешними условиями**
- Используйте для определения тепловых аспектов работы схемы

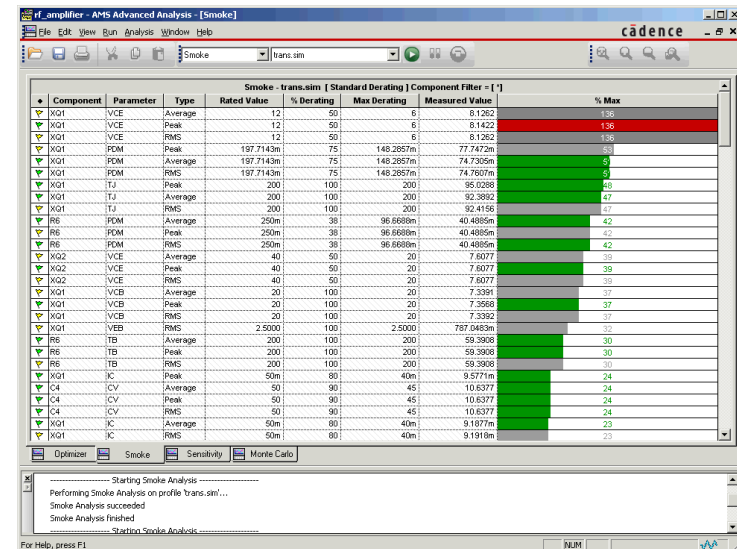
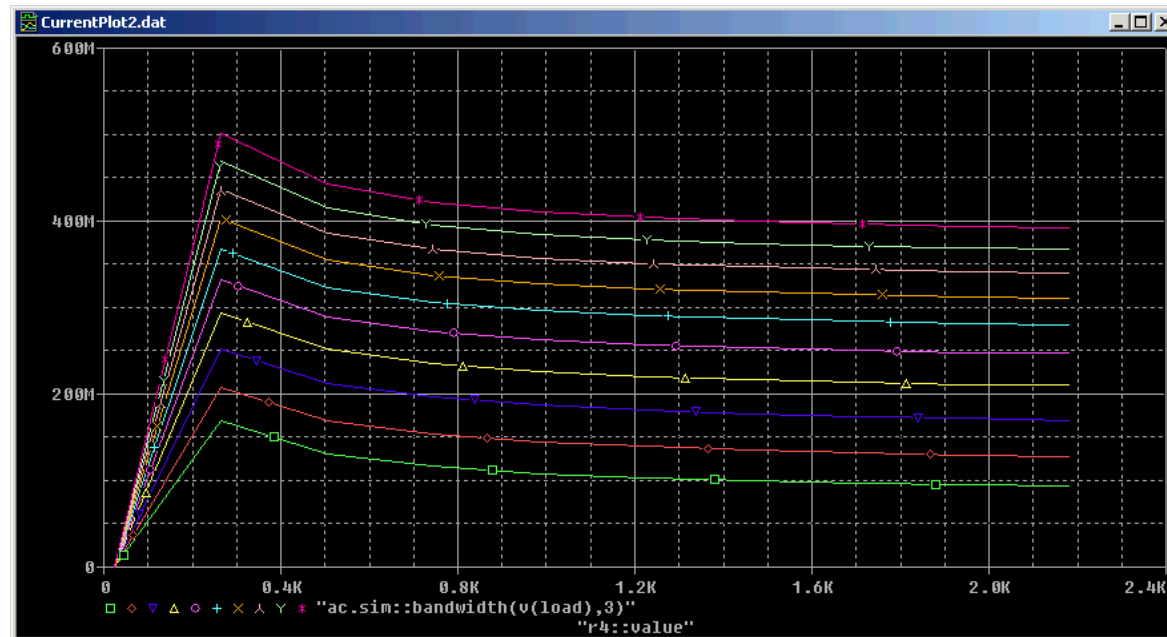


Диаграмма степени нагруженности компонентов схемы
Красным выделен перегруженный компонент

Проверьте устойчивость схемы при отклонении параметров с помощью PSpice

- **Раскачка** для нескольких параметров (вложенным циклом)
- Быстрый просмотр результатов и создание семейств кривых
- **Убедитесь, что** ваша схема не ведет себя непредсказуемо, при всех возможных отклонениях номиналов компонентов



Заранее определите % выхода годных с помощью PSpice

- **Вычисляйте выход годных перед запуском в серию**
- Определите статистику эффективности работы схемы при данных отклонениях номиналов
- Установите Min и Max вашей спецификации, и предскажите выход годных еще до запуска в производство
- Просматривайте результат как гистограмму **плотности вероятности**, или как **функцию распределения**

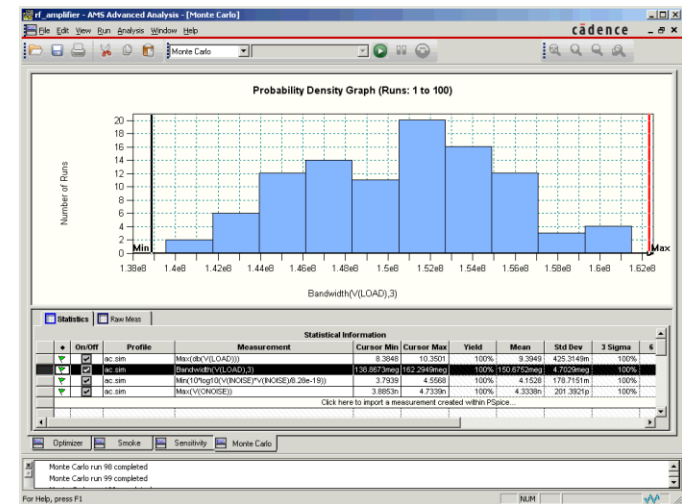
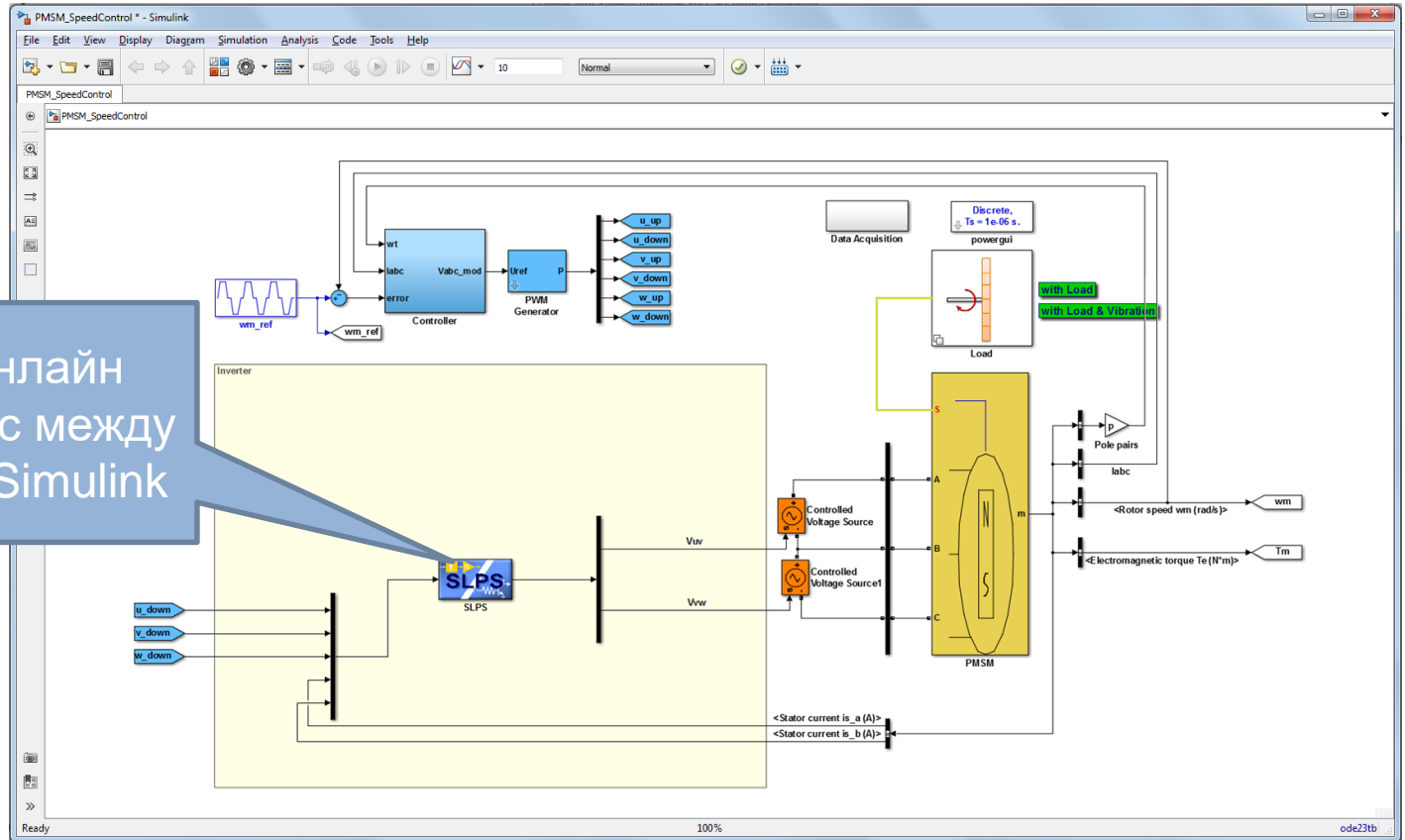
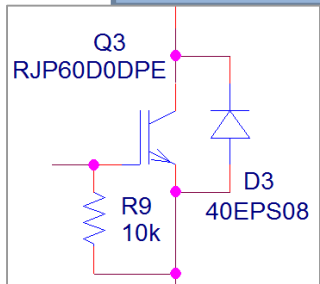


Диаграмма вероятности выхода годных изделий (попадающих в заданные пределы Min и Max по заданным критериям)

Моделируйте реальные электромеханические системы с помощью Matlab/Simulink и PSpice



SLPS онлайн интерфейс между PSpice и Simulink



Электрическая схема прибора в PSpice

Электромеханическая система в Matlab/Simulink

Видео – моделирование дверного стекла автомобиля со схемой управления в PSpice



Моделируйте разработанные платы и печатные узлы с помощью Sigrity

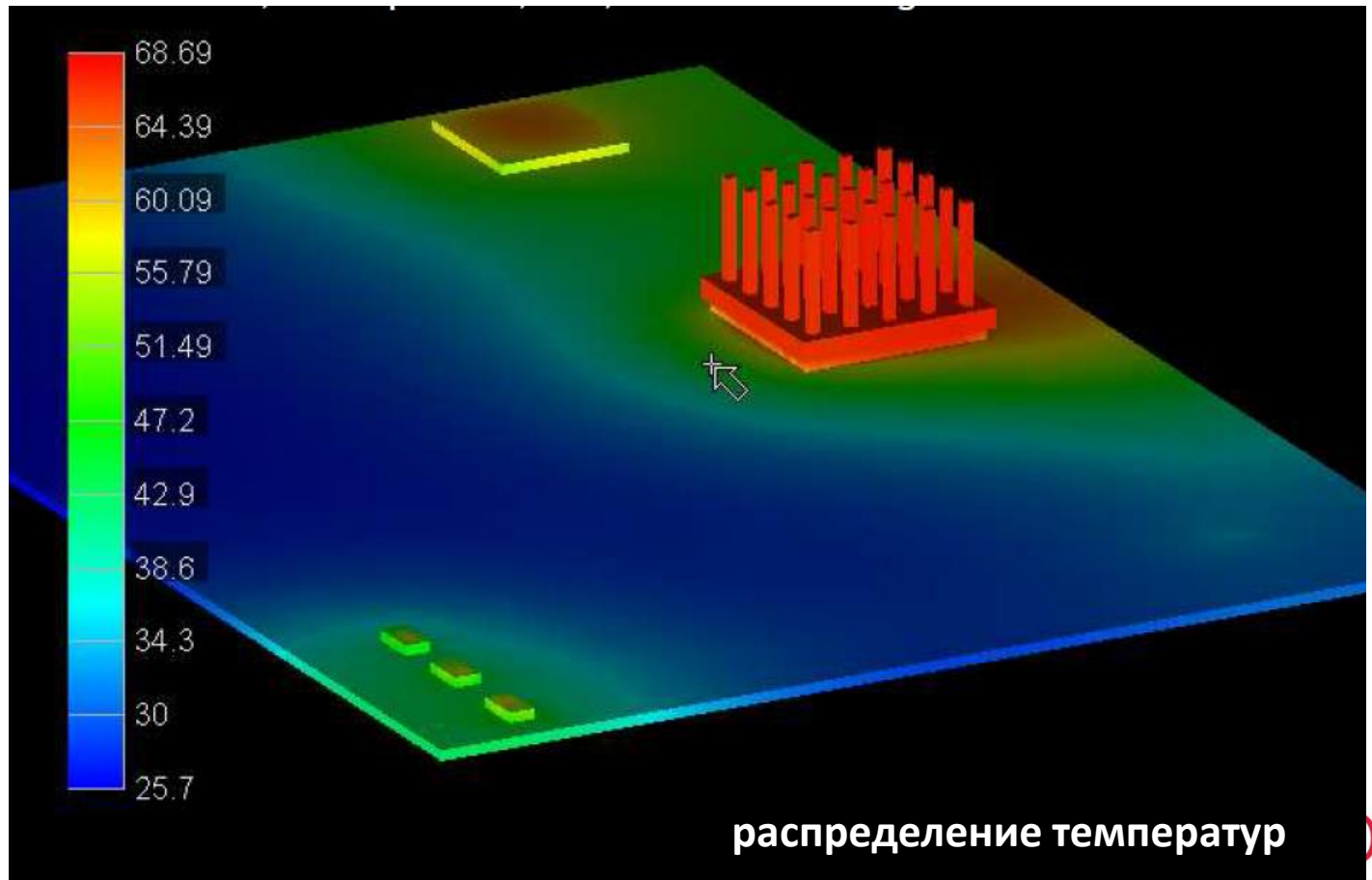
Cadence Sigrity предлагает следующие инструменты:

- Температурная симуляция печатных плат
- Симуляция системы питания в печатных платах
- Симуляция скоростных сигналов на платах
- ЭМС

Температурно-электрическое моделирование плат в Sigrity

- Проводники, выводы, шарики BGA, переходы
- Все медные и диэлектрические слои
- Температурные свойства и зависимости материалов
- Радиаторы, термальные слои, теплостоки

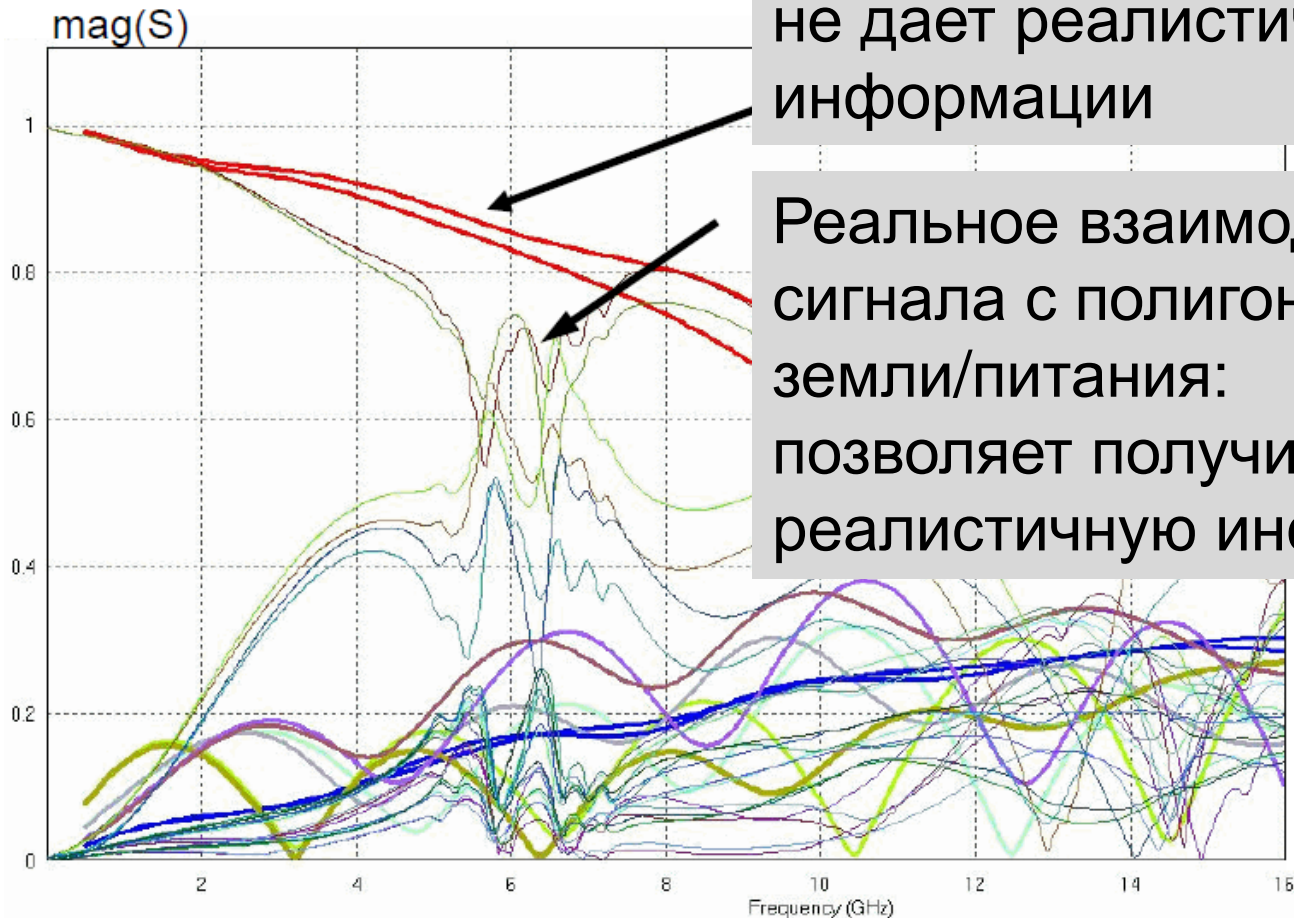
Для
симуляции
применяется
метод
конечных
элементов



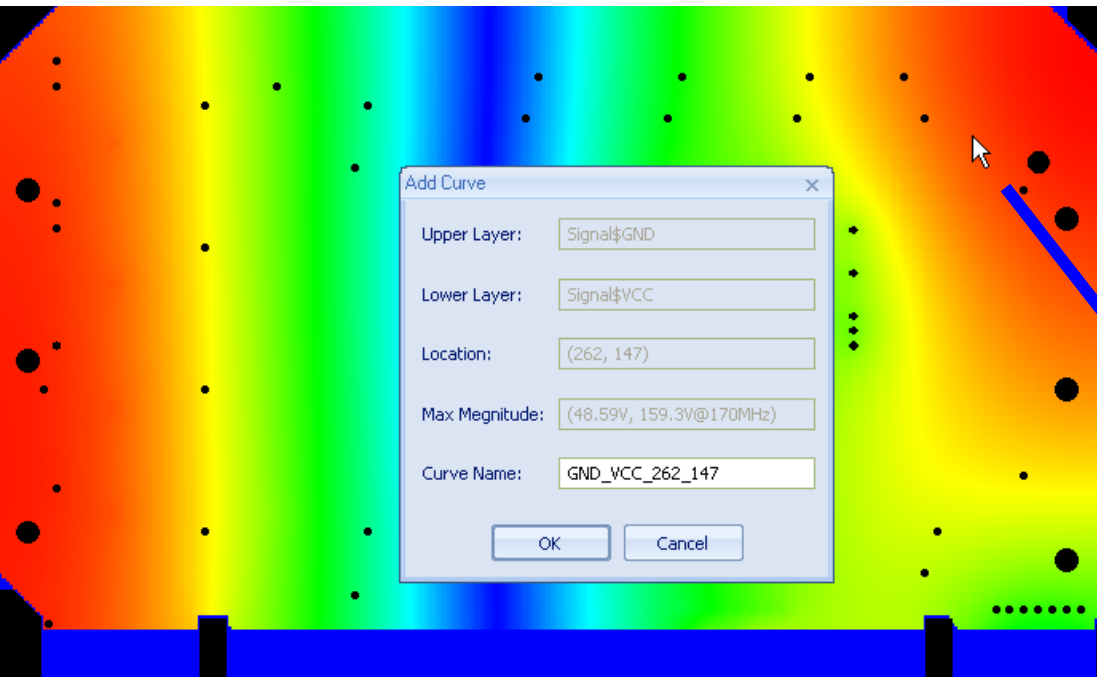
Анализ трассировки на печатной плате с помощью Sigridy

Идеальная линия передачи:
не дает реалистичной информации

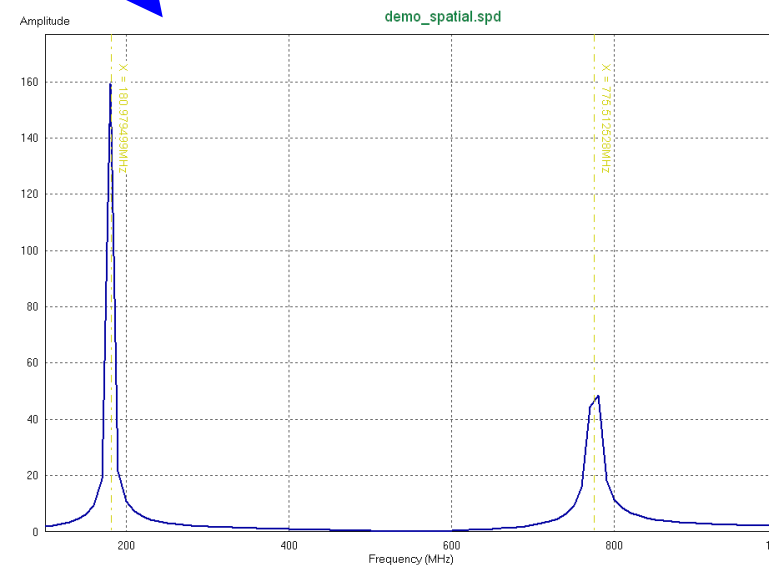
Реальное взаимодействие сигнала с полигонами земли/питания:
позволяет получить реалистичную информацию



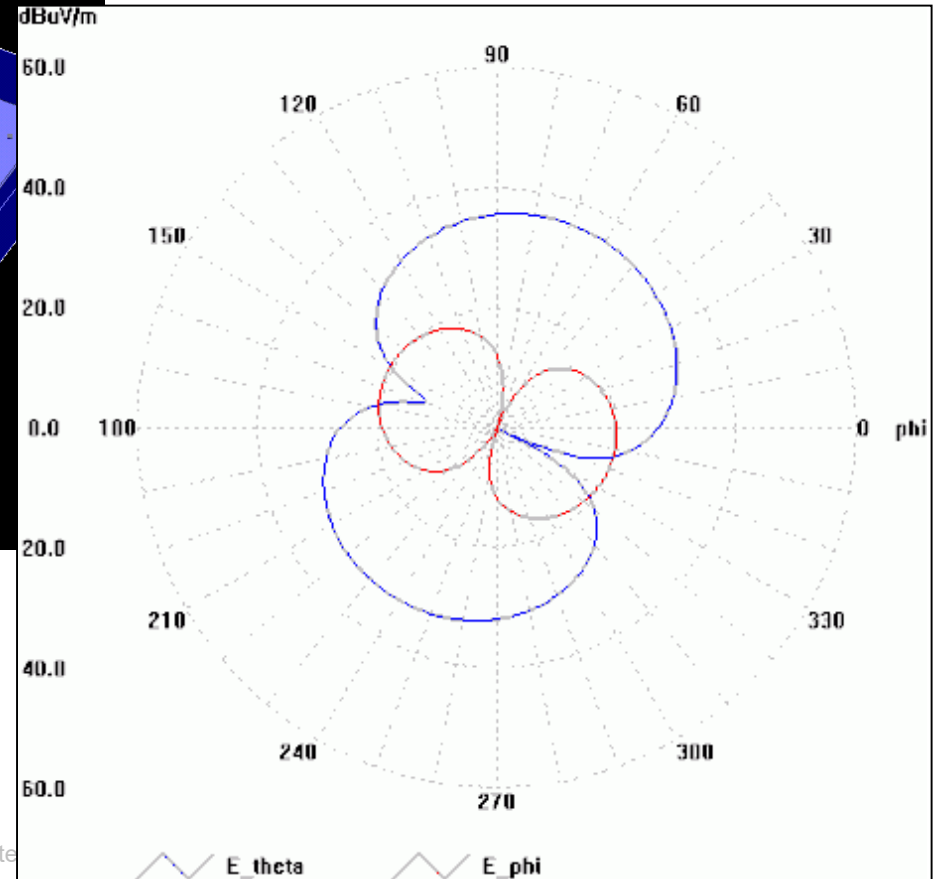
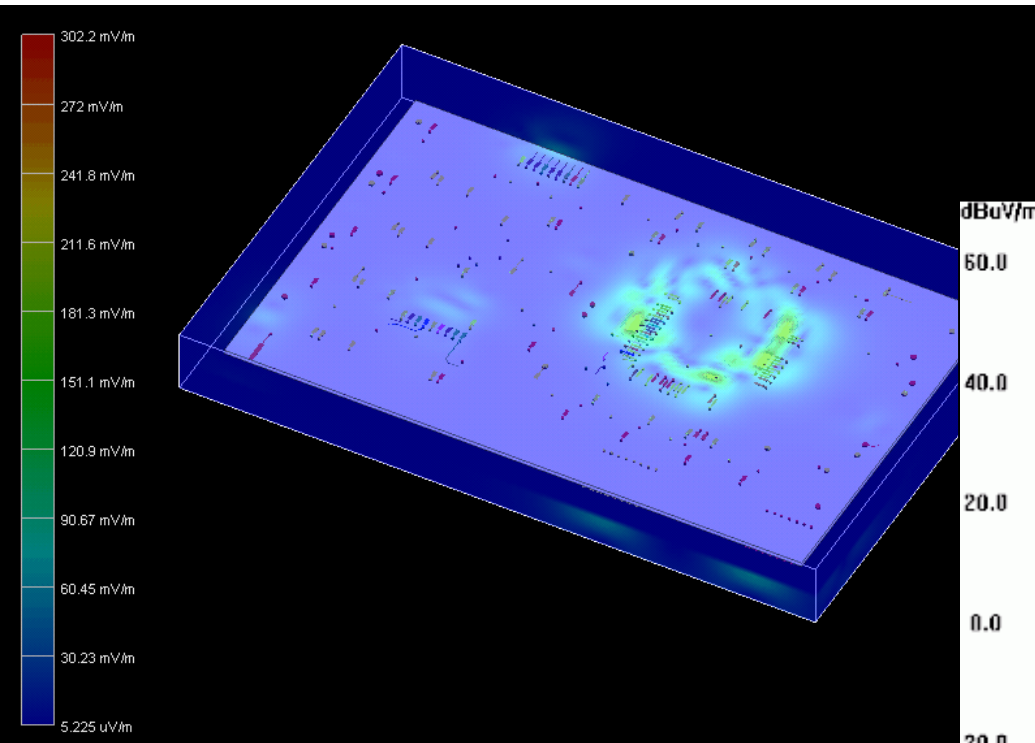
Анализ резонансных частот на плате с помощью Sigrity



Анализ спектра
ЭМ-излучений в
выбранных точках
2D-диаграммы



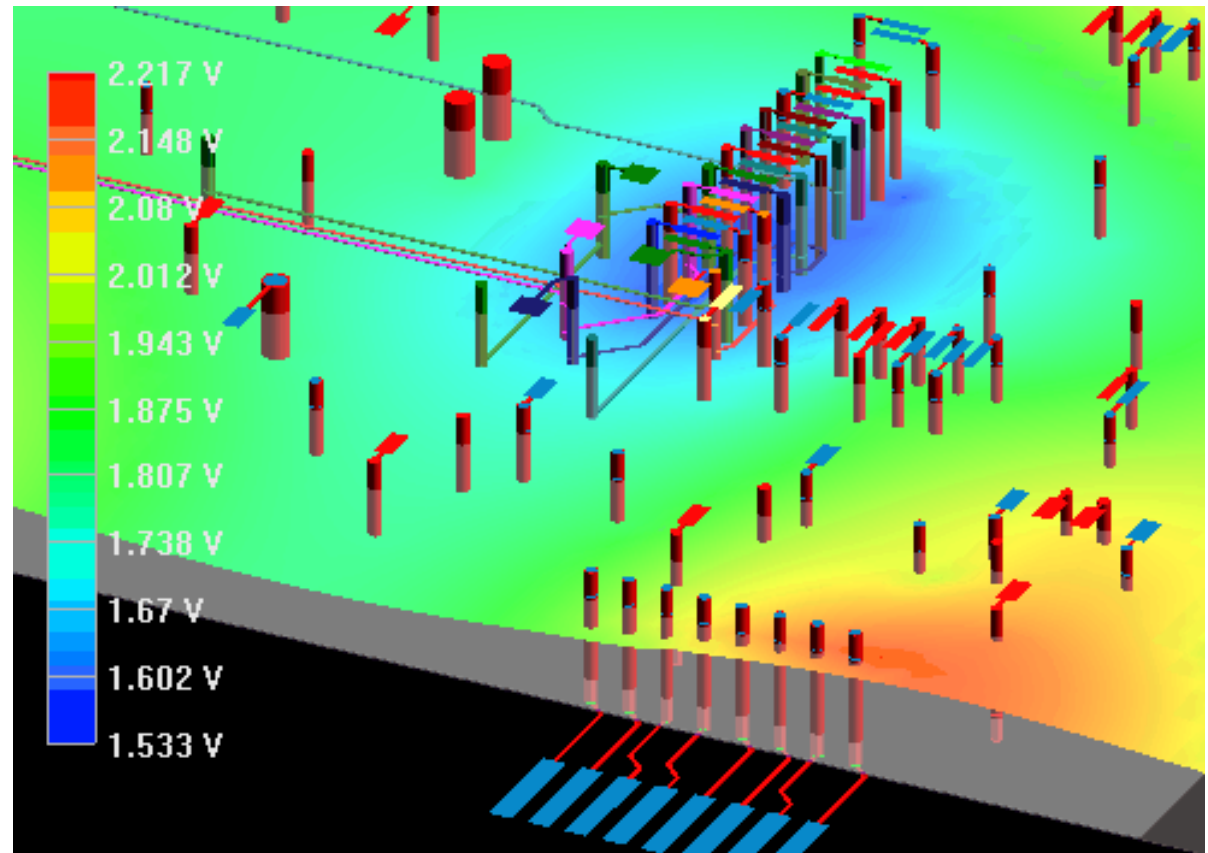
Анализ ближнего и дальнего поля в Sigrity



Пост-процессинг результатов анализа в Sigrity позволяет получить картину ближних и дальних ЭМ-полей

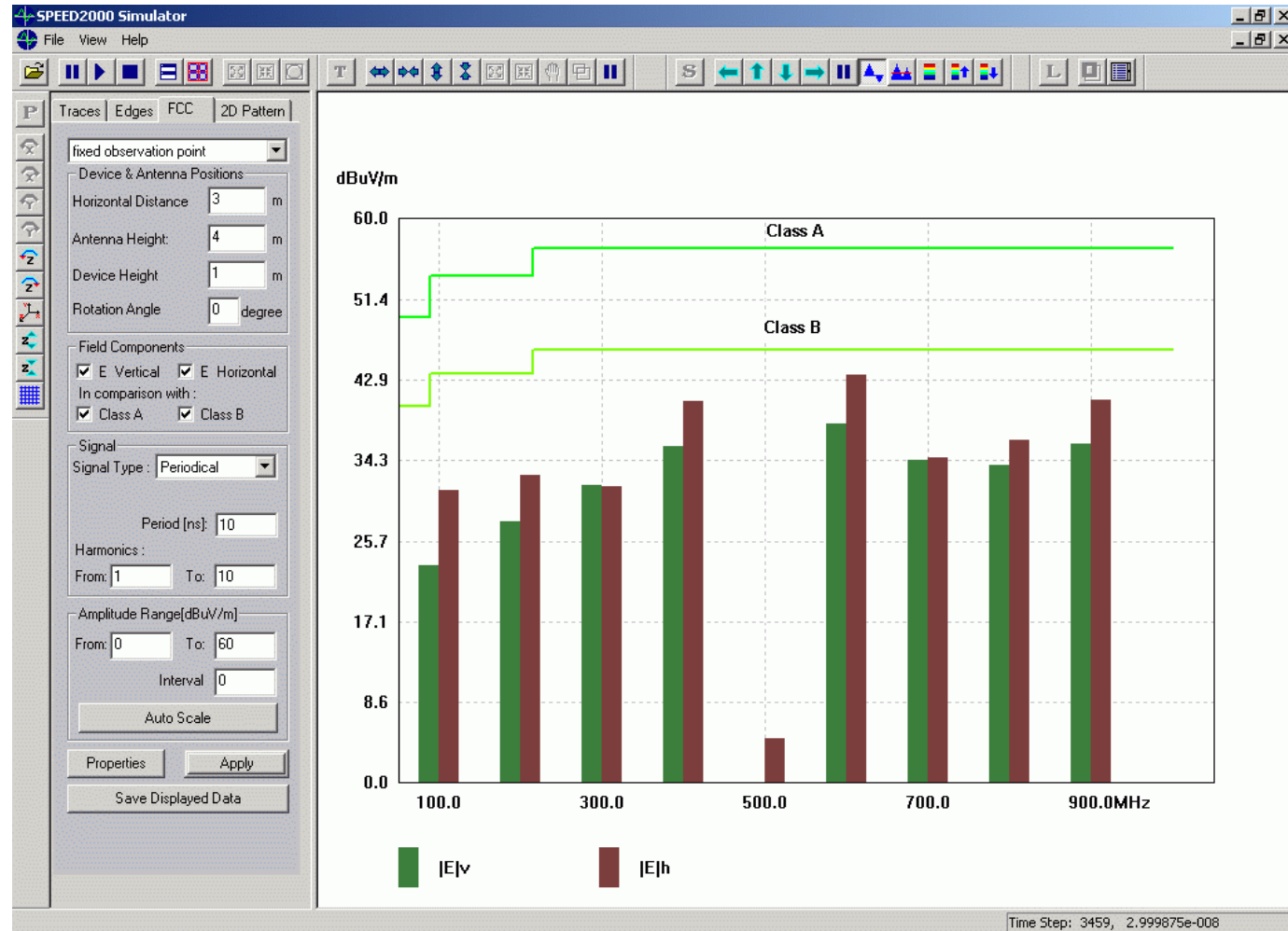
Анализ «горячих точек» ЭМ-излучения на плате с помощью Sigrity

Утилиты Sigrity позволяют определить и оптимизировать «горячие точки» с точки зрения ЭМС на печатной плате



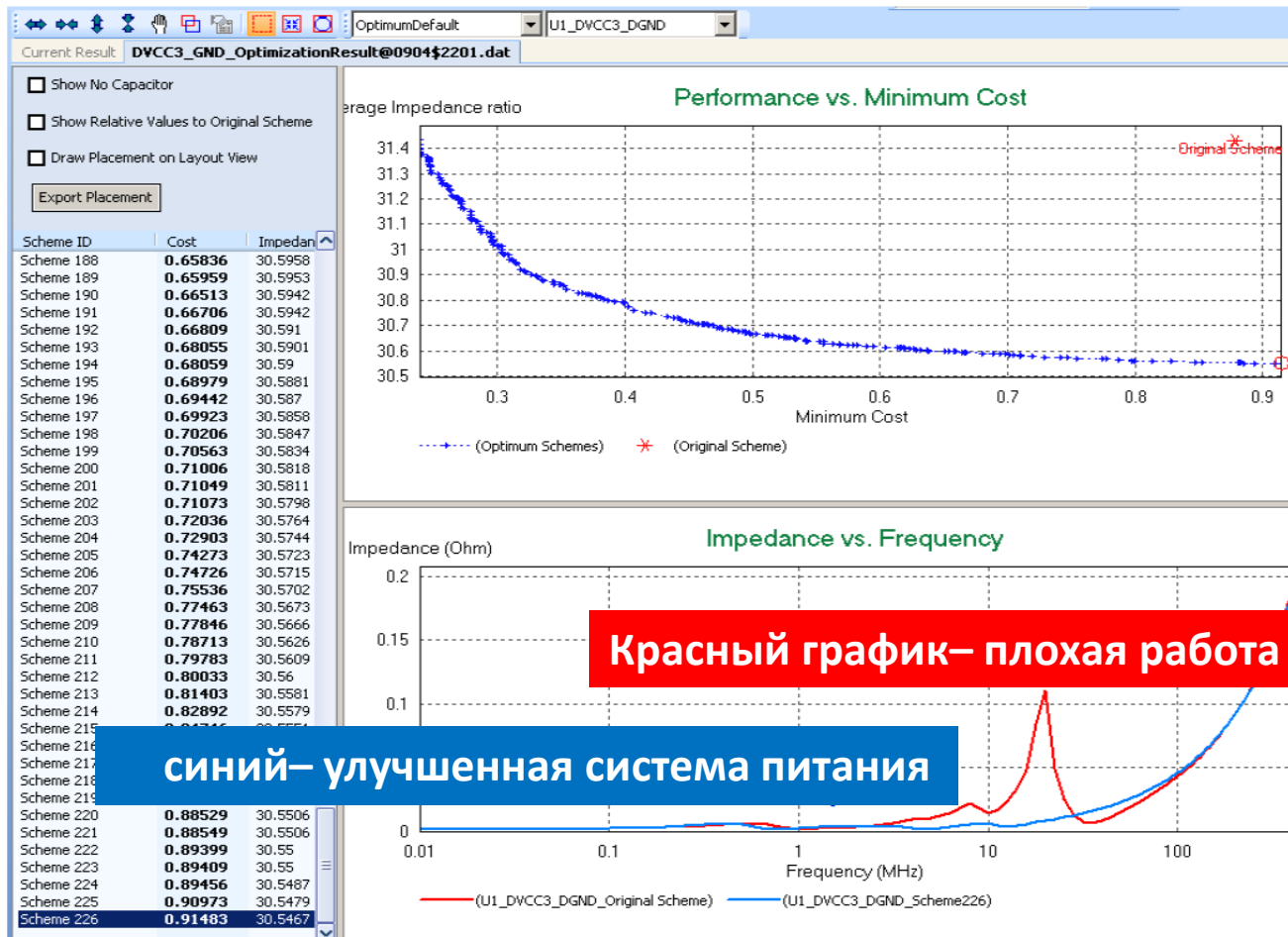
Верификация ЭМС на соответствие стандарту с помощью Sigrity

Определение мощности горизонтальных и вертикальных составляющих ЭМ-поля



Оптимизация номиналов и положения блокировочных конденсаторов на плате с помощью Sigridy

Размещение фильтрующих конденсаторов на плате на основании анализа импеданса системы питания



Моделирование спектра ЭМИ от печатной платы и устранение пиков излучения с помощью Sigridy

Добавлено 2 сглаживающих конденсатора 100 нФ



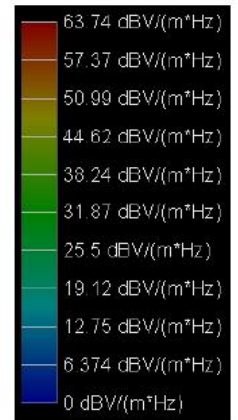
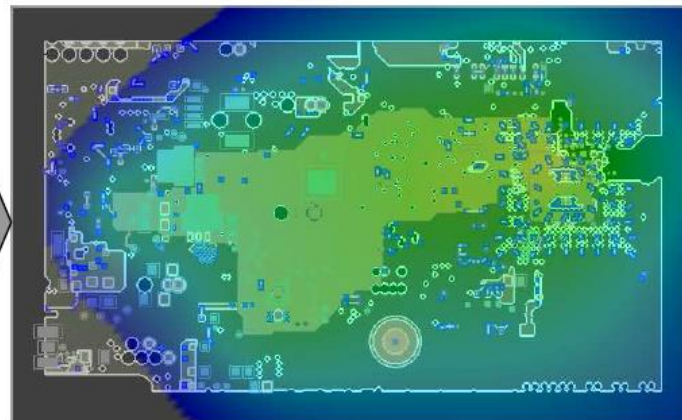
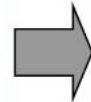
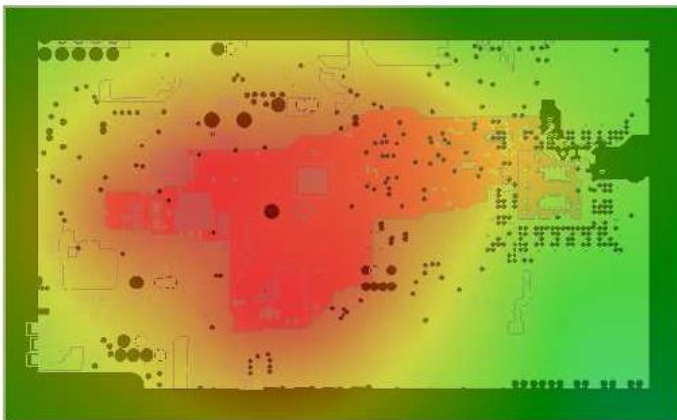
Пик ЭМИ на 580 МГц



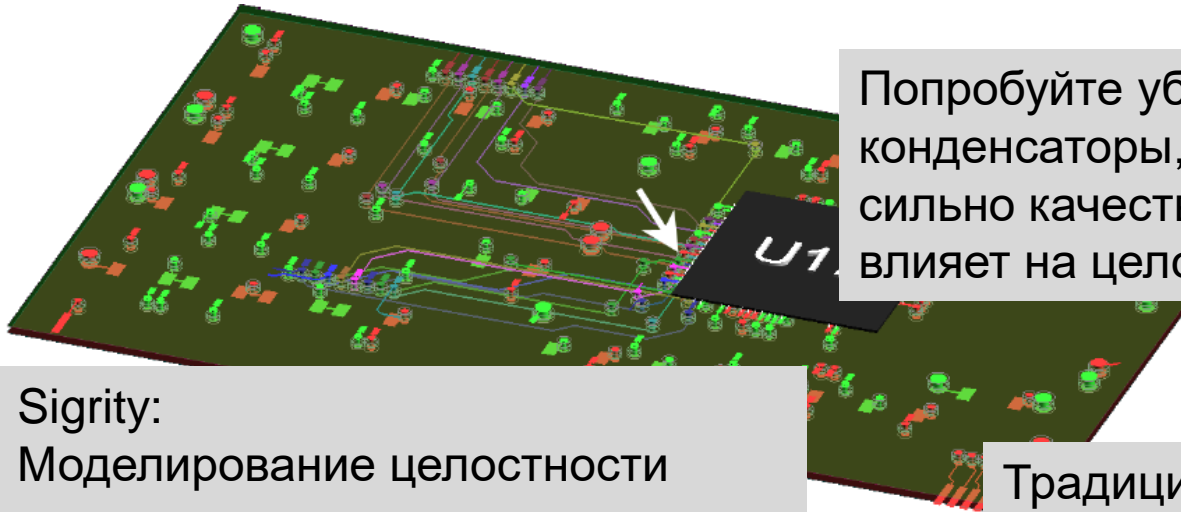
до оптимизации:

ЭМИ на 580 МГц

после оптимизации:

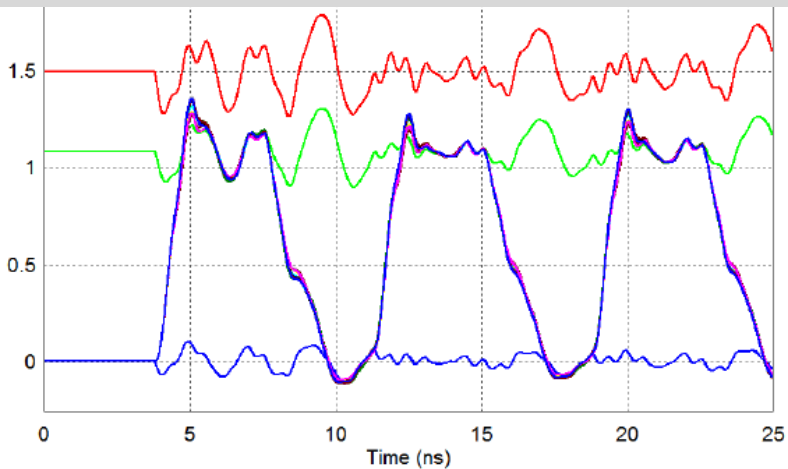


Моделирование и верификация скоростных интерфейсов с помощью Sigriity

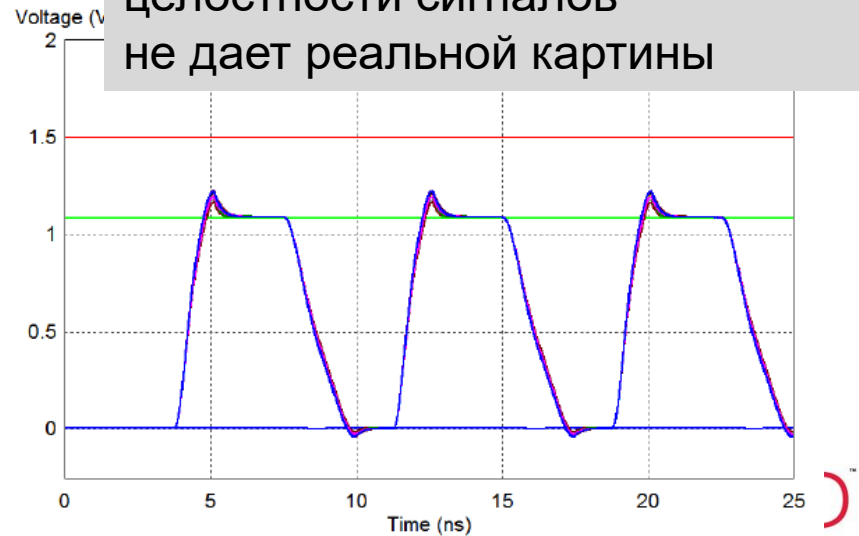


Попробуйте убрать фильтрующие конденсаторы, и вы увидите, насколько сильно качество системы питания влияет на целостность сигналов.

Sigrity:
Моделирование целостности сигналов с учетом шумов и импеданса цепей земли/питания




Традиционное моделирование целостности сигналов не дает реальной картины



Заключение

- Инструменты моделирования от компании Cadence дают разработчику РЭА возможность до запуска в производство полностью проверить разработанную схему и печатную плату
- PSpice не только моделирует схему, но и проверяет надежность и работоспособность в разных условиях
- Sigriety всесторонне проверяет трассировку печатной платы по теплу, по питанию и по высоким частотам
- Это сокращает сроки и стоимость разработки в разы, устраняя необходимость повторных итераций



Спасибо за внимание!
Ваши вопросы?