

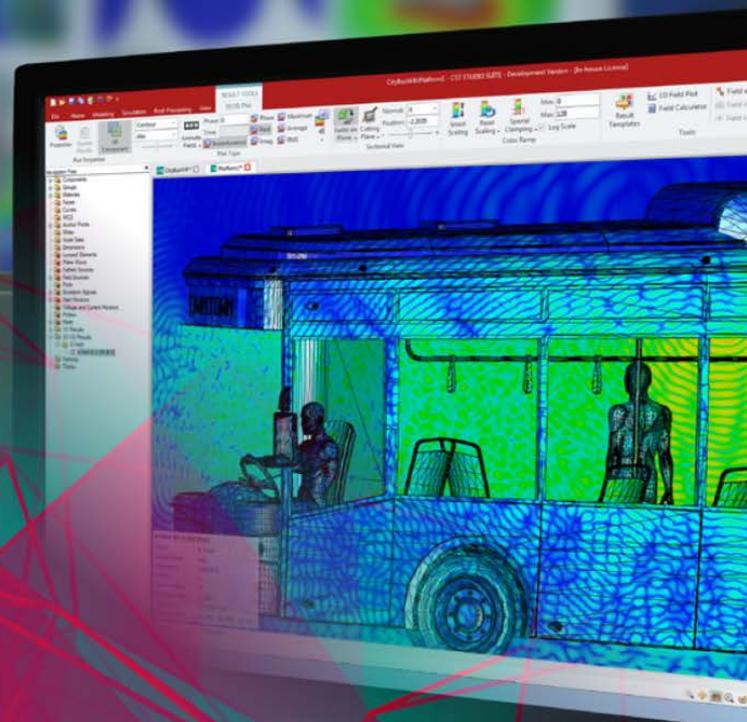
CST STUDIO SUITE®

Программное обеспечение для моделирования
электродинамических и мультифизических задач



joins





Откройте для себя
CST STUDIO SUITE 2018

ПОЧЕМУ НЕОБХОДИМО МОДЕЛИРОВАТЬ?

При проектировании современного электронного оборудования крайне важно получить качественный результат по итогам первого цикла проектирования. Виртуальное прототипирование и электромагнитное моделирование позволяют существенно сократить число итераций проектирования и, тем самым, суммарное время разработки. Компьютерное моделирование позволяет проанализировать и оптимизировать поведение отдельных частей оборудования на ранних этапах проектирования, что резко снижает сроки и затраты по выходу конечных изделий на рынок.

ПОЧЕМУ СЛЕДУЕТ ВЫБРАТЬ CST STUDIO SUITE?

Пакет CST STUDIO SUITE представляет собой набор инструментов для проектирования, моделирования и оптимизации трехмерных электромагнитных систем, использующийся самыми передовыми технологическими и инжиниринговыми компаниями во всем мире. Три краеугольных камня лежат в основе продуктов CST: точность, скорость и практичность.

ТОЧНОСТЬ

В основе каждого модуля пакета CST STUDIO SUITE лежит тщательно проверенный алгоритм, который представляет собой обобщенный результат многолетних исследований и разработок в области эффективного и точного численного моделирования трехмерных электромагнитных структур. Отдельное внимание фирма CST уделяет совершенствованию технологий построения моделей и пространства дискретизации для них.

Подробнее читайте на стр. 4.

СКОРОСТЬ

Скорость и точность всегда идут рука об руку. Неважно, является ли структура электрически большой или маленькой, узкополосной или широкополосной, широкий набор вычислителей пакета CST STUDIO SUITE обеспечивает эффективное моделирование задач любой сложности. Функции высокопроизводительных вычислений (HPC) и оптимизации дополнительно расширяют возможности вычислителей.

Подробнее читайте на стр. 9.

ПРАКТИЧНОСТЬ

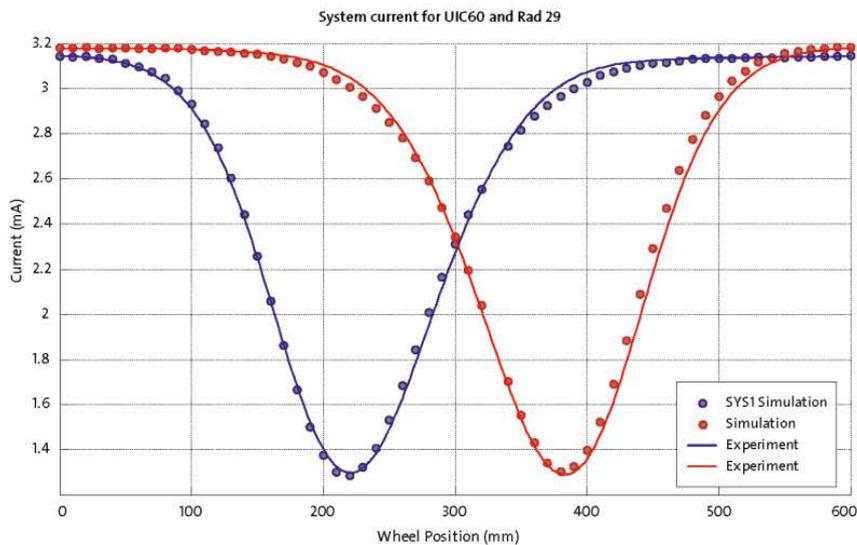
Фирма CST уделяет большое внимание инструментам, призванным повысить квалификацию пользователей. К таким инструментам относятся графический интерфейс на основе динамически обновляемых панелей, который позволяет группировать функции и разделы меню в зависимости от их места в процессе моделирования, а также технология моделирования составных проектов (SAM), упрощающая моделирование сложных проектов через разбиение их на несколько частей, анализ которых может быть выполнен разными методами.

Подробнее читайте на стр. 13.

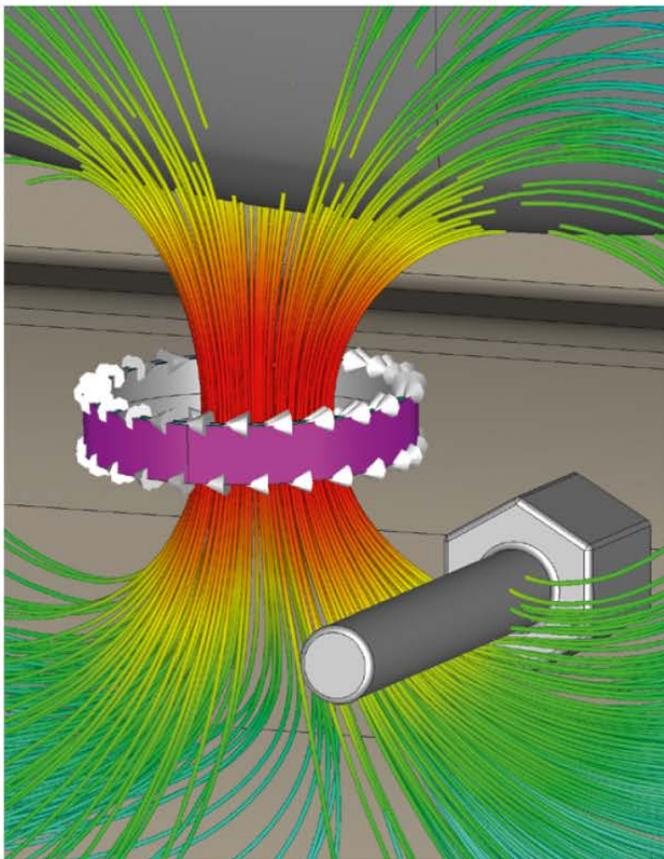
Благодаря такой концепции продукт CST STUDIO SUITE получил широкое распространение среди инженеров и разработчиков, работающих в самых различных областях: ВЧ, СВЧ и оптической электронике, электромагнитной совместимости, динамике заряженных частиц, низкочастотной технике.

Чтобы узнать больше о приложениях, для моделирования которых используется CST STUDIO SUITE, обратитесь к странице 22.

ТОЧНОСТЬ



Результаты моделирования сигнала со встраиваемого колесного датчика Frauscher RSR180 прекрасно согласуются с измеренными данными.

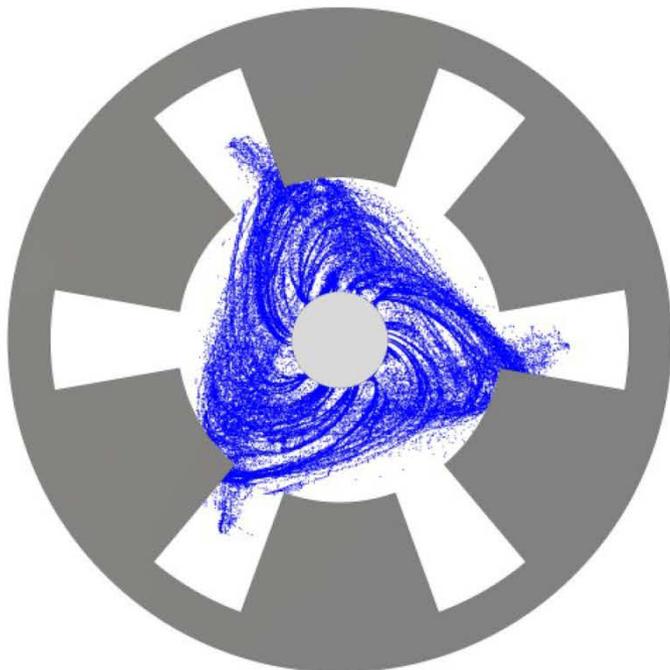


"Продукт CST STUDIO SUITE дал нам возможность быстро и точно оценить параметры наших датчиков с учетом их сложного взаимодействия с окружающими элементами конструкции, что просто невозможно было бы сделать экспериментально. Без понимания деталей этого взаимодействия была бы невозможной разработка нового поколения датчиков в будущем. Ну и конечно, хотелось бы отметить дружелюбность и компетентность персонала CST, который пусть и не напрямую, но внес свою частицу в успех нашей работы."

Dr. Gavin Lancaster, разработчик, R&D Sensors, Frauscher Sensor Technology

Линии магнитного поля вокруг катушки встраиваемого колесного датчика показывают взаимодействие ее с колесной парой.

ПОЛНЫЙ НАБОР РЕШЕНИЙ ДЛЯ 3D EM МОДЕЛИРОВАНИЯ



Моделирование магнетрона требует учета эффектов, связанных с высокочастотными и статическими электромагнитными полями, а также эффектов динамики заряженных частиц. Все это может быть промоделировано в рамках одного проекта в единой среде проектирования.

Высокий уровень технологий моделирования CST был достигнут путем постоянного совершенствования вычислительных модулей, обобщающих в себе опыт многолетних исследований в области точных и эффективных вычислительных методов. Высокая достоверность результатов работы пакета программ CST STUDIO SUITE позволяет пользователям создавать виртуальные прототипы, моделирующие поведение реальных устройств, сохраняя тем самым время и средства на этапе разработки.

Современная версия пакета CST STUDIO SUITE включает следующие модули:

- вычислители общего назначения во временной и в частотной областях для моделирования низкочастотных и высокочастотных задач;
- полноволновый вычислитель с использованием интегральных уравнений;
- модуль для получения собственных мод и асимптотический вычислитель;
- самосогласованный Particle-In-Cell (PIC) алгоритм;
- статический и мультифизический вычислитель;
- множество дополнительных специализированных вычислительных модулей.

Комбинация перечисленных модулей обеспечивают точный и многогранный подход для решения широкого круга задач.

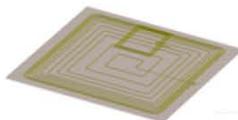
В ряде случаев решение одной задачи может быть реализовано с использованием разных вычислительных методов. Универсальный подход CST позволяет выполнять верификацию полученных данных путем сравнения результатов моделирования, полученных с использованием различных вычислителей в единой рабочей среде. Подобная перекрестная проверка повышает достоверность полученных результатов и помогает инженерам выявить ошибки в описании проекта или в процессе измерений.



Сенсорные экраны



Трансформаторы



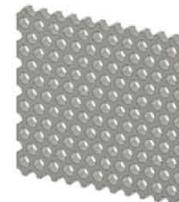
Зарядные устройства



RFID метки



Мобильные устройства



Фотонные устройства

Статические поля

Гц

кГц

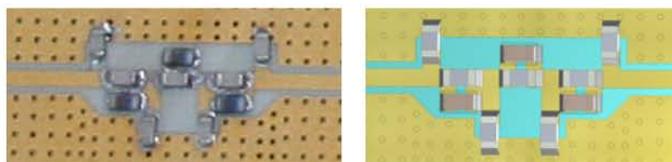
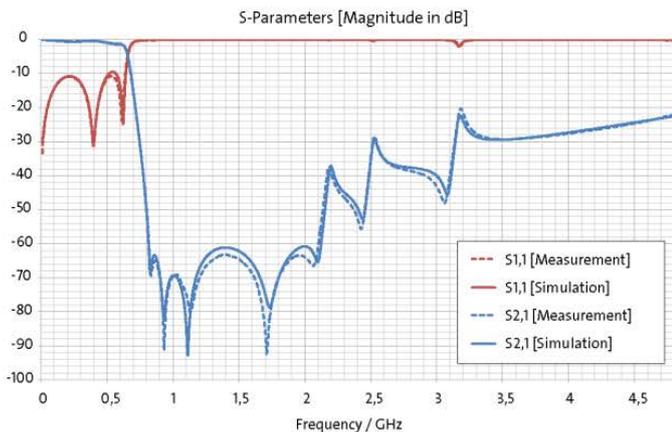
МГц

ГГц

ТГц

CST STUDIO SUITE включает вычислители для решения задач, перекрывающих весь спектр электромагнитных излучений.

МОЩНАЯ СРЕДА ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКТОВ



Наличие реалистичных моделей материалов и дискретных элементов дает возможность качественно промоделировать СВЧ фильтр на SMD элементах.

Для качественного моделирования требуется проект с правильно описанной структурой. Это означает, что модель должна описывать реальные объекты и учитывать широкий набор воздействующих на них электромагнитных эффектов. Пакет CST STUDIO SUITE включает мощные средства построения и импорта моделей из CAD систем, помогающие пользователю построить правильный проект анализируемого устройства.

Имеется ряд дисциплин, например, магнетизм или фотоника, где характеристики электромагнитных эффектов являются только результатом взаимодействия с используемыми в устройстве нелинейными материалами. Пакет CST STUDIO SUITE предлагает широкий набор типов материалов, позволяющий моделировать самые разнообразные физические явления, например, плазмонный и фотонный эффект, ферромагнетизм, вторичную электронную эмиссию, прогрев биологических тканей.

Смешанный анализ электрических схем и EM структур во временной области позволяет рассчитывать электромагнитные поля, возникающие в результате взаимодействия с нелинейными элементами схемы, например, диодами или транзисторами. Широкополосная природа анализа во временной области дает возможность учесть при анализе широкий набор гармонических составляющих сигнала.

Измеренные данные, например, характеристики поля в ближней зоне или S-параметры полупроводниковых устройств тоже могут быть импортированы в пакет CST STUDIO SUITE. Это позволяет интегрировать эти данные в проект и улучшить описание физической системы.

Типы материалов, используемых в CST STUDIO SUITE:

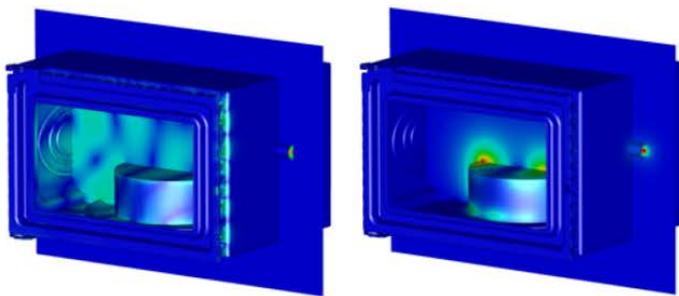
- Диэлектрики
- Металлы с потерями
- Анизотропические материалы
- Материалы с временной зависимостью
- Материалы с температурной зависимостью
- Материалы с градиентными свойствами
- Дисперсионные материалы
 - Модель Друда (Drude)
 - Модель Дебби (Debye)
 - Модель Лоренца (Lorentz)
 - Электро- и магнито- гироскопические материалы
- Нелинейные материалы
 - Нелинейные модели второго и третьего порядка
 - Модель Керра (Kerr)
 - Модель Рамана (Raman)
 - Нелинейные магнитные материалы
- Материалы с покрытием
- Радиопоглощающие материалы
- Материалы из тонких плоских слоев
- Материалы с поверхностным импедансом
- Поверхности с вторичной эмиссией электронов
 - Модель Фурмана (Furman)
 - Модель Вогана (Vaughan)
- Материалы с нелинейными температурными свойствами и биоматериалы
- Ферромагнетики
- Графен

Электромагнетизм тесно связан с другими физическими дисциплинами, например, механикой и термодинамикой. Во многих случаях электрические и магнитные эффекты неотделимы от тепловых или механических эффектов, например, воздействие сигнала большой мощности на фильтр вызывает его нагрев, а связанные с этим механические деформации конструкции вызывают изменение частотных характеристик фильтра.

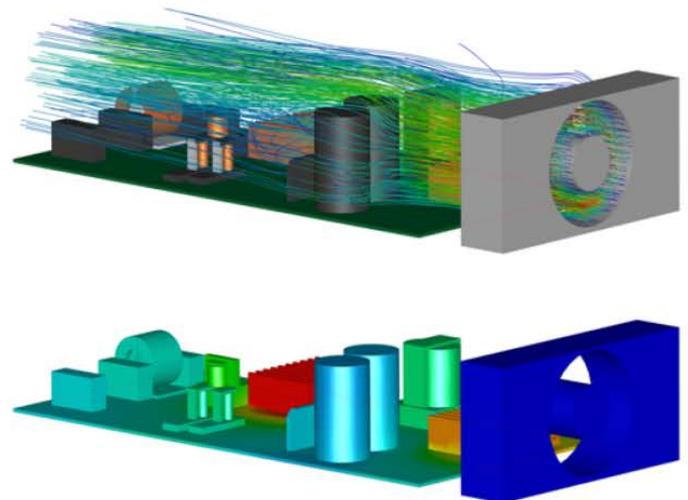
Для анализа таких сложных взаимодействий в пакете CST STUDIO SUITE имеются вычислители стационарных и переходных тепловых процессов, вычислитель переноса тепла (СНТ), а также механический вычислитель. Все эти мультифизические модули тесно интегрированы с EM и PCB вычислителями, и моделирование с их помощью может быть автоматически инициировано с использованием технологии SAM (см. стр. 21). Благодаря технологии SAM, рассчитанное распределение температуры и деформации могут быть переданы обратно в EM вычислитель для выполнения анализа чувствительности или анализа сходимости для расчета стационарного режима работы устройства с учетом влияния тепловой обратной связи.

Для поддержки мультифизического анализа пакет CST STUDIO SUITE включает набор материалов с нелинейными и температурно-зависимыми свойствами. Для таких биологических приложений, как магнитно-резонансная томография и высокочастотная диатермия, уникальные свойства тканей человеческого тела, например, охлаждение потоком крови, которое изменяется в зависимости от температуры тела, могут оказывать существенный эффект на температуры определенной точки внутри тела. Тепловые вычислители включают в себя био-тепловые уравнения, дающие возможность реалистично моделировать устройства внутри человеческого тела.

Дополнительные возможности мультифизического моделирования могут быть реализованы посредством взаимодействия с пакетом SIMULIA (см. стр. 16).



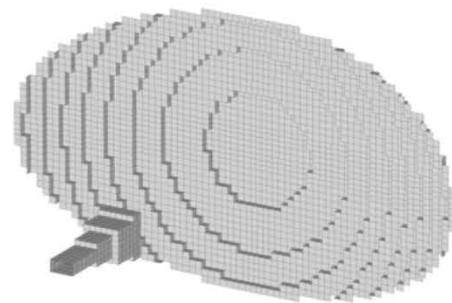
Пример моделирования электрического поля внутри микроволновой печи (экран на дверце и наружный корпус не показаны) и связанного с ним прогрева объекта.



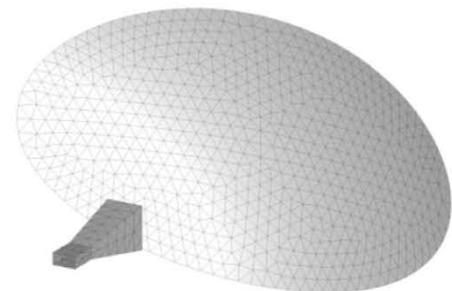
Пример моделирования охлаждающего воздушного потока вокруг печатной платы и итогового распределения температур в стационарном режиме.

ТОЧНАЯ ДИСКРЕТИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ

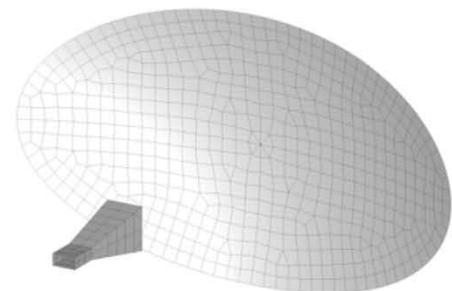
Для моделирования этой рефлекторной антенны могут использоваться различные методы дискретизации пространства: для прямоугольных и тетраэдральных (криволинейных) ячеек, для гибридных криволинейных поверхностных ячеек, а также оригинальная технология CST идеальной аппроксимации граничных условий (Perfect Boundary Approximation, PBA).



Для применения к структуре численного моделирования требуется выполнить пространственную дискретизацию исследуемой модели. Добавление дополнительных ячеек увеличивает требования к вычислительным ресурсам. Это означает, что наиболее полезным будет алгоритм, максимально точно описывающий форму объектов с применением минимального количества ячеек. Пакет CST STUDIO SUITE включает средства построения прямоугольных, тетраэдральных и поверхностных сеток, которые по-разному подходят для моделирования различных ситуаций.

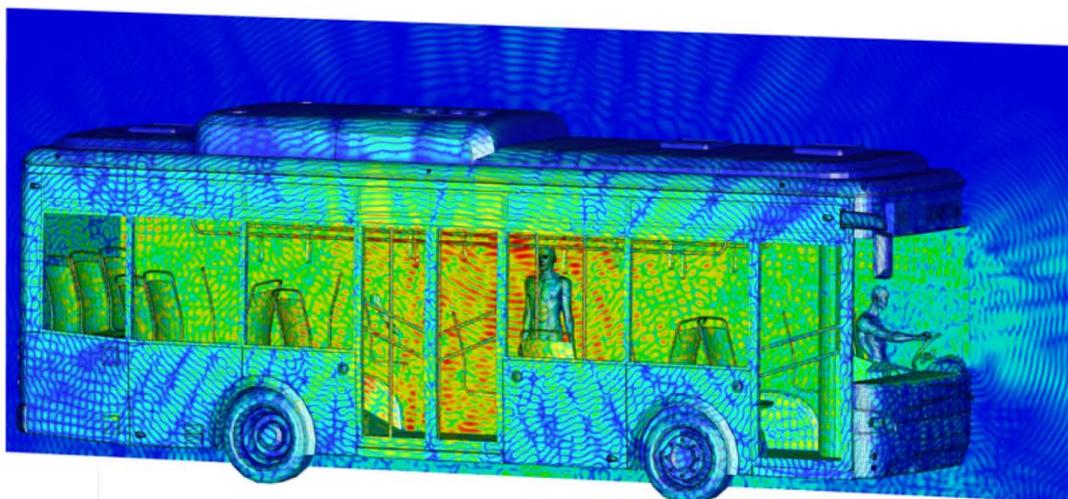


Для повышения точности прямоугольного разбиения без резкого увеличения требований к вычислительным ресурсам пакет CST STUDIO SUITE использует в своем вычислителе во временной области оригинальную технологию аппроксимации для идеальных граничных условий (Perfect Boundary Approximation, PBA) применительно к достаточно общему методу конечных интегралов (FIT). Технология PBA сохраняет скорость вычислений на уровне привычного всем прямоугольного разбиения, но для криволинейных объектов позволяет избежать излишнего измельчения сетки для более точного описания формы.



При тетраэдральном разбиении дополнительные преимущества при моделировании низкочастотных и высокочастотных структур могут быть получены благодаря использованию криволинейных ячеек. Кроме того, в вычислителе в частотной области реализован оригинальный алгоритм оптимизации сетки, получивший название True Geometry Adaptation. Он проектирует "очищенную" сетку обратно на оригинальную модель, сглаживая исходную сетку с гранями, чем обеспечивает более высокую точность моделирования.





Моделирование зоны покрытия Wi-Fi модема.

Электрическое поле на частоте 2.45 ГГц внутри автобуса моделировалось с использованием вычислителя во временной области.

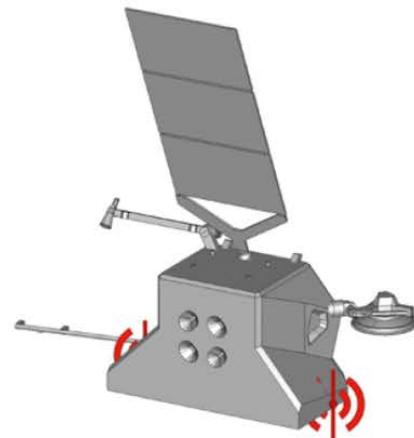
Перечень доступных вычислительных технологий

- | | |
|------------------------|--|
| Высокие частоты | <ul style="list-style-type: none"> ■ Вычислитель во временной области (Transient Solver) — общие задачи ■ Вычислитель в частотной области (Frequency Domain Solver) — общие задачи ■ Вычислитель с использованием интегральных уравнений (Integral Equation Solver) — электрически большие структуры, RCS ■ Асимптотический вычислитель (Asymptotic Solver) — электрически большие структуры, RCS ■ Вычислитель резонансных мод (Eigenmode Solver) — объемный резонанс ■ Модуль синтеза фильтров (Filter Designer 2D) — синтез и анализ СВЧ фильтров ■ Модуль синтеза фильтров (Filter Designer 3D) — синтез и анализ СВЧ фильтров со связанными объемными резонаторами |
| Низкие частоты | <ul style="list-style-type: none"> ■ Электростатический и магнитостатический вычислители (Electrostatic / Magnetostatic Solver) — статические задачи ■ Вычислитель стационарных токов (Stationary Current Solver) — анализ постоянных токов ■ Вычислитель во временной области (Transient Solver) — задачи с нелинейными материалами ■ Вычислитель в частотной области (Frequency Domain Solver) — вихревые токи, токи смещения ■ Модуль анализа систем (System Simulator) — расчет интерференции группы источников |
| EDA | <ul style="list-style-type: none"> ■ Вычислитель с использованием частичных эквивалентных схем (PEEC Solver) — однослойные платы ■ Вычислитель с использованием матрицы линий передач (TLM Solver) — целостность сигналов ■ Трехмерный вычислитель методом конечных элементов в частотной области (3D FEM Solver) — целостность цепей питания ■ Проверка правил проектирования (EMC и SI Rule Check) — проверки ограничений EMC и SI на платах |
| Динамика частиц | <ul style="list-style-type: none"> ■ Вычислитель трекинга частиц (Tracking Solver) — низкочастотные устройства, электронные пушки ■ Вычислитель Particle In Cell (PIC Solver) — высокочастотные приложения, СВЧ устройства ■ Вычислитель кильватерных полей (Wakefield Solver) — ускорительная техника |
| Мультифизика | <ul style="list-style-type: none"> ■ Стационарный и переходный тепловые вычислители (Thermal Solver) — электромагнитный нагрев, биоадапти ■ Механический вычислитель (Structural Mechanics Solver) — тепловое расширение, деформации |
| EMC | <ul style="list-style-type: none"> ■ Вычислитель с использованием матрицы линий передач (TLM Solver) ■ Вычислитель кабелей (CST CABLE STUDIO) — кабель и кабельные жгуты ■ Модуль анализа помех (Interference Task) — высокочастотные помехи ■ Проверка правил проектирования (EMC Rule Check) — проверки ограничений EMC на платах |

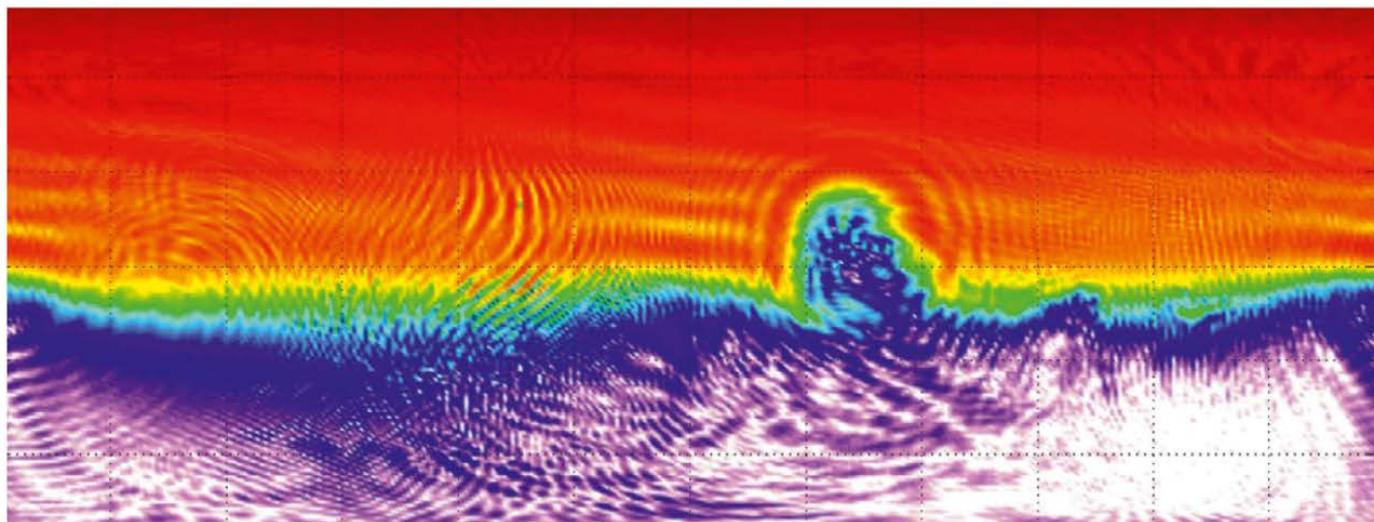
ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР ВЫЧИСЛИТЕЛЯ

"Благодаря продукту CST STUDIO SUITE и его возможностям высокопроизводительных вычислений мы смогли смоделировать работу RF коммуникационного оборудования космического аппарата и сформировать для него обоснованные требования по электромагнитной совместимости."

Dr.-Ing. Christian Imhof, Satellite Products, Airbus Defence and Space



Пример моделирования размещения антенн на спутнике VeriColombo Mercury Planetary Orbiter. Слабонаправленные антенны представлены в виде источников поля.



Моделирование характеристик слабонаправленной антенны с помощью MLFMM вычислителя на основе интегральных уравнений. Хорошо заметна область тени от расположенной рядом направленной антенны.

Качество результатов и скорость моделирования существенно зависит от выбора вычислительного модуля. Вычислитель, который хорошо работает с одним типом моделей, может показывать плохие результаты на других моделях. Это одна из причин, почему пакет CST STUDIO SUITE включает в себя широкий набор разных вычислителей. Благодаря этому, всегда может быть найден инструмент наилучшим образом подходящий для приложений очень широкого частотного диапазона (от постоянных полей для оптического диапазона) и сильно отличающихся размеров (от наночастиц до электрически больших объектов).

Например, вычислитель с использованием интегральных уравнений и асимптотический вычислитель идеально подходят для решения таких задач, как размещение антенн, оценки эффективной площади отражения объекта (RCS), где электрические размеры структуры могут насчитывать сотни или тысячи длин волн.

Маленькие резонансные структуры могут моделироваться более эффективно с помощью вычислителя собственных мод или вычислителя в частотной области, которые разработаны специально анализа таких устройств, как фильтры или ускоряющие резонаторы.

Многие моделируемые конструкции могут состоять из отдельных компонентов, качественное моделирование которых может быть сделано только разными методами. Для таких случаев реализована технология моделирования составных проектов (System Assembly and Modeling, SAM), которая позволяет разбить большую структуру на мелкие объекты, промоделировать их наиболее подходящим вычислителем, а потом объединить полученные данные и получить полные характеристики всего устройства (см. стр. 21).

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ И ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

“Возможность графического ускорения позволила нам решить ряд сложных задач, невыполнимых ранее.”

Matt Fuller, Selex ES

Компания CST предлагает пользователям различные методы ускорения вычислений: использование многопроцессорных платформ, поддержку графических ускорителей, кластерные и распределенные вычисления. Эти технологии позволяют повысить возможности рабочей станции или разделить моделируемую задачу среди узлов расчетного кластера. Использование методов высокопроизводительных вычислений доступно практически для каждого типа задач и любой конфигурации оборудования: от независимых рабочих станций до сложных промышленных кластеров.

Чтобы предоставить пользователям максимально простой и эффективный способ использования этих методов, компания CST разработала специальную схему лицензирования опций акселерации. С её помощью инженеры получили возможность комбинировать разные способы высокопроизводительных вычислений, совмещая и настраивая необходимые методики ускорения.

Для небольших компаний, но с потребностью в обработке крупных задач, пакет CST STUDIO SUITE предлагает использование удаленной технологии вычисления. С её помощью модель передается по защищенному протоколу провайдеру высокопроизводительного сервера и вычисления выполняются на его аппаратном комплексе. Это означает, что пользователи, периодически сталкивающиеся с потребностью в обработке сложных задач, могут их выполнить без необходимости приобретения и обслуживания крупных вычислительных кластеров.

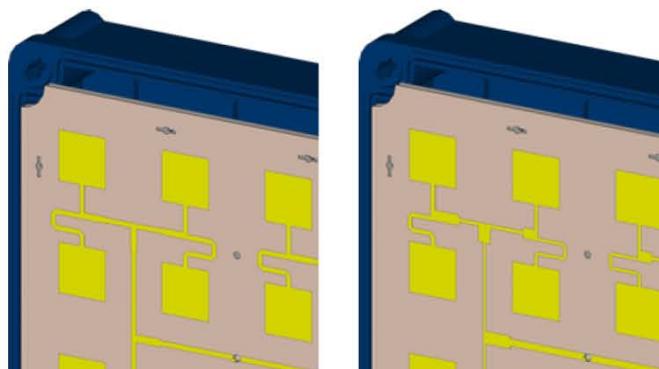
Поскольку построение высокопроизводительных аппаратных комплексов требует значительных материальных затрат, представителям заказчика, занимающимся закупками и обновлением вычислительных систем, рекомендуется связаться со специалистами фирмы CST для согласования конфигурации, наилучшим образом подходящей для решения клиентских задач. Также фирма CST ведет совместную работу с центрами тестирования аппаратного обеспечения, гарантируя тем самым, что подобранная конфигурация оборудования наиболее эффективно подойдет для работы пакета CST STUDIO SUITE.



Пакет CST STUDIO SUITE поддерживает комбинации методов высокопроизводительных вычислений. Все они могут быть реализованы как на локальной аппаратной платформе, так и в облаке. Отдельные вычислители поддерживают ограниченный класс технологий ускорения.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Микрополосковая фазированная антенная решетка, настроенная в диапазоне частот WLAN: до оптимизации (слева), после оптимизации (справа).



На характеристики даже самого простого устройства может оказать влияние широкий диапазон параметров. Оптимизация автоматизирует процесс настройки необходимых переменных с целью получения значений, удовлетворяющих установленным требованиям. Встроенные оптимизаторы во всех модулях CST STUDIO SUITE применимы для настройки любого параметра, включая геометрические размеры модели, свойства материалов, а также форму сигнала возбуждения.

В пакете CST STUDIO SUITE доступны глобальные и локальные оптимизаторы. Локальные техники выполняют поиск решений в окрестности начального значения параметра, поэтому их рекомендуется применять для моделей, близких к оптимальным. Глобальные методики работают в полном диапазоне параметров, ввиду чего они окажутся гораздо практичнее локальных оптимизаторов в случае грубо настроенных моделей или сложных структур.

Предварительный анализ чувствительности (sensitivity analysis) позволит заметно улучшить работу Trust Region Framework оптимизатора CST. Указанная техника выполняет быструю оценку влияния на рабочие характеристики небольших изменений параметров модели, предоставляя важные начальные условия для работы оптимизатора. Анализ чувствительности также позволит оценить всего за один вычислительный цикл влияние допусков изготовления на изменение рабочих характеристик структуры.

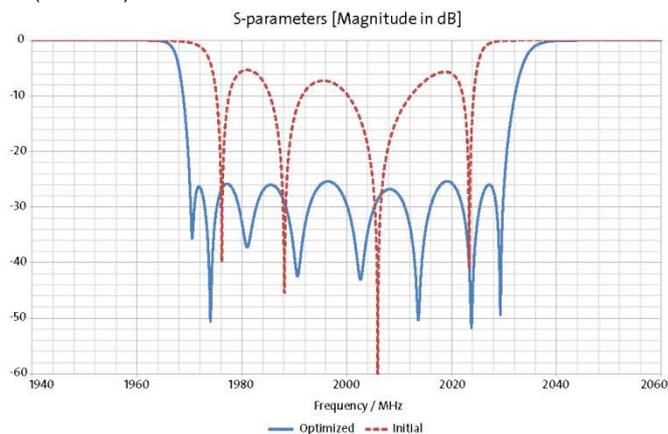
Оптимизаторы, доступные в CST STUDIO SUITE:

Локальные

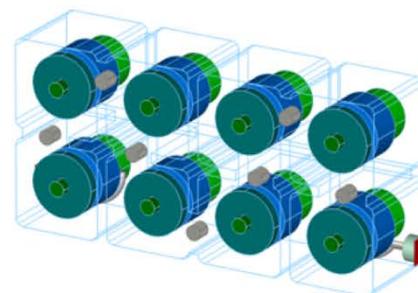
- Метод доверительных областей (Trust Region Framework)
- Симплексный метод Нелдера-Мида (Nelder-Mead Simplex Algorithm)
- Интерполяционный квазиньютоновский метод (Interpolated Quasi-Newton)
- Классический метод Пауэлла (Classic Powell)

Глобальные

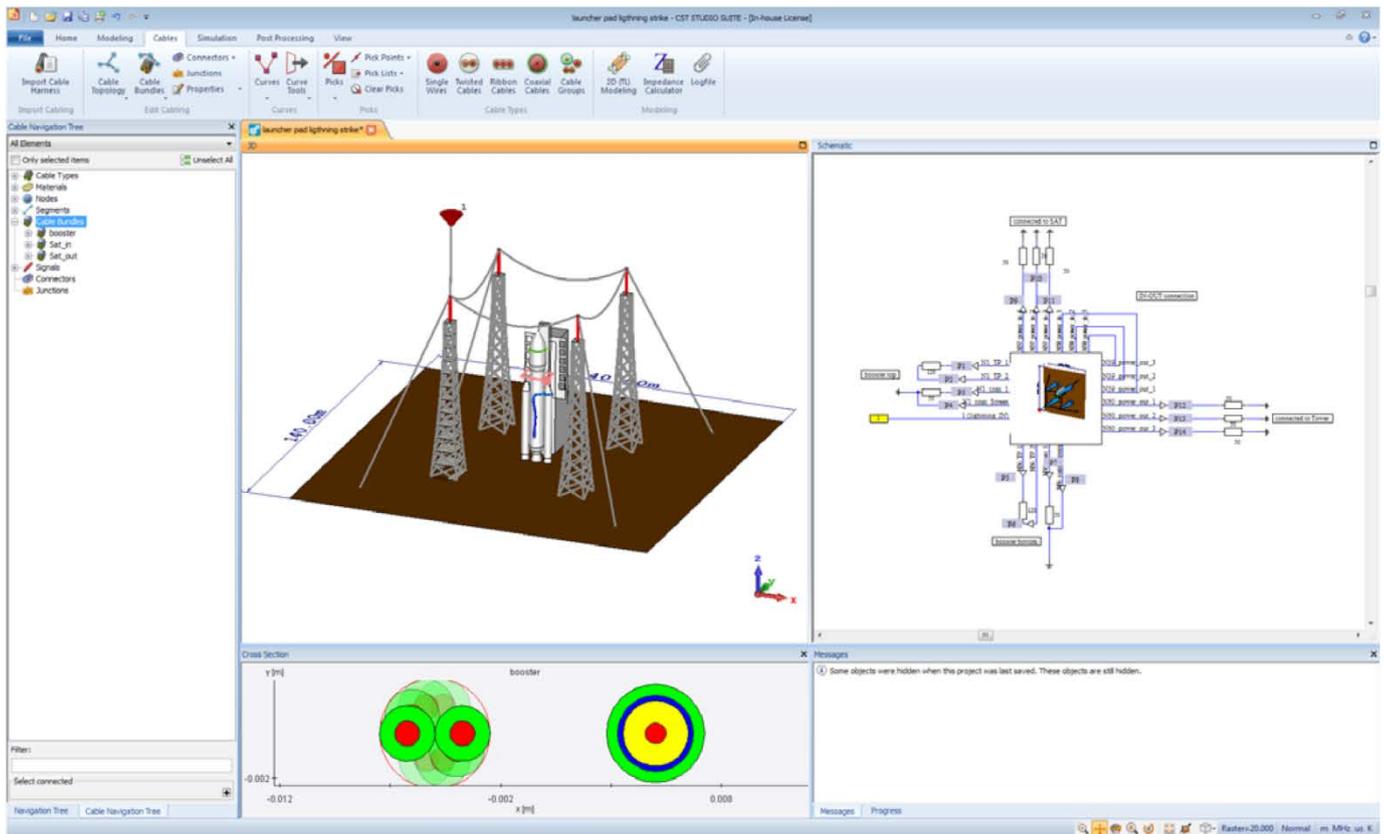
- Генетический алгоритм (Genetic Algorithm)
- Алгоритм роя частиц (Particle Swarm)
- Эволюционная стратегия с адаптацией матрицы ковариаций (CMA-ES)



Пример оптимизации фильтра. На графике показаны характеристики до (красная) и после (синяя) оптимизации методом доверительных областей (Trust Region Framework).



ДРУЖЕСТВЕННЫЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС



Внешний вид пользовательского интерфейса при моделировании задачи грозозащиты стартовой площадки космодрома.

При таком обширном наборе инструментов, который сейчас доступен в пакете CST STUDIO SUITE, очень важно, чтобы нужный инструмент был под рукой в нужный момент. Для облегчения работы пользователя в пакете реализован механизм настройки среды проектирования под конкретные нужды на определенном этапе работы, будь то построение структуры, моделирование или обработка результатов.

Графический интерфейс на основе динамически обновляемых панелей позволяет группировать функции и разделы меню в зависимости от их места в процессе моделирования. Это дает возможность предлагать пользователю только те действия, которые доступны для данной части проекта на определенном этапе работы. Дополнительные контекстные панели появляются при выполнении специфических задач, например, при настройке сетки разбиения или просмотре результатов анализа.

Стандартный подход к организации цикла проектирования предполагает, что инженер сам выбирает нужные модули программного обеспечения и выполняет в них необходимые настройки. В пакете CST STUDIO SUITE реализован специальный помощник создания проекта, призванный существенно упростить настройку и конфигурацию моделирования.

Мастер конфигурации позволяет легко настроить систему единиц, измерения, граничные условия и автоматически выбрать наиболее подходящий для решения конкретной задачи вычислительный модуль. Опытный пользователь может сохранить однажды сделанные настройки внутри помощника для повторного использования при решении подобного рода задач.

ИНТЕГРАЦИЯ ПОТОКОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Широкий набор модулей импорта/экспорта обеспечивает качественный обмен данными с различными CAD системами, причем импортированные структуры могут быть модифицированы, параметризованы и оптимизированы на этапах проектирования. Модели, разработанные в системах SOLIDWORKS и PTC Creo (Pro/E) импортируются в полностью параметризованном формате, что существенно повышает уровень интеграции процессов проектирования.

Возможность импорта и экспорта структурированной информации является фундаментальной основой взаимодействия потоков проектирования. Импорт топологий из EDA систем, в силу особенностей представления данных в них, приводит к появлению в структуре множества граней и зазоров малого размера, сильно усложняющих задачу моделирования. Пакет CST STUDIO SUITE включает сложную интеллектуальную процедуру чистки и автоматического восстановления импортируемой структуры, которая в комбинации с мощной системой построения сетки разбиения обеспечивает эффективное моделирование даже при изначально поврежденных CAD данных.

Для реализации ряда специальных функций, связанных с проектированием интегральных схем CST предлагает модуль CST Chip Interface. Он позволяет импортировать двумерное послойное описание, эмулировать технологический процесс изготовления топологии и на выходе получать реалистичную трехмерную структуру микросхемы.

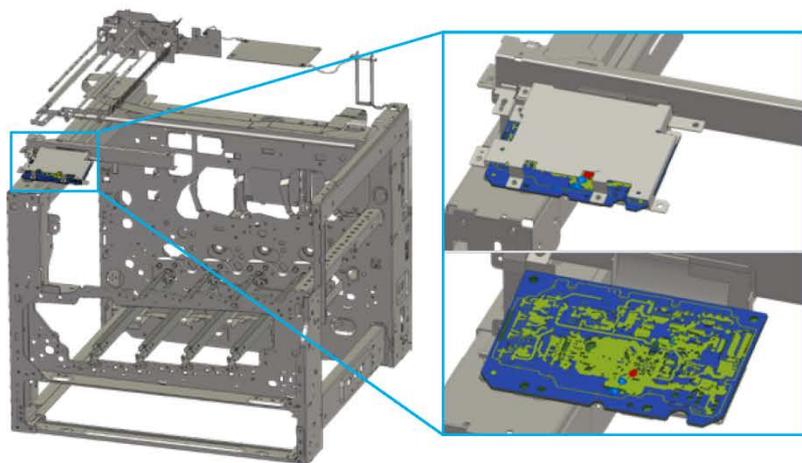
Поддерживаемые форматы:

CAD

- ACIS SAT
- STEP
- STL
- OBJ
- NASTRAN (твердотельный и мешинг)
- IGES
- PTC/Creo™ (Pro/E)
- Autodesk Inventor®
- CATIA® v4-v6
- SolidWorks and Solid Edge
- Parasolid
- Siemens NX™
- Biological voxel data

EDA

- ODB++
- IPC-2581
- Zuken CR-5000/8000
- GDSII
- SPICE
- Touchstone
- Single and multi-layer Gerber
- Mentor Graphics® Expedition™
- Mentor Graphics PADS®
- Mentor Graphics HyperLynx®
- Cadence® Allegro® PCB Designer
- Cadence Allegro Package Designer
- Cadence SiP Digital Layout
- Agilent ADS®
- AWR Microwave Office®
- Synopsis® HSPICE, Saber
- Sonnet®
- Harness Description List
- Cadence Virtuoso®
- Si2 OpenAccess



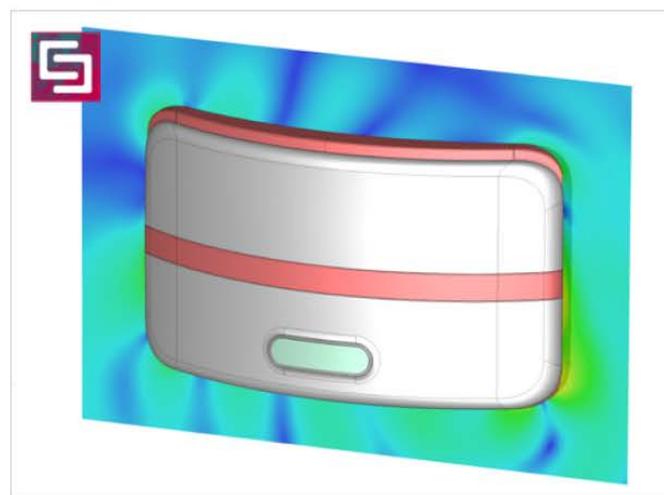
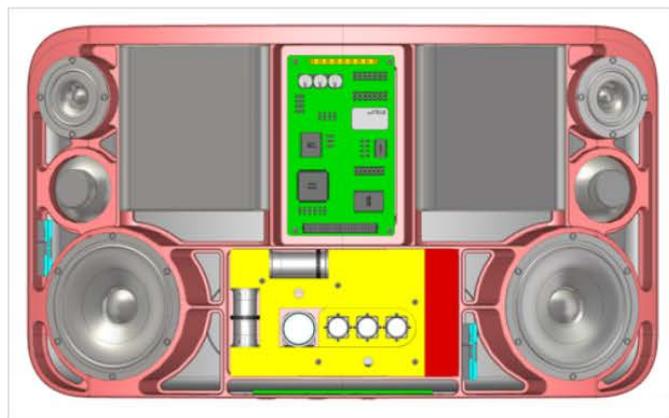
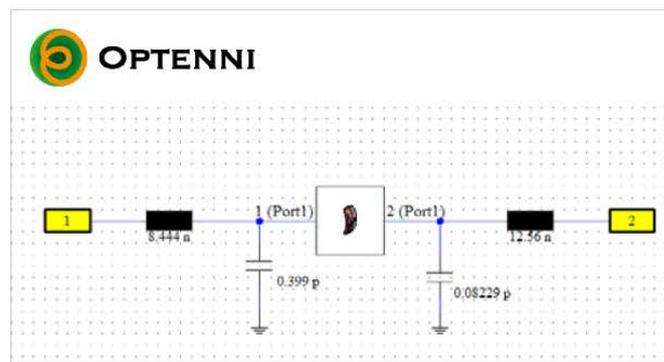
Металлическое шасси и плата управления принтера, импортированная в CST STUDIO SUITE для выполнения анализа электромагнитной совместимости. Благодаря этому, инженеры Fuji Xerox смогли выявить возможные проблемы EMC до изготовления прототипа.

ИНТЕГРАЦИЯ ПОТОКОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Компания CST строго следует правилу предлагать своим клиентам только лучшие решения. Вместо того чтобы предлагать пользователям универсальные программы решения самых разнообразных задач, компания сфокусировалась на разработке специализированного пакета для 3D EM моделирования и обеспечила простой и понятный механизм связи с лучшими в своем классе программами других производителей, специализированными каждый в своей области.

Специальные интерфейсы обмена данными с другими EDA системами предназначены для решения задач анализа целостности сигналов, смешанного EM и схемотехнического моделирования. Специальный язык макрокоманд на базе технологий VBA и OLE позволяет напрямую обмениваться данными между различными программами, например, MATLAB® или MS Excel®. Пакет CST STUDIO SUITE также умеет выполнять экстракцию списка соединений в формате HSPICE, который автоматически передается в пакет Synopsys HSPICE для последующего моделирования конструкций чип-корпус-плата с учетом паразитных эффектов в каналах передачи сигналов.

В ряде случаев пользователю могут потребоваться специализированные продукты, например, Antenna Magus для синтеза антенн, Optenni Lab для оптимизации цепей согласования, SPARK3D для моделирования ВЧ пробоя и FET3D для моделирования волноводных конструкций. Все эти продукты имеют прямой интерфейс с пакетом CST STUDIO SUITE и распространяются через дистрибьюторов CST.



Пример интеграции различных программ для проектирования смарт-проектора (слева внизу). Программа Antenna Magus использовалась для разработки антенны (слева сверху), далее с помощью программы Optenni Lab были получены цепи согласования антенны (справа сверху) и затем в пакете CST STUDIO SUITE было выполнено моделирование характеристик устройства с учетом конструкции и размещения (справа внизу).

СОВМЕСТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

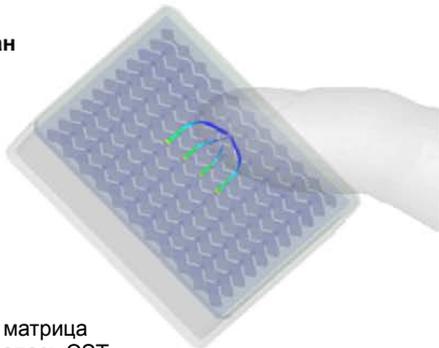
С октября 2016 программное обеспечение CST стало частью обширного семейства продуктов SIMULIA компании Dassault Systèmes, которое включает различные инструменты для моделирования на различных этапах проектирования и производства. Проект smart-часов наглядно демонстрирует преимущества, которые дает совместное проектирование при разработке современного электронного оборудования, а также как, комбинируя CST STUDIO SUITE с другими инструментами, можно повысить скорость проектирования и снизить затраты на тестирование.

В данном примере smart-часы состоят из основного модуля с сенсорным экраном и нескольких дополнительных модулей, размещенных в ремешке и связанных между собой гибкими соединителями. Здесь имеются много деталей, где проявляется взаимодействие механических и электромагнитных эффектов, например, деформация экрана при нажатии на него пальцем или механическая прочность и целостность сигналов соединителей.

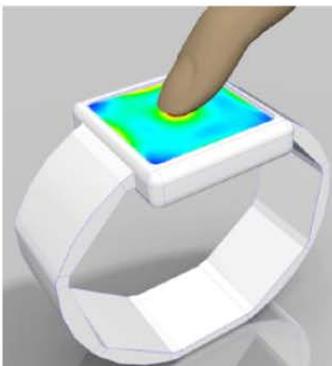


Смарт-часы, совместный проект CST-SIMULIA

Сенсорный экран



Емкостная матрица моделировалась CST электростатическим вычислителем



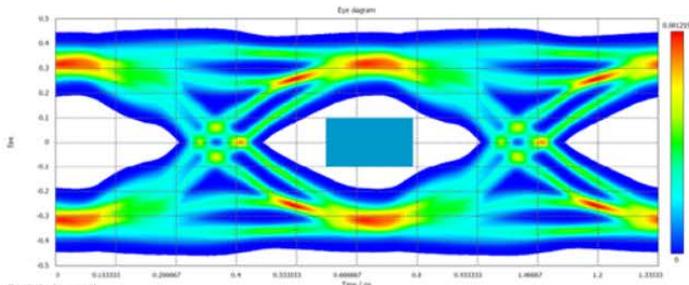
Давление на экран моделировалось средствами Abaqus/Standard

Электромагнитная совместимость

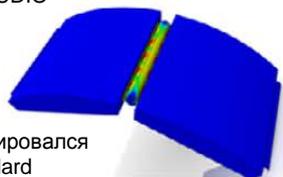
	Tx			
Rx		WiFi Tx	LVDS Tx	GSM Tx
GSM Rx		Green	Yellow	
WiFi Rx			Yellow	Green
GPS Rx		Green	Yellow	Green

ВЧ помехи анализировались модулем CST Interference Task

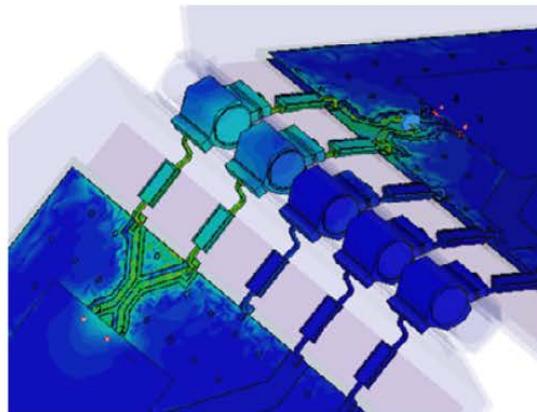
Соединитель



Глазковая диаграмма, CST DESIGN STUDIO

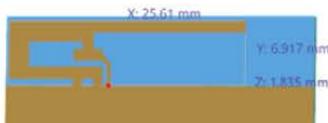


Анализ живучести моделировался средствами Abaqus/Standard

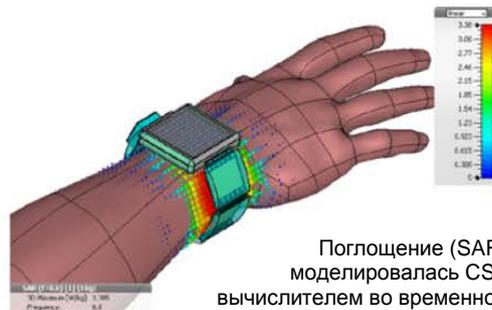
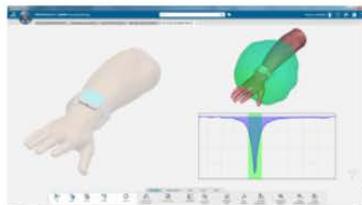


Целостность сигналов моделировалась CST вычислителем во временной области

Антенна

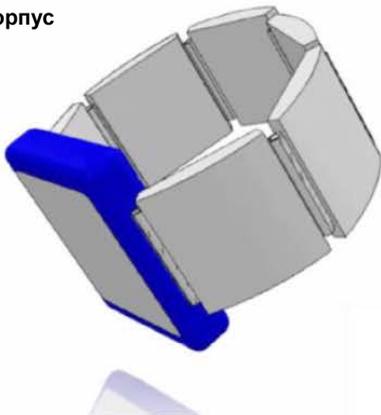


Антенна разрабатывалась средствами Antenna Magus

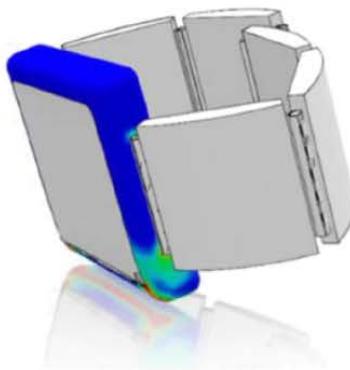


Поглощение (SAR) моделировалась CST вычислителем во временной области

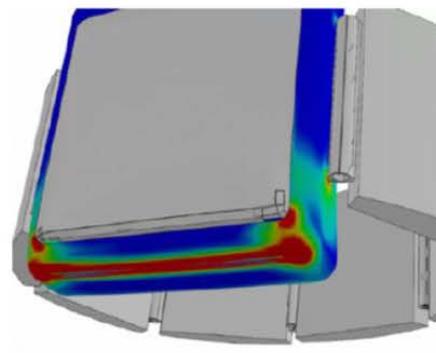
Корпус



Падение



Удар



Деформация

Моделирование падения выполнялось средствами Abaqus/Explicit

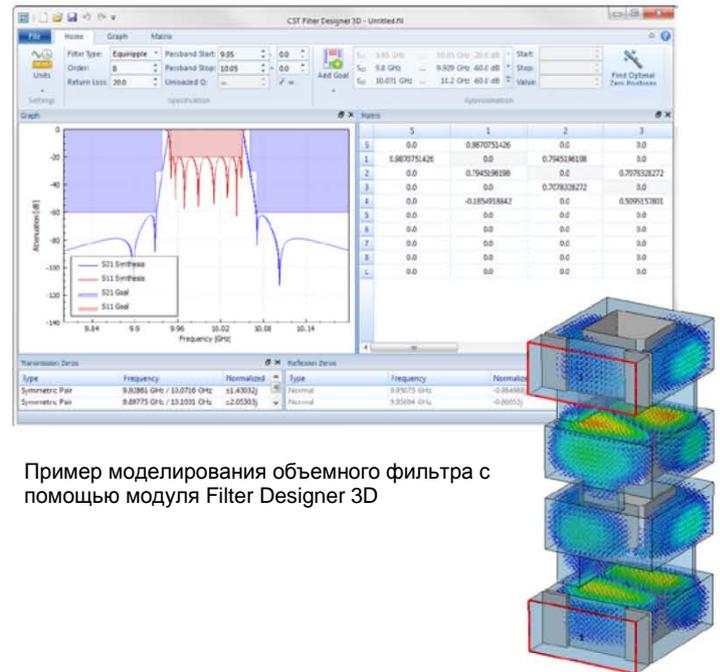
СВЧ ФИЛЬТРЫ

Разработка и оптимизация фильтров является одним из ключевых направлений CST STUDIO SUITE: программное обеспечение содержит набор специальных инструментов моделирования для каждого этапа проектирования фильтра, включая синтез начальной топологии, точную настройку, анализ тепловой расстройки и высокочастотных пробоев.

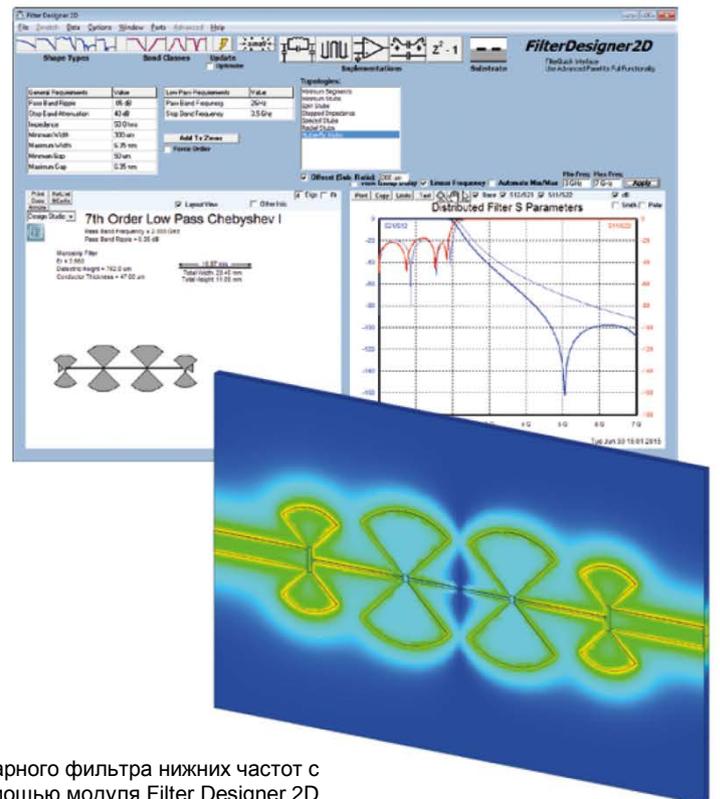
Отправной точкой в процессе разработки фильтра является составление корректной спецификации. Как правило, проектные требования не ограничиваются лишь описанием частот пропускания и заграждения, а включают определение нулей передачи и отражения, величины добротности, уровня пульсаций в полосе пропускания, требования по габаритам, тепловому режиму и стоимости. Кроме того ключевой задачей в процессе разработки является выбор подходящей топологии фильтра, соответствующей проектным требованиям и при этом находящейся в установленных границах. С целью выбора начальной топологии и получения соответствующей модели в составе CST STUDIO SUITE предусмотрен инструмент Filter Designer 3D (FD3D) для синтеза резонаторных фильтров и диплексоров с учетом механизмов кросс-связи, и продукт Filter Designer 2D (FD2D) для синтеза фильтров планарного типа. Возможность экстракции матрицы связи в FD3D позволяет эффективно настраивать 3D структуры фильтров.

Характеристики реальных фильтров будут отличаться от параметров их идеальной математической модели из-за влияния свойств материалов, неточностей изготовления, наличия механизмов связи и влияния коннекторов. Численное моделирование в CST STUDIO SUITE позволяет не только выявить отмеченные эффекты, но и компенсировать их средствами оптимизации. Совместная работа частотного вычислителя и мощных алгоритмов оптимизации (см. стр. 12) позволяет эффективно настраивать необходимые комбинации проектных требований. Технология смещения узлов сеточного разбиения снижает уровень шума дискретизации, повышая скорость и точность настройки фильтров, которые крайне чувствительны к конфигурации разбиения.

В процессе эксплуатации потери электромагнитной энергии приводят к нагреву и деформации фильтра. Совместное мультифизическое моделирование (см. стр.7) связывает результаты EM, теплового и механического моделирования, позволяя учесть тепловую расстройку фильтра перед изготовлением рабочего макета. Кроме того, возможность учета поведения заряженных частиц вычислителем CST Particle-in-Cell (PIC) и программой SPARK3D позволяет анализировать эффекты, связанные с мультипакторным и высокочастотным (коронным) разрядами.



Пример моделирования объемного фильтра с помощью модуля Filter Designer 3D



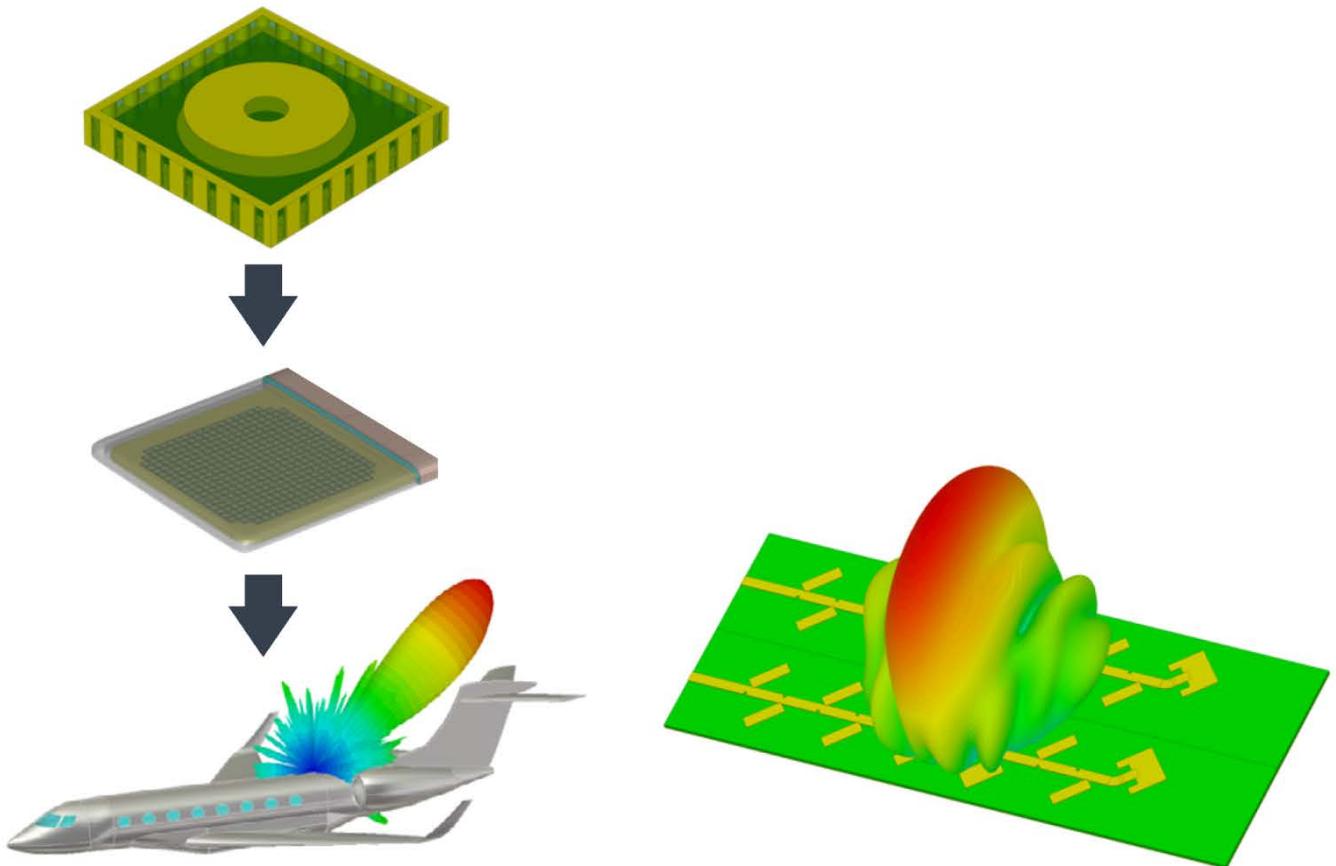
Пример моделирования планарного фильтра нижних частот с помощью модуля Filter Designer 2D

МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Пакет CST STUDIO SUITE может быть использован для разработки как малоэлементных, так и многоэлементных антенных решеток, а также их сопутствующего оборудования, начиная с синтеза отдельных элементов и заканчивая полным анализом конструкции с учетом фидеров и защитного кожуха.

Технология многоканальных антенн (MIMO, multiple-input, multiple-output) широко используется в современных системах мобильных коммуникаций с целью получения дополнительных преимуществ от многолучевого распространения радиоволн и для улучшения приема сигналов в комплексном окружении, а также как основа для построения умных и когнитивных систем. Пакет CST STUDIO SUITE включает специальный набор инструментов для определения параметров MIMO антенн, таких как спектральная эффективность и корреляция по огибающей.

На случай разработки многоэлементных антенных решеток пакет CST STUDIO SUITE включает специальный мастер, существенно упрощающий процесс проектирования. Сначала моделируются отдельные элементы для расчета и оптимизации их импеданса и диаграммы направленности, затем автоматически формируется полная модель антенной решетки и выполняется ее электромагнитное моделирование с учетом взаимного влияния элементов и краевых эффектов. Связь с инструментами синтеза решеток из программы Antenna Magus помогает пользователям найти подходящую топологию решетки и способы ее запитки.



Этапы проектирования решетки для системы связи: сначала разрабатывается отдельный элемент (вверху), затем анализируется вся решетка в кожухе (в центре) и в конце выполняется моделирование характеристик антенны с учетом ее размещения на самолете (внизу).

Данная антенная решетка автомобильного радара системы ADAS была оптимизирована для работы на частоте 77ГГц.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ И ГИБРИДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

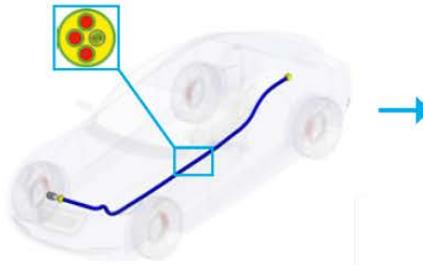
Каждый метод моделирования имеет свои сильные стороны и оптимальным образом подходит для решения определенной задачи. Однако, большинство реальных систем трудно подвести под какую-либо одну категорию задач. Как правило, наоборот, они объединяют в себе абсолютно различные дисциплины.

Для моделирования таких систем в пакете CST STUDIO SUITE реализованы различные способы взаимодействия методов, начиная со схмотехнического представления через источники в дальней зоне до полного анализа источников поля в ближней зоне. Это позволяет выполнять гибридное моделирование, используя сильные стороны определенных методов в рамках одной задачи.

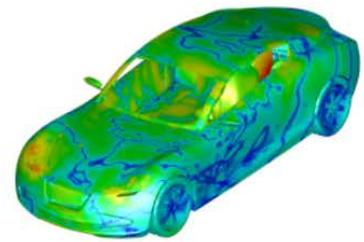
Пример 1: электрический разряд в автомобиле



Корпус автомобиля. Электрически большой объект с множеством мелких деталей и большими элементами поверхности с относительно простой геометрией. Хорошо моделируется методом матриц линий передач (TLM).

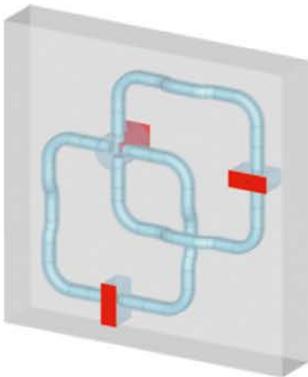


Проводной жгут. Объект большой длины, но малого поперечного сечения. Хорошо моделируется специализированным вычислителем СВЛ.



Двухнаправленное гибридное моделирование позволяет оценить наводку с кабеля на корпус автомобиля, распространение наводки по корпусу с последующим обратным воздействием на кабель.

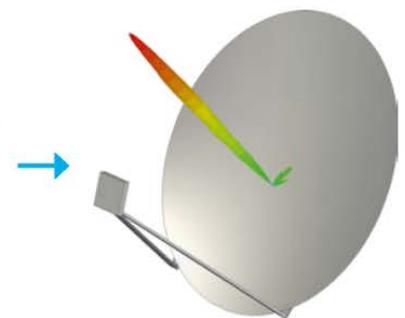
Пример 2: анализ характеристик рефлекторной антенны



Селектор поляризации. Узкополосная задача, хорошо моделируется в частотной области (вычислитель F).



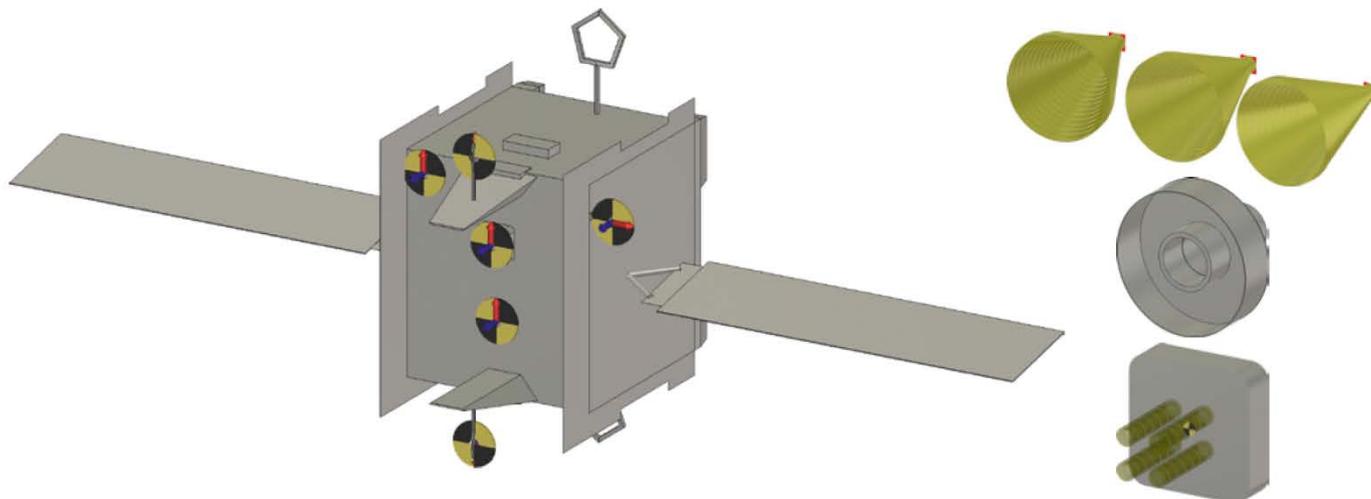
Рупорный облучатель. Широкополосная задача, хорошо моделируется во временной области (вычислитель T).



Параболический отражатель. Электрически большой объект, хорошо моделируется с помощью вычислителя на основе интегральных уравнений (I).

Составной проект. Отдельные части могут быть объединены на уровне схемы или как источники поля. Расчет частей производится поэтапно с последующим совместным моделированием всего проекта.

ТЕХНОЛОГИЯ SAM — МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВНЫХ ПРОЕКТОВ



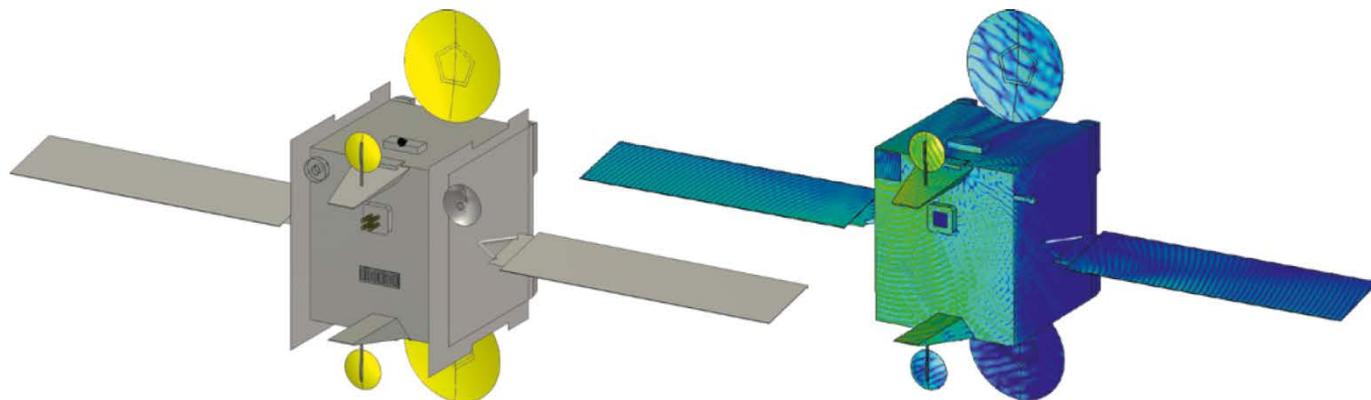
Анализ размещения антенн на спутнике. Сначала на корпусе спутника размещаются точки расположения, после чего выполняется выбор типов антенн.

Технология моделирования составных проектов (System Assembly and Modeling, SAM) упрощает моделирование сложных проектов в пакете CST STUDIO SUITE. Разрабатываемое устройство может состоять из нескольких частей, качественное моделирование которых может быть сделано только разными методами. Так как конечные характеристики таких сложных устройств обеспечиваются взаимодействием отдельных его частей, оптимизации каждой из части по-отдельности может быть недостаточно. Требуется оптимизация всего устройства в сборе, и технология SAM предоставляет такую возможность.

При использовании технологии SAM устройство представляется в виде принципиальной схемы, состоящей из отдельных элементов. В самом простейшем случае устройство может состоять из одной единственной параметризованной 3D модели. Пользователь определяет моделирование этой модели посредством описания задач анализа. SAM технология позволяет сравнить результаты, полученные с помощью разных вычислительных модулей или для разных вариаций модели в рамках одного проекта.

Например, пользователь может задавать связанные последовательности запусков различных вычислителей: первичный электромагнитный анализ фильтра, затем его тепловое моделирование, затем анализ его механических деформаций и конечный электромагнитный анализ фильтра с целью оценки его расстройки. Таким образом, технология SAM дает возможность относительно просто определить и выполнить полный мультифизический анализ устройства.

Добавляя в схему другие 3D модели, можно построить сложную трехмерную конструкцию. Инструменты технологии SAM дают возможность выравнивать и сопрягать отдельные части проекта. Моделирование может быть определено для одной или нескольких частей, для каждой из частей могут быть выбраны определенные методы анализа с собственными настройками акселерации вычислений. Части устройства могут быть описаны или их S-параметрами, или эквивалентными источниками поля для моделирования всей системы. Комбинация всех этих способов моделирования на различном уровне позволяет получить качественный результат и снизить требования к вычислительным ресурсам. Разумеется, технология SAM позволяет определить и выполнить электромагнитное моделирование всего устройства целиком.



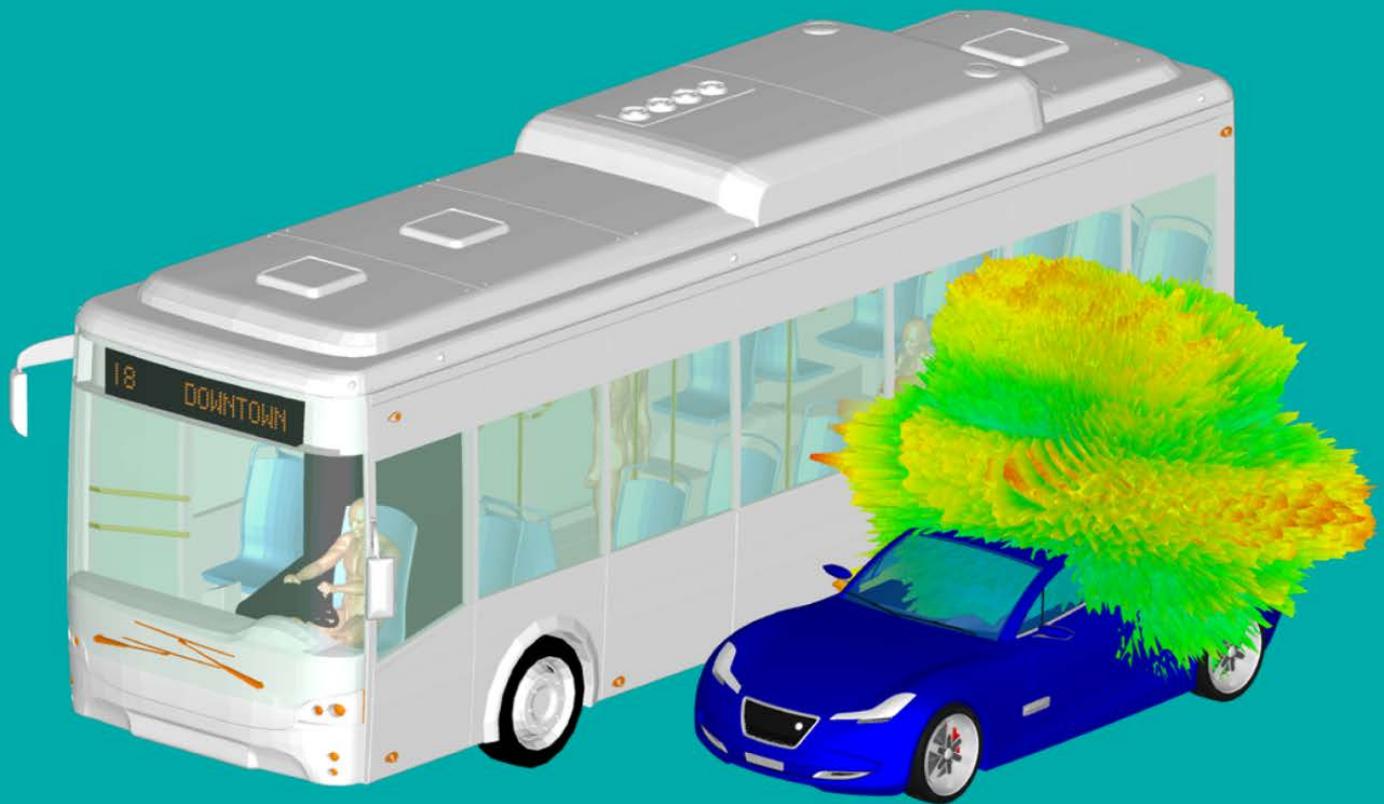
Благодаря технологии SAM отдельные элементы проекта комбинируются в единую модель, которая может быть промоделирована целиком. С другой стороны, технология SAM позволяет связать отдельные элементы проекта как источники поля и выполнить гибридное моделирование.

АНТЕННЫ

Разработка антенн является одним из главных приложений пакета CST STUDIO SUITE, поэтому здесь реализовано несколько различных способов и методов проектирования. Антенны могут разрабатываться и оптимизироваться как отдельные устройства, но могут рассматриваться и как элементы антенных решеток с моделированием на уровне отдельной ячейки или всей решетки, а также могут быть размещены на электрически больших объектах (зданиях, самолетах, кораблях и спутниках) для учета их влияния

Интеграция с продуктом Antenna Magus предлагает пользователям очень простой способ найти конструкцию антенны, наилучшим образом подходящую под заданную спецификацию, после чего создать для нее модель для анализа.

Пакет CST STUDIO SUITE предлагает инженерам мощный инструмент для исследования характеристик антенн, размещенных на мачтах, автомобилях или воздушных судах, а также встроенных в мобильные электронные устройства. Антенны могут быть частью проектов EM моделирования биологических объектов (см. стр. 24), что дает возможность оценить удельный коэффициент поглощения (SAR) для устройств, находящихся в непосредственной близости с телом человека.

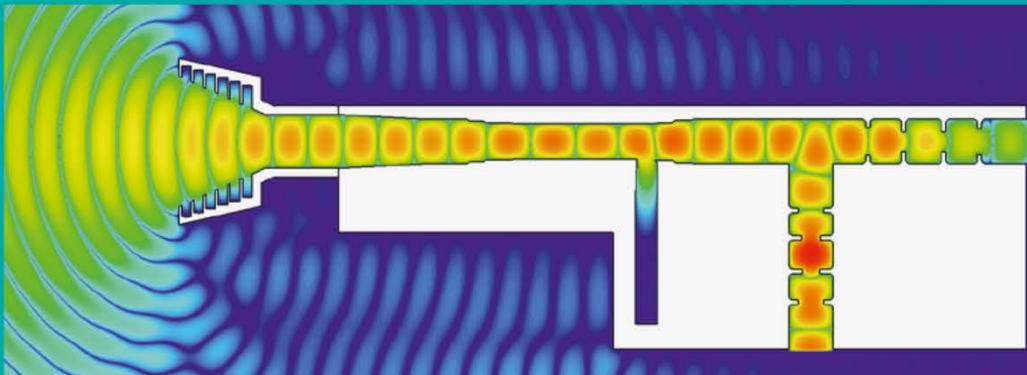


Пример расчета диаграммы направленности V2V антенны, установленной на легковом автомобиле, затененном стоящим рядом автобусом.

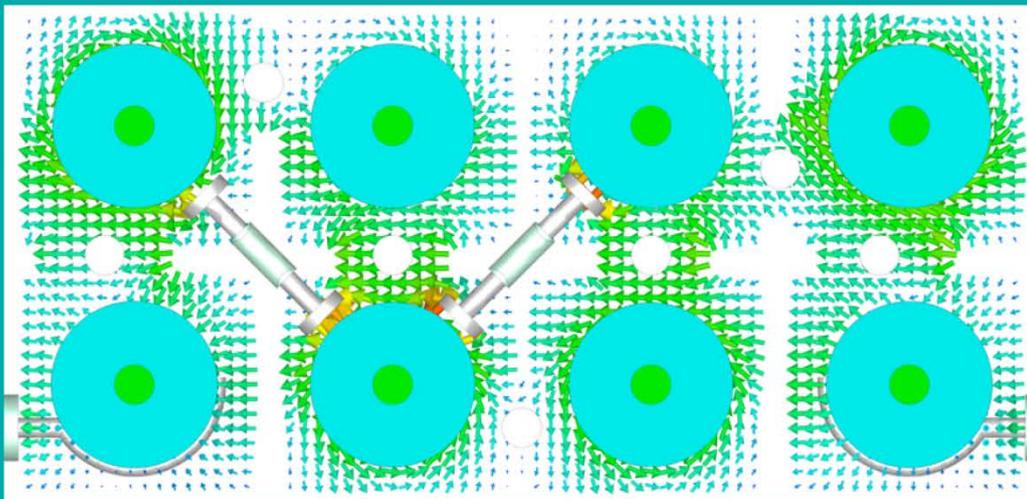
Моделирование высокочастотных электромагнитных полей является основным направлением деятельности фирмы CST. Пакет CST STUDIO SUITE позволяет проектировать широкий набор ВЧ, СВЧ и оптических устройств с применением полноволновых методов анализа, гибридного моделирования, мультифизических взаимодействий и совместного моделирования схем и EM структур.

Планарные и волноводные СВЧ элементы могут быть оптимизированы индивидуально или в составе большой системы. Разработка СВЧ фильтров является главным приложением пакета CST STUDIO SUITE, поэтому здесь имеется широкий набор специализированных инструментов для этих целей. Модули проектирования фильтров позволяют синтезировать и настроить фильтры, даже если они имеют очень сложную топологию и очень чувствительны к малым изменениям параметров (см. стр. 18).

Технология SAM (см. стр. 21) упрощает моделирование сложных конструкций, позволяя объединять множество отдельных компонентов в систему и моделировать их совместно в рамках одного проекта. Это существенно ускоряет процесс проектирования всей конструкции, так как дает возможность оценить взаимное влияние элементов друг на друга на ранних этапах работы.



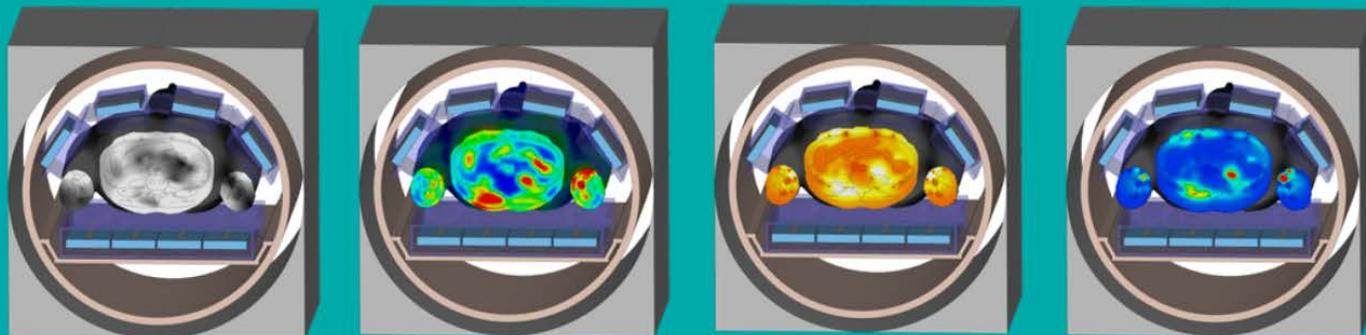
Диплексер, селектор поляризации, волноводная линия и рупорная антенна объединяются в один проект и моделируются совместно с помощью технологии SAM.



Объемный фильтр на связанных диэлектрических резонатора восьмого порядка с нулями передачи, спроектированный и оптимизированный в CST STUDIO SUITE.



БИО ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ (БИО-ЕМ)



С помощью проекта магнитно-резонансного томографа 7 Tesla MRI, включающего 8 меандровых микрополосковых элементов и подробную воксельную модель тела человека были получены (слева направо): распределение поля B_1^+ , точка SAR, распределение температуры внутри тела после 10 минут облучения и тепловая доза (CEM43°C). Пример предоставлен институтом German Cancer Research Center (DKFZ).

Взаимодействие электромагнитного поля с тканями человеческого тела является очень важным при разработке медицинских систем для мониторинга, визуализации и лечения, а также ряда других приложений, таких как мобильные телефоны, автомобильные антенны и устройства, выполненные по технологии "интернет вещей" (IoT). Так как измерения внутри тела человека затруднены, электромагнитное моделирование является единственным доступным способом оценки распределения поля внутри тела для подтверждения факта функционирования устройства, а также для понимания пределов воздействия во избежание повреждения тканей за счет поглощения электромагнитной энергии.

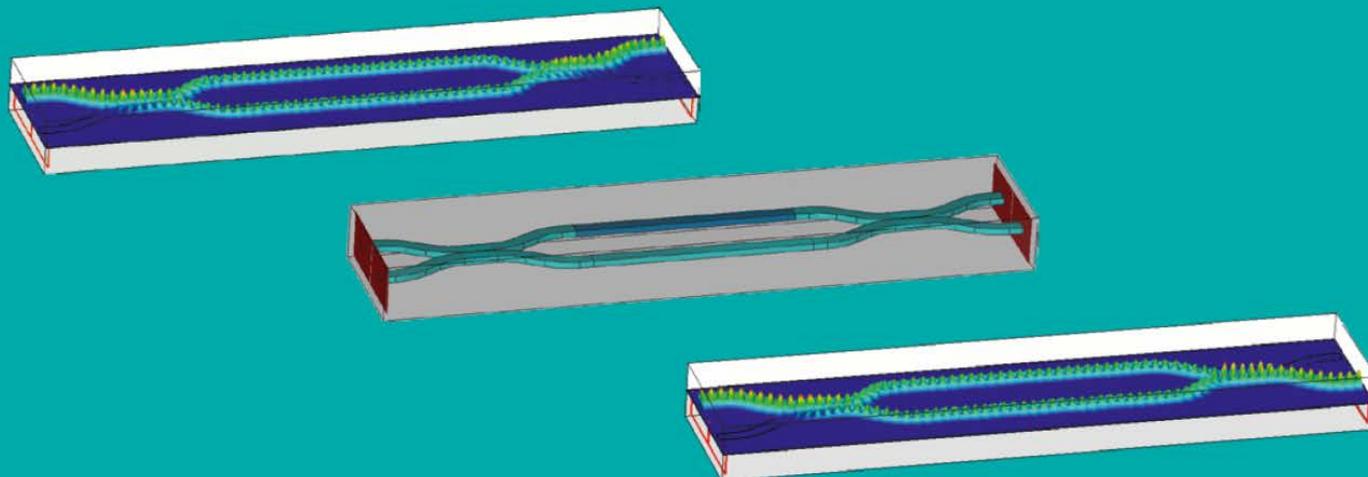
Точный анализ электромагнитных полей внутри человеческого тела требует наличия сложных и анатомически точных моделей с правильно описанными характеристиками тканей, которые, кроме того, могут меняться в зависимости от возраста, частоты и температуры. CST предлагает пользователям и CAD-модели, и воксельные модели тел различного возраста, пола, размера, а также специальную библиотеку материалов.

Все электромагнитные устройства, работающие в непосредственной близости с человеком, как правило, требуют государственной сертификации, которая в основном базируется на оценке удельного коэффициента поглощения (SAR), характеризующего степень поглощения электромагнитного поля телом человека. Пакет CST STUDIO SUITE включает возможность прямого расчета всех типов SAR: SAR для точки, SAR для 1 грамма, осредненного SAR для 10 граммов, SAR для всего тела. Это дает возможность инженерам оценить уровни SAR на ранних этапах проектирования устройств и избежать проблем сертификации.

Нагрев тканей человеческого тела является еще одним важным эффектом, который требуется учитывать при проектировании устройств. В ряде медицинских устройств, например, предназначенных для лечения рака, нагрев является желаемым воздействием, в то время, как в других приложениях он не требуется. Пакет CST STUDIO SUITE включает модуль мультифизического анализа включающий специальные биотепловые вычислители, которые могут оценивать распределение температуры с учетом эффектов, свойственных живым тканям: обмена веществ, кровообращения, терморегуляции.



Для выполнения EM моделирования CST предлагает пользователям CAD-модели (слева) или воксельные модели (справа) человеческого тела.



Пример нелинейного поведения оптического устройства. Выход коммутируется посредством локально прилагаемого к части оптического волновода внешнего поля, в результате чего изменяется коэффициент преломления в одной из прямых секций. Результирующее изменение фазы приводит к деструктивной интерференции и изменению выходного сигнала в большую или меньшую сторону.

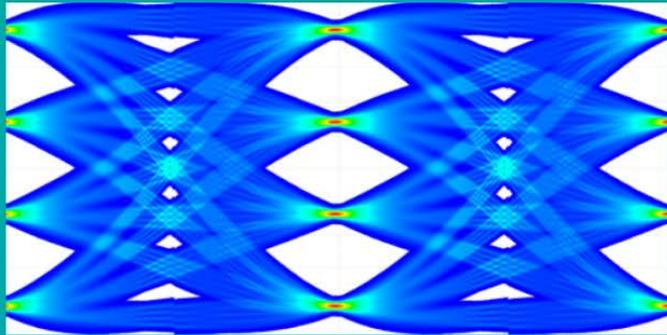
Оптические, фотонные и плазмонные устройства уже сейчас являются ключевыми элементами в различных областях науки, таких как телекоммуникации, дистанционное зондирование, медицинские приложения, и роль их в будущем будет только возрастать. Моделирование таких устройств помогает оптимизировать их характеристики, а также снизить стоимость разработки и производства. Пакет CST STUDIO SUITE включает специальный поток проектирования оптических устройств.

Для моделирования часто используемых в оптических устройствах нелинейных эффектов CST предлагает широкий набор моделей нелинейных материалов (см. стр. 6). Так как излучения здесь имеют очень короткую длину волны, моделирование оптических устройств означает моделирование электрически чрезвычайно больших структур. Примером могут служить ответители на базе дифракционной решетки или изгибы волноводов. Эффективным подходом к полноволновому моделированию таких задач может служить использование высокопроизводительных вычислений (см. стр. 11).

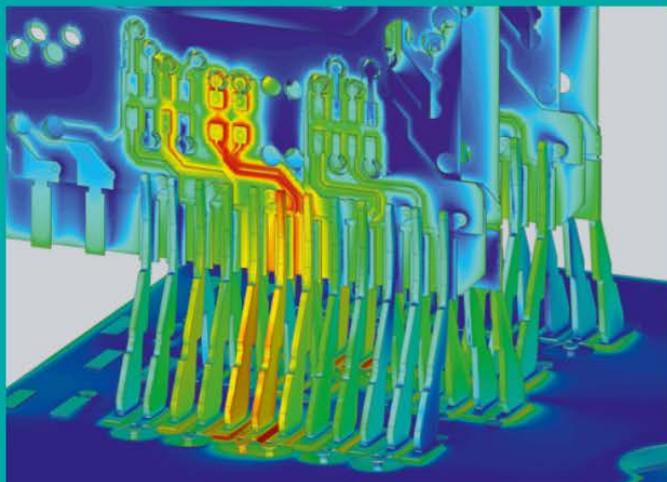
"В нашей группе мы часто используем продукт CST STUDIO SUITE для изучения оптических метаматериалов и плазмоники, и нам нравится его гибкость, удобство и точность при моделировании сложных задач."

A. Alù, адъюнкт-профессор, University of Texas в Остине





Многоуровневая глазковая диаграмма, полученная при анализе целостности сигналов средствами CST STUDIO SUITE.



Результат моделирования электрического поля в канале модулей ОЗУ DDR4.

С ростом скоростей передачи данных, уменьшением габаритов и усложнением топологий современных печатных плат и интегральных устройств обеспечение электромагнитной совместимости (EMC), целостности сигналов (SI) и целостности цепей питания (PI) становится достаточно сложной задачей. Пакет CST STUDIO SUITE имеет специальный набор инструментов, призванный помочь инженерам проектировать, анализировать и улучшать характеристики топологий печатных плат.

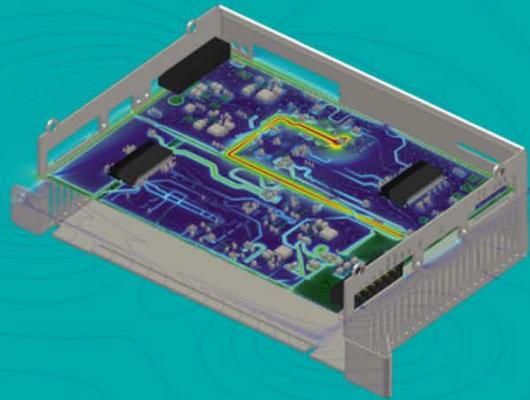
Эти инструменты позволяют очень быстро оценить характеристики топологии и получить такие параметры, как падение напряжения и импеданс цепи распределения питания, искажения формы сигналов в сигнальных цепях, а также автоматически оптимизировать размещение развязывающих конденсаторов. Пакет CST STUDIO SUITE также включает программу CST BOARDCHECK™, которая работает на уровне DRC и позволяет автоматически выявить вероятные SI/PI и EMC проблемы.

Топология может быть импортирована и конвертирована в сложную трехмерную структуру для полноволнового моделирования или представлена в виде эквивалентной схемы замещения для моделирования на уровне схемы. При анализе подобных проектов используются специальные алгоритмы построения сетки, оптимизированные для сложных планарных топологий, которыми являются печатные платы. Топологии интегральных схем могут быть импортированы через специальный интерфейс, выполняющий эмуляцию технологического процесса изготовления микросхем и формирующий реалистичную трехмерную структуру кристалла.

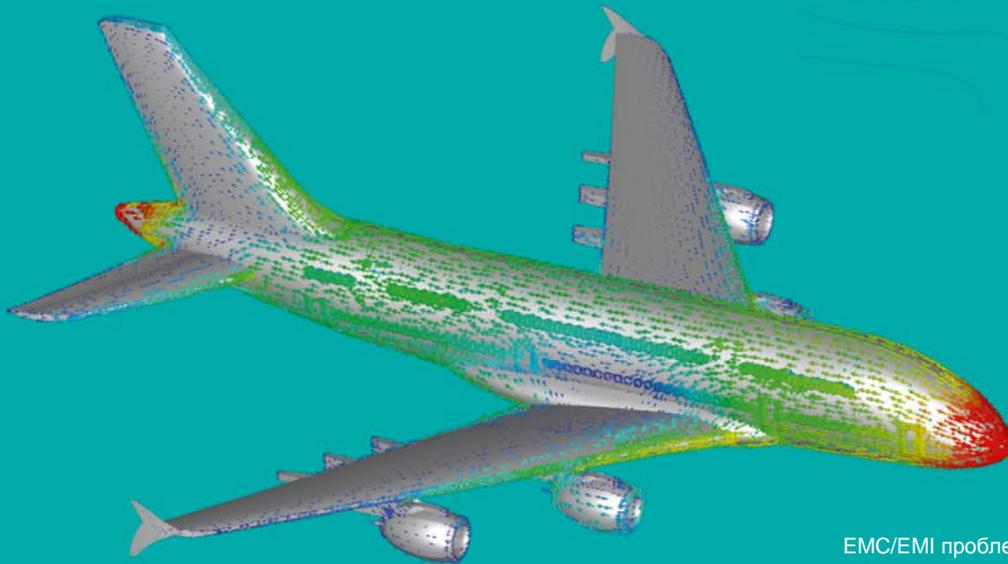
В результате моделирования виртуальных прототипов разрабатываемых устройств могут быть получены характеристики, аналогичные получаемым в ходе привычных лабораторных измерений, например, S-параметры, глазковые диаграммы, рефлектометрия во временной области (TDR). Это позволяет существенно снизить стоимость и сроки проектирования.

Использование CST MICROWAVE STUDIO для анализа EMC и EMI дало нам конкурентные преимущества и повысило уровень доверия пользователей к нашим продуктам.

Ralf Kakerow, Continental Automotive GmbH



Моделирование электромагнитного излучения вокруг печатной платы, размещенной в металлическом корпусе.



Поверхностные токи, текущие от носа к хвосту по корпусу воздушного судна, при ударе в него молнии грозового разряда.

Электромагнитная совместимость (EMC) и стойкость к электромагнитным помехам (EMI) являются тесно связанными дисциплинами. Для удовлетворения требованиям EMC тестируемое устройство не должно генерировать излучаемые или кондуктивные помехи, которые могут негативно воздействовать на соседние устройства. С другой стороны оно должно быть достаточно стойким к воздействию внешних помех (EMI) независимо от их природы, будь это естественные электромагнитные явления (например, удар молнии) или искусственное вредное воздействие (например, мощный электромагнитный импульс).

Моделирование электронных устройств с помощью полноволнового вычислителя может быть дополнено анализом на уровне схемы в программе CST DESIGN STUDIO™, которая присутствует в любой конфигурации пакета CST STUDIO SUITE. Совместный анализ электрических схем и EM структур допускает такие способы описания элементов, как SPICE и IBIS модели. Топологии печатных плат могут быть проверены на уровне DRC с помощью программы CST BOARDCHECK.

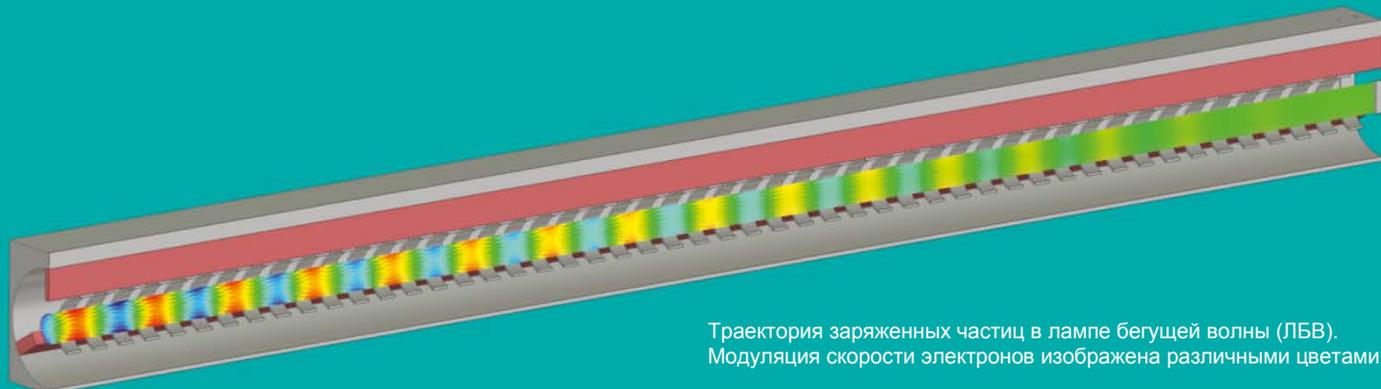
EMC/EMI проблемы могут возникнуть из-за, казалось бы, незначительных деталей конструкции: кабельных вводов, конструктивных отверстий и стыков. Для анализа таких задач наилучшим образом подходит TLM вычислитель, поддерживающий компактные модели, позволяющие моделировать сложные структуры весьма эффективно.

Важной проблемой является оценка взаимного влияния частей аппаратуры, будь то ВЧ устройства, расположенные на одной платформе, или высокоскоростные шины данных, излучающие в эфир широкий спектр гармоник. Такие ВЧ помехи недопустимы, так как приводят к деградации характеристик системы в целом. Полностью интегрированный в пакет CST STUDIO SUITE модуль CST Interference Task позволяет оценить взаимные связи внутри системы, рассчитать возможные помехи и проверить различные сценарии их снижения.

Кабели могут получать помехи, излученные в одной части структуры, доставить их в другую часть структуры, переизлучить их там и стать причиной новых EMI проблем. Вычислитель во временной области может быть дополнен возможностями гибридного временного моделирования кабелей, использующего аналитические модели отдельных кабелей или жгутов.



ДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

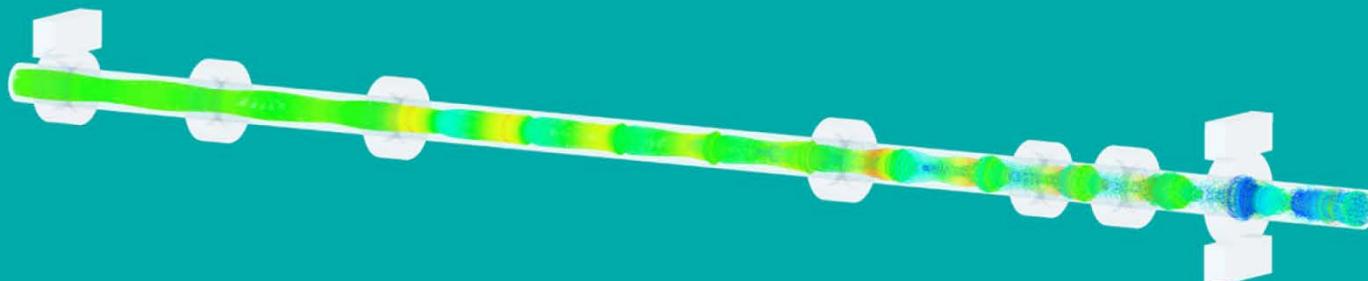


Траектория заряженных частиц в лампе бегущей волны (ЛБВ). Модуляция скорости электронов изображена различными цветами.

Использование программного обеспечения CST для решения задач в области ускорительной техники началось на ранних этапах его развития. Сейчас пакет CST STUDIO SUITE содержит в себе набор специальных инструментов для моделирования взаимодействия заряженных частиц с электромагнитными полями, начиная с разработки СВЧ устройств (например, магнетронов или электронных ламп) и заканчивая проектированием узлов ускорителей ультрарелятивистских пучков.

Моделирование траекторий заряженных частиц в статических полях с учетом собственного заряда пучка реализуется средствами вычислителя трекинга частиц (TRK), необходимого для проектирования электронных пушек. Возможности PIC вычислителя позволяют выполнить моделирование пролета пучка с учетом его собственных полей, что делает данный инструмент незаменимым как для анализа магнетронов, клистронов и ламп бегущей волны, так и для изучения мультипакторного разряда. PIC вычислитель поддерживает технологию графического ускорения, позволяющую повысить его вычислительные возможности.

Вычислитель кильватерных полей (WAK) рассчитывает электромагнитные поля, создаваемые сгустками заряженных частиц внутри участков ускорительного тракта. Наведенные поля могут возникнуть при пролете пучка через коллиматоры или детекторы, повышая тем самым вероятность разрушения дальнейших сгустков. Для анализа высокочастотных структур, таких как резонаторы ускорителей, вычислитель собственных мод позволяет выполнить поиск рабочих видов колебаний исследуемой структуры, необходимых для дальнейшего анализа PIC вычислителем.



Траектории электронов, рассчитанные с помощью PIC вычислителя в клистроне длиной 1.24 метра. Хорошо видны сгустки электронов, формирующие высокочастотный сигнал.

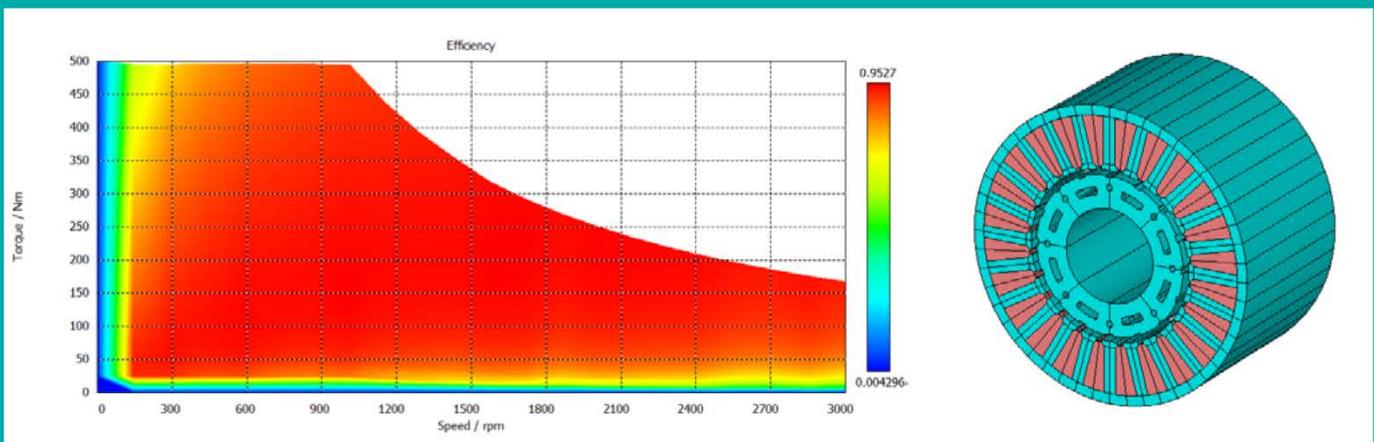
"Пакет CST EM STUDIO сейчас является неотъемлемой частью процесса разработки различных трансформаторов мощности в компании Siemens (подразделение Energy). Это результат удачной комбинации интуитивного пользовательского интерфейса и набора доступных вычислителей."

Ronny Fritsche, Siemens AG Sector Energy T TR PN

Задачи, связанные с моделированием низкочастотных полей существенно отличаются от высокочастотных проблем, поэтому в пакете CST STUDIO SUITE имеется специальный вычислительный модуль, ориентированный исключительно на анализ статических, квазистатических и низкочастотных задач.

Высокие уровни напряжений и токов энергетических установок накладывают серьезные требования по надежности и безопасности разрабатываемых узлов и линий передач (например, трансформаторы и изоляторы). Имеющийся в пакете CST STUDIO SUITE низкочастотный вычислитель позволяет рассчитывать поля и токи в подобных устройствах с учетом различных специфических эффектов, например, вихревых токов. Полученные результаты могут быть использованы в мультифизическом анализе для расчета прогрева устройства протекающими через него токами и оценки возможных деформаций структуры за счет теплового расширения материалов.

Низкочастотный вычислитель может быть использован при разработке таких электромагнитных устройств, как катушки или магниты, причем в расчет принимаются и нелинейные свойства ферромагнитных материалов. Помимо полей в устройствах пакет CST STUDIO SUITE позволяет рассчитывать силы и вращающие моменты, воздействующие на отдельные компоненты анализируемых структур. Это дает возможность проектировать такие устройства, как двигатели, генераторы, актуаторы и электромеханические датчики.



При моделировании этого электродвигателя карта эффективности была получена с помощью встроенного мастера конфигурации.





CST STUDIO SUITE

Интегрированная среда проектирования, предоставляющая пользователю доступ к широкому набору вычислительных технологий и объединяющая средства анализа схем и мультифизических эффектов.



CST MICROWAVE STUDIO (CST MWS) — инструмент для быстрого и точного численного моделирования высокочастотных устройств (антенн, фильтров, ответвителей мощности, планарных и многослойных структур), а также анализа проблем целостности сигналов и электромагнитной совместимости.



CST EM STUDIO (CST EMS) — пакет для моделирования статических и низкочастотных электромагнитных полей в таких устройствах, как датчики, актуаторы, трансформаторы, электромеханические измерительные головки, экранирующие конструкции. Здесь имеется возможность анализа электро- и магнитостатических полей, вихревых и поверхностных токов.



CST PARTICLE STUDIO (CST PS) — специализированный пакет для анализа поведения заряженных частиц в электромагнитных полях и моделирования таких устройств, как электронные пушки, катодные лучевые трубки, магнетроны.



CST CABLE STUDIO (CST CS) — специализированный пакет для моделирования EM эффектов в кабелях, позволяющий оптимизировать вес и размер одиночных проводов, витых пар, а также сложных жгутов с неограниченным числом проводников. Программа позволяет оценивать напряжения в разных точках кабелей, токи через определенные проводники, S-параметры, импедансы, а также взаимные наводки проводников друг на друга.



CST PCB STUDIO (CST PCBS) — специализированный пакет, позволяющий выполнять анализ целостности сигналов и перекрестных искажений на высокоскоростных цифровых, смешанных аналого-цифровых платах, а также в источниках питания.



CST BOARDCHECK (CST BC) — специализированный пакет, позволяющий выполнять импорт проектов печатных плат, выполненных в различных системах проектирования, и выявлять в них возможные проблемы электромагнитной совместимости по набору заданных ограничений.



CST MPHYSICS STUDIO (CST MPS) — специализированный пакет для анализа тепловых и механических нагрузок.



CST DESIGN STUDIO — инструмент, позволяющий разбить сложное устройство на отдельные части, промоделировать их по отдельности и затем интегрировать полученные данные в единое целое. Кроме того, здесь имеется возможность одновременного моделирования электрических схем и 3D EM структур.

Распространение и поддержка в России:

ООО "Евроинтех"
140011, Россия, Московская обл.,
г. Люберцы, ул. Юбилейная, д. 26
Телефон/факс: +7-(495)-749-45-78
E-mail: sales@eurointech.ru
<http://www.eurointech.ru/cst>

CST — Computer Simulation Technology

О компании CST

Компания CST в настоящее время предлагает клиентам свой продукт CST STUDIO SUITE, представляющий собой самый широкий набор программного обеспечения для трехмерного моделирования электромагнитных полей во всех диапазонах частот. Секрет ее успеха кроется в использовании самых современных вычислительных технологий, в дружелюбном пользовательском интерфейсе и в квалифицированном персонале технической поддержки.

В числе клиентов компании CST ведущие представители самых разнообразных отраслей промышленности, занимающиеся разработкой телекоммуникационного, авиационного, автомобильного, электронного, медицинского оборудования. В настоящее время программное обеспечение CST является частью семейства продуктов SIMULIA, брэнда компании Dassault Systèmes.

Более подробную информацию о CST можно найти по адресу www.cst.com.

О продуктах SIMULIA

Продукты линейки SIMULIA, брэнда компании Dassault Systèmes дают возможность пользователям задействовать физически-основанное моделирование и высокопроизводительные компьютерные вычисления для непрерывного развития инноваций в продукции, природе и жизни. Реализованные на базе оригинальной Dassault Systèmes платформы 3DEXPERIENCE, продукты SIMULIA выполняют реалистичное моделирование и оптимизацию приложений, тем самым ускоряя процесс создания критически важных проектов и инженерных решений до построения дорогих и затратных по времени физических прототипов.

Подробнее: www.3ds.com/simulia.

О компании Dassault Systèmes

Компания Dassault Systèmes (3DEXPERIENCE) предоставляет людям и бизнесу виртуальную вселенную для постоянного развития инноваций. Ее лидирующие решения трансформируют способы, которыми продукты разрабатываются, производятся и поддерживаются. Решения Dassault Systèmes' стимулируют социальные инновации, расширяют возможности виртуального мира по улучшению реального мира. Компания имеет более 210 тысяч пользователей разного уровня во всех отраслях индустрии в более чем 140 странах.

Подробнее: www.3ds.com.

CST, CST STUDIO SUITE, CST MICROWAVE STUDIO (CST MWS), CST EM STUDIO, CST PARTICLE STUDIO, CST CABLE STUDIO, CST PCB STUDIO, CST MPHYSICS STUDIO, MPHYSICS, CST MICROSTRIPES, CST DESIGN STUDIO, CST EMC STUDIO, CST BOARDCHECK, PERFECT BOUNDARY APPROXIMATION (PBA), Antenna Magus, логотип CST, 3DEXPERIENCE, логотип Compass, логотип 3DS, CATIA, SOLIDWORKS, ENOVIA, DELMIA, SIMULIA, GEOVIA, EXALEAD, 3D VIA, BIOVIA, NETVIBES, IFWE и 3DEXCITE являются зарегистрированными торговыми марками французской компании Dassault Systèmes (Versailles Commercial Register # B 322 306 440) или ее дочерних фирм в США и других странах. Другие упомянутые имена компаний и продуктов являются зарегистрированными торговыми марками их владельцев.



© CST 2017 | CST, a Dassault Systèmes company | CST STUDIO SUITE® is a CST® product | www.cst.com



Распространение и поддержка в России:

ООО "Евроинтех"
140011, Россия, Московская обл.,
г. Люберцы, ул. Юбилейная, д. 26
Телефон/факс: +7-(495)-749-45-78
E-mail: sales@eurointech.ru
<http://www.eurointech.ru/cst>