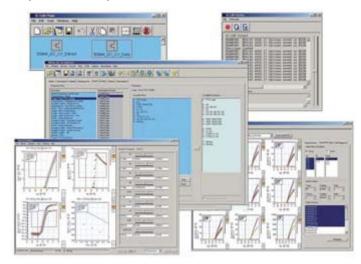


Программный комплекс Agilent IC-CAP позволяет создавать модели полупроводниковых устройств и предоставляет мощные возможности по подключению к контрольно-измерительному оборудованию для определения характеристик и анализа для всех существующих сегодня технологических процессов создания полупроводников. IC-CAP предлагает разработчикам полупроводниковых устройств самое современное моделирующее программное обеспечение, которое выполняет множество функций по созданию моделей, включая управление прибором, сбор данных, графический анализ, моделирование, оптимизацию и статистический анализ.



#### **Agilent Technologies**

Agilent Technologies — мировой лидер в разработке систем автоматизированного проектирования (САПР) для разработки ВЧ/СВЧ устройств. Программные продукты компании Agilent широко используются многими ведущими мировыми и российскими производителями электронной техники. Инженеры Agilent Technologies используют САПР Agilent для разработки собственного контрольно — измерительного оборудования, состоящего из большого количества блоков, модулей и микросхем. электронных схем.



Полное решение проблемы создания модели устройства Полупроводниковая промышленность постоянно вынуждена преодолевать трудности, связанные с улучшением качества продукции, увеличением процента выхода годных устройств, сокращением времени выхода продукции на рынок и себестоимости производства.

По мере уменьшения геометрических размеров приборов возрастает важность использования точных моделей и контроля разброса параметров при производстве. Рабочие частоты схем продолжают увеличиваться в сторону ВЧ и СВЧ диапазонов. Точные модели устройств важны для сходимости и точности моделируемых схем. Разработчики схем нуждаются в моделях, которые могут точно описать поведение устройства, как при постоянном токе, так и при переменном в ВЧ/СВЧ диапазоне.

Различные технологические процессы требуют различных моделей, которые могут быть быстро адаптированы под определённый процесс. Следовательно, программное обеспечение для моделирования должно предоставлять инженеру гибкость в настройке и расширении параметров стандартных моделей. Для оптимизации качества и контроля технологического разброса параметров разработчикам и инженерам-технологам требуются точные модели приборов и возможность статистического анализа. Для разработчиков схем оба этих фактора необходимы для определения номинальных значений и предела разброса параметров. Количество данных, измеряемых в целях моделирования, растёт экспоненциально.

Совместно с моделированием, измерения занимают несколько часов или даже дней, и важно, чтобы это время было использовано настолько эффективно, насколько это возможно. Программное обеспечение контроля измерений должно работать совместно с программным обеспечением зондовой станции, также хорошо, как и с другими приборами, обеспечивающими измерения в зависимости от температуры. Модульная структура IC-CAP позволяет выбрать именно те модули, которые необходимы для конкретного маршрута моделирования.

Основой платформы IC-CAP является программная среда, которая позволяет проводить графический анализ, программирование на встроенном языке описания параметров (PEL), изменение интерфейса программы и устройств пользователем. Модуль анализа требуется в большинстве случаев для моделирования, оптимизации и связи с внешними средствами моделирования. IC-CAP поддерживает большой список средств измерения, включая DC, LCRZ, RF и др.

#### Измерение

Программное обеспечение IC-CAP предоставляет мощные возможности по проведению измерений, включая измерения на постоянном токе, измерения индуктивностей, емкостей, сопротивлений, импедансов, измерения зависимости емкости от напряжения, ВЧ-измерения и измерения шумов типа 1/f. Чтобы полностью автоматизировать процесс измерения, ПО Agilent IC-CAP может управлять установкой зондового контроля полупроводниковых пластин.

Интерфейс IC-CAP для измерений предоставляет готовые драйверы для большого количества отдельных приборов и различных конфигураций систем моделирования для DC, CV и RF измерений. Измеренные данные собираются и хранятся в IC-CAP и могут быть напрямую использованы для экстракции параметров и оптимизации компактных моделей устройств.

 $\Rightarrow$ 

Электронные компоненты

119330, г. Москва, ул. Дружбы, 10Б, тел.: +7 (495) 7395005,

факс: +7 (495) 2340036, e-mail: eda@scanru.ru, web: http://scanru.ru



Программный комплекс Agilent IC-CAP позволяет создавать модели полупроводниковых устройств и предоставляет мощные возможности по подключению к контрольно-измерительному оборудованию для определения характеристик и анализа для всех существующих сегодня технологических процессов создания полупроводников. IC-CAP предлагает разработчикам полупроводниковых устройств самое современное моделирующее программное обеспечение, которое выполняет множество функций по созданию моделей, включая управление прибором, сбор данных, графический анализ, моделирование, оптимизацию и статистический анализ.

#### Модули, встраиваемые в ПО ІС-САР

ПО IC-CAP позволяет проводить исследования любых моделей полупроводниковых устройств, изготовленных в соответствии самым современным технологиям. Множество моделей устройств включает в себя большое многообразие технологий, при этом каждая из них имеет свою определенную область применения (диапазон рабочих частот). Для каждой модели существуют дополнительные интерфейсы, позволяющие значительно упростить и ускорить весь процесс исследования и получения библиотечных моделей. IC-CAP поддерживает следующие модели полупроводниковых устройств:

- Diode (диод)
- ВЈТ (биполярный транзистор)
- НЕМТ (ВПЭ-транзистор)
- НВТ (биполярный транзистор на гетеропереходе)
- FET (полевой транзистор)
- CMOS и HVMOS (МОП-структуры)
- Corner Modeling Extraction
- Статистический анализ
- Разработка нестандартных моделей
- Шумы типа 1/f

#### Поддерживаемые средства моделирования

Simulator	Company	Licences Required
ADS (hpeesofsim)	Agilent EESof	Included in the 85199B Analysis Module are linear, transient and Verilog-A simulations)
MMSIM (SPECTRE)	Cadence	License required
HSPICE	Synopsys	License required
SABER	Synopsys	License required
ELD0	Mentor Graphics	License required
Spice3, spice2, PSPICE, HPSPICE	Various	Still included 85199B Analysis Module, however, these simulators are no longer actively supported (legacy simulators)

Лицензия на модуль анализа позволяет проводить линейный и временной анализ с использованием средств моделирования ADS без дополнительной платы. — функциональные оптимизаторы IC-CAP включает в себя тринадцать алгоритмов оптимизации. Использование комбинации различных алгоритмов может быть преимуществом, в случае, если необходимо улучшить точность модели. В дополнение к автоматизированным оптимизаторам и средствам ручной подстройки (тюнерам), которые могут быть запущены с помощью PEL, существует инструмент под названием Plot Optimizer, который упрощает динамическую интерактивную оптимизацию. Plot Optimizer представляет собой интерфейс, который позволяет быстро задать все параметры оптимизации. Вы можете открыть Plot Optimizer из любой диаграммы IC-CAP и автоматически загружать результаты измерений и моделирования для быстрой подстройки или оптимизации.

#### Автоматизация с использованием макросов

Задачи в процессе экстракции или даже целый маршрут экстракции, могут быть автоматизированы с помощью макросов. Макрос — простая программа, которая выполняет серию команд IC-CAP, функций, программ, написанных на PEL, или вызовов к окружению пользователя. С помощью макросов технология экстракции, разработанная в R&D, может быть автоматизирована и улучшена в соответствии с областями производства, где требуется минимальное взаимодействие с пользовате-

#### IC-CAP GUI studio

GUI studio предоставляет широкие возможности по настройке графического интерфейса пользователя в IC-CAP. IC-CAP Studio предоставляет пользователям возможность напрямую создавать настроенные под определённый круг задач и пользователей интерфейсы. Инженер использует IC-CAP studio для разработки интерфейса пользователя, который автоматизирует и упрощает маршрут экстракции. Настроенный и оптимизированный интерфейс пользователя может быть описан, и предоставлен коллегам, или покупателями, которые могут легко изучить маршрут и быстро выполнить необходимые измерения и действия по экстракции.

Электронные компоненты

факс: +7 (495) 2340036, e-mail: eda@scanru.ru, web: http://scanru.ru



Программный комплекс Agilent IC-CAP позволяет создавать модели полупроводниковых устройств и предоставляет мощные возможности по подключению к контрольно-измерительному оборудованию для определения характеристик и анализа для всех существующих сегодня технологических процессов создания полупроводников. IC-CAP предлагает разработчикам полупроводниковых устройств самое современное моделирующее программное обеспечение, которое выполняет множество функций по созданию моделей, включая управление прибором, сбор данных, графический анализ, моделирование, оптимизацию и статистический анализ.

#### Решения для создания моделей КМОП

• Процесс эффективного создания моделей является важным фактором для успешного моделирования и производства

ВЧ/СВЧ узлов и блоков. Использование программного комплекса IC-CAP совместно с другими САПР Agilent, такими как ADS и Genesys, позволяет обнаружить неисправности в работе ВЧ/СВЧ устройств, исправить их в процессе моделирования, тем самым значительно сократить расходы на производство прототипов. IC-CAP содержит готовые модули, предназначенные для экстракции всех стандартизованных СМС моделей КМОП: BSIM3, BSIM4, BSIMSOI, PSP, HiSIM, HiSIM\_HV. Модули экстракции параметров КМОП транзисторов имеют общую архитектуру, которая позволяет сделать возможным использование одних и те же данных измерений для экстракции различных КМОП моделей. Модули обладают следующими важными свойствами:



DC, CV и температурно-зависимое моделирование с масштабированием геометрии и группировкой

- Новый интерфейс пользователя делает КМОП моделирование простым и удобным
- Открытые и гибкие методики экстракции. Все пакеты поставляются с основной методикой экстракции, которая может быть настроена под определённые технологические процессы.
- Там, где необходима ручная подстройка и оптимизация, процесс экстракции подразумевает заранее определённые шаги по оптимизации и тюнингу.
- Многофункциональное окно вывода данных позволяет пользователю создавать и настраивать диаграммы, включая температурные. автоматическая генерация документации в формате HTML
- Автоматическое документирование ошибок в процессе экстракции
- Высокоточные RF методики экстракции включая расширенные, масштабируемые RF модели затвора и сопротивления подложки.

Модули экстракции КМОП постоянно обновляются и поддерживают последние версии моделей. В дополнение к компактным моделям СМС, IC-CAP предоставляет устаревшие пакеты экстракции для NXP MOS Model 9, UCB level 2, 3 и основанные на данных Root MOS модели.

#### Экстракция моделей с использованием ІС-САР

### Моделирование биполярных транзисторов

#### **BCTM VBIC BJT модель**

VBIC — аббревиатура от Vertical Bipolar Inter-Company, открытая модель, разработанная консорциумом Bipolar Circuits and Technology Meeting (BCTM). Моделирует эффекты квази-насыщения, лавинного пробоя, подложки. Последний релиз включает в себя эффекты саморазогрева.

#### MEXTRAM 503/504

MEXTRAM — одна из принятых СМС индустриально стандартизированная модель биполярного транзистора. Разработана совместно Philips/NXP Research Labs, TU Delft и Agilent EEsof EDA. Эта модель используется в компании Philips/NXP, является очень простой и точной. Реализация в IC-CAP версий 503 и 504 этой модели имеет наиболее эффективный и точный маршрут экстракции и возможности автоматизации.

#### High Frequency BJT Modeling Package.

Этот пакет включает в себя экстракцию на основе модели Гуммеля-Пуна, которая была общепринятой моделью для биполярных транзисторов на протяжении многих лет. Пакет включает в себя особую версию экстракции модели Гуммеля-Пуна, которая хорошо подходит для применения в области RF. В этой модели измерения CV заменены на измерения S-параметров, что делает экстракцию ёмкости p-n-перехода более точной.

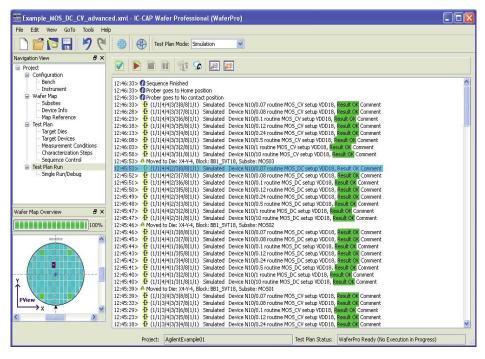
Проверенные методики экстракции сопротивления базы и обратного напряжения также включены. В приложение к стандартной Гуммель-Пуновской модели, пакет предоставляет модель Agilent EEBJT2 — модифицированную модель Гуммеля-Пуна для улучшения точности в АС и DC режимах.

Электронные компоненты

факс: +7 (495) 2340036, e-mail: eda@scanru.ru, web: http://scanru.ru



Программный комплекс Agilent IC-CAP позволяет создавать модели полупроводниковых устройств и предоставляет мощные возможности по подключению к контрольно-измерительному оборудованию для определения характеристик и анализа для всех существующих сегодня технологических процессов создания полупроводников. IC-CAP предлагает разработчикам полупроводниковых устройств самое современное моделирующее программное обеспечение, которое выполняет множество функций по созданию моделей, включая управление прибором, сбор данных, графический анализ, моделирование, оптимизацию и статистический анализ.



2. Моделирование полевых транзисторов.

Модуль для моделирования MESFET (полевой транзистор с барьером Шотки) и PHEMT (псевдоморфный транзистор с высокой подвижностью электронов) включает маршруты экстракции для следующих моделей:

#### **Curtice, Statz MESFET**

Пакет включает в себя маршруты экстракции для трёх популярных индустриальных стандартов моделей MESFET: квадратичная и кубическая модели Кёртиса а также модель Статса. Различия между этими тремя моделями заключаются в эмпирических отношениях, кото-

рые описывают АС и DC характеристики приборов. IC-CAP позволяет делать экстракцию параметров модели для комбинации измерений DC и S-параметров.

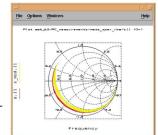
#### **EEFET3/EEHEMT1**

Эмпирические и нелинейные модели для основных арсенид-галлиевых FET и HEMT транзисторов, включая больше-сигнальные, корпусированные ИС и транзисторы с тремя выводами. Они точно моделируют DC и зависимые от напряжения S-параметры, временные задержки, токи близкие к пороговым, и распределение сопротивления сток-исток.

Также включена модель тока стока, основанная на оригинальных уравнениях Agilent EEsof EDA и расширенных моделях ёмкости затвор-исток и затвор-сток, включая трансъемкостные эффекты. Статический саморазогрев от тока стока также

учитывается. Модули предоставляют высокоавтоматизированную методику экстракции с паразитными эффектами сборки и корпусирования экстрагируемыми автоматически.

HEMT по сути тоже самое что и MESFET, но с одним незначительным различием в поведении проводимости канала в зависимости от напряжения затвора. EEHEMT1 расширенная версия EEFET3 и имеет набор аналитических функций для моделирования сужения проводимости канала HEMT-транзистора.



 $\Rightarrow$