

TINA v12

Полная электронная лаборатория для Windows

Руководство пользователя

DesignSoft

1

www.designsoftware.com

Перевод с английского В.А. Алехина

Официальный дистрибьютер компании DesignSoft в РФ

ООО «ЛОГГЕР»

Директор Оржешковский Анатолий Иванович

Тел. 8(917) 524 14 00

Email: Logger@dol.ru

Москва 2020

TINA v12

The Complete Electronics Lab for Windows

USERS MANUAL

COPYRIGHTS

© Copyright 1990-2019 DesignSoft, Inc. All rights reserved.

All programs and Documentation of TINA, and any modification or copies thereof are proprietary and protected by copyright and/or trade secret law.

LIMITED LIABILITY

TINA, together with all accompanying materials, is provided on an "as is" basis, without warranty of any kind.

DesignSoft, Inc., its distributors, and dealers make no warranty, either expressed, implied, or statutory, including but not limited to any implied warranties of merchantability or fitness for any purpose.

In no event will DesignSoft Inc., its distributor or dealer be liable to anyone for direct, indirect, incidental or consequential damages or losses arising from the purchase of *TINA* or from use or inability to use *TINA*.

TRADEMARKS

Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation.

PSpice is a registered trademark of Cadence Design Systems, Inc.

CorelDRAW is a registered trademark of Corel Inc.

TINA is a registered trademark of DesignSoft, Inc.

* *English version*

- *Русская версия (перевод с английского)*

АВТОРСКИЕ ПРАВА

© Copyright 1990-2019 DesignSoft, Inc. Все права защищены.

Все программы и документация TINA, а также любые модификации или их копии являются собственностью и защищены авторским правом и / или законом о коммерческой тайне.

ОГРАНИЧЕННАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

TINA вместе со всеми сопутствующими материалами предоставляется «Как есть», без каких-либо гарантий.

DesignSoft, Inc., ее дистрибьюторы и дилеры не предоставляют никаких гарантий, выраженные, подразумеваемые или предусмотренные законом, включая, помимо прочего, любые подразумеваемые гарантии товарной пригодности или пригодности для любых целей.

Ни при каких обстоятельствах DesignSoft Inc., ее дистрибьютор или дилер не несут ответственности кому-либо за прямые, косвенные, случайные или косвенные убытки или убытки, возникшие в результате покупки TINA, использования или невозможности использования TINA.

ТОВАРНЫЕ ЗНАКИ

Windows - зарегистрированная торговая марка Microsoft Corporation.

PSpice - зарегистрированная торговая марка Cadence Design Systems, Inc.

CorelDRAW - зарегистрированная торговая марка Corel Inc.

TINA - зарегистрированная торговая марка DesignSoft, Inc.

Оглавление

ГЛАВА 1. Введение	10
1.1 Что такое TINA и TINA Design Suite?	10
1.3 Опциональное дополнительное оборудование	20
1.3.1 TINALab II - Высокоскоростной многофункциональный инструмент ПК	20
1.3.2 LabXplorer: Многофункциональный прибор для образования и обучения с локальными и удалёнными возможностями измерения.....	21
ГЛАВА 2. Новые возможности ТИНА	23
2.1 Список новых функций в TINA v12.....	23
ГЛАВА 3. Установка и запуск	25
3.1 Процедура установки.....	25
3.1.1 Минимальные требования к аппаратному и программному обеспечению	25
3.1.2 Установка с CD-ROM или из Интернета.....	25
3.1.2.1 Установка с CD-ROM.....	25
3.1.2.2 Установка из Интернета	25
3.1.3 Выполнение шагов по установке.....	25
3.1.4 Добро пожаловать и лицензионное соглашение на программное обеспечение.....	26
3.1.5 Ввод информации о пользователе	26
3.1.6 Выбор платформы	27
3.1.7 Лицензия на одного пользователя и параметры сети.....	28
3.1.7.1 Лицензия на одного пользователя (устанавливается на локальный ПК).....	28
3.1.7.2 Сетевая лицензия, установленная на локальных ПК	29
3.1.7.3 Сетевая лицензия, установленная на файловом сервере	29
3.1.8. Выбор места установки	29
3.1.9 Выбор типа настройки	30
3.1.9.1 Стандартный тип.....	31
3.1.9.2 Компактный тип	31
3.1.9.3. Пользовательский тип	31
3.1.10. Выбор папки программы.....	32
3.1.11 Выбор параметров среды	32

3.1.12	Выбор набора символов	33
3.1.13	Окончательная проверка и копирование файлов.....	34
3.1.14	Завершение настройки.....	34
3.2	Удаление TINA.....	35
3.3	Обслуживание или ремонт установки	35
3.4	Сетевая установка	36
3.5	Защита от копирования.....	38
3.5.1	Защита от копирования с помощью программного обеспечения	38
3.5.2	Аппаратная защита от копирования (ключ).....	40
3.5.2.1	Однопользовательская версия	40
3.5.2.2	Лицензия на сайт с многопользовательским ключом (DSPROTKEY).....	41
3.5.2.3	Авторизация с помощью сетевого ключа.....	41
3.6	Запуск	41
3.7.	Эксперименты с примерами схем, избегая общих проблем.....	41
Глава 4.	Начинаем работать	43
4.1	Редактирование схемы с помощью мыши.....	43
4.1.1.	Использование правой кнопки мыши	43
4.1.2.	Использование левой кнопки мыши	43
4.2	Единицы измерения	44
4.3	Основной формат экрана.....	45
4.4	Размещение компонентов схемы.....	51
4.4.1	Провод	52
4.4.2	Вход и выход	53
4.5	Упражнения	54
4.5.1	Редактирование схемы цепи RLC.....	54
4.6	Анализы.....	57
4.6.1	Анализ цепи RLC (постоянного, переменного, переходного режима и Фурье-анализ).....	59
4.6.2	Создание и анализ схемы операционного усилителя.....	72
4.6.2.1	Расчёт передаточной характеристики постоянного тока.....	78
4.6.3	Анализ цепей SMPS	79
4.6.4	Расчёт рассеиваемой мощности и КПД.....	90

4.6.5 Стресс – анализ (анализ напряжения).....	94
4.6.6 Сетевой анализ	96
4.6.7 Анализ цифровой схемы с помощью цифровых технологий TINA .	96
4.6.8. Анализ цифровых цепей с использованием цифровых HDL имитационных моделей	99
4.6.8.1. Анализ цифровой схемы с использованием цифрового VHDL моделирования.....	99
4.6.8.2. Отладчик HDL: отладка VHDL и Verilog кодов	104
4.6.8.3 Анализ цифровой схемы с использованием цифрового Verilog моделирования.....	107
4.6.8.4 Анализ цепей с использованием моделей Verilog-A.....	109
4.6.8.5 Анализ цепей с использованием моделей Verilog-AMS	109
4.6.8.6 Анализ цепей с использованием SystemC	111
4.6.9 Моделирование в смешанном режиме (Spice - VHDL – MCU	123
совместное моделирование).....	123
4.6.10. Генерация сигналов с использованием VHDL и Spice подсхемы	123
4.6.9.2 Схема SMPS, управляемая микроконтроллером	130
4.6.10 Тестирование вашей схемы в интерактивном режиме.....	131
4.6.10.1 Цифровая схема с клавиатурой.....	132
4.6.10.2 Выключатель света с тиристором	133
4.6.10.3 Сети релейной логики.....	133
4.6.10.4 Цепи HDL.....	134
4.6.10.5 Схемы микроконтроллеров (MCU)	135
4.6.10.6 Использование отладчика ASM.....	138
4.6.10.7 Пример обработки прерывания PIC	141
4.6.10.8 Редактирование кода ASM в отладчике	144
4.6.10.9 Создание точки останова в ASM	144
4.6.10.10 Программирование микроконтроллеров с использованием C	145
4.6.10.11 Отладка кода C в MCU	149
4.6.11 Использование редактора блок-схем и отладчика в TINA	152
4.6.11.1. Редактор блок-схем.....	152
4.6.11.2 Отладчик блок-схемы	157
4.6.12 Тестирование вашей схемы с помощью смоделированных и	159
инструментов реального времени	159

4.6.13	Использование инструмента дизайна в TINA	161
4.6.14	Инструмент дизайна и оптимизация в TINA	165
4.6.15	Макет Live 3D	166
4.7	Создание печатной платы (PCB) в программе TINA	170
4.7.1	Настройка и проверка имен футпринтов	172
4.7.2.	Вызов печатной платы TINA	176
4.7.3.	Несколько логических ветвей в одном пакете и их источник питания	182
4.7.4	Маршрутизация дифференциальной пары	185
4.7.5	Создание шин в редакторе схем и конструкторе печатных плат TINA	190
4.7.4	Создание гибкой компоновки печатной платы (Flex PCB)	197
4.7.7	Добавление 3D-корпуса в проект печатной платы	202
4.7.8	3D-экспорт вашего дизайна печатной платы	203
4.8	Расширение для мехатроники	204
	Глава 5. Использование схематических подцепей, SPICE и HDL макросов, и S – параметров компонентов	209
5.1	Создание макроса из схемы	209
5.2	Создание макроса из подсхемы Spice	215
5.2.1	Создание макросов Spice в TINA	215
5.2.1.1	Создание макросов из загруженных файлов	215
5.2.1.2	Создание макросов «на лету» при просмотре веб-страниц	219
5.2.2	Добавление параметров в макросы Spice	228
5.3	Использование и расширение возможностей каталогов моделей Spice производителей в TINA	229
5.3.1	Использование диспетчера библиотек	230
5.3.1.1	Введение в добавление макросов Spice в библиотеки TINA	230
5.3.1.2	Проблемы и решения при добавлении Spice макросов в TINA ...	235
5.3.1.3	Добавление моделей Spice в формате MODEL в библиотеку	241
5.4	Добавление моделей S-параметров	245
5.5	Создание макроса HDL из файла	246
5.5.1	Размещение макроса HDL в редакторе схем	248
5.5.2	Тестирование макроса HDL	249
5.5.3	Изменение расположения выводов макроса VHDL	250

Глава 6. Создание собственных схематических символов и футпринтов	252
6.1 Редактор схемных символов	252
6.2 Мастер создания микросхем в редакторе схематических символов ..	255
6.3 Редактор посадочных мест	256
6.4 Мастер IC в редакторе посадочных мест	261
6.5 Добавление общедоступных посадочных мест печатной платы в TINA	262
6.6 Добавление общедоступных 3D-моделей посадочного места в TINA	264
Глава 7. Использование экстрактора параметров	267
Глава 8. Расширенные темы	270
8.1 Введение	270
8.2 Содержание дополнительных тем	270

ГЛАВА 1. Введение

1.1 Что такое TINA и TINA Design Suite?

TINA Design Suite - это мощный, но доступный программный пакет для анализа, проектирования и тестирования в реальном времени цепей с аналоговыми, цифровыми компонентами и компонентами микроконтроллеров, определенными в различных языках описания оборудования: VHDL, Verilog, Verilog A, Verilog AMS и SystemC, а также для разработки макетов их печатных плат.

Вы также можете анализировать радиочастотные схемы (RF), связь, оптоэлектронные схемы и мехатронные приложения с 3D интерфейсом.

С каждым годом электронные схемы становятся быстрее и сложнее, и поэтому требуется все больше и больше вычислительной мощности для анализа их работы. Для выполнения этого требования инженеры DesignSoft имеют дополнительную возможность использовать все наиболее популярные масштабируемые многопоточные процессоры.

Начиная с v12, TINA доступна как в 64-битной, так и в 32-битной версиях. Если вы предусмотрели при покупке TINA обе версии. 64-битная версия наконец решает проблемы с памятью, с которыми вы могли столкнуться в большом проекте.

С 2013 года TINACloud - онлайн-версия TINA также имеется в наличии. Если у вас есть лицензии на оба продукта, вы можете хранить и разрабатывать свои схемы в Интернете и запускать в любое время на любых платформах без установки программы, включая ПК, Mac, тонкие клиенты, планшеты, смартфоны, смарт-телевизоры и устройства для чтения электронных книг. Программа будет работать на нашем мощном веб-сервере с такой же высокой скоростью, независимо от того, используете ли вы ноутбук, планшет или просто смартфон. Затем вы можете легко скачать ваш дизайн из Интернета на ваш компьютер. Если вы что-то измените пока вы в пути, продолжайте разработку в автономном режиме и загрузите свой дизайн еще раз. Теперь TINACloud также включает новую онлайн-версию схематического редактора с мгновенным автоматическим сохранением любых изменений, которые вы сделали и интегрированный конструктор печатных плат.

В TINA 10 и более поздних версиях вы можете создавать и моделировать мультидисциплинарные дизайны. Дисциплины теперь включают электронику, 3D механику и автоматизацию. Это открывает новые богатые возможности применения в автомобильной технике, измерениях и управлении, автоматизации, робототехнике и многих других направлениях.

Уникальная функция TINA позволяет оживить вашу схему с дополнительным USB-управлением. Аппаратное обеспечение TINALab II и LabXplorer превратит ваш компьютер в мощный многофункциональный контрольно-измерительный инструмент. С LabExplorer вы можете проводить удаленные измерения, которые отлично подходят для дистанционного обучения.

TINA распространяется в двух основных версиях - TINA Standard и TINA Design Suite. TINA Standard включает только схемное моделирование, а TINA Design Suite также включает в себя современный конструктор печатных плат. Этот полностью интегрированный макетный модуль имеет все необходимые функции для усовершенствованного дизайна печатных плат, включая многослойные гибкие печатные платы с разделением силовых проводников, мощное автоматическое размещение и автотрассировку, разрыв и изменение маршрута, ручное размещение трассировки «следуй за мной», DRC (проверка правил проектирования), аннотирование вперед и назад, смена контактов и затворов, зоны охраны и защиты, терморельеф, разветвление, плоские слои, вывод в Gerber файл и многое другое.

TINA и TINA Design Suite также имеют разные редакции, приспособленные к потребностям клиентов. Некоторые языки HDL и расширение мехатроники не являются обязательными. Версии Standard и Design Suite представлены в 64-битной и 32-битной версиях.

TINA также может использоваться в учебном процессе и включает уникальные инструменты для проверки знаний студентов, контроля успеваемости и знакомство с методами устранения неполадок. С дополнительным оборудованием это может использоваться для тестирования реальных схем и для сравнения с результатами, полученными из моделирования. Большое значение для педагогов имеет то, что пакет включает в себя все инструменты, необходимые для подготовки образовательных материалов.

Ввод схем

Принципиальные схемы вводятся с помощью удобного для использования редактора схем. Символы компонентов, выбранные из панели компонентов позиционируются, перемещаются, поворачиваются и / или зеркально отражаются на экране мышью. Каталог полупроводников TINA позволяет пользователю выбирать компоненты из расширяемой пользователем библиотеки. Современный инструмент «резиновая проволока» позволяет легко модифицировать принципиальные схемы. Вы можете открыть любое количество файлов схем или подсхем, вырезать, копировать и вставлять сегменты схемы из одной схемы в другую, и, конечно же, проанализировать любую из открытых на данный момент цепей.

TINA дает вам инструменты для улучшения вашей схемы путем добавления таких графических элементов, как линии, дуги, стрелки, рамки вокруг схемы, и основные надписи. Вы также можете рисовать неортогональные (диагональные) компоненты такие, как мосты и 3-фазные сети.

Инструмент Live 3D Breadboard

Вы можете принять свой дизайн за безопасную макетную плату (иногда называемую «белой доской») и автоматически построить реалистичное

трехмерное изображение макета. Сейчас же, когда вы запускаете TINA в интерактивном режиме, виртуальные компоненты, такие как переключатели, светодиоды, приборы и т.д. станут «живыми» и будут работать с удовлетворительным реализмом. Студенты будут использовать инструмент Live 3D Breadboard для подготовки и документирования ярких лабораторных экспериментов.

Проектирование печатной платы

Стандарт TINA включает только схемное моделирование, в то время как TINA Design Suite включает в себя современный конструктор печатных плат TINA. Этот полностью интегрированный макетный модуль имеет все необходимые функции, усовершенствованный дизайн печатных плат, включая многослойные печатные платы с разделением проводников мощности, мощное авторазмещение и автотрассировку, разрывы и перенаправление, размещение трассировки вручную и «следуй за мной», проверку правил проектирования DRC, аннотирование вперед и назад, смену штифтов и затворов, закрытые и открытые зоны, терморазгрузку, разветвление, плоские слои, инструменты для рисования шин и дифференциальных цепей, копирование схемных блоков, трехмерный вид под любым углом и многое другое. С участием TINA Design Suite вы можете подготовить печатную плату как минимум двумя способами: используя управляющие файлы G-кода для создания собственных прототипов с фрезерованием на машинах, использующих управляющие файлы G-кода, предоставленные TINA, или отправку файлов Gerber производителям печатных плат.

Проверка электрических правил (ERC)

ERC проверит цепь на предмет сомнительных связей между компонентами и откроет окно отображения. "Проверка электрических правил" ERC вызывается автоматически, поэтому недостающие соединения будут указаны вашему вниманию перед началом анализа.

Редактор схемных символов (Schematic Symbol Editor)

В TINA вы можете упростить схему путем превращения её частей в подсхему. Кроме того, вы можете создавать новые компоненты TINA из любой подсхемы Spice, независимо от того, созданы ли они самостоятельно, загружены из Интернета или полученные из компакт-диска производителя. TINA автоматически представляет эти подсхемы как прямоугольный блок на вашей схеме, но вы можете создать любую форму, которая вам нравится, с редактором схемных символов TINA.

Менеджер библиотеки (Library Manager)

TINA имеет большие библиотеки, содержащие Spice- и модели S-параметров, предоставляемые производителями полупроводников, например, такими как Analog Devices, Texas Instruments, National Semiconductor и другими. Вы можете добавить больше моделей в эти библиотеки или создать свою собственную библиотеку Spice- и S-параметров с использованием Менеджера библиотек TINA (LM).

Поддержка модели IBIS.

IBIS (Информация о спецификации буфера ввода/ \ вывода). Это метод предоставления моделирующей информации о буферах ввода / вывода интегральных схем. Достоинство моделей IBIS в том, что они часто доступны даже для устройств, где полные модели устройств у производителей отсутствуют. Одно из наиболее популярных применений моделей IBIS - анализ целостности сигнала, включая согласование импеданса и многое другое. TINA в настоящее время поддерживает наиболее распространенную версию IBIS 4.2.

В TINA вы можете конвертировать модели IBIS в макросы Spice, а затем использовать их в любых схемах в TINA. Вы также можете заполнить упрощенные модели цифровых устройств, например MCU с моделями IBIS для лучшего описания их аналогового поведения. Подробно описано использование моделей IBIS в Руководстве по расширенным темам TINA.

Экстрактор параметров (Parameter Extractor)

Используя средство извлечения параметров TINA, вы можете также создавать модели компонентов, которые более точно представляют реальные мировые устройства путем преобразования данных измерений или каталогов в параметры модель.

Редактор текста и формул (Text and Equation Editor)

TINA включает текст и уравнения. Редактор для аннотирования схем и расчетов включает вывод графики и результатов измерений. Это неоценимая помощь учителям для подготовки задач и примеров. Вы также можете создавать всплывающие тексты, которые отображаются при наведении курсора на их заголовки.

Принципиальные схемы и результаты расчетов или измерений могут быть распечатаны или сохранены в файлах в стандартных форматах Windows BMP, JPG, WMF и формате CFG. Эти выходные файлы могут обрабатываться рядом широко известных программных пакетов (Microsoft Word, Corel Draw и др.).

Списки соединений можно экспортировать и импортировать в формате Pspice, а также управлять популярными пакетами печатных плат, такими как ORCAD, TANGO, PCAD, PROTEL, REDAC и другие программы.

Анализ постоянного тока (DC analysis)

DC analysis рассчитывает рабочую точку постоянного тока и передаточную характеристика аналоговых схем. Пользователь может отображать рассчитанные и / или измеренные узловые напряжения в любом узле путем выбора узла курсором. Для цифровых схем программа решает логическое уравнение состояния и отображает результаты на каждом узле шаг за шагом.

Переходный анализ (Transient analysis)

В переходном и смешанном режиме TINA вы можете рассчитать отклик схемы на входные сигналы, которые могут быть выбраны из нескольких вариантов (импульсный, единичный шаг, синусоидальный, треугольная волна, прямоугольная волна, общая трапецеидальная форма волны, файл WAV, белый шум и определяемое пользователем возбуждение) и параметризовать по мере необходимости.

Для цифровых схем, программируемых часов и цифрового сигнала есть специальные генераторы. Расчет конечного КПД и рассеиваемой мощности также включены.

Автоматическая сходимость (Auto convergence)

Сходимость при получении решения – одна из самых сложных задач схемотехнического моделирования, поскольку имеется нелинейный характер электронных схем. Хотя TINA - один из лучших конвергентных симуляторов на рынке, иногда может потребоваться ручная настройка параметров для достижения сходимости. Доступны для использования несколько наборов параметров анализа в случае проблемы сходимости. В TINA v12 и более поздних версиях эти наборы параметров автоматически применяются в случае необходимости. Пользователь также может добавить дополнительные настройки.

Анализ переходных шумов (Transient Noise Analysis)

Шумовые эффекты обычно моделируются с помощью линейного анализа шума переменного тока, который также доступен в TINA. Однако, когда шум влияет на поведение системы нелинейным образом, линейный анализ шума больше не является удовлетворительным, и необходим анализ переходного шума, то есть моделирование во временной области. Несколько примеров:

- Анализ систем с низким отношением сигнал / шум.
- Анализ шума в цепях генератора
- Анализ шумовых эффектов в цифровых схемах.

Генераторы напряжения и тока TINA теперь включают параметризуемый сигнал белого шума, а прикладные схемы доступны для генерации других типичных шумовых сигналов, что делает возможным анализ переходного шума.

Фурье-анализ (Fourier analysis)

Помимо расчета и отображения отклика, коэффициенты ряда Фурье, гармонические искажения для периодических сигналов и спектр Фурье непериодических сигналов также могут быть рассчитаны в программе TINA.

Цифровое моделирование (Digital Simulation)

TINA теперь включает очень быстрый и мощный тренажер для цифровых схем. Вы можете отслеживать работу схемы шаг за шагом, вперед и назад, или

просмотреть полную временную диаграмму в специальном окне логического анализатора. Помимо логических вентилях есть ИС (интегральные схемы) и другие цифровые компоненты из большой библиотеки компонентов TINA.

Моделирование HDL (HDL simulation)

TINA теперь включает в себя все основные аналоговые, цифровые и смешанные языки описания оборудования VHDL, Verilog, Verilog A, Verilog AMS и SystemC для проверки проектов в аналоговой, цифровой и аналогово-цифровой среде со смешанными сигналами. Ваши схемы могут содержать редактируемые блоки HDL из библиотек TINA и Xilinx или другие компоненты HDL, созданные вами или загруженные из Интернет. TINA компилирует HDL в высокоэффективный машинный код для оптимизации скорости. Вы можете свободно комбинировать HDL и Spice макросы и схемные компоненты TINA. Также вы можете редактировать источник компонентов HDL на VHDL, Verilog, Verilog A и AMS, а затем смоделируете и сразу же увидите результат. Со встроенным HDL отладчиком вы можете запускать VHDL, Verilog, Verilog A и AMS компоненты шаг за шагом, добавить точки останова, точки наблюдения, отобразить переменную информацию и т. д. Исходные компоненты SystemC вы можете отредактировать и скомпилировать с помощью MS Visual C, а затем добавить в TINA как высокопроизводительные скомпилированные компоненты.

Моделирование микроконтроллеров (MCU) (Microcontroller (MCU) simulation)

TINA включает в себя широкий спектр микроконтроллеров (PIC, AVR, 8051, HCS, ARM, XMC), которые вы можете тестировать, отлаживать и запускать в интерактивном режиме. Встроенный ассемблер MCU позволяет вам модифицировать ваш ассемблерный код и быстро увидеть результат.

Вы также можете программировать и отлаживать MCU на C (Си), используя внешние компиляторы C, включая компиляторы MPLAB-XC. В TINA v12 и более поздних версиях более 1400 моделей MCU доступны для моделирования и проектирования печатных плат.

Редактор блок-схем и отладчик (Flowchart Editor and Debugger)

Написание ассемблерного кода MCU часто трудная и утомительная задача. Вы можете упростить разработку программного обеспечения и получить больше времени на проектирование электронного оборудования, если вместо ручного кодирования вы используете редактор блок-схем TINA и отладчик для генерации и отладки кода MCU. Этот простой в использовании инструмент работает с символами и линиями управления потоком, с помощью которых вы можете представить алгоритм, который вы хотите. TINA также поддерживает генераторы другого кода, бесплатную платформу генерации кода

XMC DAVE от Infineon Technologies и графический язык программирования FLOWCODE от Matrix Technology Solutions Limited.

Анализ переменного тока (AC analysis)

Вычисляет комплексное напряжение, ток, импеданс и можно рассчитать мощность. Кроме того, можно построить, диаграммы Найквиста и Боде, амплитудные, фазовые и групповые характеристики задержки аналоговых цепей. Вы также можете нарисовать сложную векторную диаграмму. Для нелинейных цепей автоматически выполняется линеаризация рабочей точки.

Сетевой анализ (Network analysis)

Определяет двухпортовые параметры сетей (S, Z, Y, H). Это особенно полезно, если вы работаете с радиочастотными цепями.

Результаты могут отображаться на диаграммах Смита, полярных диаграммах или других диаграммах. Сетевой анализ проводится с помощью анализатора сети TINA.

Радиочастотные модели элементов схемы можно определить как подсхемы SPICE (макросы SPICE), содержащие паразитные компоненты (катушки индуктивности, конденсаторы) или как модель S-параметров, определяемую её функцией S (частота). S - функции обычно предоставлены производителями комплектующих (исходя из их измерений) и могут быть загружены из Интернета и вставлены в TINA вручную или с помощью библиотеки TINA менеджера библиотек.

Линейный анализ шума переменного тока (Linear AC Noise Analysis)

Определяет спектр шума относительно входа или выхода. Мощность шума и отношение сигнал / шум (SNR) также можно рассчитать.

Символьный анализ (Symbolic analysis)

Дает передаточную функцию и формируют свернутое выражение отклика аналоговых линейных сетей на постоянном токе, переменном токе и в переходном режиме. Точное решение, рассчитанное через символический анализ, также можно построить и сравнить с численно рассчитанными или измеренными результатами. Встроенный интерпретатор может оценивать и строить произвольные функции.

Монте-Карло и анализ наихудшего случая (Monte-Carlo and Worst-case analysis)

Допуски могут быть назначены к элементам схемы для использования в Монте-Карло и / или анализа в худшем случае. Результаты могут быть получены статистически, а их ожидаемые значения, стандартные отклонения и рассеяние также могут быть рассчитаны.

Инструмент дизайна (Design Tool)

Этот мощный инструмент работает с расчетными уравнениями для вашей схемы, чтобы гарантировать, что указанные входы приводят к указанным выходным ответам. Этот инструмент предлагает вам механизм решения, который вы можете использовать для многократного и точного решения различных сценариев. Рассчитанные значения компонентов автоматически устанавливаются в сопутствующую схему TINA, и вы можете проверить результат моделированием. Эта функция также очень полезна для производителей полупроводников и других компонентов электроники для предоставления приложений схем вместе с процедурой проектирования.

Оптимизация (Optimization)

Усовершенствованный инструмент оптимизации TINA может настроить один или больше неизвестных параметров схемы для достижения заранее определенной цели ответа. Отклик целевой цепи (напряжение, ток, импеданс или мощность) необходимо «контролировать» с помощью счетчиков. Например, вы можете указать несколько рабочих точек постоянного напряжения или функцию параметров передачи переменного тока и затем TINA определит значения выбранных компонентов.

Постпроцессор (Post-processor)

Еще один замечательный новый инструмент TIN A – это постпроцессор. С помощью постпроцессора вы можете добавлять новые кривые напряжения или тока практически для любого узла и компонента к существующим диаграммам. Кроме того, вы можете постобработать существующие кривые, добавив либо вычитая кривые, либо применяя к ним математические функции.

Вы также можете рисовать траектории, т.е. выразить любое напряжение или ток как функцию другого напряжения или тока.

С TINA вы можете создавать качественные документы, включая графики Боде, диаграммы Найквиста, фазора, полярные диаграммы и диаграммы Смита, переходные характеристики, цифровые сигналы и другие данные с использованием линейных или логарифмических шкал. Легко настраивать презентации с помощью расширенных инструментов рисования TINA - вы можете распечатать свои графики прямо из TINA, вырезать и вставить их в свой любимый текстовый редактор или экспортировать их в популярные стандартные форматы. Настройка включает полный контроль над текстами, осями и стилем сюжета: например, установка ширины линии и цвета, шрифты всех размеров и цветов, а также автоматическое или ручное масштабирование для каждой оси. В TINA v12 и более поздних версиях отображение курсора интегрировано в окно диаграммы и можно отображать все кривые под курсором.

Интерактивный режим (Interactive mode)

Когда все в порядке, окончательное испытание вашей схемы состоит в том, чтобы опробовать ее в «реальной жизни» с помощью интерактивных элементов управления (например, клавиатуры и переключателей) и просмотреть её работу на дисплее по другим показателям. Вы можете провести такой тест с помощью интерактивного режима в TINA. Вы можете не только играть с элементами управления, но и также изменять значения компонентов во время анализа. Кроме того, вы можете назначить горячие клавиши для значений компонентов и переключателей, чтобы изменить их, просто нажав клавишу. Вы сразу увидите эффект от изменения. Вы также можете протестировать приложения MCU в интерактивном режиме TINA. Вы можете не только запускать и тестировать их, используя несколько реалистичных интерактивных элементов управления, например, клавиатуры, но вы можете также отлаживать их, пока MCU пошагово выполняет код ASM и отображает содержимое регистра и выходы TINA на каждом этапе. Если необходимо, вы можете изменить код ASM на лету и протестировать свою схему снова без использования каких-либо других инструментов.

Виртуальные инструменты (Virtual instruments)

В дополнение к стандартным аналитическим презентациям таким как графики Боде и Найквиста, TINA может представить результаты своего моделирования на широком спектре высокотехнологичных виртуальных инструментов. Например, вы можете смоделировать время отклика вашей схемы с помощью виртуального генератора прямоугольных сигналов и виртуального осциллографа. Использование виртуальных инструментов TINA - хороший способ подготовиться к использованию реального теста и измерительного оборудования. Конечно важно помнить что «результаты измерений», полученные с помощью виртуальных инструментов, все еще моделируются. Начиная с v11, TINA также включает виртуальные инструменты (можно найти на вкладке компонента Meters) для интенсивности, среднего значения и частоты.

Тестирование и измерения в реальном времени (Real-time Test & Measurements)

TINA может выйти за рамки моделирования, когда на главном компьютере установлено дополнительное оборудование. С помощью этого оборудования мощные инструменты TINA могут сделать измерения в реальном времени на реальных схемах и выполнить отображение результатов на своих виртуальных инструментах.

Обучение и экзамены. (Training and Examination)

TINA имеет специальные режимы работы для обучения и экзаменов. В этих режимах под контролем TINA ученики решают задачи, поставленные

учителем. Формат решения зависит от типа задач: их можно выбрать из списка, рассчитать в числовом или символьном виде. Интерпретатор, предоставляющий ряд инструментов решения, также может быть использован для решения проблем. Если студент не может решить задачу, он / она может обратиться к многоуровневому советнику. В комплект входят все инструменты необходимые для производства учебных материалов. Сборник примеров и задачи, разработанные учителями, также являются частью пакета.

Еще одна специальная образовательная функция TINA - это программное обеспечение или аппаратное моделирование неисправностей схем для практического устранения неисправностей.

Используя TINA, вы можете превратить существующие классы ПК в современные учебные лаборатории электроники по невысокой цене.

Расширение мехатроники (Mechatronics Extension)

С помощью этого дополнительного дополнительного пакета вы можете в настоящее время создавать и моделировать мультидисциплинарные проекты, включая электронику, 3D-механику и технику управления. Вы можете разместить источники света, датчики света, двигатели и исполнительные механизмы в механическое окно TINA и соединять со своими аналогами в аналоговые, цифровые смешанные электронные схемы. Вы можете контролировать механику из части электроники TINA даже со сложным программным обеспечением, написанное на языке C или ассемблере, затем скомпилировать и выполнить код в микроконтроллерах при запуске электронного и трехмерного механического моделирования одновременно.

1.2 Доступные версии программы

Существуют и имеется в наличии разные версии программ, адаптированные к различным потребностям.

TINA распространяется в основных версиях TINA и TINA Design.

TINA включает только моделирование, а TINA Design Suite включает также наш новый современный конструктор печатных плат.

Обе версии доступны со следующими функциями:

- **Промышленная версия (Industrial version):**

включает все функции TINA и служебные программы (утилиты).

- **Сетевая версия (Network version):**

TINA может использоваться под самыми известными сетями, включая Microsoft, Linux, Novell, Citrix и другие.

Эта функция особенно рекомендуется для корпоративного и образовательного использования.

- **Образовательная версия (Educational version):** имеет большинство функций промышленной версии, но только для одного параметра, анализ напряжения и вычислитель установившегося состояния не включены.

- **Classic Edition (Classic Edition):** имеет те же функции, что и образовательная версия, за исключением того, что сетевой анализ не разрешен, большая библиотека компонентов S-параметров TINA и экстрактор параметров, анализ напряжений и вычислитель установившихся состояний не включены. Поддержка модели IBIS, рассеивание и расчет эффективности и инструмент автосхождения не включены.

Студенческая версия (Student Version)

имеет те же функции, что и Classic Edition версия, за исключением того, что размер схемы ограничен 100 узлами, включая внутренние макроузлы Spice. Количество контактных площадок на макете печатной платы также ограничено 100. Глобальные параметры и расширения HDL не допускаются.

• Базовая версия (Basic version)

Имеет те же функции, что и Classic Edition, за исключением того, что размер схемы ограничен 200 узлами, включая внутренние Spice макроузлы. Количество контактных площадок на разводке печатной платы также ограничено 200. Глобальные параметры и расширения HDL не разрешаются.

• Версия Basic Plus.

Имеет те же функции, что и Classic Edition за исключением того, что размер схемы ограничен 800 узлами, включая внутренние макро-узлы Spice. Количество контактных площадок на плате макета также ограничен 800. Глобальные параметры и HDL расширения не допускаются.

Дополнительные опции:

• Расширение HDL:

расширяет стандартное оборудование VHDL, язык описания в TINA с Verilog, Verilog A и Verilog AMS и SystemC.

• Дополнительный пакет Mechatronics Extension:

создание и моделирование мультидисциплинарного дизайна одновременно, включая электронику, 3D - механику и автоматизацию.

1.3 Опциональное дополнительное оборудование

1.3.1 TINALab II - Высокоскоростной многофункциональный инструмент ПК

С TINALab II вы можете превратить свой ноутбук или настольный компьютер в мощный многофункциональный прибор для испытаний и измерений.

Какой бы инструмент вам ни понадобился (мультиметр, осциллограф, спектральный анализатор, логический анализатор, генератор сигналов произвольной формы или цифровой генератор сигналов) он у вас под рукой одним щелчком мыши. Кроме того, TINALab II можно использовать с симуляцией цепей в программе TINA для сравнения моделирования и измерений как уникальный инструмент для разработки схем, поиска неисправностей и изучения аналоговой и цифровой электроники.

TINALab II имеет полосу пропускания от 0 до 50 МГц, разрешение 10/12 бит, двухканальный цифровой запоминающий осциллограф. Из-за своей передовой технологии выборки эквивалентного времени, TINALab может захватить любой повторяющийся сигнал с эквивалентной частотой дискретизации до 4GS / s (GigaSample/sec), в то время как в режиме одиночного снимка частота дискретизации составляет 20 MS / s. Полный масштаб входного диапазона составляет ± 80 В, от 5 мВ до 20 В / дел.

Синтезированный генератор функций обеспечивает синусоидальную, квадратную, линейную, треугольные и произвольные формы сигналов от постоянного тока до 4 МГц, с логарифмической и линейной разверткой, а также модуляцию до 10 В от пика к пику.

Сигналы произвольной формы могут быть запрограммированы на высоком уровне, легко использовать интерпретатор языка TINA. Автоматическая работа в сочетании с генератором функций, анализатором сигналов измеряет и отображает амплитуду Боде и фазовые диаграммы, Найквист - диаграммы, а также работает как анализатор спектра

Инструменты анализатора и цифрового ввода / вывода для высокотехнологичного цифрового генератора сигналов и логики позволяют проводить быстрое 16-канальное цифровое тестирование до 40 МГц.

Дополнительный мультиметр для TINALab II позволяет использовать DC / AC измерения в диапазонах от 1 мВ до 100 В и от 100 мА до 1 А. Мультиметр также может измерять сопротивление постоянному току в диапазоне от 1 Ом до 1 МОм.

Вы также можете вставить модули Experimenter в слот на передней панели TINALab II, позволяющей моделировать, измерять и устранять неполадки практически для всего спектра аналоговой и цифровой электроники.

Использование TINALab II с TINA дает вам уникальную возможность иметь схемотехническое моделирование и измерения в реальном времени в одной интегрированной среде. Это бесценный инструмент для устранения неполадок и воплощения ваших проектов в жизнь путем сравнения смоделированных и измеренных результаты.

1.3.2 LabXplorer: Многофункциональный прибор для образования и обучения с локальными и удалёнными возможностями измерения

LabXplorer превращает ваш настольный компьютер, ноутбук, планшет или смартфон в мощный, многофункциональный испытательный и измерительный прибор для широкого спектр приложений. Инструменты, все, которые вам нужны, на ваших кончиках пальцев. LabXplorer предоставляет мультиметр, осциллограф, спектральный анализатор, логический анализатор, программируемый аналоговый и цифровой сигнал-генератор, анализатор импеданса, а также измеряет характеристики пассивных электронных компонентов и полупроводниковых приборов.

LabXplorer может использоваться с виртуальными приборами как автономно так и удаленно через Интернет или LAN.

Он также поддерживает программу моделирования цепей TINA и ее облако на базе версии TINACloud для сравнения моделирования и измерения как уникальный инструмент для разработки схем, устранения неисправностей и изучения аналоговой и цифровой электроники.

В удаленном режиме виртуальные приборы Labexplorer работают на большинстве операционных систем и компьютеров, включая ПК, Mac, тонкие клиенты, планшеты - даже на множестве смартфонов, смарт-телевизоров и электронных книг. Вы можете использовать LabXplorer удаленно в классе, компьютерном классе, дома и, фактически, в любой точке мира, где есть доступ в Интернет. LabXplorer поставляется с различными дистанционно программируемыми и подключаемыми аналоговыми, цифровыми и экспериментальными платами со смешанной схемой.

ГЛАВА 2. Новые возможности TINA

В этой главе описаны новые функции и изменения последней версии TINA v12. Многие из новых функций были предложены пользователями TINA, в то время как другие были созданы командой DesignSoft. Мы уверены, что вы разделите наши восторги по поводу этих новых функций.

2.1 Список новых функций в TINA v12

- 32-битные и 64-битные версии
- Расчет рассеиваемой мощности и эффективности
- Импорт и анализ модели IBIS
- Встроенное отображение курсора в окне диаграммы
- Курсор отображает все кривые на диаграммах переходных процессов
- Подсветка синтаксиса в редакторах Spice и HDL
- Компиляция библиотеки HDL и управление ею
- Глобальное пошаговое изменение параметров
- Расширенный диалог вставки радиочастотного компонента
- Мастер S-параметров
- Редактор команд управления Spice (.AC, .DC, .NOISE, .TRAN)
- Расширенная поддержка цифровых блоков формата PSpice.
- Запуск моделирования Spice из командной строки (внешний инструмент для формата списка соединений)
 - Запуск TINA из командной строки (формат .TSC)
 - Сохранение последних настроек виртуальных инструментов
 - Контроль автоматического разделения выходов в окне диаграммы

Улучшения сходимости

- Автоконвергенция (моделирование переходных процессов с помощью системы или разных наборов параметров пользователя)
 - Моделирование переходных процессов с нулевым начальным напряжением, если при работе расчет не выполняется.

Новые модели устройств

- Новые устройства АЦП Delta-Sigma
- Модель BSIM3V3.2
- Устройства на основе GaAs
- Устройства GaN

Расширенная поддержка MCU

- Более 500 MCU, всего 1400 MCU
- микроконтроллеры PIC16 (222 устройства)
- Поддержка микроконтроллеров STM32 F4, F7 (227 устройств)
- Поддержка интерфейса PIC18, PIC32 CAN
- Поддержка микроконтроллера Texas Instruments Tiva серии C TM4C123x Cortex-M4 (51 устройство)

- Поддержка расширителя ввода / вывода MCP23S17
- Поддержка процессора Texas Instruments Sitara AM3358
- Окно Serial Monitor для мониторинга последовательной связи

Другие новые функции

- Функции интерпретатора стандартных значений для компонентов (серия E)
- Установка глобального параметра как входного для расчета передачи постоянного тока
 - Добавление комментариев к входным параметрам инструмента дизайна
 - Редактор горячих клавиш - определение пользовательских горячих клавиш
 - Показ частичного результата моделирования переходных процессов, если симуляция прервана
 - Ссылки управления расширенным анализом

Дизайн печатной платы

- Шинное соединение
- Конструкция линии передачи (дифференциальная пара)
- Повторение блока (копирование макроблока)

ГЛАВА 3. Установка и запуск

3.1 Процедура установки

3.1.1 Минимальные требования к аппаратному и программному обеспечению

Для работы с программой требуются:

- Intel Pentium или аналогичный процессор
- 1 Гб оперативной памяти
- 300 Мб свободного места на жестком диске
- CD-ROM (в случае установки CD ROM)
- Мышь или тачпад
- Карта адаптера VGA и монитор
- Microsoft Windows XP, 7, 8, 10
- Поддерживаемые сети (для сетевых версий): MS Windows 2000 / 2003/2008/2012 Server или новее, Linux Server, Novell Netware версия 3.12

или новее.

Если программа защищена от копирования аппаратным ключом, минимальная аппаратная конфигурация включает также порт USB.

3.1.2 Установка с CD-ROM или из Интернета

3.1.2.1 Установка с CD-ROM

Чтобы начать установку, просто вставьте компакт-диск в свой компакт-диск в драйвер машины. Программа установки запустится автоматически, если включена функция автозапуска вашего CD-ROM (по умолчанию Windows).

Если нет, выберите Пуск / Выполнить и введите:

D: SETUP (Enter) (где D представляет ваш дисковод компакт-дисков).

Программа установки запустится.

3.1.2.2 Установка из Интернета

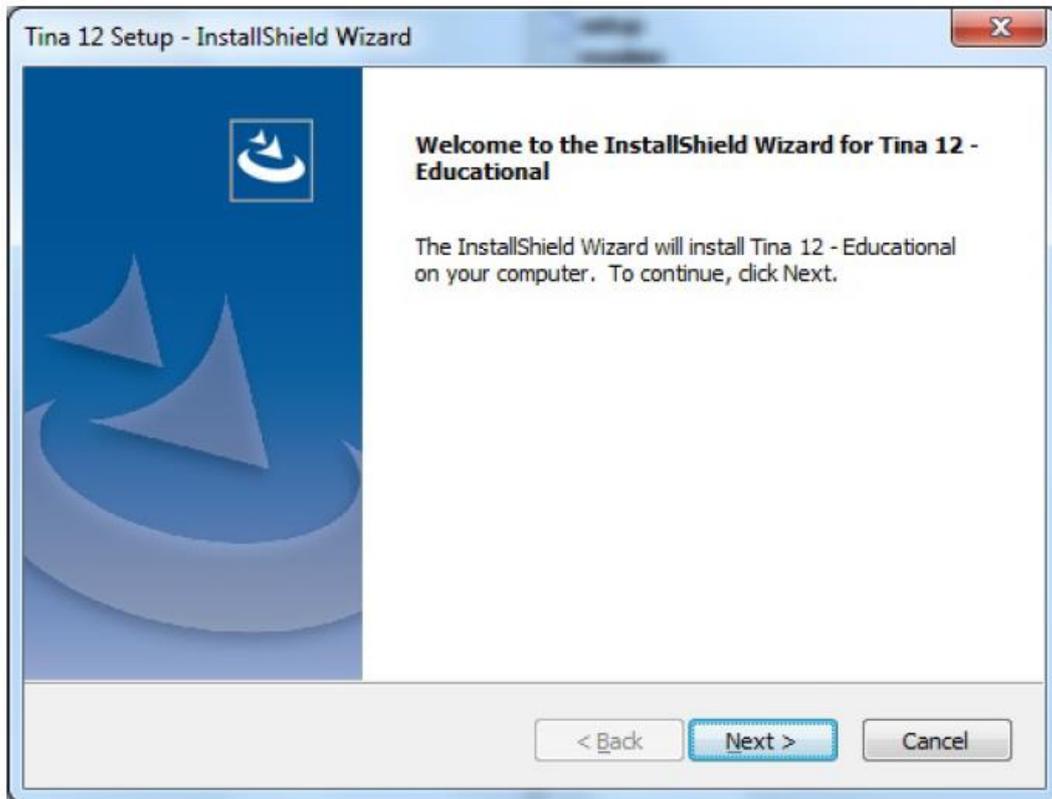
Если вы приобрели загружаемую версию TINA, вам необходимо загрузить её, используя ссылку для загрузки, отправленную по электронной почте после вашей удачной покупки.

Windows обычно сохраняет загруженные файлы в папке Downloads, которая находится под вашим именем пользователя в папке пользователей на диске, на котором установлена Windows (например, C: \ users \ ваше имя \ загрузки). Дважды щелкните файл, чтобы начать установку. Если вы приобрели дополнительный пакет Mechatronics, вы должны установить его отдельно после установки TINA.

3.1.3 Выполнение шагов по установке

Процедура установки TINA следует стандартным шагам для большинства программ Windows. Есть несколько экранных страниц, на которых вы можете ввести или изменить важные параметры установки, такие как Тип Установки, Конечный Каталог и т. д. Чтобы продолжить установку, нажмите на .

Вы всегда можете сделать шаг назад, используя кнопку . Если вы не хотите продолжать установку по какой-либо причине, нажмите . Если вы решите отменить установку, программа спросит вас, действительно ли вы очень хотите выйти. На этом этапе вы можете возобновить установку или выйти из программы установки.



3.1.4 Добро пожаловать и лицензионное соглашение на программное обеспечение

Чтобы начать процедуру, нажмите Далее на странице приветствия.

Первый шаг - это лицензионное соглашение по программному обеспечению.

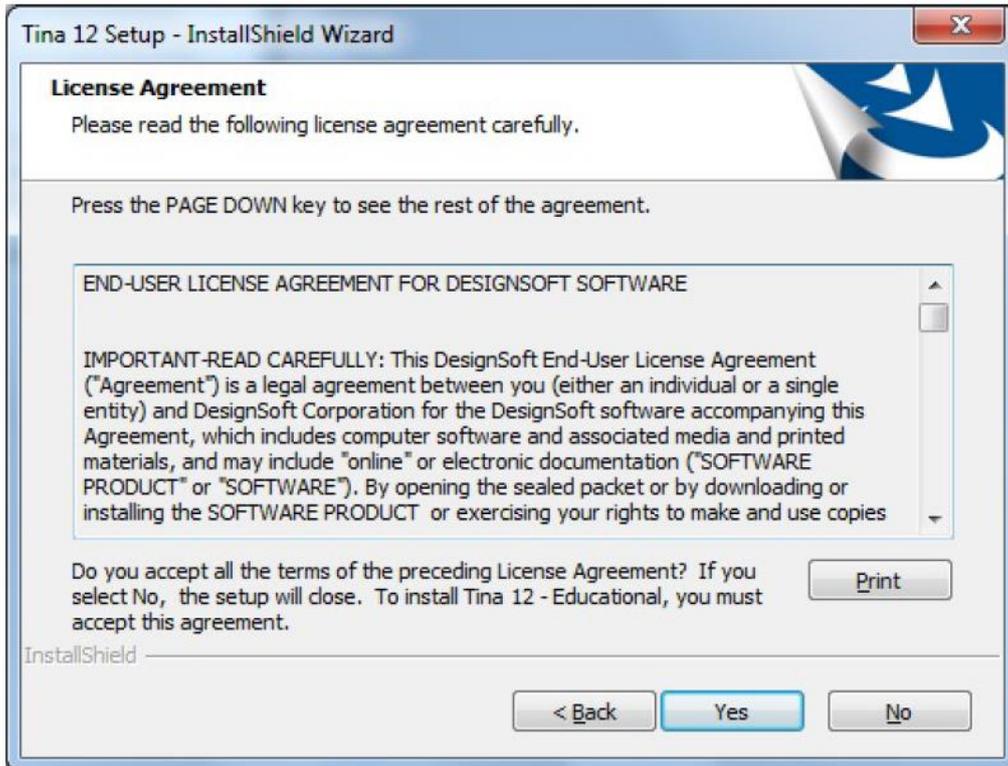
Примечание:

Нажимая «Да», вы полностью соглашаетесь с Условиями DesignSoft и Условиями использования этого программного обеспечения.

3.1.5 Ввод информации о пользователе

Эти данные используются для персонализации вашей копии программного обеспечения. По умолчанию программа установки принимает введенные данные, когда вы настроите Windows. Вы принимаете эти имена по умолчанию, нажимая на кнопку Далее или вы можете их изменить.

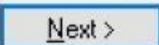
В зависимости от версии вашей программы вам также может потребоваться ввести серийный номер, который находится на упаковке компакт-диска или на вашем Quick Start Manual (Кратком руководстве запуска).

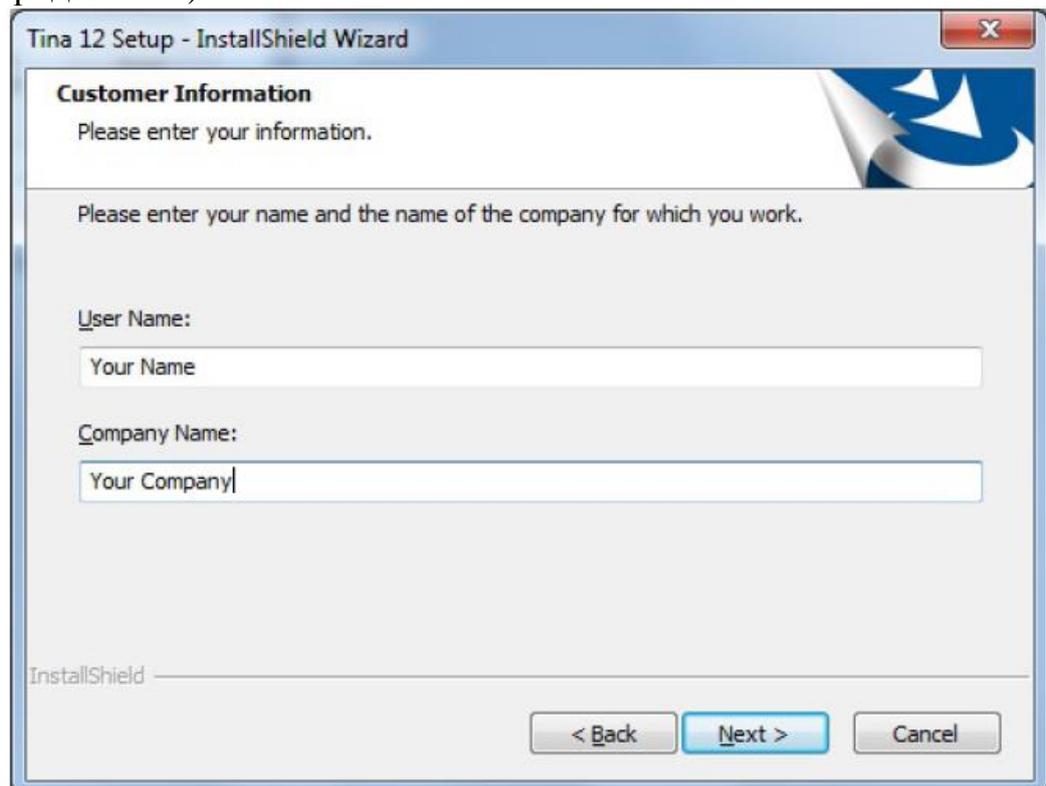


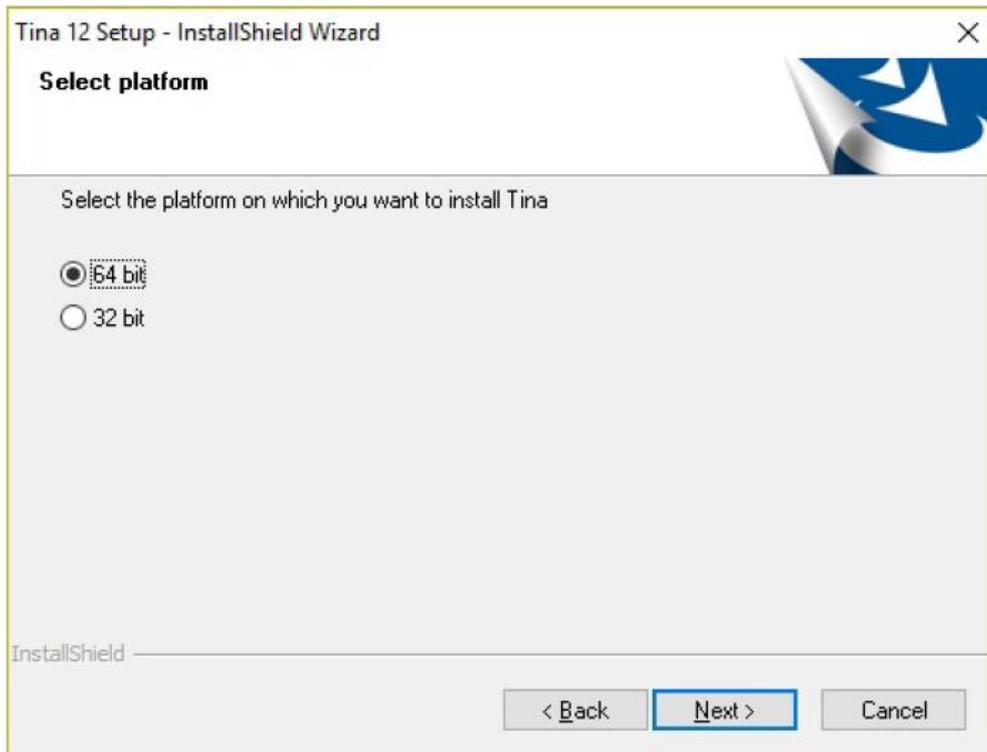
3.1.6 Выбор платформы

Установщик включает в себя как 32-битную, так и 64-битную версии TINA.

Он автоматически выберет правильную версию для установки.

Если у вас 64-битная Windows и вы хотите установить 32-битную версию TINA вы можете выбрать 32-битную версию, но не наоборот. Нажмите на  (продолжить).



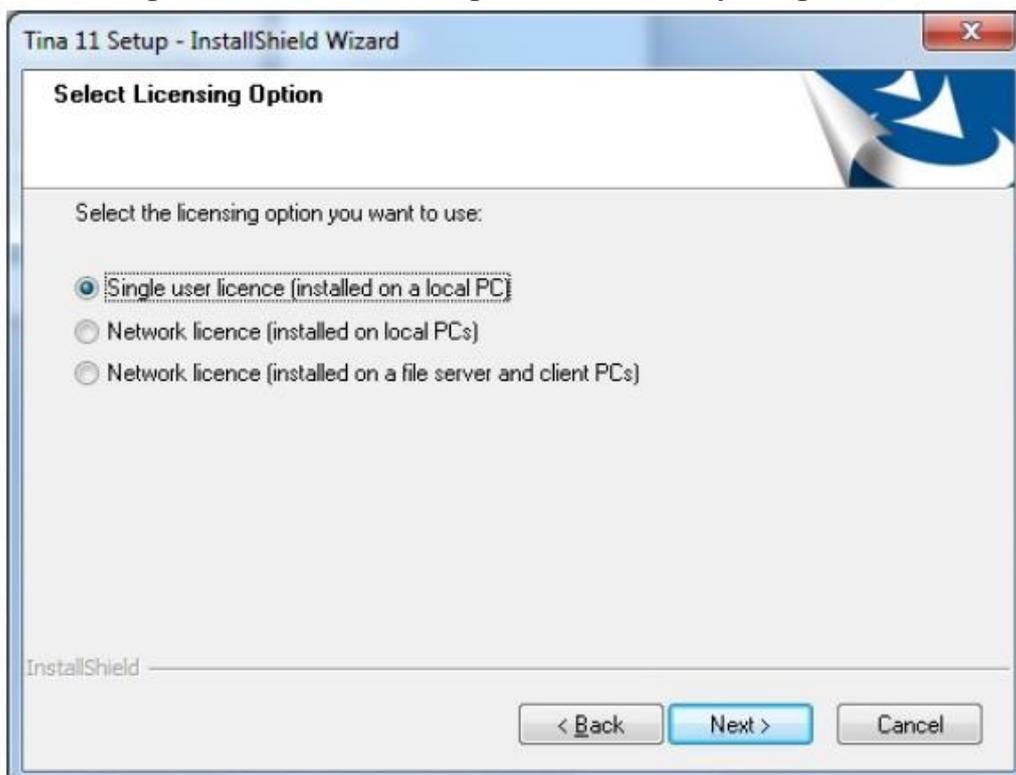


3.1.7 Лицензия на одного пользователя и параметры сети

3.1.7.1 Лицензия на одного пользователя (устанавливается на локальный ПК)

Выберите этот вариант, если у вас есть лицензия на одного пользователя и вы хотите использовать единственную копию TINA на локальном ПК.

Однако, если вы приобрели сетевую лицензию и хотите использовать TINA в сетевой среде вы можете выбрать один из двух вариантов.



3.1.7.2 Сетевая лицензия, установленная на локальных ПК

Выберите этот вариант, если вы хотите использовать сервер в качестве лицензированного сервера. В этом случае сервер хранит информацию о лицензии, а программное обеспечение установлено на рабочие места. После того, как вы установили пакет на первую рабочую станцию, запустите TINA и выберите место для информационного файла лицензии на файловом сервере, затем авторизуйте пакет. В заключение установите программное обеспечение на каждую другую рабочую станцию (клиент), где вы хотите использовать TINA. На этих станциях, когда вы запускаете TINA в первый раз, вам нужно найти файл лицензии на сервере.

Никакого другого разрешения не требуется.

3.1.7.3 Сетевая лицензия, установленная на файловом сервере

Выберите этот вариант, если вы хотите использовать сервер в качестве файлового сервера. В этом сервере хранятся файлы программного обеспечения и также лицензионная информация. Вы должны выбрать сетевой ресурс в диалоговом окне назначения установки и установить туда пакет. Затем вам необходимо установить пакет на первую рабочую станцию и авторизовать его. Выберите команды Выполнить в меню Пуск Windows, введите команду U: \ Tina \ NWSetup \ setup, где U: представляет ваш сетевой диск и следуйте инструкциям. Обратите внимание, что TINA – это основной программный каталог, содержащий TINA на сервере. Запустите TINA на первой рабочей станции.

Обратите внимание, что при авторизации первой рабочей станции необходим полный доступ к общей сетевой папке, где находится TINA. Авторизуйте TINA.

Наконец, вы должны запустить программу установки на всех остальных рабочих станциях (клиентах), где вы хотите использовать TINA. Авторизация на этих станциях не требуется.

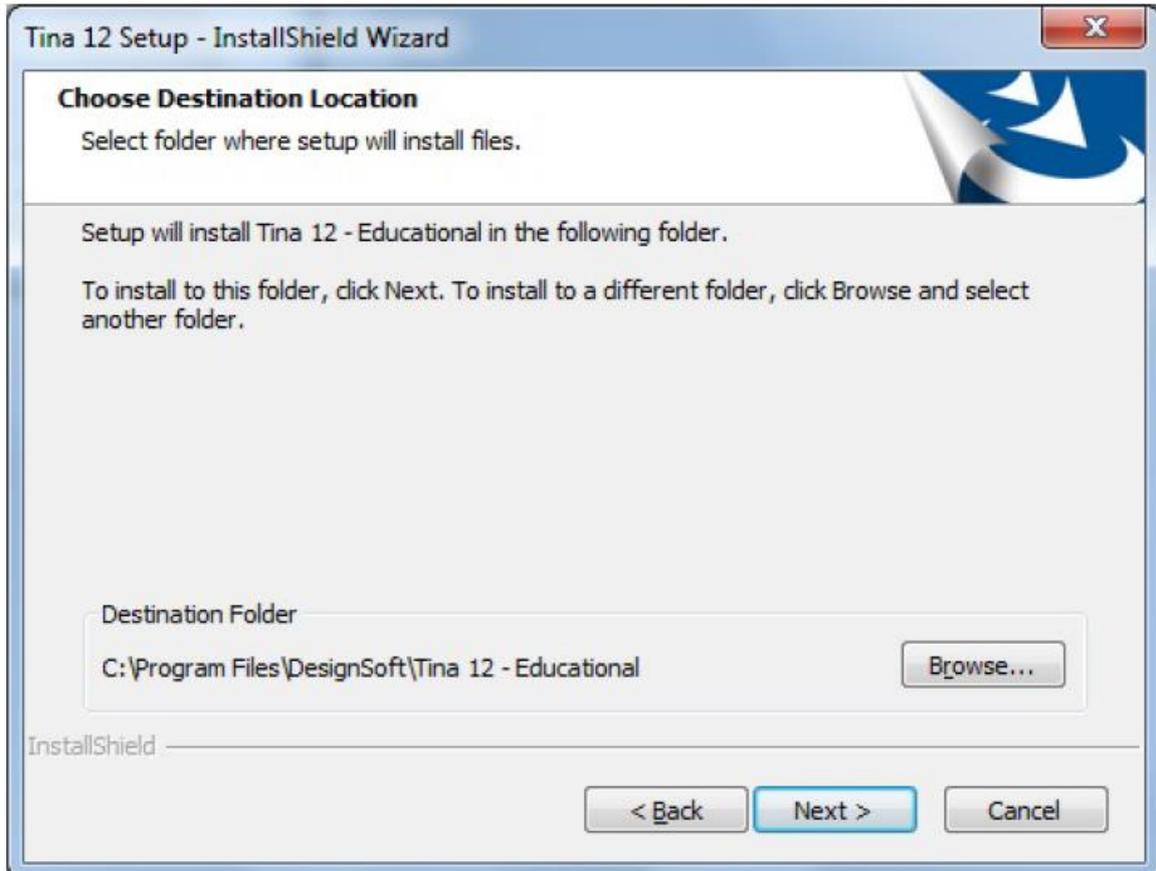
3.1.8. Выбор места установки

Здесь вы можете выбрать каталог установки, отличный от предлагаемого по умолчанию. По умолчанию используется стандартный каталог программ Windows.

Чтобы изменить каталог, нажмите «Обзор» и выберите другой диск и / или каталог и выберите папку в диалоговом окне Choose Destination Location.

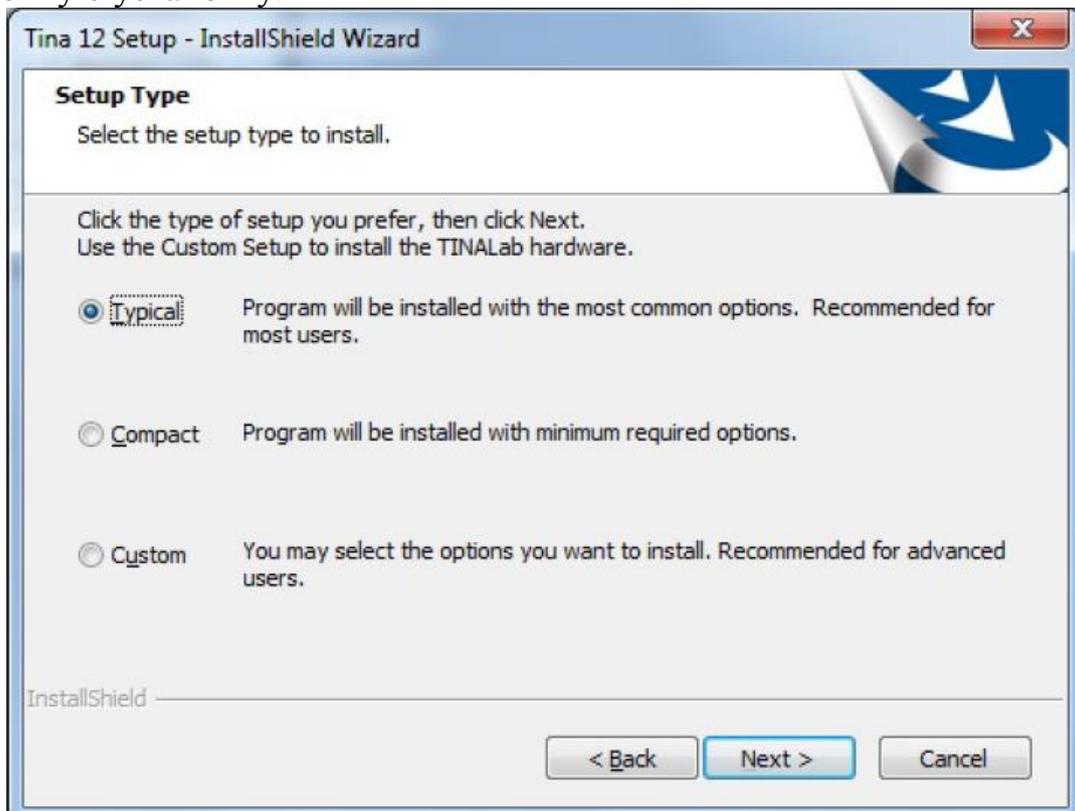
Важное замечание:

Если вы устанавливаете TINA для Windows на жесткий диск, на котором уже есть более ранняя версия TINA, вы должны обязательно использовать новое имя каталога для TINA в Windows, например, рекомендуемый каталог C: \ ProgramFiles \ DesignSoft \ Tina. Иначе уже созданные вами рабочие файлы могут быть перезаписанными и потерянными. Если вы сомневаетесь, выйдите из установки, скопируйте файлы TINA для безопасности в каталог другого жесткого диска или на гибкие диски, затем возобновите настройку.



3.1.9 Выбор типа настройки

TINA предлагает вам три различных типа настройки. Вы можете запустить стандартную установку (по умолчанию), компактную установку или выборочную установку.



Примечание:

Подробные настройки для компактной установки производятся после того, как вы выберете "Компактный" и нажмете "Далее".

3.1.9.1 Стандартный тип

Установлены наиболее часто используемые компоненты. Это включает в себя программные файлы, образцы и служебные программы (например, Exam Manager, Spice менеджер библиотеки).

3.1.9.2 Компактный тип

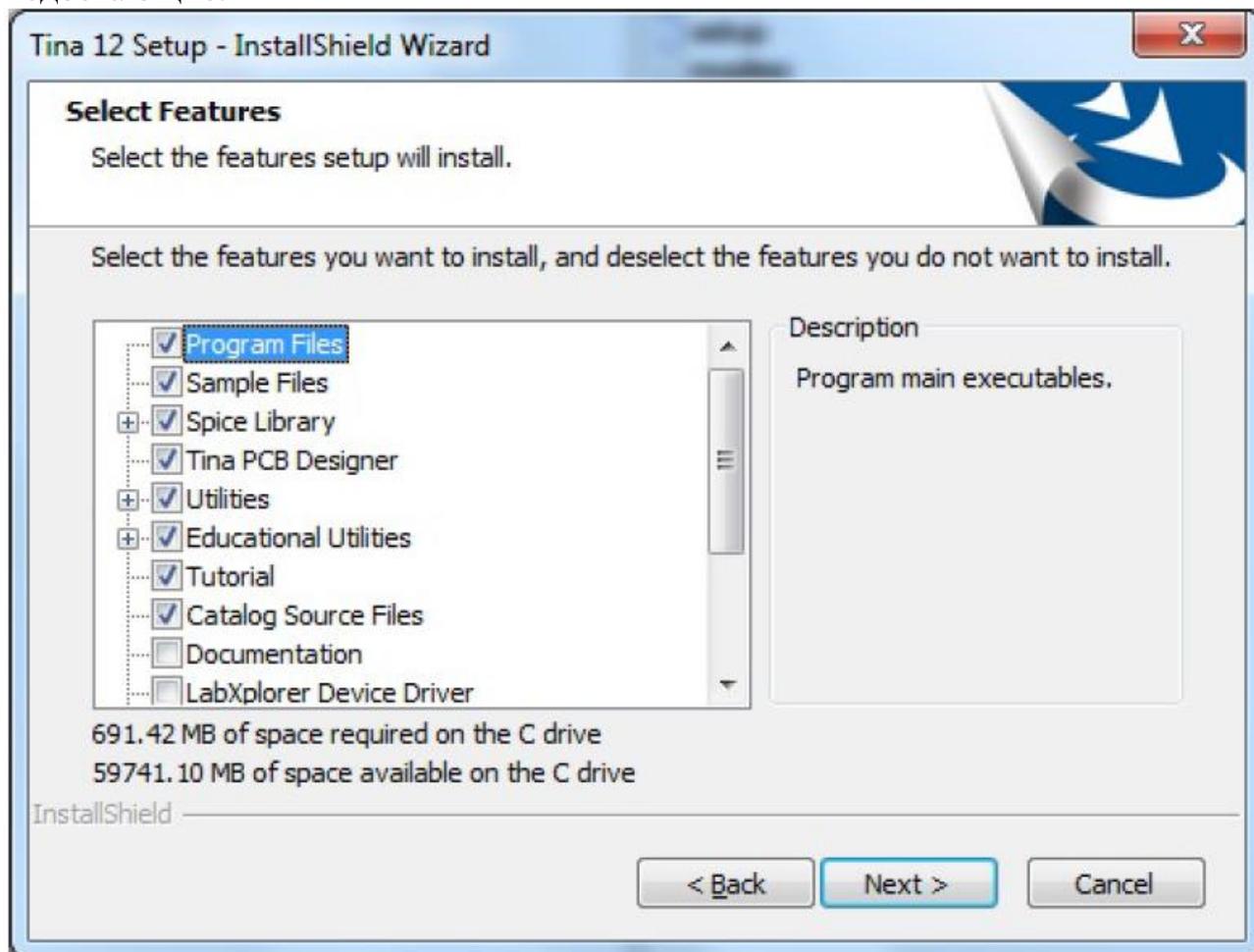
Установлены только самые важные компоненты. Это приводит к удобной установке TINA, но без определенных программ компонентов, таких как Exam Manager.

Подробные настройки для компактной установки производятся после того, как вы выберете "Компактный" и нажмете "Далее".

3.1.9.3 Пользовательский тип

Вы сможете решить, какие компоненты необходимо установить. Настройки по умолчанию аналогичны настройкам при обычной установке.

Снимите выделение с ненужных компонентов или выберите недостающие.

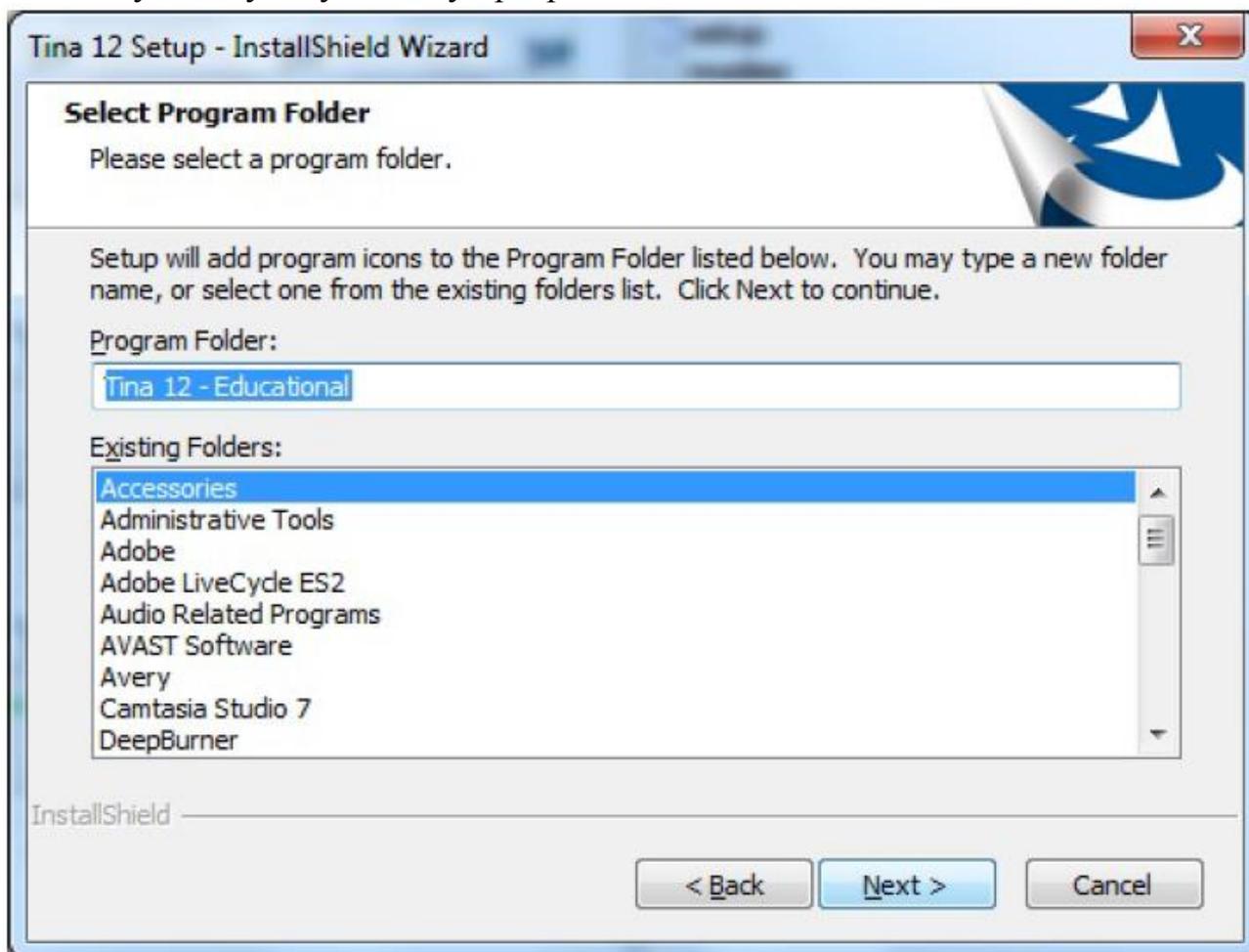


Примечание:

Если вы хотите установить TINALab Card, TINALab II или другое стороннее дополнительное оборудование, необходимо выбрать вариант выборочной установки и проверить соответствующий драйвер устройства в списке.

3.1.10. Выбор папки программы

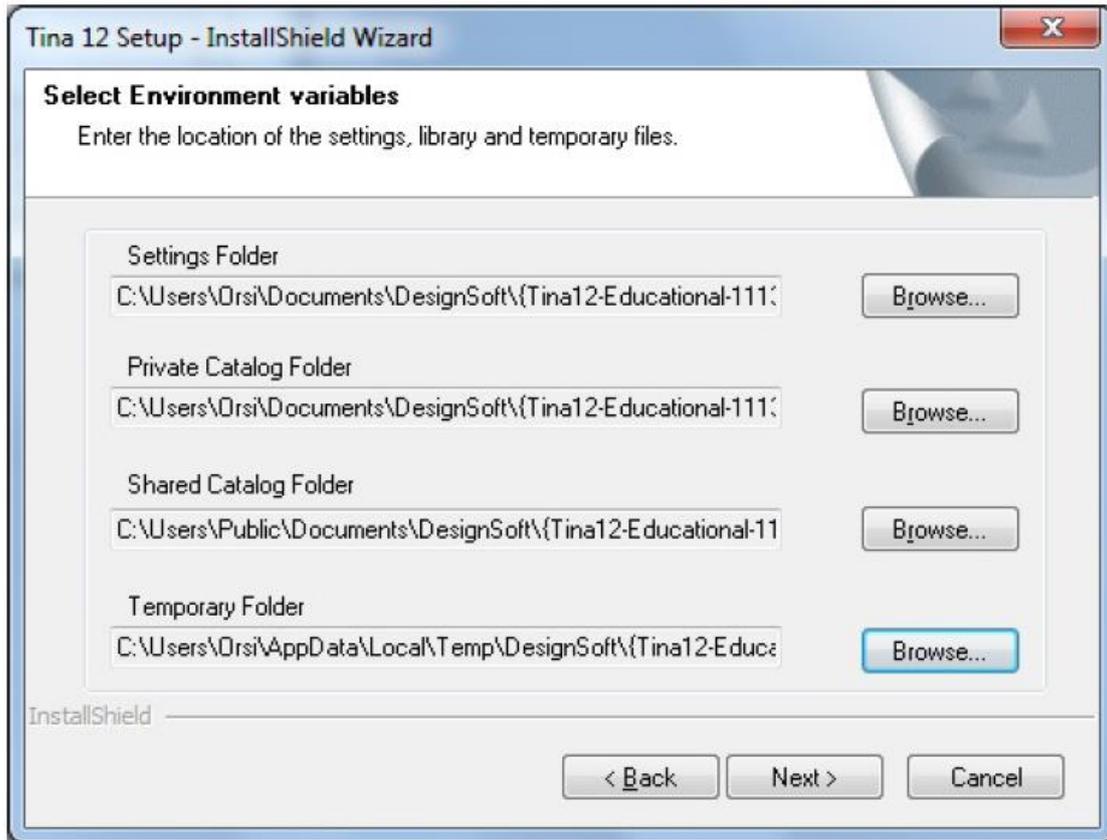
Здесь вы можете выбрать, где в разделе программ вашего меню «Пуск» Windows появятся значки программ. По умолчанию это новое подменю, например, TINA 12 - Industrial. Вы можете изменить это имя или выбрать из списка существующую папку программы.



3.1.11 Выбор параметров среды

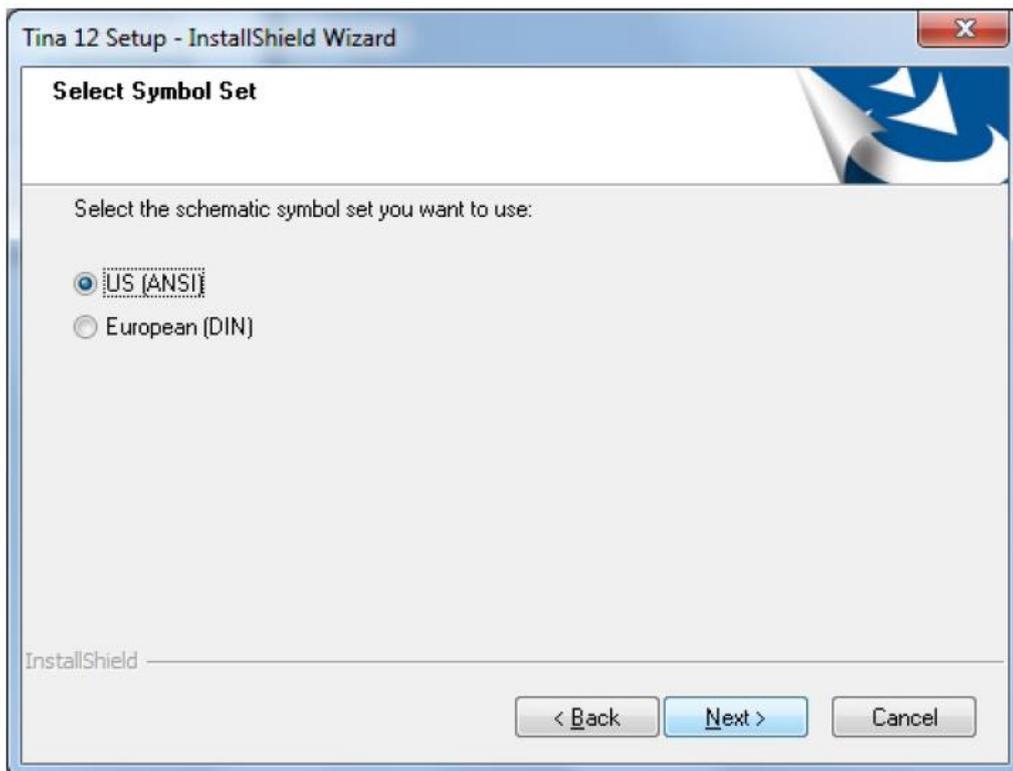
В TINA вы можете настроить параметры частный / общий каталог и временную папку. В папке настроек хранятся ваши личные настройки.

В частной папке каталога будут храниться файлы вашего каталога, а общую папку каталога можно использовать для обмена файлами каталога с другими пользователями на том же ПК или с другими пользователями в сети. Временная папка хранит временные файлы программного обеспечения. По умолчанию эти папки установлены в общие папки Windows, однако вы можете изменить папки, нажав кнопку обзора.



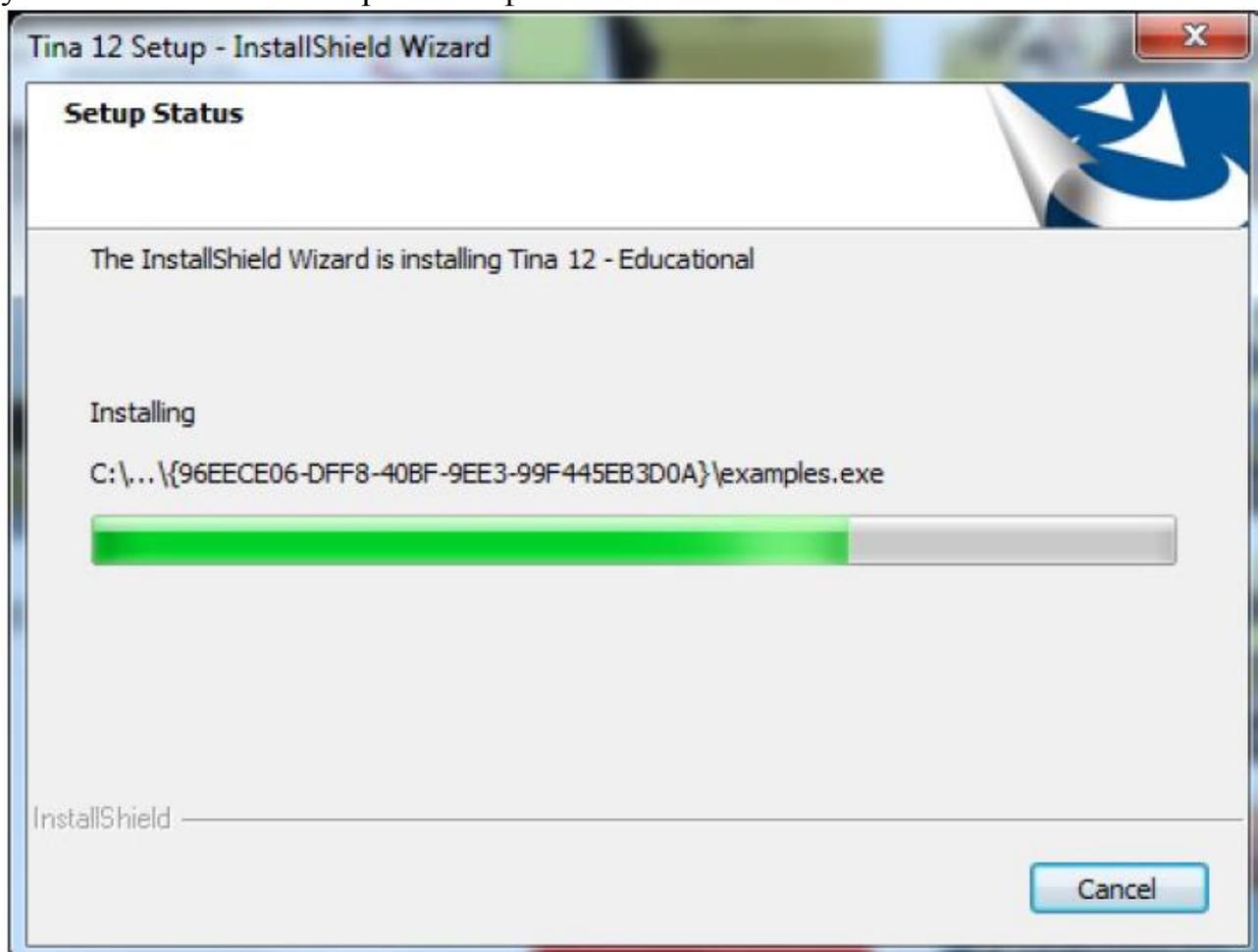
3.1.12 Выбор набора символов

TINA может отображать символы схемы компонентов в соответствии с конвенцией США (ANSI) или Европы (DIN). Выберите то, что подходит для вас.



3.1.13 Окончательная проверка и копирование файлов

На этой странице перечислены сделанные вами настройки, что дает вам возможность проверить эти настройки и изменить их и отступить, если изменения необходимы. После того, как вы нажмете «Далее», программа установки начнет копирование файлов автоматически.

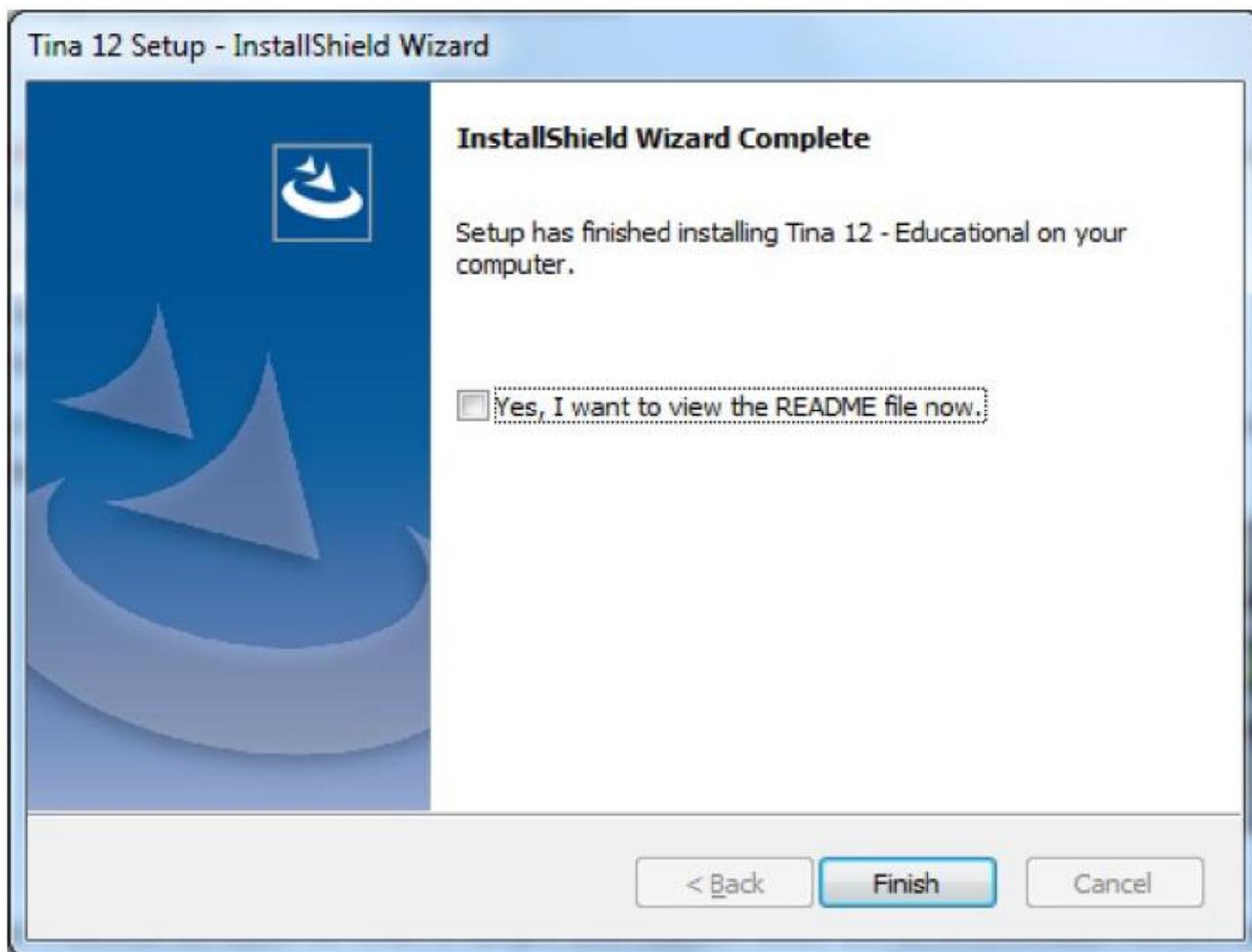


3.1.14 Завершение настройки

После того, как все выбранные файлы будут скопированы и в меню Пуск будет сделана запись, вас спросят, хотите ли вы разместить ярлык для файла программы TINA на рабочем столе. Последняя страница указывает на успешную установку и предлагает вам открыть и прочитать файл с последней информацией о TINA. Мы настоятельно рекомендуем вам воспользоваться моментом и просмотреть этот файл. Когда будете готовы, нажмите "Готово".

Примечание:

Вы можете снова прочитать последнюю информацию в файле в любое время, выбрав «Read Me» в меню «Пуск» TINA. Вы также можете получить последнюю информацию об изменениях или новых функциях, посетив наш веб-сайт www.tina.com.



3.2 Удаление TINA

Вы можете удалить TINA в любое время. Обратите внимание, что это не удалит файлы, которые вы создали.

1. Чтобы начать удаление, найдите Uninstall Tina в меню «Пуск» или на экране «Приложения» Windows 8 или в меню Пуск более ранней версии Windows.

2. Щелкните Удалить Tina.

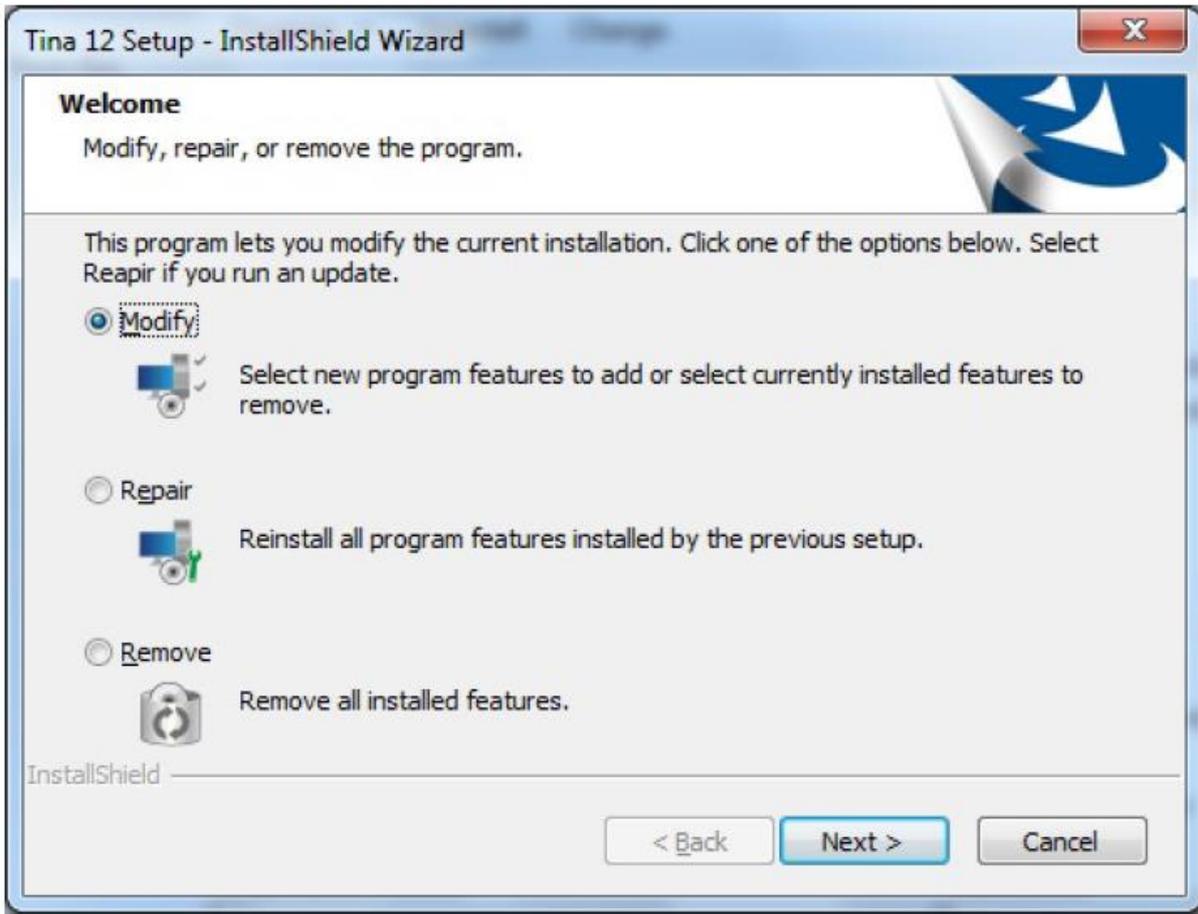
3. В следующем диалоговом окне нажмите Да, если вы уверены, что хотите удалить TINA.

3.3 Обслуживание или ремонт установки

Вы можете изменить или восстановить существующую установку TINA следующим образом:

Выберите «Настройки» и «Панель управления» в меню «Пуск» Windows.

Щелкните значок «Добавить или удалить программы». Найдите свои установки TINA в списке и нажмите кнопку Изменить (нажмите Кнопку Удалить, если вы хотите удалить программное обеспечение). Установщик TINA запустится, и вы можете изменить существующую установку путем добавления или удаления компонентов или восстановления текущей установки или удалите весь пакет.



3.4 Сетевая установка

Для установки сетевой версии TINA у вас должны быть административные привилегии на сервере, и вы должны выделить в дисковом томе или каталоге в вашей сети, место, где будет установлена TINA. Благодаря совместному использованию файлов пользователи могут получить доступ к файлам TINA. Общий ресурс должен быть доступен для записи администратором во время процесса установки.

Поэтому выполните следующие шаги, чтобы записать все файлы в указанный общий каталог:

Novell Netware 3.x: Войдите на сервер и выполните следующие команды:

```
FLAG *.* S SUB
```

Novell Netware 4.x and later versions:

```
FLAG *.* +SH /S
```

Linux server: Вам понадобится Samba, бесплатный программный пакет для предоставления файлов сервисов для клиентов Windows. Войдите в систему как суперпользователь и создайте общий ресурс Samba в вашей системе Linux, добавив следующий раздел в свой `/etc/samba/smb.conf` file, затем перезапустите службу Samba. Пример:

```
[TINA]
```

```
comment = TINA install folder
```

```
path = /TINA
```

writeable = yes
 admin users = administrator root
 valid users = TINAUserGroup
 read list = TINAUserGroup
 store dos attributes = yes

Позже у вас могут возникнуть проблемы с сопоставлением общих ресурсов Linux Samba с клиентом Windows Vista / 7. Тогда проверьте уровень аутентификации Vista LAN Manager: откройте команду «Run», введите «secpol.msc» и нажмите ОК. Перейдите в Local Policies, Security Options и перейдите в “Network Security: LAN Manager authentication level” и откройте его. Измените настройки с «Send NTLMv2 response only» на «Send LM & NTLM - use NTLMv2 session security if negotiated». Вы сделали это однажды и Windows Vista сможет просматривать сетевые диски на базе серверов Samba.

Windows Server: войдите в систему как администратор и используйте команду NET SHARE, например:

```
NET SHARE TINAFolder="C:\Program Files\DesignSoft\TINA"
```

Или вы можете использовать проводник Windows:

1. Щелкните правой кнопкой мыши диск или папку и выберите «Общий доступ и безопасность» (Sharing and Security).
2. Выберите параметр «Поделиться этой папкой» (Share this folder) и введите имя общего доступа.
3. Нажмите кнопку "Разрешения" (Permissions) и убедитесь, что у администратора есть разрешение на полный доступ (Full control permission) и дважды нажмите ОК.

Клиент Windows:

Сначала убедитесь, что у клиентов есть подключенный диск, настроенный на сетевой диск, содержащий программную папку TINA.

Чтобы назначить (сопоставить) букву диска сетевому компьютеру или папке, выполните следующие:

1. Откройте проводник Windows.
2. В меню «Инструменты» (Tools) выберите «Подключить сетевой диск» (Map Network Drive).
3. На Диске выберите букву диска, например: G:
4. В пути (Win9x / Me) или папке (NT / 2000 / XP / Vista / 7) выберите из раскрывающегося списка или введите сетевой диск (сервер и общий ресурс - имя: \\ MyServer \ Volume1) или имя папки, в которую вы хотите назначить (сопоставить) букву диска (\\ MyServer \ Volume1 \ Program Files \ DesignSoft \ TINA). Обратите внимание, что это имя общего ресурса относится к общей папке на сервере. В Windows NT / 2000 / XP / Vista / 7 вы можете использовать Обзор, чтобы найти сетевой компьютер, диск и папку.

5. Установите флажок «Повторное подключение при входе в систему» (Reconnect at Logon checkbox), затем нажмите ОК.

Затем выполните процедуру установки, указанную в разделе 3.1.1 на подключенный дисковый том, доступный из сети.

После того, как вы настроили все на сетевом диске в соответствии с приведенными выше инструкциям, вы должны запустить программу установки на каждом клиенте, на котором вы хотите запустить TINA. Запустите setup.exe (в некоторых версиях nsetup.exe) из каталога TINA \ NWSETUP.

При запуске setup.exe необходимо указать рабочий каталог, который должен располагаться на локальном диске рабочей станции.

Рабочий каталог может находиться в сети. Однако в этом случае путь к этому каталогу должен быть разным на каждой рабочей станции.

После того, как вы указали рабочий каталог, вы можете установить дополнительное измерительное оборудование для TINA (например, TINALab). После, запустив setup.exe, вы сможете одновременно запускать TINA на любое количество рабочих станций, как если бы каждая рабочая станция имела однопользовательскую версию.

Сетевые версии защищены от копирования и требуют авторизации. Про подробности о специальных процедурах, необходимых для авторизации подключенных к сети компьютеров, см. раздел 3.5.

3.5 Защита от копирования

Выполняя процедуру авторизации, описанную в этом разделе, вы сможете запустить TINA. Если вы используете сетевую версию программы, вы сможете использовать лицензионную программу на нескольких рабочих станциях, как если бы каждая рабочая станция была с однопользовательской версией.

3.5.1 Защита от копирования с помощью программного обеспечения

Если ваша версия TINA защищена от копирования программным обеспечением, вам необходимо авторизовать её.

Вы должны находиться в режиме администратора, когда авторизуете программу.

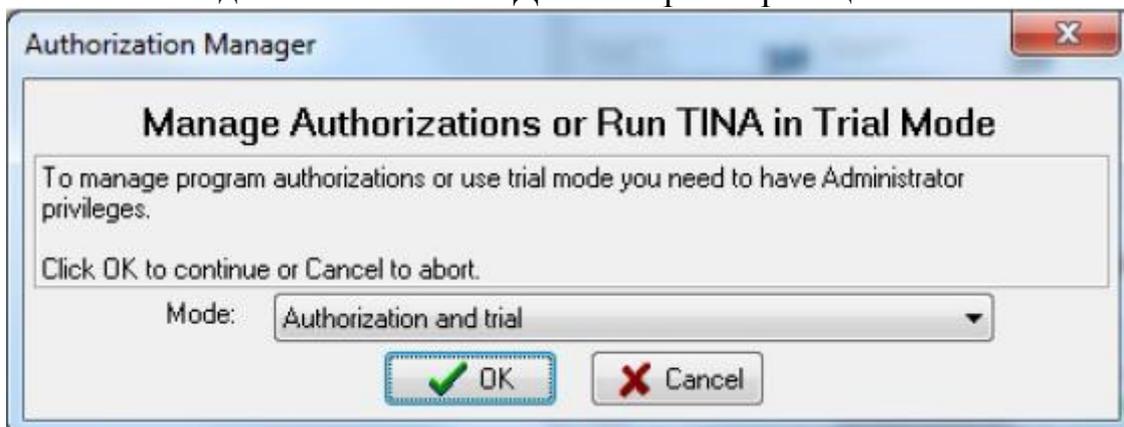
Примечание для VISTA И WINDOWS 7 и 8:

Даже если вы являетесь пользователем, настроенным как «Администратор», Vista и Windows 7 рассматривает вас как обычного пользователя, поэтому авторизация не будет успешной, если вы не убедитесь, что контроль учетных записей пользователей (UAC) включен в Vista. По умолчанию он включен, поэтому, если вы не отключили его вручную все должно быть в порядке. (Вы можете найти этот параметр в Панели управления когда вы вводите «UAC» в поле поиска в правом верхнем углу Windows.)

Авторизуйте программу, выполнив следующие действия:

1. Запустите авторизацию и пробную версию (Authorization & Trial) на стартовом экране или экране приложений Windows 8 или из группы TINA в меню Пуск.

2. Появится диалоговое окно «Диспетчер авторизации».



В большинстве случаев для продолжения просто нажмите ОК. Появится диалоговое окно лицензионного статуса, показывающее ваш первоначальный статус авторизации.

Если программа запускается, но диалоговое окно состояния лицензии не появляется, выберите Authorization/ Authorize в меню Справка (Help) редактора схем. Обычно у вас будет 31 пробная сессия, чтобы предоставить вам достаточно времени для получения разрешения.



- Нажмите кнопку «Авторизовать» в диалоговом окне «Состояние лицензии», которое отображается при запуске программы или выберите Authorization/Authorize из меню помощи TINA.

- Введите свой 16-значный номер заказа в поле Номер заказа в появившемся диалоговом окне авторизации и нажмите ОК. Для успешной

операции вы должны быть подключены к Интернету и ваш брандмауэр должен разрешить связь с нашим сервером.

- Если это невозможно по каким-либо причинам, выберите вкладку Other в диалоговом окне авторизации.

- Отправьте код своего сайта в DesignSoft, используя ссылку в Authorize dialog или обратитесь к вашему дилеру.

- Мы отправим вам по электронной почте ключ сайта, который необходимо скопировать в поле ключа сайта диалогового окна авторизации.

- Нажмите ОК, чтобы завершить авторизацию.

Примечание для сетевой версии:

Если вы используете сетевую версию Tina, она будет работать на рабочих станциях, где уже сделана установка программы NWSETUP \ SETUP.EXE. Достаточно авторизовать программу на одной рабочей станции.

Это позволит запускать программное обеспечение одновременно, пока общее количество одновременных пользователей не превышает лицензионного. В некоторых случаях программа поставляется с серийным номером, который необходимо вводить во время установки. При вводе серийного номера не требуется активное подключение к Интернету. Для получения дополнительной информации см. справку по авторизации программы, нажав кнопку Справка.

Авторизация в безопасной среде

Если вы запустили программу с командой «Авторизация и пробная версия», но вы по-прежнему получаете сообщение «Пожалуйста, войдите с правами администратора!» - это знак того, что у вас безопасная среда и нужна специальная установка. Это может иметь место в системах с более крупными компаниями.

В этом случае выберите режим: «Авторизация в безопасной среде» в диалоге диспетчера авторизации. Однако вам нужно проконсультироваться с DesignSoft или у вашего дилера и запросить специальный номер заказа перед продолжением.

3.5.2 Аппаратная защита от копирования (ключ)

3.5.2.1 Однопользовательская версия

Убедитесь, что вы находитесь в режиме администратора. Если у вас есть версия TINA, защищенная USB-ключом, сначала установите TINA перед подключением ключа.

Затем подключите ключ к USB-порту. Драйвер электронного ключа начнет установку. Если Windows ищет драйвер электронного ключа, выберите рекомендуемый вариант - ваш жесткий диск.

Если ключ не подключен или установлен неправильно, появится следующее сообщение об ошибке:

Ключ аппаратной защиты отсутствует (USB).

3.5.2.2 Лицензия на сайт с многопользовательским ключом (DSPROTKEY)

Чтобы избежать потери или повреждения ключей, вы можете иметь только один ключ для всего местоположения. В этом случае вам понадобится ключ только при первом запуске программы на каждой рабочей станции.

1) Установите программное обеспечение на каждый компьютер, как описано в руководстве для отдельных компьютеров в зависимости от количества приобретенных лицензий для вашего местоположения.

2) Запустите программу с подключенным ключом, затем закройте программу и удалите ключ. После авторизации таким образом всех рабочих станциях ключ будет храниться в надежном месте. Если на какой-то из рабочих станций лицензия утеряна по любой причине (например, сбой диска), вы можете переустановить программу и снова авторизоваться тем же способом. Пожалуйста, не используйте эту возможность для установки программного обеспечения на большее число рабочих станций, чем лицензировано, потому что это может устранить возможность восстановить утерянные лицензии.

3.5.2.3 Авторизация с помощью сетевого ключа

Если у вас есть сетевой ключ, выполните следующие действия, чтобы авторизовать TINA на сервере.

1. После настройки рабочих станций (см. Раздел 3.4) войдите в систему одного рабочего места в качестве администратора (с правом записи на том, где находится TINA).

2. Подключите ключ к указанной выше рабочей станции. Система должна распознать ключ, и на нем должен загореться светодиод.

3. Запустите TINA. На основании информации в ключе TINA будет авторизована для количества лицензированных пользователей, и должно появиться диалоговое окно, чтобы подтвердить это.

4. Извлеките ключ и храните его в надежном месте, так как он нужен для восстановления лицензии в случае сбоя системы.

5. Теперь TINA должна работать на всех рабочих станциях без ключа.

3.6 Запуск

После успешной установки TINA вы можете запустить программу, просто дважды щелкните значок TINA на рабочем столе или выбирая Тину из пунктов меню «Пуск» TINA.

3.7. Эксперименты с примерами схем, избегая общих проблем

Запустите программу и выберите пункт меню Файл в верхней строке экрана, чтобы раскрыть меню Файл. Выберите команду Открыть и появляется стандартное диалоговое окно открытия файла с расширением *.TSC. Это

означает, что ищется имя файла с расширением .TSC. Выберите папку EXAMPLES и появится список файлов с расширениями .TSC. После при выборе файла появится принципиальная электрическая схема.

Теперь вы можете выполнить анализ, изменить или расширить схему и оцените результаты. Имейте в виду, что каждая команда может быть прервана нажав клавишу [Esc] или кнопку Отмена.

Мы рекомендуем вам загрузить следующие схемы и следовать инструкции на экране для типов цепей, перечисленных ниже.

Это позволит избежать некоторых распространенных проблем.

Схема генератора EXAMPLES \ colpitts.tsc

Осциллятор 555 EXAMPLES \ 555_AST.tsc

Схема выпрямителя EXAMPLES \ Bridge Rectifier1.tsc

Глава 4. Начинаем работать

В этой главе мы представляем формат экрана и структуру меню TINA. Пошаговое введение дается с использованием примеров.

4.1 Редактирование схемы с помощью мыши

Вот несколько основных приемов работы с мышью, которые помогут вам редактировать схемы:

4.1.1. Использование правой кнопки мыши

Если вы нажмёте правую кнопку мыши в любое время, появится всплывающее окно меню. Используя это меню, вы можете выполнить следующие операции:

- *Режим отмены*: выход из последней операции (например, перемещение компонента, рисунок провода).
- *Последний компонент*: возврат к последнему компоненту и изменение его положения.
- *Провод*: переключение в режим волочения проволоки. В этом режиме курсор поворачивается в ручку, и вы можете нарисовать провод. Для получения более подробной информации см. абзац «Провод» ниже.
- *Удалить*: удалить выбранные компоненты.
- *Повернуть влево, Повернуть вправо, Отражение*: повернуть или отразить компонент, который в данный момент выбран или перемещается. Вы также можете повернуть выделенный компонент нажатием клавиш Ctrl-L или Ctrl-R
- *Свойства*: используйте эту команду для редактирования свойств (значение, метка) компонента, выбранного в данный момент или перемещаемого. Из меню «Свойства» можно установить все параметры компонента (до его размещения). Это позволяет вам разместить несколько копий компонента с только что введёнными свойствами. Пока вы находитесь в Редакторе свойств компонента, правая кнопка мыши имеет ещё одну функцию. Когда вы редактируете поле любого параметра компонента, кроме поля метки, вы можете скопировать это поле рядом с компонентом и его меткой, нажав правой кнопкой мыши, и затем выберите команду «Копировать». Вы можете сделать то же самое, нажав [F9].

4.1.2. Использование левой кнопки мыши

В описаниях ниже, термин «щелчок» всегда относится к левой кнопке мыши.левой кнопкой вы можете сделать следующие действия:

- *Выбор*: при нажатии на объект будет выбран нужный объект, а все другие объекты выбраны не будут.
- *Множественный выбор*: нажатие, удерживая клавишу [Ctrl], добавит объект под курсором в группу текущих выбранных объектов. Если объект под курсором уже находится в настоящее время в выбранной группе, нажав [Ctrl] удалите его из группы.

- *Выбор блока*: чтобы выбрать блок объектов одновременно, сначала убедитесь, что под курсором нет объекта. Затем нажмите и удерживайте левую кнопку при перемещении мыши (перетаскивание). Это создаст прямоугольный блок, и все объекты внутри блока будут выделены.

- *Выбор всех объектов*: нажмите Ctrl + A, чтобы выделить все объекты.

- *Перемещение объектов*: один объект можно переместить, перетащив его. Наведите курсор на объект, нажмите и удерживайте левую кнопку и переместите мышью. Несколько объектов могут быть перемещены, сначала выбрав их в блок. Затем нажмите левую кнопку, когда курсор будет над одним из выделенных объектов, и, удерживая левую кнопку, перетащите.

- *Изменение параметра*: двойной щелчок по объекту приведёт к его меню параметров, так что вы можете изменить его параметры.

- *Пересечение проводов*: пересечение двух проводов не приводит к соединению на пересечении, если вы сознательно не выбрали, что это один провод. Используйте Edit.Hide / Reconnect для размещения или удаления соединительной точки. Тем не менее, лучше никогда не создавать связи в пересечении проводов, поскольку это позволяет избежать двусмысленности в отношении присутствия или отсутствия точки.

- *Копирование блока или символа*: после того, как блок или символ был выбран, вы можете скопировать его, нажав Ctrl + C. Затем нажмите левую кнопку за пределами блока или символа, чтобы освободить его, и нажмите Ctrl + V. Вы увидите копию блока, который вы можете разместить, как вы хотите. Если для схемы в окне недостаточно места для копии, нажмите Alt - O или Alt - I, чтобы изменить масштаб. Как только вы нашли блок, щёлкните левой кнопкой мыши один раз, чтобы закрепить его и во второй раз отменить выбор перемещённого блока.

4.2 Единицы измерения

При настройке параметров электронных компонентов или указании числовых значений, вы можете использовать стандартные электронные сокращения. Например, вы можете ввести 1 кОм для 1000 (Ом). Множители сокращения должны следовать за числовыми значениями, например, 2.7k, 3.0M, 1u, и т.п.

Следующие символы обозначают множители:

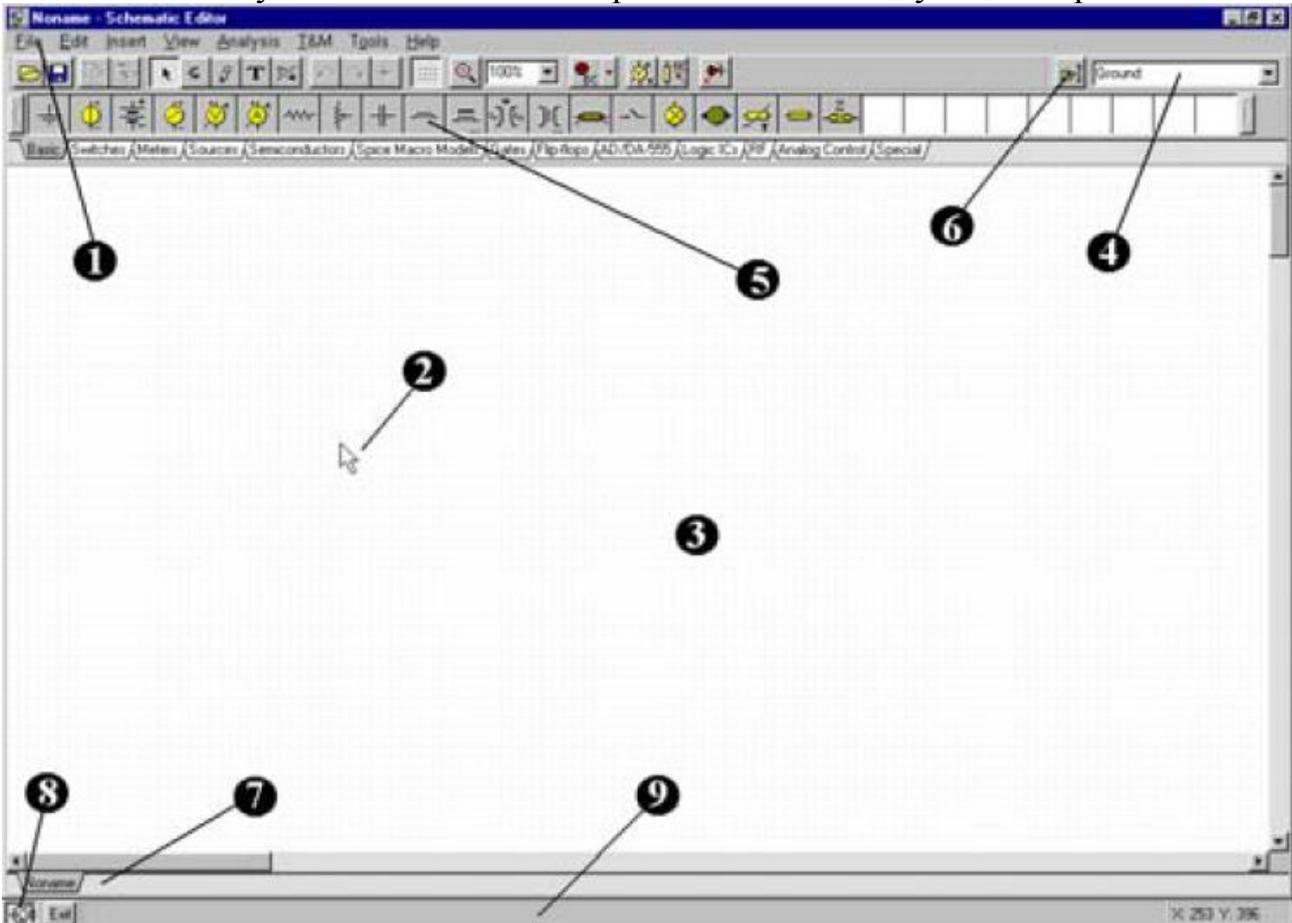
p=пико= 10^{-12}	T=тера= 10^{12}
n=нано= 10^{-9}	G=гига= 10^9
u=микро= 10^{-6}	M=мега= 10^6
m=милли= 10^{-3}	k=кило= 10^3

Примечание:

Необходимо тщательно различать верхний и нижний регистры (например, M и m), и выбранная буква должна следовать за цифровыми символами без символа пробел (например, 1k или 5.1G). Иначе TINA укажет на ошибку.

4.3 Основной формат экрана

После запуска на вашем мониторе появляется следующий экран:



1. Панель меню.

Основные вкладки главного меню мы изучим позже, а сейчас рекомендуем установить «Язык» и некоторые важные опции редактора.

2. Курсор или указатель.

Используется для выбора команд и редактирования схемы. Вы можете перемещать курсор только с помощью мыши.

В зависимости от режима работы курсор предполагает одну из следующих форм:

Стрелка, когда в окне редактирования требуется выбор команды.

Символ компонента (сопровождается стрелкой и небольшим прямоугольником) при вставке этого компонента на схему в окно схемы. Пока позиция компонента на схеме не будет выбрана, его движение контролируется мышью.

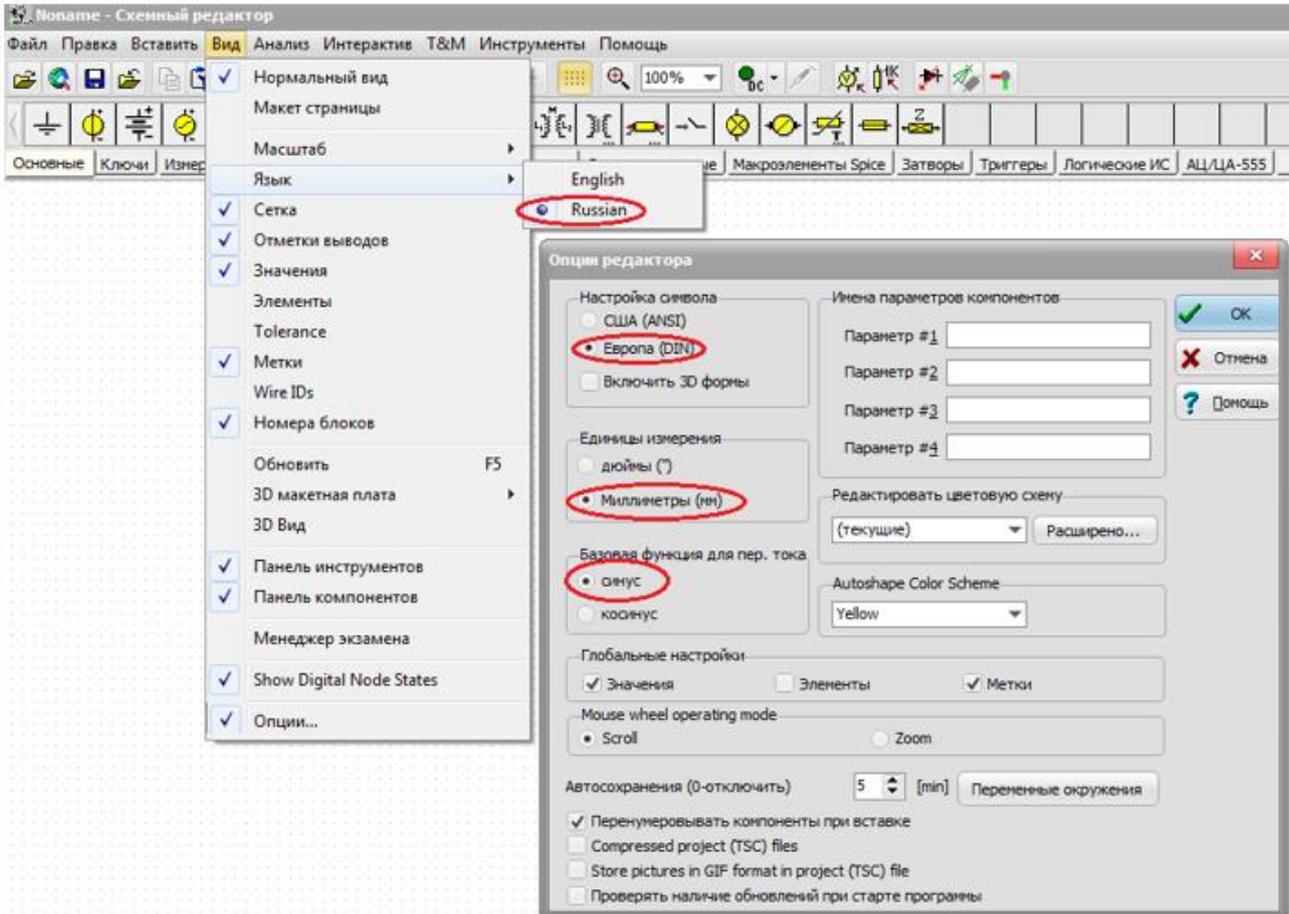
Ручка при определении конечной точки провода.

Гибкая линия при определении конечной точки проволоки или второго узла входа или выхода.

Гибкая коробка при определении блока после фиксации его первого угла.

Пунктирная линия при размещении метки компонента или блока текста.

Увеличительное стекло, при определении окна масштабирования.



3. Окно схемы.

В окне показана принципиальная схема, которая в настоящее время редактируется или анализируется. Окно схемы на самом деле является окном для большой области рисования. Вы можете перемещать экранное окно над всей областью рисования с помощью полос прокрутки справа и в нижней части экрана. При выборе новой команды на меню Файл, система автоматически выравнивает исходное окно редактора с центром всей области рисования редактора. Также происходит, когда загружается существующий файл схемы, так как это значение положения окна по умолчанию. Вы можете думать о схеме TINA, как о существующей на нескольких «слоях». В дополнение к первичному слою, который содержит компоненты, провода и текст, есть два других слоя рисования, которые вы можете включить или выключить индивидуально. Обычно удобно иметь эти два слоя.

На вкладке главного меню:

Вид/Отметки выводов можно отобразить или скрыть концы выводов компонентов.

Вид/Сетка можно показать или скрыть сетку.

На некоторых уровнях масштабирования вы не увидите точек сетки; тем не менее, все компонентные контакты и соединительные провода будут на сетке. Эти точки представляют собой единственные доступные соединительные точки. Символы компонентов расположены на области рисования по горизон-

тали и вертикали и привязаны к сетке. Эти символы - жёсткие шаблоны с предопределёнными позициями штифтов и обрабатываются как отдельные блоки. Это позволяет программному обеспечению однозначно распознавать сеть узлов.

4. Панель инструментов

Вы можете выбрать большинство команд редактора (например, выбрать, масштабирование, привязку и т. д.) на этой панели инструментов. Рассмотрим наиболее важные команды на панели инструментов. Вы можете найти более подробную информацию в справочной системе TINA. Обратите внимание, что большинство команд на панели инструментов также находится в раскрывающемся меню и могут часто активироваться горячими клавишами. Мы показываем название меню отдельно от имени команды через точку (Название меню. Название команды).



(File.Open) Открывает файл схемы (.TSC или .SCH), файлы макросов TINA (.TSM) или файлы списков соединений Spice (.CIR).

.TSC - это текущее расширение файла схемы, используемое в TINA v6 и следующих версиях. Расширение .SCH также использовалось для схемы в TINA v4 и v5.

.TSM - это расширение макросов TINA, которые могут содержать подсхему в виде схемы TINA, списка соединений Spice или VHDL код.

Файлы .CIR должны быть файлами схем или подсхем в списке соединений Spice формата. Файлы появятся в редакторе списка цепей, где вы сможете выполнять большинство анализов TINA и редактировать или дополнять список соединений.



(File.Open from the web) Эта команда запускает встроенный веб-браузер, который позволяет переходить на любой веб-сайт, а затем напрямую открывать файлы TINA с расширением TSC, SCH или CIR просто щелкнув ссылку. Он также сохранит файлы TSM, LIB и TLD на своих местах в пользовательской области. Наконец, TINA будет распознавать расширение файла .ZIP и поможет вам выбрать, скопировать, и распаковать файлы.

По умолчанию встроенный веб-браузер в TINA открывает схемы TINA на веб-странице на сайте www.tina.com (на момент написания этого руководства www.tina.com/English/tina/circuits), где вы найдете интересные файлы электронных схем, которые вы можете скачать или открыть прямо из Интернета, а затем моделировать с помощью TINA.



(File.Save) Сохраняет фактическую схему или подсхему в ее исходное место хранения. Целесообразно часто сохранять схему, над которой вы работаете, чтобы избежать потери данных в случае сбоя компьютера



(*File.Close*) Закрывает фактическую цепь или открытую подсхему на экране. Это очень полезно для закрывания открытой подсхемы.



(*Edit.Copy*) Скопировать выделенную часть схемы или текста в буфер обмена.



(*Edit.Paste*) Вставить содержимое буфера обмена в схему редактора. Обратите внимание, что содержимое может исходить из самого редактора, окна диаграммы TINA или любого другого окна программы.



Selection mode. Если эта кнопка нажата, вы можете выбрать и перетащить компоненты с помощью курсора. Чтобы выбрать компонент (деталь), провод или текст, просто щелкните по нему курсором. Вы также можете выбрать несколько объектов, удерживая клавишу Ctrl и нажав на объекты по одному; или щелкнув в одном углу области, удерживая левую кнопку мыши, двигаясь в направлении противоположного угла, а затем отпустив кнопку мыши. Выбранные объекты станут красными. Вы можете перетащить выбранные объекты, перетаскив один из них. Нажмите и удерживайте левую кнопку мыши, когда курсор находится над одним из выбранных объектов и перемещайте их с помощью мыши.

Вы можете отменить выбор всех выбранных объектов, щелкнув на пустой площади. Один или несколько выбранных объектов можно удалить, оставляя остальные по-прежнему выделенными, удерживая клавишу Ctrl и щелкнув левой кнопкой мыши.

Вы можете выбрать все сегменты провода, соединенные одним идентификатором на перемычках, удерживая клавишу Shift и щелкнув один из отрезков провода.



(*Insert.Last component*) Извлекает последний вставленный компонент для новой вставки другой копии с теми же параметрами, что и предыдущая вставка.



(*Insert.Wire*) Используйте этот значок для вставки (добавления) проводов в схематический дизайн.



(*Insert.Text*) Добавляйте комментарии к схемам и анализу полученных результатов. Вы также можете создавать всплывающие тексты, которые отображаются при размещении курсора над их заголовком. Чтобы

создать всплывающий текст в диалоговом окне «Текст» щелкните «символ руки» (hand symbol) и включите всплывающий текст (Popup text.)



(*Edit.Hide/Reconnect*) Используйте Hide / Reconnect, чтобы разместить или удалите точку соединения между перекрещивающимся проводом или проводно-компонентным соединением.



(*Edit.Rotate Left (Ctrl L)*, (*Edit.Rotate Right (Ctrl R)*)

Поворачивает выбранный компонент.



(*Edit.Mirror*) Зеркально отображает выбранный компонент.

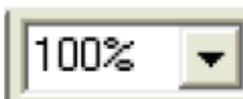
Горячие клавиши: *Hotkeys* Ctrl L, Ctrl H



Switches Включение / выключение сетки. То есть, делает сетку видимой или невидимой.



Explicitly zoom (явно увеличить масштаб) выбранной части текущего представления. Это также уменьшит масштаб, если вы просто щелкните значок в середине области, которую вы хотите уменьшить.



Select zoom ratio Выберите коэффициент масштабирования из списка от 10% до 200%. Вы можете также выбирать «Масштабировать все», чтобы полностью увеличить эффективный рисунок на весь экран.

Интерактивные режимы (см. также в интерактивном меню):



DC mode. Режим постоянного тока.



AC mode. Режим переменного тока.



Continuous transient mode. Непрерывный переходный режим.



Single shot transient mode, the time is the same as set at Analysis Transient. Одноразовый переходный режим, время такое же, как установлено на переходном этапе анализа.



DIG Digital mode. Цифровой режим.



VHD VHDL mode. Режим VHDL (Very high speed integrated circuits Hardware Description Language)



В этом списке вы можете выбрать анализ и интерактивный диалог настроек режима.



(*Analysis.Optimization Target*) (Анализ. Цель оптимизации). Выберите цель оптимизации, чтобы настроить режим оптимизации или изменить настройки.



(*Analysis.Control Object*). (Анализ. Управляемый объект). Выберите объект управления для пошагового изменения параметра или оптимизация.



(*Analysis.Faults enabled*) (Анализ неисправностей включен). Если эта кнопка нажата, она включает неисправности компонента, задаваемые свойством компонентов Fault. Вы можете установить неисправности компонентов с помощью редактора свойств, дважды щелкнув по компонентам.



(*View.3D view/2D view*). (Вид. 3D вид/2D вид). Горячая клавиша F6. 2D / 3D вид. Если это кнопка нажата, редактор схем TINA отображает схемные компоненты как трехмерные изображения реального компонента, назначенного схематическим символом. Это простая, но полезная проверка перед начало проектирования печатной платы.



(*Tools.PCB Design*) (Инструменты. PCB дизайна). Вызывает диалог, который запускает модуль дизайна печатной платы TINA, если таковой имеется.



(*Tools.Find component*).

(Инструменты. Найти компонент). Найти. Компонентный инструмент. Вызывает инструмент поиска и размещения компонентов. Этот инструмент поможет вам найти по имени любой компонент в Каталоге ТИНА. Будет найдена введенная вами строка поиска, где бы это ни происходило в начале, в конце или где угодно внутри имени компонента. Этот инструмент полезен, когда вы не знаете, где расположен конкретный компонент, или если вам нужен список всех компонентов, соответствующих определенным критериям поиска. А компонент, найденный в поиске, можно сразу поместить в схему, выделив его и нажав кнопку «Вставить» этого инструмента.



Component list. (Список компонентов). С

помощью этого инструмента вы можете выбирать компоненты из списка.

5. Панель компонентов (*The Component bar*): компоненты расположены группами, названными вкладками на панели компонентов. После того, как вы выбрали группу, доступные символы компонентов отображаются над вкладками. Когда вы нажмете на нужный компонент (и отпустите кнопку), курсор изменится на этот символ компонента, и вы можете переместить его в любое место области рисования. Вы также можете повернуть компонент, нажав кнопку + или - (на цифровой клавиатуре компьютера) или зеркально отображать нажатием клавиши звездочки (*) (также на числовой клавиатуре). После того, как вы выбрали положение и ориентацию детали, нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать символ на месте.

6. Инструмент поиска компонентов (*Find component tool*): этот инструмент поможет вам найти по имени любой компонент в каталоге TINA. Подробнее см. выше на панели описания инструментов.

7. Вкладка «Открытые файлы» (*Open files tab*): у вас может быть несколько файлов схем или различные части (макросы) схемы, которые открываются в редакторе схем в одно и то же время. Щелчок по вкладке вызывает страницу схемы в редакторе.

8. Панель задач TINA (*The TINA Task bar*): панель задач TINA отображается в нижней части экрана и предоставляет быстрые кнопки для различных инструментов или T&M инструментов, используемых в настоящее время. Каждый инструмент или рабочий инструмент работает в своем собственном окне и может быть активирован, нажав на быструю кнопку (значок инструмента). Как только курсор окажется над быстрой кнопкой, появляется краткая подсказка. Обратите внимание, что первая кнопка (крайняя слева), кнопка *замок* схемы, имеет специальную функцию. Когда в схеме кнопка замка нажата, окно схемы заблокировано на месте как фон за другими окнами, чтобы схема никогда не закрыла диаграммы или виртуальные инструменты. Когда окно схемы не заблокировано и в данный момент это окно выбрано вы всегда будете видеть всё схематическое окно с любыми другими скрытыми за ним окнами.

7. Строка помощи (*The Help line*): Строка помощи внизу экрана предоставляет краткие пояснения к элементам, на которые указывает курсор.

4.4 Размещение компонентов схемы

Компоненты выбираются на панели компонентов и их символы перемещаются мышью в нужное место. Когда вы щелкните левой кнопкой мыши, программа заблокирует контакты символа компонента на ближайших точках сетки.

Компоненты можно размещать вертикально или горизонтально и вращать с шагом 90 градусов по часовой стрелке, нажав кнопку [+] или [Ctrl-R] или

против часовой стрелки с помощью [-] или клавиши [Ctrl-L]. Кроме того, некоторые компоненты (например, транзисторы) также могут зеркально отражаться вокруг их вертикальной оси с помощью клавиши [*] на цифровой клавиатуре. Вы также можете использовать кнопки или всплывающее окно меню (правая кнопка мыши) для размещения компонентов.

После выбора и позиционирования символа компонента вы можете дважды щелкнуть по нему, чтобы открыть диалоговое окно, в котором вы можете ввести значения параметров и метку. При вводе числовых значений можно использовать сокращения целых степеней от 10^{-12} до 10^{12} . Например, 1k понимается как 1000.

Примечание:

Необходимо тщательно различать верхний и нижний регистры (например, M и m), и выбранная буква должна следовать за цифровыми символами без символа пробела (например, 1k или 5.1G), иначе TINA укажет на ошибку

TINA автоматически назначит метку для каждого компонента, который вы размещаете на схеме. Также будет отображаться числовое значение основного компонентного параметра (например: R4 10k). Обратите внимание, что это значение отображается, только если установлен флажок «Значения» в меню View «Просмотр». В файлах из более старых версий TINA, опция «Значения» по умолчанию выключена. Первая часть метки, например, R4, требуется для режима символьного анализа. Вы также можете отобразить единицы измерения конденсаторов и индукторов (например: C1 3nF), если обе опции «величины» и «единицы» отмечены в «Единицы измерения» в меню «Просмотр».

4.4.1 Провод

Провод устанавливает простое короткое замыкание (нулевое сопротивление) между двухкомпонентными штифтами.

Чтобы разместить провод, переместите курсор в точку вывода компонента, где вы хотите начать. Курсор превратится в перо для рисования.

Проволоку можно нарисовать двумя способами:

1) Выберите начальную точку провода левой кнопкой мыши, затем перемещайте ручку с помощью мыши, пока TINA рисует провод вдоль пути. При протягивании проволоки можно двигаться в любом направлении, а провод следует за курсором. В конечной точке провода нажмите снова левую кнопку мыши.

2) Удерживайте левую кнопку мыши во время позиционирования пера; отпустите левую кнопку в конечной точке.

При рисовании провода можно удалить предыдущие участки, перемещаясь назад по той же дорожке. Нажав клавишу Ctrl во время рисования, вы можете переместить последнюю горизонтальную или вертикальную секцию.

Вы можете легко изменить существующие провода, выбрав и перетаскив секции или края.

Для коротких отрезков проводов может потребоваться удерживать нажатой клавишу Shift при рисовании.

Вы также можете вызвать инструмент рисования проводов с помощью команды Insert | Wire (горячая клавиша: [Пробел]). Начать рисовать проволоку можно в любом месте, щёлкнув левой кнопкой мыши. Когда у вас уже есть завершенная проводка, воспользуйтесь всплывающим меню, нажмите правую кнопку мыши или нажмите клавишу Esc, чтобы выйти из режима подключения.

Убедитесь, что никакие узлы компонентов не остались неподключенными. Если есть неподключенные компоненты или клеммы, проверка электрических правил TINA инструмент (ERC) выдаст предупреждение (если вы не отключили его).

Сегменты провода, созданные инструментом Wire, всегда вертикальны или горизонтальны. Однако вы можете добавить сегменты провода под углом, используя компоненты, изготовленные для мостов, цепей Y и D под панелью инструментов компонента Special

4.4.2 Вход и выход

Определенные виды анализа (передаточная характеристика постоянного тока, диаграмма Боде, диаграмма Найквиста, групповая задержка, передаточная функция) не могут быть выполнены пока не будут выбраны вход и выход. Они устанавливают, где прикладывается возбуждение и где измеряется отклик схемы. Выбранный выход (ы) также определяет, какая кривая (ые) будет отображаться в выбранном режиме анализа. Источники и генераторы можно настроить в качестве входов, а счетчики можно настроить как выходы. Однако измерители могут также служить для определения местоположения входной величины, которая будет использоваться при вычислении кривых и функций передачи переменного тока. Для еще большей гибкости входы или выходы могут быть установлены почти в любом месте с помощью команды Insert | Input и Insert | Output. Обратите внимание, что вы можете определить входной параметр для параметрического поиска только с помощью команды Insert | Input.

Чтобы вставить ввод или вывод, выберите команду ввода или вывода из меню Вставка и переместите символ вход (I +) или выход (O +), прикрепленный к курсору, над первым узлом схемы, который он должен определить. Щелкните этот узел, отпустите кнопку мыши, переместите символ на второй узел и щелкните этот узел. Программа нарисует пунктирную «резиную» линию между двумя узлами, пока вы рисуете, а также поместит эту линию на схему, когда вы нажмете на втором узле.

Поскольку входную ссылку можно установить множеством способов, важно помнить, что одновременно можно определить только один вход внутри цепи.

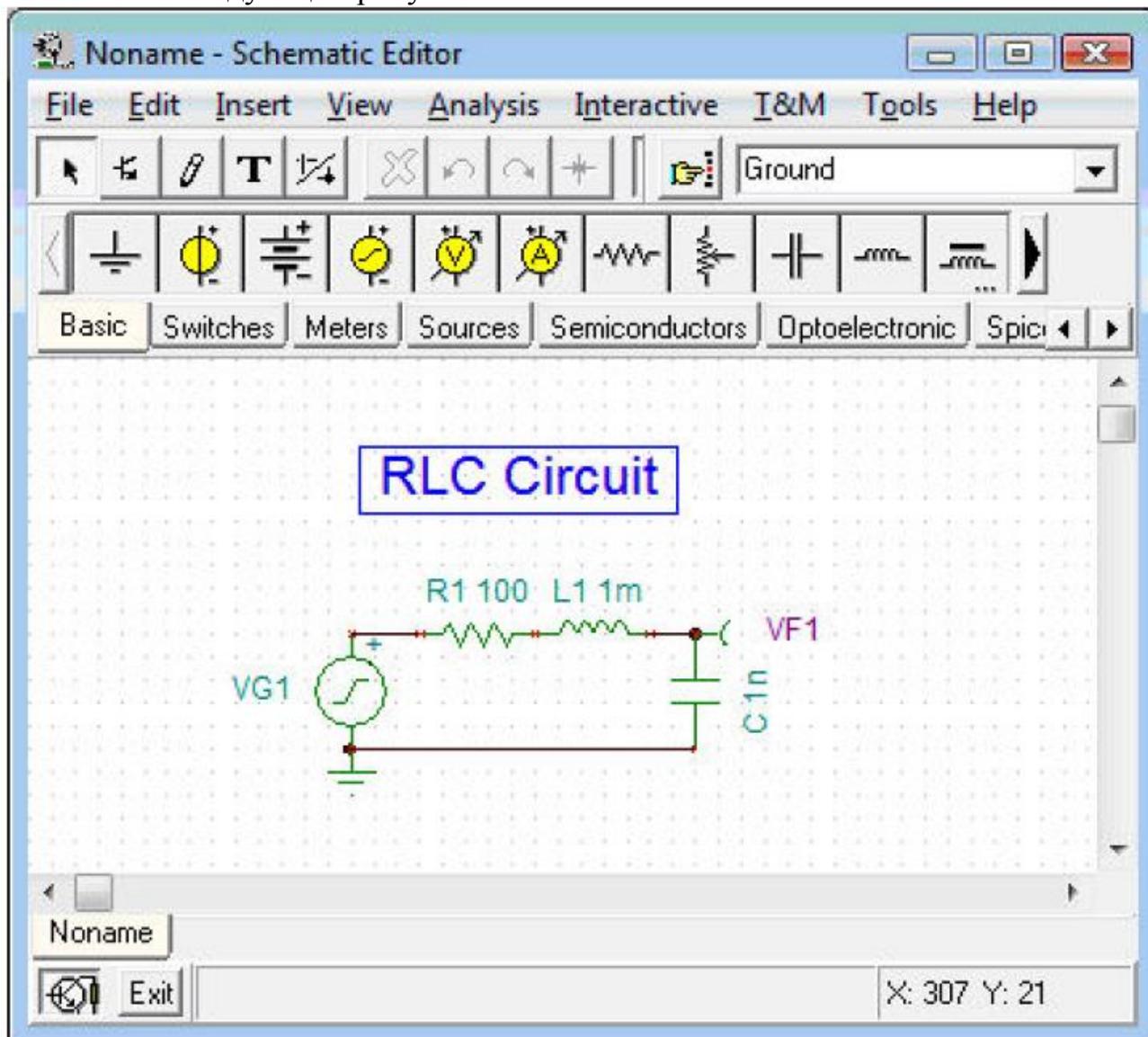
Точно так же в некоторых методах анализа TINA (например, символический анализ) в цепи может быть определен только один выход.

4.5 Упражнения

Эти упражнения помогут вам развить и интегрировать то, что вы пока что узнали из руководства.

4.5.1 Редактирование схемы цепи RLC

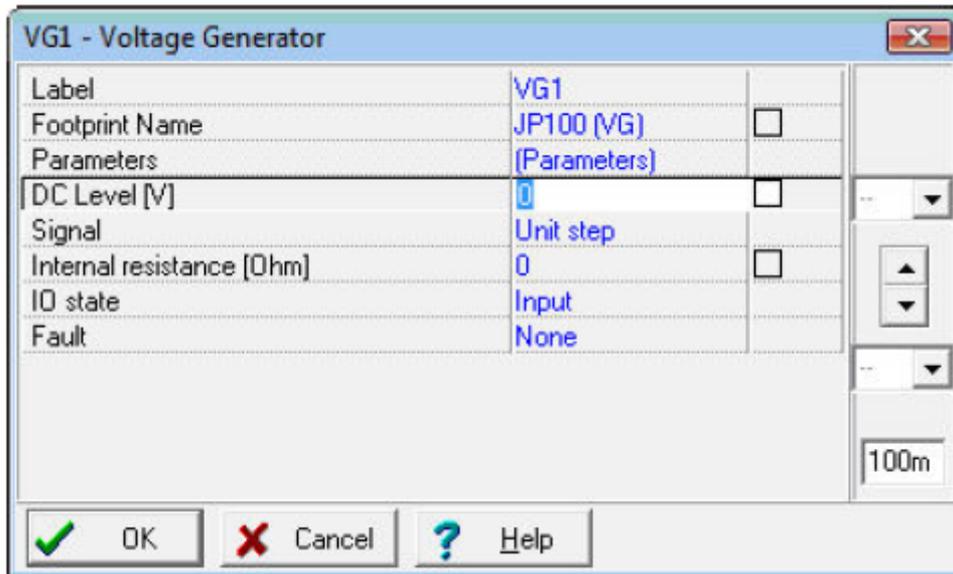
Создайте принципиальную схему последовательной сети RLC, как показано на следующем рисунке.



Сначала очистите окно схемы с помощью команды File | New. В имя файла в верхней строке установлено Noname, что указывает на то, что новый файл схемы редактируется.

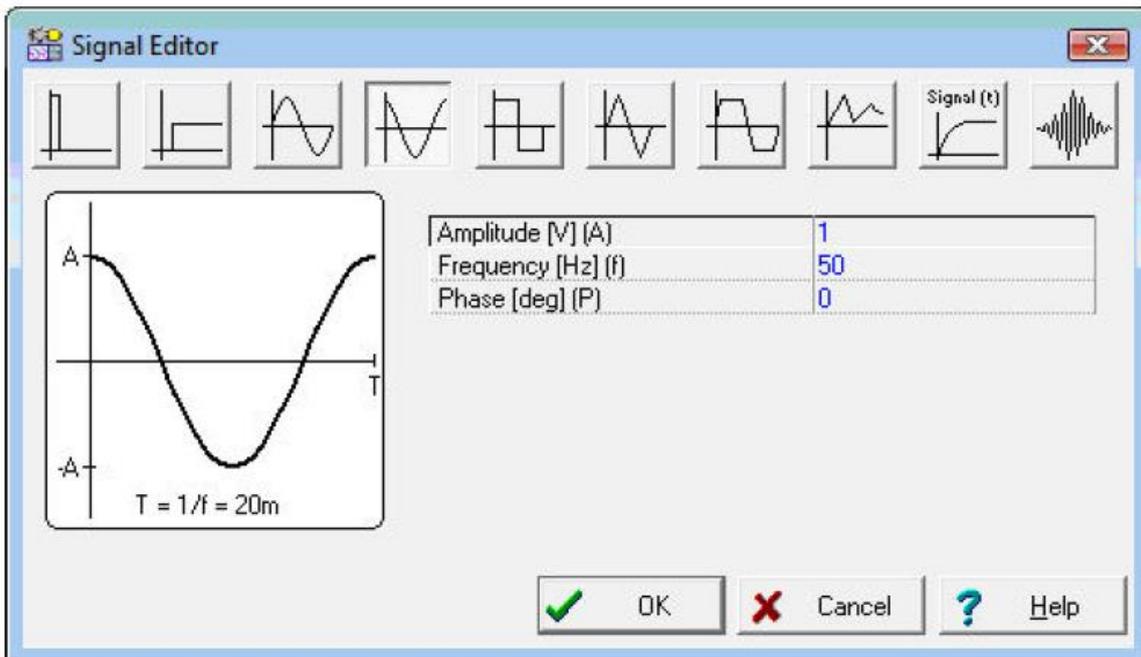
Теперь начните добавлять компоненты. Щёлкните значок генератора напряжения, затем отпустите кнопку мыши. Курсор изменится на символ генератора. Разместите его с помощью мыши (или нажав [+]/[Ctrl-R] или [-]/[Ctrl-L] клавишу для поворота) или клавиша [*] для зеркального отображения) где-

нибудь в середине экрана, затем нажмите правую кнопку мыши. Появится всплывающее меню редактора схем. Выберите «Свойства» (*Properties*). Появится следующее диалоговое окно:



Не изменяйте уровень постоянного тока и параметры состояния ввода-вывода. Обратите внимание, что приняв ввод для параметра состояния ввода-вывода (IO stste), вы выбрали, что выход этого генератора должен быть входом для диаграммы Боде.

Выберите строку меню «Сигнал» и нажмите кнопку , появится новое диалоговое окно с графическими значками доступных сигналов генератора напряжения. Когда вы выбираете один из них (в этом случае нажмите на кнопку «Косинусоидальная»), появится соответствующая кривая, которая имеет некоторые параметры по умолчанию. В случае сигнала косинуса это:



Измените частоту на 200к (200 кГц). Нажмите ОК и вернитесь к предыдущему диалоговому окну, и снова нажмите ОК. Программа будет автоматически размещать этикетку рядом с компонентом, и вы будете иметь возможность перемещать компонент и этикетку вместе. Если положение метки по умолчанию неудовлетворительно, вы сможете перетащить этикетку в желаемое положение позже. Когда компонент находится там где вы хотите, нажмите левую кнопку мыши, чтобы закрепить его. Это завершает размещение генератора.

Теперь перейдите на вкладку Основные на панели компонентов и выберите значок резистора (ваш курсор автоматически изменится на форму компонента, когда вы находитесь над вкладками или значками). После того, как символ резистора появился в окне схемы, нажмите правую кнопку мыши, а затем выберите «Свойства» во всплывающем меню.

Когда появится диалоговое окно, измените сопротивление на 100. После настройки всех параметров нажмите ОК. Ваш курсор превратится в резистор с рамкой шильдика. Разместите его как необходимо и нажмите левой кнопкой мыши на свободном поле, чтобы закрепить резистор в выбранном положении.

Продолжайте ввод схемы с помощью компонентов L и C, как указано на рисунок выше. Установите параметры на $L_1 = 1\text{м}$ и $C_1 = 1\text{н}$. Обратите внимание, что значения параллельных резистивных потерь для конденсатора и последовательные резистивные потери конденсатора заданы по умолчанию. Добавьте вывод напряжения (выбирается из группы компонентов Meters) на верхнем штифте конденсатора (или вы можете добавить вольтметр параллельно конденсатору).

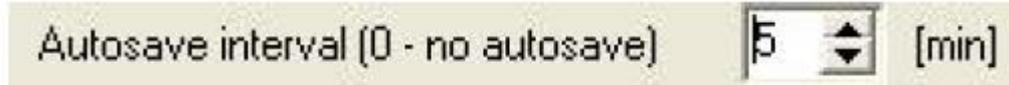
Обратите внимание, что даже несмотря на то, что все вычисленные напряжения, токи и сигналы доступны после выполнения анализа (см. ниже в этой главе, а также в разделе постобработка результатов анализа (*Post-processing analysis results*)), вам все равно необходимо определить хотя бы один выход. Поместите землю под генератор и подключите генератор и конденсатор, как показано на рисунке.

Для этого переместите курсор на соответствующий узел пина, пока не появляется маленькая ручка для рисования. Когда появится перо, нажмите левую кнопку мыши, нарисуйте провод и снова щелкните левой кнопкой мыши на точке его конца.

Наконец, добавьте заголовок к схеме. Нажмите кнопку  и появится редактор текста. Введите: RLC Circuit. Щелкните иконку и установите размер 14. Редактор также позволяет выбрать другой шрифт, стиль, цвет и т. д. Теперь нажмите , затем разместите и перетащите текст на окно редактора схем.

Прежде чем продолжить, сохраните схему с помощью команды File | Save As. Назовите цепь как RLC_NEW.TSC (расширение добавляется .TSC автоматически).

Автосохранение. Обратите внимание, что TINA может автоматически сохранять текущую схему через регулируемые интервалы времени. Вы можете установить временной интервал в диалоговом окне "Параметры" (в меню "Просмотр" (*View*)):



Значение по умолчанию - 5 минут. Чтобы отключить автосохранение, установите интервал на 0. Обратите внимание, что для автосохранения вы должны дать файлу схемы уникальное имя – конечно не имя по умолчанию Noname.TSC .

При желании схему еще можно изменить разными способами:

- Добавить новые компоненты.
- Удалить, копировать или перемещать выбранные объекты с помощью команд Правка | Вырезать, Копировать, Вставить и Удалить.
- Перемещать, вращать или отражать группы компонентов. Выберите компоненты один за другим, удерживая нажатой клавишу Shift при нажатии на их. Вы также можете использовать выбор окна для идентификации группы. Когда вы выбрали последний компонент, отпустите левую кнопку мыши, затем наведите курсор на один из выбранных компонентов, нажмите и, удерживая левую кнопку мыши, перетащите выбранные части с помощью мыши. Во время перетаскивания вы можете использовать [+] / [Ctrl-L] / [Ctrl-R], [-] и [*] клавиши для поворота и зеркального отражения компонентов.
- Переместите любую метку компонента отдельно, щелкнув ее и перетаскив.
- Измените значения параметров компонента и метки компонента двойным щелчком по нему.

Конечно, если вы хотите сохранить эти изменения, вы должны сохранить схему снова.

4.6 Анализ

TINA имеет множество режимов и опций анализа:

Метод анализа является аналоговым, когда схема содержит только аналоговые составные части; затем компоненты моделируются своей аналоговой моделью.

Метод анализа является смешанным, если в схеме используются оба сигнала: аналоговые и цифровые компоненты. TINA проанализирует аналоговые части в аналоговом виде, цифровые части в цифровом, и автоматически создаст интерфейсы между компонентами. Это обеспечивает синхронизацию и быстрая сходимость.

Метод анализа - цифровой, когда схема содержит только цифровые составные части; затем компоненты моделируются с их быстрыми цифровыми моделями.

Параметры анализа

Этот диалог, с помощью которого вы можете установить параметры анализа, находится в Меню анализа. Изучите следующий снимок экрана меню анализа, чтобы увидеть параметры, которые вы можете настроить.

В этом руководстве мы представим только самые важные опции, те которые вы, возможно, захотите изменить. Полное объяснение всего набора параметров включены в интерактивную справку, которую вы можете отобразить, в диалоговом окне, нажав кнопку Help.

Примечание. Если вы измените какие-либо настройки в этом диалоговом окне и закроете его, нажав нажав кнопку ОК, программа запомнит измененные настройки.

Производительность: TINA v9 и более поздние версии поддерживают многоядерные процессоры и запускают анализ в параллельных потоках. Это приводит к значительному увеличению скорости. По умолчанию количество потоков равно количеству ядер в вашем процессоре. Однако вы можете контролировать это с помощью параметра числа (Number) потоков.

Количество потоков: по умолчанию для этого параметра установлено значение Макс, что приводит к одному потоку на ядро. Однако вы можете установить любое число от 1 до Max или до Dynamic. Если у вас четырехъядерная машина (4 ядра), было бы хорошо установить этот параметр на 3, чтобы оставить некоторую вычислительную мощность для других программ и процессов. Вы также можете использовать параметр Dynamic, который контролирует количество потоков автоматически, в зависимости от других процессов, запущенных на вашем компьютере.

Компиляция матрицы: по умолчанию этот параметр включен и приводит к компиляции чрезвычайно быстрого кода для некоторых матричных операций. Единственные причины для отключения этого параметра - выполнить сравнение скорости или отладить программное обеспечение. Для максимальной производительности, он обычно должен быть включен.

Включить статистику времени выполнения: если этот параметр установлен, Тина отображает время моделирования переходного процесса в строке состояния и создает файл, содержащий подробную информацию о последнем переходном запуске.

Вы можете загрузить этот файл, выбрав пункт меню View.Transient statistics.

Включить мгновенное рисование диаграммы: если выбран этот параметр, TINA будет рисовать диаграмму во время анализа переходных процессов, обновляя диаграмму каждые 1-2 секунды. Это очень полезно для наблюдения хода долгих расчетов.

Сохранить все результаты анализа: установите этот флажок, если хотите сохранить результаты всех узловых напряжений, напряжения и токи резистора, конденсатора и индуктора, чтобы сделать последующую

постобработку более удобной. Однако эта опция может замедлить анализ на 30-50%.

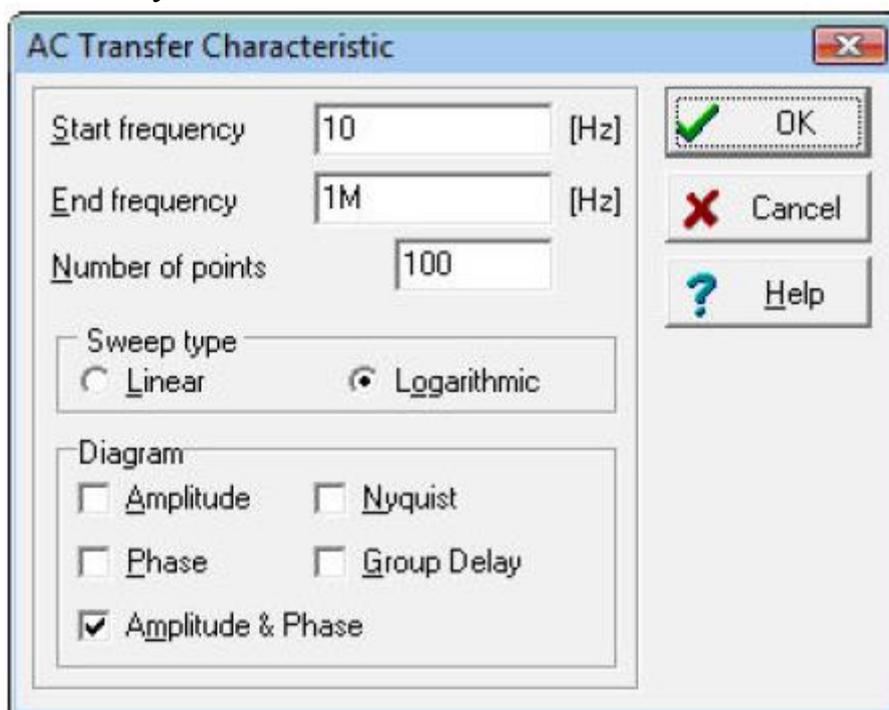
Отключить предупреждение для результатов анализа большого участка. Если вы запустите переходный анализ, предупреждение появится, если количество точек более 1000000 (1M). Установите этот флажок, если хотите отключить это предупреждение.

4.6.1 Анализ цепи RLC (постоянного, переменного, переходного режима и Фурье-анализ)

Теперь выполните анализ переменного тока и переходных процессов в цепи RLC, которая у вас есть.

Сначала выполните узловой анализ переменного тока. Выберите Анализ | AC анализ | Расчет узловых напряжений (*Analysis/AC analysis/Calculate nodal voltages*). Ваш курсор превратится в тестовый зонд, который можно подключить к любому узлу. В отдельном окне будут отображаться узловые напряжения. Если вы разместили какие-либо измерители на схеме, щелкнув по ним датчиком, вы увидите подробную информацию из этого инструмента. Обратите внимание, что вы можете аналогичным образом регистрировать узловые напряжения постоянного тока с помощью анализа постоянного тока.

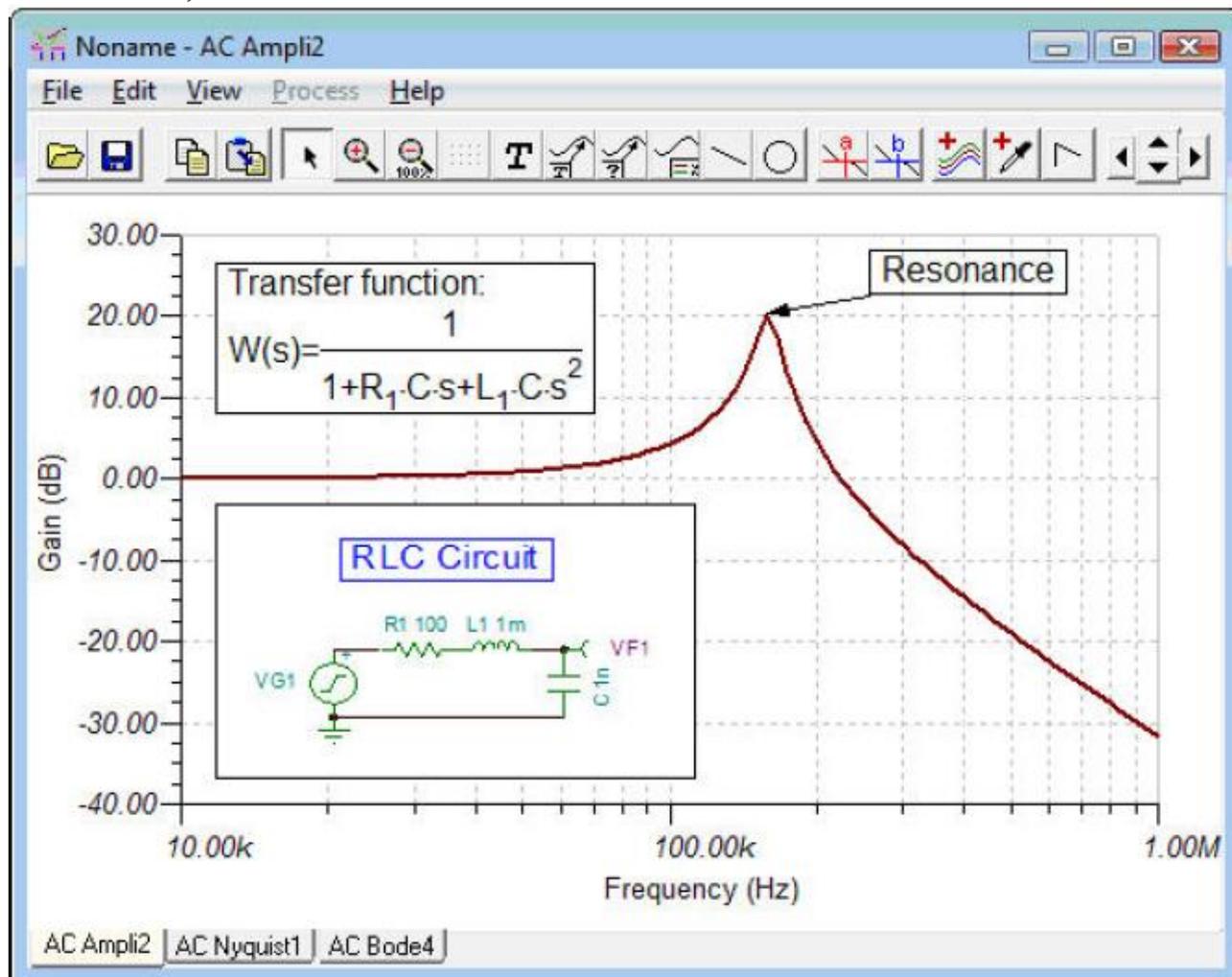
Теперь выберите *AC Analysis / AC Transfer Characteristic ...* из главного меню. Появится следующее диалоговое окно:



По умолчанию будут рассчитаны амплитуда и фаза. Выберите амплитуду и Найквист вдобавок. Измените начальную частоту на 10к, а затем нажмите ОК. Во время вычисления программы будет отображаться индикатор выполнения. После завершения расчетов амплитудная характеристика Боде

появится в окне диаграммы. Вы можете легко переключиться на Найквиста или диаграмм амплитуды и фазы, используя вкладки внизу окна диаграммы.

Вы можете прочитать точные значения ввода / вывода, включив один или несколько из курсоров. Обратите внимание, что в любом представлении вы можете получить и разместить формулу передаточной функции с использованием символического анализа и выбора передачи переменного тока или полусимвольной передачи переменного тока. Формула появится в окне редактора формул, и вы можете поместить его либо в окне диаграммы, либо в окне схемы, как описано выше.



Используя графические возможности TINA, вы можете добавить больше полезной информации к вашей диаграмме. В качестве примера добавим маркеры, специальную аннотацию, а саму принципиальную схему добавим к диаграмме.

Чтобы добавить маркеры к кривой, переместите курсор на кривую, найдите положение, когда курсор примет форму +, и щелкните по кривой в этом положении. Когда кривая станет выделенной, она станет красной.

Теперь вы можете либо дважды щелкнуть по нему, либо нажать правую кнопку и с помощью мыши выбрать «Свойства» во всплывающем меню.

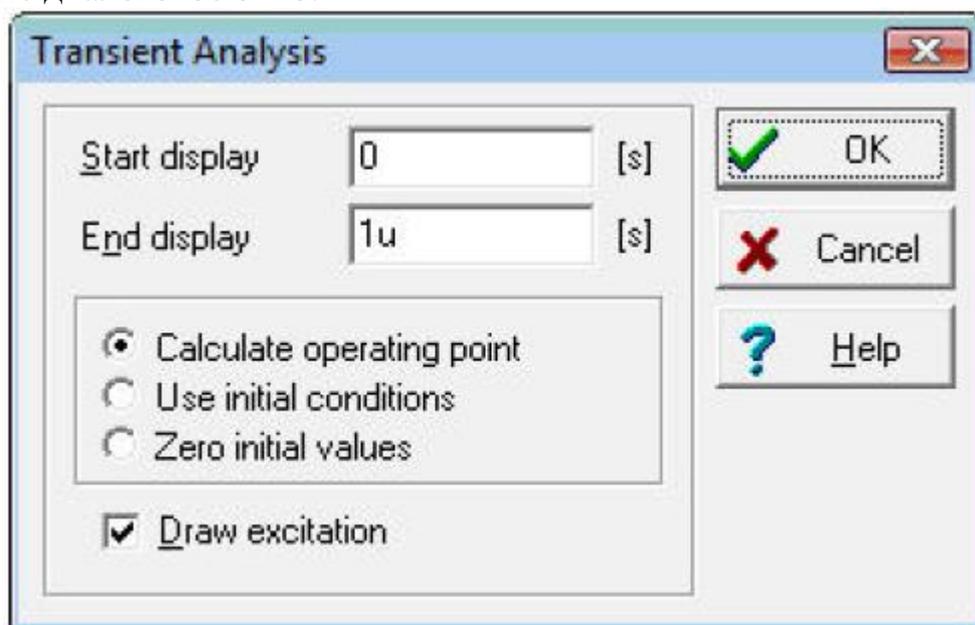
Появится диалоговое окно, и вы можете установить параметры кривой: цвет, ширину линии, маркер. Выберите Тип маркера: Квадрат и нажмите ОК.

Чтобы добавить текст, щелкните значок текста . Когда текстовый редактор появляется, введите Resonance. Обратите внимание, что используя значок шрифта  редакторе, можно выбрать любой шрифт, стиль, размер и цвет. Нажмите ОК и разместите текст в районе пика резонанса. Теперь нажмите на значке указателя, затем на тексте и, наконец, на вершине кривой. Обратите внимание, что курсор превращается в +, когда вы находитесь в позиции справа. Вы только что ввели линию и стрелку, которая всегда будет указывать от текста к кривой, даже если вы перетащите текст в другое положение или внесите другие изменения.

Теперь поместите диаграмму на свою схему. Щелкните схему в окне редактора и выберите Правка | Выбрать все. Скопируйте этот выбор в буфер обмена, выбрав Правка | Копировать, щелкнув значок Копировать или используя горячая клавиша Ctrl C. Щелкните окно диаграммы и используйте Правка | Вставить либо щелкните значок «Вставить», либо используйте горячую клавишу Ctrl V. Появится кадр из принципиальной схемы. Переместите и установите его в левый угол вашей диаграммы. Теперь вы все еще можете изменить это изображение, перетаскивая или делая войной щелчок по нему и изменяя его размера, рамки или фон.

Теперь выполните переходный анализ. Сначала убедитесь, что ваш курсор это стрелка выбора, затем дважды щелкните генератор напряжения и измените форму волны на единичный шаг по умолчанию.

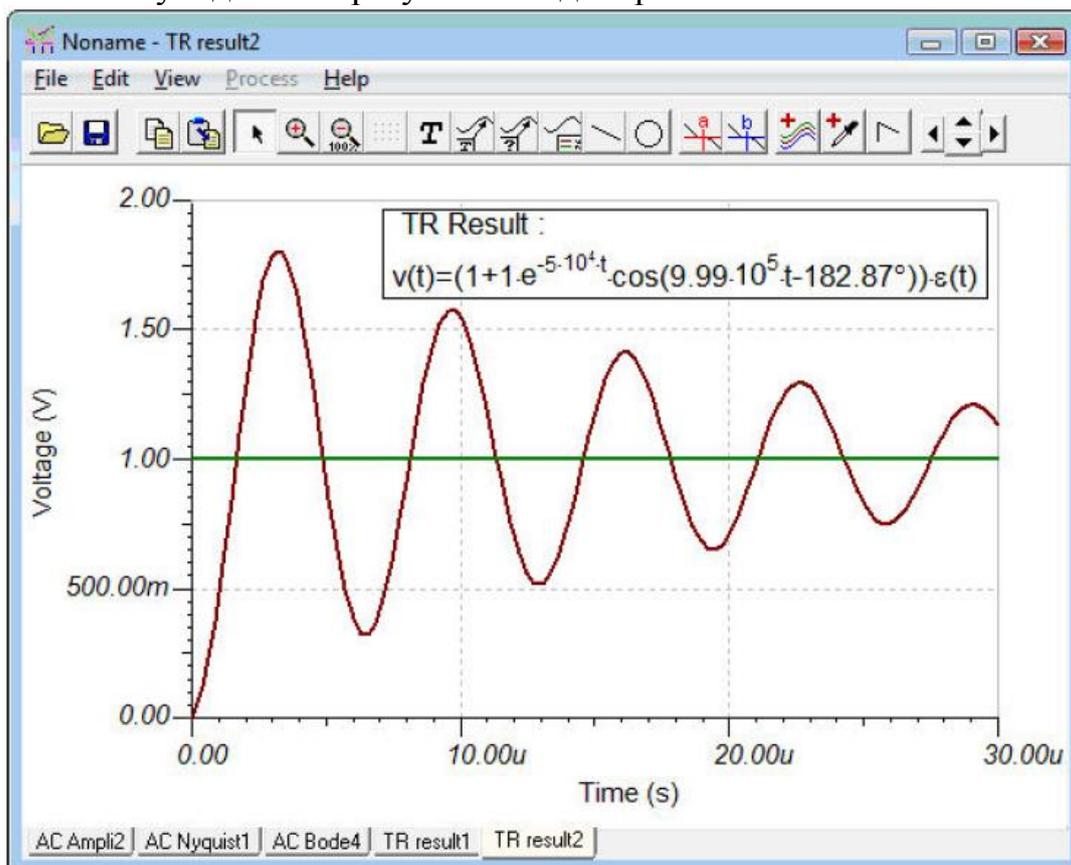
После выбора: Анализ | Анализ переходных процессов появится следующее диалоговое окно:



Измените параметр End Display на 30u, затем нажмите ОК. В отдельном окне появится переходная характеристика. Как и ожидалось, схема RLC демонстрирует отклик затухающего колебания. Точные пары входных / выходных данных можно прочесть, включив графические курсоры **a** и / или **b**.

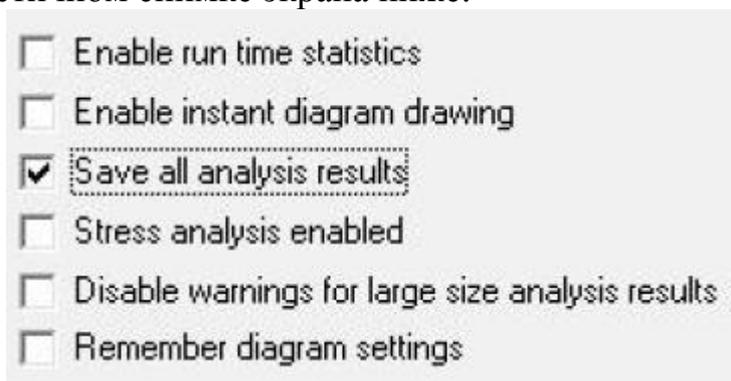
Теперь выберите Анализ | Символический или Анализ | Полусимвольный Переходный из меню. В ответ в окне редактора формул появится замкнутая форма выражения схемы. Нажмите на значок Копировать окна редактора формул, затем переключитесь на схему и выберите значок Вставить. Появится рамка формулы. Переместите рамку в желаемое место и нажмите левую кнопку мыши, чтобы разместить формулу. Обратите внимание, что вы можете изменить положение формулы, перетаскив в любую позицию, и вы можете редактировать её, дважды щелкнув по формуле.

Теперь вернитесь в редактор формул и щелкните значок интерпретатора - (маленький калькулятор) на панели инструментов. Выражение, показанное в редакторе формул переносится в окно интерпретатора. Фактическое определение функции времени находится в верхней части окна, затем следуют настройки рисования и команда «Нарисовать». Нажмите кнопку запуска, чтобы нарисовать функцию в окне диаграммы на новой странице. Затем эту кривую можно скопировать и вставить в ту же диаграмму переходной функции, на которой можно увидеть все результаты одновременно.

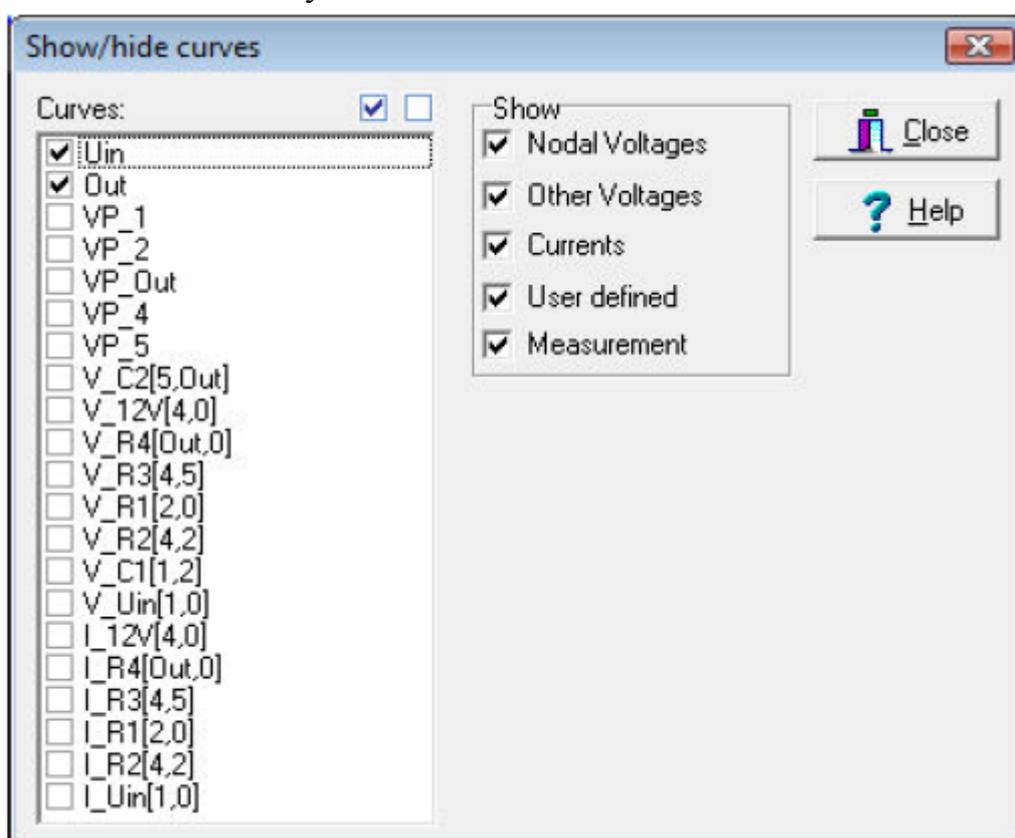


Чтобы облегчить работу с кривыми, вы можете выключить или включить их индивидуально. Используйте команду Показать / Скрыть кривые... в области просмотра меню окна диаграмм. Перед демонстрацией этой функции

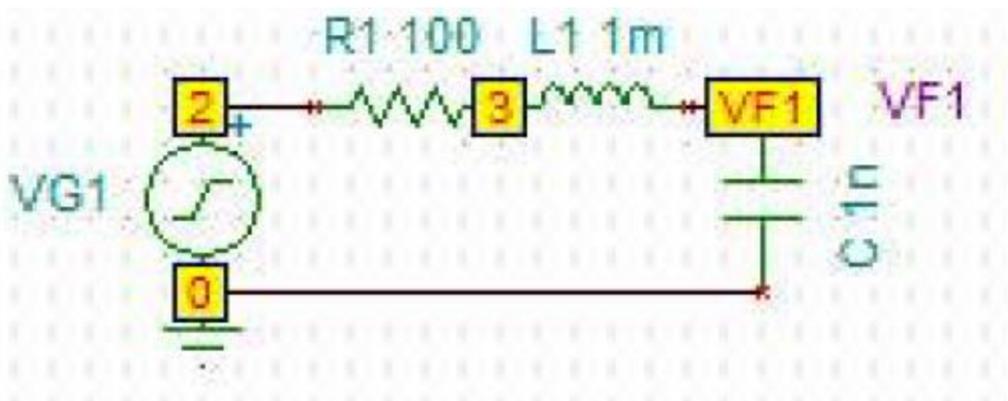
установите флажок в диалоговом окне «Анализ / Опции анализа», как показано на частичном снимке экрана ниже:



Если флажок еще не установлен, запустите анализ переходных процессов еще раз. Выберите команду Показать / Скрыть кривые... в меню «Вид» окна диаграммы. Появится следующее диалоговое окно:



Теперь вы можете показать или скрыть любые напряжения и токи в цепи, используя флажки. VP_1, VP_2, VP_3 - узловые напряжения узлов, обозначенные пронумерованными желтыми квадратами  на принципиальной схеме в этом режиме работы программы.

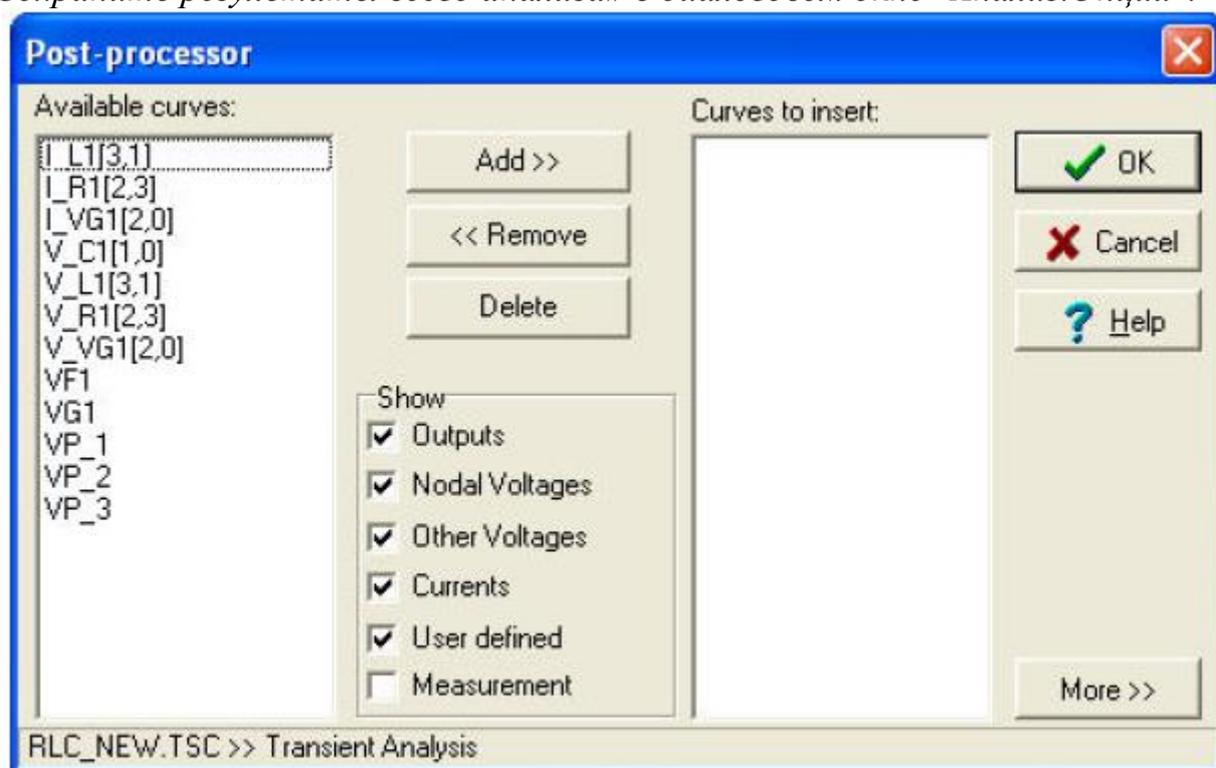


Вы также можете выбрать / отменить выбор компонентного или узлового напряжения с помощью перемещения курсора и щелчка над выбранным компонентом или узлом. Обратите внимание, что хотя бы один из исходных выходов (Out и Source) должен оставаться включенным.

Другой метод добавления дополнительных кривых или результатов анализа процесса – это использование постпроцессора TINA.

Примечание:

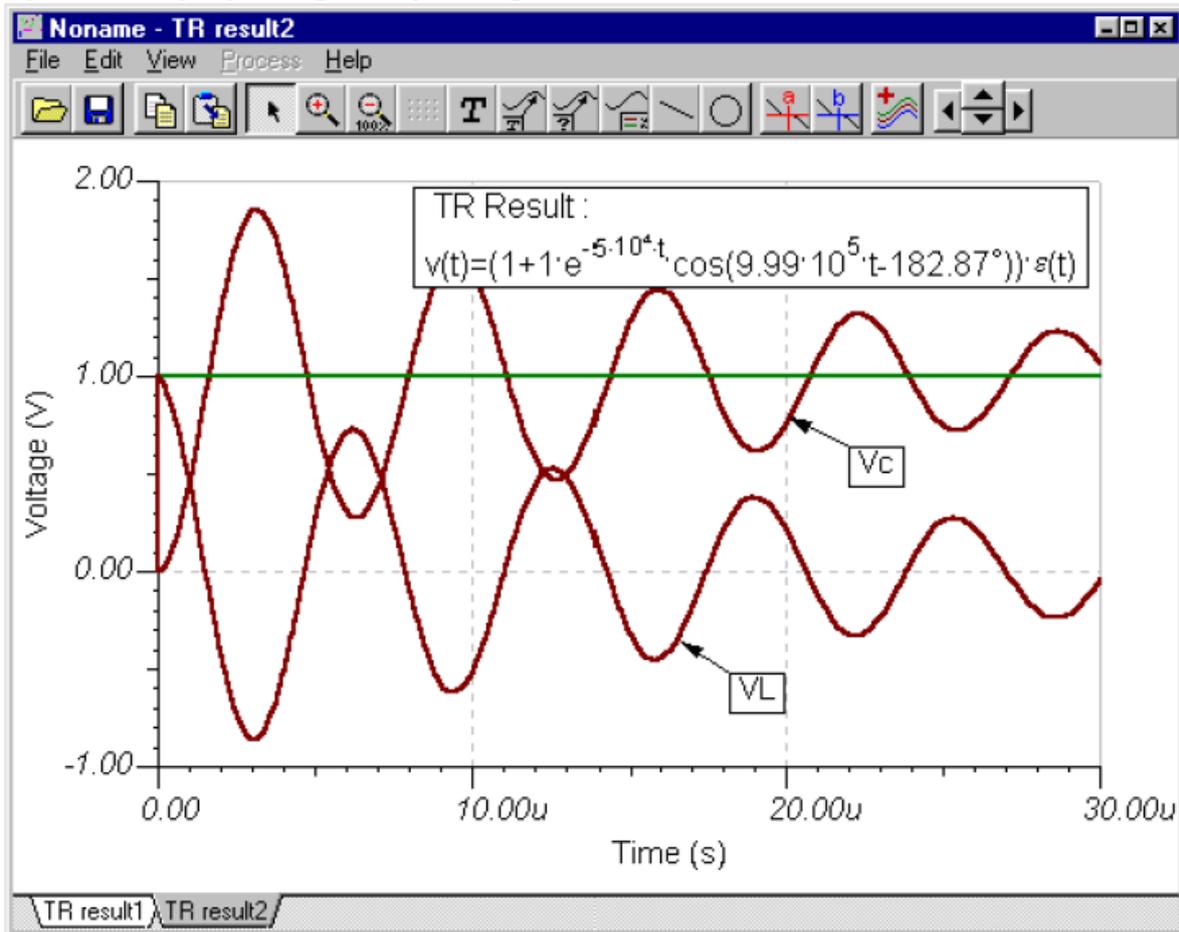
Чтобы использовать эту функцию, вы должны установить флажок «Сохранить результаты всего анализа» в диалоговом окне "Анализ.Опции".



В списке доступных кривых на левой стороне отображаются все кривые, которые уже рассчитаны.

Символы $V_{label} [i, j]$ и $I_{label} [i, j]$ обозначают напряжение и ток соответственно помеченных компонентов между узлами i и j . Символ VP_n обозначает узловое напряжение узла n .

Чтобы добавить напряжение катушки в список кривых для вставки, выберите V_L1 [3,1] и нажмите кнопку Добавить >>. Нажатие ОК вставляет эту кривую на текущую страницу диаграммы.



Также вы можете добавить новую кривую к диаграмме, если вы запустить Анализ переходных процессов снова: напряжение добавленной ранее катушки не будет отображаться на схеме. Затем добавьте еще одно напряжение к диаграмме таким образом, что программа сохраняет эту настройку на будущие расчеты, а также узнайте, как изменить или удалить эти настройки. В качестве примера надо добавить напряжение RL- части схемы к диаграмме.

Сначала запустите Transient анализ, а затем откройте Постпроцессор,

нажав кнопку  «Постпроцессор» на панели инструментов. Появляется окно постпроцессора. Нажмите кнопку Больше >> на правой нижней стороне этого окна, и появляется расширенное диалоговое окно постпроцессора.

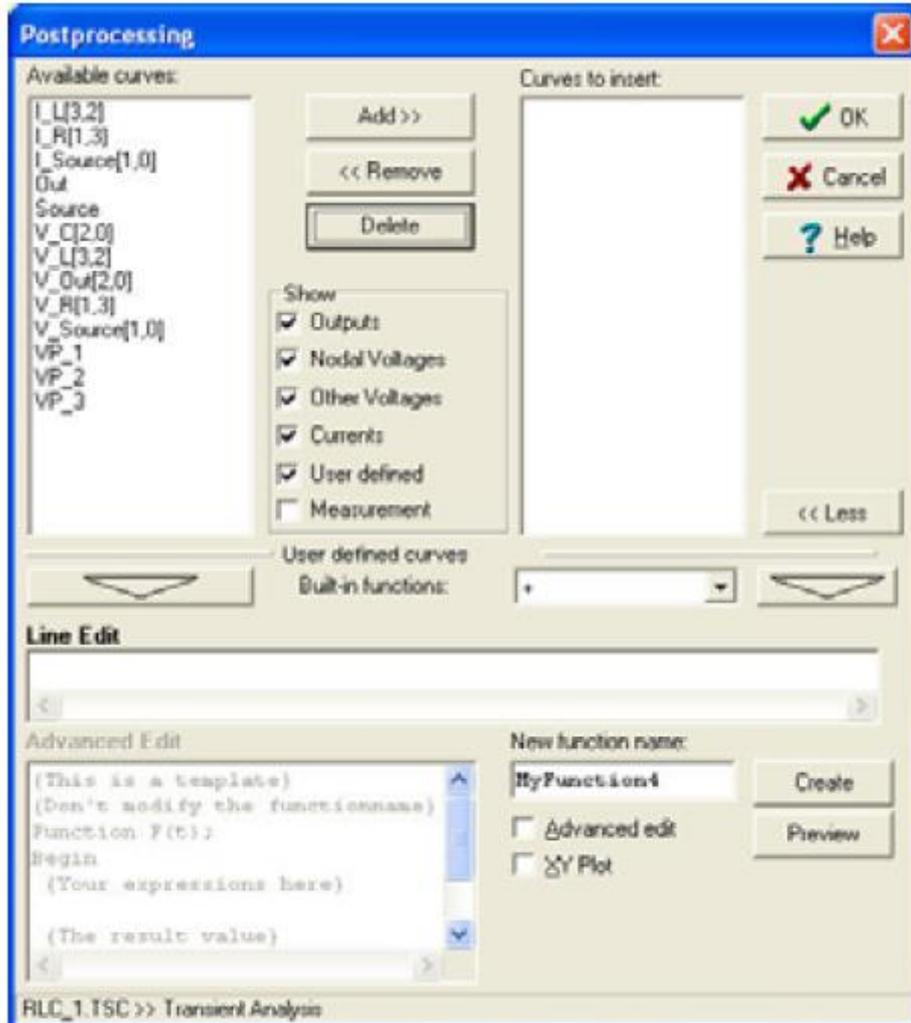
Лучший способ выразить напряжение части RL - это выразить его как разницу напряжения генератора VG1 и выхода напряжения VF1: VG1-VF1.

Для создания необходимого напряжения постпроцессором нажмите напряжение VG1 в списке доступных кривых, а затем нажмите кнопку



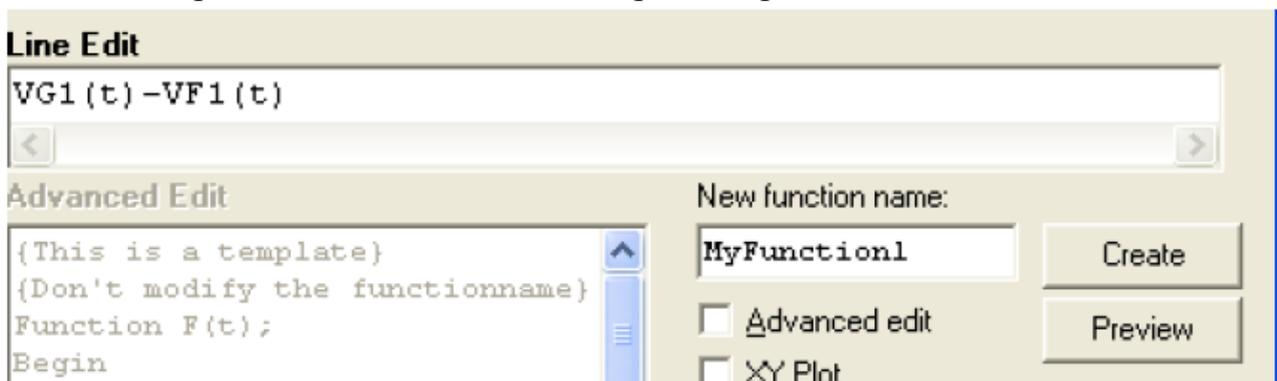
«Добавить в область редактирования». VG1 (t) появляется в строке редактирования постпроцессора. Теперь введите операнд (-

) (вычитание) и щелкните напряжение VF1 в списке кривых и снова нажмите кнопку .

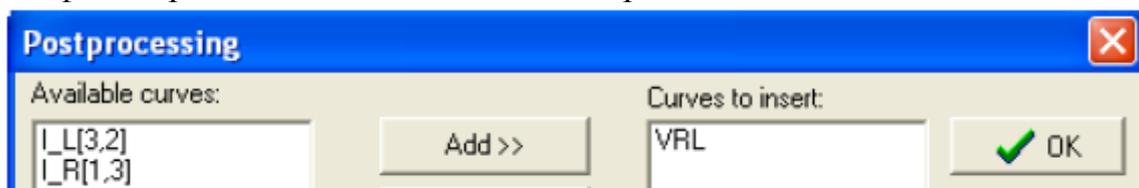


Обратите внимание, что, хотя вы можете сделать то же самое, используя VP_1, VP_2, VP_3 они могут измениться, если вы отредактируете схему. Поэтому лучше использовать выходы узлов, выводы напряжения и т. д., поскольку они более независимы от изменений схемы.

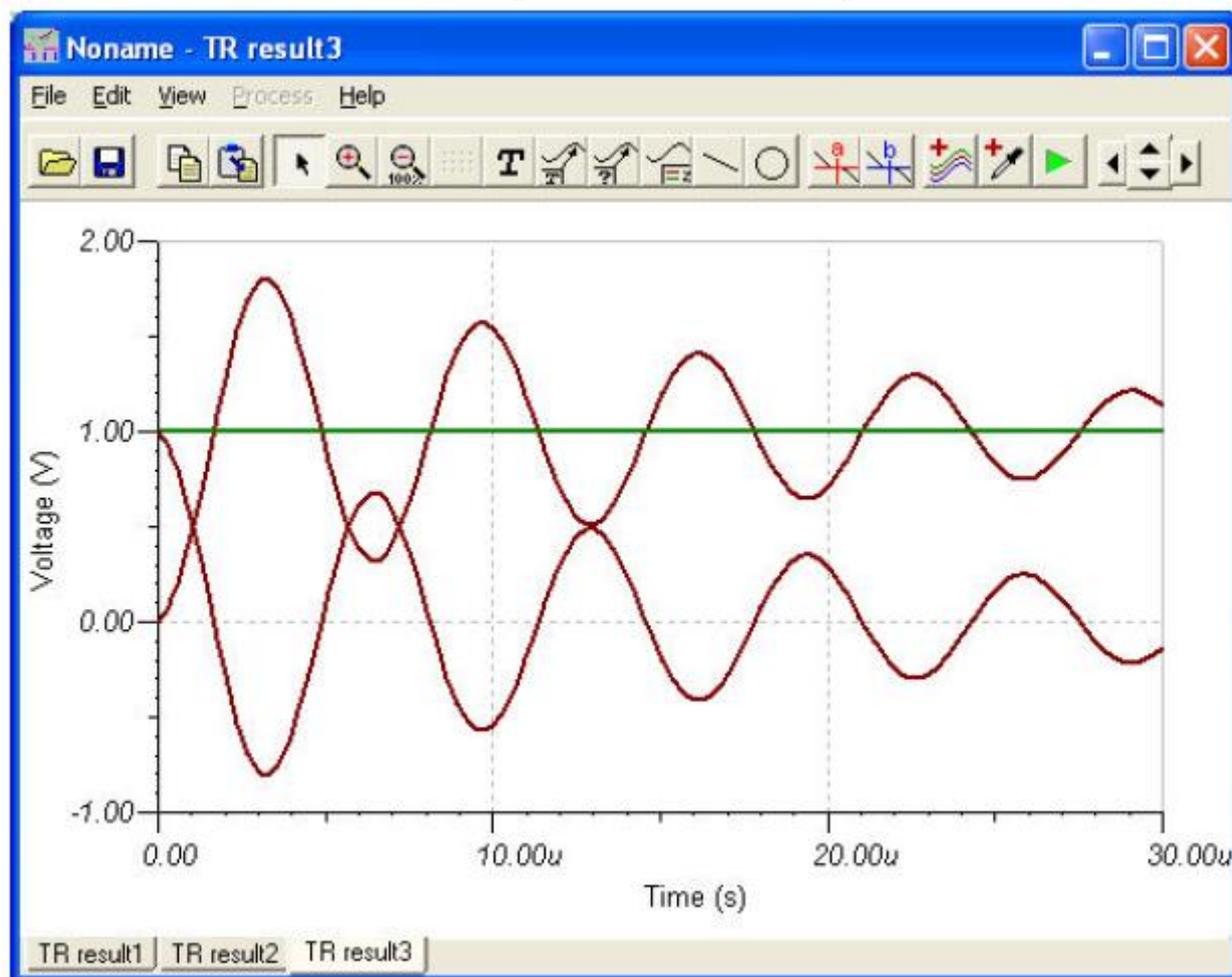
Расширенная часть диалога постпроцессора выглядит так.



Измените My Function 1 на VRL, затем нажмите кнопку Create. Идентификатор VRL появится в списке «Кривые для вставки».



Нажмите ОК, и в окне диаграммы появится напряжение VRL.



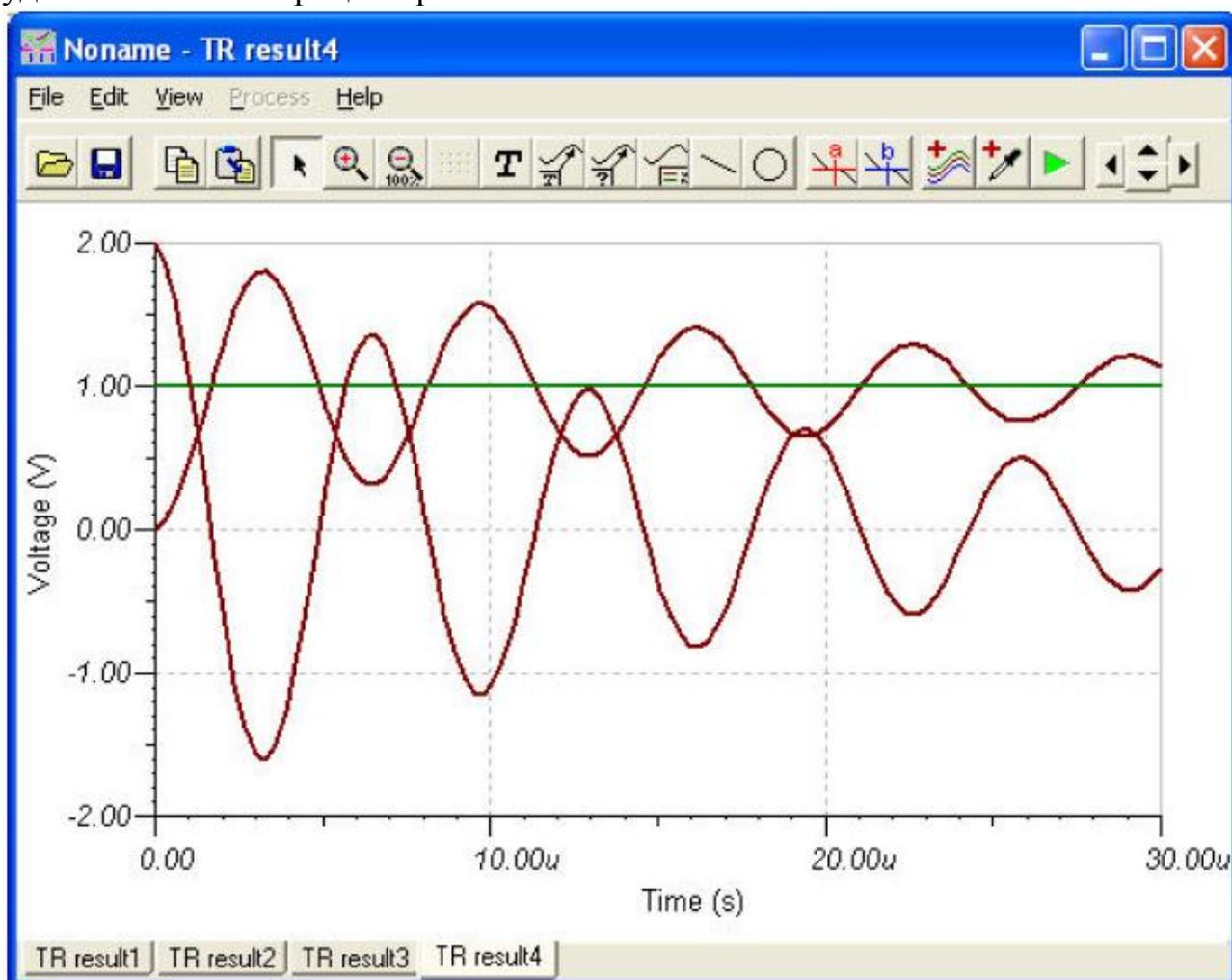
Теперь давайте посмотрим, как изменить дополнительные новые кривые.

Нажмите еще раз кнопку  «Постпроцессор», появится окно постпроцессора с новой кривой VRL в конце списка «Доступные кривые». Выделите VRL и

нажмите кнопку  еще раз, определение кривой появятся в поле Line Edit. Однако имя новой функции может быть другим, например Myfunction3. Давайте вернемся к VRL и изменим выражение $VG1(t) - VF1(t)$ на другое, например $2*(VG1(t) - VF1(t))$. Нажмите Create и ОК, и новая кривая появится на диаграмме.

Если вы хотите удалить новую кривую, снова откройте постпроцессор, щелкните VRL и нажмите кнопку Удалить.

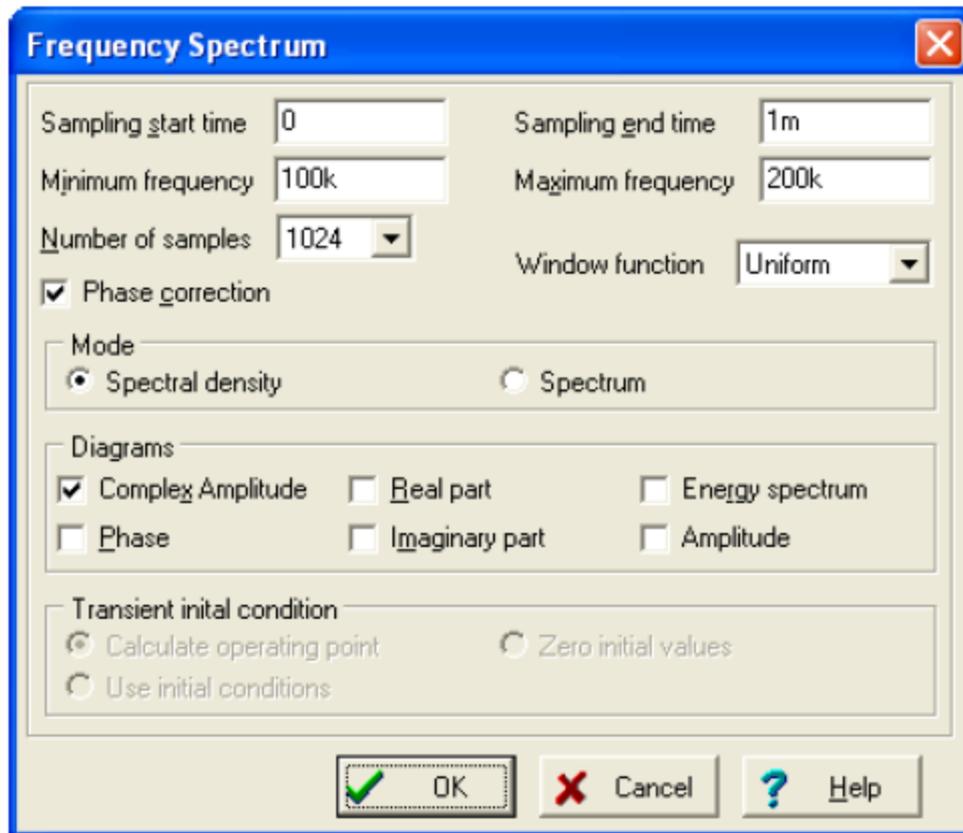
Обратите внимание, что если вы сохраните и перезагрузите схемы с добавлением новых кривых постпроцессором, новые кривые будут автоматически генерироваться, пока они присутствуют на постпроцессоре в списке «Доступные кривые», и вы можете редактировать эти выражения или удалить их в постпроцессоре.



Вы можете сделать гораздо больше с помощью инструмента постобработки TINA. Например, вы можете создать кривые новых функций, созданных путем суммирования либо вычитания кривых, либо применяя к ним математические функции.

Более подробное описание см. В разделе «Анализ постобработки» результатов в главе "Дополнительные темы".

Чтобы продемонстрировать более продвинутую функцию TINA, изучите **Спектр Фурье** полученной непериодической переходной характеристики. В-первых, чтобы получить более точную кривую, выберите Анализ | Задавать параметры анализа... и измените параметр «максимальный временной шаг TR» до 10н. Затем запустите переходный анализ на более длительный срок времени в 1 мс, изменив параметр End display в Transient Analysis dialog до 1м.



Выберите демпфирующий выходной сигнал, наведя курсор на кривую и нажав левую кнопку мыши, когда курсор принимает форма знака +. Выбранная кривая станет красной. Теперь нажмите правую кнопку мыши и выберите во всплывающем меню «Спектр Фурье».

Появится диалоговое окно Frequency Spectrum. Установите минимум частоты 100k, Максимальная частота до 200k и нажмите ОК.

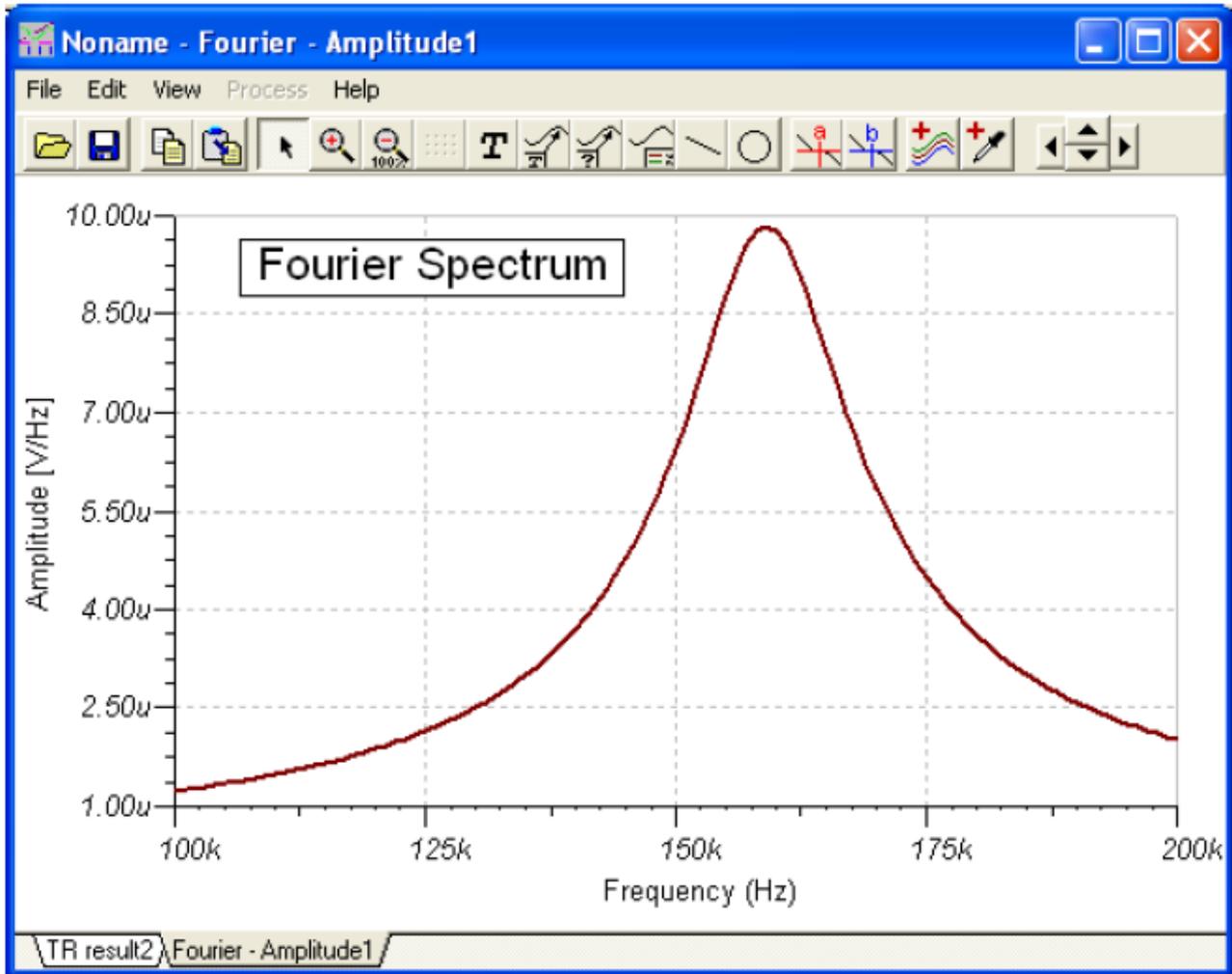
Появится спектр Фурье переходной характеристики. Результат представляет собой непрерывный частотный спектр, показанный на рисунке ниже. В качестве ожидаемой частоты, на которой спектр Фурье показывает максимум - резонансная частота контура.

Спектр Фурье и диалоговое окно рядов Фурье также могут быть получаены непосредственно из меню Анализ|Фурье-анализ. Здесь вам не нужно вычислять переходную функцию вручную. TINA автоматически сделает это перед построением ряда Фурье или спектра.

Вы можете быть удивлены, что единица частотного спектра измеряется в В / Гц. Это потому, что непрерывный спектр Фурье представляет собой плотность функции в зависимости от частоты. Если вы хотите узнать приблизительную амплитуды в узкой полосе частот, следует умножить среднюю амплитуду (дана в В / Гц или Вс) на ширину полосы (дана в Гц или 1 / с).

Вы также можете найти амплитуду в вольтах напрямую, если выберете Spectrum в поле Mode диалогового окна Fourier Analysis. В этом случае применяемая полоса пропускания равна $1 / DT$, где DT - длина переходного

анализ (End display - Start display). Эта функция особенно полезна, если ваш сигнал содержит как непериодические, так и периодические компоненты.



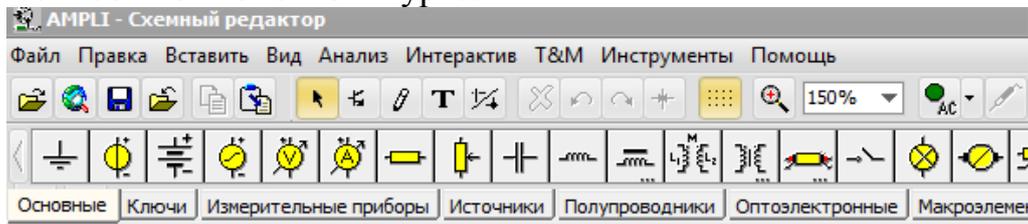
Если ваш сигнал содержит периодические компоненты, вы можете отобразить их на диаграмме более точно, если выбрать подходящую функцию окна в диалоговом окне Frequency Spectrum. Для чтения амплитуды на диаграмме лучше всего использовать оконную функцию Flattop.

К счастью, анализ Фурье не так уж и сложен для явно периодических сигналов. Периодические сигналы могут быть представлены рядами Фурье или, другими словами, как сумма косинусных и синусоидальных волн базовой (основной) частоты и гармоник, кратных базовой частоте.

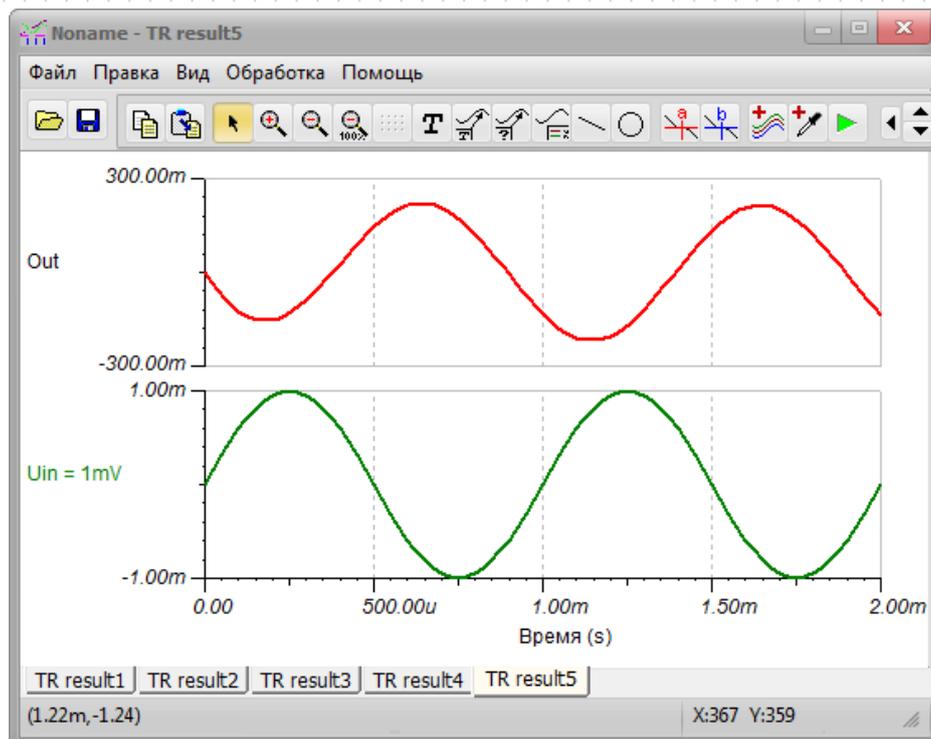
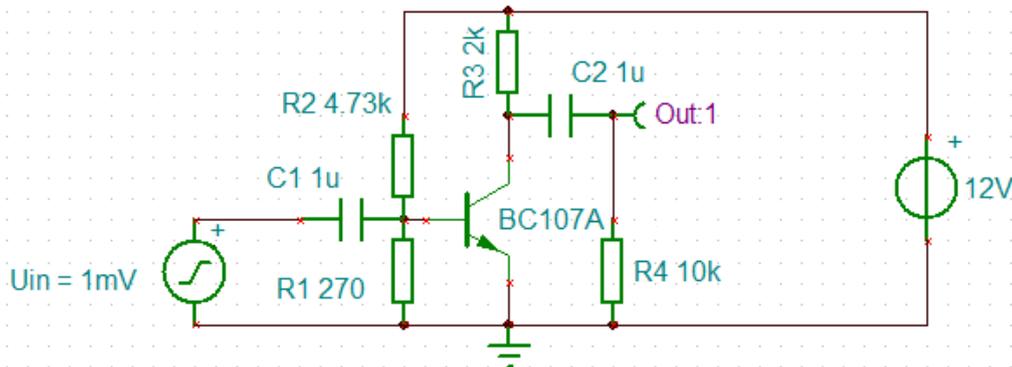
Чтобы попробовать этот вид анализа Фурье в TINA, загрузите AMPLI.TSC из папки EXAMPLES.

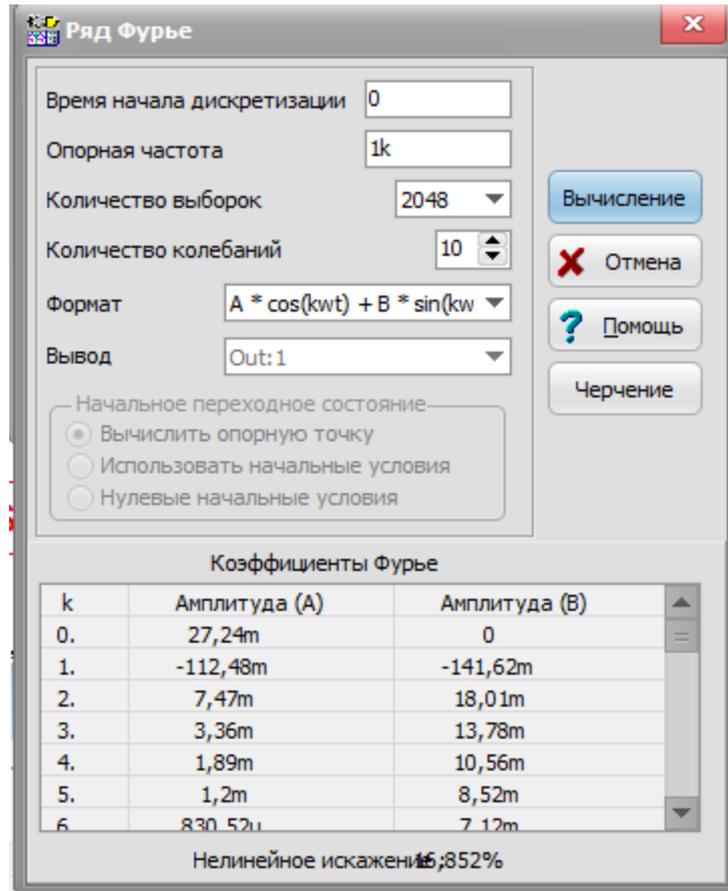
Выполните переходный анализ, а затем выберите выходную кривую с наибольшей амплитудой. Нажмите правую кнопку мыши и выберите **Fourier Series** из всплывающего меню диалогового окна ряда Фурье. Обратите внимание, что вы можете получить доступ к этому диалоговому окну прямо из окна меню *Анализ. Анализа Фурье*. Установите время начала выборки на 1 мс и число отсчетов до 2048. Обратите внимание, что для лучшей точности очень

важно установить время начала для анализа ряда Фурье после того, как начальный переходный процесс закончился. Теперь нажмите *Calculate*. Появится список компонентов Фурье.



Transistor Amplifier Circuit

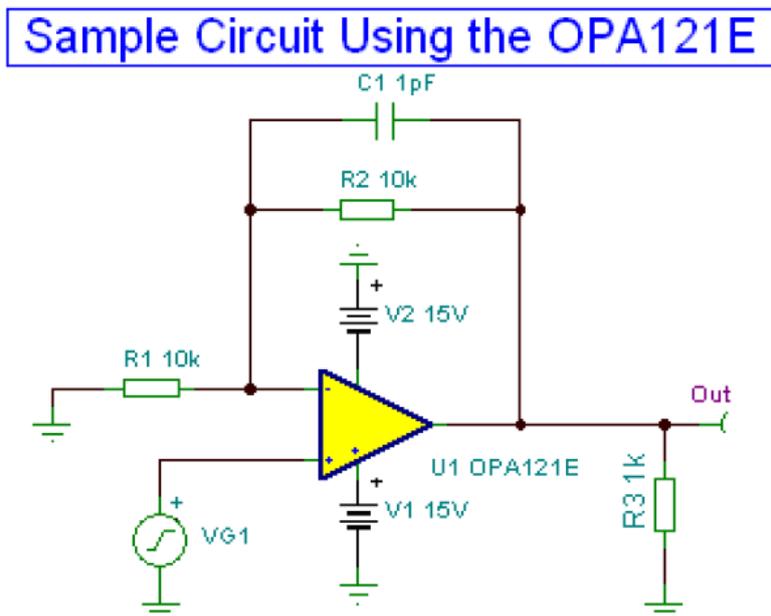




Если вы нажмете Draw, вы также можете нарисовать диаграмму, показывающую амплитуды в В (вольтах) при частотах, кратных базовой частоте, умноженной на целые множители.

4.6.2 Создание и анализ схемы операционного усилителя

Создайте принципиальную схему с помощью операционного усилителя OPA121E от Texas Instruments, как показано на следующем рисунке:

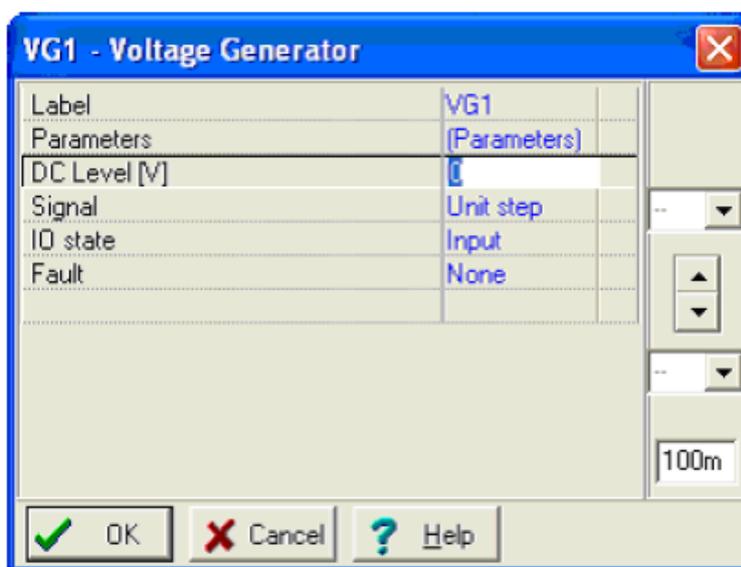


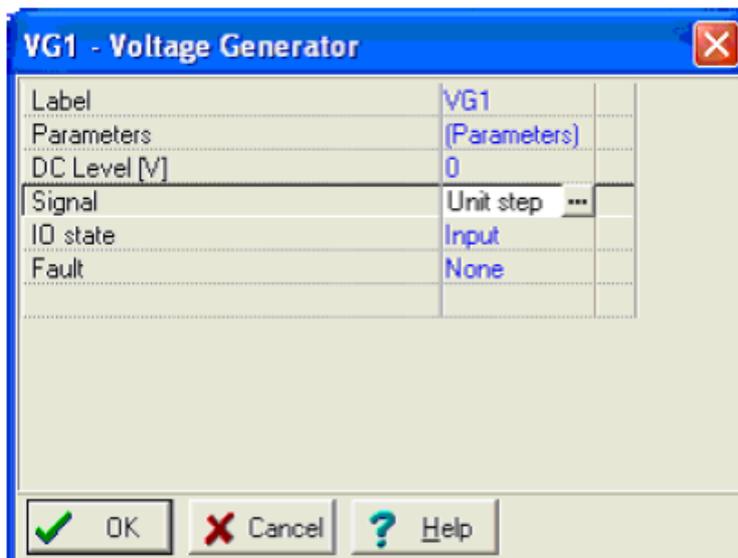
Если вы только что открыли TINA и хотите создать свою собственную схему, вы можете сразу начать добавлять компоненты. В имени файла схемы вверху по умолчанию для строки установлено значение Noname, что указывает на то, что новый файл схемы Noname.TSC редактируется. Если у вас уже есть схема, загруженная в редактор, например, наша предыдущая схема RLC, вы можете запустить новую схему с помощью команды File | New. Вы можете переключаться между несколькими схемами, щелкнув вкладки внизу экрана.

Теперь начните добавлять компоненты. Щелкните левой кнопкой мыши на генераторе напряжения, затем отпустите кнопку мыши. Курсор изменится на символ генератора. Разместите его с помощью мыши (или нажав [+] / [Ctrl-R] или [-] / [Ctrl-L] клавиши для поворота) или клавишу [*] для зеркального отображения) где-нибудь посередине экрана, затем нажмите левую кнопку мыши, чтобы поместить компонент в схему. Нам по-прежнему нужно установить свойства этого генератора. Дважды щелкните значок «генератор», и появится следующее диалоговое окно.

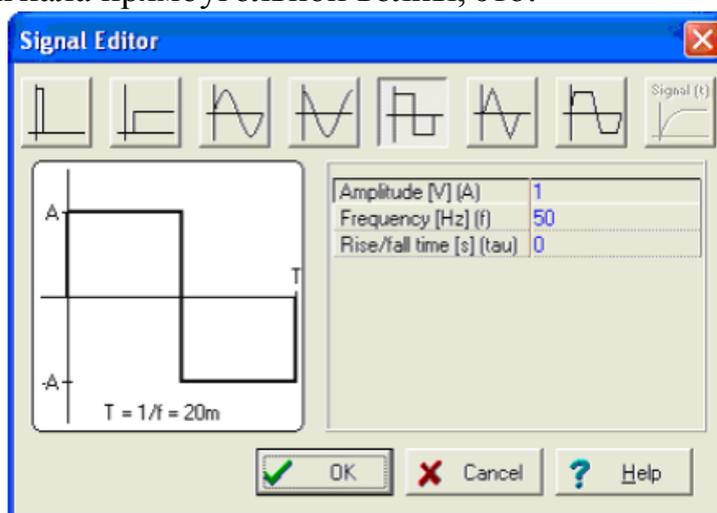
Оставьте уровень постоянного тока и параметры состояния ввода-вывода без изменений. Обратите внимание, что, приняв Input для параметра состояния ввода-вывода, вы тем самым выбрали, что выход этого генератора должен быть входом для этого анализа (Боде диаграммы в этом примере). Щелкните строку меню «Сигнал». Поле диалога изменится, как показано ниже.

Нажмите на кнопку . В новом диалоговом окне с графическими значками появятся доступные сигналы генератора напряжения. Когда вы выбираете один из них (в нашем случае нажмите кнопку "Прямоугольная волна"), соответствующая кривая предлагает некоторые параметры по умолчанию.





В случае сигнала прямоугольной волны, это:



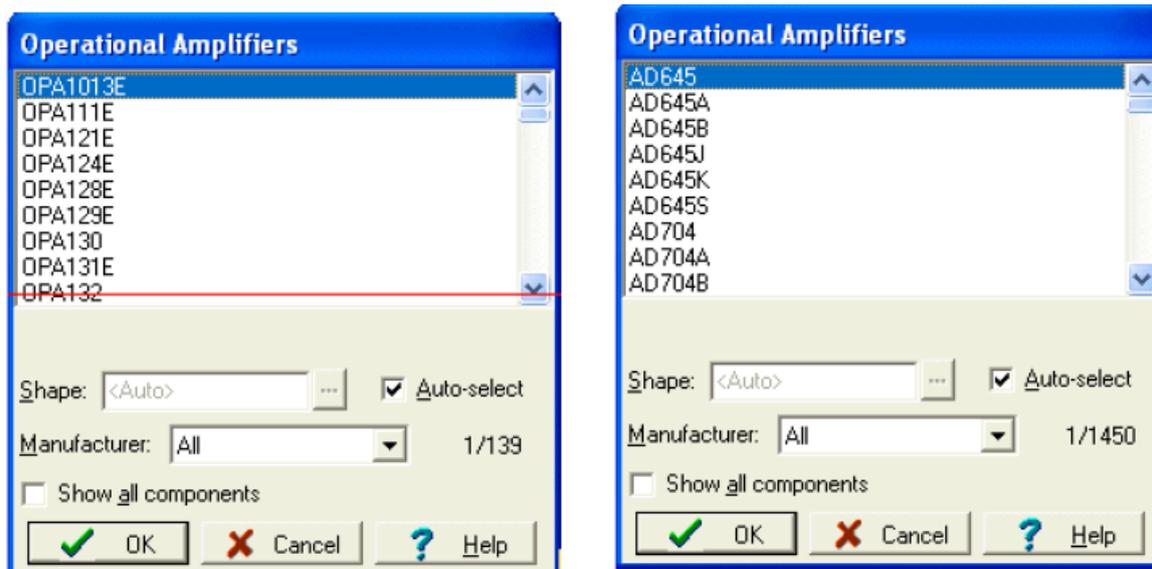
Измените амплитуду на 500м (это соответствует пику 500 мВ), частоту до 100 кГц (100 кГц), а время нарастания / спада до 1п (1ps). Нажмите на ОК, вернитесь в предыдущее диалоговое окно и снова нажмите ОК.

Программа автоматически поместит этикетку (VG1) рядом с компонентом, и вы сможете позиционировать и размещать компонент и этикетку вместе. Если позиция метки по умолчанию неудовлетворительна, вы сможете перетащить метку в нужное место позже.

Теперь перейдите на вкладку Spice Macros и нажмите левую кнопку Operational Amplifiers. Появится следующее диалоговое окно.

Чтобы найти нужную нам микросхему, прокрутите список вниз, пока не найдете OPA121E.

Вы можете сузить список, выбрав производителя (Texas Instrument в нашем примере) из списка Изготовитель. Вы можете также просто ввести OPA121E, и список автоматически перейдет к IC (нажмите кнопку Delete на клавиатуре и попробуйте еще раз, если вы допустили опечатку). Щелкните строку (OPA121E) и нажмите кнопку ОК. (Или вы можете дважды щелкнуть по этой строке).



Схематический символ этого операционного усилителя появится и будет прикреплен к курсору. Перемещая мышью, установите операционный усилитель, как показано на схеме в начале раздела, а затем нажмите левую кнопку мыши, чтобы поместить операционный усилитель в вашу схему.

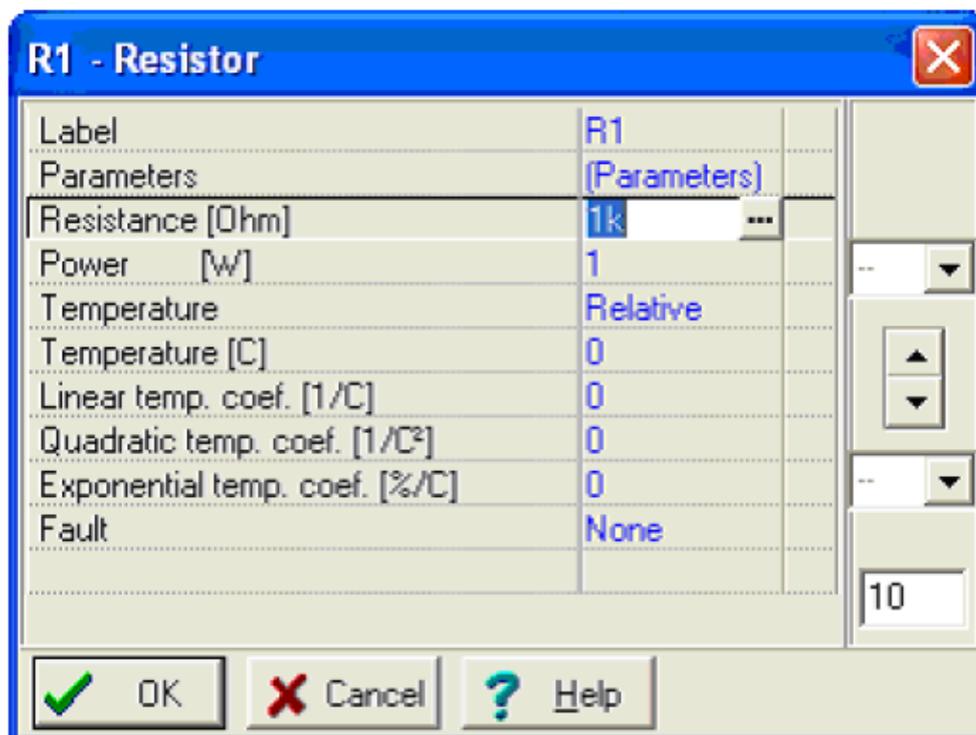
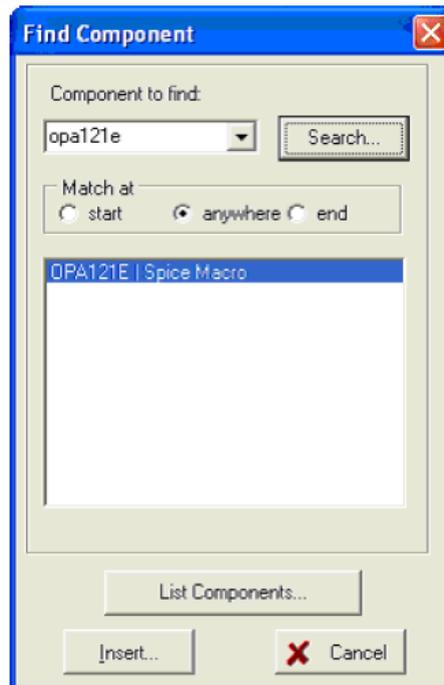


Вы также можете выбрать деталь с помощью инструмента «Найти компонент» в верхнем правом углу редактора схем. Если вы введете номер детали в поле «Компонент для поиска» и нажмете кнопку «Поиск», появится список доступных компонентов. (Вы можете ввести только часть имени, если вы не уверены в полном имени).

Нажмите кнопку «Вставить», чтобы разместить компонент. Кнопка Список компонентов позволяет создать список всех доступных компонентов в текстовом файле.

Обратите внимание, что другие типы ИС доступны под кнопками рядом с операционными усилителями: дифференциальные усилители, полностью дифференциальные усилители (Fully - Differential Amplifiers) с дифференциальным входом и выходом, компараторы, регуляторы напряжения, буферы, мониторы типа шунта и другие компоненты). Вы можете перенести все эти различные компоненты в диалоговое окно любой из кнопок, если вы установили флажок «Показать все компоненты». К тому же, чтобы выбрать ИС в списке, вы также можете найти ее, нажав на любой элемент в списке, а затем введите имя ИС.

Теперь щелкните вкладку Basic на панели компонентов и щелкните значок резистора. Символ резистора будет прикреплен к курсору. Переместите резистор в положение резистора R1 на образце схематической диаграммы в начале этого раздела и нажмите левую кнопку мыши, чтобы поместить этот резистор в схему. Двойной клик на резисторе откроет следующее диалоговое окно:



Измените значение в поле Сопротивление на 10 кОм и нажмите ОК. Обратите внимание, что вы можете установить значение компонента перед размещением, пока вы не перемещали его. Для этого нажмите правую кнопку мыши и выберите «Свойства» во всплывающем меню. Появится показанный выше диалог, и вы можете установить свойства этого компонента. После, нажав ОК, вы можете вернуться к размещению компонента.

Теперь поместим R2 в начало схемы. Нажмите на символ резистора на панели инструментов компонента, переместите и установите резистор. Когда вы установите резистор, вы увидите, что его значение уже 10 кОм, так как программа запоминает предыдущее значение.

Теперь поместим R3, который нужно повернуть на 90 градусов. Нажмите на символ резистора на панели инструментов и поверните компонент на 90°,

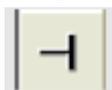


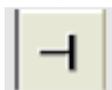
нажав кнопки  или  или нажав кнопки Ctrl L или Ctrl R. (+ и - на цифровой клавиатуре имеют тот же эффект). Поместите компонент в правой части экрана и установите для него значение 1к.

Продолжите ввод цепи с компонентами конденсатора, батареи и заземления, как показано на рисунке выше. Установите параметры на $C = 1p$, $V1 = 15$ и $V2 = 15$. Разместите вывод напряжения (выбирается из группы компонентов измерителей) в правой части новой схемы. Обратите внимание на полярность батареи и при необходимости поверните символы.

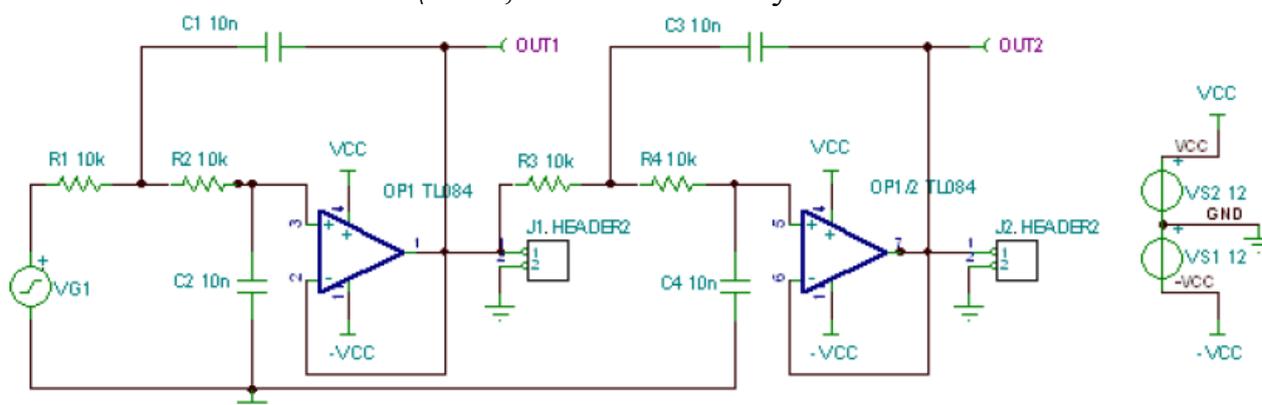
Примечание:

Если у вас несколько операционных усилителей, вы можете упростить их подключение к блоку питания. Это можно сделать с помощью компонента



Jumper , который вы можете найти на первом месте панели Специальные.

Все перемычки (*Jumper*) с одинаковой меткой считаются электрически связанными компонентами в TINA. Поэтому, если подключить перемычку называемую VCC к положительному источнику питания операционного усилителя, этого достаточно для подключения перемычек с той же меткой VCC к положительному источнику питания выводов питания всех операционных усилителей. Например, вы можете загрузить и изучить схему OPAMP2.TSC из папки TINA EXAMPLES \ PCB, также показанную ниже.

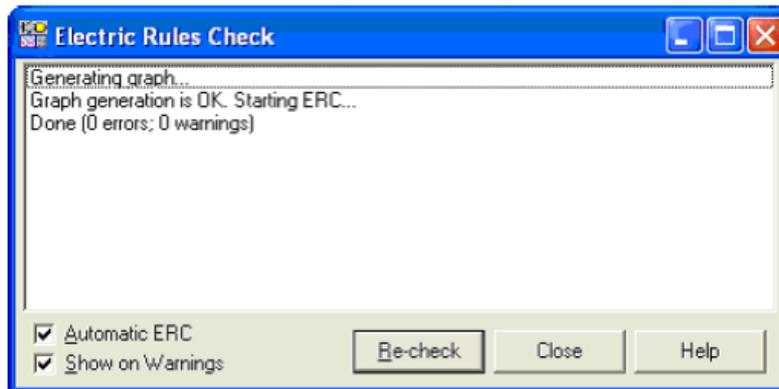


Обратите внимание, что даже несмотря на то, что все вычисленные напряжения, токи и сигналы доступны после выполнения анализа (см. ниже в этой главе, а также в разделе результатов анализа постобработки), вам еще нужно определить хотя бы один выход. Мы разместили детали в схеме, но они

все еще не связаны. Для подключения устройств переместите наведите курсор на соответствующий узел пина, пока не появится значок маленького пера для рисования. Когда появится это перо, щелкните левой кнопкой мыши, нарисуйте провод и снова щелкните левой кнопкой мыши в его конечной точке. Так вы соедините все компоненты. Установите выход схемы Out2.

Наконец, добавьте заголовок к схеме. с помощью значка  на панели инструментов.

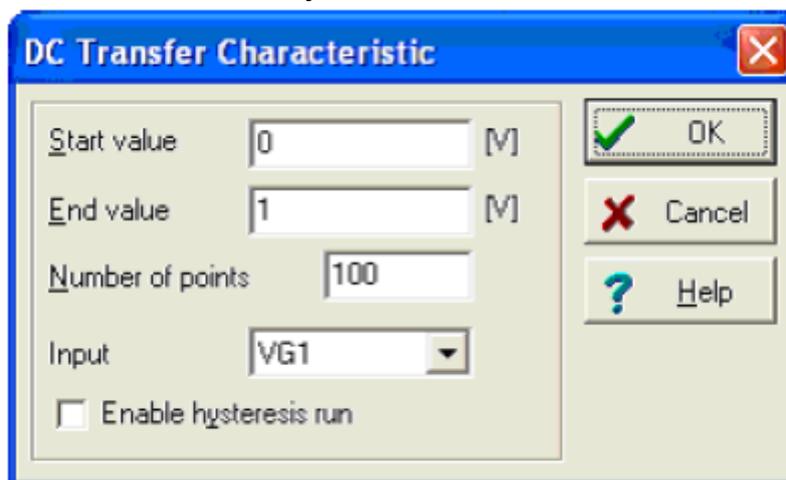
Давайте проверим схему, которую мы только что построили, и запустим ERC из Меню анализа. Если все в порядке, появится следующий диалог:



Если есть проблема с цепью, в диалоговом окне появятся сообщения со списком предупреждений или ошибок. Если вы нажмете на предупреждение или сообщение об ошибке, соответствующая деталь или провод будут выделены в принципиальной электрической схеме

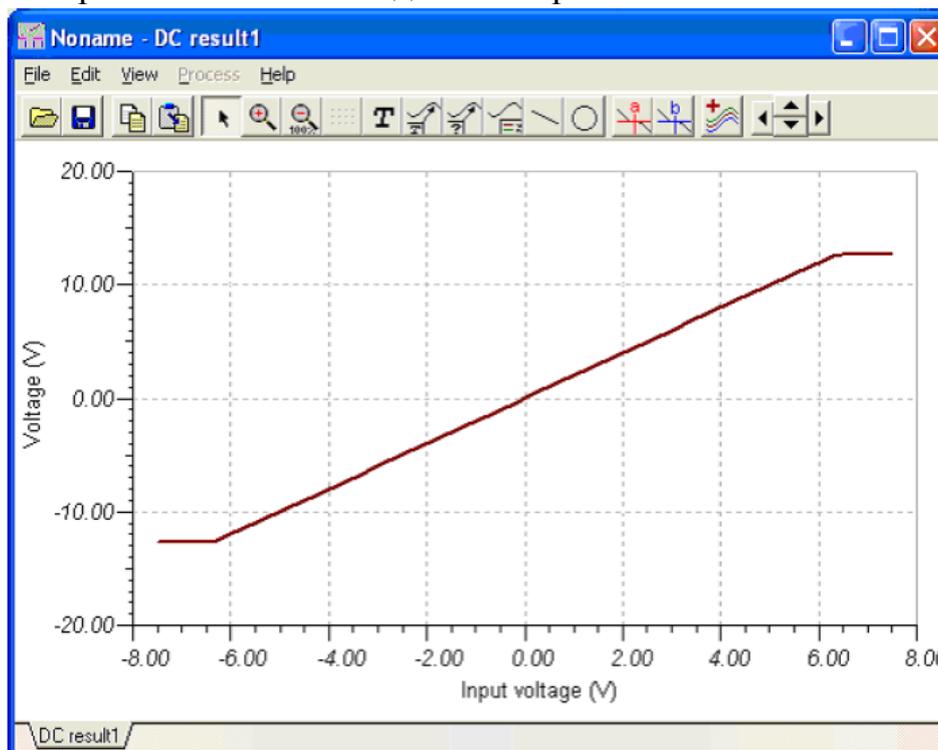
4.6.2.1 Расчёт передаточной характеристики постоянного тока

Мы уже видели несколько режимов анализа TINA. Но пока мы не использовали режим анализа постоянного тока для расчета характеристики передачи постоянного тока этой схемы. Выберите DC Analysis | DC Transfer... из меню «Анализ». Появится следующее диалоговое окно:



Установите начальное значение на $-7,5$, конечное значение на $7,5$, а затем нажмите ОК. Через короткое время появится окно диаграммы, как показано

ниже. Диаграмма отображает зависимость выходного напряжения передаточной кривой схемы от входного напряжения.



4.6.3 Анализ цепей SMPS

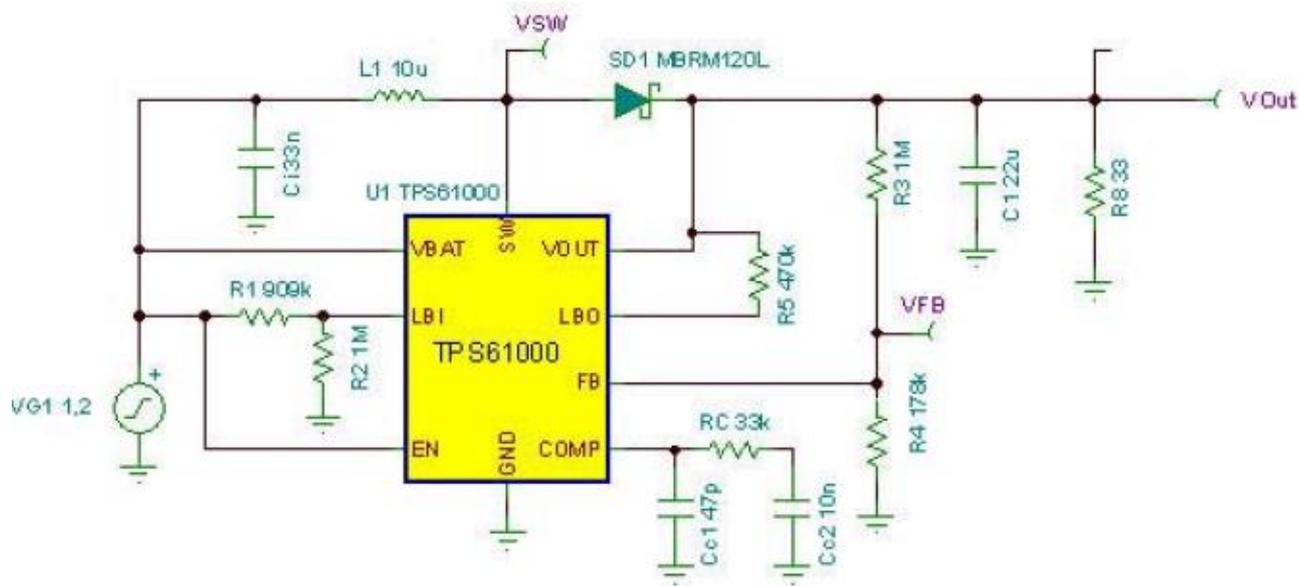
Цепи SMPS или (Switching-Mode Power Supply) импульсного источника питания являются важными частями современной электроники. Тяжелый анализ переходных процессов, необходимый для моделирование такой схемы может занять много времени и памяти компьютера. Для поддержки анализа таких схем TINA предоставляет мощные инструменты и режимы анализа. В этой главе мы будем демонстрировать это на примерах.

Использование решателя устойчивого состояния

Наиболее трудоемкая часть анализа цепи SMPS – это достижение устойчивого состояния, когда уровень постоянного выходного напряжения не меняется, а форма выходного сигнала имеет лишь небольшие периодические пульсации.

Чтобы найти это состояние автоматически, в TINA есть решатель устойчивого состояния в меню "Анализ".

Чтобы продемонстрировать этот инструмент, давайте загрузим файл схемы повышающего преобразователя TPS61000.TSC из папки EXAMPLES \ SMPS \ QS Manual Circuits.



Выберите решатель устойчивого состояния из меню анализа. Появится следующий диалог.

Новыми параметрами по сравнению с диалоговым окном Transient Analysis являются следующие:

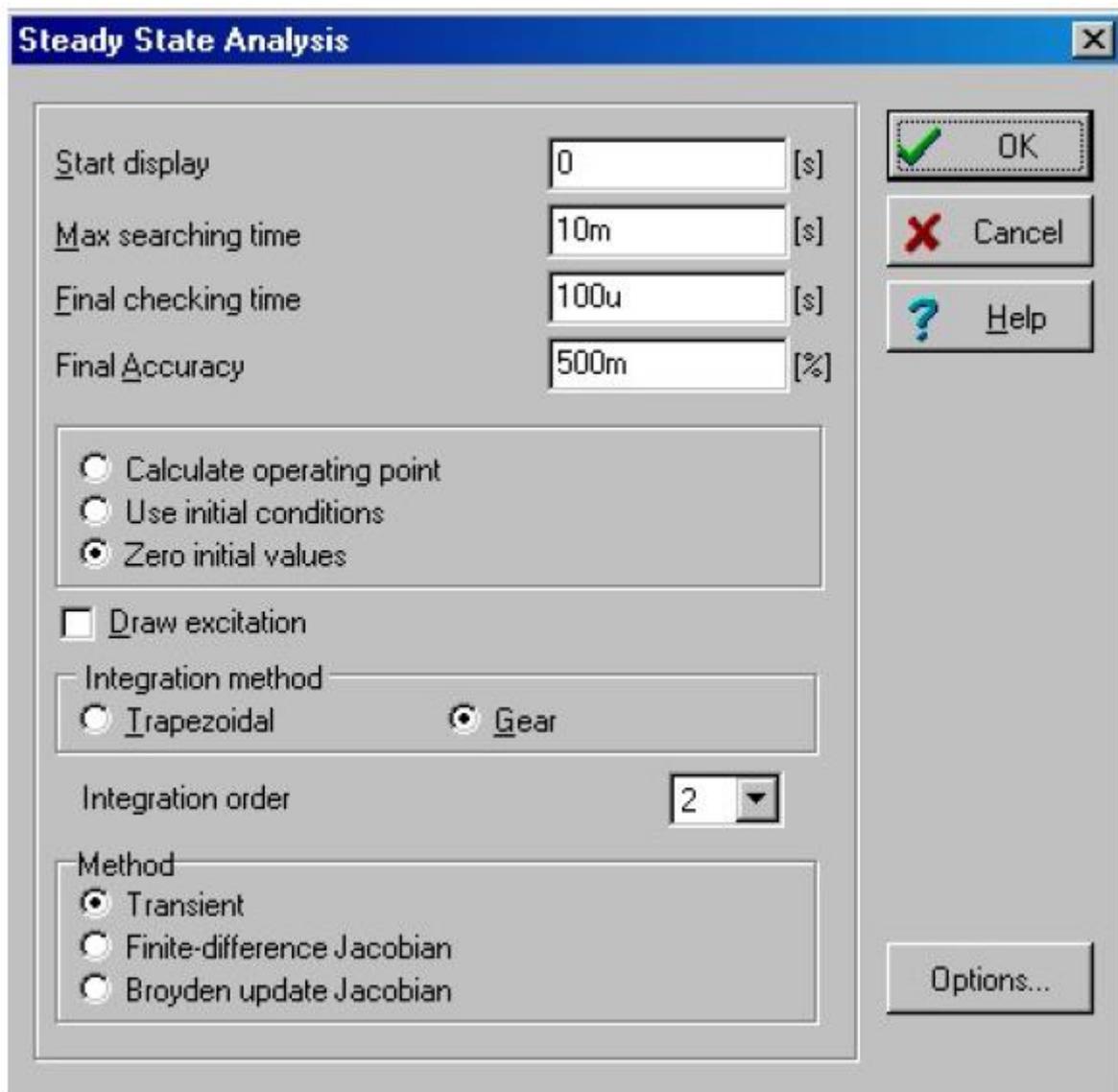
Максимальное время поиска: решающая программа попытается найти устойчивое решение не более 10 мс. После этого анализ будет прекращен независимо от того, что решение не найдено.

Время окончательной проверки: после того, как поиск установившегося состояния завершен, выполняется окончательная проверка длины, указанной здесь. У вас должна быть стационарная форма волны для этого временного интервала.

Конечная точность: максимально допустимое изменение уровня постоянного тока. Когда изменение ниже этого, анализ закончится. Обратите внимание, что 500м в примере выше означает 0,1%

Метод: вы можете выбрать метод, используемый для нахождения устойчивого состояния:

Переходный процесс: поиск устойчивого состояния выполняется с помощью анализа переходных процессов; Якобиана конечных разностей, Якобиана обновления Бройдена. Поиск устойчивого состояния проводился методами, описанными в статье «Автоматизированный стационарный анализ импульсных преобразователей мощности» Драгана Максимовича.

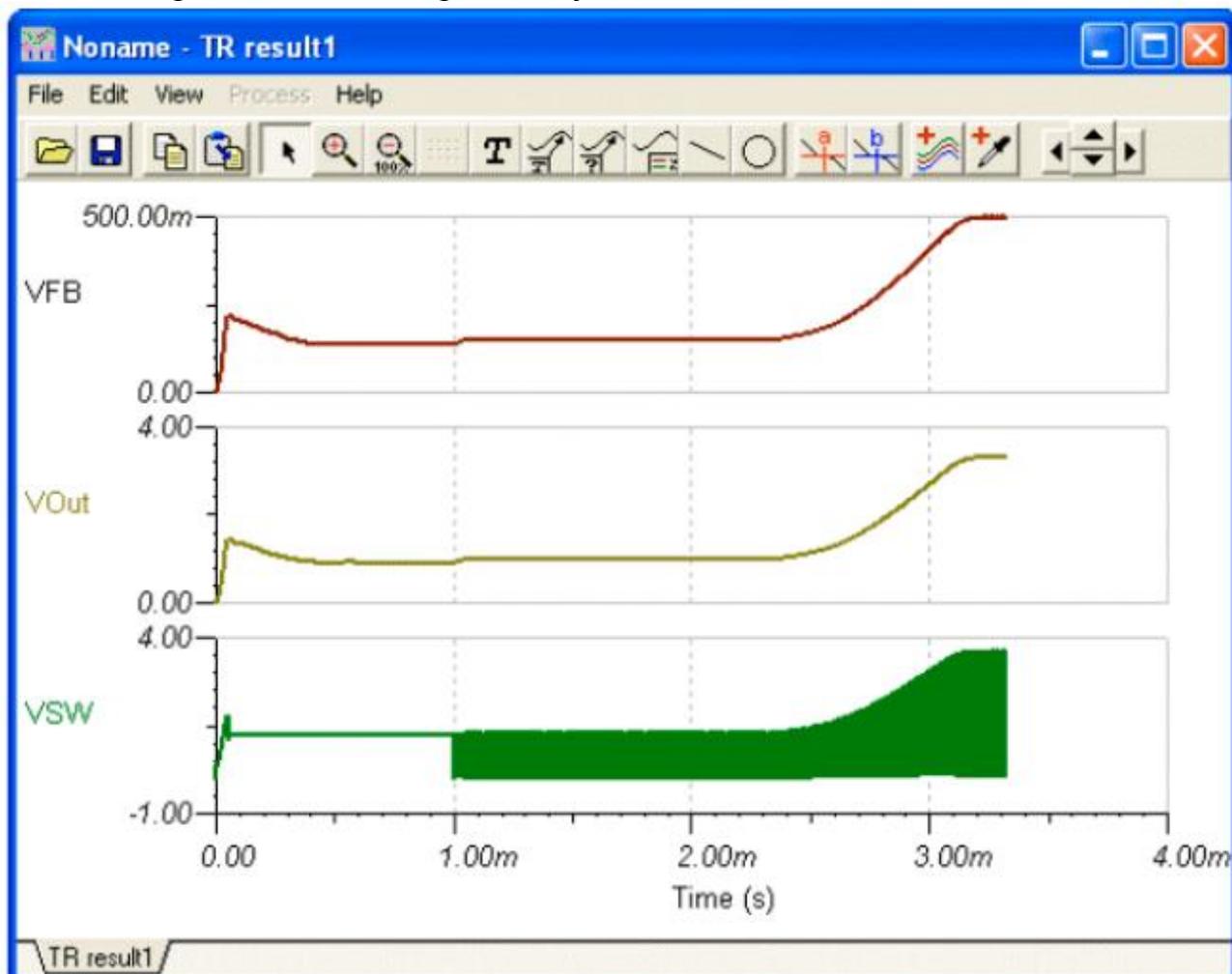


Обратите внимание, что эти последние два метода могут быстрее перейти в устойчивое состояние, но они не проходят через нормальные переходные состояния, поэтому в результате форма волны между начальным и конечным состоянием не отражает реальный процесс (а скорее математический путь методов получения результата).

Теперь давайте запустим Решатель (Solver). Через несколько минут работы (примерно 2 минуты на компьютере Pentium 2 ГГц) мы получим следующий результирующий сигнал.

Эти формы сигналов показывают подробный переходный процесс от включения до достижения стабильного выходного напряжения. Если вы уменьшите масштаб осциллограммы, вы можете видеть, что период переключения составляет около 500 кГц, а время, необходимое для достижения устойчивого состояния, составляет 4 миллисекунды. Следовательно, нам нужно посчитать как минимум сотни или иногда тысячи периодов, если мы хотим увидеть всю переходную форму волны. Вот почему, чтобы найти устойчивое состояние требуется процесс, потребляющий такое время. Причина этой

проблемы - долгое время запуска цепи ИИП (импульсного источника питания) по сравнению с их частотой коммутации. Время запуска в основном определяется конденсаторами фильтра на выходе. Чем больше эти конденсаторы, тем больше время запуска.



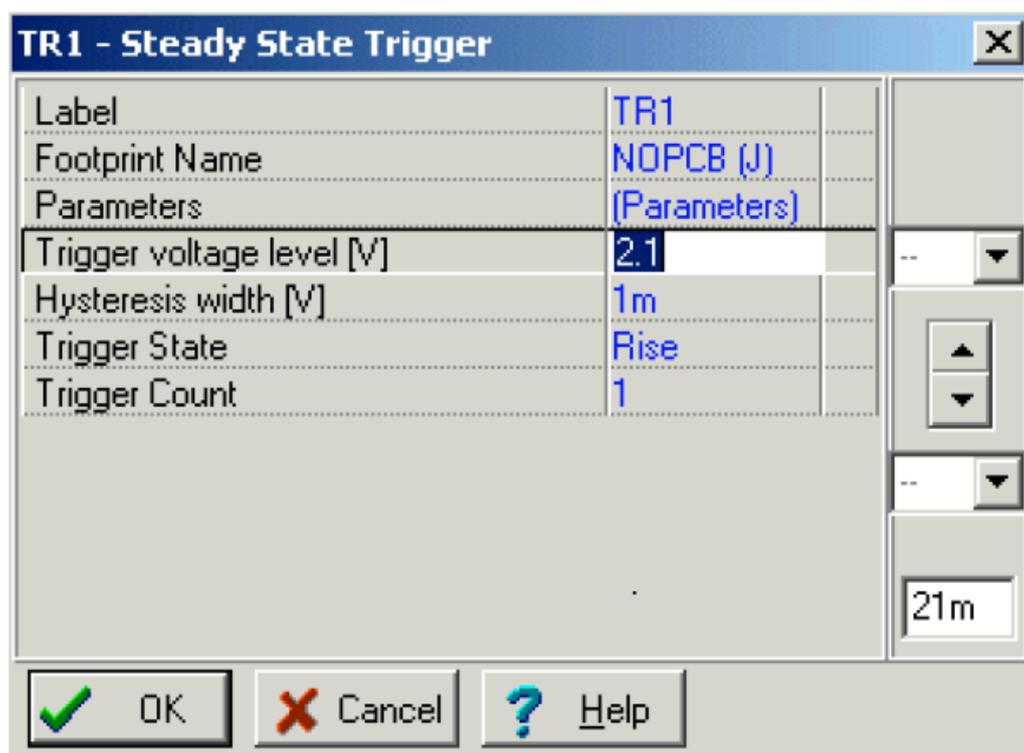
Примечание:

В некоторых случаях вы можете ускорить поиск устойчивого состояния с помощью конечно-разностного якобиана и методов обновления Якобиана Бройдена, однако они не всегда сходятся, и промежуточные формы сигналов, предоставленные этими методами, не отражают реальные формы сигналов переходного процесса.

Триггер

Используйте это, чтобы определить время начала и окончания периода переключения. Вы можете найти этот компонент на панели инструментов Meters TINA. Вы должны подключить его к выводу управления частотой генератора SMPS / IC контроллера PWM, или к любому узлу, где форма волны осциллятора IC будет присутствовать.

Если вы дважды щелкните компонент Trigger, вы можете установить его параметры.



Уровень триггерного напряжения: пороговое напряжение для триггерного события.

Ширина гистерезиса: значение гистерезиса для триггерного события. Это значение определяет область, в которой разрешено триггерному напряжению колебаться без создания триггерного события.

Состояние триггера: нарастание / падение Направление изменения напряжения, которое требуется для триггерного события.

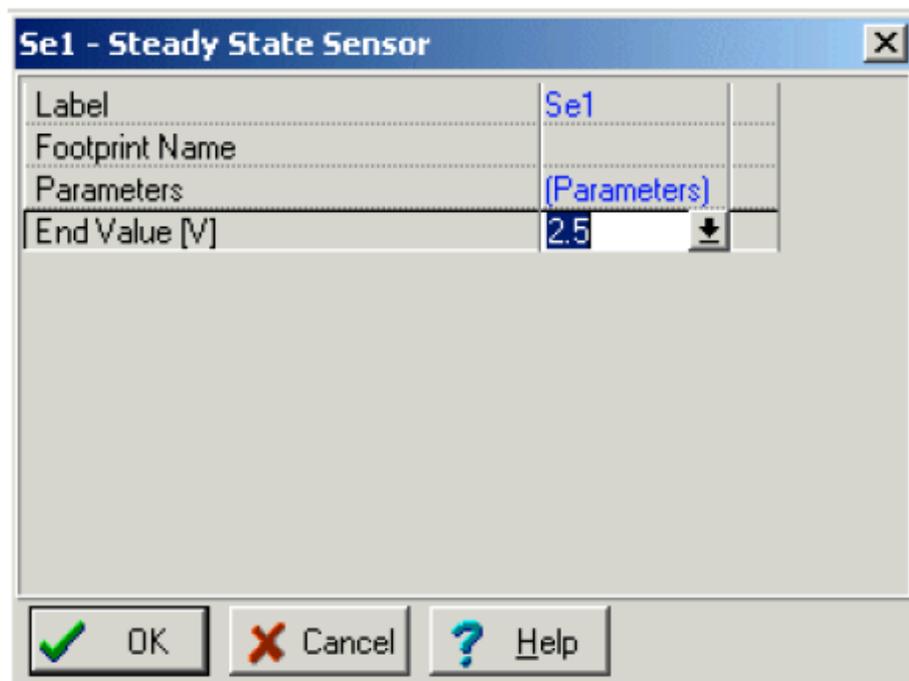
Счетчик триггеров (переключений): вы можете выбрать несколько периодов для анализа сигнала.

После того, как вы проверили начальный переходный процесс и установившееся состояние формы волны и схему SMPS - следующее, что вы обычно хотите знать, как он себя ведет при изменении входного напряжения или нагрузки.

Это реализуется на этапе ввода нагрузки (**Input step**) и анализа на этапе нагрузки (**Load step**).

Назначение этого компонента - установить целевое напряжение, которое наблюдалось во время поиска в установившемся режиме. Вы можете добавить более одного датчика к цепи. Добавляя датчики, вы можете значительно ускорить поиск устойчивого состояния. Вы можете ускорить поиск, если можете создать конечное напряжение в определенном узле.

Используя параметр “Max. no. of saved TR. points” в диалоговом окне параметров анализа можно ограничить максимальное количество точек, размещенных на диаграмме. Это полезно при больших анализах для ускорения рисования диаграммы. Увеличивая этот параметр, вы можете уточнить диаграммы, но время рисования будет больше.



Единственный электрический параметр компонента датчика - конечное значение (*End Value: Voltage/Not Used*).

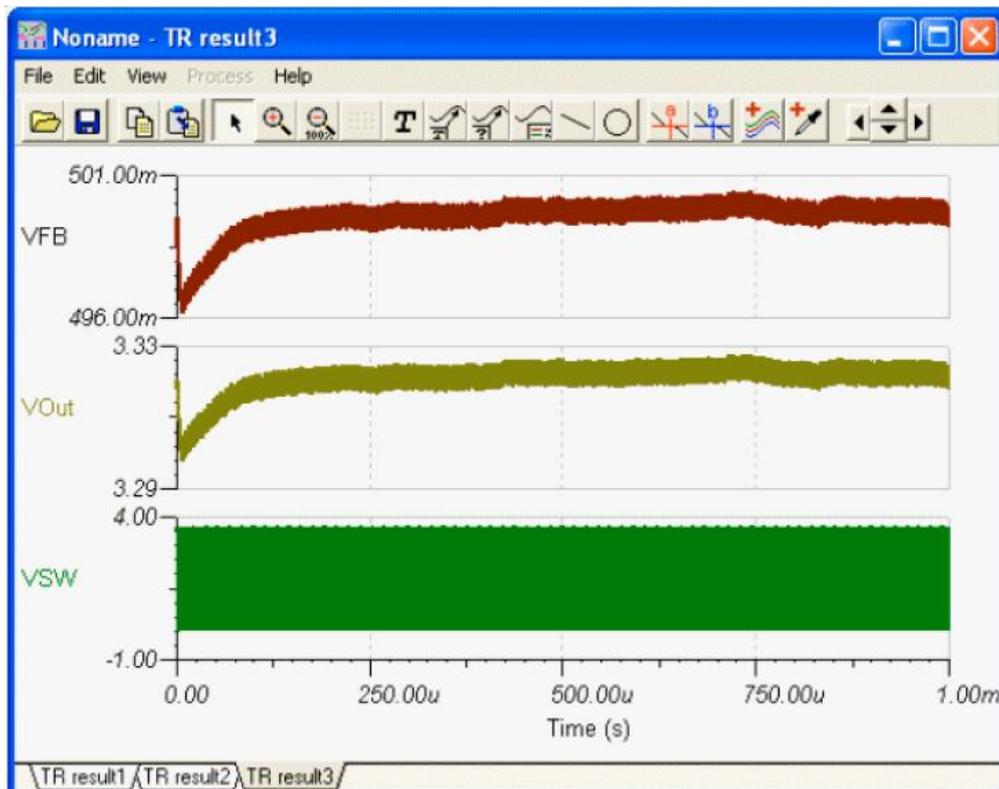
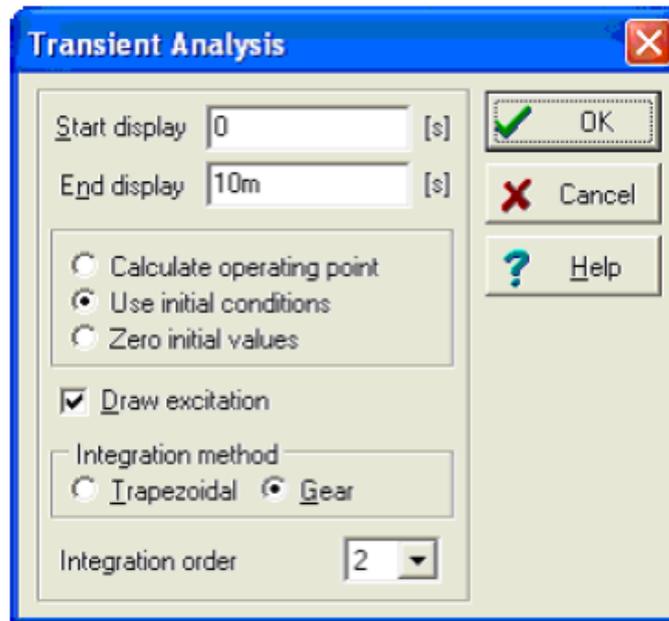
Ускорение моделирования SMPS с использованием начальных значений

Как мы упоминали в предыдущем разделе, требуется длительное время анализа для достижения устойчивого состояния цепей SMPS, которое в основном используется для зарядки выходного фильтра и некоторых конденсаторов. Если мы начнем анализ с использованием начальных значений для больших конденсаторов и катушек индуктивности, время анализа можно значительно сократить. В TINA Steady State Solver автоматически поместит начальные значения в модель конденсатора и катушки индуктивности большего размера и, следовательно, следующий анализ переходного процесса можно проводить значительно быстрее (при условии, что мы не внесли изменения, которые потребуют существенно других начальных значений).

Например, если вы хотите изучить эффект изменения конденсатора выходного фильтра, он существенно не изменит выходное напряжение постоянного тока. Поэтому, начиная новый анализ с начальным значением вычисленного решателем установившегося состояния для другого выходного конденсатора, приведёт к гораздо более быстрому анализу. Вы можете ускорить анализ, если ввод и нагрузка изменяются таким же образом.

Чтобы продемонстрировать эту функцию, давайте проведем анализ переходных процессов для нашего примера. Выбрав команду Transient из меню Analysis, появится следующее диалоговое окно.

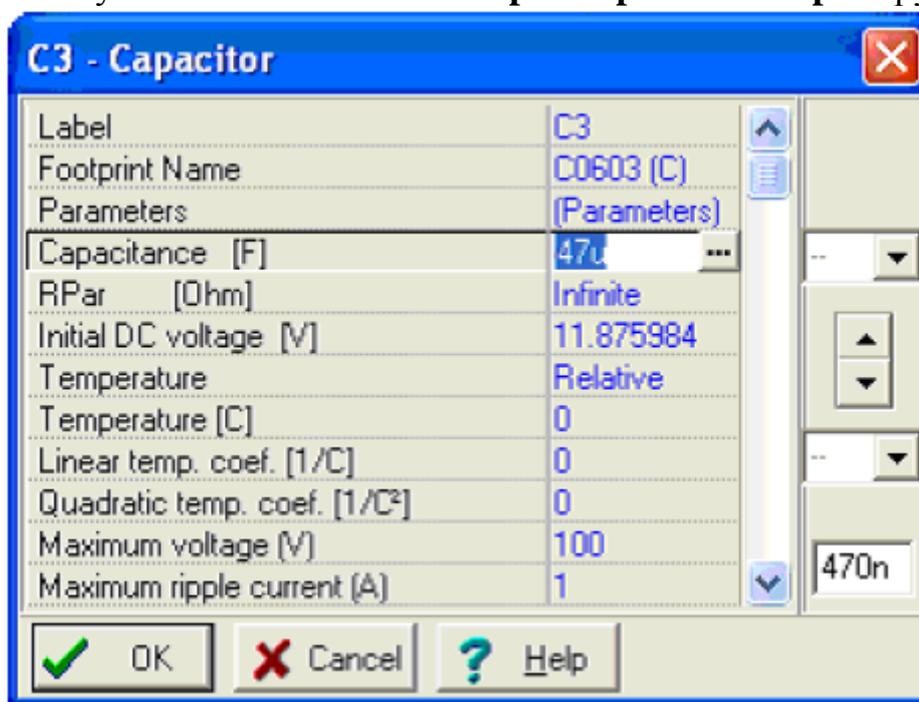
Обратите внимание, что в диалоговом окне задается «Использовать начальные условия». Нажмите ОК, чтобы начать переходный анализ. Вы должны увидеть, что анализ выполняется очень быстро по сравнению с предыдущим анализом устойчивого состояния. Форма выходного сигнала показан на картинке ниже.



Почему анализ прошел быстрее? Переходный анализ уже был перед анализом установившегося состояния и начальные значения (называемые начальным напряжением постоянного тока в поле свойств конденсатора) были уже установлены на конечное напряжение постоянного тока. Например, если вы дважды щелкните конденсатор C1, вы увидите, что Initial DC напряжение уже установлено на 3,31 В. Аналогично, все большие конденсаторы установлены в начальные значения.

После того, как вы проверили начальный переходный процесс, установившееся состояние, форму волны и цепь SMPS следующее, что вы обычно хотите знать, как переходный процесс ведет себя при изменении входного напряжения или нагрузки.

Это реализуется на этапе анализа **Input step** и **Load step** нагрузки.



Примечание:

Используя «Max. no. of saved TR. points» в диалоговом окне *Analysis/Analysis parameters* вы можете ограничить максимальное количество точек, размещенных на диаграмме. Это полезно для больших анализов для ускорения чертежа схемы. Увеличивая этот параметр, вы можете уточнить диаграммы, но время рисования будет медленнее.

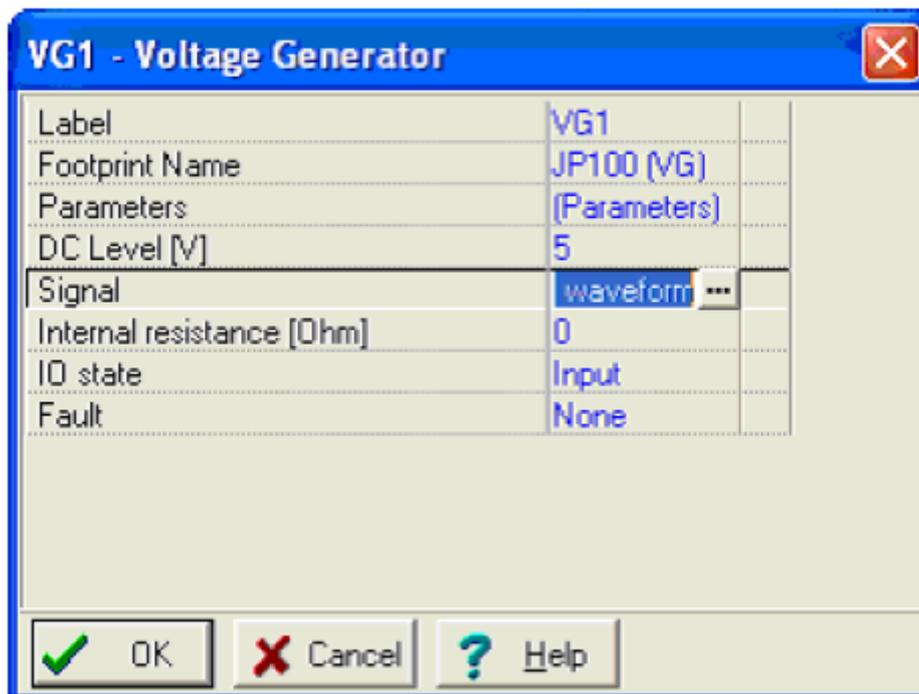
Анализ входного шага

Одним из стандартных анализов цепей SMPS является расчет реакции на изменение входа для проверки возможностей конструкция SMPS для регулирования выхода ступенчатым изменением входного напряжения. Этого можно добиться, добавив импульс к входному напряжению и выполнив проверку выходного и других напряжений. Поскольку входное изменение сделано относительно установившегося состояния, мы можем начать его с начального значения установившегося состояния, рассчитанного решателем устойчивого состояния TINA.

Загрузите файл схемы повышающего преобразователя TPS61000.TSC из папки EXAMPLES \ SMPS \ QS Manual Circuits.

Схема такая же, как указано выше.

Чтобы увидеть форму волны входного шага, дважды щелкните VG1 генератор напряжения слева. Появится следующее диалоговое окно:

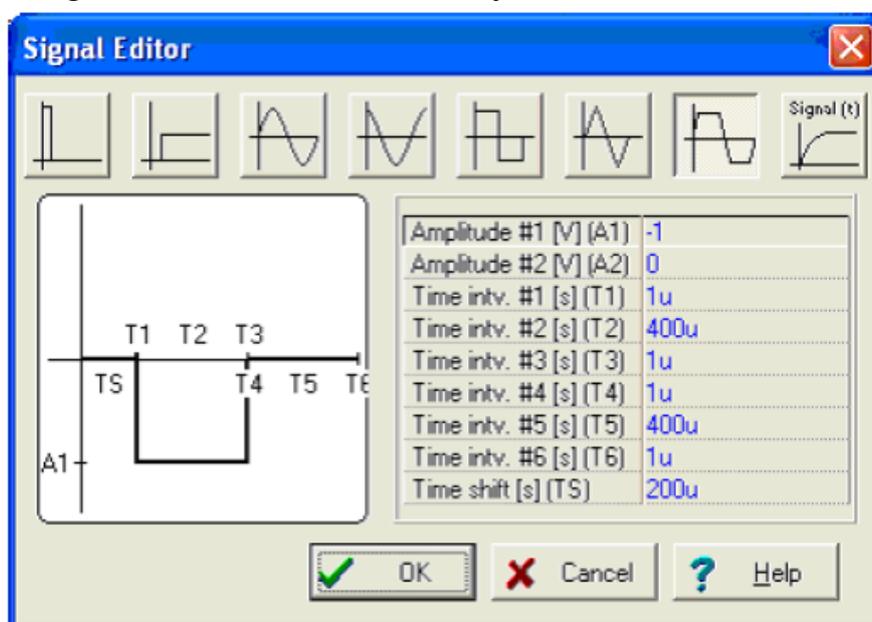


Соответственно входное напряжение 1,2В. Оно преобразовано схемой SMPS на 3,3 В.

Теперь щелкните строку сигнала в диалоговом окне выше, а затем кнопку

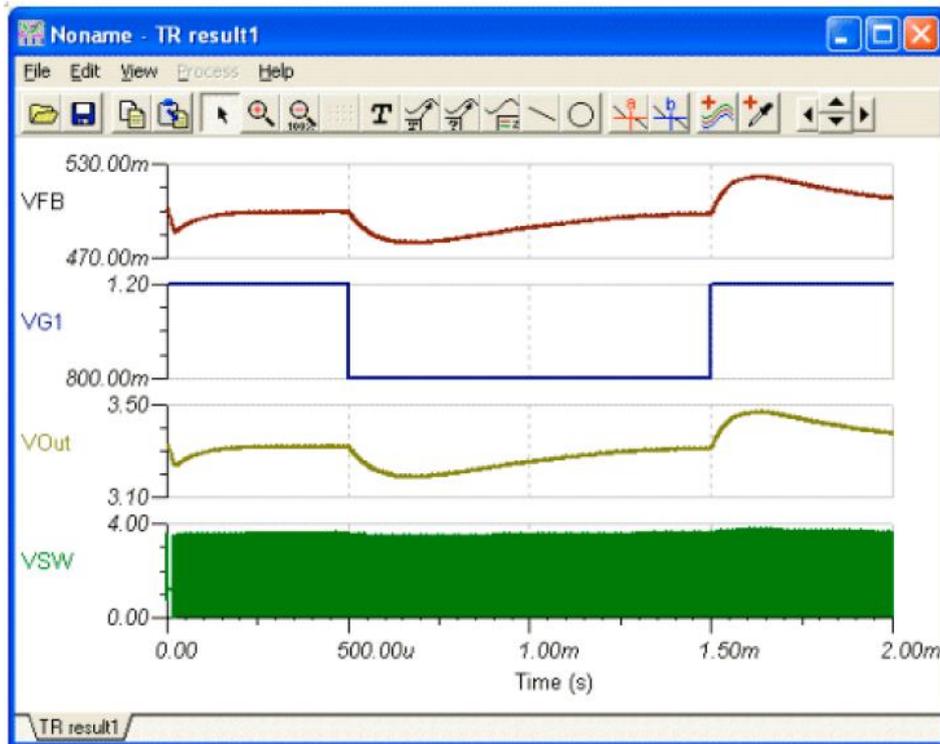


В редакторе сигналов появится следующий сигнал:



Согласно осциллограммам, входное напряжение будет уменьшаться с 1,2 до 0,8 В в течение времени $T2 = 1$ мс; начальный фронт (T1) и задний фронт (T3) выходного импульса составляет 10 мкс.

Чтобы увидеть реакцию схемы, давайте вызовем и запустим анализ переходного процесса из меню Анализ.

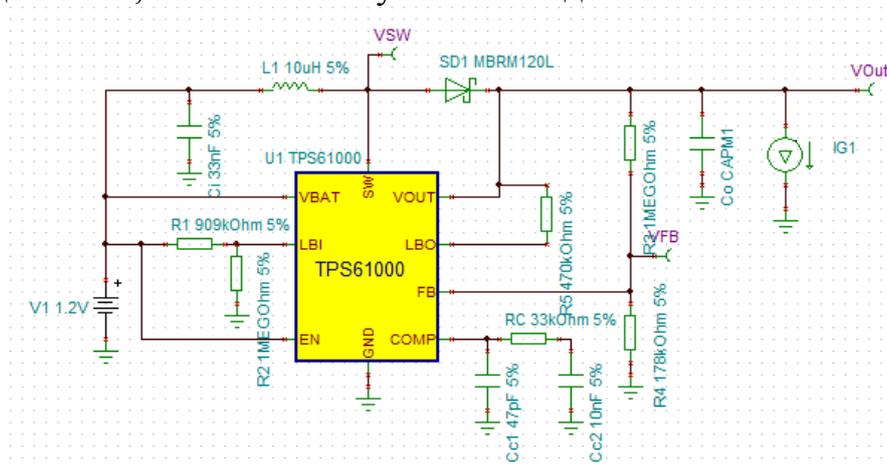


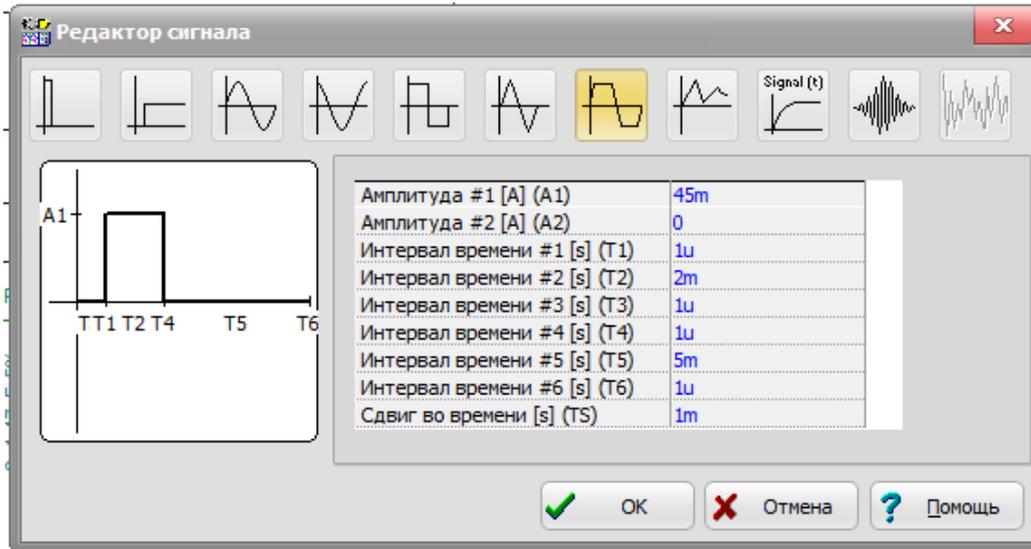
Анализ шага нагрузки

Другой стандартный анализ - определение реакции SMPS на быстрое изменение нагрузки. При использовании моделирования реакцию на изменения нагрузки получают путем добавления импульса тока к нагрузке и анализа выходного и других напряжений. Поскольку изменение нагрузки зависит от установившегося состояния, мы можем начать анализ с начальных значений установившегося состояния, которые рассчитывается решателем устойчивого состояния TINA.

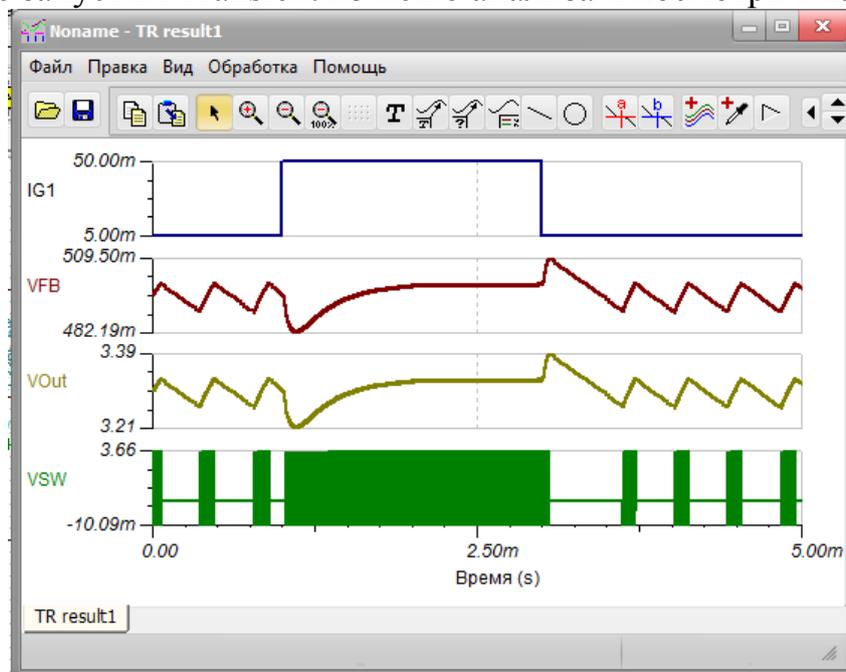
Теперь загрузите пример Load Step Transient TPS61000.TSC. Схематический дизайн такой же, как и выше, за исключением добавленного генератора тока Iload на выходе.

Если дважды щелкнуть генератор Iload и проверить форму его волны, вы увидите, что постоянная составляющая тока 5 мА, при этом импульс имеет амплитуду 45 мА и ширину 500 мкс. Соответственно, ток нагрузки 5 мА повысится до 50 мА, а затем снова уменьшите до 5 мА.





Давайте запустим Transient из меню анализа и посмотрим на результат.

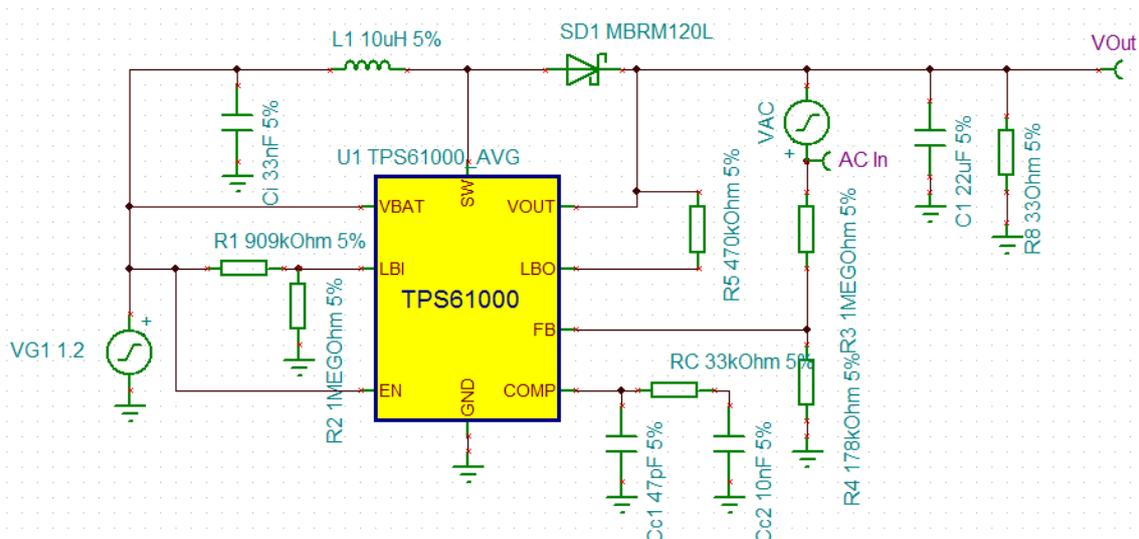


Анализ переменного тока

Для анализа переменного тока и стабильности вы можете использовать так называемые средние модели, представленные в TINA. Средние модели представляют собой метод, основанный на усреднении эффектов в процессе переключения.

Полученные уравнения линейны, поэтому метод чрезвычайно быстрый, чтобы построить графики Бode и Найквиста, необходимые для анализа стабильности. Обратите внимание, что для использования функции анализа переменного тока в TINA вам нужна средняя модель, переходные модели не применимы и дают неправильные результаты.

Чтобы продемонстрировать этот инструмент, загрузим файл схемы модели Average TPS61000.TSC из папки EXAMPLES \ SMPS \ QS Manual Circuits.

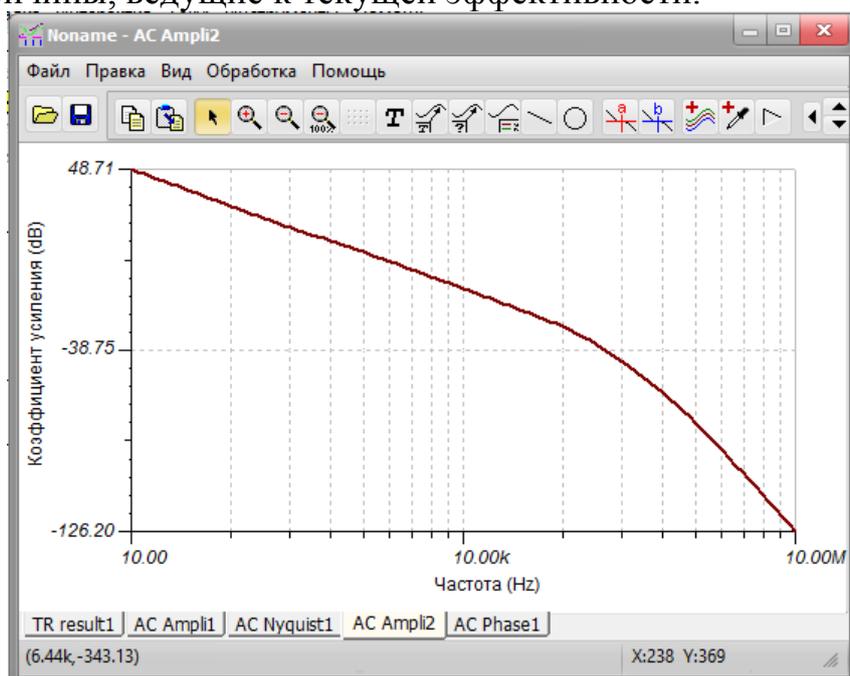


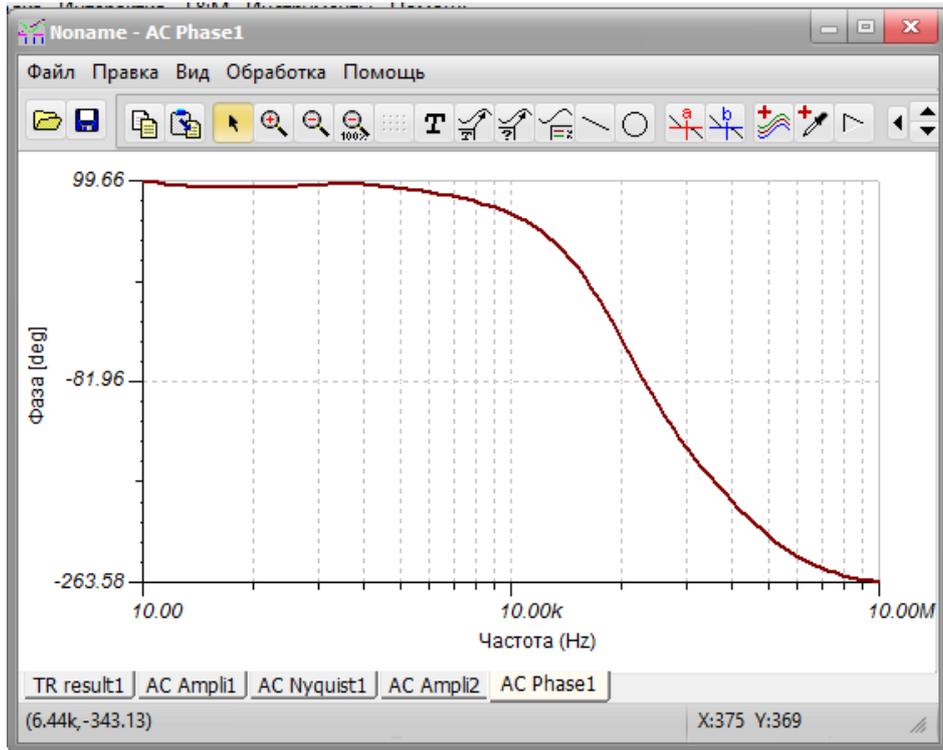
Обратите внимание на генератор переменного тока, который обеспечивает сигнал для анализа переменного тока, и на вывод AC In Voltage, который является входом анализа переменного тока (его параметр состояния ввода-вывода установлен на Input).

Давайте запустим анализ переменного тока / анализ передаточной характеристики переменного тока из меню анализа и посмотрим результат.

4.6.4 Расчёт рассеиваемой мощности и КПД

КПД и рассеивание являются важными факторами в конструкции электронной схемы, особенно в случае зарядных устройств AC-DC, AC-DC конверторов и преобразователей постоянного тока в постоянный, блоков питания, усилителей и других приложений. TINA имеет современный инструмент для расчета входных данных и выходной мощности, рассеиваемой мощности компонентами и, следовательно, позволяет рассчитать КПД схемы и объяснить причины, ведущие к текущей эффективности.





Вы можете включить инструмент рассеивания мощности в меню анализа, выбрав и нажав строку «Анализ рассеиваемой мощности включен» или установите флажок в диалоговом окне "Параметры анализа".

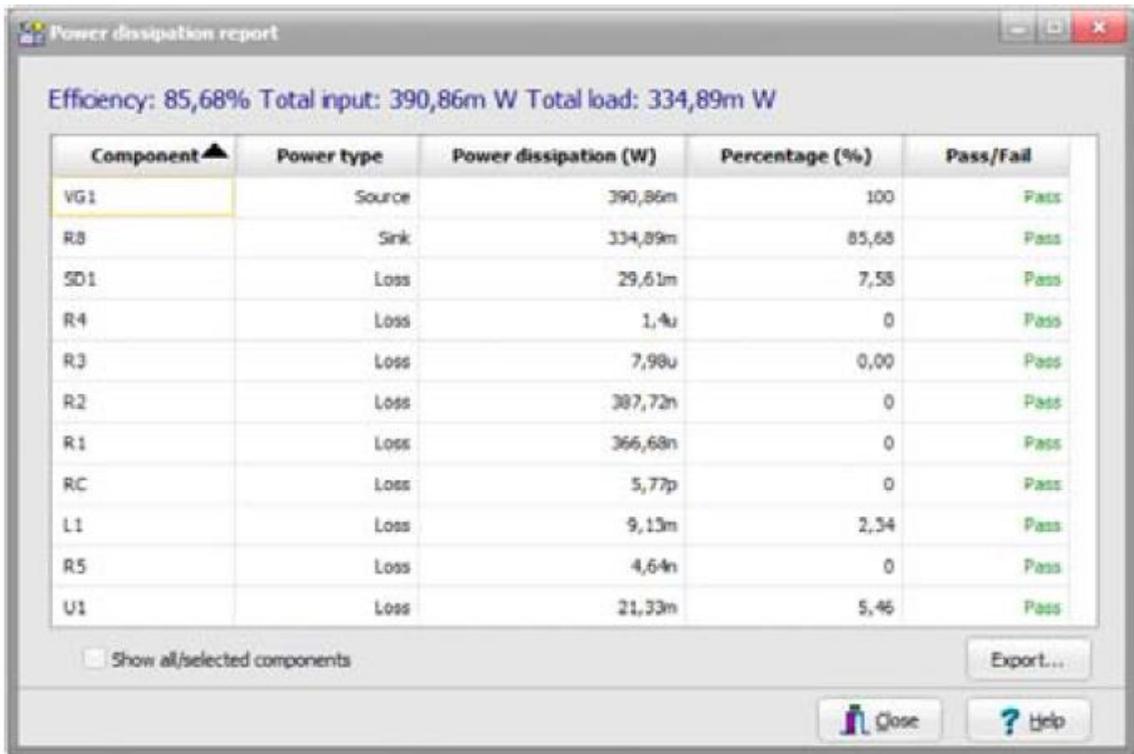
Когда инструмент включен, после анализа переходных процессов отображается таблица отчета о мощности рассеивания, показывающая эффективность, общий ввод мощности (источника), общую мощность на нагрузке (сток) и рассеиваемая мощность на других выбранных компонентах схемы (потери).

Перед анализом переходных процессов необходимо определить соответствующие типы мощности, которые допускаются компонентам,

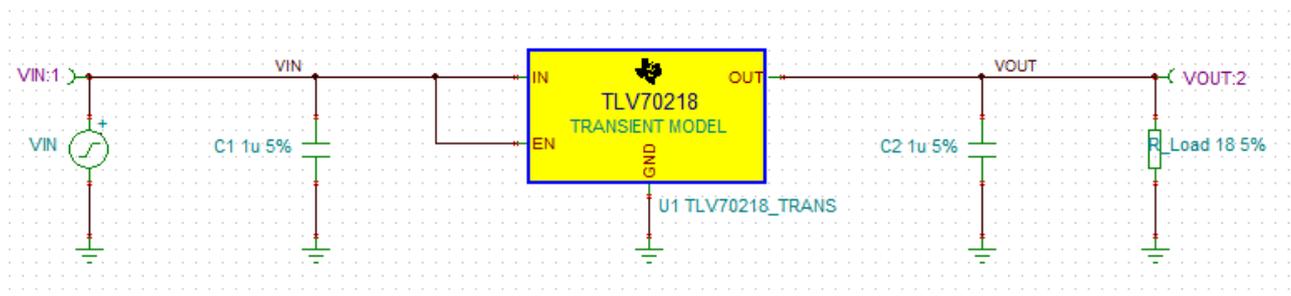
участвующим в расчете, с помощью символа  на панели команд инструментов, показанной ниже.



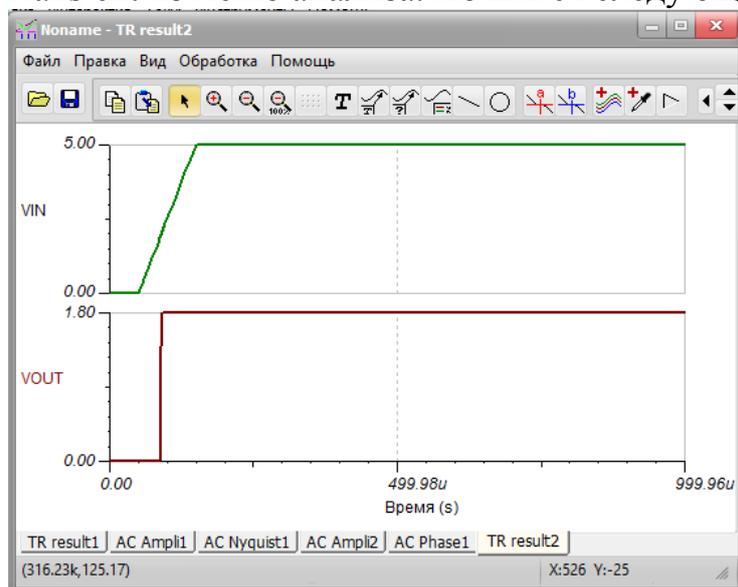
В последнем столбце таблицы «Гожен / Не гожен» показано, рассеивается ли на компонентах мощность ниже (пройден) или выше (не пройден) максимально допустимой мощности соответствующего компонента, указанной в окно свойств компонента. Если 0 или нет питания для компонента, то данные не отображаются.



Вы можете изучить инструмент на следующем примере. Откройте схему TLV70218_TRANS.TSC из примеров папки \ Texas Instruments \ LDO \ TLV70218 в TINA. Следующая схема отображается в редакторе схем TINA.



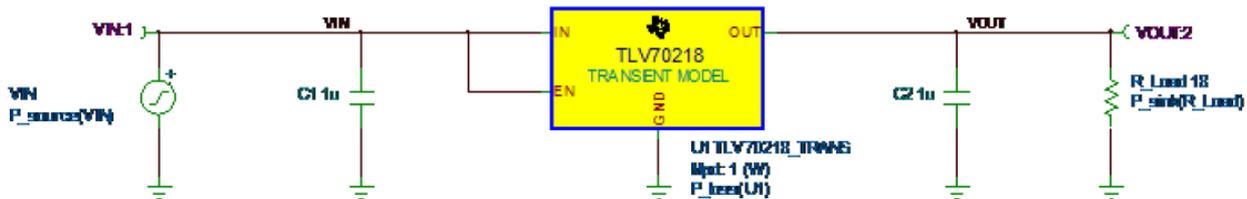
Запустите Transient из меню анализа. Появится следующая диаграмма.



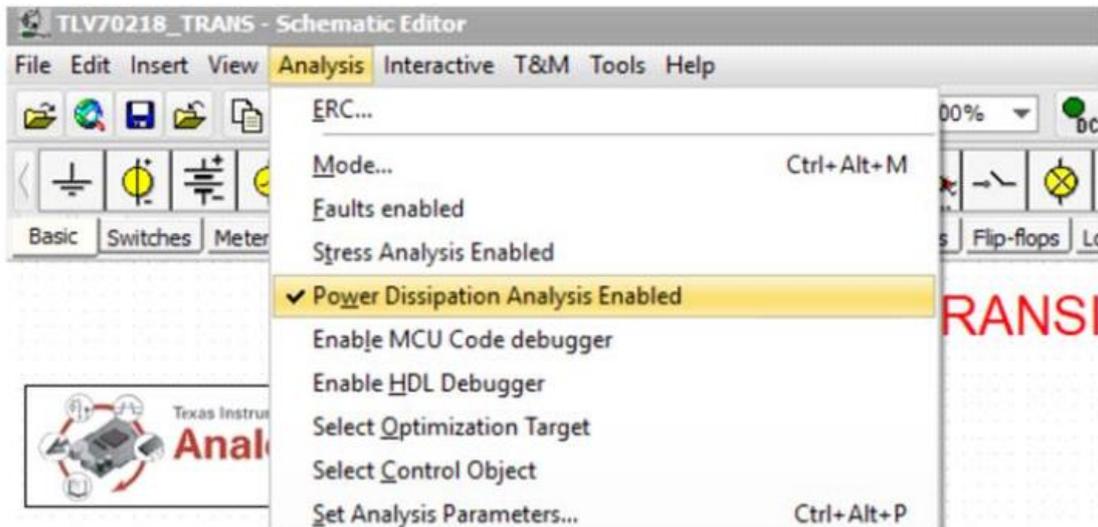
В этом примере V_{IN} линейно возрастает до 5 В. Когда он достигает примерно 2 В, выходное напряжение достигает 1,8 В и остается на этом уровне.

Теперь установите V_{IN} как источник, IC TLV70218 как потерю и R_{load}

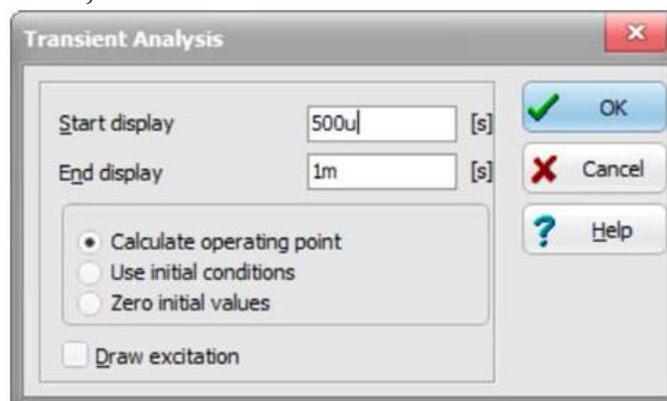
как приемник с помощью кнопки .



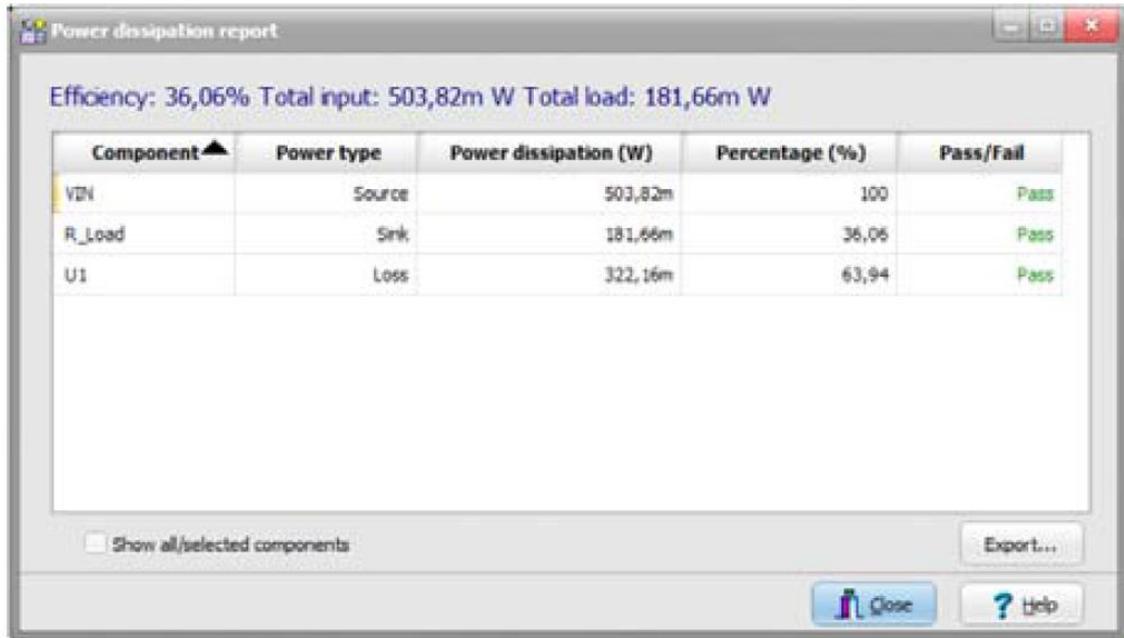
Включите параметр «Анализ рассеиваемой мощности включен» в Меню анализа.



Теперь запустите Transient из настройки меню «Анализ». Установите начало наблюдения от 500us для расчета мощности после того, как выходное напряжение достигает 1,8 В.



Появится следующая таблица:



Efficiency: 36,06% Total input: 503,82m W Total load: 181,66m W

Component ▲	Power type	Power dissipation (W)	Percentage (%)	Pass/Fail
VDI	Source	503,82m	100	Pass
R_Load	Sink	181,66m	36,06	Pass
U1	Loss	322,16m	63,94	Pass

Show all/selected components

Export... Close Help

КПД схемы невысокий; это примерно только 36%. Это потому, что TLV70218 является линейным регулятором, и примерно 64% общей мощности рассеивается в регуляторе IC.

4.6.5 Стресс – анализ (анализ напряжения)

Стресс – анализ или анализ напряжения (перегрузки) может проверять детали на наличие напряженных условий, таких как максимальная рассеиваемая мощность и пределы максимального напряжения и тока. Вы можете установить эти параметры в окне свойств компонента или в каталоге. Этот вид анализа также называется анализом дыма (Smoke Analysis), потому что перегруженные детали часто выделяют дым.

Вы можете включить анализ напряжения, установив флажок параметра «Анализ напряжения включен» в Analysis | Option или в меню анализа.

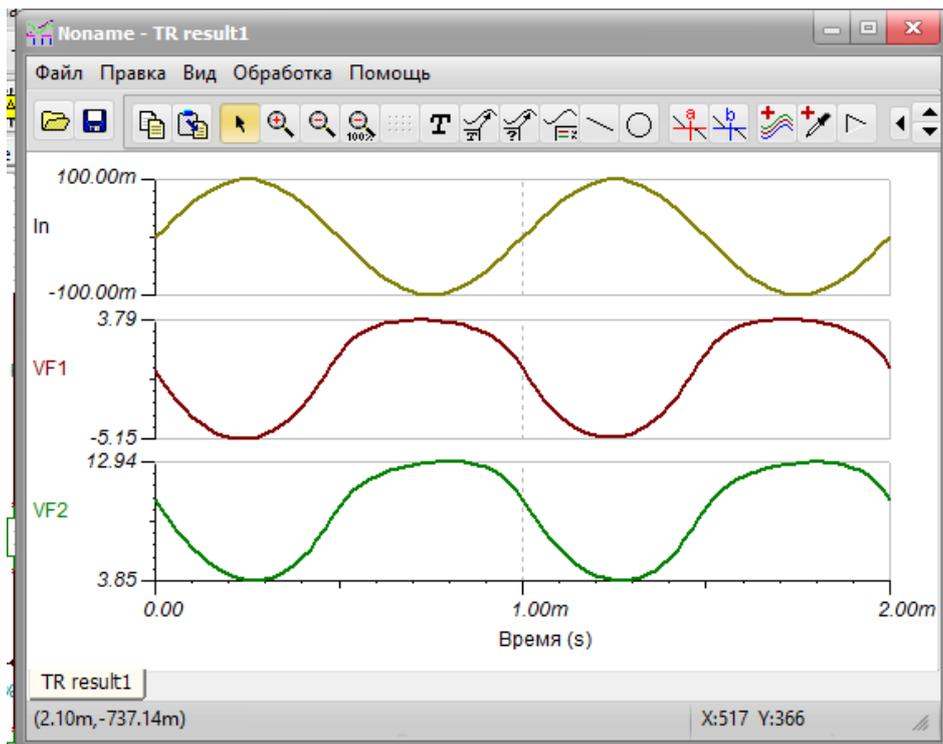
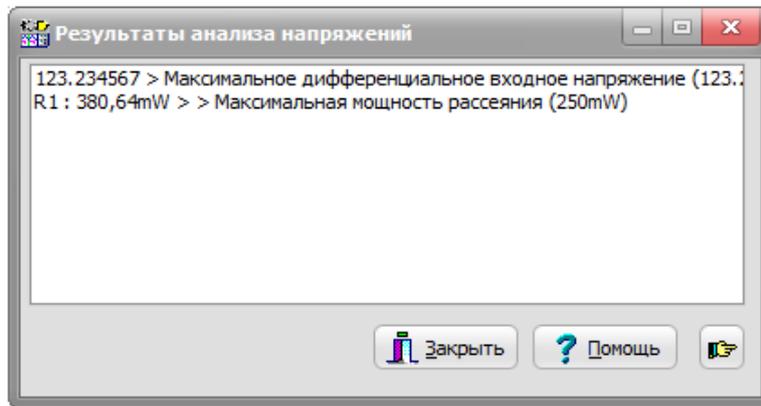
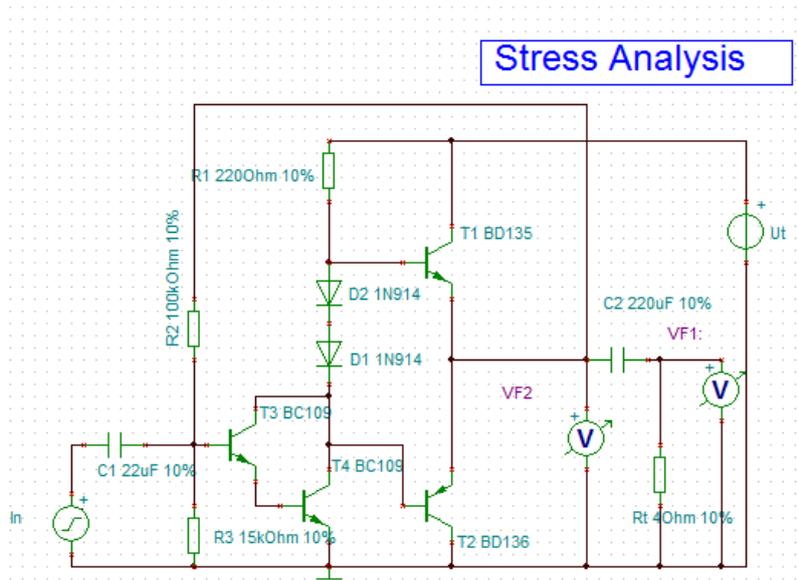
При запуске анализа постоянного тока или переходного процесса из меню анализа появится список компонентов с параметрами, превышающими максимальные пределы.

Если щелкнуть компонент в списке, соответствующий компонент на принципиальной схеме будет выделен и станет красным.

Максимальные значения компонентов можно установить в диалоговых окнах свойств компонентов или в диалоге параметров каталога компонентов. Оба могут быть введены двойным щелчком по компонентам.

Перед запуском анализа проверьте и установите максимальные значения компоненты в вашей схеме.

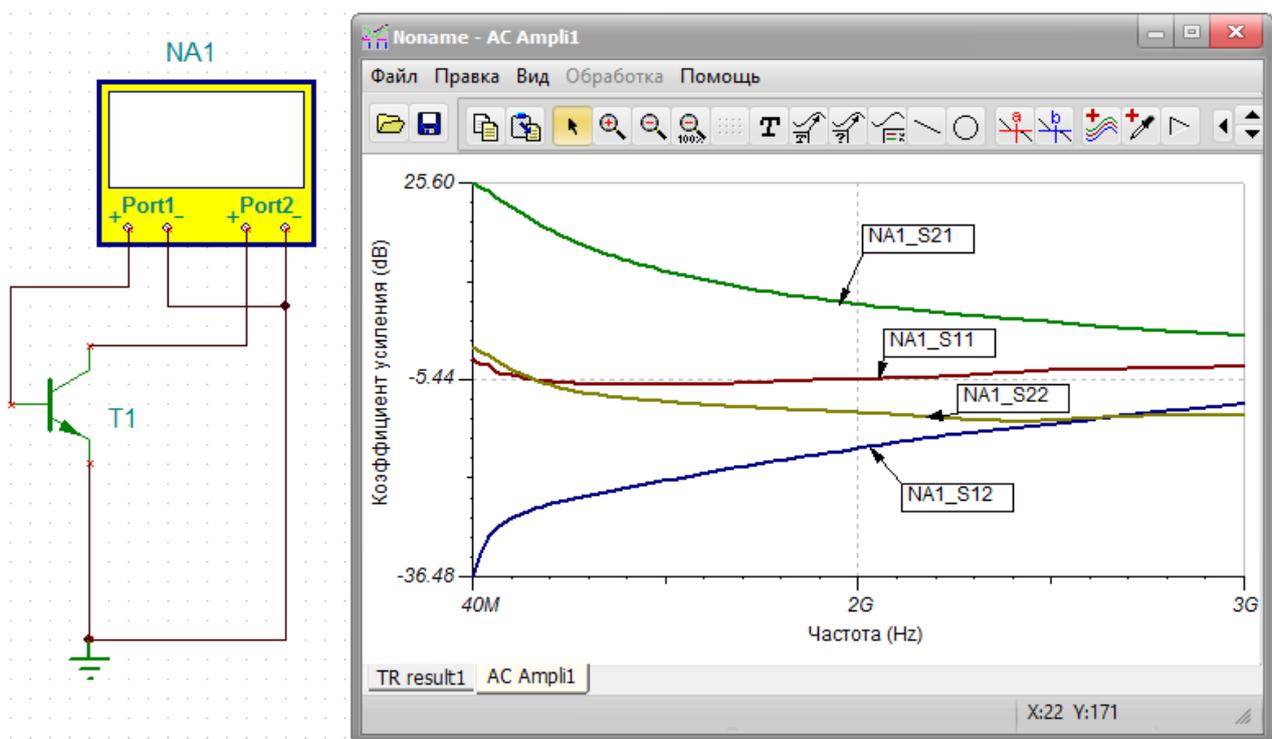
В качестве примера анализа напряжения откройте файл Stress Analysis.TSC. из папки EXAMPLES TINA и запустите DC.Calculate Nodal Voltages и анализ переходных процессов из меню анализа или соответствующие интерактивные режимы. На следующем рисунке вы можете увидеть результат анализа напряжения в интерактивном режиме DV.



Очевидно, рассеиваемая мощность T1, T2 и R1 превышает максимальную ограничения, разрешенные для этих компонентов.

4.6.6 Сетевой анализ

TINA поможет вам выполнить сетевой анализ и определить двухпортовые параметры сетей (S, Z, Y, H). Это особенно полезно, если вы работаете с ВЧ схемами. Результаты могут отображаться в Smith, полярных или других диаграммах. Вы можете назначить два порта, необходимые для сетевого анализа, используя компонент Network Analyzer, который должен быть найден на панели инструментов компонента Meters. В качестве примера откройте цепь EXAMPLES\RF\SPAR_TR.TSC.



Обратите внимание, что мы добавили метки к кривым, используя инструмент Автометки окна диаграммы. Подробнее о сетевом анализе см. в главе «Сетевой анализ и S-параметры» руководства по дополнительным темам.

4.6.7 Анализ цифровой схемы с помощью цифровых технологий TINA

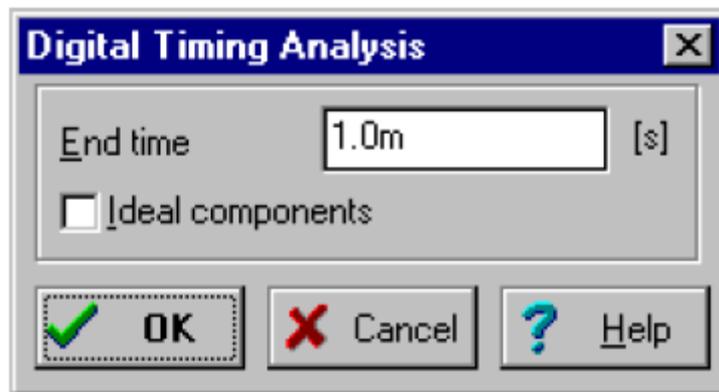
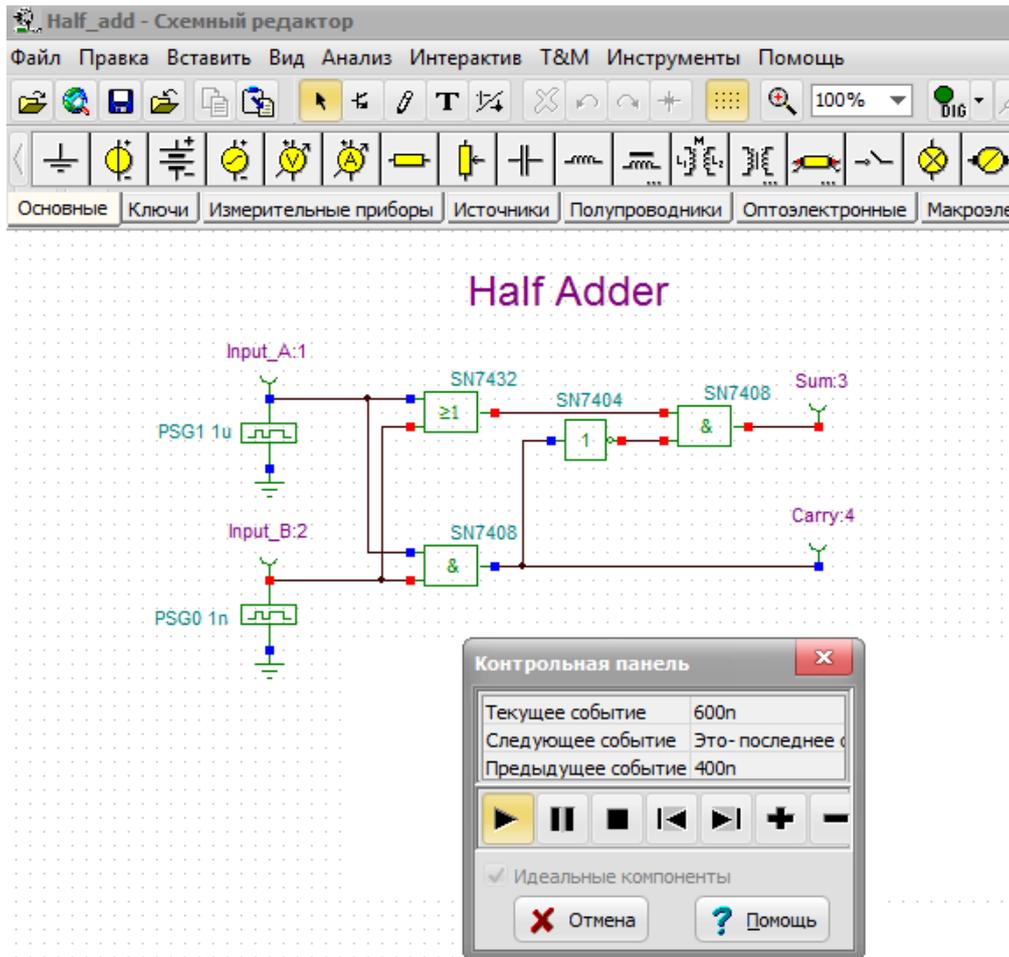
Начнем с исследования простой цифровой схемы. Откройте файл HALF_ADD.TSC из папки EXAMPLES. В меню Анализ выберите Цифровой – Пошаговый (*Analysis/Digital Step-by-Step*). Появится панель управления, и вы сможете проверить пошагово поведение схем, нажав кнопку «шаг вперед». После четырех шагов моделирование остановится, так как в генераторах PSG1 и PSGO установлены шаблоны на 4 шага.

Нажмите кнопку Стоп, а затем Воспроизведение. Начнется автоматическое моделирование четырех шагов.

На каждом шаге маленькие квадратики в узлах будут показывать логический уровень (красный для высокого, синий для низкого, зеленый для высокого Z, черный для неопределенного), поскольку схема синхронизирована.

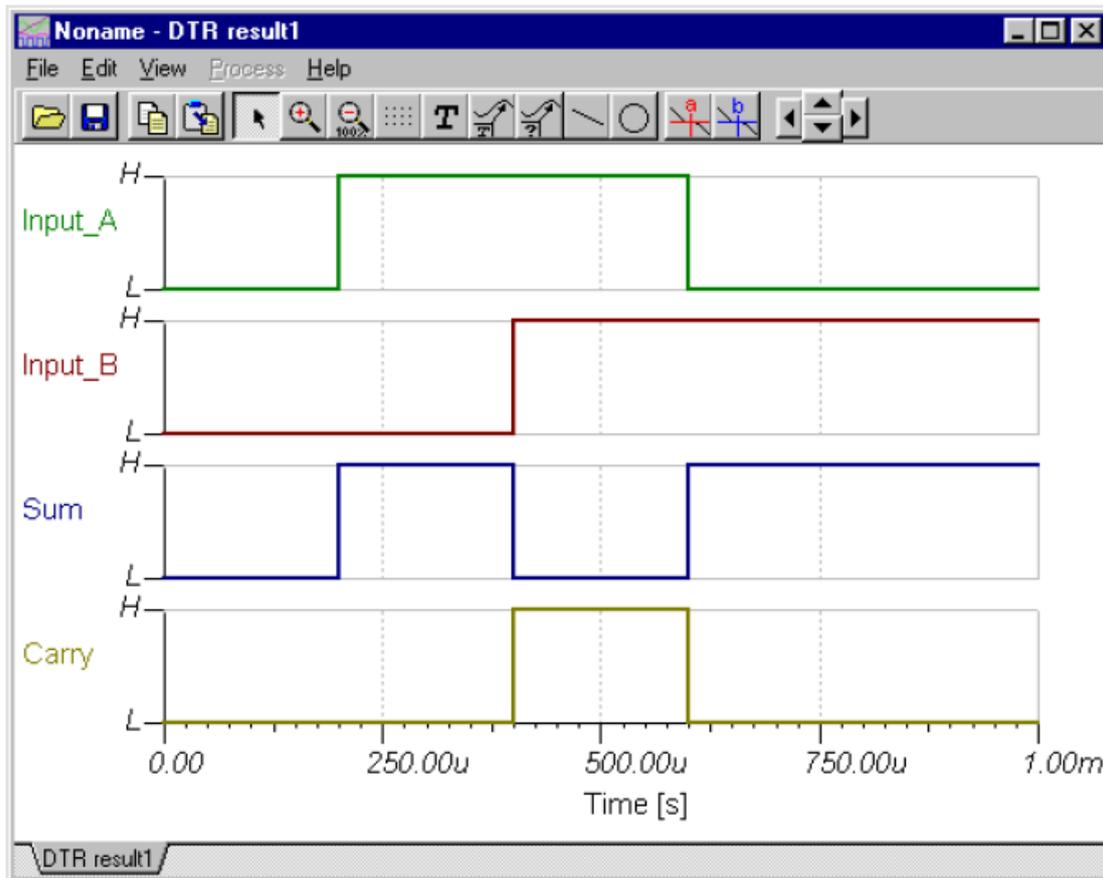
На рисунке показано состояние дисплея после четвертого шага.

Теперь давайте рассмотрим переходное поведение схемы. Выберите Анализ – Цифровой временной анализ (*Analysis/Digital Timing Analysis*). Эта команда вызывает меню Цифровое VHDL моделирование. Установим время моделирования 1 мкс и нажмем ОК.



Получим временную диаграмму сигналов на входах и выходах полусумматора.

Вы также можете выбрать режим Анализ переходных процессов вместо Цифрового временного анализа. В этом случае программа будет проводить аналоговый анализ, давая детальные непрерывные формы волны и напряжения вместо идеализированных логических уровней.



Обратите внимание, что схемы, которые содержат только цифровые компоненты могут быть проанализированы как цифровыми, так и аналоговыми методами.

Примечание:

Вы можете установить порядок кривых, просто добавив символ двоеточие (:) и число в имени вывода. Это особенно важно при представлении результатов цифрового анализа, где каждый вывод отображается в виде отдельной диаграммы. Например, если у вас есть выходы с именами *OutA*, *OutB*, *Carry* и *Sum*, вы можете убедиться, что они будут отображаться в порядке, указанном с помощью меток *OutA: 1*, *OutB: 2*, *Carry: 3* и *Sum: 4*.

Результаты чисто аналогового анализа обычно отображаются на одной диаграмме. Однако вы можете заставить TINA отображать результаты как отдельные диаграммы в желаемом порядке с использованием методов маркировки, описанных выше. Вы должны использовать команду *View | Separate Curves* в окне диаграмм для разделения кривых. Если вы не

используете этот метод маркировки, TINA представляет кривые в алфавитном порядке.

4.6.8. Анализ цифровых цепей с использованием цифровых HDL имитационных моделей

Языки описания оборудования (HDL) являются стандартными текстовыми языками моделирования, которые используют разработчики электроники для описания и моделирования их чипов и систем до изготовления.

TINA-12 включает в себя четыре наиболее широко используемых языка описания аппаратуры (HDL – Hardware Description Language), определенные стандартами IEEE: VHDL, Verilog, Verilog -A и Verilog -AMS.

VHDL и Verilog используются для моделирования цифровых схем. Два языка сопоставимы при моделировании цифрового оборудования. Тем не менее поведенческие возможности VHDL являются более мощными, в то время как Verilog легче учить и понимать. В TINA вы можете использовать и смешивать модели обоих языков.

Verilog-A - это легко читаемый язык высокого уровня для моделирования аналоговых электронных схем и устройств (например, биполярных и МОП транзисторов).

Verilog-AMS является расширением Verilog для моделирования аналоговых и смешанных сигнальных цепей, позволяющий выполнять инструкции как Verilog, так и Verilog-A, подключить модули и правила.

Полное представление языков HDL в TINA выходит за рамки этого руководства. Мы отсылаем заинтересованного читателя к подробным стандартам, руководствам и информации в Интернете: www.vhdl.org и www.verilog.org.

В следующих разделах мы продемонстрируем использование этих языки через примеры.

4.6.8.1. Анализ цифровой схемы с использованием цифрового VHDL моделирования

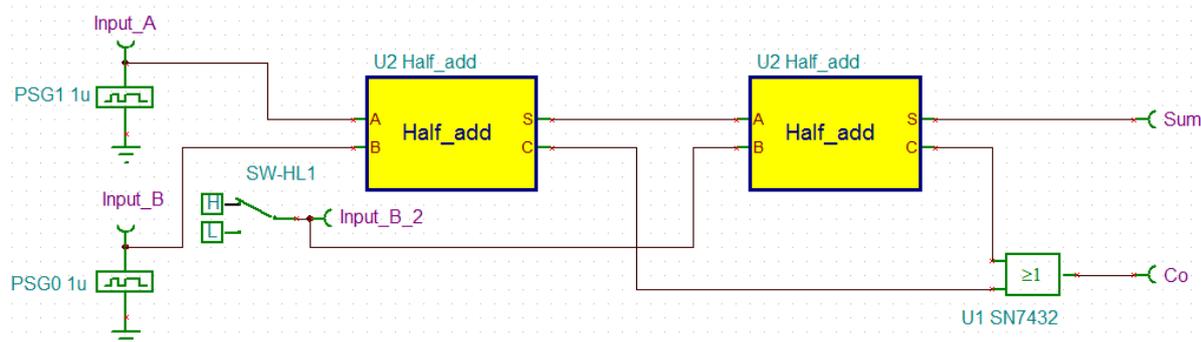
TINA включает в себя мощный цифровой механизм моделирования VHDL. Любая цифровая схема в TINA может быть автоматически преобразована в VHDL код и анализируется как VHDL дизайн. Кроме того, вы можете проанализировать широкий спектр оборудования, описанного в VHDL, и описать ваши собственные цифровые компоненты и оборудование в VHDL. Большое преимущество VHDL - это не только описание оборудования на языке стандарта IEEE, но и то, что это может быть реализовано автоматически в программируемые логические устройства, такие как FPGA (field-programmable gate array- программируемая пользователем вентильная матрица, ППВМ) и CPLD (Complex Programmable Logic Device - программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) с внутренней энергонезависимой конфигурационной памятью, ПЛИС).

TINA может генерировать синтезируемый код VHDL вместе с соответствующим файлом UCF (файл пользовательских ограничений для назначения выводов в FPGA), если в поле «Установить синтезируемый код» установлен флажок в меню Анализ / Опции. Вы можете сохранить созданные VHD и UCF файлы с помощью команды «Создать файл VHD & UCF» в T & M меню. Вы можете читать файлы с помощью бесплатного Xilinx Webpack и генерировать файл потока битов, описывающий реализацию дизайна, а затем загрузить его на чипы Xilinx FPGA.

Перед реализацией дизайна VHDL с дискретными компонентами или с FPGA, проверьте это с помощью симуляции, используя в меню TINA Анализ – Цифровой временной анализ.

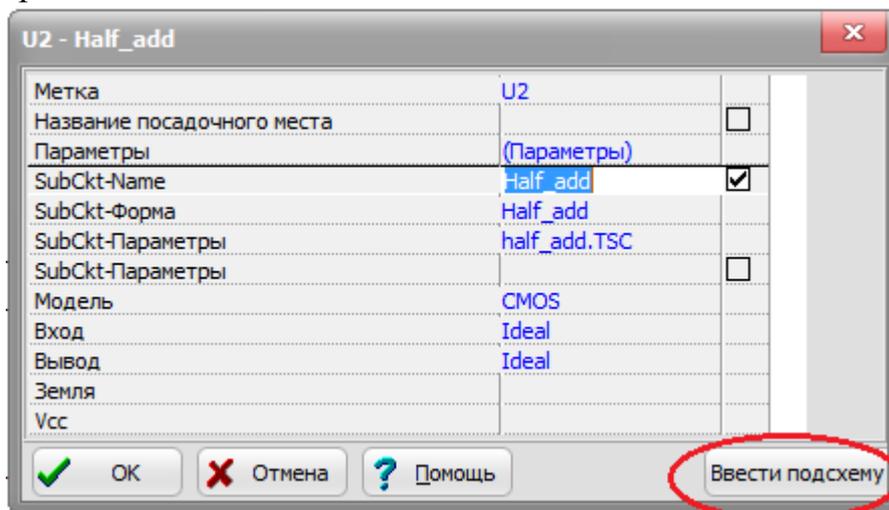
Давайте рассмотрим некоторые аспекты VHDL моделирования.

Чтобы сделать наш первый анализ VHDL, откройте схему FULL_ADD.TSC из папки EXAMPLES \ VHDL. Появится следующая схема :



Эта схема является комбинацией двух VHDL половинных блоков сумматора (макросов) и дискретный логический элемент ИЛИ.

Если вы дважды щелкнете по любому из блоков полусумматора, а затем в окне нажмите кнопку Вывести подсхему (Enter Macro), появится следующее окно редактора VHDL :



Обратите внимание, что основной код VHDL половинного сумматора находится внизу и это только:

```
S <= ( N5
```

```

AND N6 );
N6 <= NOT (
C );
C <= ( A
AND B );
N5 <= ( A
OR B );

```

На первый взгляд, код может выглядеть немного странно, но на самом деле это машинный перевод нашей половины сумматора, собранного из вентилей в 4.6.1.

The screenshot shows a window titled "TINA VHDL Редактор" with a menu bar containing "Файл" and "Edit". The main text area contains the following VHDL code:

```

-----
-- TINA VHDL Macro Description Begin
--
-- entity_name:e_Half_add_entity;
-- arch_name:a_Half_add_arch;
-- ports:A,B;S,C;
--
-- TINA VHDL Macro Description End
-----

LIBRARY ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use std.textio.all;

-----
-- entity section
-----
ENTITY e_Half_add_entity IS PORT(
  A : IN std_logic;
  S : OUT std_logic;
  C : INOUT std_logic;
  B : IN std_logic );
END e_Half_add_entity;

-----
-- architecture section
-----
ARCHITECTURE a_Half_add_arch of e_Half_add_entity IS

  signal N5 : std_logic;
  signal N6 : std_logic;

BEGIN

  S <= ( N5 AND N6 );
  N6 <= NOT ( C );
  C <= ( A AND B );
  N5 <= ( A OR B );

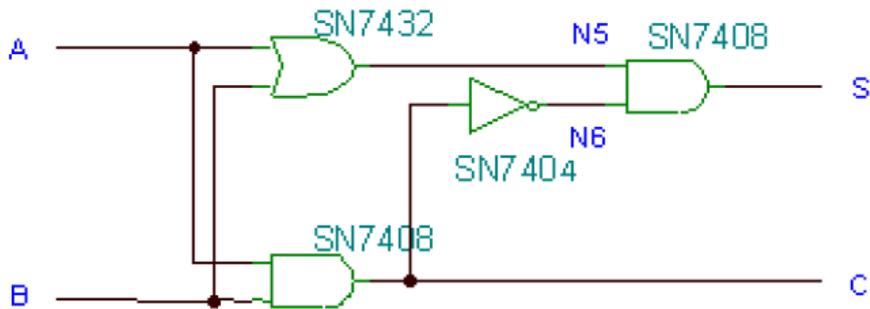
END a_Half_add_arch;

```

At the bottom right of the window, the status bar displays "Строка:1 Столбец:1".

Представляем имена узлов N5 и N6, как показано на рисунке:

Half Adder



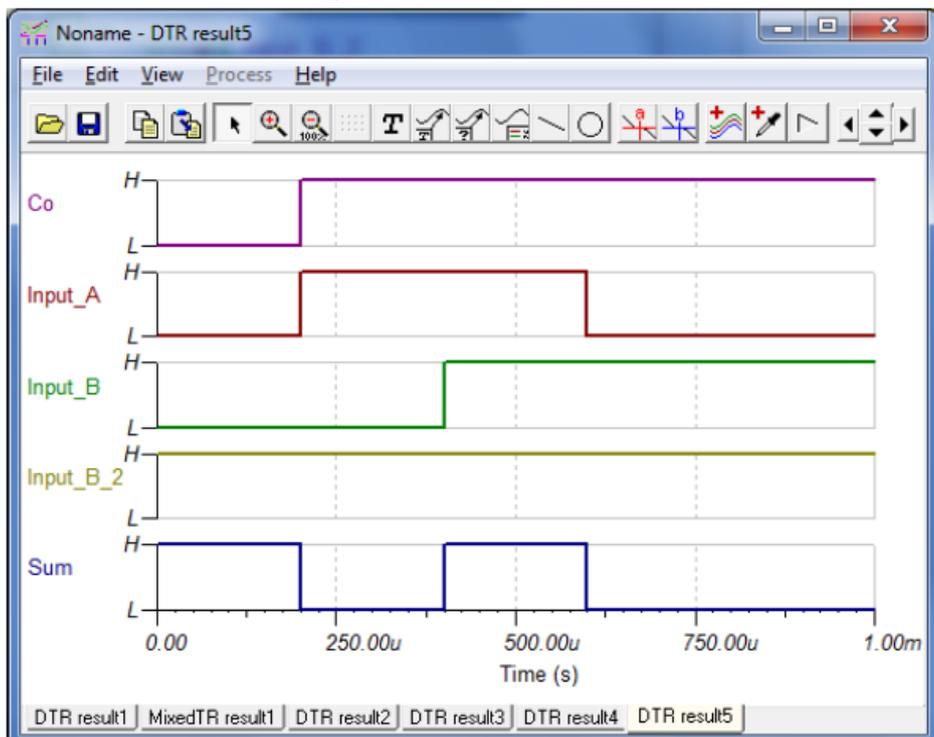
Теперь стало ясно, что:

```
C <= ( A
AND B );
N6 <= NOT
( C );
N5 <= ( A OR B );
и ПОЭТОМУ
S <= ( N5 AND N6 );
```

Может показаться странным, что в коде VHDL S отображается, чтобы быть рассчитанным по N5 и N6 еще до того, как N5 и N6 были рассчитаны. Это верно, однако, потому что VHDL является параллельным языком, и порядок строк в программе не означает порядок выполнения.

Задержки взяты из заданных дискретных значений. Но если цель аппаратной части - FPGA, программа синтезатора будет использовать как задержку значения паспорта ПЛИС.

Теперь выберите Digital VHDL Simulation из меню анализа и нажмите ОК. Появится следующая диаграмма :



Отличительной особенностью VHDL TINA является то, что вы можете не только просматривать VHDL-код каждого компонента, но вы можете редактировать и запускать их немедленно. Заменяем 4-строчный код VHDL:

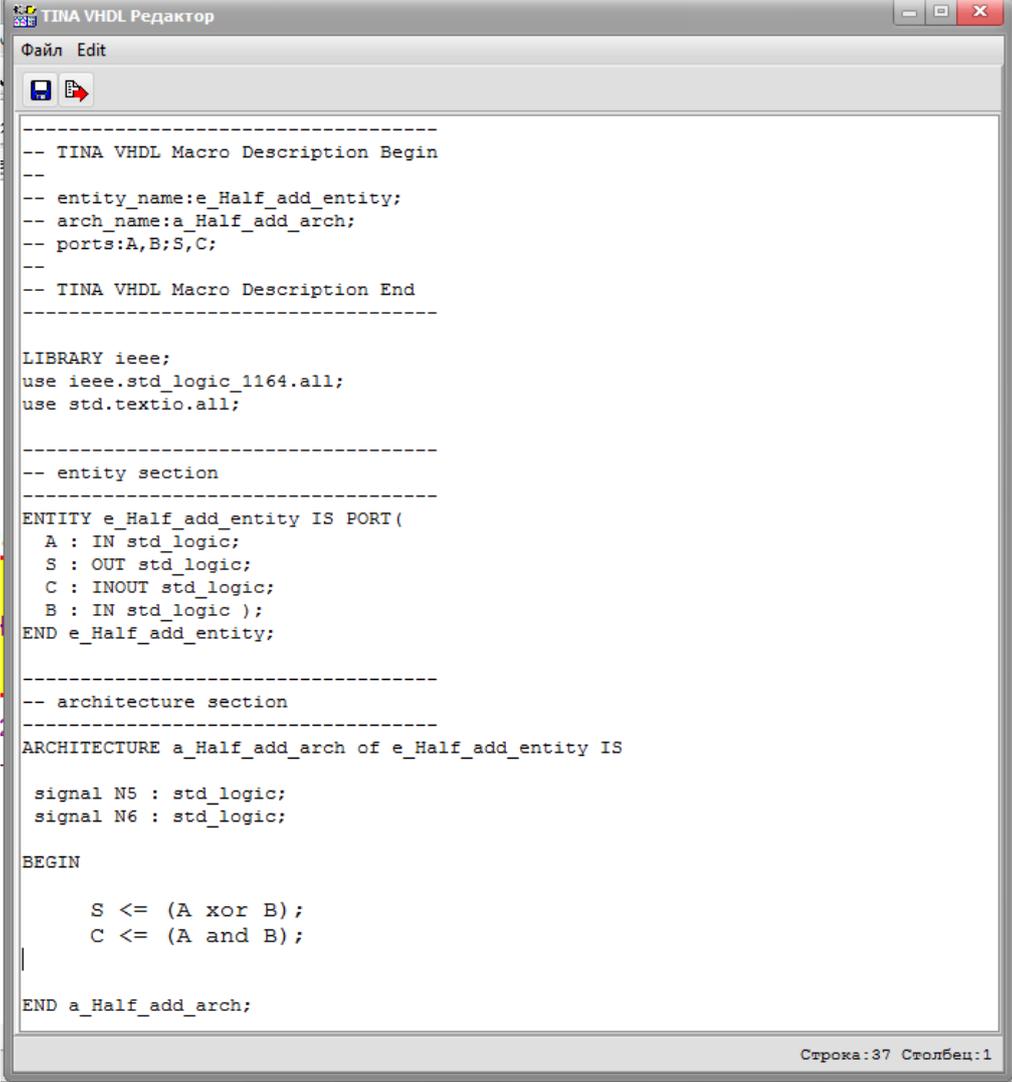
```
S <= ( N5 AND N6 );
N6 <= NOT ( C );
C <= ( A AND B );
N5 <= ( A OR B );
```

этим более простым двухстрочным кодом:

```
S <= ( A xor B );
C <= ( A and B );
```

Это легче понять. На самом деле, если один из входов A или B есть true, S это true. (A и B). Мы распознаем это как функцию Xor.

После редактирования содержимого блоков VHDL они должны выглядеть следующим образом :



```
TINA VHDL Редактор
Файл Edit
-----
-- TINA VHDL Macro Description Begin
--
-- entity_name:e_Half_add_entity;
-- arch_name:a_Half_add_arch;
-- ports:A,B;S,C;
--
-- TINA VHDL Macro Description End
-----

LIBRARY ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use std.textio.all;

-----
-- entity section
-----

ENTITY e_Half_add_entity IS PORT(
  A : IN std_logic;
  S : OUT std_logic;
  C : INOUT std_logic;
  B : IN std_logic );
END e_Half_add_entity;

-----
-- architecture section
-----

ARCHITECTURE a_Half_add_arch of e_Half_add_entity IS

  signal N5 : std_logic;
  signal N6 : std_logic;

BEGIN

  S <= ( A xor B );
  C <= ( A and B );

END a_Half_add_arch;

Строка:37 Столбец:1
```



Теперь закройте окно редактирования, нажав на  на панели инструментов редактора. Выберите Цифровой временной анализ из меню анализа и нажмите ОК. Нарисованная диаграмма будет практически идентична предыдущему графику.

Примечание:

В TINA, конечно, вы можете создавать свои собственные макросы VHDL. Это описано в главе 5 в разделе «Создание макроса VHDL из файла .vhd».

4.6.8.2. Отладчик HDL: отладка VHDL и Verilog кодов

Отладка HDL-программ особенно трудна из-за параллельных процессов в этих языках.

Отличной особенностью TINA является то, что отладчик HDL теперь интегрирован.

Вы можете:

- Выполнять VHDL и Verilog коды оператор за оператором.
- Выполнять подпрограммы как один оператор (Step Over).
- Добавить точки останова (Toggle Breakpoint), работая непрерывно (Start) и останавливая программу на контрольных точках.
- Поместить переменные, сигналы и другие объекты на вкладку Watches и увидеть их значение во время отладки.
- Выполнить просмотр всех точек останова и объектов под точками останова и локальными вкладками в нижней части окна отладчика HDL.

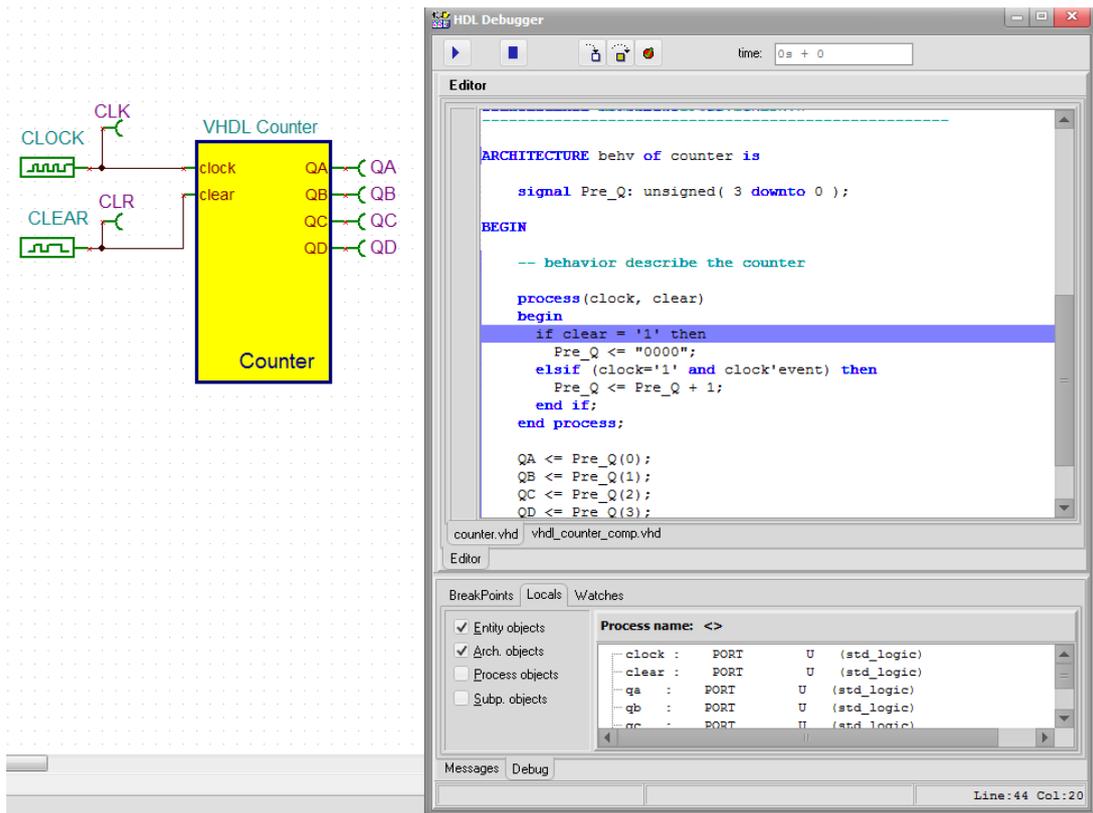
Чтобы попрактиковаться в использовании отладчика HDL в TINA, откройте файл `vhdl_counter.TSC` из папки `EXAMPLES \ VHDL` командой в меню Открыть Файл. Далее щелкните меню «Анализ» и включите отладчик, щелкнув строку «Включить HDL Debugger» (Enable HDL Debugger).

Наконец, нажмите кнопку DIG на панели инструментов в верхней части экрана и нажмите Пуск в Интерактивном меню. Появится Отладчик HDL. Перейдите на вкладку `counter.vhd` внизу кода.

Вы должны увидеть следующий экран.

Вы увидите два модуля под вкладками `counter.vhd` и `vhdl_counter_comp.vhd`. Первым является содержимое макроса счетчика VHDL, в то время как второй файл является преобразованием VHDL всей схемы, включающим источники `igitl`.

Этот макрос реализует счетчик. Сущность (entity) объекта состоит из пяти процессов, и все процессы работают параллельно. Первый процесс чувствителен к такту и четкому сигналу. Так, когда один из сигналов меняется, этот процесс запускается и выполняется. Другие процессы чувствительны к сигналу `Pre_Q`. Когда `Pre_Q (i)` изменяется, `i + 1`-й процесс запускается и выполняется.



The diagram on the left shows a VHDL Counter block with inputs CLOCK (CLK) and CLEAR (CLR), and outputs QA, QB, QC, and QD. The HDL Debugger window on the right shows the VHDL code for the counter. The code is as follows:

```

ARCHITECTURE behv of counter is
    signal Pre_Q: unsigned( 3 downto 0 );
BEGIN
    -- behavior describe the counter
    process(clock, clear)
    begin
        if clear = '1' then
            Pre_Q <= "0000";
        elsif (clock='1' and clock'event) then
            Pre_Q <= Pre_Q + 1;
        end if;
    end process;

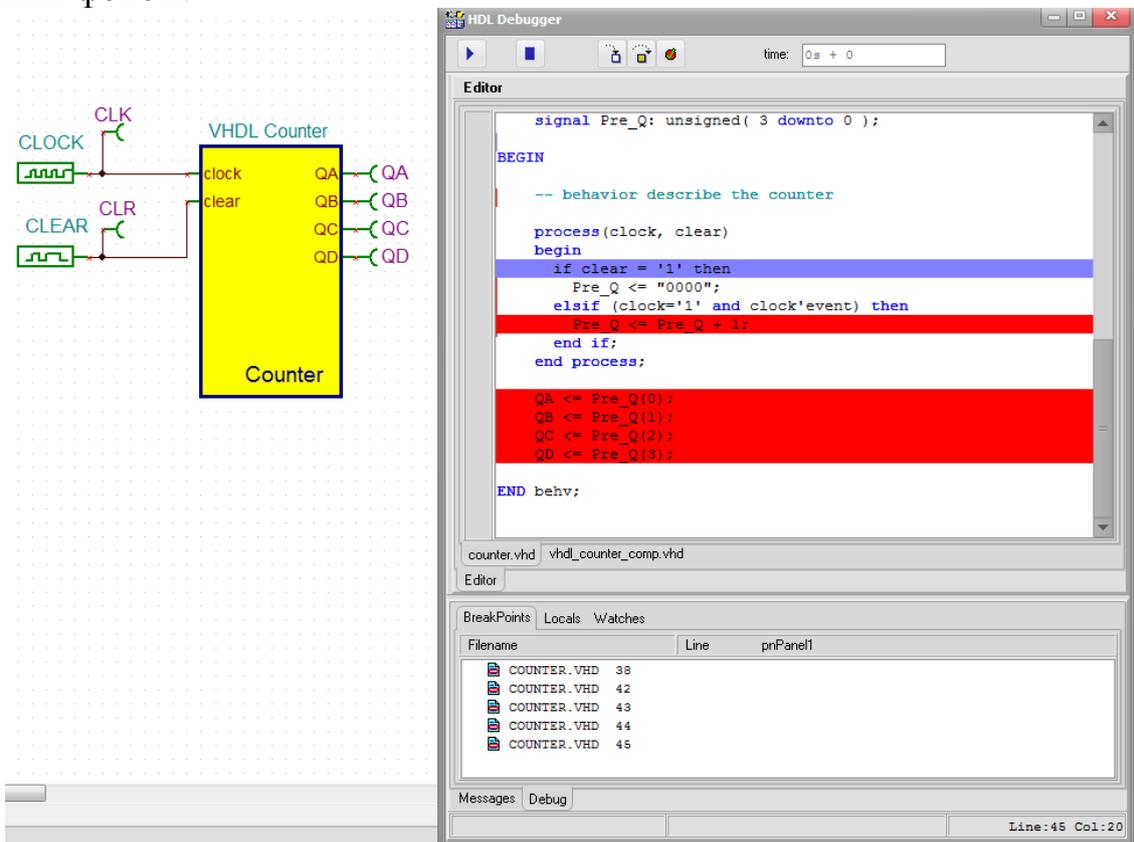
    QA <= Pre_Q(0);
    QB <= Pre_Q(1);
    QC <= Pre_Q(2);
    QD <= Pre_Q(3);
END behv;

```

The HDL Debugger interface shows the BreakPoints tab with the following table:

Process name	Line	Column	Object
clock	PORT	U	(std_logic)
clear	PORT	U	(std_logic)
qa	PORT	U	(std_logic)
qb	PORT	U	(std_logic)
qc	PORT	U	(std_logic)
qd	PORT	U	(std_logic)

Чтобы выполнить некоторые важные шаги в программе, давайте добавим четыре точки останова, нажав на интересные линии и нажав кнопку точки останова Toggle BreakPoint . Линии с точкой останова будут помечены красным фоном:



The diagram on the left is identical to the previous one. The HDL Debugger window on the right shows the same VHDL code, but with four lines highlighted in red, indicating that breakpoints have been set at those locations:

```

signal Pre_Q: unsigned( 3 downto 0 );
BEGIN
    -- behavior describe the counter
    process(clock, clear)
    begin
        if clear = '1' then
            Pre_Q <= "0000";
        elsif (clock='1' and clock'event) then
            Pre_Q <= Pre_Q + 1;
        end if;
    end process;

    QA <= Pre_Q(0);
    QB <= Pre_Q(1);
    QC <= Pre_Q(2);
    QD <= Pre_Q(3);
END behv;

```

The BreakPoints tab in the HDL Debugger now shows the following table:

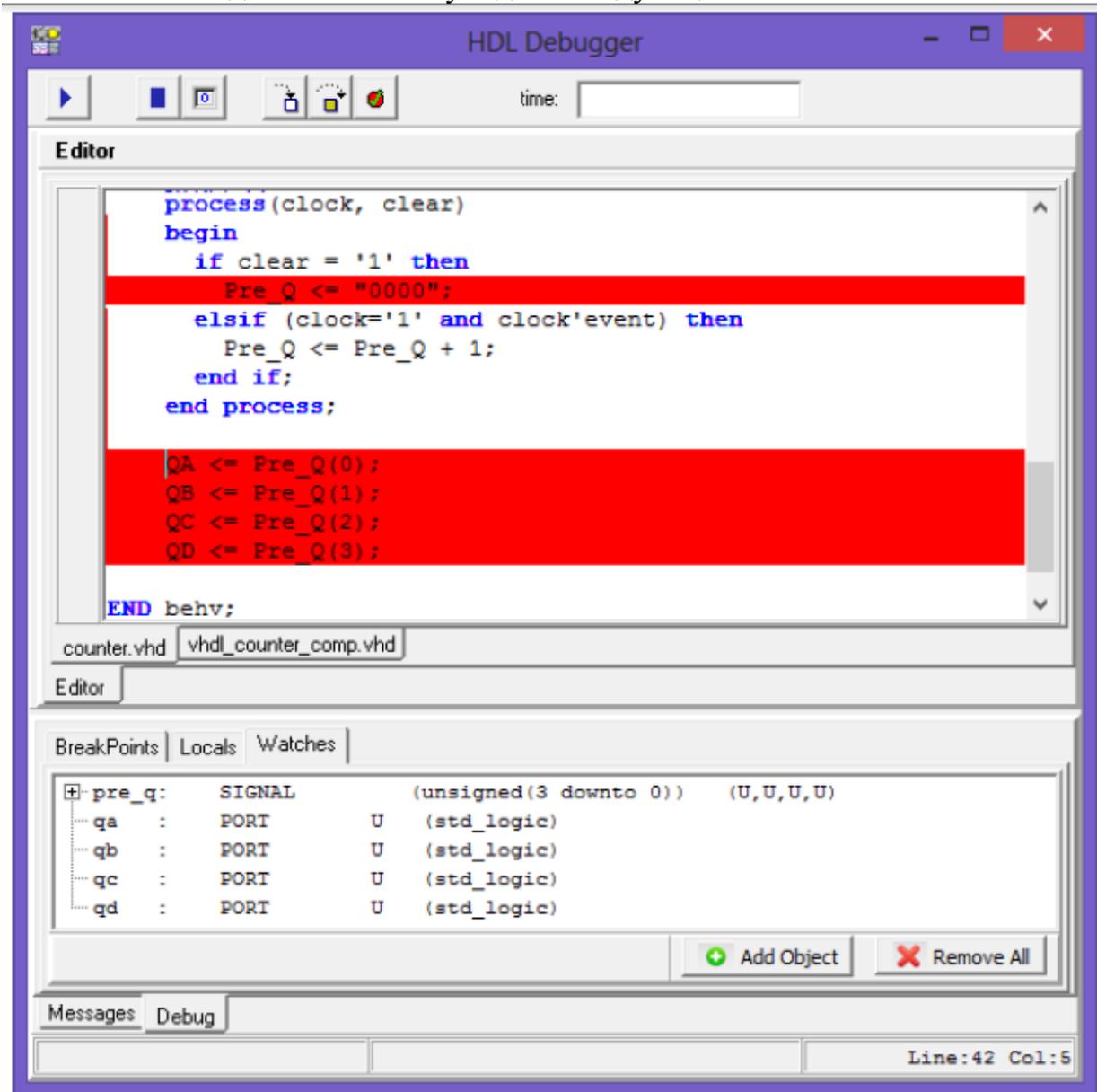
Filename	Line	pnPanel1
COUNTER.VHD	38	
COUNTER.VHD	42	
COUNTER.VHD	43	
COUNTER.VHD	44	
COUNTER.VHD	45	

Обратите внимание, что на вкладке Точки останова вы можете увидеть все точки останова и удалить любую из них с помощью кнопки Toggle Breakpoint.

Теперь перейдите на вкладку Watches, нажмите кнопку Add Object и один за другим добавьте сигнал Pre_Q и порты QA, QB, QC, QD.

Они будут связаны с 4 выходами макроса.

В окне отладчика HDL вы увидите следующее:



Теперь давайте начнем отладку, нажав кнопку Run.

В моделировании VHDL каждый процесс запускается один раз в начале моделирования. Нажмите кнопку Run несколько раз, пока отладчик не покажет время 500 нс + 1 в поле времени. Это означает, что симулятор достигает 500 нс и 1 дельта-цикл (дельта-цикл представляет собой особый период времени VHDL с бесконечно малой продолжительностью). В это время, равное 1 (= 1), Pre_Q был инициализирован с "0" в свободном состоянии. Линия Pre_Q <=

Pre_Q + 1 запланирует транзакцию по сигналу Pre_Q со значением «0001» для времени 500 нс + 2.

Нажмите Run еще раз, и отладчик остановится на точке останова QA <=Pre_Q (0). В этот момент время = 500 нс + 2, потому что ближайшим событием был ранее описанный запланированный случай. Теперь симулятор запланирует событие, которое назначит значение «1» на время = 500 нс + 3 для порта QA.

Нажмите Run еще раз, теперь время = 1.5us + 1 и QA = '1'. Обратите внимание что, последние три процесса теперь не запускаются, потому что не было никаких изменений в их список чувствительности.

Вы можете изучить обновление других портов аналогичным образом.

Есть аналогичный пример в Verilog с именем verilog_counter.tsc в папке примеров \ Verilog.

4.6.8.3 Анализ цифровой схемы с использованием цифрового Verilog моделирования

TINA также включает в себя мощный цифровой движок моделирования Verilog.

Преимущество Verilog по сравнению с VHDL в том, что его легче учить и понимать, однако в VHDL есть больше возможностей.

Verilog - аналогично VHDL - также может быть реализован автоматически в программируемых логических устройствах, такие как ПЛИС и CPLD.

TINA переводит модели Verilog и другие цифровые компоненты для синтезируемого кода VHDL вместе с соответствующим файлом UCF (User Constraints File) для назначения выводов в ПЛИС, если установлен флажок «Создать синтезируемый код» в меню «Анализ / Опции».

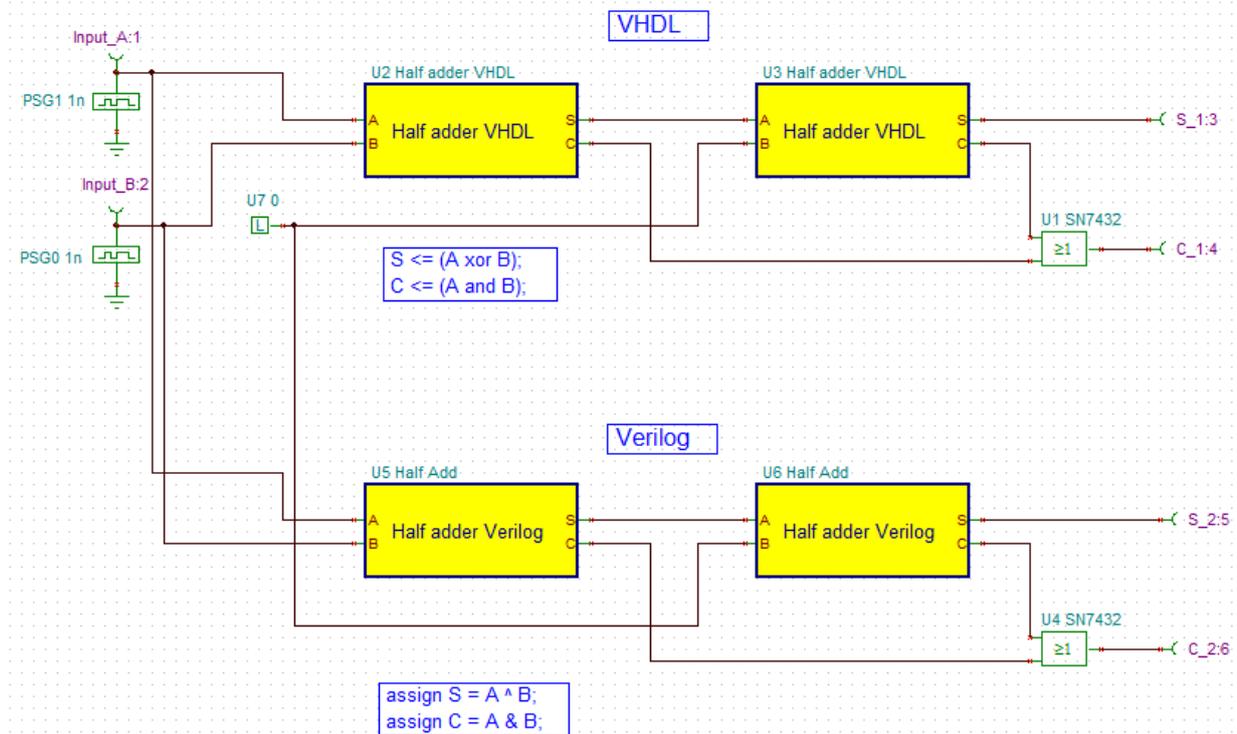
Вы можете сохранить созданный VHD и файлы UCF с помощью команды «Создать файл VHD & UCF» в Меню T&M и, используя бесплатное программное обеспечение Xilinx Webpack, которое генерирует файл потока битов, описывающий реализацию проекта, и затем загрузить его в чипы Xilinx FPGA (Xilinx FPGA).

Перед реализацией Verilog или любого другого цифрового дизайна HDL, либо с дискретными компонентами или ПЛИС, вам нужно проверить это с помощью симуляции, выбрав команду TINA Analysis | Digital Timing Analysis.

Давайте запустим предыдущую схему VHDL вместе с ее моделью Verilog. В папке примеров Verilog откроем файл Full adder Verilog and VHDL comparison time diagram.

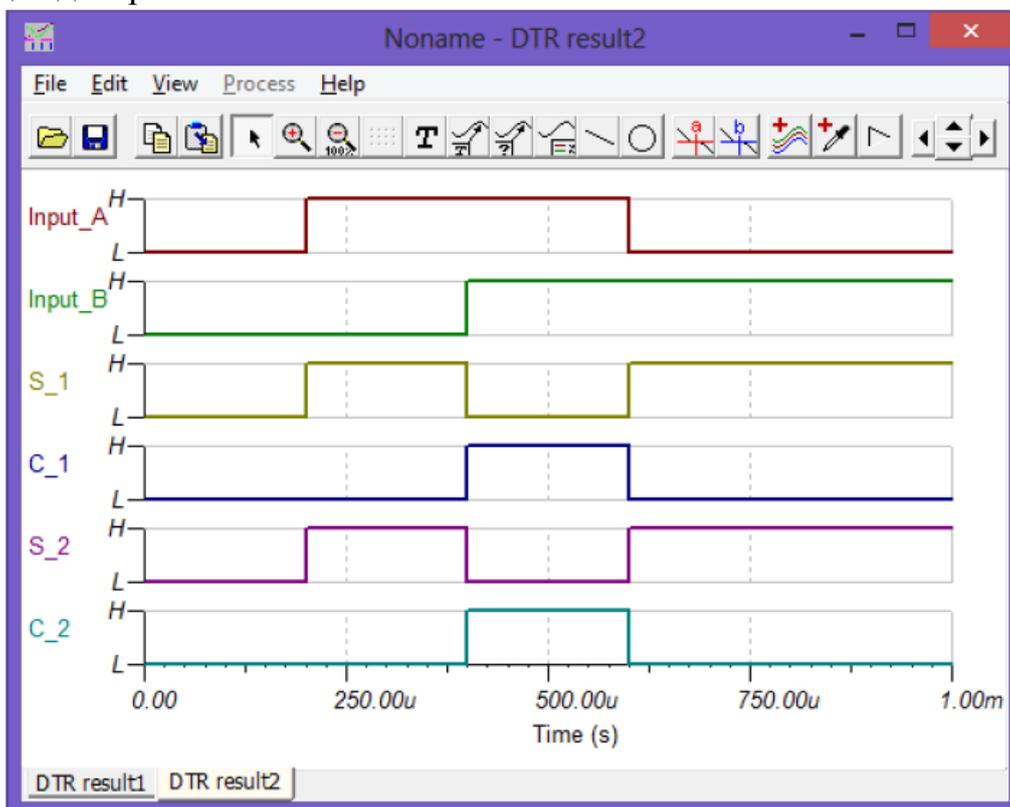
Появится следующая схема:

Full Adder with Verilog and VHDL components



Вы можете увидеть реализацию функции половинного сумматора на обоих языках, они очень похожи. Вы можете дважды щелкнуть VHDL или Verilog макросы и нажать Enter Macro, чтобы увидеть все детали программ.

Теперь запустите Цифровой временной анализ из меню Анализ. Появится следующая диаграмма:



Можно видеть, что выходные сигналы от обеих моделей точно совпадают.

4.6.8.4 Анализ цепей с использованием моделей Verilog-A

На сегодняшний день наиболее широко используется язык для описания электронных схем и моделей устройств Spice netlist format (1973). Тем не менее Spice описания часто трудно читать и понимать, и им не хватает многих функциональных возможностей языков программирования, которые понадобятся инженерам при создании моделей и симуляций.

Относительно новый язык Verilog-A (1995) предлагает альтернативный метод с легко читаемым языком программирования в стиле синтаксиса C (Си). Таким образом, Verilog-A является подходящим преемником списков SPICE для описания схемных топологий.

Большинство библиотек устройств TINA имеют формат списка соединений Spice. Однако вы уже можете создавать и импортировать модели и разместить TINA - макросы в формате Verilog. Вы можете найти несколько примеров языка, модели устройств и схемы в папке examples \ Verilog A программы TINA.

Для демонстрации Verilog-A в программе TINA загрузите файл из папки EXAMPLES \ Verilog-A \ Opamp Model Comparison.TSC, в котором простая модель операционного усилителя реализуется тремя различными способами: Verilog-A, Spice и принципиальная схема.

Мы предлагаем вам начать с сравнения файлов моделей операционных усилителей, в которых простая модель операционного усилителя реализована тремя различными способами: Verilog-A, Spice и принципиальная схема.

Вы также можете изучить нелинейные модели устройств в Verilog-A и их характеристики в других примерах: diode.TSC, JFET.TSC и т. д.

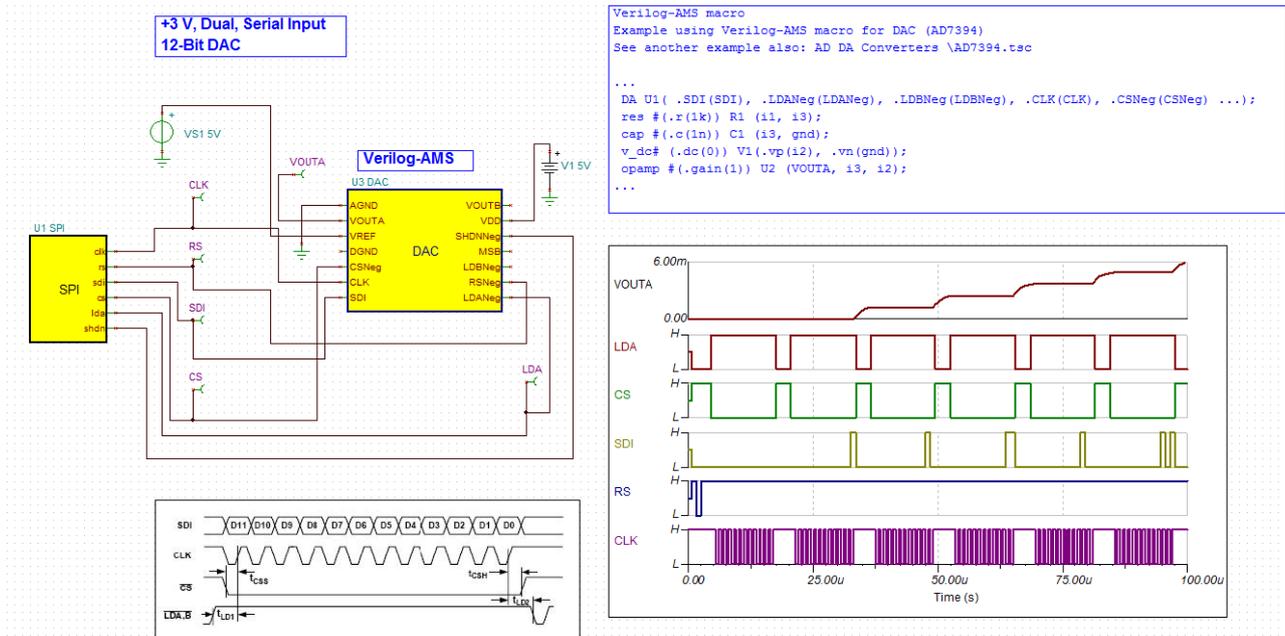
4.6.8.5 Анализ цепей с использованием моделей Verilog-AMS

Еще более сложный метод описания электронных схем, содержащих как аналоговые, так и цифровые компоненты, это язык Verilog-AMS. Как мы заметили ранее, Verilog-AMS является производным расширением от чисто цифрового Verilog и чисто аналогового Verilog A и имеет интерфейс для подключения аналоговых и цифровых частей.

В TINA вы также можете создавать или импортировать макросы Verilog AMS для моделирование устройств со смешанным сигналом.

Давайте посмотрим на структуру такой модели. Откройте ЦАП - схема DAC VAMS.TSC из папки EXAMPLES \ Verilog AMS. Появится следующая схема.

Эта схема содержит макрос цифрового аналогового преобразователя (ЦАП) с последовательным периферийным интерфейсом (SPI) и макрос тестового стенда, генерирующего цифровой сигнал SPI. Модель ЦАП определена в Verilog AMS.



Интересно, что тестовый стенд на левой стороне написан на VHDL, что является примером смешивания разных HDLs, но здесь мы сосредоточимся на макросе Verilog AMS справа.

Чтобы увидеть код Verilog AMS модели, дважды щелкните макрос ЦАП и нажмите кнопку ввода макроса. Появится следующее окно.

```
TINA VHDL Редактор
Файл Edit
////////////////////////////////////
// TINA HDL Macro Description Begin
//
// entity_name:macro1;
// arch_name:ignored;
// ports:SDI, LDANeg, LDBNeg, CLK, CSNeg, RSNeg, MSB, SHDNNeg, VOUTA, VOUTB, AGND, VREF, VDD, D
// Mode:VerilogAMSTyp;
//
// TINA HDL Macro Description End
////////////////////////////////////

`timescale 10 ns / 1 ps

module DA(SDI, LDANeg, LDBNeg, CLK, CSNeg, RSNeg, MSB, SHDNNeg, VOUTA, VOUTB, AGND
input SDI, LDANeg, LDBNeg, CLK, CSNeg, RSNeg, MSB, SHDNNeg, DGND, AGND, VREF, VDD
reg [11:0] inreg, dacregA, dacvalA;
integer i, i_d;
real r_d;
output VOUTA, VOUTB;
wreal VOUTA;

always @(posedge CLK or SDI or LDANeg or CLK or CSNeg or RSNeg)
begin
if (!RSNeg) begin
dacregA = 12'b000000000000;
inreg = 12'b000000000000;
dacvalA = dacregA;
end
else if (!CSNeg && RSNeg) begin
```

Строка:1 Столбец:1

Мы не будем вдаваться в подробный анализ кода. Мы просто хотим показать, что в первой части, показанной выше, модуль DA Verilog преобразует последовательный сигнал в аналоговый сигнал (VOUTA).

В конце макроса, показанного ниже, модуль DA вызывается и сигнал сглаживается простым операционным усилителем и RC-фильтром, используя инструкции Verilog A.

```

module opamp(vout, vin_p, vin_n);
  inout vin_p, vin_n;
  inout vout;
  electrical vout, vin_p, vin_n;
  parameter real gain = 1;

  analog
    V(vout) <+ gain*V(vin_p, vin_n);
endmodule

connectrules MyRules;
connect a2d_TTL input electrical, output logic;
connect d2a_TTL input logic, output electrical;
endconnectrules

module macro1(SDI, LDANeg, LDBNeg, CLK, CSNeg, RSNeg, MSB, SHDNNeg, VOUTA, VOUTB,
input SDI, LDANeg, LDBNeg, CLK, CSNeg, RSNeg, MSB, SHDNNeg, DGND, AGND, VREF, VDD
inout VOUTA, VOUTB;
wire i1;
electrical VOUTA, i2, i3;
ground gnd;

DA U1( .SDI(SDI), .LDANeg(LDANeg), .LDBNeg(LDBNeg), .CLK(CLK), .CSNeg(CSNeg), .RS
res #(.r(1k)) R1 (i1, i3);
cap #(.c(1n)) C1 (i3, gnd);
v_dc# (.dc(0)) V1(.vp(i2), .vn(gnd));
opamp #(.gain(1)) U2 (VOUTA, i3, i2);
endmodule

```

Вы также можете увидеть описание конденсатора во нижнем фрагменте кода.

4.6.8.6 Анализ цепей с использованием SystemC

SystemC - еще один отличный инструмент для моделирования оборудования. Включает в себя все возможности C++, используемые во всем мире, и библиотеку классов C++, специально разработанную для проектирования электронных (и неэлектронных) систем на разных уровнях абстракции. SystemC имеет открытый исходный код, бесплатную реализация, и вы можете скомпилировать его в очень эффективный исполняемый двоичный код с также бесплатным C++ компилятором Microsoft Visual Studio. В SystemC вы можете моделировать оборудование на более высоком уровне абстракции, чем в других HDL, и поэтому для моделирования некоторых очень сложных аппаратных средств, например микроконтроллеров, этот язык проще и эффективнее в использовании, чем другие HDL, такие как VHDL или Verilog.

В версии TINA 11 и более поздних версиях TINA вы также можете создавать и использовать компоненты, смоделированные в SystemC, как в TINA, так и в TINACloud.

Ниже приведены требования для использования SystemC с TINA.

Требования к компилятору

Используйте Microsoft Visual Studio для компиляции моделей SystemC. В нашем примере мы используем Microsoft Visual Studio 2015.

Дистрибутив SystemC

Используйте версию systemc-2.3.1 дистрибутива SystemC.

Компиляция дистрибутива SystemC (SystemC.lib)

Используйте файл проекта MSVC в дистрибутиве:

(<Sc_home> \ msvc80 \ SystemC).

Установите в MSVC:

- C ++ / Генерация кода: многопоточная отладочная DLL (/ MDd)
- Дополнительная опция строки cmd: / vmg
- Удалите эту строку из <sc_home> \ src \ systemc.h: используя std::gets ;
- Создайте проект, и результат будет в:

<Sc_home> \ msvc80 \ SystemC \ Debug \ SystemC.lib

Компиляция модели

Используйте шаблон проекта в <TINADir> \ examples \ SystemC \ systemc_model.zip (systemc \ systemc_model.vcxproj).

Откройте Visual Studio и откройте файл проекта. Откройте менеджер свойств (View/Other windows/Property manager) и выберите запись «Macros», выберите Common properties/User macros. Измените на макрос SC_HOME, в который вы распаковали systemc_model.zip файл.

Скомпилируйте конфигурацию Debug. Если вы хотите проверить свою модель на TINACloud вы должны скомпилировать дистрибутив SystemC и проект systemc_model с (/ MTd) (многопоточная отладка).

Создание макроса SystemC в TINA

Подобно другим компонентам HDL и Spice, вы должны преобразовать вашу модель SystemC в макрос TINA.

Вот как это сделать.

Загрузите пример Examples/SystemC/sc_counter.tsc. На рисунке показана схема счетчика и исполняемый код в SystemC.

Требования к моделированию

В sc_main используйте динамическое выделение для модуля верхнего уровня. Установите return 0 после создания верхнего экземпляра.

```
int sc_main(int argc, char* argv[])
{
top* TOP = new top("TOP");
return 0;
}
```

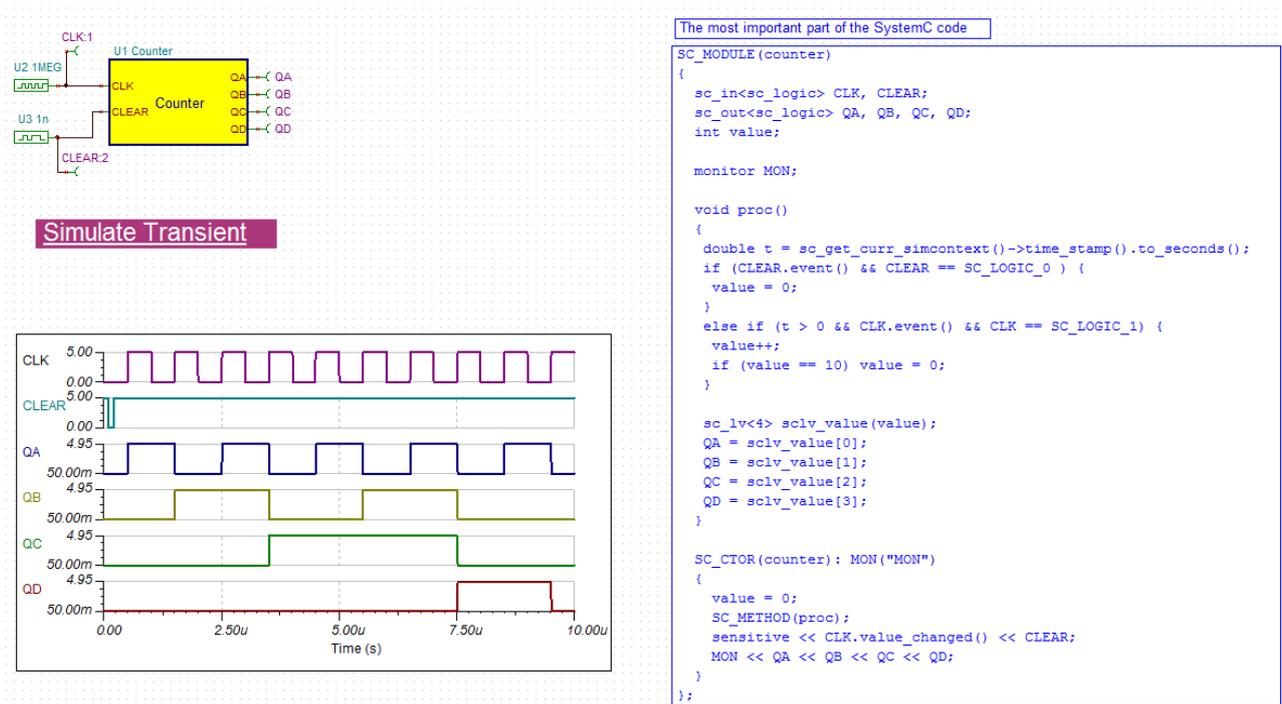
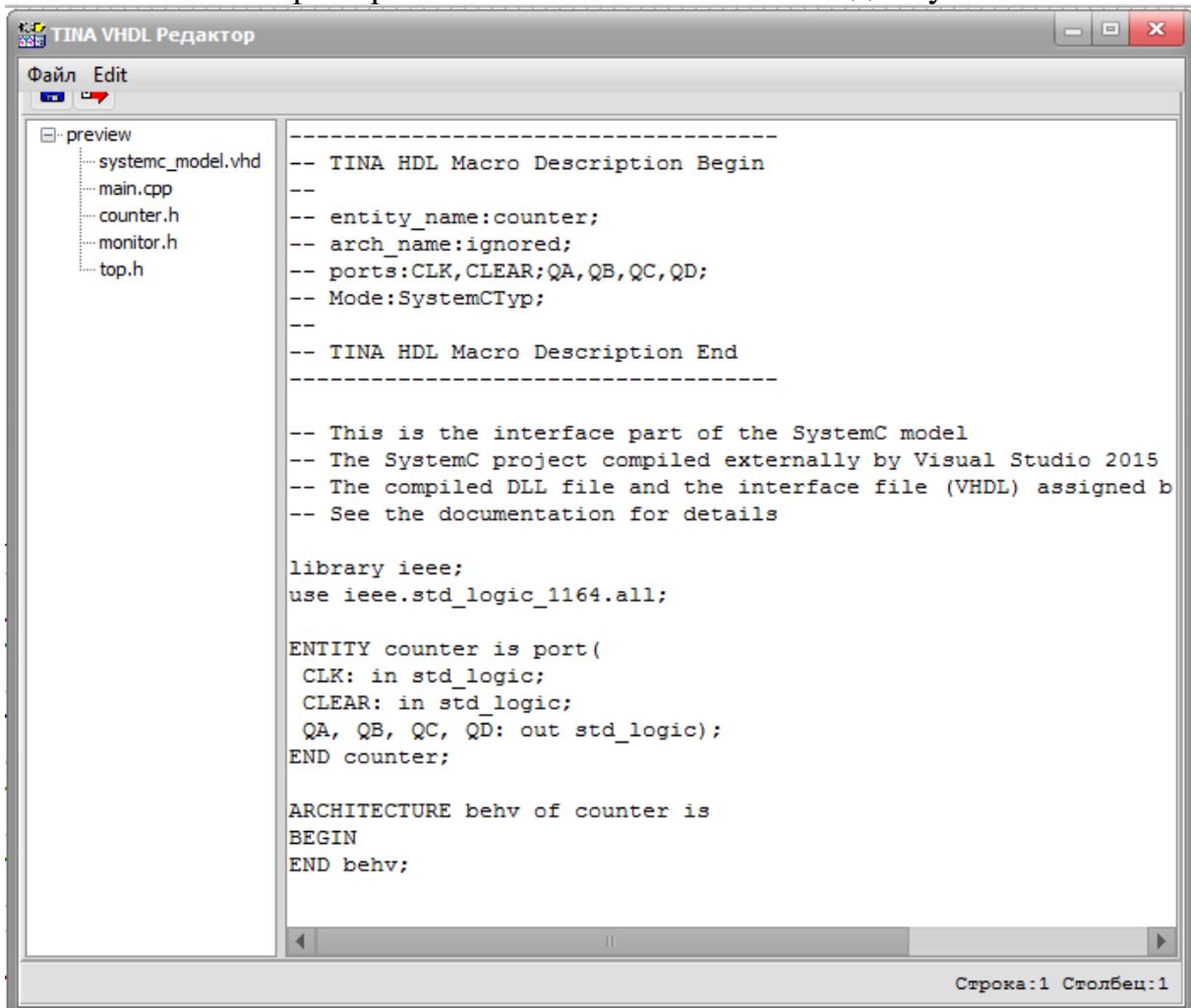


Схема примера счётчика и исполняемый код в SystemC



VHDL макрос счётчика

Макрос SystemC состоит из файла VHDL и файла SystemC dll.

Файл VHDL является только файлом интерфейса. Модуль верхнего уровня SystemC должен содержать те же сигналы, что и в интерфейсе модуля VHDL и в том же порядке.

Пример схемы счетчика в SytemC:

Файл SystemC верхнего уровня:

```
SC_MODULE(top)
{
  sc_signal<sc_logic> CLK, CLEAR, QA, QB, QC, QD;
  counter U1;
  SC_CTOR(top) : U1("U1")
  {
    U1.CLK(CLK); U1.CLEAR(CLEAR); U1.QA(QA);
    U1.QB(QB); U1.QC(QC); U1.QD(QD);
  }
};
```

Наиболее важная часть модели счётчика SystemC.

```
#ifndef counterH
#define counterH
#include "monitor.h"
SC_MODULE(counter)
{
  sc_in<sc_logic> CLK, CLEAR;
  sc_out<sc_logic> QA, QB, QC, QD;
  int value;
  monitor MON;
  void proc()
  {
    double t = sc_get_curr_simcontext()-
    >time_stamp().to_seconds();
    if (CLEAR.event() && CLEAR == SC_LOGIC_0 ) {
      value = 0;
    }
    else if (t > 0 && CLK.event() && CLK ==
    SC_LOGIC_1) {
      value++;
      if (value == 10) value = 0;
    }
    sc_lv<4> sclv_value(value);
    QA = sclv_value[0];
    QB = sclv_value[1];
    QC = sclv_value[2];
    QD = sclv_value[3];
  }
  SC_CTOR(counter) : MON("MON")
  {
    value = 0;
  }
  SC_METHOD(proc);
  sensitive << CLK.value_changed() << CLEAR;
  MON << QA << QB << QC << QD;
};
```

```

}
};
#endif

```

Файл интерфейса VHDL

```

library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
ENTITY counter is port(
CLK: in std_logic;
CLEAR: in std_logic;
QA, QB, QC, QD: out std_logic);
END counter;
ARCHITECTURE behv of counter is
BEGIN
END behv;

```

TINA должна приостанавливать симуляцию SystemC в смешанном режиме после каждого изменение выходного порта верхнего уровня. Для этого создайте модуль монитора, вызовите наш `sc_pli_set_node_changed ()`, затем вызовите `sc_pause ()`.

Ниже приведен пример кода для счетчика.

```

#ifndef monitorH
#define monitorH
#include "systemc.h"
#include "C_SCPLI.h"
SC_MODULE(monitor)
{
sc_in<sc_logic> QA, QB, QC, QD;
SC_CTOR(monitor)
{
SC_METHOD(proc);
sensitive << QA << QB << QC << QD;
}
void proc()
{
sc_pli_set_node_changed(true);
sc_pause();
}
};
#endif

```

Поддерживаемые типы портов верхнего уровня:
`sc_bit`, `sc_logic`, `bool`, `double`.

Настройка анализа в TINA

Выберите правильный временной шаг в Анализ / Установка параметров анализа / TR (Analysis/Set Analysis Parameters/TR) максимальный шаг по времени.

Запуск модели

Вы должны установить «Visual C++ Redistributable for Visual Studio 2015», если у вас не установлена Visual Studio 2015.

Примеры

Пример счётчика

Используйте шаблон проекта в <TINA Dir> \ examples \ SystemC \systemc_model.zip (systemc \ systemc_model.vcxproj).

Распакуйте этот zip-файл (<sc_model>).

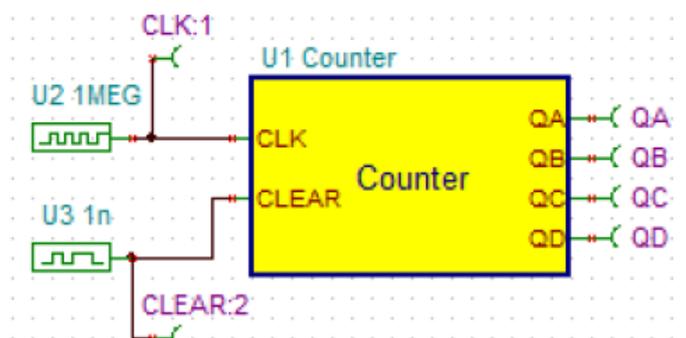
Откройте Visual Studio и откройте файл проекта. Откройте Менеджер свойств проекта (View/Other windows/Property manager) и выберите «Макросы». Измените макрос на SC_HOME, в который вы извлекли файл systemc_model.zip.

Скопируйте <sc_model> \ systemc_model \ examples \ counter \ top.h в <sc_model> \ systemc_model и <sc_model> \ systemc_model \ Examples \ counter \ monitor.h в <sc_model> \ systemc_model.

Перестройте (rebuild) проект.

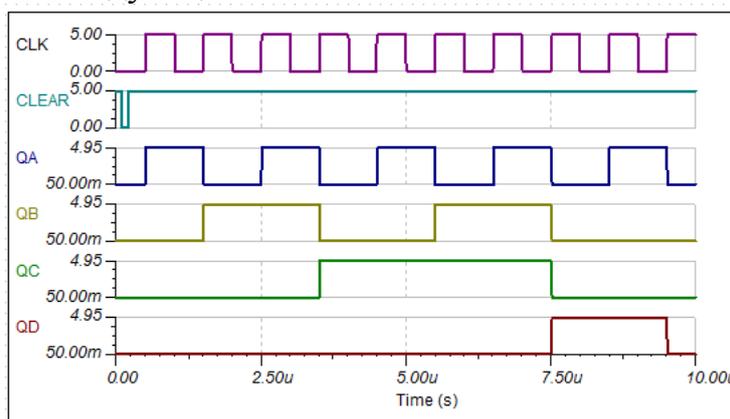
Скопируйте <sc_model> \ systemc_model \ examples \ counter \ systemc_model.vhd и <sc_model> \ Debug \ systemc_model.dll в каталог (например, d: \ Temp).

В TINA откройте <TINA Dir> \ examples \ SystemC \ counter.tsc, удалите макрос счетчика.



Теперь выберите Tools / New Macro Wizard ... Введите Counter в макрос в поле «Name», выберите «From file», нажмите значок папки. В диалоговом окне выберите файлы типа «SystemC executable» и найдите ранее скопированный systemc_model.dll.

Вставить новый макрос на место ранее удаленного макроса. Запустите Transient. Результат следующий:



Пример микроконтроллера

В этом примере предполагается, что у вас установлен компилятор Microchip XC8. Теперь давайте создадим новый микроконтроллер, которого в настоящее время нет в TINA (PIC16LF1906).

Сначала соберите новую модель.

Скопируйте `<sc_model>\systemc_model\Examples\pic16lf1906\top.h` в `<sc_model>\systemc_model` и `<sc_model>\systemc_model\Examples\pic16lf1906\monitor.h` в `<sc_model>\systemc_model`.

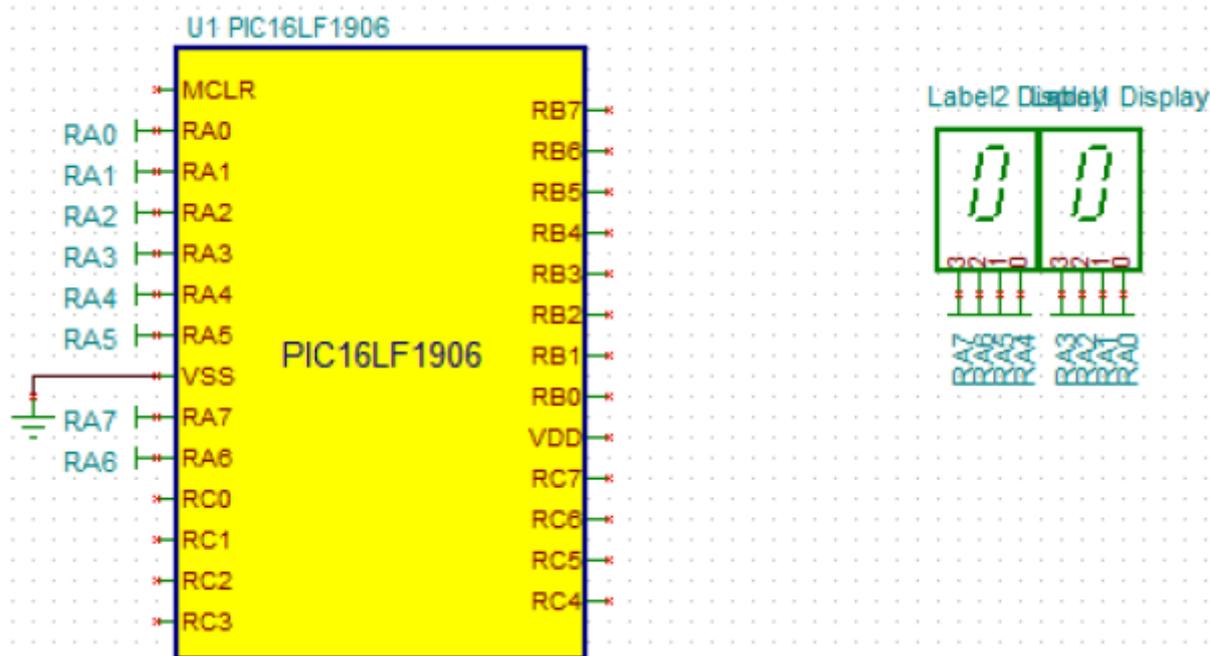
Восстановите проект.

Скопируйте

`<sc_model>\systemc_model\Examples\pic16lf1906\systemc_model.vhd` и `<sc_model>\Debug\systemc_model.dll` в директорию (например, `d:\Temp`).

Пример флешера

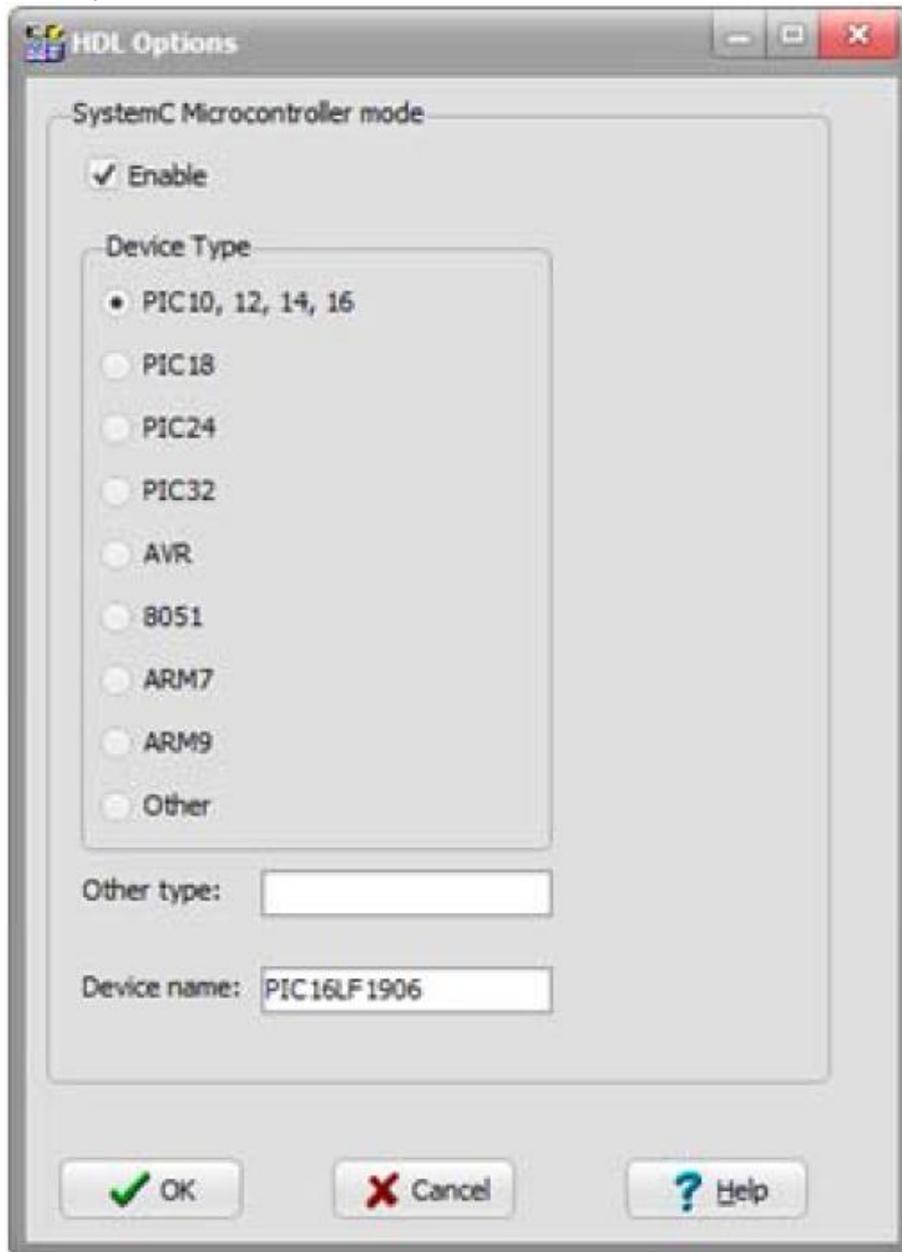
В TINA откройте `<TINADir>\Examples\SystemC\PIC16LF1906sc flasher.TSC`, удалите PIC макрос.



Теперь выберите Tools / New Macro Wizard... Введите PIC16LF1906 в поле «Имя макроса», выберите «Из файла» (From File) и нажмите значок папки. В диалоговом окне выберите Файлы типа «исполняемый файл SystemC» (SystemC executable) и найдите ранее скопированный файл `systemc_model.dll`. Нажмите кнопку "Параметры" и отметьте Enabled, отметьте тип устройства PIC16, введите «имя устройства» PIC16LF1906, нажмите ОК.

Вставьте новый макрос на место ранее удаленного макроса. Теперь назначьте макросу код C. В коде реализован счетчик. Значение счетчика будет отображаться на PORTA. Щелкните макрос PIC и нажмите поле «...» в поле ASM-Code. Выберите код C и скопируйте содержимое `flasher.c` (`<sc_model> \`

systemc_model \ Examples \ pic16lf1906 \ flasher.c) как новый файл в редакторе, нажмите Создать, нажмите ОК.



Нажмите кнопку TR, чтобы запустить интерактивный переходный процесс.

Код прошивки C. Этот код C будет работать на SystemC в модели микроконтроллера.

```
#define _XTAL_FREQ 1000000
#include <xc.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
/*
*
*/
```

```

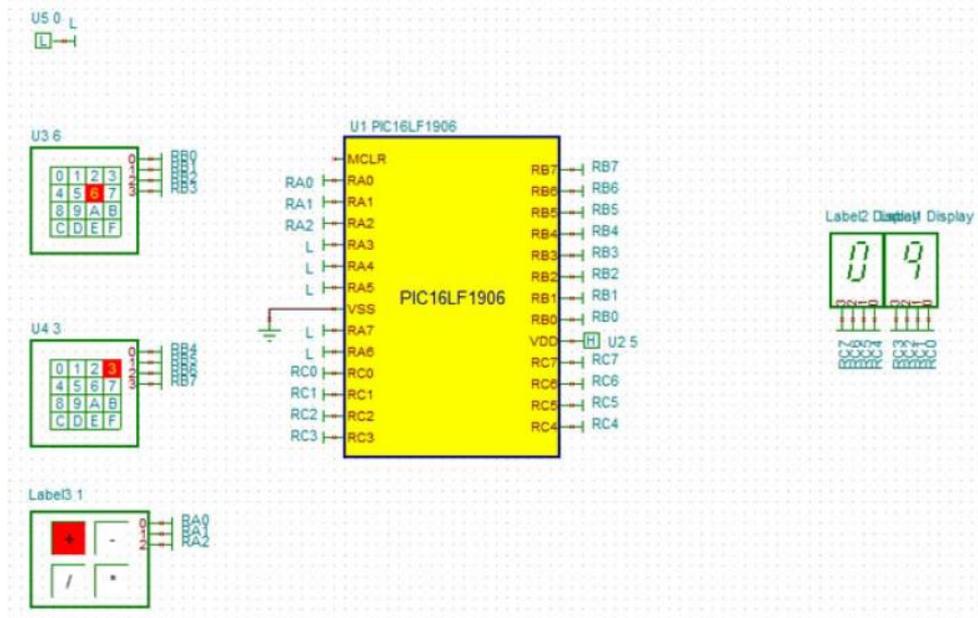
*/
int main(int argc, char** argv)
{
unsigned char a, b, op, res;
TRISA = 0x00;
res = 0;
while (1) {
PORTA = res;
res++;
}
return (EXIT_SUCCESS);
}

```

Пример калькулятора

А теперь давайте сделаем простой калькулятор.

В TINA откройте <TINADir> \ Examples \ SystemC \ PIC16LF1906sc calc.TSC, удалите макрос PIC.



Шаги те же, что и в предыдущем процессе, за исключением того, что теперь мы назначаем код calc.s. (в качестве альтернативы вы можете скопировать и вставить макрос из предыдущей схемы и изменить код C)

Нажмите кнопку TR, чтобы запустить интерактивный переходный процесс.

Нажмите цифры на клавиатуре и знаки +, -, /, *. Шестнадцатеричный дисплей покажет результат.

Код калькулятора C. Этот код C будет работать на SystemC модели микроконтроллера.

```

#define _XTAL_FREQ 1000000
#include <xc.h>
#include <stdio.h>

```

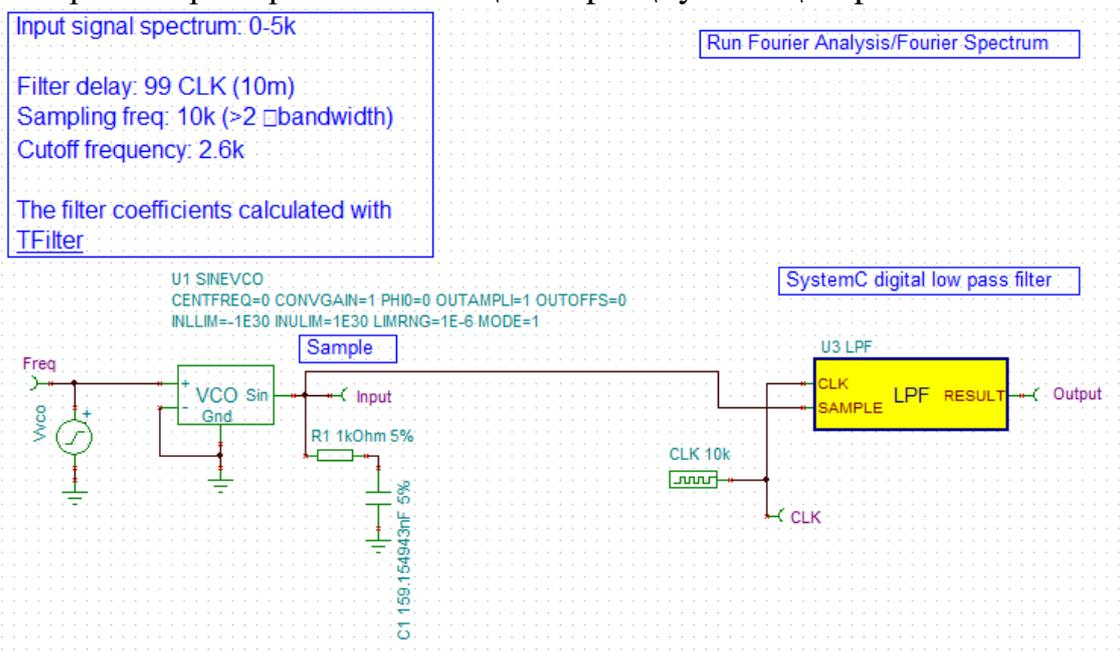
```

#include <stdlib.h>
/*
*
*/
int main(int argc, char** argv)
{
unsigned char a, b, op, res;
TRISA = 0xFF;
TRISB = 0xFF;
TRISC = 0x00;
while (1) {
a = PORTB & 0x0F;
b = (PORTB & 0xF0) >> 4;
op = PORTA & 0x0F;
if (op == 1)
res = a+b;
else if (op == 2)
res = a-b;
else if (op == 3)
res = a/b;
else
res = a*b;
PORTC = res;
}
return (EXIT_SUCCESS);
}

```

Пример фильтра нижних частот

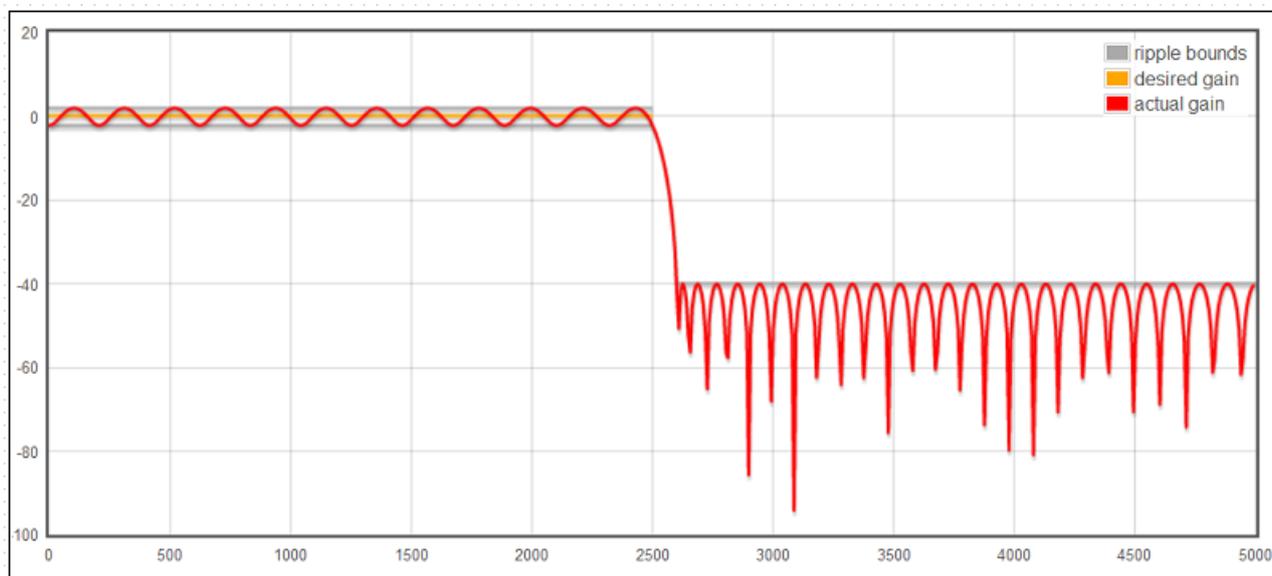
Откройте пример <TINA Dir>\Examples\SystemC\sc lpf.TSC .



Характеристики фильтра и С-код разработаны с помощью бесплатного инструмента на <http://t-filter.engineerjs.com/>

Сгенерированный С-код был помещен в файл `fir.cpp`.

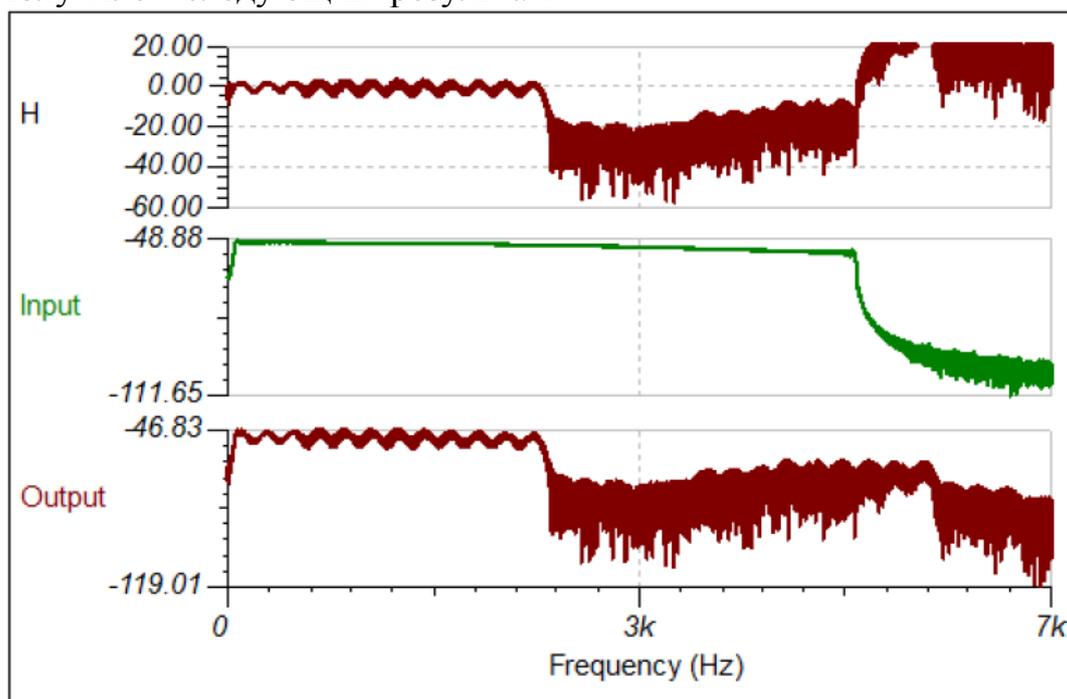
[Filter characteristics](#)



Выполнить анализ / спектр Фурье... Нажмите кнопку  в окне диаграммы. Появится постпроцессор. Теперь нарисуйте передаточную функцию.

Нажмите кнопку *More*. Введите *Output(s)/Input(s)* в строке редактирования. Напечатайте Н в новом имени функции. Нажмите "Создать". Нажмите ОК. Выберите *View/ Separate curves* (отдельные кривые).

Получился следующий результат:



Самая важная часть макроса SystemC:

```
void fir::proc()
{
double u, y;
if (CLK.read() == SC_LOGIC_1) {
sc_logic sc_val;
// CALC
x[0] = SAMPLE; y = 0;
for (int k=0; k<M; k++) {
y += b[k]*x[k];
}
// SHIFT
for (int k=M-1; k>=1; k--)
x[k] = x[k-1];
// SET VALUE
RESULT = y;
n++;
}
}
```

Вы можете найти этот пример в папке Examples/Fir из systemc_model.zip.

Как создать свой микроконтроллер

Вы можете создать свою модель микроконтроллера на основе нашего кода (<TINADir> \ Examples \ SystemC \ systemc_model.zip). Наш код реализует модель SystemC ядра (без периферии) PIC микроконтроллера PIC16LF1906 PIC.

Теперь создадим новую модель микроконтроллера (PIC16LF1907 40 PIN PDIP). Эта новая модель PIC имеет два новых порта (PORTD, PORTE).

Сначала измените файл интерфейса VHDL. Измените имя entity на PIC16LF1907 и добавьте порты RD0-7, RE0-3. Вы можете найти измененный файл в <sc_model> \ systemc_model \ Examples \ pic16lf1907 \ systemc_model.vhd.

Затем добавьте обработку порта в модель SystemC. Добавьте новые порты и конфиденциальные инструкции в monitor.h. Добавьте новый верхний уровень сигналов в top.h. Добавьте новые определения PORTD, PORTE в pic.h, добавьте объявления новых выводов, добавьте новую чувствительность в MON. В PicSimulator.h добавьте новые определения TRISD, TRISE. В PicSimulator :: SetDevice измените вызов SetPinLayout для отражения новых пинов. В pic :: OnChangePinData добавьте кейсы PORTC-PORTE, добавьте назначение контактов RD0-7, RE0-3, в pic::IsTRISAddress добавить новые кейсы TRISD, TRISE.

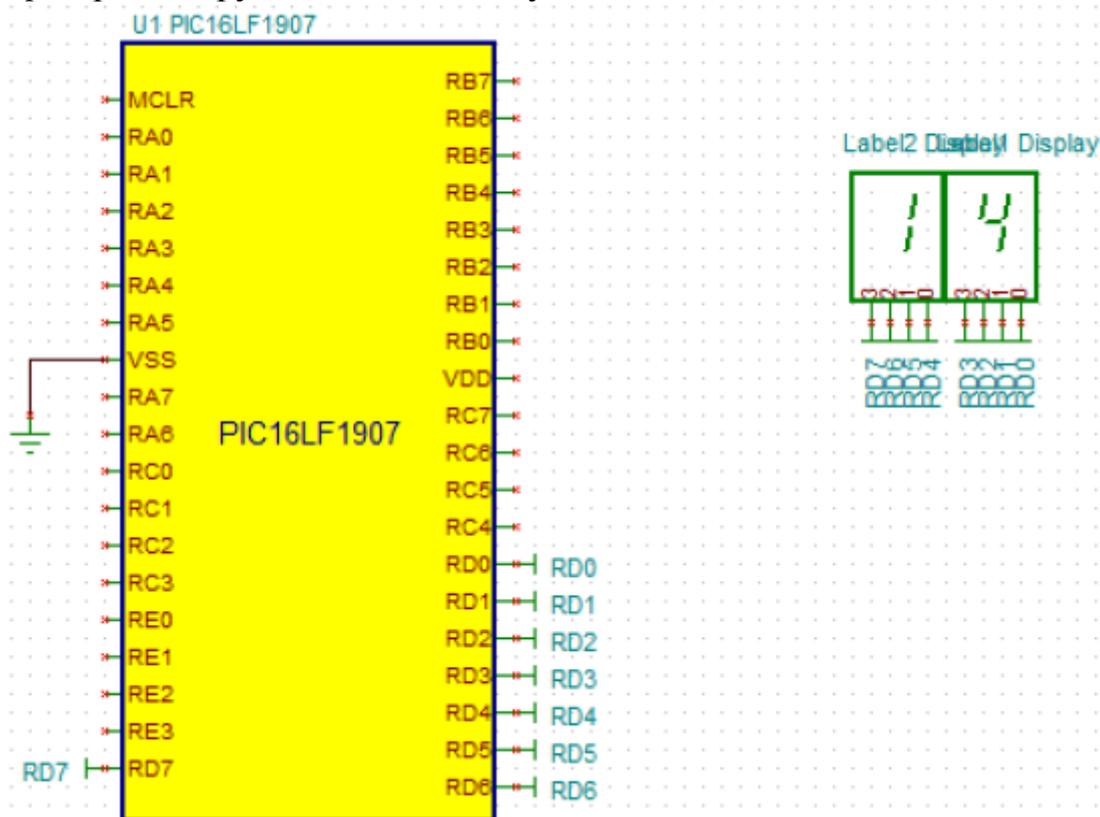
Изменения вы найдете в

<sc_model>\systemc_model\Examples\pic16lf1907..

Теперь давайте протестируем новую модель микроконтроллера.

Скомпилируйте модель с помощью Visual Studio. Скопируйте скомпилированную модель (systemc_model.dll) и файл интерфейса (systemc_model.vhd) в каталог. Создайте новый макрос, как описано ранее.

Теперь давайте протестируем работу нового порта. Файл flasher.c в <sc_model> \ systemc_model \ Examples \ pic16lf1907 модифицирован, он пишет данные в новый порт PORTD. Назначьте код C, как описано ранее. Установите небольшой временной шаг (1u) в *Analysis/Set Analysis Parameters/TR maximum time step*. Протестируйте, нажав кнопку TR.



4.6.9 Моделирование в смешанном режиме (Spice - VHDL – MCU совместное моделирование)

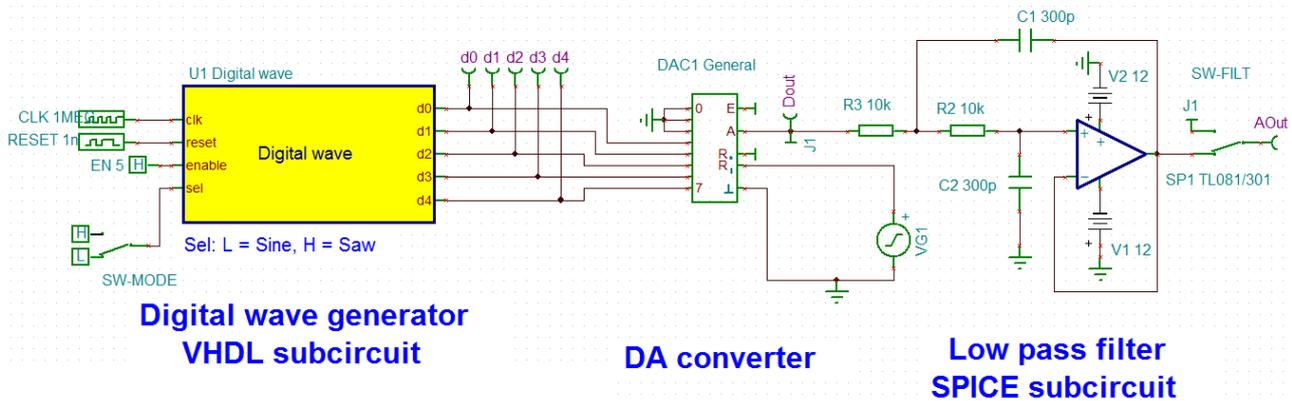
TINA версии 8 и выше включают новый мощный движок симулятора смешанного режима. Он основан на алгоритме смешанного режима XSPICE, расширенного с помощью компонентов MCU и VHDL. В своих цепях вы можете свободно смешивать любые аналоговые или цифровые компоненты TINA, включая микроконтроллеры (MCU) и макросы с содержанием Spice или VHDL.

Вы можете легко изменить эти компоненты вместе с кодом в MCU. TINA проанализирует аналоговые части в аналоговой виде, цифровые части в цифровом, и автоматически создаст интерфейсы между компонентами. Это обеспечивает синхронизацию и быструю сходимость моделирования.

Давайте рассмотрим некоторые из применений этого режима на нескольких примерах.

4.6.10. Генерация сигналов с использованием VHDL и Spice подсистемы

Следующая схема (EXAMPLES\VHDL\Mixed\Wavegenerator.TSC) генерирует аналоговый синусоидальный или пилообразный сигнал в зависимости от состояния левого переключателя SW-MODE.



Блок Digital Wave слева от схемы включает в себя VHDL код с таблицей поиска Sine_LUT для синусоиды и счетчик для пилообразного сигнала.

Выделим этот блок и в окне «Свойства» нажмем «Ввести подсхему».

Откроется редактор VHDL с полным текстом кода.

Важной частью кода VHDL является:

```

process (Reset, Clk)
begin
    if (Reset = '1') then
        Wave <= (others => '0');
        LUT_index <= 0;
    elsif rising_edge(Clk) then
        if (Enable = '0') then
            Wave <= (others => '0');
        elsif (Sel = '0') then
            Wave <= Sine_LUT(LUT_index);
        else
            Wave
                <=
conv_std_logic_vector(LUT_index,5);
        end if;

        if (LUT_index = LUT_index_max) then
            LUT_index <= 0;
        else
            LUT_index <= LUT_index + 1;
        end if;

    end if;
end process;

d0 <= Wave(0);

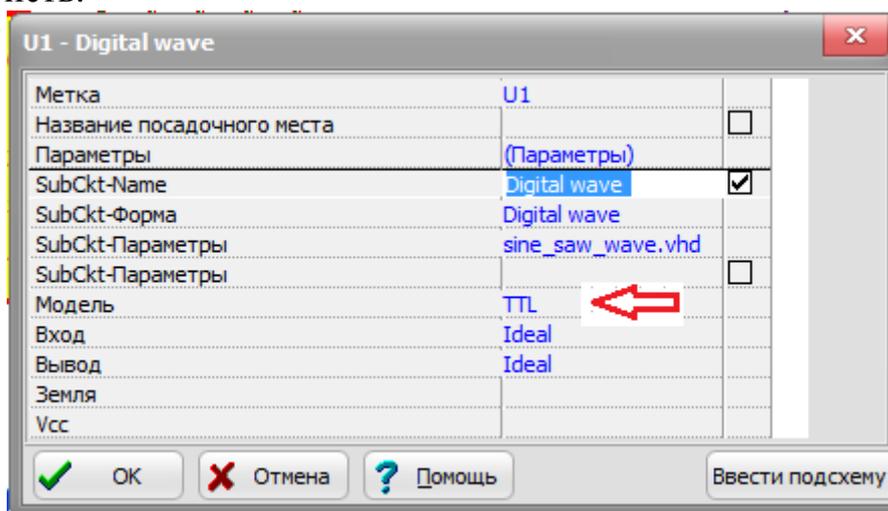
```

```

D1 <= Wave (1);
D2 <= Wave (2);
D3 <= Wave (3);
D4 <= Wave (4);

```

Вы можете увидеть все детали кода и изменить его при необходимости, дважды щелкнув поле Digital Wave и нажав кнопку Enter Macro в диалоговом окне его свойств.



Обратите внимание, что в этом диалоговом окне модель установлена на TTL, но вы можете выбрать из различных других моделей (CMOS, LS, HC, HCT и т. д.).

Цифровой выход счетчика преобразуется в аналоговый сигнал в 5-битном преобразователе DA TINA, показанном в середине цепи.

Выход синусоидальной формы ЦАП должен быть очищен с помощью фильтра низких частот. Мы будем использовать модель операционного усилителя Spice Opamp TL081 в фильтре нижних частот с конфигурацией Саллен и Кей. Нажмите кнопку ввода макроса на диалоговое окно свойств и TINA откроет макрос. Код содержит LUT – таблицу для формирования синусоидального сигнала.

```

TINA VHDL Редактор
Файл Edit
[Иконки]

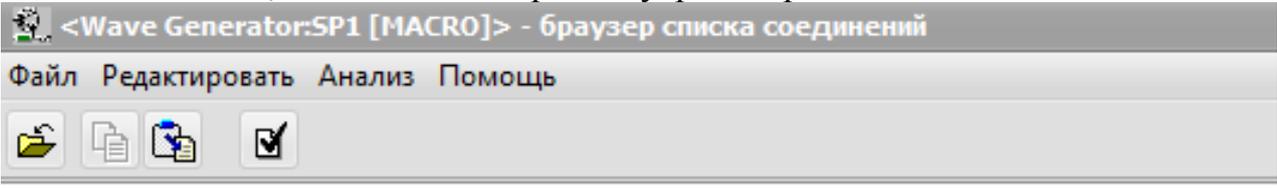
architecture sine_saw_wave_a of sine_saw_wave is

-- ROM declaration
constant LUT_index_min: integer := 0;
constant LUT_index_max: integer := 63;
type Sine_LUT_typ is array (0 to 63) of std_logic_vector(4 downto 0);
constant Sine_LUT : Sine_LUT_typ := ("10001","10010","10100","10101","10110","11000","11001","11010",
"11011","11100","11101","11110","11110","11111","11111","11111",
"11111","11111","11111","11110","11110","11101","11100","11011",
"11010","11001","11000","10110","10101","10100","10010","10001",
"01111","01110","01100","01011","01010","01000","00111","00110",
"00101","00100","00011","00010","00010","00001","00001","00001",
"00001","00001","00001","00010","00010","00011","00100","00101",
"00110","00111","01000","01010","01011","01100","01110","01111");

signal LUT_index : integer range 0 to 63;
signal count_up : std_logic := '1';
signal Wave : std_logic_vector(4 downto 0);

```

Важной частью кода является следующий. Вы можете просмотреть и, если необходимо, изменить код Spice внутри макроса.



```

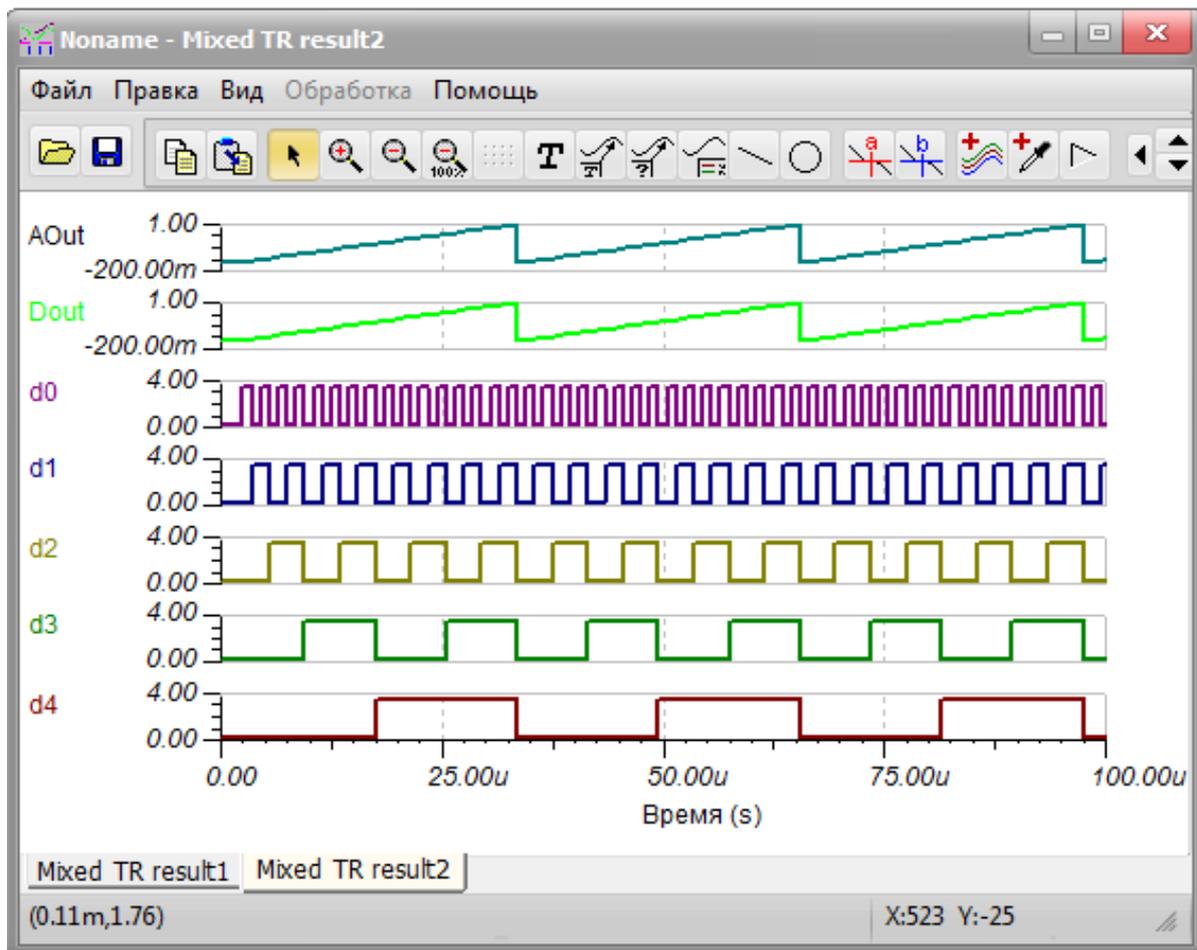
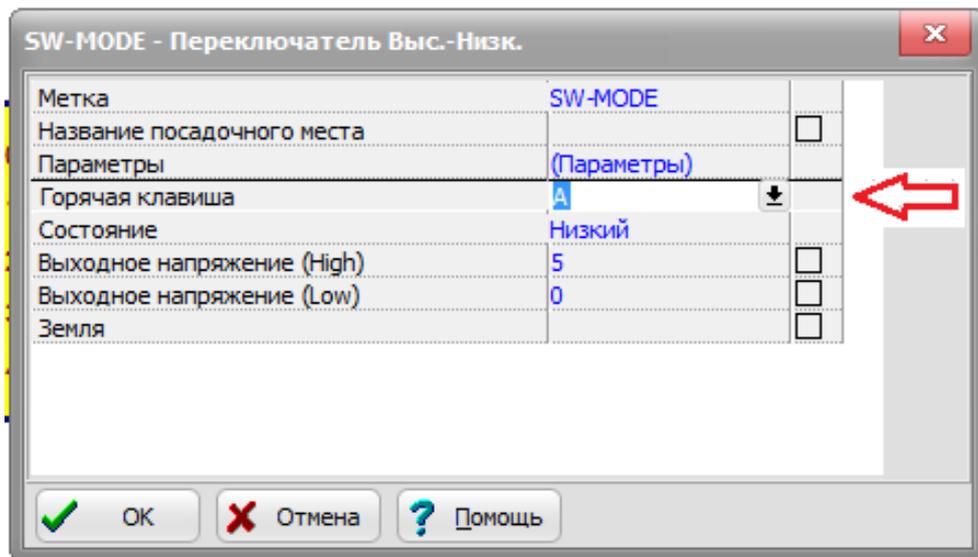
*
* TL081/301 OPERATIONAL AMPLIFIER "MACROMODEL" SUBCIRCUIT
* CREATED USING PARTS RELEASE 4.01 ON 06/16/89 AT 13:08
* (REV N/A)      SUPPLY VOLTAGE: +/-15V
* CONNECTIONS:  NON-INVERTING INPUT
*                | INVERTING INPUT
*                | | POSITIVE POWER SUPPLY
*                | | | NEGATIVE POWER SUPPLY
*                | | | | OUTPUT
*                | | | | |
.SUBCKT TL081/301      1 2 3 4 5
*
C1      11 12 3.498E-12
C2       6  7 15.00E-12
DC       5 53 DX
DE      54  5 DX
DLP     90 91 DX
DLN     92 90 DX
DP       4  3 DX
EGND   99  0 POLY(2) (3,0) (4,0) 0 .5 .5
FB      7 99 POLY(5) VB VC VE VLP VLN 0 4.715E6 -5E6 5E6 5E6 -5E6
GA      6  0 11 12 282.8E-6
GCM     0  6 10 99 8.942E-9
ISS     3 10 DC 195.0E-6

```

Пилообразный сигнал с выхода счетчика (на выводе J1) не требуется фильтровать, поэтому мы подключим его непосредственно к одному терминалу переключить SW_FILTER.

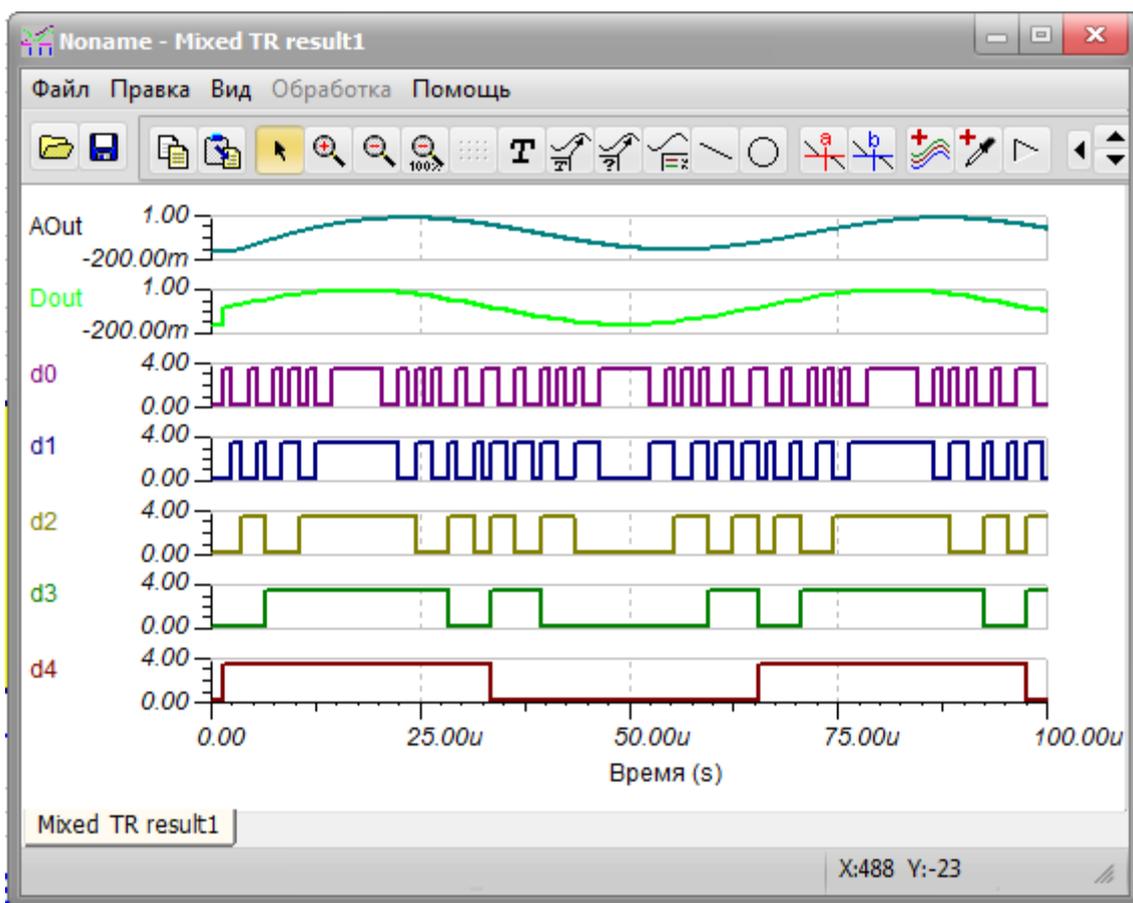
Синусоида формируется на выходе ЦАП (DAEX) и фактически требует фильтрации, поэтому мы пропустим ее через фильтр низких частот и подключим отфильтрованный аналоговый выход Aout к другому терминалу SW_FILTER. Перемычка (J1) подсоединяет DAEX к выводу на коммутатор. Хотя это не очевидно на схеме, переключатели SW_FILTER и SW_MODE синхронизируются, как будто они были переключателем DPDT. Мы заставляем их синхронизироваться путем назначения обоим переключателям управление одной горячей клавиши A. (См. диалог свойств для SW_FILTER и SW_MODE, где была назначена горячая клавиша A).

Вот окончательные формы сигналов всей цепи, включая пять выходных сигналов счетчика. SW_MODE находится в состоянии High, выбрав пилообразный сигнал. Моделирование проведено в режиме Переходные процессы.



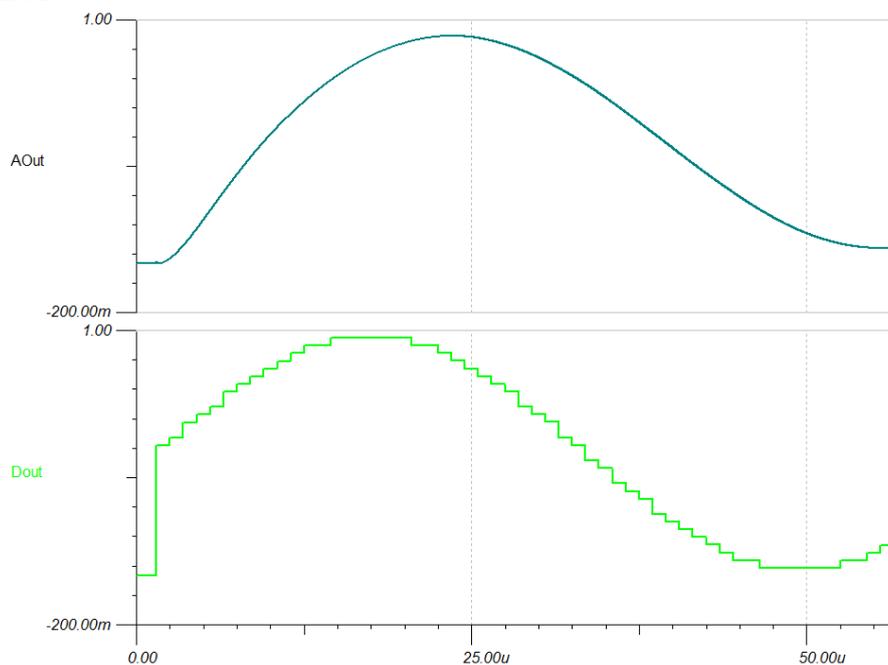
Формирование пилообразного сигнала

Если мы изменим переключатель SW-MODE на Low и запустим Transient анализ снова, получим такие формы волны :



Формирование синусоидального сигнала

Чтобы увидеть эффект аналогового фильтра, удалите кривые с d0 по d4 из диаграммы, нажав на кривые и нажав клавишу Del. Кроме того, вы можете временно удалить выходы от d0 до d4 и запустить Анализ переходных процессов снова.



Эффект от сглаживающего фильтра

Чтобы продемонстрировать гибкость VHDL-функций в TINA, мы изменим код VHDL для генерации прямоугольной волны вместо пилообразной формы. Просто установите команды с Wave (0) до Wave (3) на ноль в коде VHDL. Дважды щелкните макрос Digital Wave и нажмите кнопку Enter Macro. Найдите команду Wave \leq conv_std_logic_vector(LUT_index,5) \leq и вставьте следующие операторы:

```
Wave (0) <= '0' ;
```

```
Wave (1) <= '0' ;
```

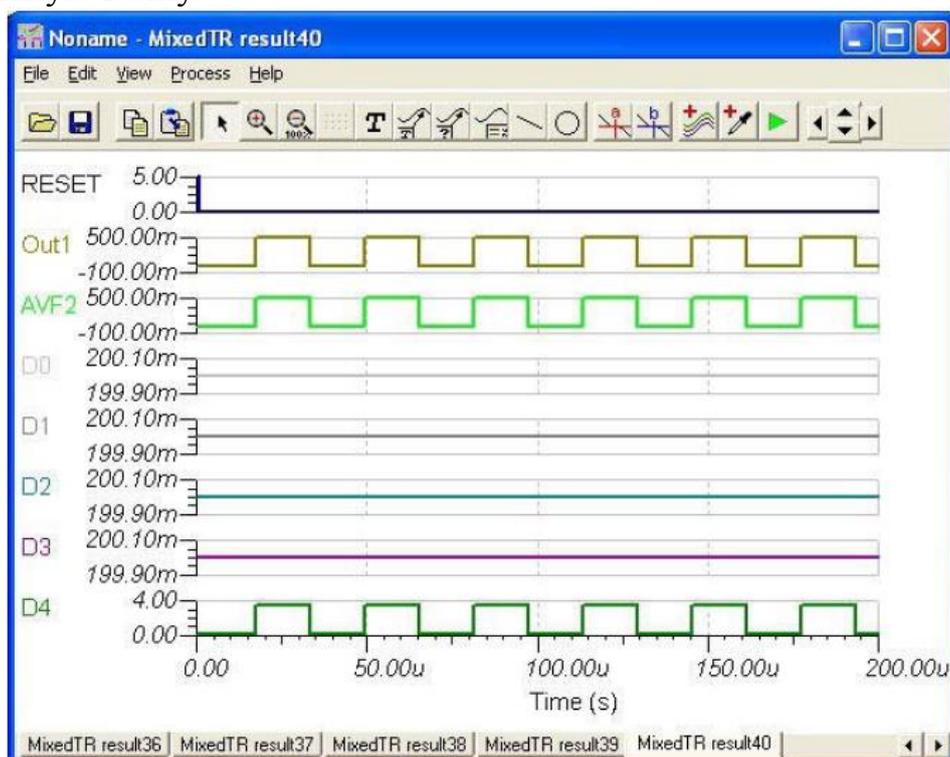
```
Wave (2) <= '0' ;
```

```
Wave (3) <= '0' ;
```

Вы можете обновить макрос, просто закрыв редактор (щелкните значок x в правом верхнем углу окна). Появится следующее сообщение:



Нажмите кнопку Да, чтобы подтвердить изменения. Теперь вы можете запустить переходное или смешанное моделирование VHDL из Меню анализа, чтобы получить следующие формы сигналов. Моделирование покажет прямоугольную волну.



Формирование прямоугольной волны

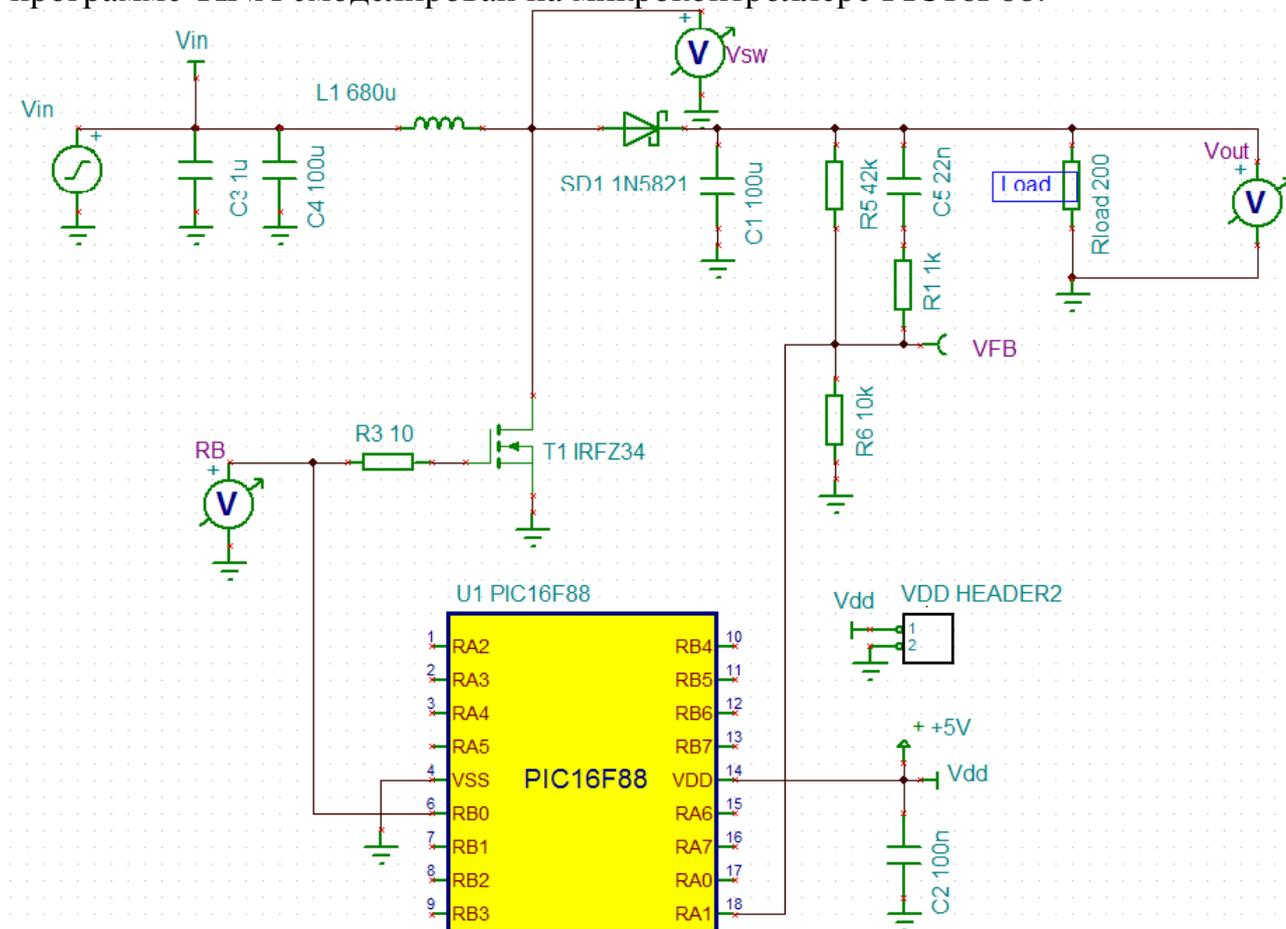
Вы можете проверить более сложную версию этой схемы в EXAMPLES\VHDL\Mixed\Wave generator dipsw.TSC. Там вы можете выбрать все три формы волны, которые мы обсуждали, используя DIP-переключатель.

Обратите внимание, что вы можете загрузить часть кода VHDL в ПЛИС и использовать аппаратную форму.

4.6.9.2 Схема SMPS, управляемая микроконтроллером

Симулятор смешанного режима TINA не только позволяет моделировать микроконтроллеры, но и любые линейные или нелинейные схемы в библиотеках TINA. В качестве примера давайте изучим следующую схему, которая реализует преобразователь постоянного тока в постоянный (преобразование 5 В постоянного тока в 13 В постоянного тока и работа в режиме повышения напряжения). Вы можно найти эту схему в TINA по адресу EXAMPLES\Microcontrollers\Pic\ Boost_converter.TSC

Импульсный источник питания SMPS (Switched Mode PowerSupply) в программе TINA смоделирован на микроконтроллере PIC16F88.



Импульсный источник питания на микроконтроллере

Микроконтроллер PIC в цепи вырабатывает выходной сигнал ШИМ на выводе RB0, который контролирует переключение транзистора FET T1. Процедура прерывания кода в PIC сравнивает напряжение обратной связи на VFB (подключен к контакту RA1 PIC), со встроенным пороговым

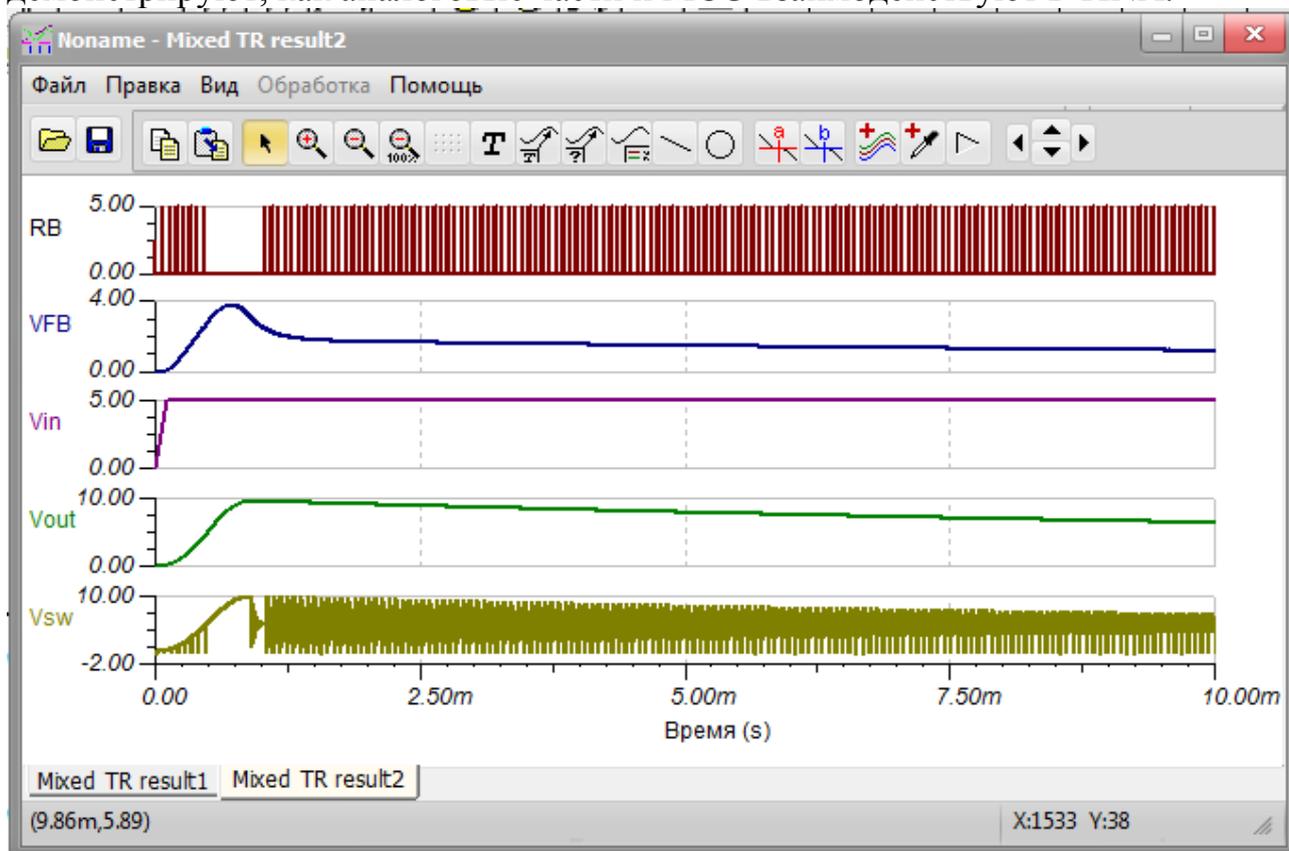
напряжением. Если напряжение ниже чем порог, определенный в коде, рабочий цикл выходного сигнала ШИМ увеличивается. Вы можете изучить код ASM в PIC, дважды щелкнув по PIC, щелкнув по строке MCU, нажав кнопки  (маленькая кнопка с тремя точками подряд), и, наконец, нажав кнопку «Редактировать ASM».

Вы можете увидеть и отладить код здесь.

Нажмите на строку «Включить код отладчика MCU» в меню «Анализ», нажмите TR, «Интерактив» в меню «Анализ», и, наконец, нажмите на Старт.

На выходе источника установится напряжение около 9 В.

Выполните анализ переходных процессов. Формы сигналов демонстрируют, как аналоговые части и MCU взаимодействуют в TINA.

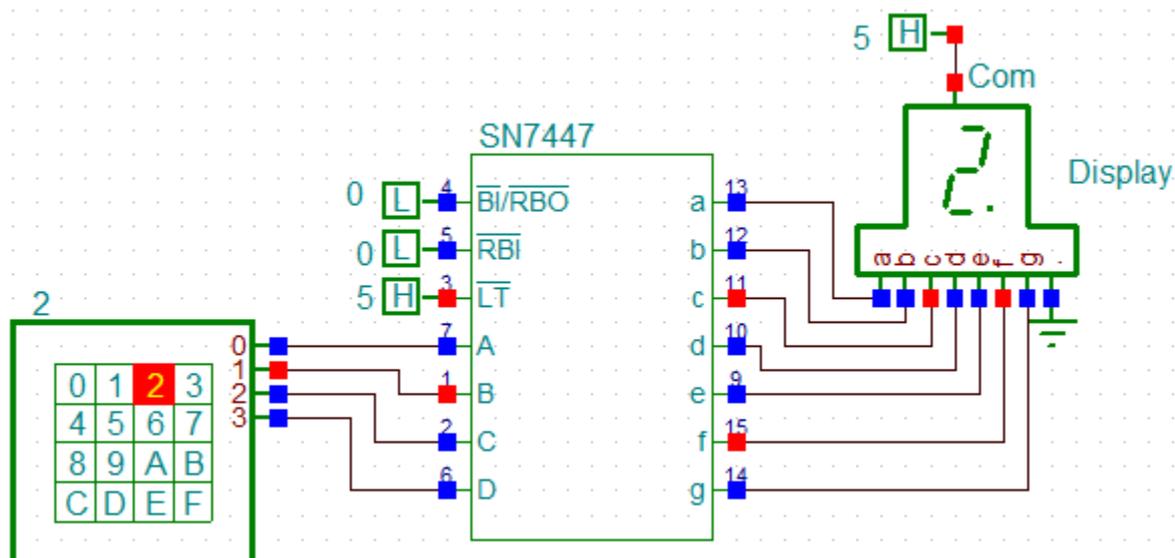


Сигналы в импульсном источнике питания

4.6.10 Тестирование вашей схемы в интерактивном режиме

Когда все в порядке, окончательное испытание вашей схемы можно попробовать в «реальной жизни», используя её интерактивные элементы управления (например, клавиатуры и переключатели) и наблюдая за его дисплеями или другими индикаторами. Вы можете провести такой тест в интерактивном режиме TINA. Вы не только можете играть с элементами управления, но вы также можете изменить значения компонента и даже добавлять или удалять компоненты, пока анализ находится в процессе. Интерактивный режим также очень полезен для образовательных и демонстрационных целей, для интерактивной настройки схем и для интерактивных схем, которые нельзя протестировать иначе, например, схемы с

переключателями, реле или микроконтроллерами. Сначала выберите требуемый интерактивный режим (DC, AC, TR, DIG или VHDL) с помощью кнопки , затем нажмите кнопку . XX может быть DC, AC, TR, VHD и т.д. в зависимости от режима, устанавливаемого кнопкой . Вы также можете выбрать необходимый интерактивный режим командами DC, AC, Transient,... VHDL интерактивного меню. Вы можете запустить интерактивное моделирование с помощью команды Пуск в интерактивном меню и остановить его, нажав команду Стоп (Команда Старт превратится в Стоп, когда запускается интерактивное моделирование). Теперь дисплеи и индикаторы в вашей схеме будут отражать все, что вы делаете с элементами управления. В дополнение к дисплеям TINA имеет специальные мультимедийные компоненты (световые лампочки, двигатель, светодиод, выключатель и т. д.), которые реагируют светом, движением и звуком. Давайте посмотрим на несколько примеров.



4.6.10.1 Цифровая схема с клавиатурой

Чтобы опробовать интерактивный режим, загрузите схему DISPKEY.TSC из папки EXAMPLES \ Multimedia. Схема показана ниже. Выбрать цифровой режим (*Digital*) с помощью кнопки , а затем нажмите кнопку DIG (кнопка станет светло-зеленой).

Примечание:

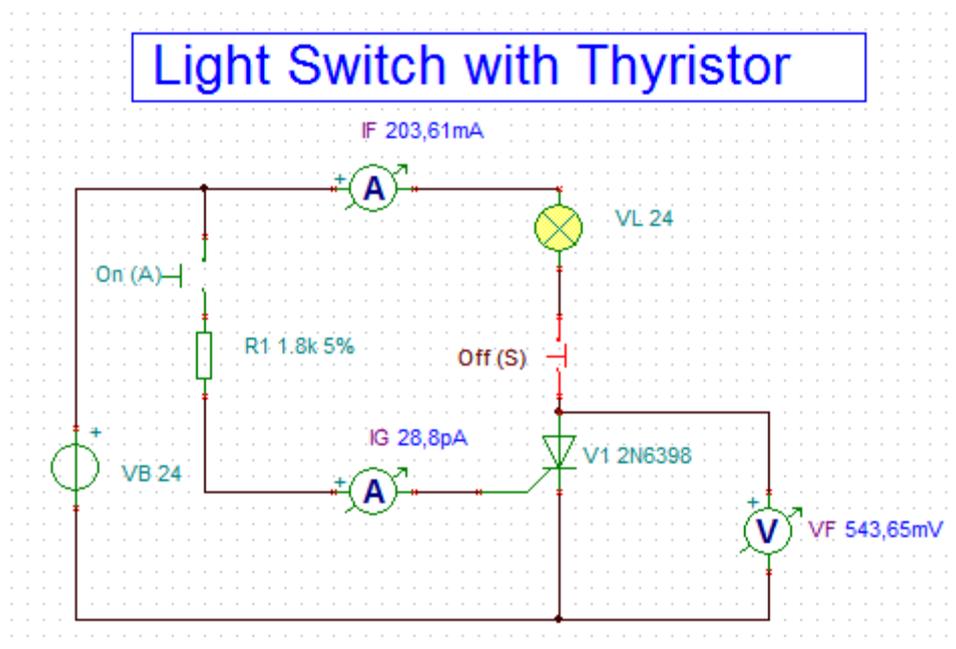
1) Вы также можете выбрать цифровой интерактивный режим с помощью команды цифровой переходной процесс Интерактивного меню. Вы можете запустить интерактивную симуляцию с помощью команды Start интерактивного меню и остановить симуляцию с помощью команды Stop.

2) TINA может сохранять последний интерактивный режим в файлах схемы, поэтому, скорее всего режим DIG уже установлен.

Теперь вы можете играть с клавиатурой и смотреть, как 7-сегментный дисплей показывает настройку клавиатуры. Если у вас есть звуковая карта ПК, вы даже услышите щелчки клавиш клавиатуры.

4.6.10.2 Выключатель света с тиристором

Откройте пример тиристорного переключателя (Thyristor switch.TSC из EXAMPLES) и нажмите кнопку . Вы увидите следующий экран:



В интерактивном меню включите кнопку Старт. Нажмите кнопку А или кнопку включения (On) (подождите, пока курсор не изменится в вертикальную стрелку), чтобы включить свет. Тиристор включится и останется включенным даже после отпускания кнопки. Так будет свет. Вы можете выключить тиристор и лампочку, нажатием кнопки (Off). В обоих состояниях цепи, вы увидите токи, показанные двумя амперметрами.

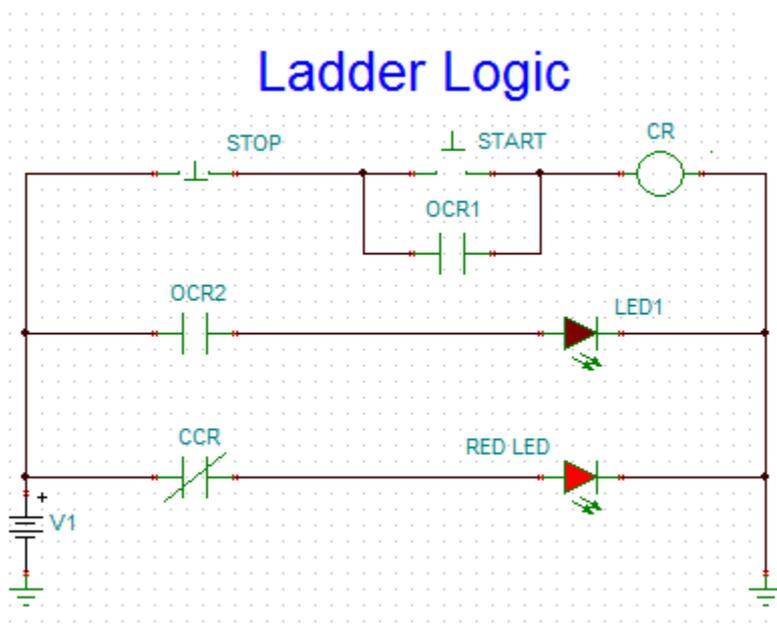
4.6.10.3 Сети релейной логики

Еще одну версию самоудерживающейся цепи, основанную на релейной логике, можно найти в файле схемы LADDERL.TSC в EXAMPLES \ Multimedia.

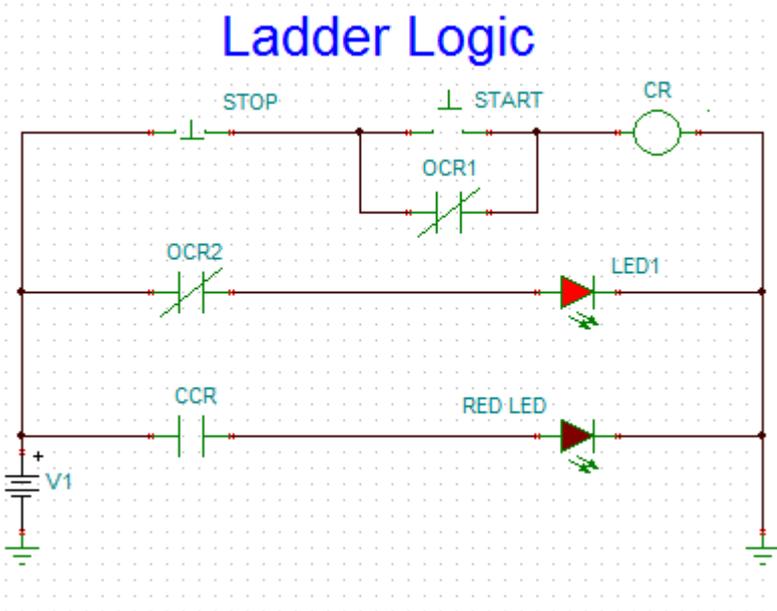
Сначала загорится красный светодиод. Если вы нажмете кнопку СТАРТ (щелкните, когда курсор изменится на вертикальную стрелку), OCR1 закроется и останется закрытым (поскольку ток, протекающий через OCR1, будет продолжать намагничивать обмотку реле CR). Теперь загорится зеленый светодиод, OCR2 откроется, и красный светодиод погаснет. Если вы сейчас нажмете на кнопку СТОП, вы разорвете цепь самоудержания и реле CR отпустит, красный светодиод загорится снова, а зеленый светодиод будет выключен.

Вы можете упростить управление переключателями, если «назначите» им «Горячие клавиши» на клавиатуре (клавиатуре вашего ПК). Дважды щелкните

по переключателю, когда курсор превратился в символ руки. Чтобы назначить горячую клавишу, выберите букву или цифру в списке в поле горячих клавиш диалогового окна свойств переключателя.



Релейная логика: исходное состояние или после нажатия кнопки СТОП.



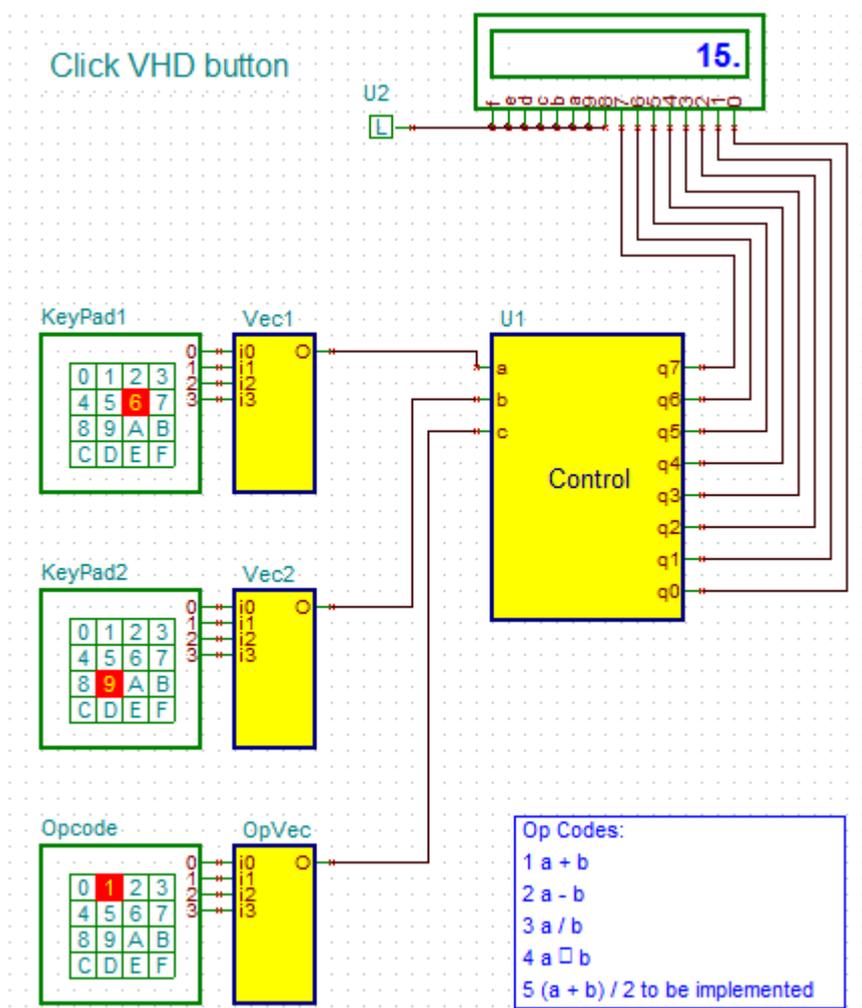
Состояние после нажатия кнопки СТАРТ

4.6.10.4 Цепи HDL

Отличной особенностью TINA является то, что вы можете не только тестировать, но и изменять схемы HDL на лету, включая сам код HDL.

Посмотрим это с примером Calculator_ex_8.TSC в TINA в папке Examples\VHDL\Interactive folder.

Это специальная схема калькулятора, управляемая клавиатурой Opcode.



Для кодов операций 1, 2, 3 и 4 он реализует четыре основных функции калькулятора, выполняя основные арифметические операции: сложение +, вычитание -, деление / и умножение *. Дополнительные операции можно добавить, изменив код VHDL внутри блока управления. Сначала нажмите



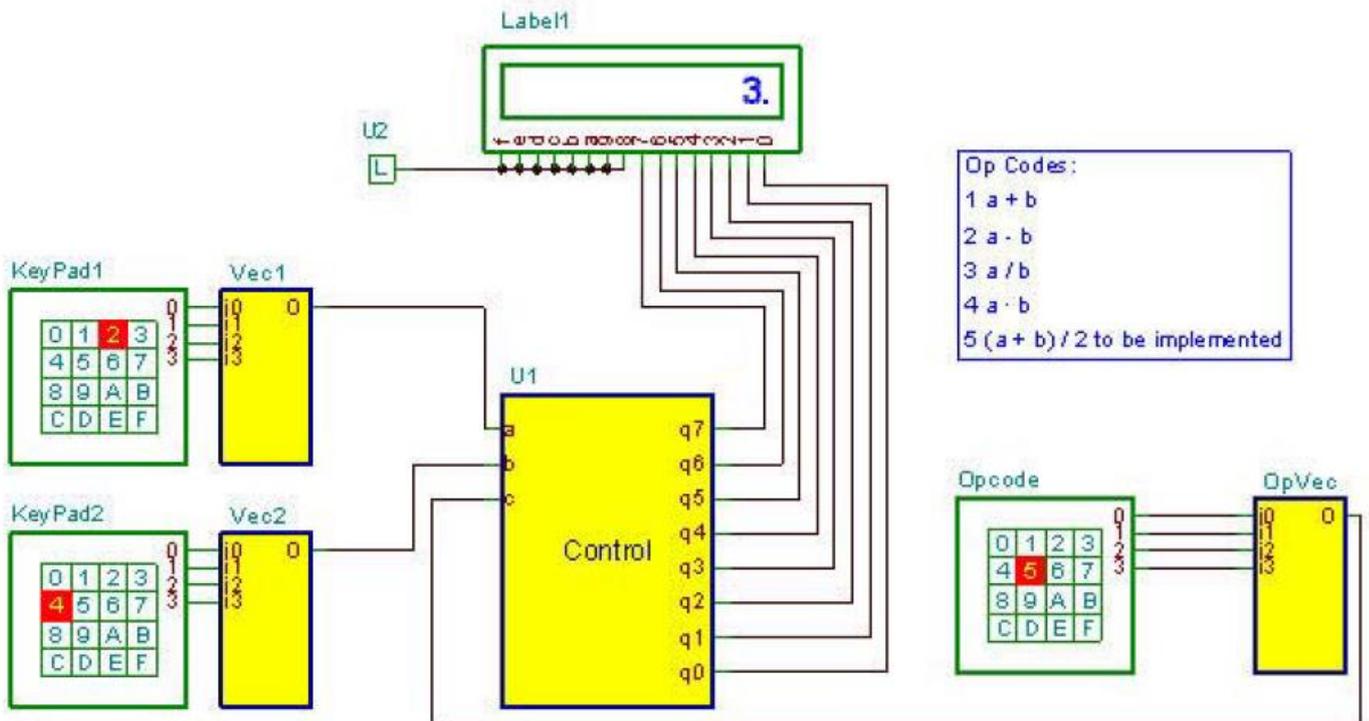
кнопку ; так как код операции равен 1, на ЖК-дисплее вы должны увидеть $4 + 2 = 6$. Испытайте другие коды операций с другими настройками на KeyPad1 и KeyPad2.

Теперь давайте реализуем операцию, которая будет назначена коду операции 5. Дважды щелкните поле управления и нажмите Enter Macro. Появится код VHDL компонента.

4.6.10.5 Схемы микроконтроллеров (MCU)

Для проверки цепей с программируемыми устройствами требуются специальная разработка программного обеспечения, обеспечивающего

высокую степень интерактивности. Это приводит к отладке программного обеспечения, которое может проверить код, пошагово работающий в устройстве.



Вы можете видеть, изменять и отлаживать программу, запущенную в любом из поддерживаемых процессоров, и, конечно же, вы можете сделать и запустить свой собственный код

Существует 4 способа предоставления программы для микроконтроллеров в TINA.

Вы можете:

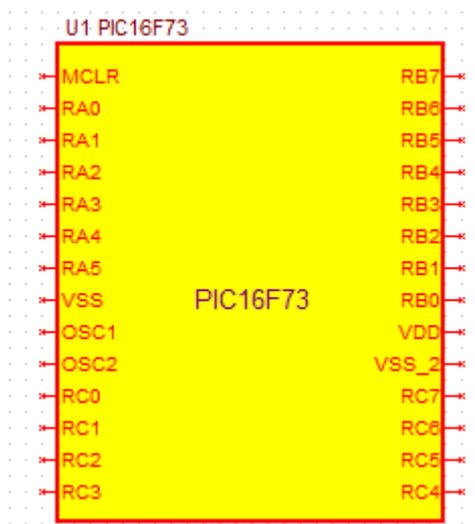
1) использовать двоичный код и файл отладки, выполненные любым стандартным компилятором (например, MPLAB для PIC),

2) загрузить свой код сборки для запуска и отладки непосредственно в TINA, используя встроенный ассемблер-отладчик,

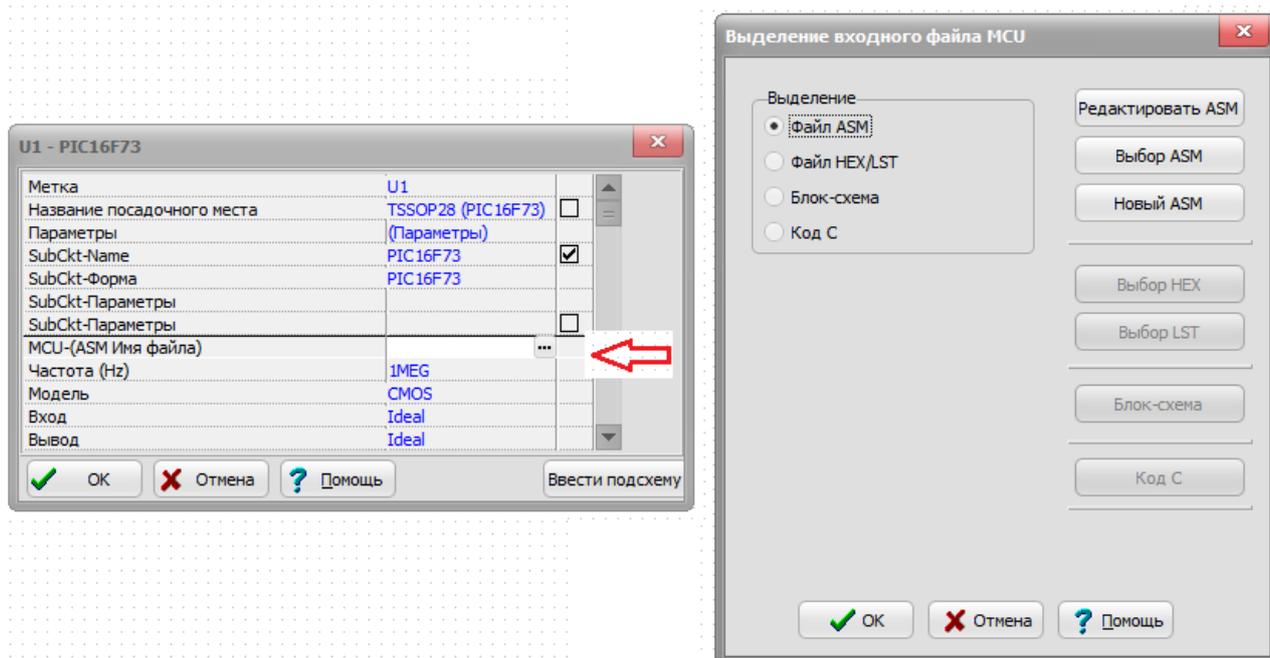
3) написать свой код MCU на C, установить компилятор C, генерирующий код для MCU, который вы хотите смоделировать, (TINA автоматически будет интегрировать его в отладчик кода C),

4) или, наконец, используйте встроенный редактор потоковых диаграмм в TINA для генерации и отладки кода MCU.

Загрузим схему микроконтроллера PIC16F73:



Чтобы загрузить код в MCU, дважды щелкните на символ схемы. Появится окно диалога:



Щелкните последнюю строку имени файла MCU и нажмите , чтобы продолжить.

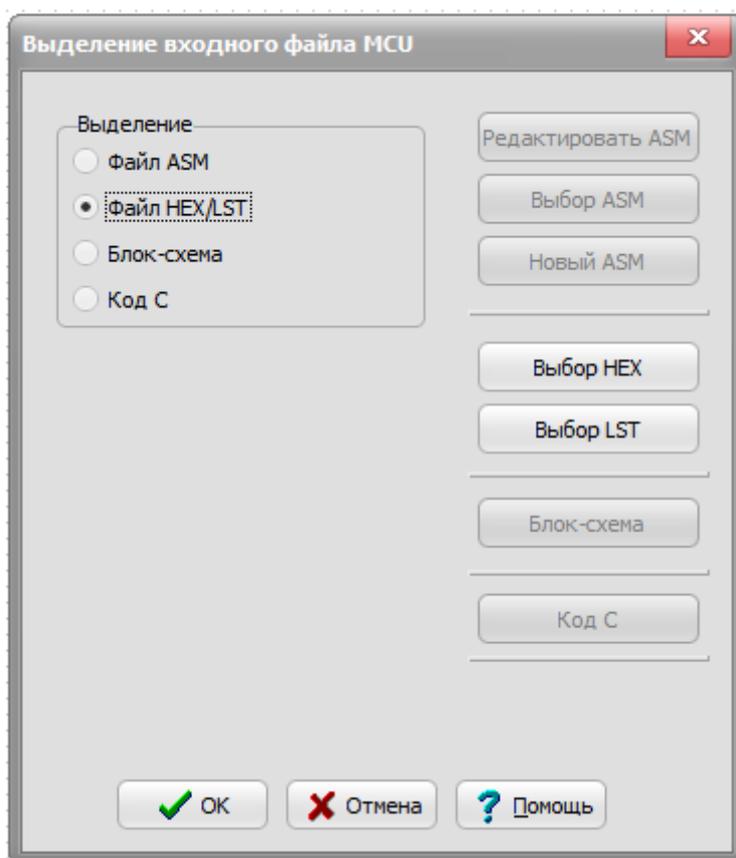
Появится следующий диалог «Выделение входного файла MCU».

Здесь вы можете увидеть и отредактировать код ASM в MCU, выбрать другой файл кода ASM или создайте новый ASM прямо в редакторе, который будет появляться при нажатии кнопки New ASM.

Если, однако, вы переключитесь на параметр Использовать файл HEX / Lst, вы можете выбрать двоичный (HEX) файл, который вы хотите запустить, и файл LST, который будет использоваться для отладки, как показано в диалоговом окне ниже.

Примечание:

Файлы HEX и LST должны быть сгенерированы соответствующим компилятором (обычно предоставляется бесплатно производителем MCU). Однако у TINA есть встроенный компилятор для всех поддерживаемых MCU, поэтому вы можете напрямую использовать свой исходный код ASM.



4.6.10.6 Использование отладчика ASM

Теперь давайте запустим приложение микроконтроллера и посмотрим, как тестировать и изменить его код. Загрузите схему PIC Flasher.TSC из папки *Examples\Microcontrollers\PIC*. Появится следующая схема с микроконтроллером PIC 16F73.

Эта схема просто считает и каждый раз увеличивает счетчик на единицу.



Нажмите кнопку , чтобы увидеть, как это работает. В окне редактора программ нажмите Start. Дисплей должен изменяться вперед шаг за шагом.



Теперь отпустим кнопку  и изменим код на 2.

Дважды щелкните MCU и нажмите кнопку  в диалоговом окне ниже.

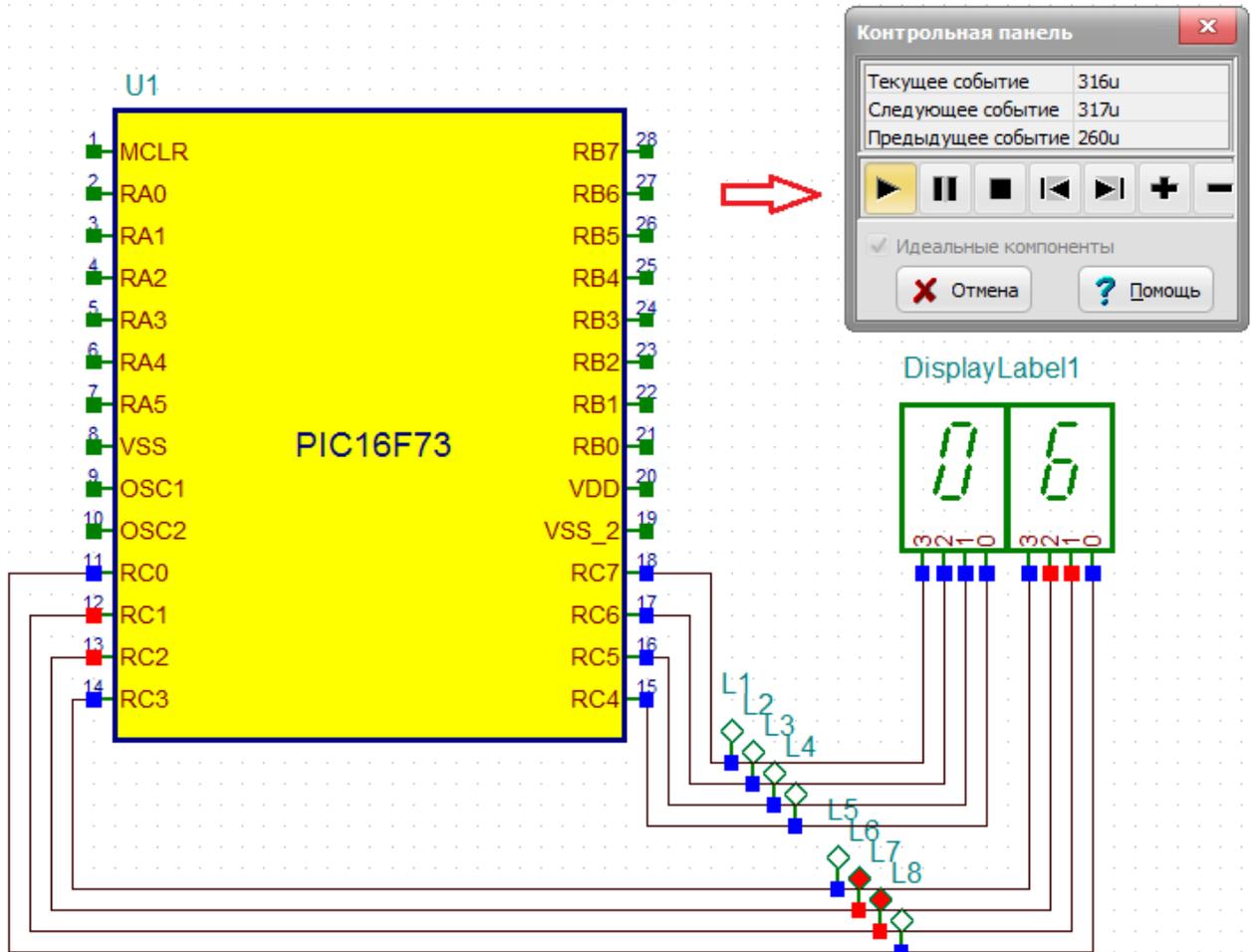
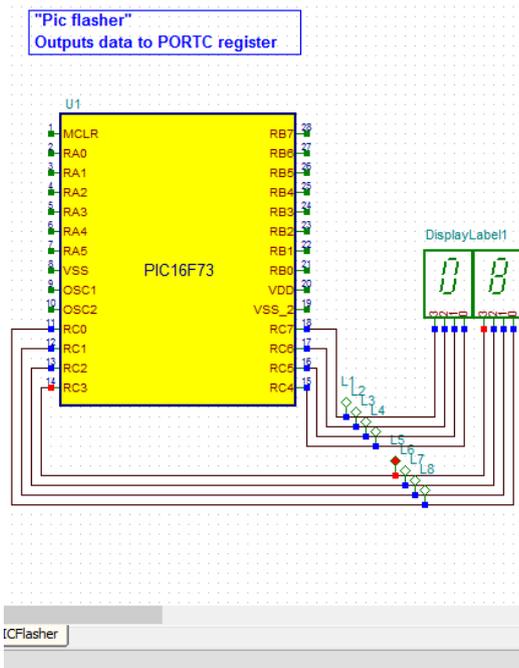


Схема PICFlasher



TINA Flowchart Editor

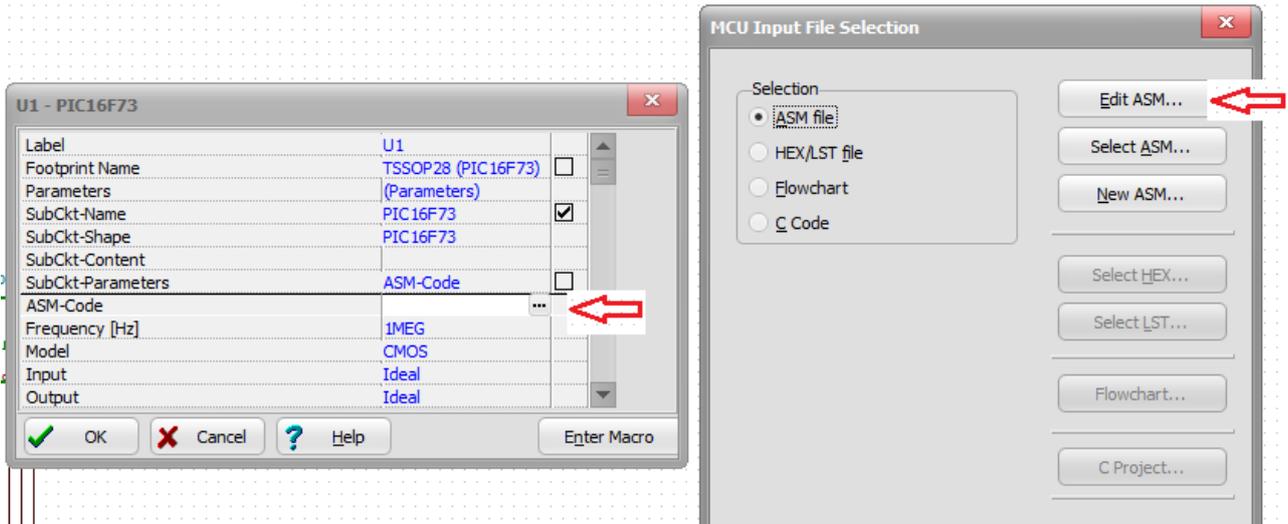
Code

```

clr    tris_port      ;set port to o/p
movlw  080H
movwf  OPTION_REG
bcf    STATUS, 5     ;bank 0
Loop
movf   port, 0
addlw  01H
movwf  port
movlw  001H
movwf  TEMP1
movwf  TEMP2
delay
decfsz TEMP1, F
goto  delay
movlw  001H
movwf  TEMP1
decfsz TEMP2, F
goto  delay
goto  Loop
    
```

Registers	Value	Memory	Value
PCL	0A	0020	01
W	01	0021	00
PORTA	3F	0022	00
PORTB	FF	0023	00
PORTC	08	0024	00

Окно редактора программы



Выбор изменения ASM

Нажмите кнопку Edit ASM. Появится код ASM MCU в редакторе исходного кода MCU.

```

processor 16F73      ;Set the processor
radix hex          ;Set the radix
#include <p16f73.inc> ;Include header file

title "flash" ; Program title  June 2002

TEMP1      equ    20H
TEMP2      equ    21H

port      equ    PORTC
tris_port equ    TRISC

;

org 00H
main_start
    clrf    port
    bsf    STATUS, 5      ;bank 1
    clrf    tris_port    ;set port to o/p
    movlw  080H
    movwf  OPTION_REG
    bcf    STATUS, 5      ;bank 0
Loop
    movf   port, 0
    addlw  01H
    movwf  port

    movlw  001H
    movwf  TEMP1
    movwf  TEMP2

delay
    decfsz TEMP1, F
    goto   delay
    movlw  001H
    movwf  TEMP1
    decfsz TEMP2, F

```

Изменение кода

Теперь сделаем следующее изменение в коде. Изменим инструкцию (выбрана выше) в строке 25 (вы можете увидеть номер строки в правом нижнем углу окна редактора кода) из

```
addlw 01H
```

в

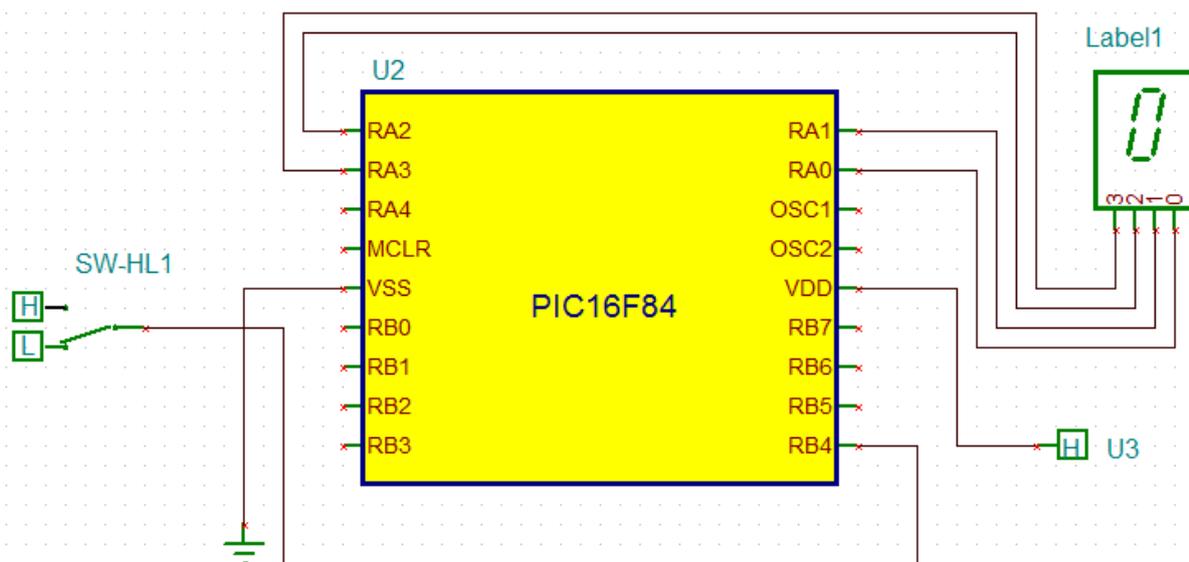
```
addlw 02H
```

Сохраните измененный код, нажав на значок, и закройте открытые окна MCU. Если вы нажмете кнопку, теперь приращение будет быть 2!

Обратите внимание, что измененный код будет автоматически сохранен в TINA.TSC файл.

4.6.10.7 Пример обработки прерывания PIC

Теперь давайте посмотрим на другое приложение с большей интерактивностью. Загрузим пример PIC16F84_interrupt_rb4_rb7.TSC из папки Examples\ Microcontrollers \ PIC.



Работа микроконтроллера с прерываниями



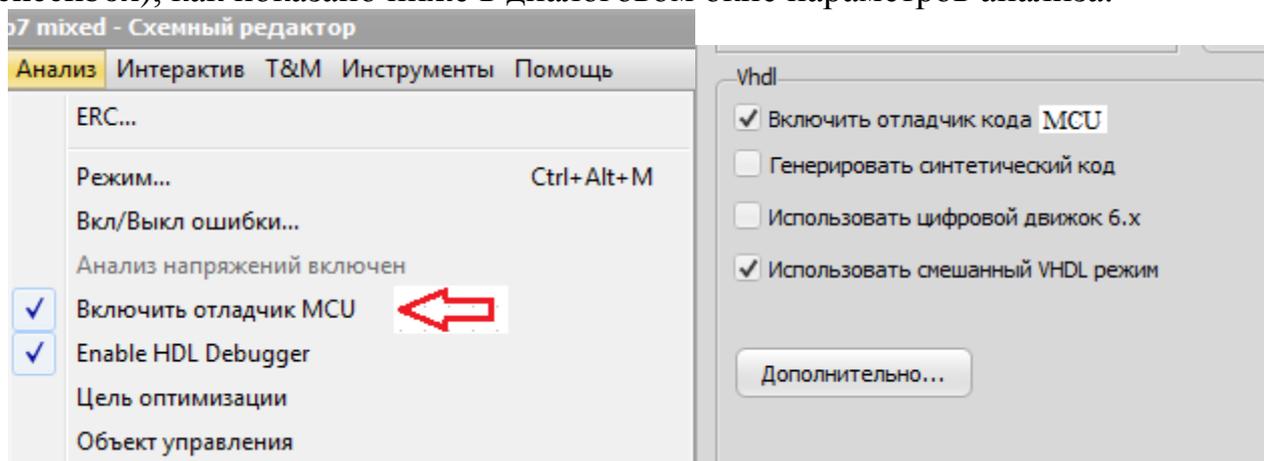
Нажми на кнопку . На первый взгляд кажется, что ничего происходит.

Однако, если вы нажмете на переключатель SW-HL1, на дисплее будет появляться 1 (4,95 В) каждый раз, когда переключатель меняется с низкого на высокий уровень.

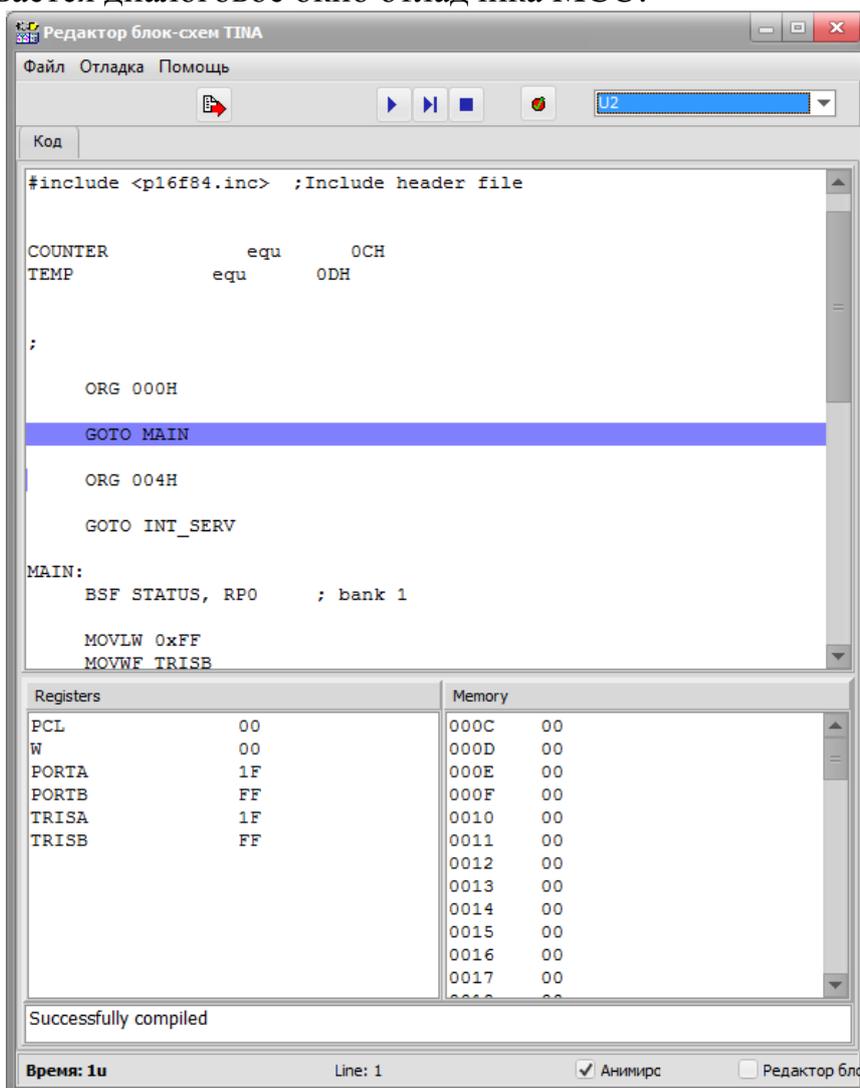
Это реализуется с помощью функции обработки прерываний PIC16F84.

Теперь давайте посмотрим на операцию более подробно с помощью интерактивного ASM отладчика.

Чтобы активировать отладчик, выберите меню «Анализ» и установите флажок «Включить отладчик кода MCU» (“Enable MCU Code debugger checkbox), как показано ниже в диалоговом окне параметров анализа.



Включение отладчика MCU в меню Анализ и Опции
Устанавливаем режим Цифровой и в меню Интерактив нажимаем Старт.
Открывается диалоговое окно отладчика MCU.



Диалоговое окно отладчика MCU

Вот краткое описание диалога отладчика MCU.

В верхней строке находятся следующие значки управления:



- Переключить точку останова: вставляет или удаляет точки останова в выбранной строке. Нажмите на строку, где вы хотите разместить или удалить точку останова до нажатия на значок.



- Запустить код в отладчике непрерывно. Линии, являющиеся выполняемыми будет выделены, а код будет прокручиваться.



- Шаг вперед. Пошаговое исполнение. Каждый раз, когда вы нажимаете эту кнопку, выполняется одна команда программы.



- Стоп. Останавливает выполнение программы.

В окне «Код» (под значками управления) отображается код ASM.

Следующая актуальная команда выделена синим цветом.

Фактическое содержание регистров и ячеек памяти MCU показаны в нижней части экрана.

Давайте шаг за шагом проследим за выполнением программы, нажав кнопку Шаг вперед. Приблизительно после 14 щелчков мы приходим к метке PT1:, где программа, кажется, находится в бесконечном цикле.

```
PT1: INCF TEMP, F
```

```
GOTO PT1
```

The screenshot displays the TINA Flowchart Editor interface. On the left, a circuit diagram shows a PIC16F84 microcontroller connected to a switch (SW-HL1) and a LED (U3). The PIC pins RA0-RA4, RB0-RB4, VDD, and VSS are shown. On the right, the assembly code window is open, showing the following code:

```
BCF STATUS, RP0 ; back to bank 0
CLRF COUNTER ; zero the counter
BCF OPTION_REG, 7 ;
BCF INTCON, RBIF ; clear the appropriate flag
BSF INTCON, RBIE ; mask for external interrupts
BSF INTCON, GIE ; enable interrupts
PT1: INCF TEMP, F
GOTO PT1
INT_SERV:
INCF COUNTER, F
MOVWF COUNTER, 0
MOVWF PORTA
BCF INTCON, RBIF ; clear the appropriate flag
RETFIE ; this also set global interrupt enable
```

Below the code, the Registers and Memory windows are visible. The Registers window shows:

Register	Value
PCL	11
W	10
PORTA	10
PORTB	10
TRISA	00
TRISB	FF

The Memory window shows:

Address	Value
000C	10
000D	3B
000E	00
000F	00
0010	00
0011	00
...	...

Теперь нажмите на переключатель SW-HL1 и измените его на Высокий уровень. (Вам следует щелкнуть, когда курсор изменится на стрелку, направленную вверх).

Вернитесь к отладчику и дважды нажмите кнопку «Шаг вперед».

Программа распознает прерывание и перейдет в обслуживание прерываний:

```
INT_SERV: label.
INT_SERV:
INCF COUNTER, F
MOVF COUNTER, 0
MOVWF PORTA
```

Программа увеличит СЧЕТЧИК и скопирует его в ПОРТ А. На выходе теперь будет 1. После этого программа вернется в «бесконечный цикл» на метке PT1.

Переключение SW-HL1 на низкий уровень снова вызовет прерывание и изменение значения на выходе.

4.6.10.8 Редактирование кода ASM в отладчике

Теперь давайте посмотрим, как сделать небольшое изменение в программе, используя отладчик. Дублируйте оператор INCF COUNTER, F, используя Сору и вставьте вот так:

```
INT_SERV:
INCF COUNTER, F
INCF COUNTER, F
MOVF COUNTER, 0
MOVWF PORTA
```

Теперь, если вы нажмёте , программа спросит:

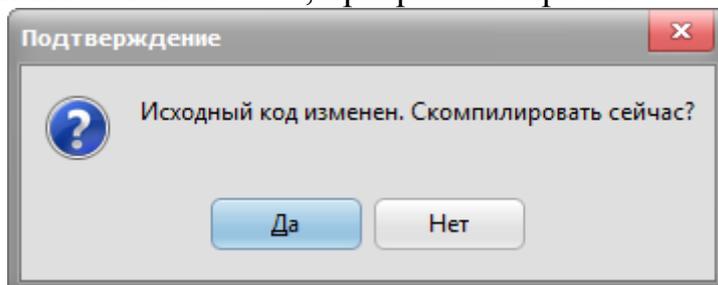


Рис. 1.34. Запрос на компиляцию кода

Нажмите «Да», а затем нажмите кнопку  ещё раз. Теперь прирост значения на выходе будет 2 при каждой смене переключателя.

Вы также можете проверить схему в режиме непрерывной работы отладчика, вызвав режим нажатием кнопки . Даже если отладчик будет работать быстро, вы все еще можете увидеть «бесконечный цикл» и прыжок к серверной процедуре прерывания (INT_SERV:) при смене коммутатора.

4.6.10.9 Создание точки останова в ASM

Часто по существу невозможно добраться до определенного места в программе, так как вам придется сделать один шаг тысячу раз (чтобы найти, когда программа приходит туда впервые). Чтобы заставить программу запустить конкретный оператор и остановиться там, вы можете пометить

оператор так называемой точкой останова. Теперь запустите программу в отладчике в непрерывном режиме с помощью команды  «Выполнить», и программа остановится на отмеченном месте перед выполнением отмеченной команды.

Чтобы продемонстрировать это, выделите инструкцию увеличения в нашем примере после метки INT_SERV: (подпрограмма обработки прерываний) и нажмите кнопку  останова.

Теперь нажмите кнопку Run. Программа начинает работать и попадает в «бесконечный цикл».

Даже если вы установили точку останова, код не остановится, так как он не проходит точку останова. Тем не менее, когда вы меняете переключатель от низкого до высокого уровня, программа остановится на команде

```
INT_SERV:
INCF COUNTER, F
```

Теперь вы можете возобновить выполнение либо шаг за шагом , либо снова с командой  Run.

4.6.10.10 Программирование микроконтроллеров с использованием C

Писать ассемблерный код непросто и программисты настольных компьютеров обратились к языкам программирования высокого уровня.

Языки высокого уровня становятся все более популярными, и, возможно, C - самый используемый и самый полезный язык для программирования MCU.

На рынке доступно много компиляторов C, многие из них бесплатны или имеют бесплатную версию. Вы должны установить компилятор C, который генерирует код для MCU в вашей модели, и тогда TINA автоматически интегрирует его в свой отладчик C-кода.

Вот компиляторы C, совместимые с TINA:

(1) Для PIC: установите компиляторы HI-TECH PIC с

<http://www.htsoft.com/>

Установите его в облегченном режиме Lite. Выберите «Add to environment path»/

(2) Для PIC18: установите компилятор MPLAB C18 с

<http://www.microchip.com>.

(3) Для AVR: установите WinAVR с <http://winavr.sourceforge.net/>

(4) Для 8051: установить SDCC и GPUTILS SDCC:

<http://sdcc.sourceforge.net/>, GPUTILS: <http://gputils.sourceforge.net/>

(5) Для ARM: установите пакеты yagarto-tools- *, yagarto-bu- * из

<http://www.yagarto.de>

Не устанавливайте набор инструментов AVR, ARM в каталог, который содержит области типа «C: / Program Files /»

Возможно, вам придется перезагрузить компьютер после установки этих инструментов.

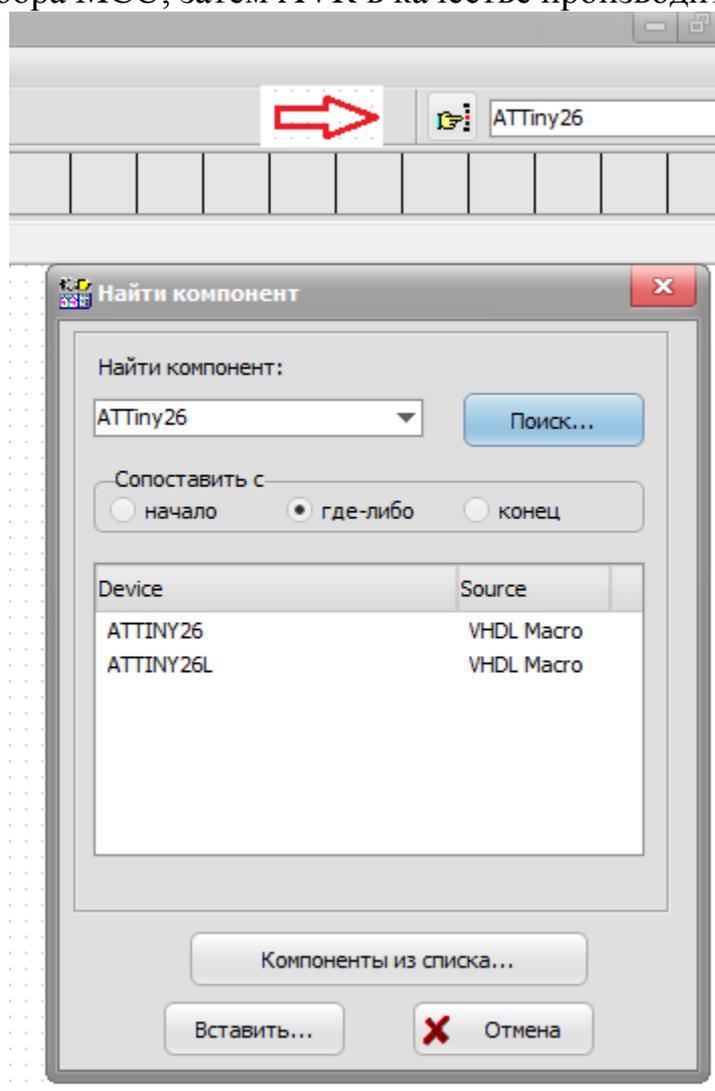
Вы также можете отлаживать С-код и выполнять пошаговые инструкции для большинства микроконтроллеров в TINA. Однако это не работает для 8051 и PIC процессоров старше PIC 18.

Теперь давайте посмотрим, как загрузить и запустить С-код в MCU в TINA.

Мы предположим, что компилятор Winavr уже установлен на вашем компьютере.

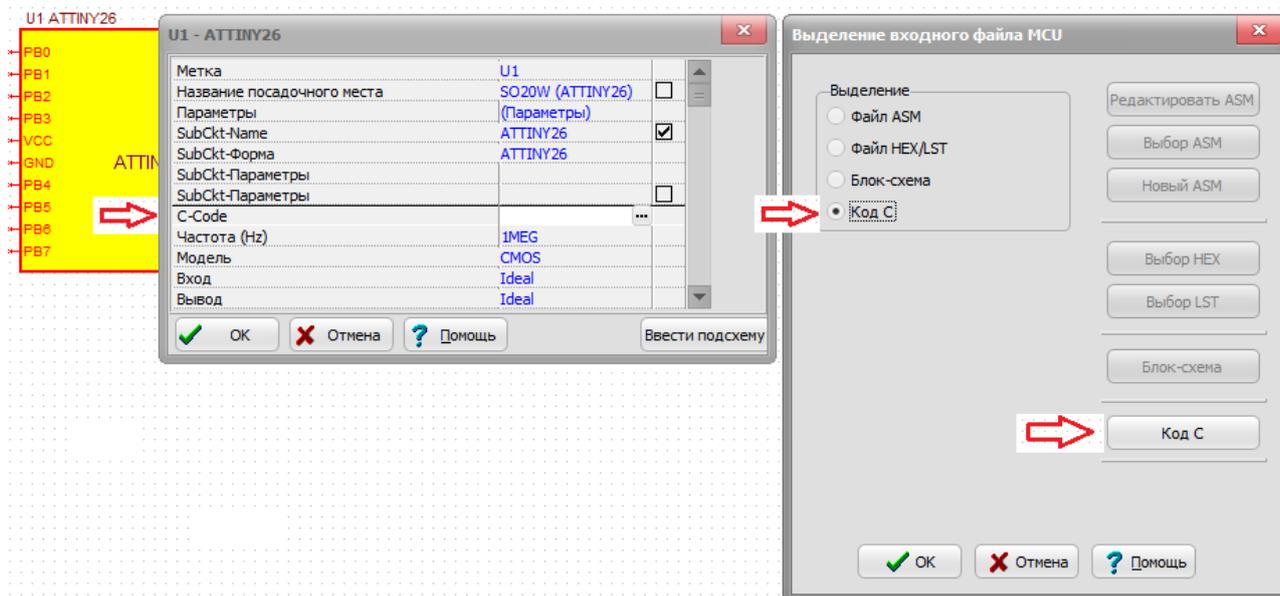
Создайте новый файл схемы в TINA с помощью File / New

Найдите и разместите ATTiny26 MCU, используя инструмент Find component в правом верхнем углу экрана. Вы также можете сделать то же самое с помощью вкладки MCU логических микросхем панели инструментов компонента и выбора MCU, затем AVR в качестве производителя.



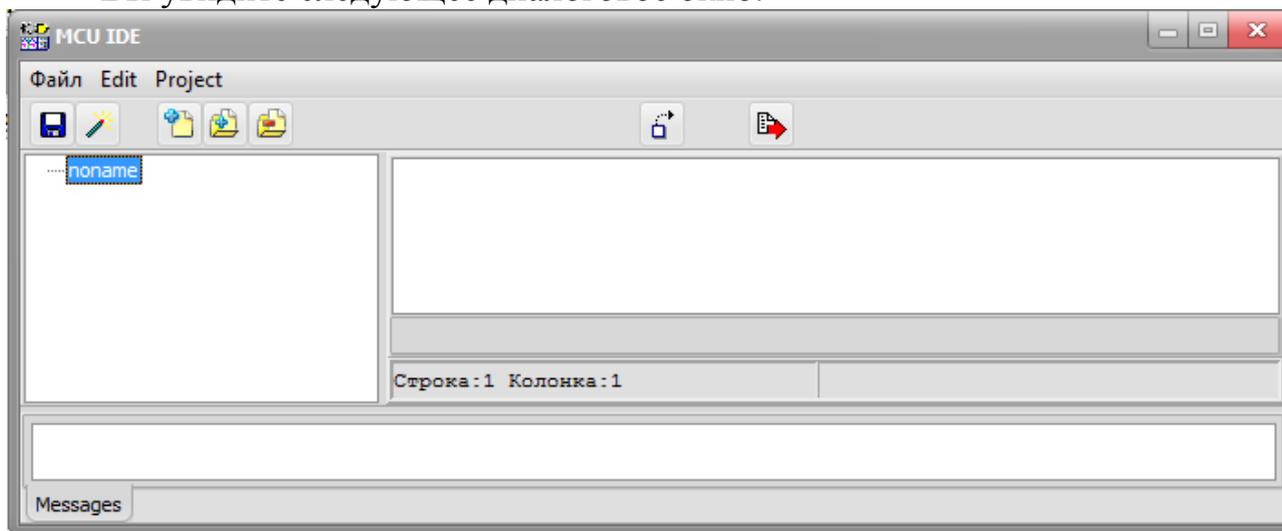
Поиск микроконтроллера

Дважды щёлкните MCU, и появляется окно свойств MCU. Нажмите кнопку , затем на строку «код C», и затем в окне «Выделение входного файла» нажмите на кнопку «Код C».



Выделение входного файла кода C.

Вы увидите следующее диалоговое окно.



Окно ввода кода C.

Щёлкните правой кнопкой мыши синюю метку noname в верхнем левом углу экрана.

Появится всплывающее диалоговое окно, нажмите «Добавить существующий файл».

Откроется диалоговое окно Открыть: перейдите к папке Examples\Microcontroller\C Compiler \AVR (или где находится ваш собственный файл) и откройте AVRflasher.C. Появится следующее диалоговое окно:

```

#include <avr/io.h> //included so we can use the text label for ports, pins etc.

int main(void) //All C programs need a function called main - when run, this is called before anything else
{
  unsigned char count;

  DDRA = 0xFF; //set all PORTA pins to output by writing 0xFF (11111111) to the DDRB register
  count = 0;

  while (1) {
    PORTA = count;
    count++;
  }
}

```

Диалоговое окно AVR с кодом С

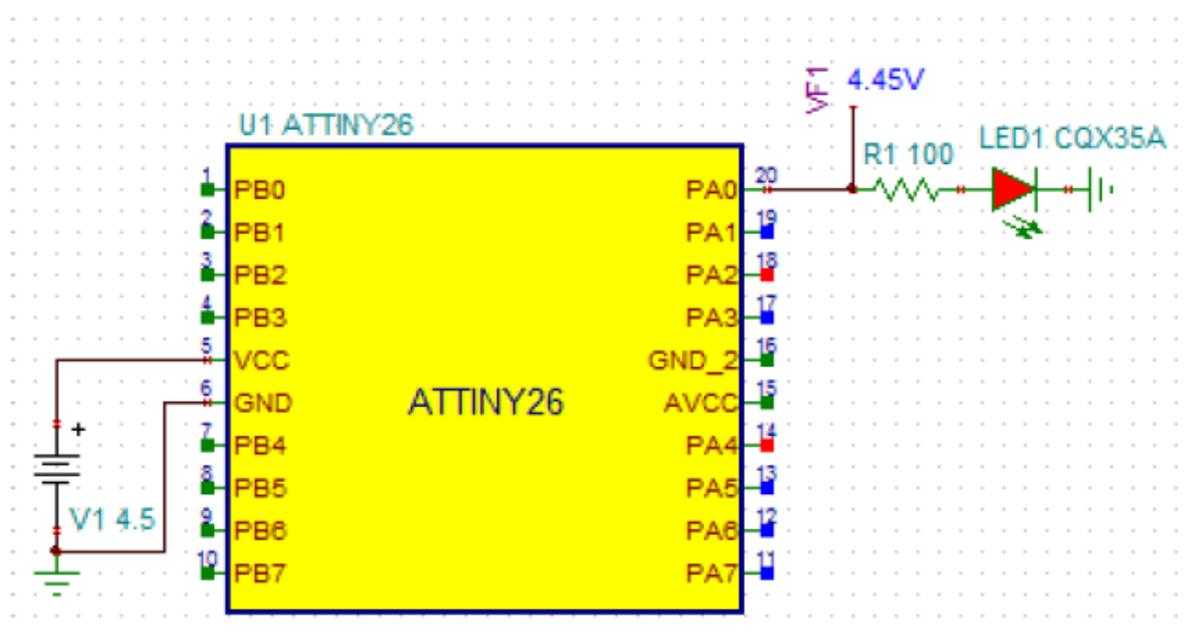
Нажмите кнопку  «Make project», а затем кнопку  « Save project » и выйди, нажав  в верхнем правом углу диалогового окна.

Нажмите ОК в диалоговом окне выбора входного файла MCU и в диалоге свойств ATTINY26.

Выберите Цифровой переходной анализ в Интерактивном меню или нажмите кнопку режима DIG.

В меню «Интерактив» нажмите «Старт». Теперь, если вы нажмете кнопку , ваш код С начнет работать. Вы можете видеть это по изменению красного и синего логических состояний на выводах MCU. Обратите внимание, что моделирование микроконтроллеров в TINA работает даже без блока питания, чтобы упростить схемы, но, конечно, вы все равно должны подключить источник питания и все необходимые контакты, когда вы разрабатываете печатную плату.

Теперь добавьте источник питания, вывод напряжения и светодиод в схему как показано на рисунке:



Мигалка на микроконтроллере

Если вы запустите симуляцию, светодиод загорится, когда логический уровень на PA0 будет высокий, и на выводе напряжения будет отображаться аналоговое напряжение. Заметьте, что это напряжение соответствует напряжению источника питания. Другие контакты заполняются логическими значениями в соответствии с правилами Mixed Mode Simulation. В этом большое различие по сравнению с внешним моделированием микроконтроллеров по сравнению с TINA. Вы также можете увидеть все напряжения и отображение вашей полной схемы во время моделирования.

Вы можете сделать это даже шаг за шагом с помощью C - отладчика TINA

4.6.10.11 Отладка кода C в MCU

Как и с ASM и HEX кодом, вы можете следить за выполнением программой кода C и даже следить за значениями необходимых переменных.

Чтобы продемонстрировать это, давайте откроем файл «check_prime.TSC» (Проверить простое число) в папке Microcontrollers\C compiler\AVR. Появится следующая схема:

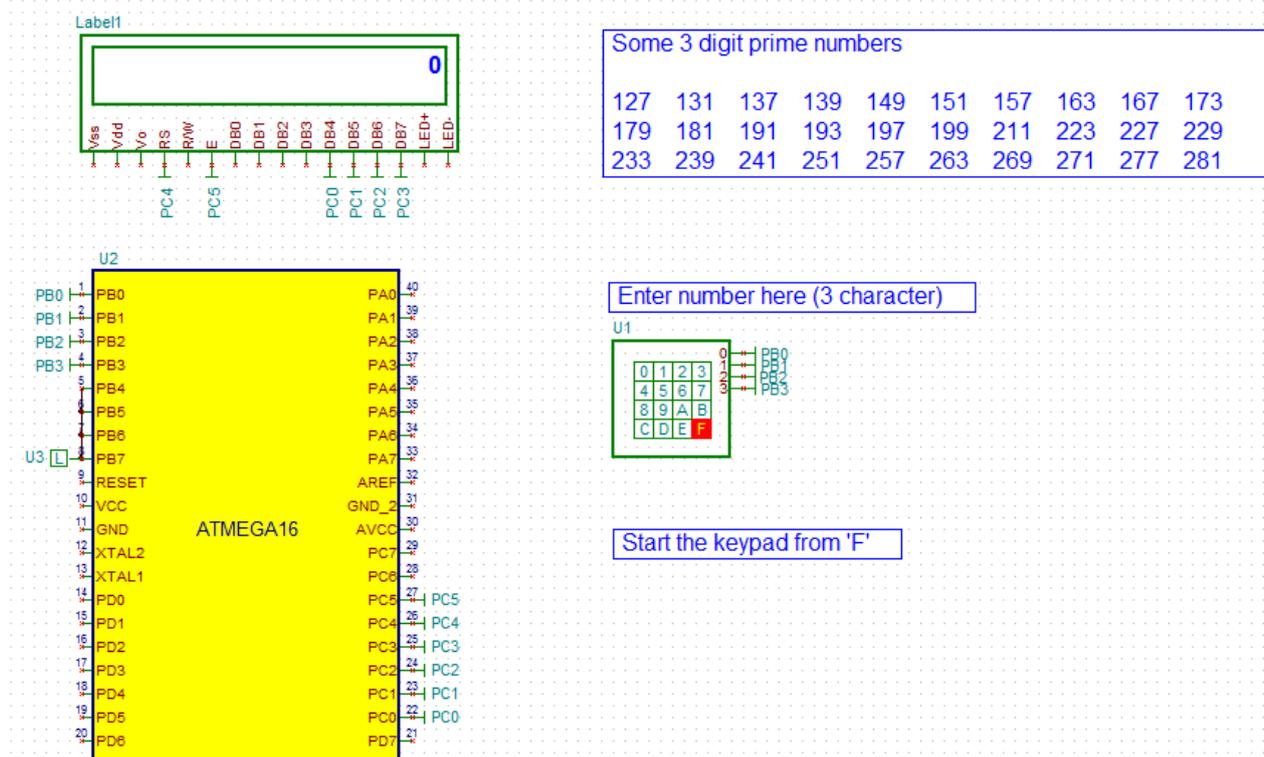


Схема проверки простых чисел

Чтобы проверить эту цепь, нажмите кнопку DIG и введите трехзначный номер (каждая цифра должна быть разной). На дисплее появится «Prime number» или «Not prime».

Теперь, чтобы отладить эту программу на C, отпустите кнопку DIG и затем нажмите «Включить отладчик кода MCU» в меню «Анализ», а затем нажмите кнопку DIG еще раз.

В меню «Интерактив» нажмите «Старт». Откроется окно отладчика кода C (MCU IDE).

```

MCU IDE
Файл Edit Run
[Icons] A N
noname
  main.c
#include <avr/io.h> //included so we can use the tex
typedef unsigned char BYTE;
#define DELAY2 10
#define DEFAULT_KEY 0x0F
char* message_prime = "Prime\tnumber";
char* message_not_prime = "Not\tprime";
char* message_number = "Enter number\t";
char prevkey;
#define PW_LENGTH 3
void my_delay(int u)
{
  int i;
  for (i=0; i<u; i++) ;
}
// LCD
main.c
Строка:16 Столбец:1

```

Окно отладчика кода C

Прокрутите код C, пока не появится следующая функция (строка 128):

```

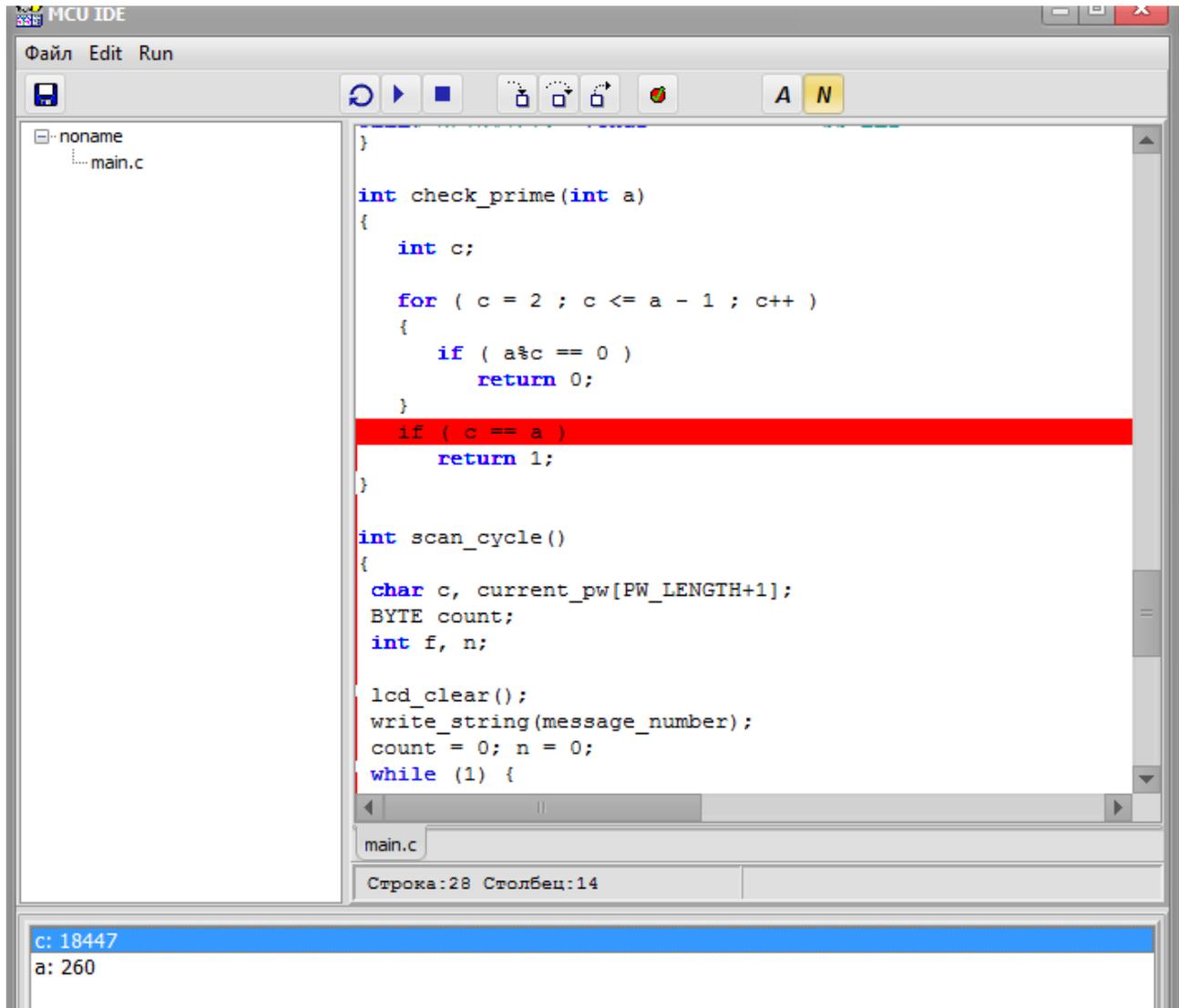
int check_prime(int a)
{
  int c,mod;
  for ( c = 2 ; c <= a - 1 ; c++ )
  {
    mod = a%c;
    if ( mod == 0 )
      return 0;
  }
  if ( c == a )
    return 1;
}

```

Щелкните правой кнопкой мыши переменную «с» и нажмите « Add Watch at cursor ». Нажмите вкладку «Watch List» в нижней части окна IDE MCU.

Переменная «с» должна быть уже в списке. Добавьте так же переменную «а».

Теперь нажмите на строку `if (c == a)` и нажмите Toggle на кнопке точки останова (Add Breakpoint) в верхней части окна MCU IDE. Линия с точкой останова станет красной.



Точка останова в отладчике

Нажмите кнопку  Start. Программа начнет работать. Вы не будете видеть изменения в окне отладчика, если только вы не нажмете кнопку «А» в верхней части экрана, которая покажет активные инструкции и будет прокручивать экран при необходимости. Однако, если Вы вводите простое трехзначное число на маленькой клавиатуре на экране (например, 239), программа остановится на линии `if (c==a)` и вы увидите а, с переменные в точке останова.

```

prevkey = key;
return key;
}

int check_prime(int a)
{
    int c;

    for ( c = 2 ; c <= a - 1 ; c++
    {
        if ( a%c == 0 )
            return 0;
    }

    if ( c == a )
        return 1;
}

int scan_cycle()
{
    char c, current_pw[PW_LENGTH+1];
    BYTE count;
    int f, n;

    lcd_clear();
    write_string(message_number);
}

```

Проверка простого числа 239

После остановки на точке останова вы можете продолжить выполнение

пошагово, нажимая кнопку Step



для каждого шага, или сделать запуск

непрерывным, нажав снова кнопку Пуск



4.6.11 Использование редактора блок-схем и отладчика в ТИНА

Написание ассемблерного кода MCU часто является сложной и утомительной задачей. Вы можете упростить разработку программного обеспечения и получить больше времени для разработки электронного оборудования, если вместо ручного кодирования вы используете в TINA Редактор блок-схем и отладчик для генерации и отладки кода MCU.

Этот простой в использовании инструмент работает с символами и потоками управления инструкциями, с которыми вы можете представить алгоритм своей программы. Редактор блок-схем открывается через устройство MCU, как описано ниже. Вы можете найти подробные описания условных обозначений и их параметров в меню «Справка» редактора потоковой диаграммы.

4.6.11.1. Редактор блок-схем

В следующем примере мы создадим блок-схему для управления MCU, встроенного в простую схему. Блок-схема добавляет два числа, которые считываются с двух портов микроконтроллера PIC16F73. (Вы можете найти полную схему в EXAMPLES\Microcontrollers\PIC\PIC Adder.TSC в TINA).

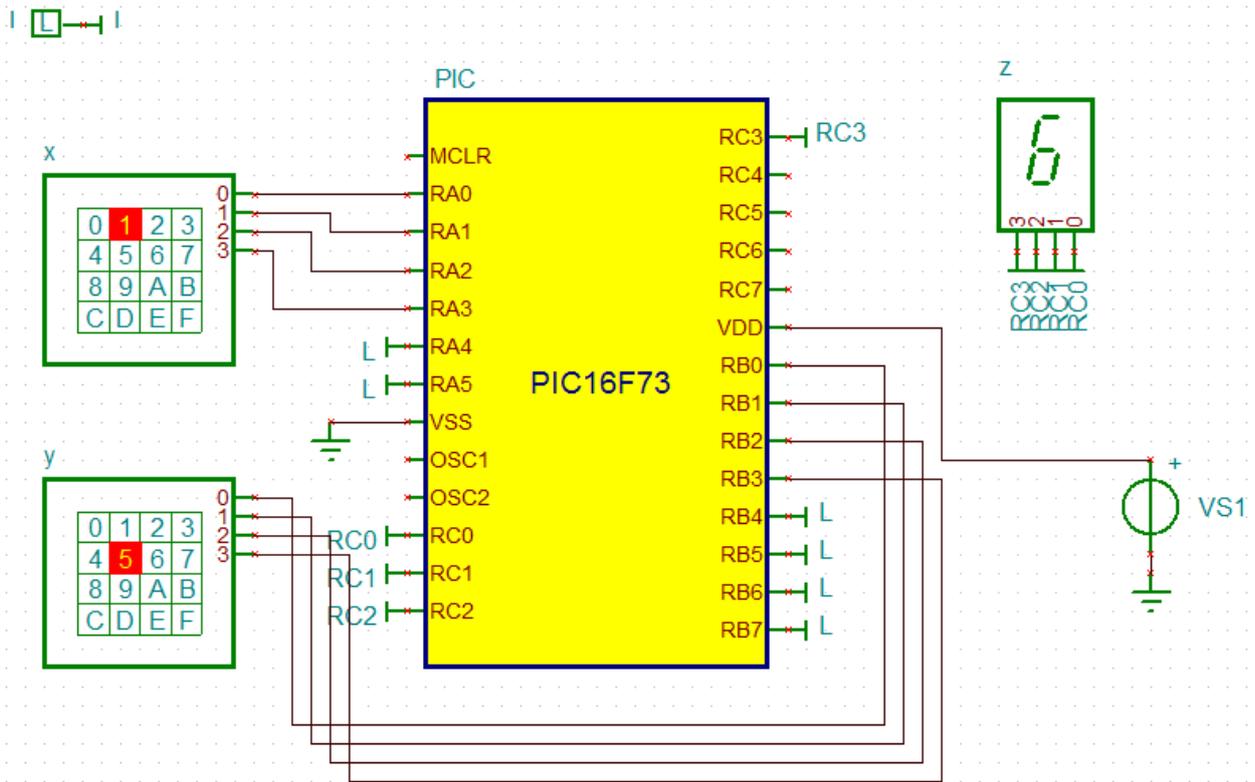
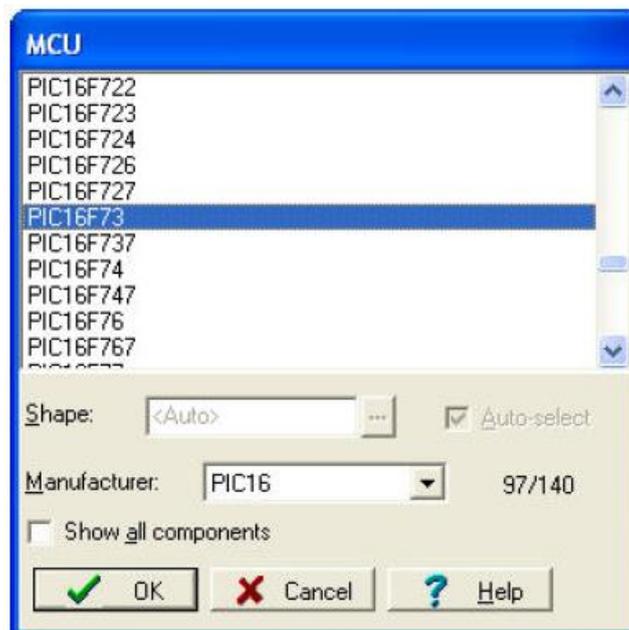


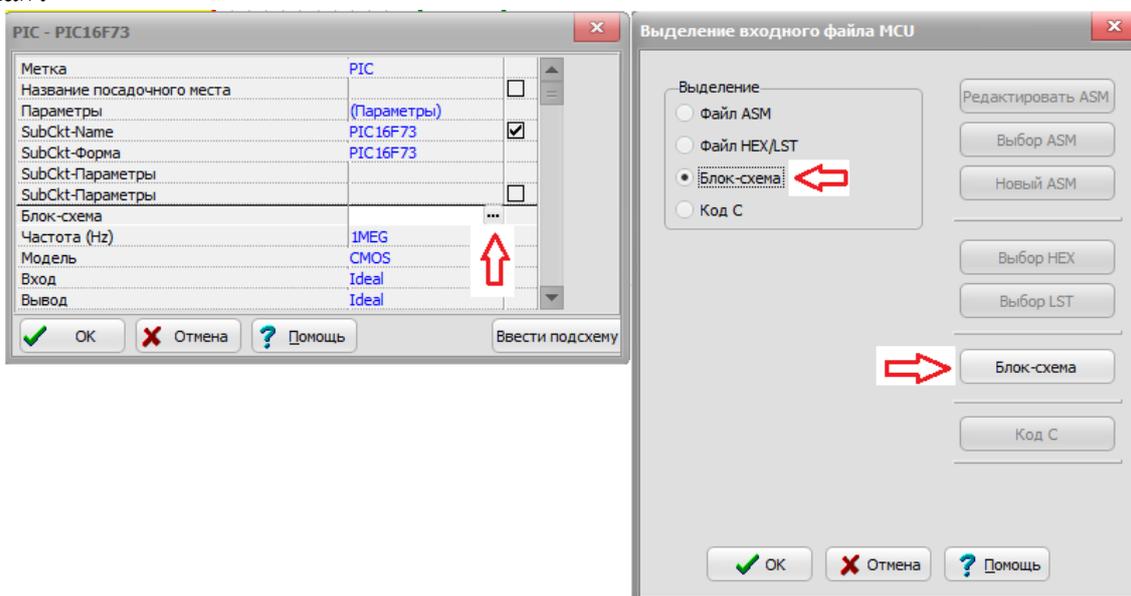
Схема сумматора на микроконтроллере

Если вы собираете схему сами, то сначала выберите MCU на панели инструментов компонента и вставьте его в схематический редактор. Компоненты MCU расположены под вкладкой «Логические схемы-MCU».

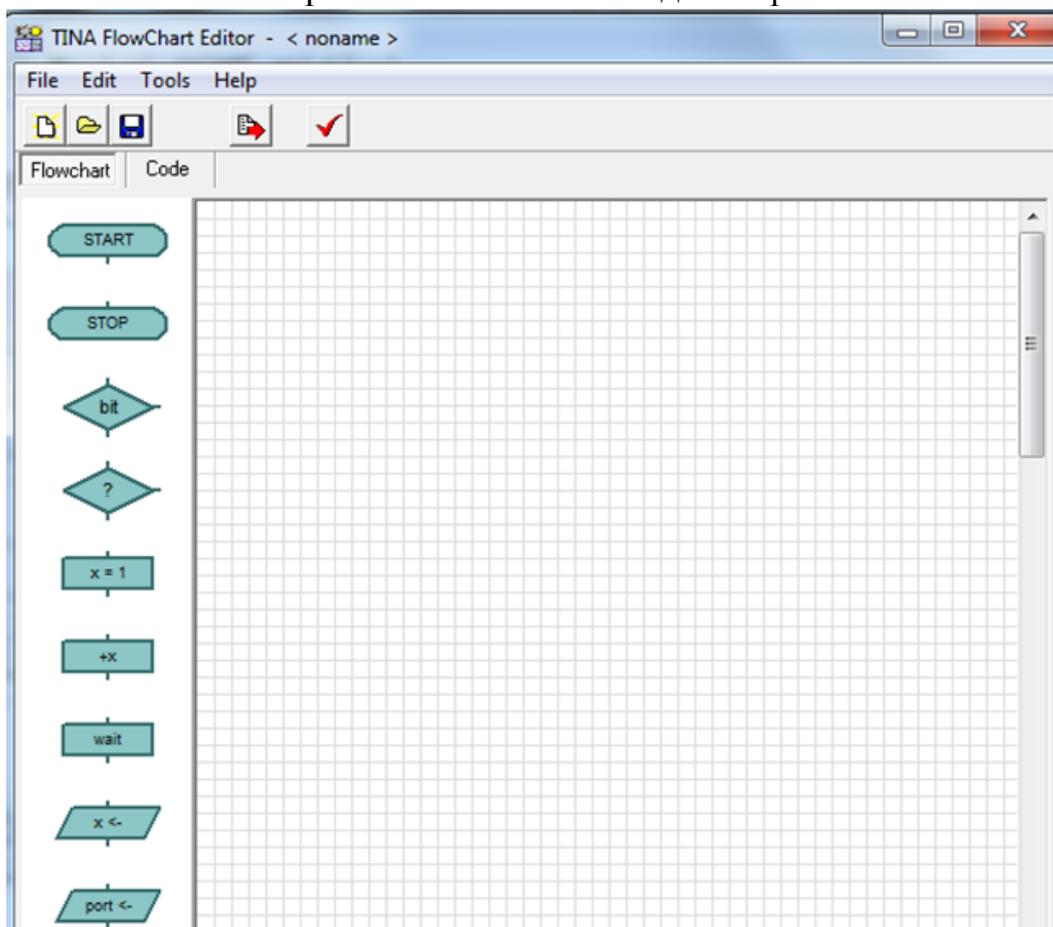
Нажмите значок MCU  на панели инструментов и выберите PIC16 в строке «Изготовитель» диалогового окна MCU. Появится список PIC16 MCU. Выберите PIC16F73 и нажмите ОК. Выбранный MCU будет размещен в редакторе схем.



Теперь дважды щелкните компонент PIC16 в редакторе, щелкните в поле MCU-(ASM File Name), а затем символ . Откроется диалоговое окно выбора входного файла. Выделите «Блок – схема» и нажмите кнопку «Блок – схема».



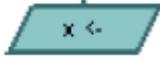
Выбор Блок- схемы как входного файла



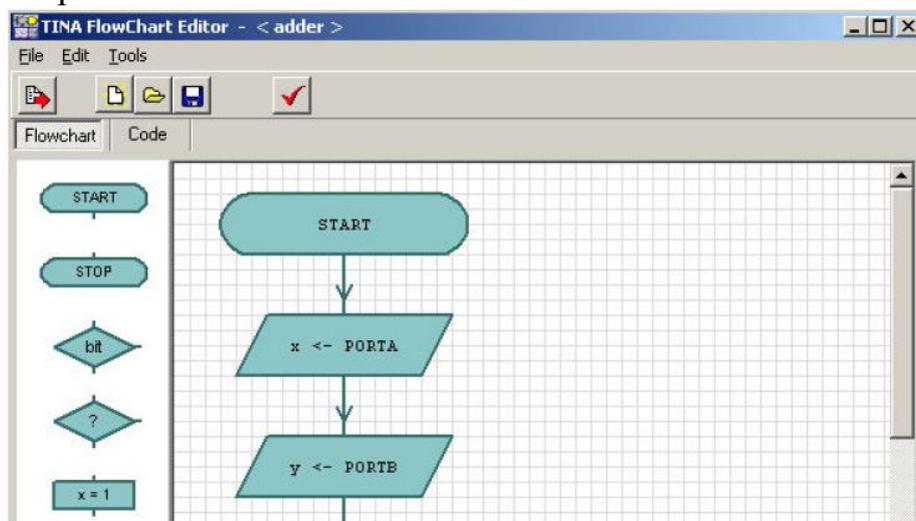
Когда выбрана вкладка Блок-схема, окно редактора разделено на две области. Слева находится панель символов, которые вы можете разместить в области редактора справа.

Выберите символ START на панели инструментов, щелкнув по нему. Символ START будет прикреплен к курсору. Переместите в середину области редактора и щелкните мышью, чтобы разместить его.

Далее мы прочитаем переменные x и y в порты PORTA и PORTB, и сложим их. Запишем результат в PORTC. Выполнение блок-схемы вернется к началу и продолжит работу до остановки.

Чтобы прочитать содержимое порта PORTA, щелкните символ  (Прочитать ввод - Read Input) на панели инструментов и переместите его в область редактора. Дважды щелкните этот компонент, чтобы выбрать порт, который вы хотите использовать для чтения (Исходный порт- Source port) и установить имя переменной (Целевая переменная - Target variable). Выберите PORTA как Source port и введите x для переменной цели (Target variable).

Теперь мы должны прочитать следующие данные, прочитав из другого порта, PORTB. Это очень похоже на предыдущий шаг. Чтобы вставить чтение другого символа, введите символ, установите y для целевой переменной и PORTB для порта источника.



Затем мы сложим два числа x и y и запишем результат в PORTC. Вот как это сделать.

Сначала сохраните содержимое x во временной переменной с именем z .

Для этого выберите компонент  Set variable на панели инструментов, установите Целевая переменная (Target variable) для z , а затем значение и переменную (Value and variable) для x .

Затем сложите z и y , используя компонент "Изменить переменную"

, поместите измененную переменную под предыдущей компонентом

Set variable , установите для целевой переменной (Target variable) значение z , для оператора $- +$, для значения или переменной (Value or variable)- значение y .

Чтобы записать результат в PORTC, добавьте символ компонента вывода (Output), выберите целевой порт для PORTC и значение или переменную для z .

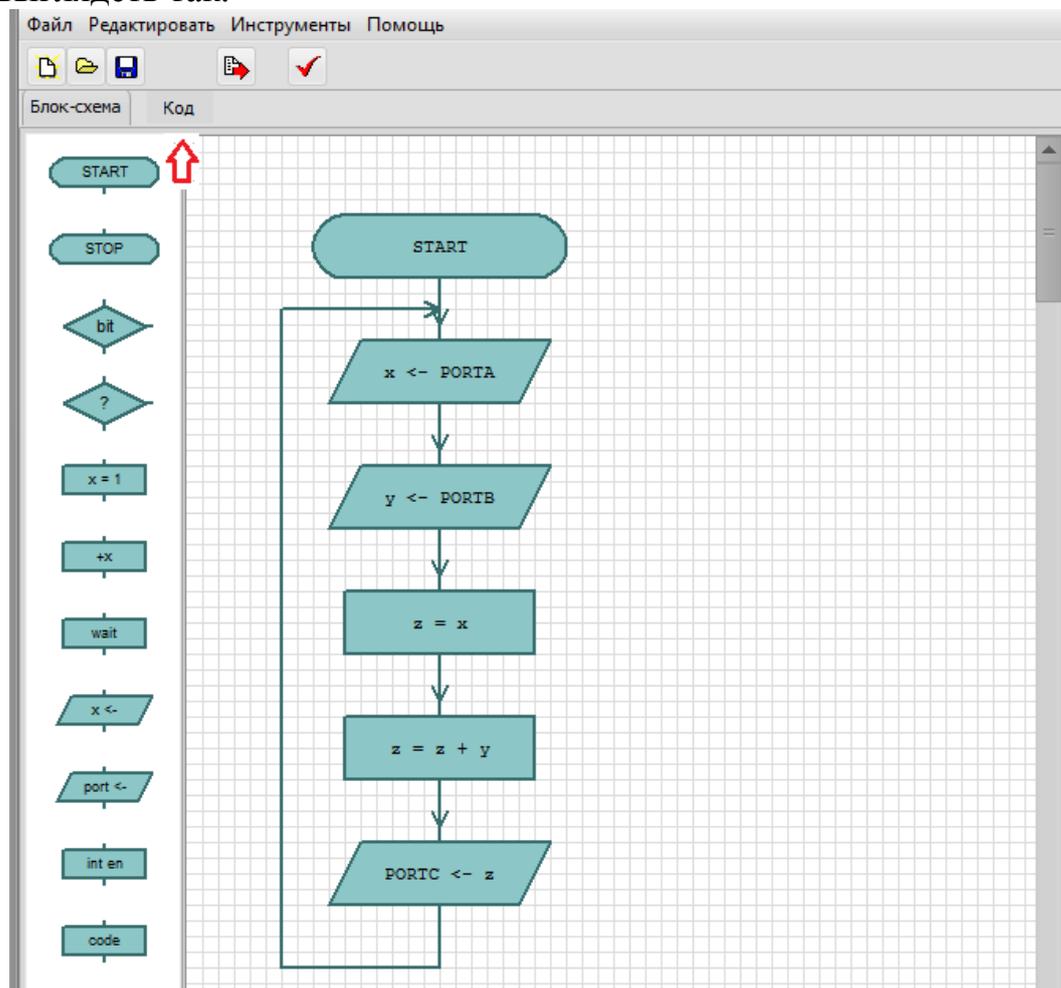
Наконец, давайте соединим символы блок-схемы с линиями потоков, обозначая направление потока, двигаясь вниз, пока не достигнете нижнего символа вывода PortC $\leftarrow z$.

Сначала соедините символы START и Read Input. Чтобы подключить два символа, наведите указатель мыши на конец соединительной линии символа START. Точка подключения находится в конце соединительной линии и отмечена небольшим прямоугольником, видимым, когда мышь находится в правильном положении. Когда появится маленький прямоугольник, нажмите и удерживайте левую кнопку мыши и перетащите линию соединения пока не дойдете до точки соединения другого символа.

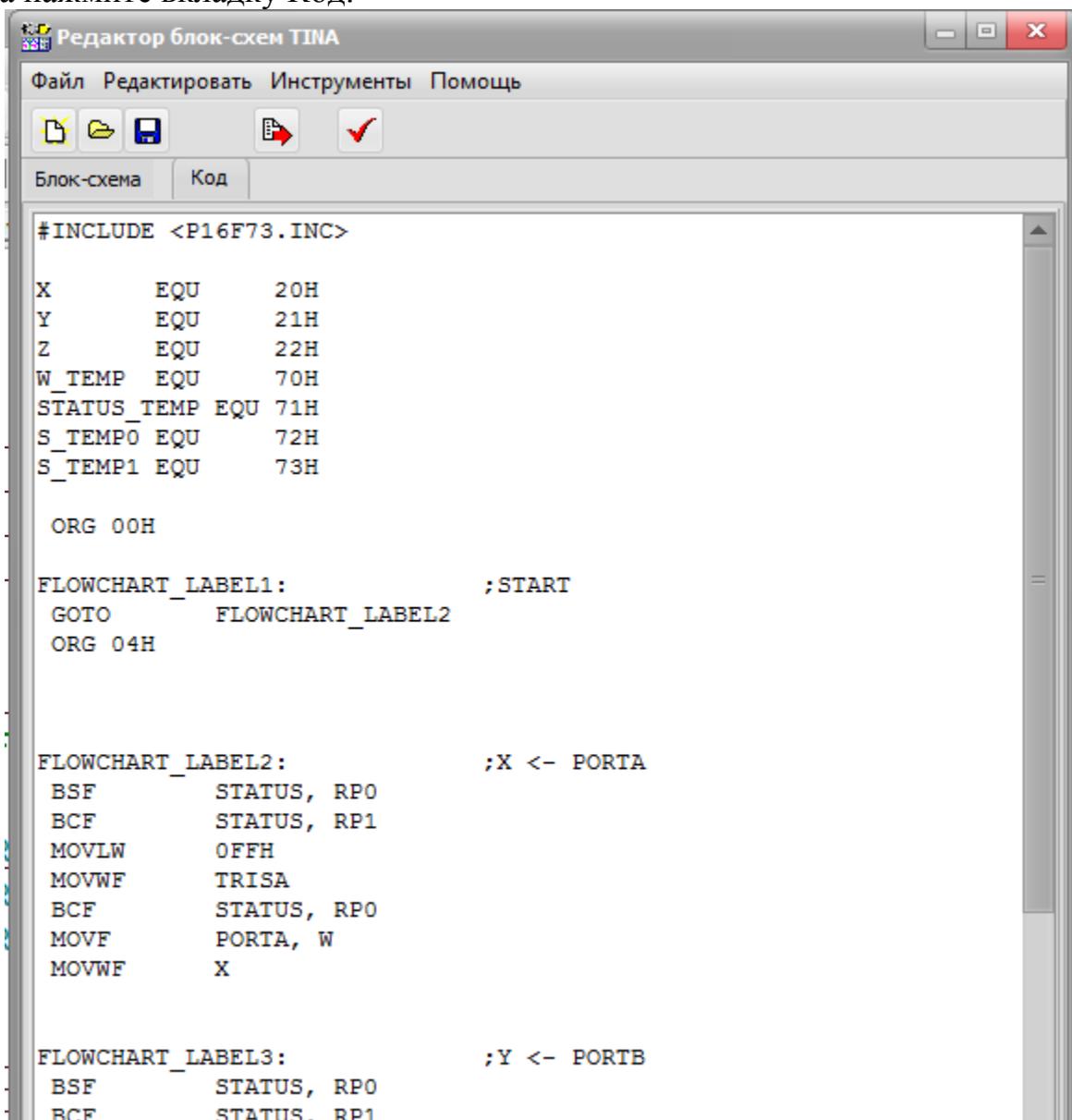
Аналогичным образом соедините все остальные символы.

Когда вы дойдете до самого нижнего символа, подключите нижнее соединение точки этого символа к линии потока между START и $x \leftarrow$ компонента PORTA.

Если расположение символов и подключение правильные, блок-схема будет выглядеть так.



Чтобы формально проверить блок-схему (например, проверить, все ли символы подключены) нажмите кнопку . Для просмотра сгенерированного кода нажмите вкладку Код.



```

#INCLUDE <P16F73.INC>

X      EQU      20H
Y      EQU      21H
Z      EQU      22H
W_TEMP EQU      70H
STATUS_TEMP EQU 71H
S_TEMP0 EQU     72H
S_TEMP1 EQU     73H

ORG 00H

FLOWCHART_LABEL1:      ;START
GOTO      FLOWCHART_LABEL2
ORG 04H

FLOWCHART_LABEL2:      ;X <- PORTA
BSF       STATUS, RP0
BCF       STATUS, RP1
MOVLW    OFFH
MOVWF    TRISA
BCF       STATUS, RP0
MOV      PORTA, W
MOVWF    X

FLOWCHART_LABEL3:      ;Y <- PORTB
BSF       STATUS, RP0
BCF       STATUS, RP1

```

Программа ASM для блок-схемы

Чтобы сохранить блок-схему в макросе MCU, нажмите на панели инструментов , затем дважды нажмите ОК (при выборе входного файла MCU и на MCU диалоговое окно свойства), чтобы вернуться в редактор схем.

Вы также можете сохранять потоковые диаграммы в файлах .tfc с помощью команды Save и Save as...редактора блок-схем. Затем вы можете открыть их и связать их с другими MCU.

4.6.11.2 Отладчик блок-схемы

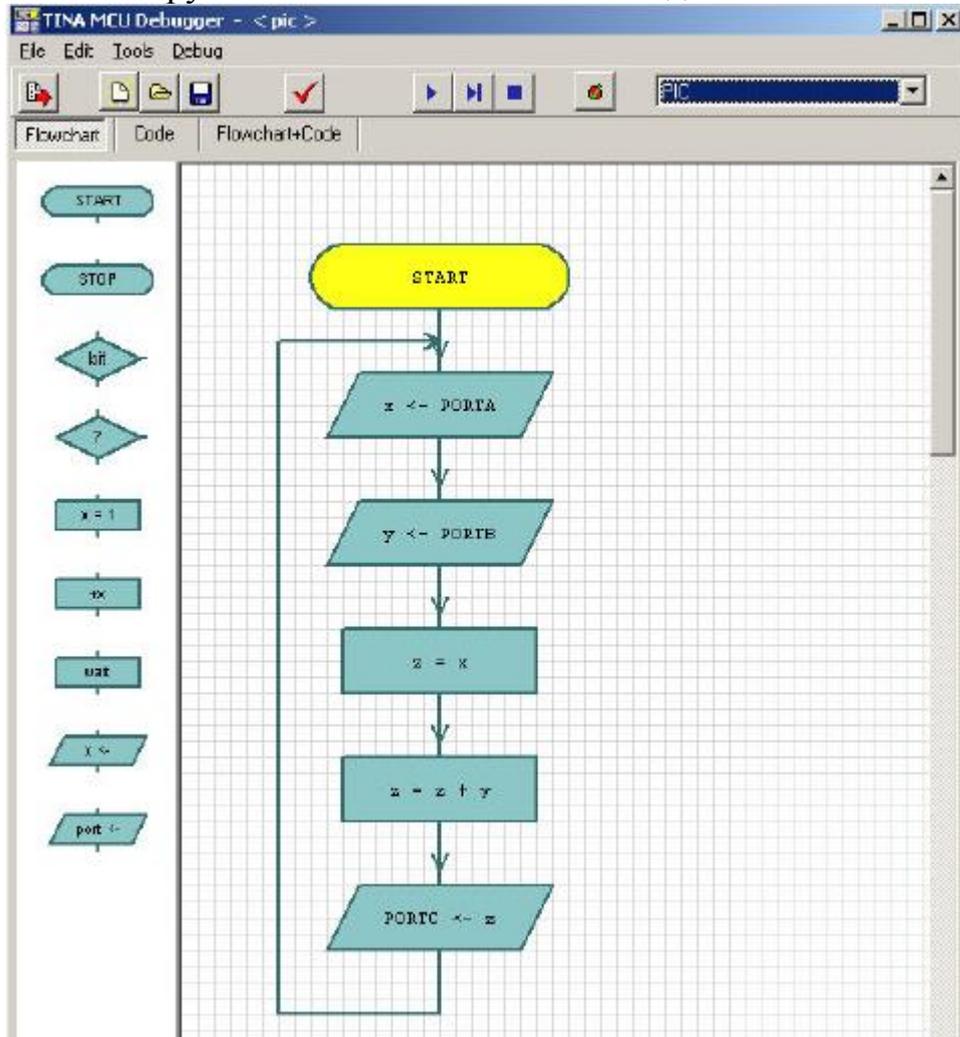
TINA автоматически создает код сборки, необходимый для моделирования из блок-схемы.

Давайте протестируем и отладим ранее созданную блок-схему. (Вы можете открыть полную схему из EXAMPLES\Microcontrollers\PIC\PIC Adder.TSC)

Установите переключатель Анализ / Включить отладчик кода MCU (Analysis/Enable MCU code debugger) в меню Анализ, затем нажмите кнопку



на панели инструментов TINA. Появится отладчик MCU.



Вы можете запускать программу непрерывно, нажав кнопку  Run, пошагово нажатием кнопки  «Шаг вперед» или остановить программу, нажав кнопку Стоп . Отладчик покажет активный компонент блок-схемы, установив цвет фона на желтый.

В верхнем левом углу отладчика есть три важные вкладки, которые устанавливают вид источника. Если вы выберете вкладку Блок-схема, вы можете видеть и отлаживать через блок-схему. Если вы выберете Блок-схема + вкладка Код, TINA отобразит как блок-схему, так и код сборки. В этом представлении вы можете разместить точки останова как в блок-схему и в коде сборки. Если вы выберете последний режим Код, вы можете выполнять

отладку, используя отладку на традиционном языке ассемблера. Смотрите раздел 4.6.9.9 данного руководства.

Обратите внимание, что для синхронизации блок-схемы и кода ассемблера, и чтобы код был более читабельным, TINA вставляет дополнительные метки и комментарии в код; например:

```
Flowchart label2: ;x <- PORTA
```

Эти метки не изменяют производительность или логику работы кода.

Точки останова используются для остановки выполнения кода в указанных пользователем точках, разрешения проверки регистров и параметров. TINA предлагает несколько способов вставки и удаления точек останова.

Вставьте точки останова в блок-схему, щелкнув блок-схему и нажав кнопку Toggle Breakpoint .

Или вы можете разместить точки останова в коде напрямую через окно кода. Выберите строку инструкции и нажмите кнопку .

Вы можете удалить точку останова той же кнопкой, когда точка останова выбрана.

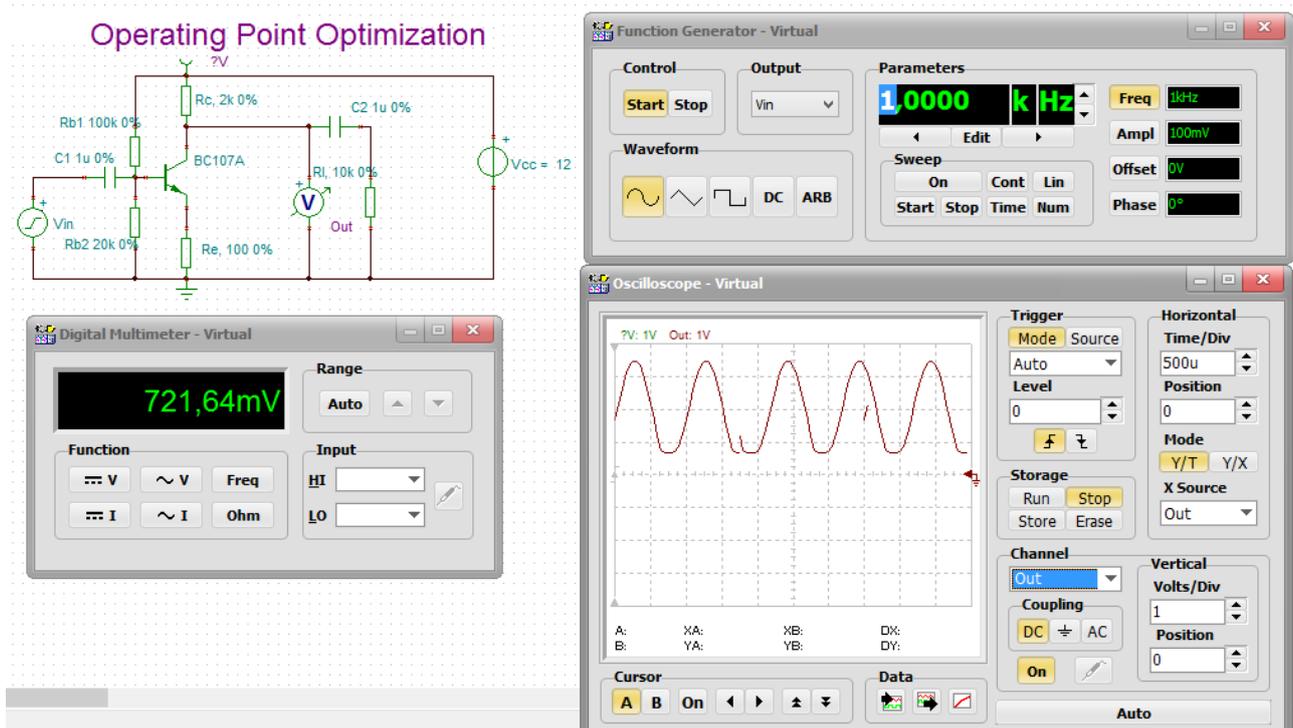
Когда точки останова установлены, программа остановится на точках останова перед выполнением инструкции под точкой останова. Вы можете выполнить инструкции и продолжить программу, нажав кнопку Выполнить

 или кнопку шаг вперед .

4.6.12 Тестирование вашей схемы с помощью смоделированных и инструментов реального времени

TINA позволяет тестировать и настраивать вашу схему не только с помощью генераторов и окна анализа, которые вы использовали до сих пор, но также с помощью смоделированных измерений и измерений в реальном времени. Используя меню T&M, вы можете размещать виртуальные инструменты на экране, которые автоматически заменят окна генератора и анализа. Вы можете контролировать настройки этих инструментов и сразу увидеть результат, так же как если бы вы были в настоящей лаборатории. TINA обычно моделирует измерения с помощью своего механизма анализа, но если у вас есть дополнительное оборудование TINA, вы можете просто переключиться в режим реального измерения (используя Option меню T&M). Теперь вы можете работать с теми же экранными инструментами и настройками, но вы будете проводить настоящие измерения на реальной цепи.

Для начала виртуальных измерений загрузите схему AMPLIOPT.TSC из каталога примеров. Выберите меню T&M и поместите на экране мультиметр, генератор функций и осциллограф. Нажмите Run на панели осциллографа. На экране осциллографа появится искаженная синусоида.



Нажмите на кнопку мультиметра . Мультиметр покажет всего около 0,7 Вольт на коллекторе (Out) - это причина искажения. Теперь дважды щелкните резистор Rb1. Появится диалоговое окно свойств резистора. Нажмите на поле Сопротивление (Resistance), а затем измените значение с помощью стрелок в правой части диалогового окна, пока мультиметр не покажет около 6В.

Вы можете изменить размер шага кнопок, введя его в поле редактирования под стрелкой вниз. Вы также можете определить горячую клавишу вверх и стрелку вниз, выбрав его из верхнего и нижнего списков.

Обратите внимание, что пока интерактивный режим включен, а горячая клавиша задана, значение резистора можно изменить напрямую, нажав соответствующий ключ, не открывая диалоговое окно свойств. Вы можете назначать горячие клавиши для большинства значений компонентов в TINA, включая переключатели.

Чтобы избежать случайных изменений, горячие клавиши для значений компонентов будут работать только пока TINA находится в интерактивном режиме. Положения переключателей, однако, можно изменить перед активацией интерактивного режима, чтобы установить их исходное положение. Как только напряжение коллектора достигнет 6В, закройте диалоговое окно редактора свойств (если оно все еще открыто) и нажмите Run на осциллографе.

Установите вертикальное положение на -6 В и используйте горизонтальную и вертикальную настройки для масштабирования кривой для лучшего внешнего вида. Искажения не будут дальше видимыми.

Нажмите кнопку Amplitude на генераторе. Последнее значение амплитуды появится в большом числовом поле дисплея генератора. Используйте вертикальные стрелки рядом с дисплеем для изменения амплитуды. Вы

увидите, что синусоидальная волна снова станет искаженной, когда вы увеличите амплитуду до максимального входного около 500 мВ. Теперь измените форму волны от синусоидальной до треугольной, а затем до прямоугольной.

Измените частоту функционального генератора, чтобы исследовать частотную область, в которой характеристики схемы приемлемы.

Примечание:

Не путать виртуальные инструменты в меню T&M с компонентами виртуального инструмента на панели инструментов компонентов Meters.

Некоторые компоненты виртуальных инструментов используются в интерактивном режиме программы, обсуждаемом в следующем разделе. Они также используются, чтобы назначать выходы для различных режимов анализа в разделе меню Анализ. Виртуальные инструментальные компоненты «Осциллограф» и «Анализатор сигналов» имеют небольшой экран, и их основная функция в том, что их можно использовать с нашей программой анализатора цепей 3D EDISON.

4.6.13 Использование инструмента дизайна в TINA

Инструмент проектирования TINA работает с расчетными уравнениями вашей схемы, чтобы гарантировать, что указанные входы приводят к указанному ответу на выходе. Инструмент требует от вас отчета о входах и выходах и соотношения между значениями компонентов. Инструмент предлагает вам механизм решения, который можно использовать для повторяющихся и точно для различных сценариев. Расчетные значения компонентов автоматически устанавливаются в сопутствующей схеме TINA и вы можете проверить результат путем моделирования.

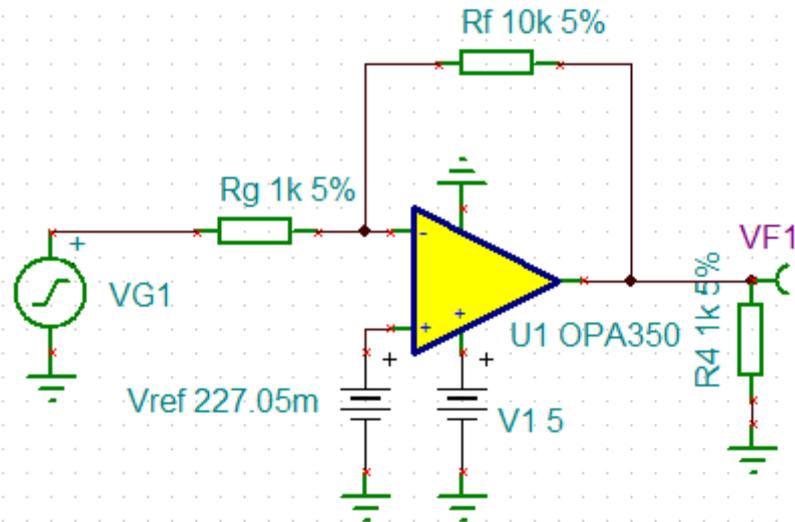
Например, этот инструмент может рассчитать обратную связь или другие значения резистора и емкости конденсатора усилителя для достижения определенного усиления и пропускной способности, и он может рассчитывать параметры компонентов цепи питания мощности, соответствующие требованиям к выходному напряжению и пульсации.

Инструмент дизайна TINA способствует созданию хорошей документации, сохраняя методику проектирования вместе со схемой.

Это также очень полезно для производителей компонентов полупроводников и другой электроники для предоставления схем приложений вместе с процедурой проектирования.

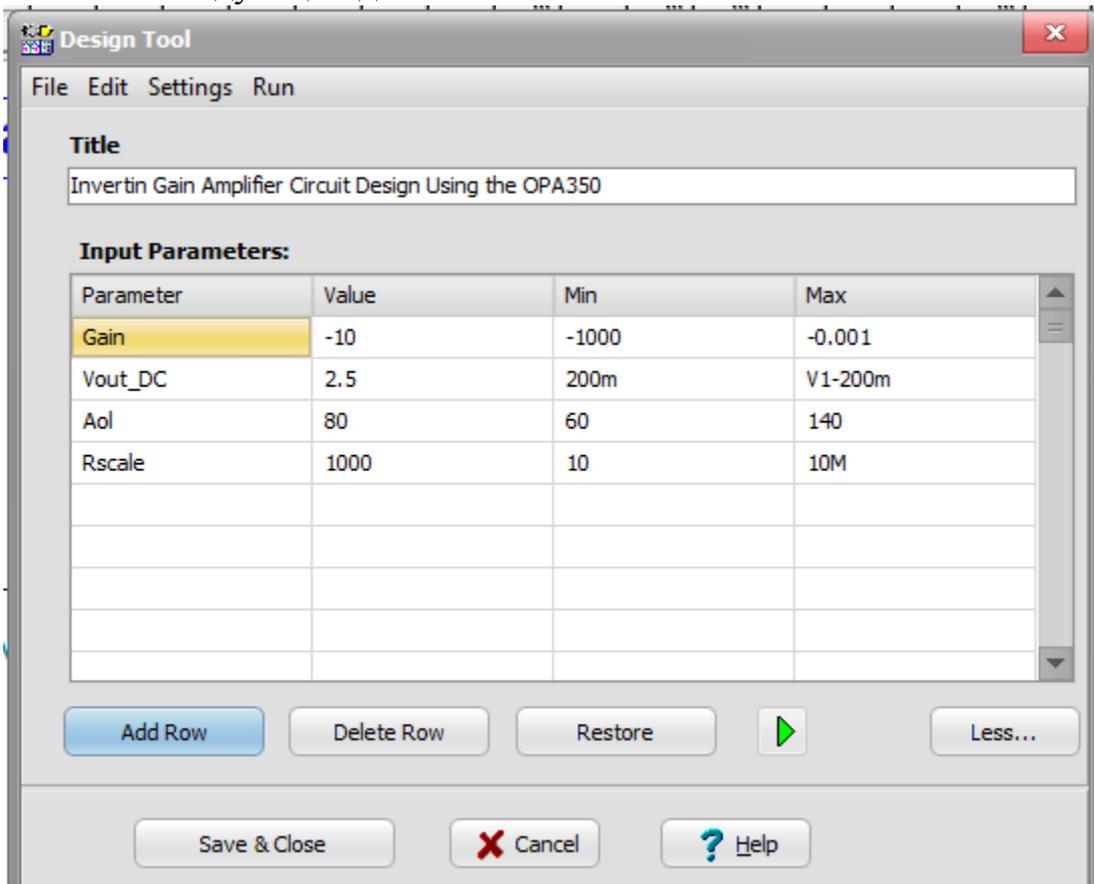
Давайте продемонстрируем использование этого инструмента на простом примере операционного усилителя.

Откройте конструкцию тестовой схемы инвертирующего усилителя OPA350 .TSC из папки Examples \ Design Tool в TINA. На схемном редакторе TINA появится следующая схема:



С помощью Design Tool мы установим R_f и V_{ref} для достижения указанного усиления и выходного напряжения постоянного тока.

Теперь вызовите Инструмент дизайна из меню Инструменты TINA. Появится следующий диалог.



Здесь вы можете указать усиление (V_{out} / V_{in}), выходное напряжение постоянного тока (V_{out_DC}) и некоторые другие параметры. Простая процедура дизайна вычислит R_g и V_{ref} . Допустимые минимальные (Мин) и максимальные (Max) параметры также отображаются. Чтобы включить или

отключить модификацию Min и Max, выберите Options из Меню настроек инструмента дизайна.

Обратите внимание, что в диалоговом окне Design Tool вы также можете ссылаться на имена параметров компонентов. Например, в строке Vout_DC максимальное значение установлено как V1-200m, указывая, что выходное напряжение постоянного тока должно быть минимум на 200 мВ ниже напряжения питания V1 микросхемы.

Если вы просто хотите запустить процедуру проектирования, нажмите



кнопку или нажмите клавишу F9, или используйте команду «Выполнить» в меню инструментов. Если вы запустите TINA в интерактивном режиме, вы сразу увидите эффект от изменений, сделанных с помощью средства дизайна.

Чтобы увидеть саму процедуру проектирования, нажмите кнопку More в диалоге. Появится код процедуры проектирования, написанный на TINA's Interpreter:

The screenshot shows the Design Tool window with the following content:

Title: Invertin Gain Amplifier Circuit Design Using the OPA350

Input Parameters:

Parameter	Value	Min	Max
Gain	-10	-1000	-0.001
Vout_DC	2,5	200m	V1-200m
Aol	80	60	140
Rscale	1000	10	10M

Buttons: Add Row, Delete Row, Restore, , Less...

Expressions/output functions:

```

A:= 10^(Aol/20)
Rg:= Rscale
Rf:=-Gain*Rg*(1 + 1/A)/(1+Gain/A)
Rf=[10.011k]
Vref:= Vout_DC/(1+Rf/Rg)
Vref=[227.0455m]

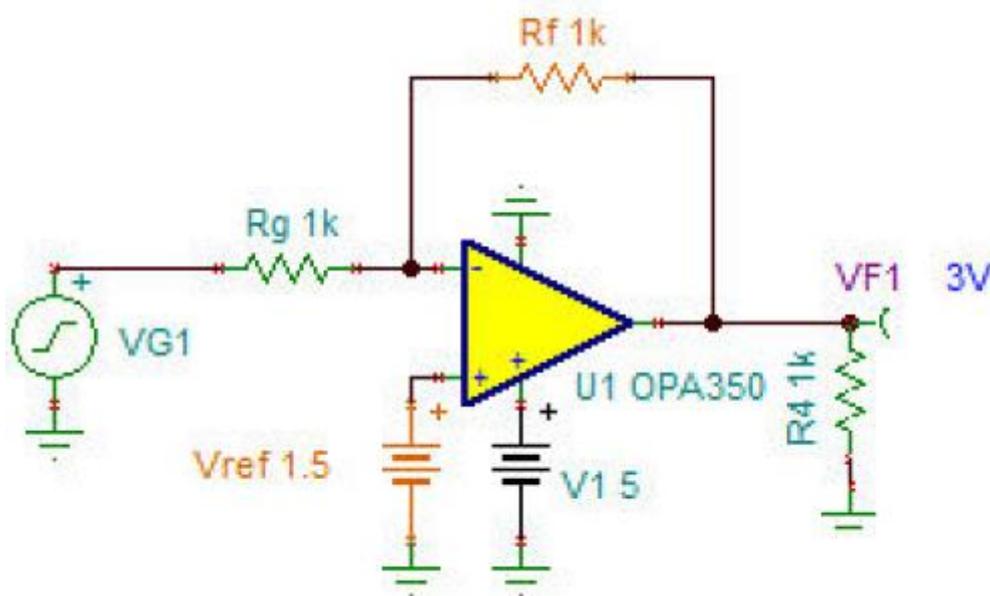
```

Обратите внимание, что часть кода также показывает рассчитанные значения параметров согласно последнему сохраненному расчету (теперь $R_f = [10.011k]$, $V_{ref} = [227,0455 \text{ м}]$).

Теперь давайте изменим входной параметр Gain на -1, V_{out_DC} на 3V и запустим процедуру, нажав кнопку Выполнить в меню или нажав зеленая кнопку  или F9 на клавиатуре. В части кода мы будем видеть:

```
A:= 10^(Aol/20)
Rg:= Rscale
Rf:=-Gain*Rg*(1 + 1/A)/(1+Gain/A)
Rf=[1.0002k]
Vref:= Vout_DC/(1+Rf/Rg)
Vref=[1.4998]
```

и новые значения немедленно появятся в редакторе схем, нарисованные коричневым цветом. Нажмите кнопку DC, чтобы отобразить выход постоянного напряжения:



Теперь запустите анализ передачи переменного тока, появится диаграмма Боде.

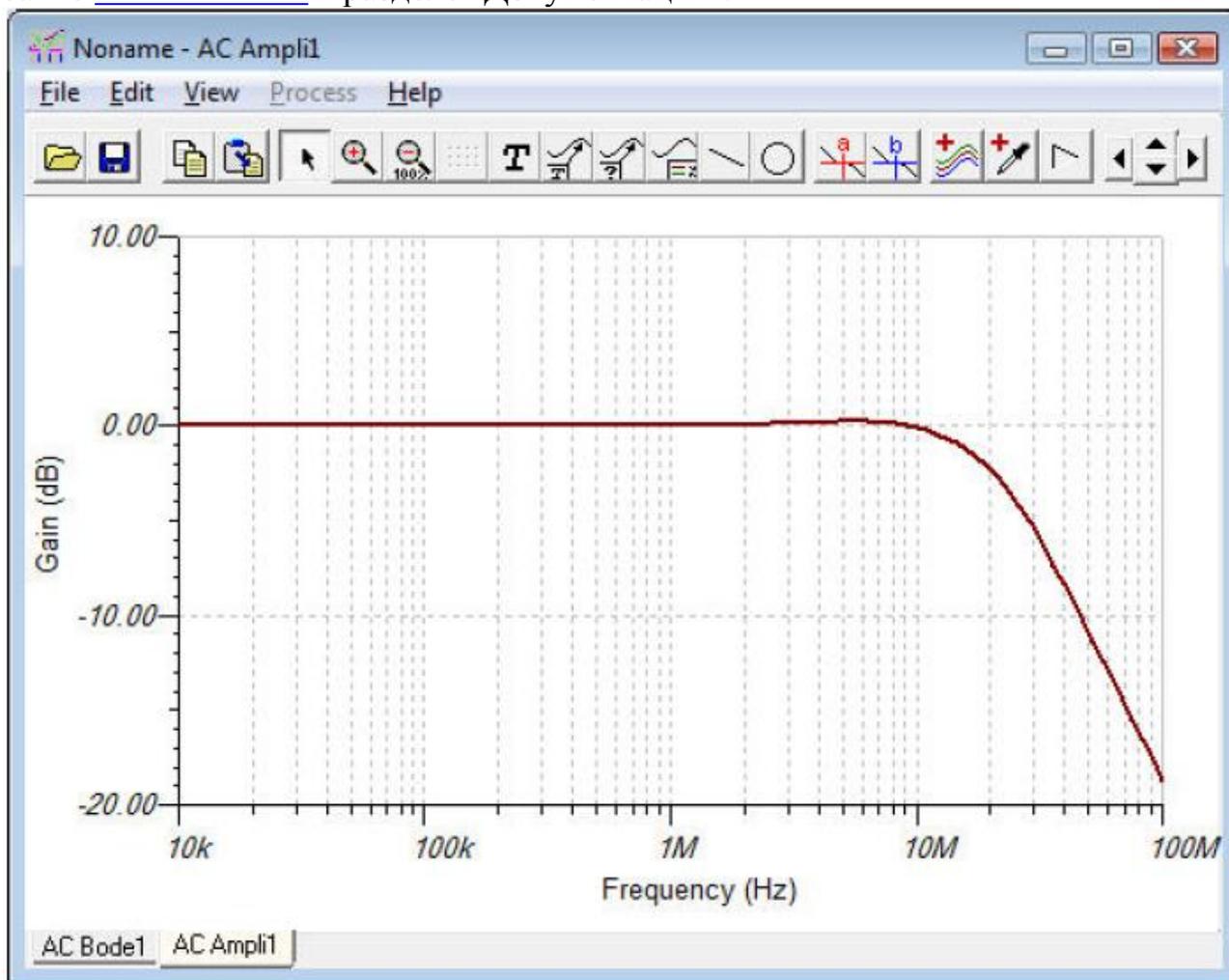
Небольшое усиление частоты составляет 0 дБ, что соответствует указанному $V_{out} / V_{in} = -1$ значению.

Вы можете найти более сложные примеры в папке Design Tool в TINA.

Вы можете создать свою собственную процедуру проектирования в любых схемах TINA и сохранить её вместе с самой схемой.

Для получения дополнительной информации об использовании и элементах управления см. Он-лайн помощь в TINA, нажав кнопку Help на

Инструменте, а также Руководство по расширенным темам TINA, доступное на сайте www.tina.com в разделе "Документация".



4.6.14 Инструмент дизайна и оптимизация в TINA

Бывают случаи, когда написание процедуры проектирования неочевидны или нужна итерация, или у нас просто нет времени на ее реализацию. В этом случае вы можете использовать инструмент оптимизации в TINA и определить требуемый параметр численно, чтобы соответствовать заранее определенным характеристики схемы: напряжение, ток, мощность, усиление и т.д. Вы можете узнать подробнее и найти примеры оптимизации в расширенных темах руководства по TINA, которое доступно на сайте www.tina.com в разделе Документация.

Примечание:

Оптимизация для нескольких параметров и целевых значений доступна только в промышленной версии TINA.

Вообще говоря, хотя оптимизация - очень мощный инструмент, лучше использовать процедуру проектирования, если она доступна, потому что числовая оптимизация может потребовать значительного времени расчета, и это не гарантирует физически реализуемый результат. Но это очень хороший инструмент для уточнения результатов, полученных в результате процедуры проектирования или настройки, уже работающих схем.

4.6.15 Макет Live 3D

Используя инструмент Live 3D Breadboard в TINA, вы можете автоматически построить реалистичное трехмерное изображение макетной платы без пайки (иногда называется «доской»). Когда вы запускаете TINA в интерактивном режиме, такие компоненты, как переключатели, светодиоды, инструменты и т. д., становятся «живыми» на виртуальном макете и будут работать как в реальности. Вы можете использовать эту возможность TINA для подготовки и документирования лабораторных экспериментов.

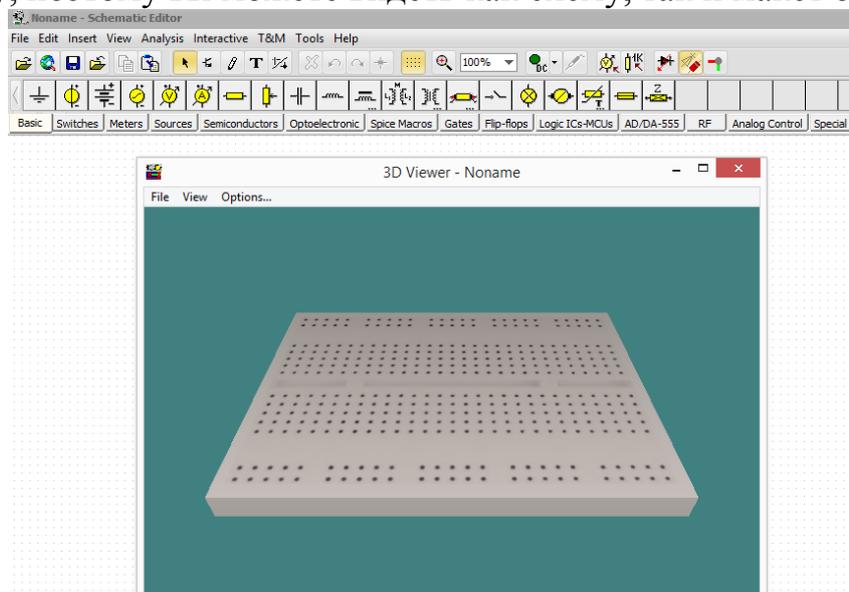
Однако остерегайтесь относительно высокой емкости, которая существует между рядами соседних штифтов. Это происходит от «параллельных пластин», которые достигают от 3 до 5 мм в макетной плате. Для высокой частоты цепей (выше 100 кГц или около того), эта емкость может привести к неожиданным проявлениям.

Вы можете собрать схему пошагово или сгенерировать всю схему на макете. Подбирайте и перемещайте детали на макет с помощью мыши, и TINA автоматически переставит проводку при сохранении возможности подключения. Таким же образом вы можете выбрать и переместите провода для более четкого вида. Обратите внимание, что вы не можете изменить таким образом концы провода - целостность соединения сохраняется.

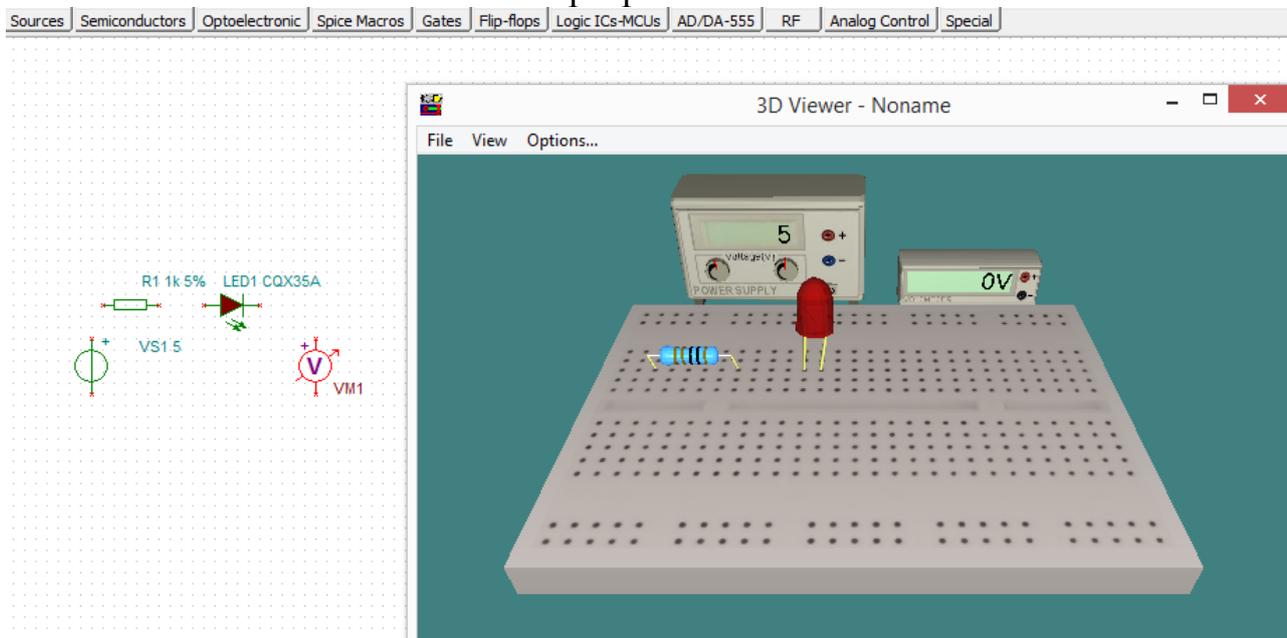
Инструмент макетной платы в основном предназначен для образовательных целей, чтобы готовить лабораторные эксперименты в безопасной 3D-среде. Вы можете также использовать этот макет, чтобы помочь вам на самом деле подключить физический макет для лабораторной проверки.

Давайте продемонстрируем использование Live 3D Breadboard на нескольких примерах.

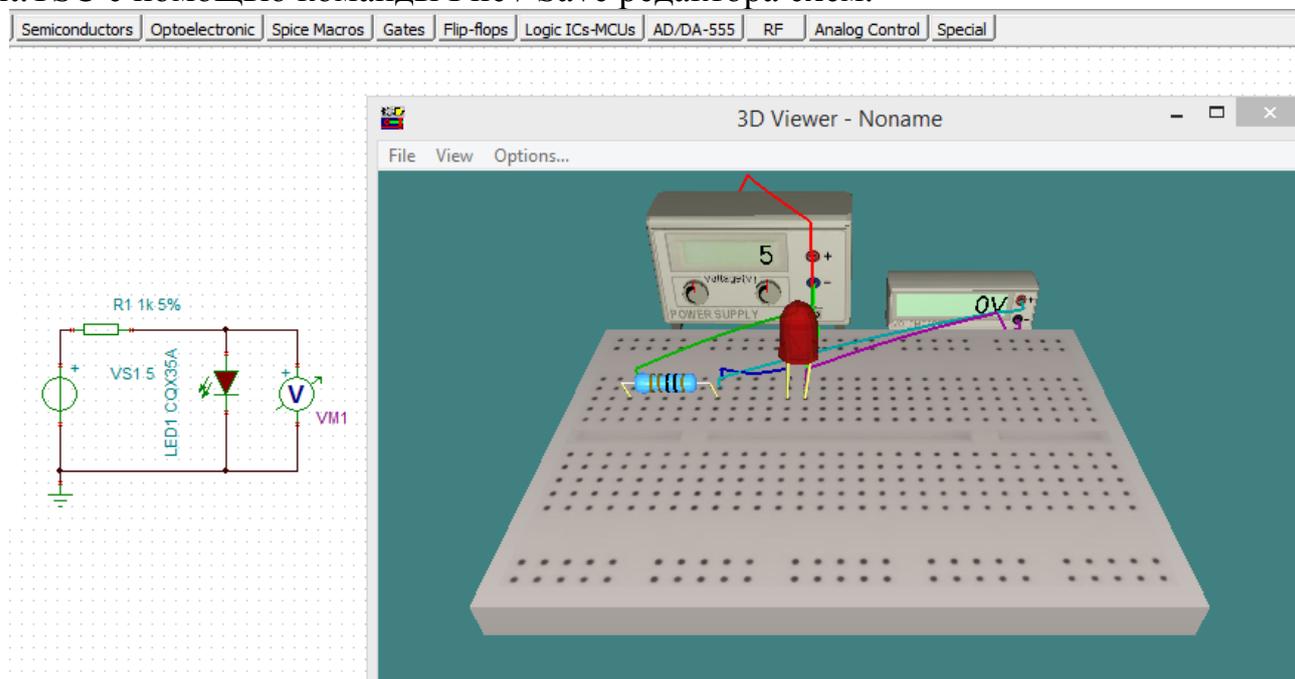
Загрузите TINA и введите незанятый макет. Начните с меню «Просмотр» (View), выберите Live 3D Breadboard и New. Появится окно средства просмотра 3D (3D Viewer) с пустым макетом в главном окне TINA. Это окно всегда вверху, поэтому вы можете видеть как схему, так и макет одновременно.



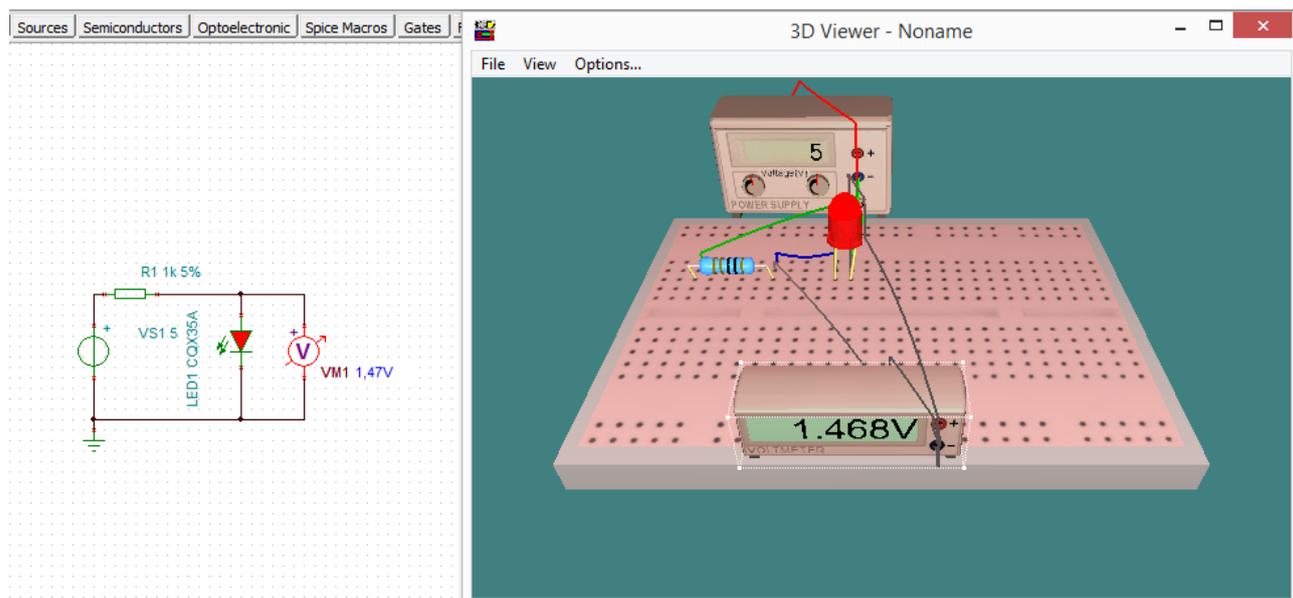
Поместите источник напряжения, резистор и вольтметр (находятся на базовой панели инструментов) и светодиод (на панели инструментов полупроводники) в окно редактора схем. 3D-версия этих деталей будет автоматически появляться в окне программы 3D Viewer.



Соедините детали на схеме проводами. TINA разместит соответствующие провода на макетной плате автоматически. Теперь сохраните это как LED Circuit.TSC с помощью команды File / Save редактора схем.



Нажмите кнопку DC Interactive Analysis или выберите Start в Интерактивном меню. Светодиод на макете загорится, и вольтметр покажет напряжение светодиода. Для лучшего обзора перетащите вольтметр на передний план: нажмите и удерживайте левую кнопку мыши и переместите мышь.



В интерактивном режиме вы можете изменить несколько параметров и посмотреть полученные изменения на виртуальном макете. Например, вы можете изменить выходное напряжение генератора, перемещая курсор над ручками генератора и поворачивая колесо прокрутки мыши.

Или другой способ: нажать левую кнопку мыши и перемещать курсор по ручкам. Еще один способ настроить параметр: навести курсор на ручку и щелкнуть правой кнопкой мыши.

Откроется диалоговое окно параметра для левой ручки генератора, и вы введёте значение в поле данных. Диалоговое окно выглядит так:



После того, как вы ввели значение, нажмите кнопку для подтверждения изменения или нажмите кнопку для отмены.

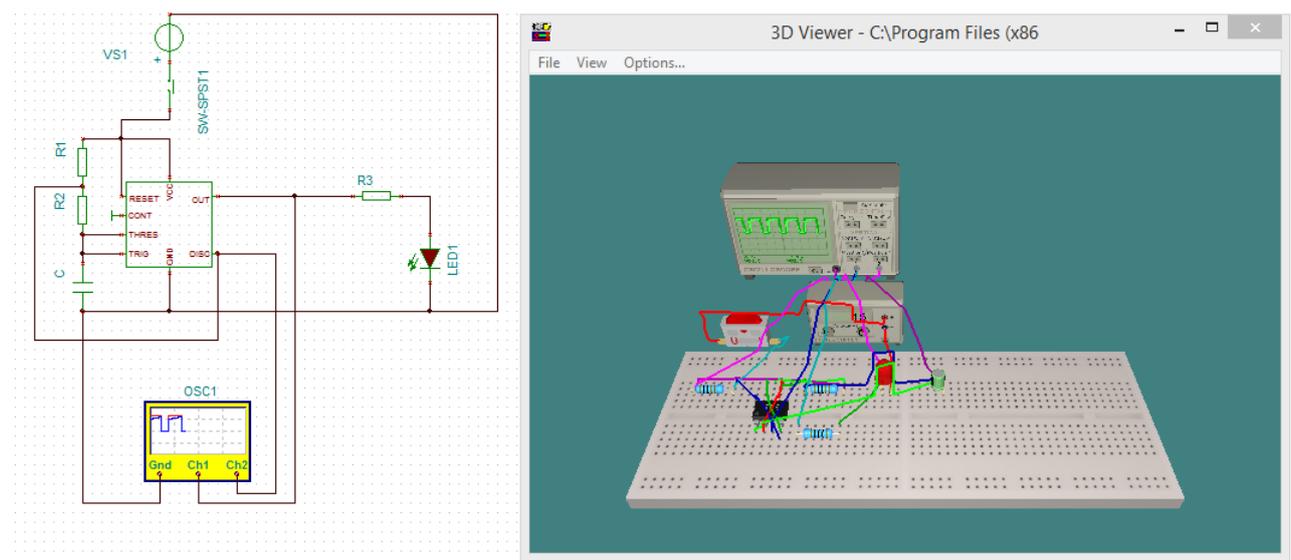
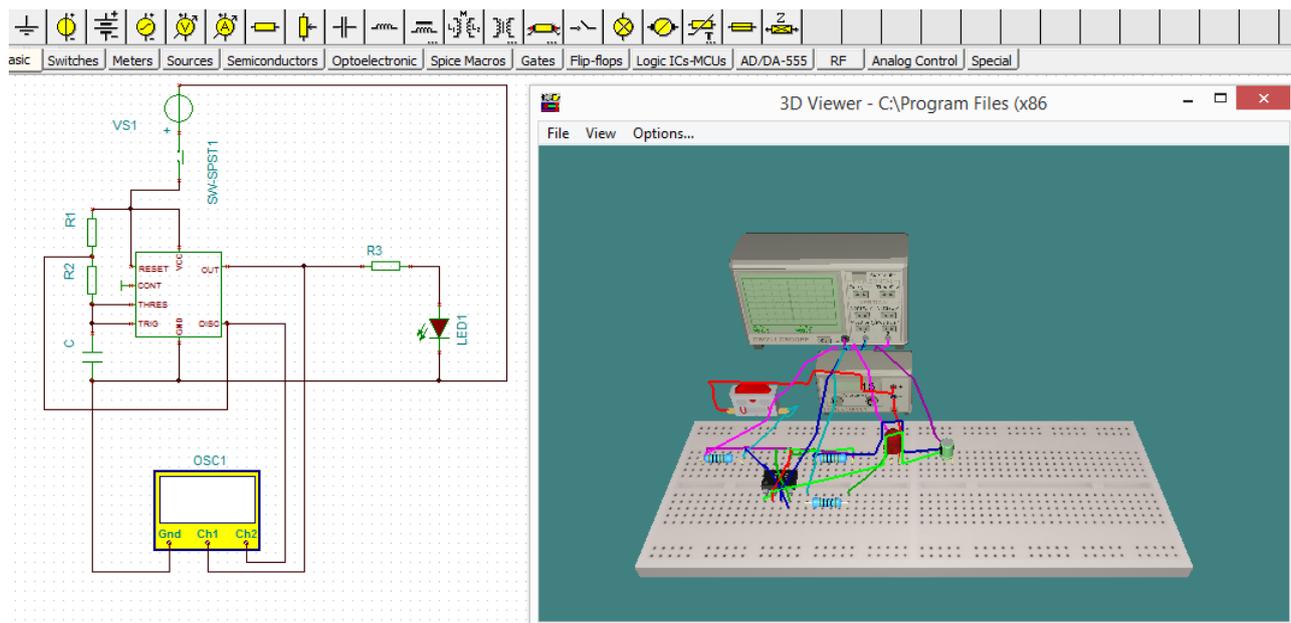
Когда вы будете удовлетворены макетом, сохраните 3D расположение с помощью команды Сохранить из меню Файл 3D View window. Он сохранит 3D-вид под тем же именем, что и схематический, но с расширением .3DV.

Примечание: если вы имеете дело с новой схемой, мы рекомендуем вам назвать и сохранить её сразу после выбора New file; в противном случае 3D вид будет сохранен как Noname.3DV.

Чтобы открыть этот пример позже (с любыми изменениями, которые могут быть сохранены), загружаем файл LED Circuit.TSC. Выберите 3D-макет в реальном времени (3D live) в меню «Просмотр» и нажмите «Продолжить».

Вы можете найти дополнительные примеры в папке EXAMPLES\3D Breadboard.. Откройте файл 555_AST_BB.TSC и изучите его более сложную анимацию и интерактивность. Появится этот экран появится.

Файл включает снимок экрана с трехмерным макетом схемы. Чтобы запустить анимацию, открываем рабочее окно, выбираем Live 3D макетной платы и нажимаем «Продолжить» (в меню «Просмотр»).



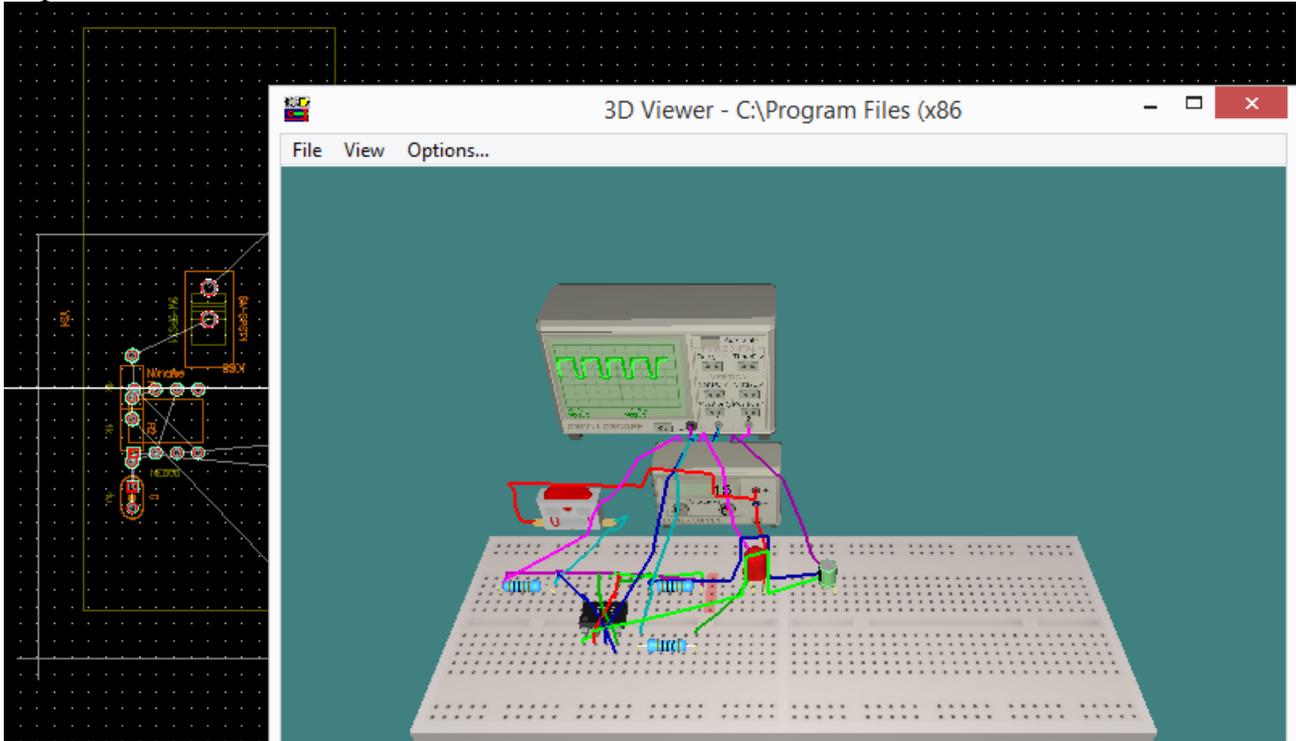
Начните живую симуляцию (нажмите кнопку TR на панели инструментов или выберите «Пуск» в интерактивном меню). Форма волны появится как на осциллографе в редакторе схем TINA, так и на 3D-осциллографе в 3D-окне. Когда 555 активен, светодиод начнет мигать. Обратите внимание: так же, как вы можете изменить параметр генератора в предыдущем примере, здесь вы также можете изменить настройки осциллографа в 3D окне. Отредактируйте настройки с помощью мыши, как описано выше.

Чтобы включить или выключить симуляцию, нажмите любой из переключателей на 3D-изображении в окне или в редакторе схем.

Примечание. Есть еще один способ создания экспериментов, в которых используются виртуальные инструменты; а именно, вы можете подключать виртуальные инструменты к 3D-виду печатных плат, созданных в TINA. Вот как это сделать.

Открыв тот же файл таймера 555, нажмите кнопку PCB Design на панели инструментов или выберите PCB Design в меню Tools. Появится печатная плата дизайна схемы. Нажмите кнопку 3D View на Панели инструментов PCB Designer или выберите 3D View в меню View.

Появится трехмерное изображение эксперимента. Как и в любом другом макете, вы можете увидеть анимацию и управлять ею с помощью переключателя.



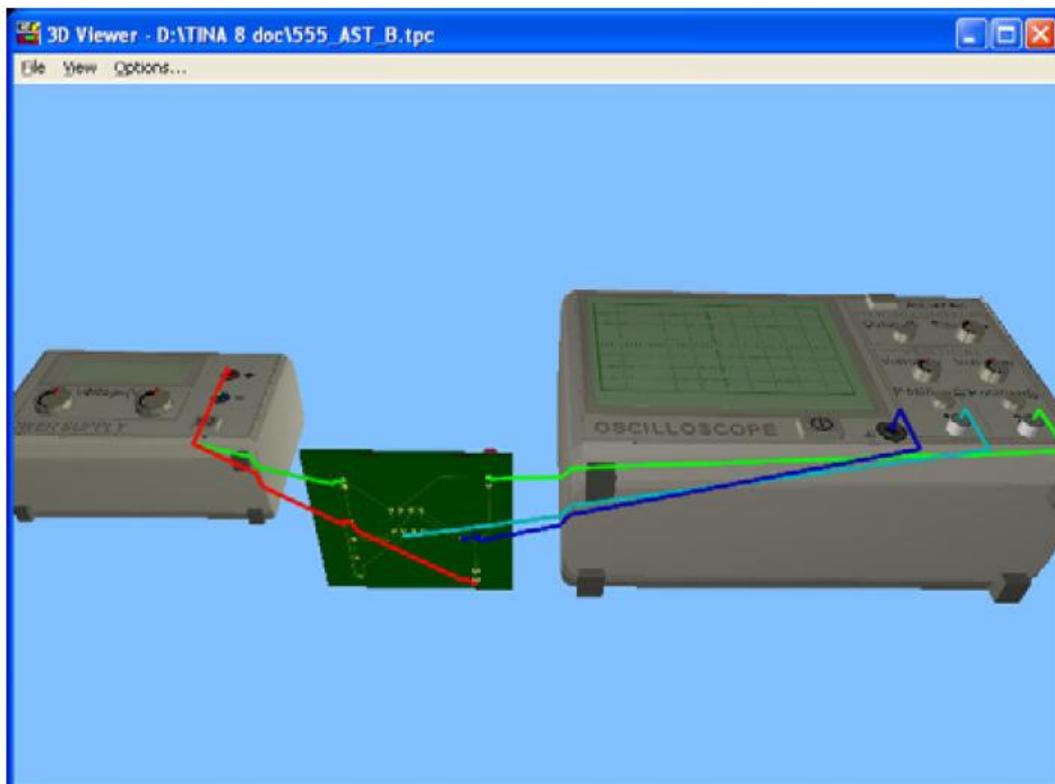
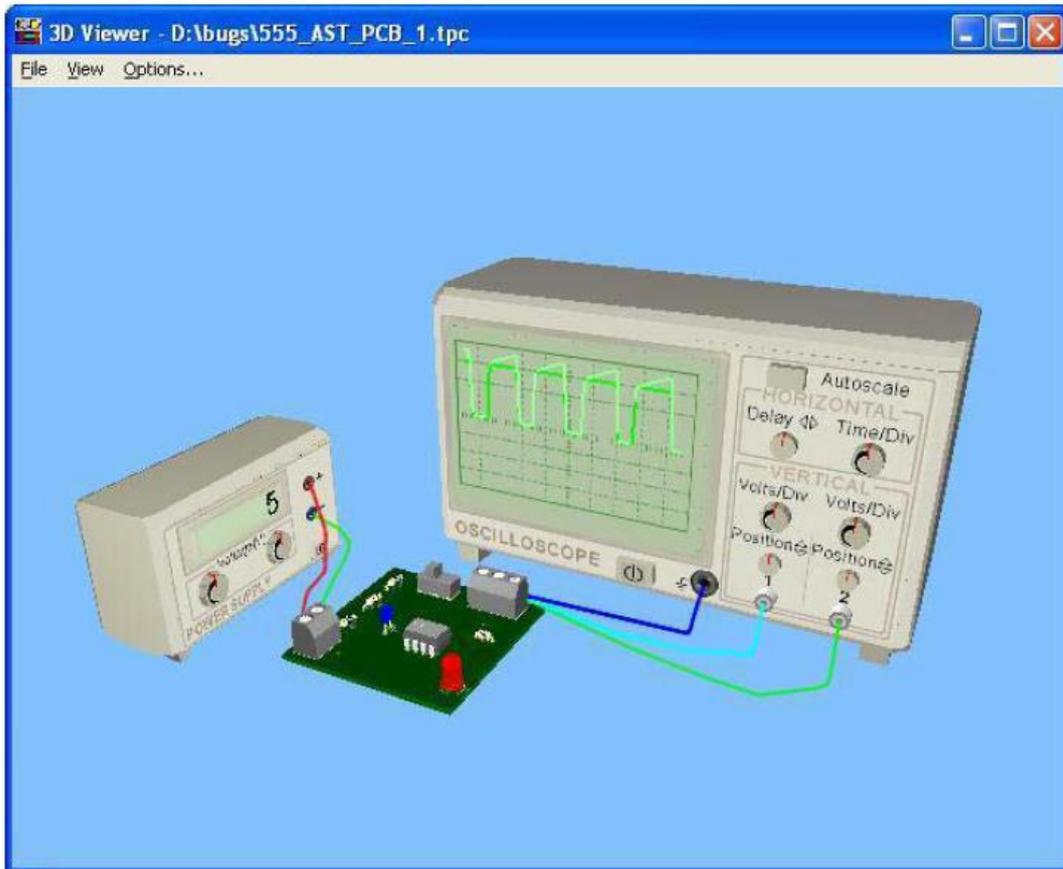
Если перевернуть плату вверх ногами (удерживая левую кнопку мыши над неиспользуемой областью и перемещая мышь), вы можете увидеть подключения проводов со стороны пайки печатной платы к осциллографу.

Обратите внимание, что вы можете использовать разъемы вместо пайки проводов непосредственно к печатной плате и подключить приборы через них. Добавив Header2 и Header3 (их можно найти под кнопкой Connectors на панели инструментов компонента Switches), вы можете выполнить соединение, показанное на рисунке ниже.

4.7 Создание печатной платы (PCB) в программе TINA

После того, как вы завершили свою схему, вы можете создать печатную плату для производства вашего проекта. Это легко сделать в TINA 7 и более поздних версиях, поскольку дизайн печатной платы является неотъемлемой частью программы.

Изучив несколько примеров, мы узнаем о процессе проектирования печатных плат.



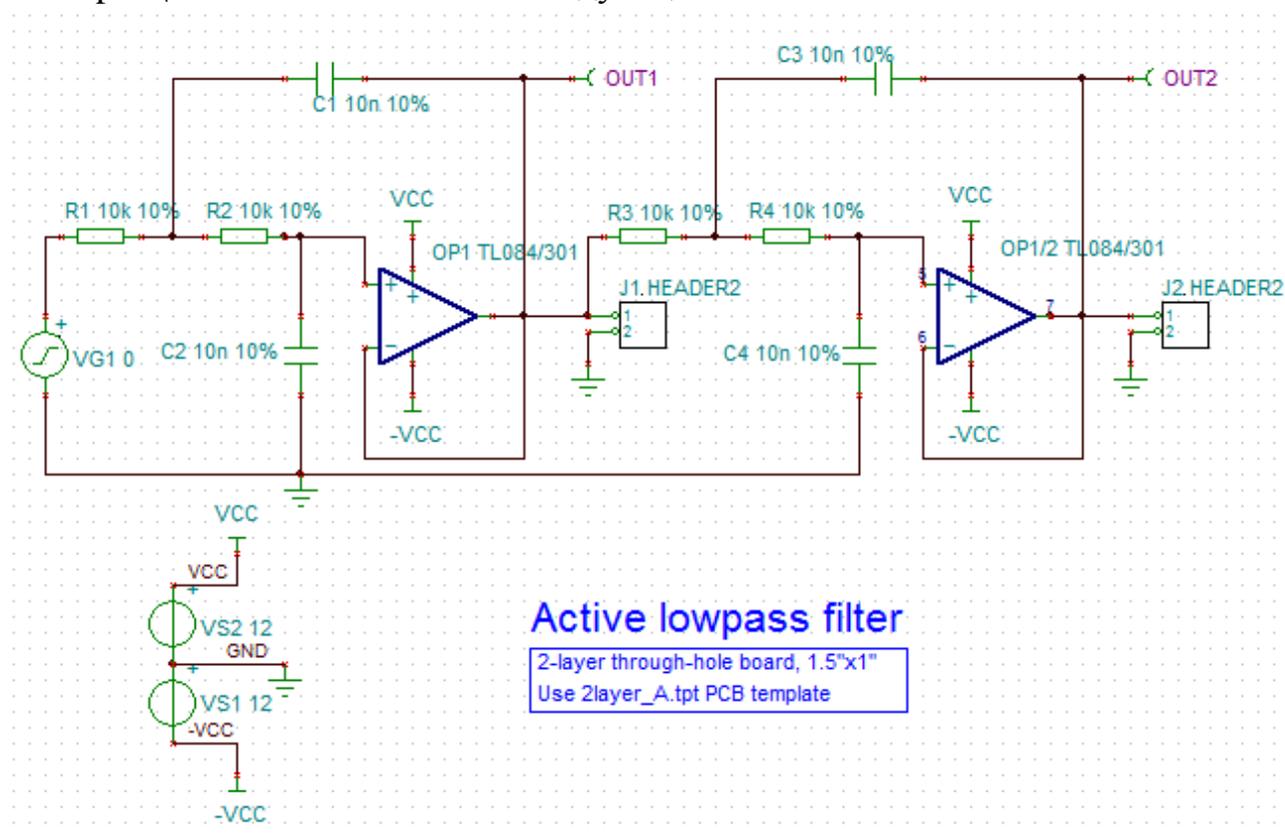
Файлы с разных этапов примеров проектирования были сохранены в каталоге TINA / PCB, используя следующие соглашения об именах:

*origin.tsc	Оригинальные схемные файлы
*.tsc	Схемные файлы с обратной аннотацией (после замены пин/затвор и перенумерации).
*placed.tpc	pcb file установки параметров проекта, размещения компонентов.
*routed.tpc	pcb file установки свойств цепи и трассировки
*finished.tpc	pcb file оптимальной замены пин/затвор и перенумерации, трассировки, настройки шелкографии, окончательной документации слоев

4.7.1 Настройка и проверка имен футпринтов

Футпринт (footprint) – это посадочное место, включающее контактные площадки и контур корпуса компонента.

Чтобы увидеть первый пример, откройте проект oramp2.tsc от TINA's Examples\PCB folder.. Появится следующая схема:



Самое главное в дизайне печатной платы - это то, что каждая часть вашей схемы должна иметь физическое представление с точным физическим размером. Это достигается посредством, так называемых, футпринтов – рисунков, которые показывают контур и контактные площадки компонента.

В названии посадочного места TINA в качестве отправной точки используется IPC-SM-782A (Стандарт для поверхностного монтажа и контактных площадок) и JEDEC стандарт JESD30C (описательная система обозначений для

пакетов полупроводниковых устройств). (См. [Http://www.jedec.org/download/search//jesd30c.pdf](http://www.jedec.org/download/search//jesd30c.pdf).)

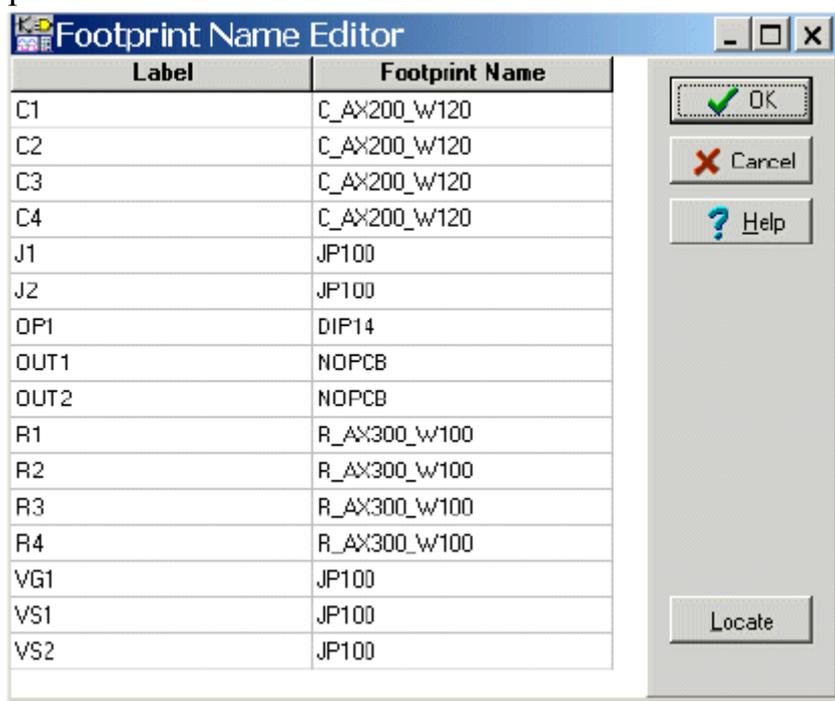
В TINA мы уже назначили по умолчанию имена футпринтов для всех частей, которые представляют действительные компоненты.

Примечание:

Некоторые компоненты, используемые для теоретических исследований (например, контролируемые источники) не представляют реальные физические компоненты, поэтому вы не можете их разместить на печатной плате. Если ваш дизайн содержит такие компоненты, замените их на реальные физические компоненты).

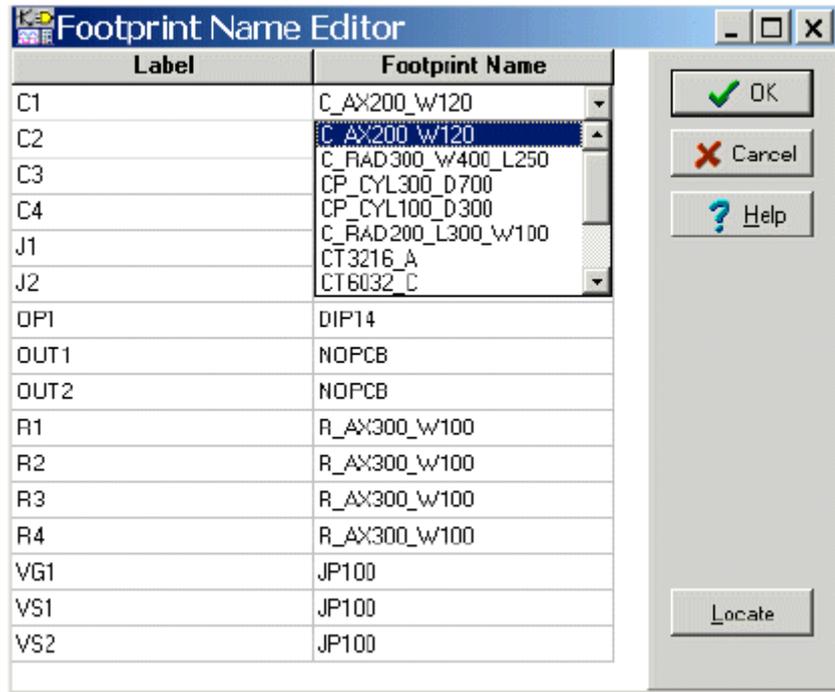
Разумеется, нет никакой гарантии, что физические представители компонентов те же, что и ваши в дизайне. Есть два способа проверить это.

1) Вы можете использовать TINA «Редактор имени футпринтов» (Footprint name editor), который вы можете вызвать в меню «Инструменты». В этом диалоговом окне вы видите все компоненты TINA и соответствующие названия футпринтов.



Нажав на поля имени footprint, вы можете выбрать доступные названия площадок. В диалоговом окне компоненты, которые ещё не имеют ассоциацию с именем footprint, будут обозначены красным цветом символов, а также «???» в поле имени footprint.

Обратите внимание, что, хотя на схеме есть 2 операционных усилителя, в списке footprint имеется только одна операционная система: DIP14 корпус, обозначенный OP1. Это связано с тем, что мы используем TL084 IC, который содержит 4 операционных усилителя. Поэтому оба наши операционные усилители находятся в одном корпусе.



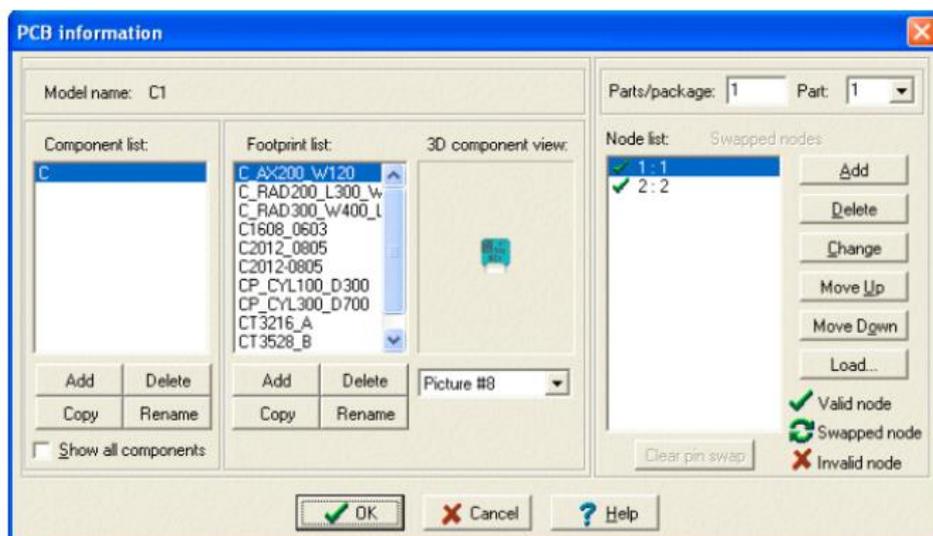
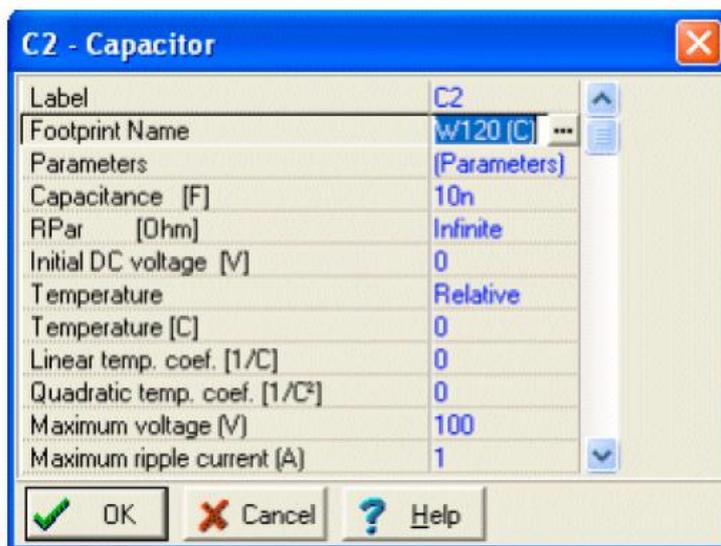
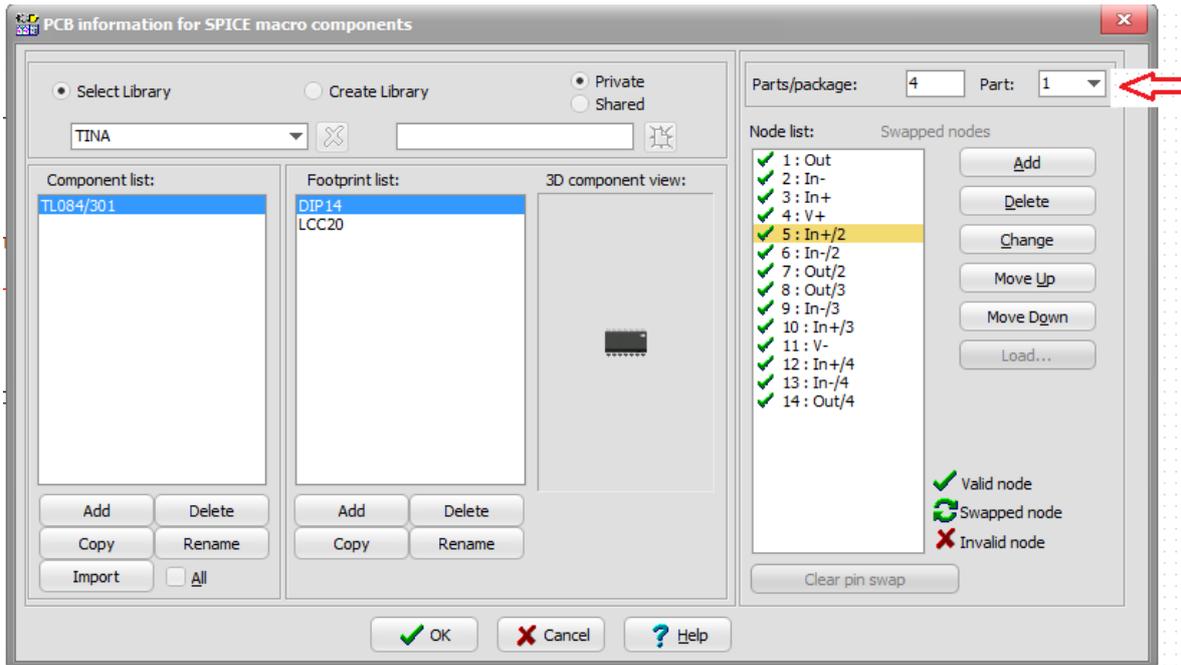
Это показано на этикетках операционных усилителей на схеме: OP1 и OP1 / 2. Если части находятся в одном корпусе, метки также должны быть одинаковыми. Обратите внимание, что второй, третий и четвертый операционные усилители имеют расширения к метке / 2, / 3 или / 4. Вы не должны устанавливать расширения / 2, / 3 или / 4 вручную, скорее, используйте "PCB information". Пример: дважды щёлкните для просмотра диалогового окна свойств.



Теперь щёлкните по строке Footprint и нажмите кнопку . Появляется диалоговое окно с PCB информацией, и вы можете выбрать номер каждой части в корпусе в поле «Часть» в верхнем правом углу ниже.

2) В качестве альтернативы вы можете дважды щёлкнуть по каждой части и проверить название футпринта в диалоговом окне свойств компонента.

Вы также можете нажать кнопку в строке имени Footprint и увидеть в диалоговом окне «Информация о печатной плате», где вы можете выбрать доступные названия площадок. Вы также можете увидеть трехмерный вид различных частей через поле просмотра 3D-пакета диалогового окна.



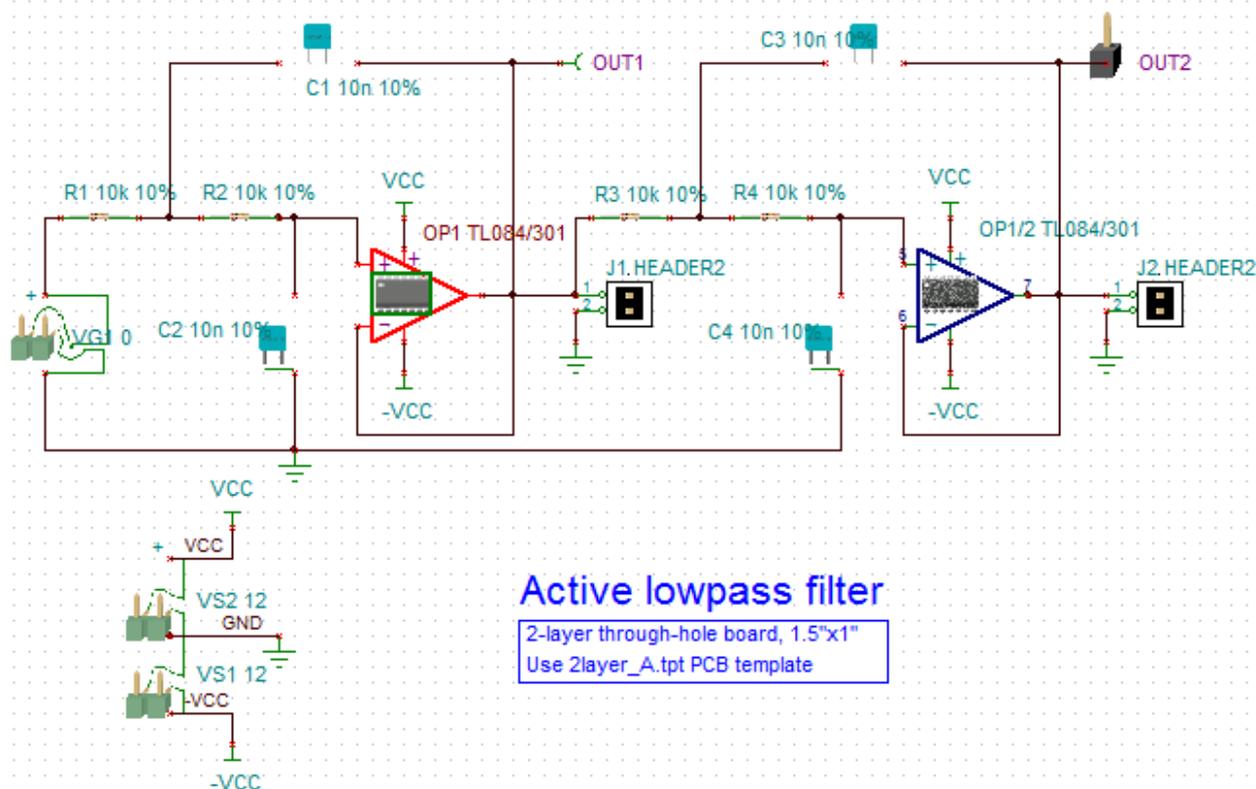
Если вы найдете нужное имя в списке, нажмите на него и нажмите ОК: вы вернётесь в диалоговое окно свойств компонента с выбранным именем footprint в строке имени Footprint. Для подтверждения изменения нажмите ОК в диалоговом окне свойств компонента ещё раз.

Если вы не найдёте нужное имя footprint, вы можете добавить новый с помощью кнопок «Добавить» диалогового окна «Информация о печатной плате».

Нажмите кнопку «Справка» для получения дополнительной информации. Когда все выглядит хорошо, вы можете сделать окончательную проверку,



нажав кнопку просмотра 2D / 3D. Будет появляться трехмерный вид этих компонентов, для которых физическое представление уже добавлено.



4.7.2. Вызов печатной платы TINA

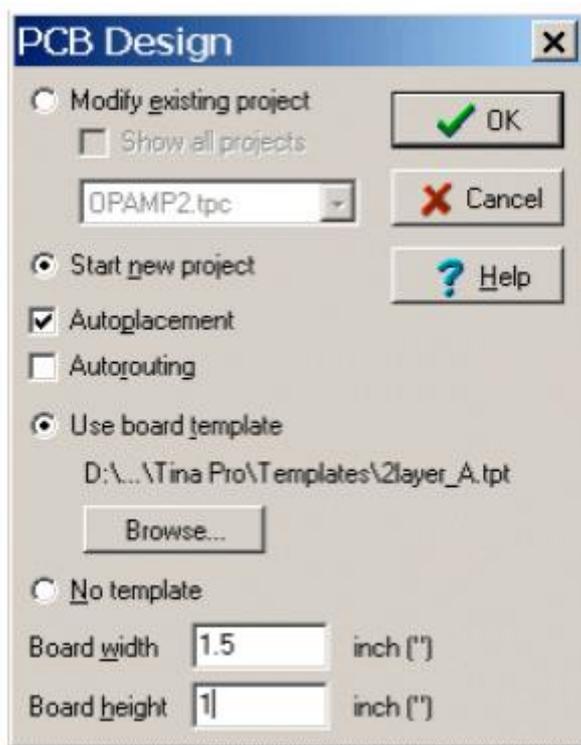
Как только каждый компонент будет иметь удовлетворительную ассоциацию физических частей, мы можем перейти к компоновке печатных плат. Для



этого нажмите кнопку на панели инструментов TINA (последний значок справа) или выберите «Команда PCB Design» в меню «Инструменты». Задайте элементы в PCB Design, как показано ниже.

Выберите «Начать новый проект», «Автовоспроизведение» и «Использовать шаблон платы».

С помощью кнопки «Обзор» найдите и выберите файлы шаблона 2layer_A.tpt из шаблонов TINA. Настройки подходят для двухсторонней печатной платы.



Если вы используете шаблон, вы должны установить уровень производственной сложности. Следующие три уровня технологии производства определяются стандартом IPC-2221.

Уровень А: общая сложность проектирования

Уровень В: умеренная сложность дизайна

Уровень С: высокая сложность дизайна

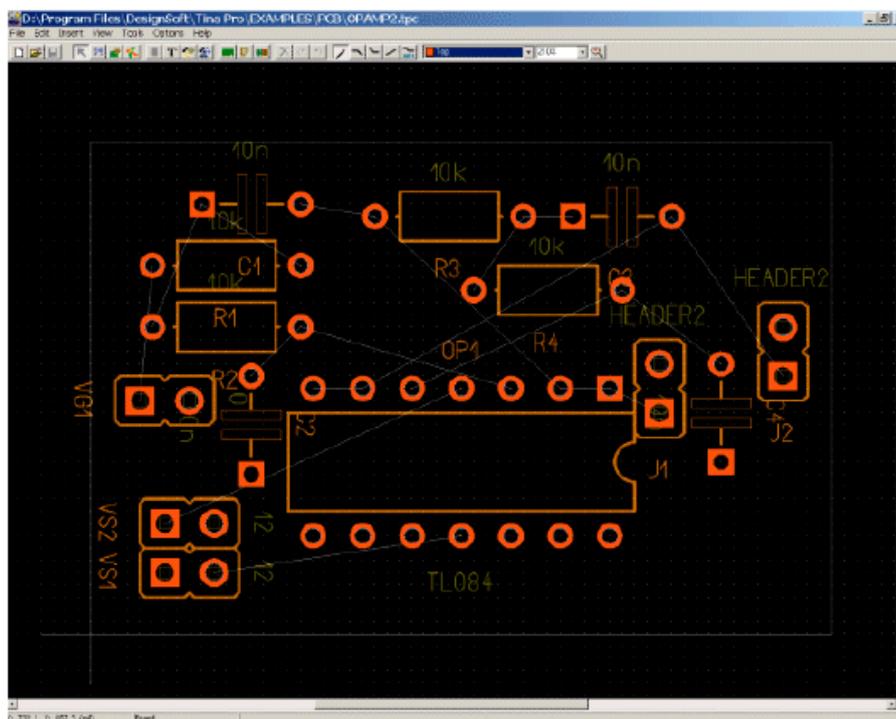
Файл шаблона указывает количество слоёв и их свойства: размер системной сетки, настройки автотрассировки, интервал и ширину дорожки. В состав PCB Designer входят следующие шаблоны:

	Level	Routing Layers	Plane Layers	Routing	Spacing	
1layer_A.tpt	A	1	-	25	12·1/2	Allows one track between standard DIP IC pin
2layer_A.tpt	A	2	-	25	12·½	
2layer_B.tpt	B	2	-	8·1/3	8·1/3	Use for SMT or mixed-technology board
2layer_B_nm.tpt	B	2	-	0.1	0.2	
4layer_C_nm.tpt	C	2	2	0.1	0.15	For moderate and high density SMT boards

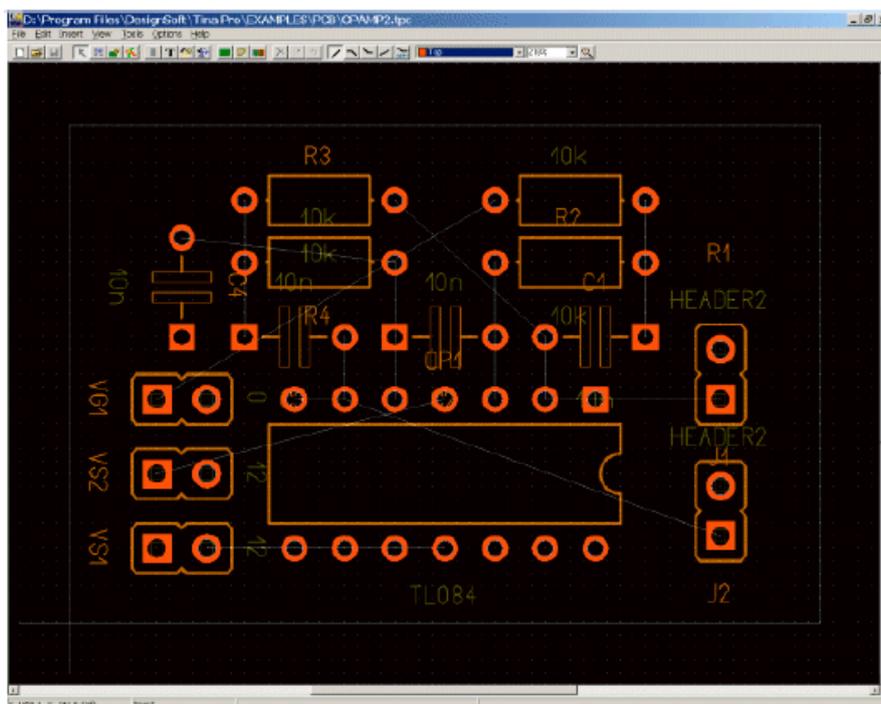
Вы можете выбрать шаблон печатной платы на основе технологии, плотности и шага упаковки.

Наконец, вы можете установить размер платы печатной платы в дюймах или мм в зависимости от настроек измерительного блока в режиме диалог (View/Options) параметров TINA.

Когда все будет установлено правильно, нажмите кнопку ОК и появится дизайн макета печатной платы со всеми автоматически размещёнными компонентами на печатной плате.

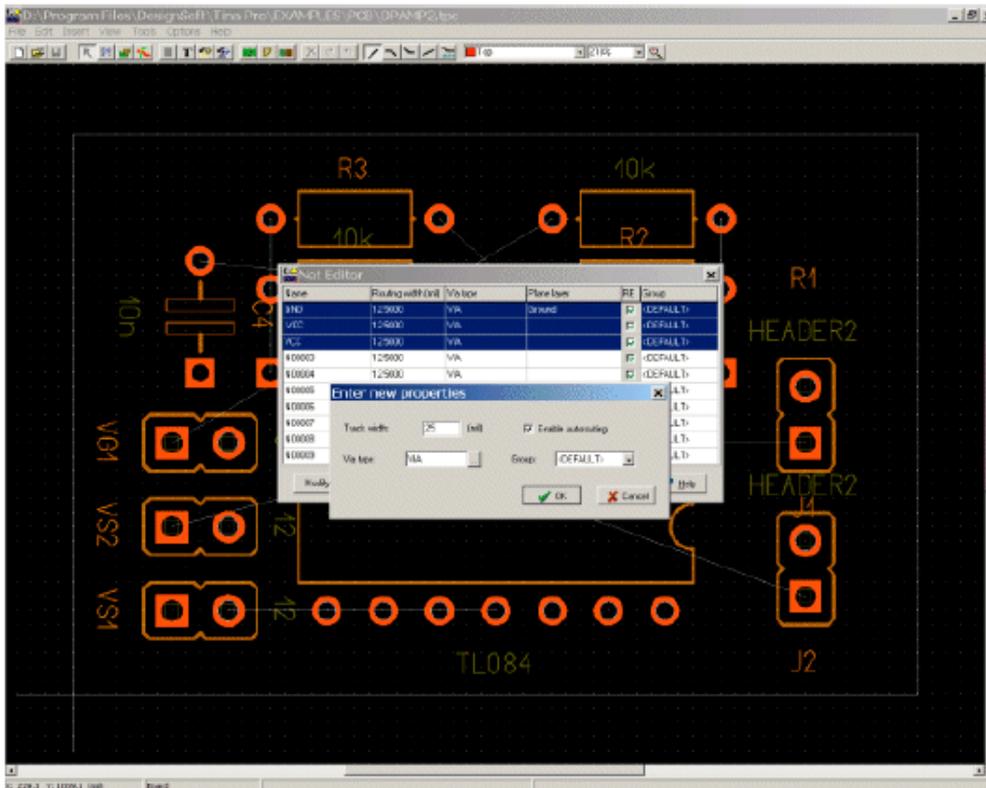


Теперь щёлкните и перетащите детали в новые позиции, как показано ниже. (Найдите «oramp2 place.tps», чтобы проверить ваши результаты.)

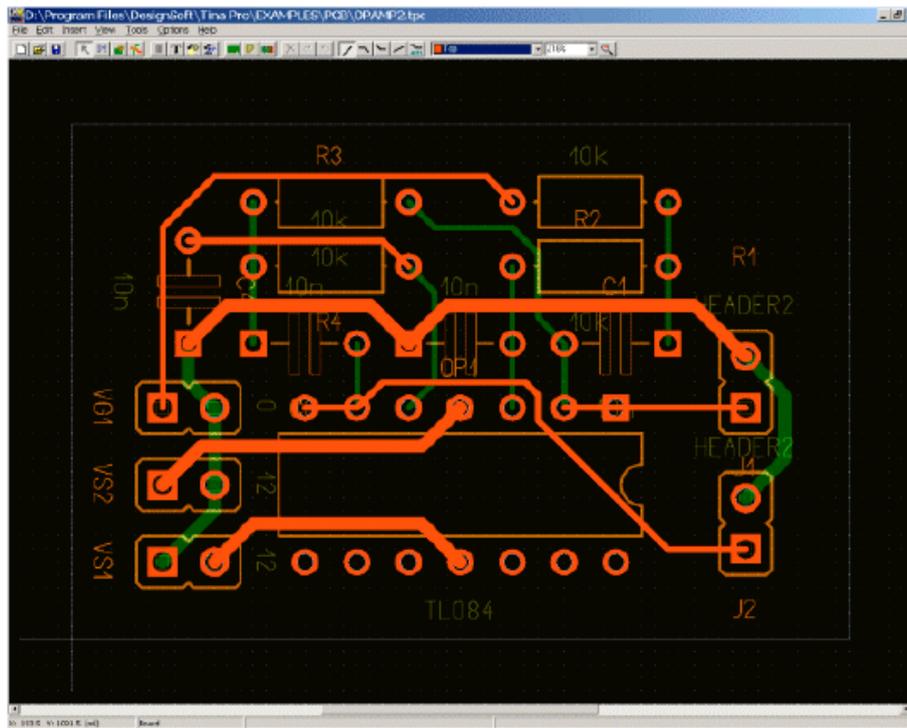


Нажмите F4, чтобы вызвать редактор Net и установить ширину маршрутизации сетей. Сначала нажмите «Изменить все» и введите 12.5 в поле «Ширина дорожки».

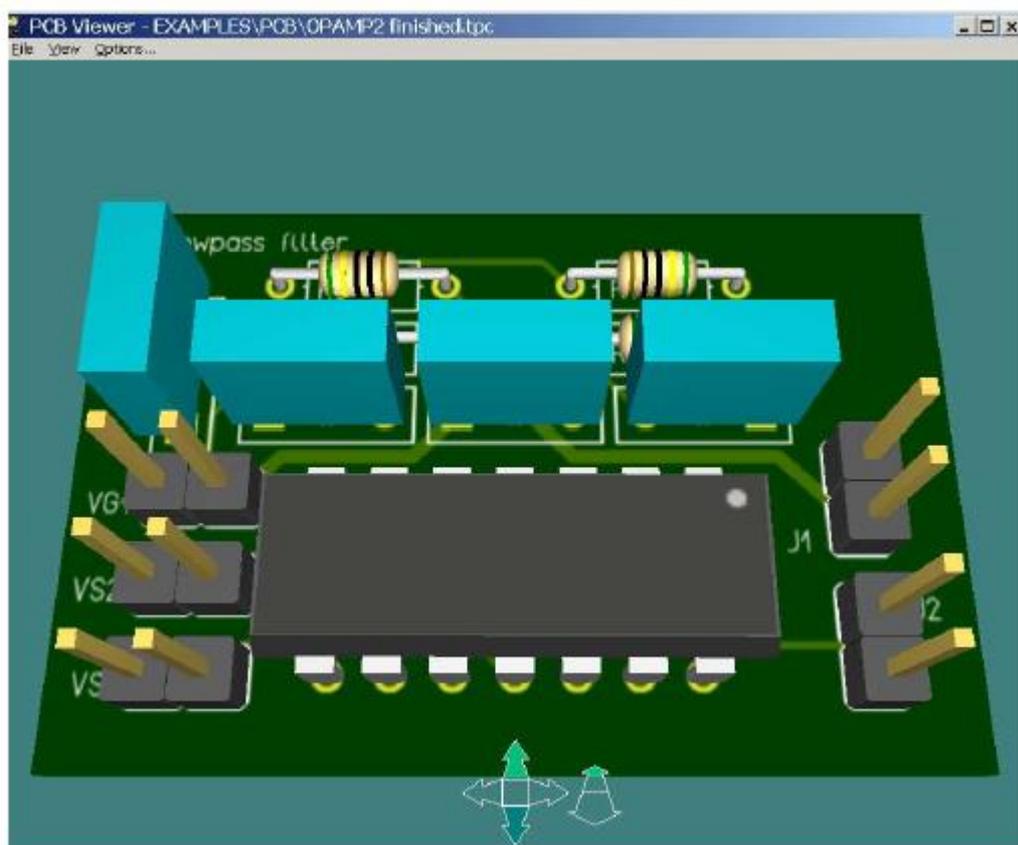
Затем выберите сетевые цепи (Земля, VCC, -VCC) и установите их ширину 25mil.



Чтобы автоматически маршрутизировать список соединений, нажмите кнопку F5 или выберите Команду «Автозагрузка» в меню «Сервис». Появится следующий экран:



Наконец, вы можете проверить свой дизайн в полном 3D. Для этого нажмите F3 или выберите «3D-вид» в меню «Вид». После некоторого расчета появится следующее окно.



Вы можете вращать 3D-модель, увеличивать и уменьшать масштаб с помощью элемента управления (стрелки вниз). Вы можете отобразить или скрыть эти стрелки с помощью меню «Параметры» с флажком «Использовать стрелки управления».

Вы также можете повернуть эту 3D-модель, щёлкнув мышью в любую точку, удерживая левую кнопку и перемещая мышь. Вы можете также переместить камеру вперёд или назад, чтобы увидеть весь дизайн или просто его часть более подробно. Чтобы переместить камеру, удерживайте правую кнопку мыши и переместите мышь.

После этого вы можете распечатать свой дизайн или создать Gerber файл для производителя.

Для печати используйте «Печать» в меню «Файл».

Чтобы получить файлы Gerber для направления в фотоплоттер, выберите «Экспорт Gerber» файл из меню «Файл». (Опция Gerber может быть изменена через настройки вывода Gerber в меню «Параметры».)

Этот пример содержит введение в использовании печатных плат макетов модулей TINA. Для получения более подробной информации, описание функции редактирования, создание многослойных печатных плат и т. д., см. Руководство по дизайну печатных плат TINA.

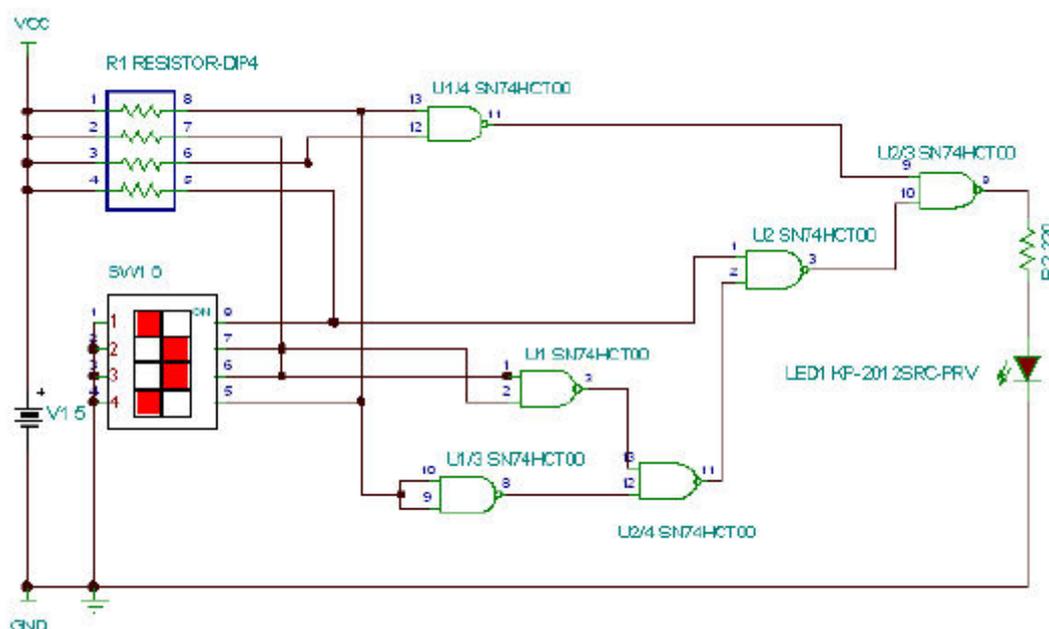
Мы также предлагаем вам изучить примеры в TINA EXAMPLES\PCB folder.

4.7.3. Несколько логических вентилях в одном пакете и их источник питания

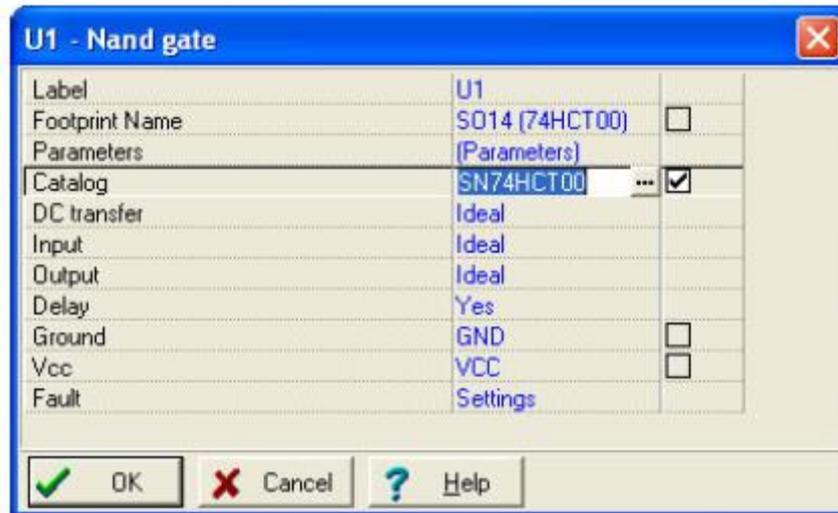
Чтобы упростить и уменьшить беспорядок на схемах, общепринято на практике не показывать контакты питания логических вентилях и интегральных схем (ИС, IC) на схематических символах. Аналогично, несколько (от двух до восьми, обычно) вентилях или операционных усилителей часто производятся в одном и том же корпусе IC.

Хотя эти упрощения не влияют на результат анализа цепи, правильная информация необходима для проектирования печатной платы. В этой разделе мы покажем, как управлять и решать эти проблемы.

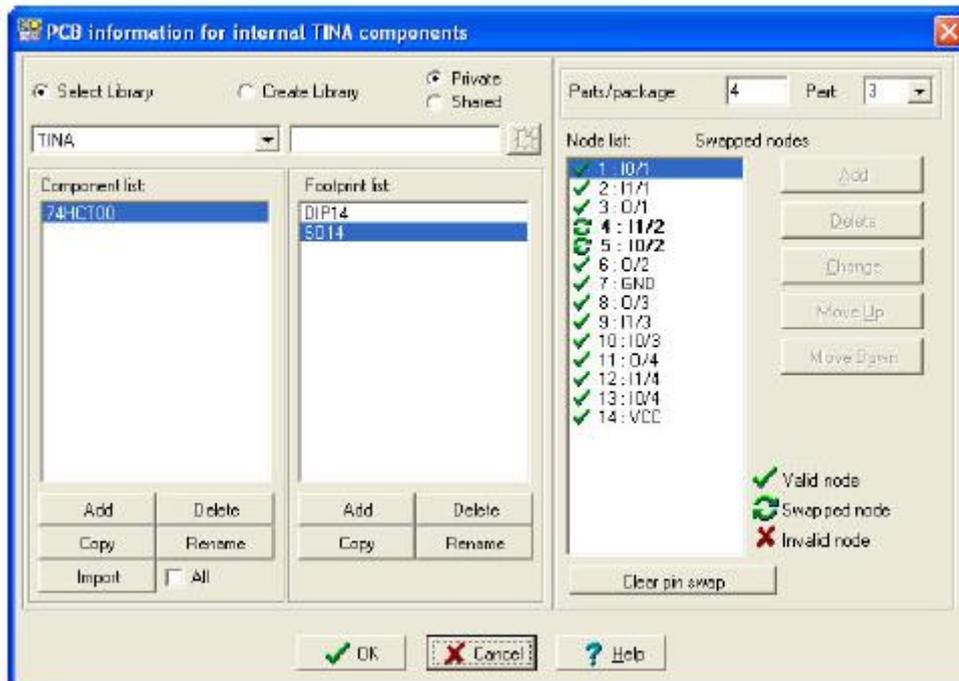
Рассмотрим следующую логическую схему, содержащую 6 вентилях NAND (EXAMPLES\PCB\Digital lock\Digilock.TSC):



Корпус SN74HCT00 содержит 4 вентилях NAND, но наша конструкция требуется 6 вентилях. Поэтому мы будем использовать 2 корпуса с маркировкой U1 и U2. В корпусе U1 мы используем все 4 вентилях, а в корпусе U2 мы будем использовать только 2 из них. Вентилях в одном корпусе помечены как U1, U1 / 2, U1 / 3, U1 / 4 соответственно. Нумерация вентилях определяется в диалоговом окне информации о компонентах печатных плат. Например, давайте посмотрим назначение 3-го затвора в корпусе U1 на печатной плате в информационном диалоге PCB. Дважды щёлкните по затвору U1 / 3 внизу схемы. Появляется диалог свойств компонента.



Нажмите на строку имени Footprint и нажмите кнопку . Появится диалоговое окно с информацией PCB.



Назначение частей / корпусов в верхней правой части диалогового окна показывает, что корпус содержит 4 затвора, и мы используем третий.



Используя поле справа, вы можете выбрать любой из 4 экземпляров из NAND-вентилей. Будьте осторожны, чтобы не использовать одни и те же вентили больше, чем один раз.

В этом разделе мы обсудим назначение выходов источника питания к контактам питания компонента. В поисках упрощения, меньшего захламления схемы, силовые контакты обычно не отображаются, но могут быть видимыми, когда компонент открывается. Обычными именами являются VCC для положи-

тельного напряжения источника питания и GND для заземления и отрицательного напряжения питания мощности. И обычно значение VCC составляет + 5В. Хотя в последнее время, все больше и больше IC (например, чипы DSP, FPGA и процессоры) требуют 2 или даже 3 разных «VCC». Изучите листы описания данного чипа или свойства компонентов и обязательно отметьте правильно положительные метки. Вы можете получить сеть для + 5V VCC, другую сеть для + 3.3V VCC и, возможно, даже сеть для + 1.8V. Вы можете использовать основное определение VCC как + 5V, переключку с меткой + 3.3V и другую переключку с надписью + 1.8V. Переключки в TINA также полезны для компонентов, где схематические символы не содержат штырьки источника питания.

Изучим соединения Ground и VCC в диалоговом окне свойств пакета U1.

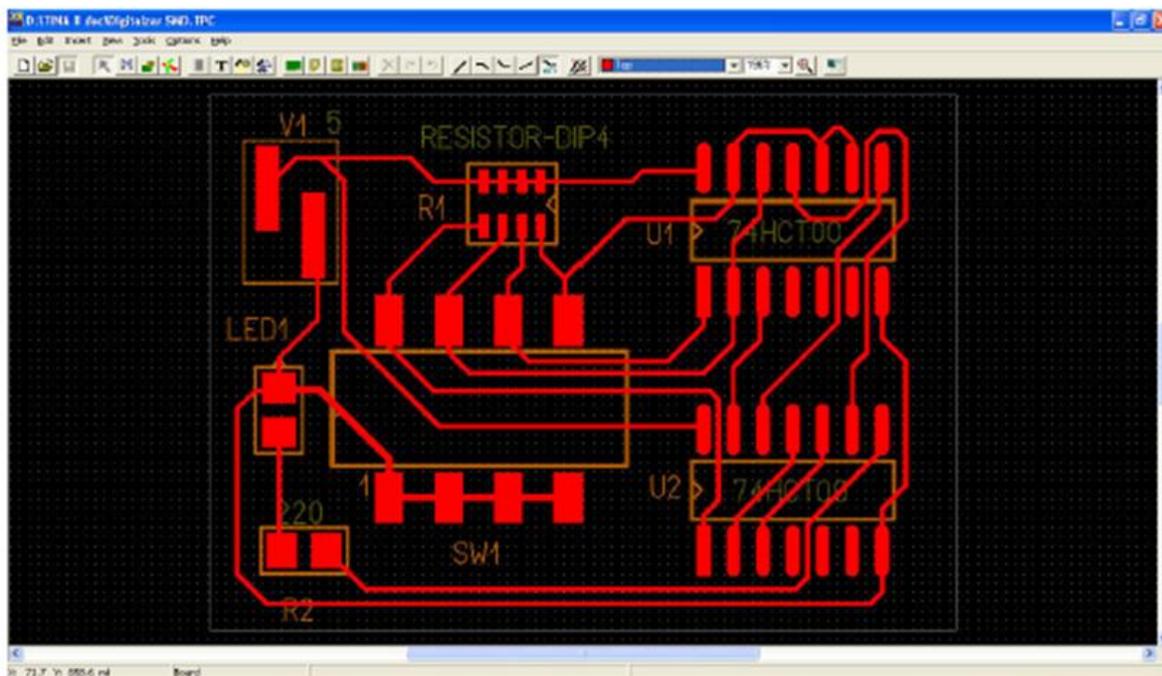
Ground	GND
Vcc	VCC

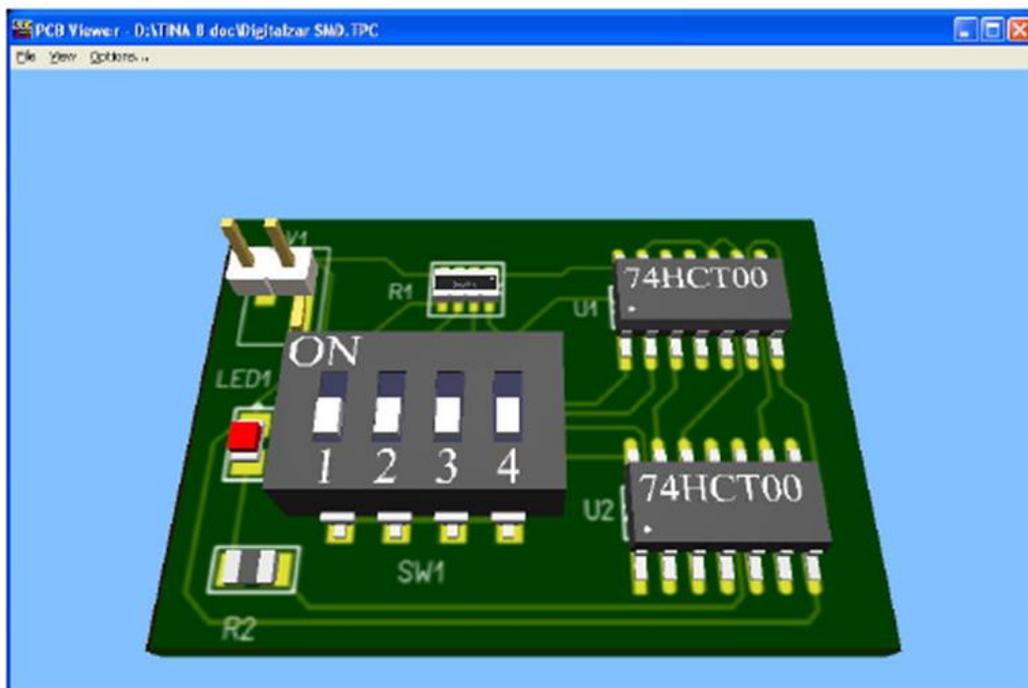
Вы найдёте (в левой части схемы) переключки с теми же именами GND и VCC, что и в диалоговом окне свойств выше, устанавливающие соединения с корпусом и узлами схемы, куда переключки подсоединены.

Обратите внимание, что если поля Ground и VCC компонента оставлены пустыми, TINA автоматически подключит их к земле и + 5 В.

ВАЖНО: поля *Ground* и *VCC* для всех компонентов, даже элементов в том же корпусе, должны быть заполнены, если их требуемое напряжение отличается от значения по умолчанию (+ 5 В).

Наша завершённая компоновка печатной платы и ее трехмерный вид выглядят следующим образом:





4.7.4 Маршрутизация дифференциальной пары

Маршрутизация дифференциальной пары в большинстве случаев является методом проектирования топологии, чтобы создать сбалансированную линию передачи для передачи дифференциальных сигналов.

Вы можете узнать о маршрутизации дифференциальной пары в TINA в примере ниже. Пример содержит только критические сигналы высокоскоростного соединения USB 2.0.

Откройте и изучите следующую схему (высокоскоростной USB-сигнал соединения (high-speed USB signal connection.TSC), включенный в папку Examples\PCB TINA.

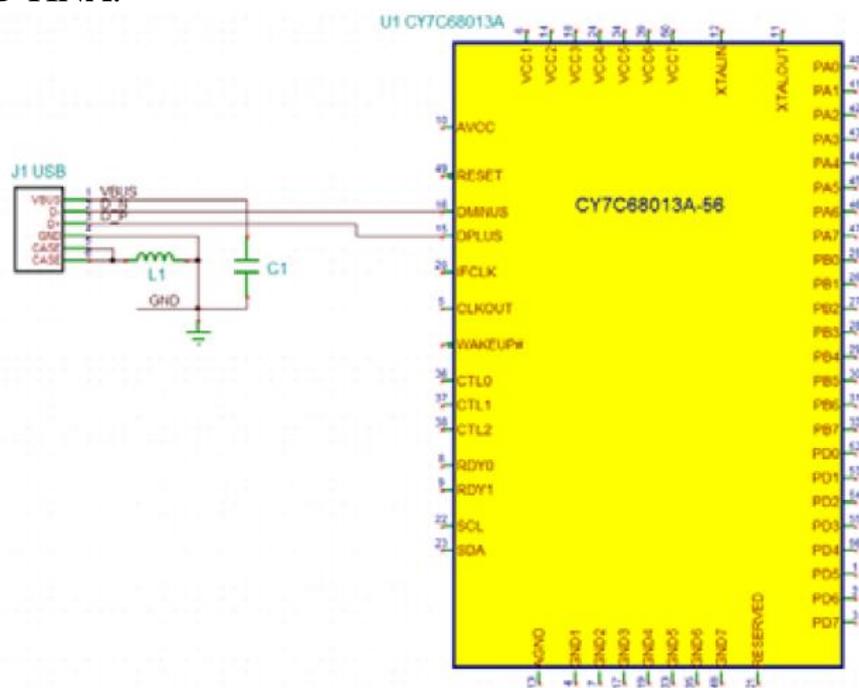


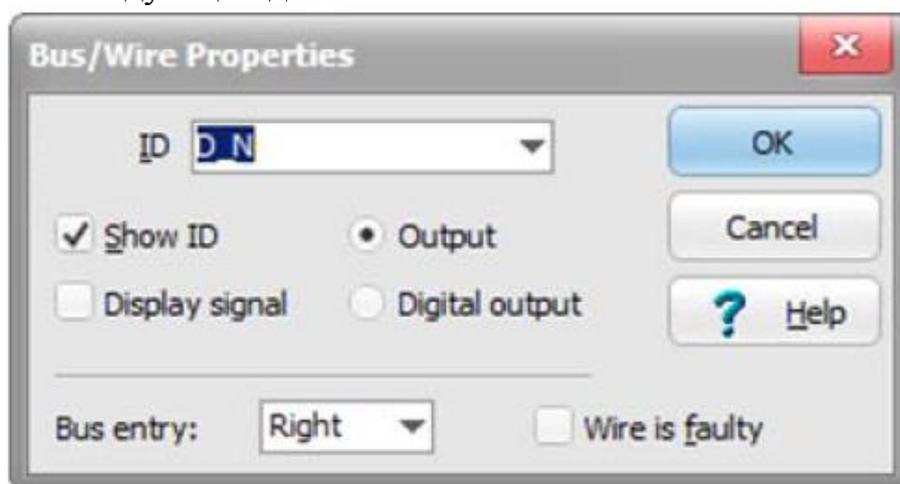
Схема подключает контроллер USB-устройства Cypress CY7C68013A к разъему USB.

Контролируемый дифференциальный импеданс линий передачи данных (D +, D-) важен при проектировании печатной платы USB 2.0. Дифференциальный импеданс должен соответствовать дифференциальному импедансу USB-кабеля, который составляет 90 Ом для сигнальной пары согласно стандарту.

Дифференциальная пара определена на схеме путем обозначения провода ID с постфиксом _N и _P каждого провода пары.

Дважды щелкните провод между D - на J1 и DMINUS на U1.

Появится следующий диалог.



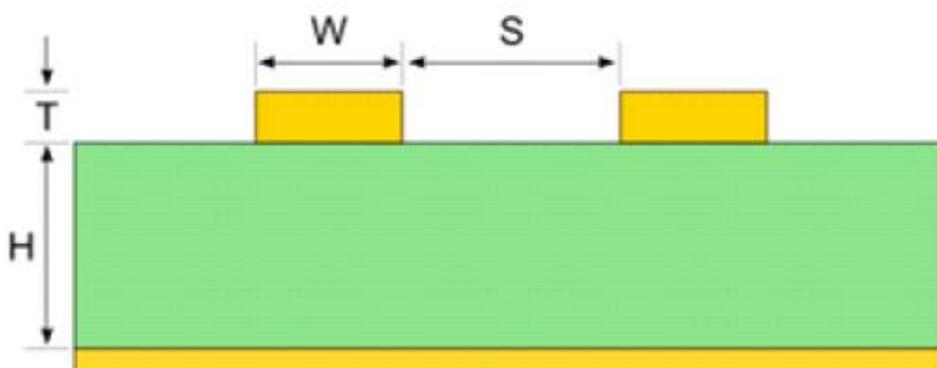
Проделайте то же самое с соединением провода D +, чтобы проверить название провода.

Примечание.

Параметр Показать идентификатор (Show ID) должен быть включен для программы отображения значения ID.

Важно знать, что TINA PCB будет проинформирована об имени цепей, которые являются членами определённой пары.

Но прежде чем вы войдёте в этап проектирования печатной платы, вы должны рассчитать геометрические параметры кромочной микрополоски, физическое изображение дифференциальной пары на разводке.



Для точных значений S и W предположим, что мы должны маршрутизировать четырехслойную печатную плату со следующей структурой, которая определяет значение H и T .

Layer	Слой	Thickness μm	Толщина	Material	Материал
SMT		20		Solder Mask	
TOP		18		Copper Plating	
TOP		18		Copper Foil	
		380		Prepreg	
GND		35		Copper	
		760		Core	
POWER		35		Copper	
		380		Prepreg	
BOT		18		Copper Foil	
BOT		18		Copper Plating	
SMB		20		Solder Mask	

Теперь, с помощью интерпретатора TINA и некоторых из вышеперечисленных постоянных значений, вы можете оценить дифференциальный импеданс.

Дважды щелкните прямоугольник под символом MCU на схеме, и появится окно интерпретатора.

```

Interpreter - <noname.ipr>
File Edit Run Settings Help

(Example track widths calculation with GND plane under track on a 4 layer board)
(Edged-coupled microstrip impedance on top layer)

Function mmtomil(x):
begin
mmtomil:=x/25.4*1e3;
end;

er:=4.6
H:=mmtomil(0.38) (height of signal trace above the ground plane)
W:=mmtomil(0.38) (width of traces)
T:=mmtomil(0.036) (10z) (thickness)
S:=mmtomil(0.15) (trace spacing)

(TINA PCB options)
(track width, mil)
W=[14.9606]
(track distance, mil)
S=[5.9055]

f1:= W/H (0.1 < f1 < 3.0)
f1=[1]
f2:= S/H (0.2 <= sz2 <= 3.0)
f2=[394.7368m]

(Z0: impedance of one microstrip over the plane)
Z0:=(87/sqrt(er+1.41))*ln(5.98*H/(0.8*W+T))
(Zdiff: differential impedance of the edge-coupled microstrip)
Zdiff:= 2*Z0*(1-0.48*exp(-0.96*S/H))

Zdiff=[90.5246]

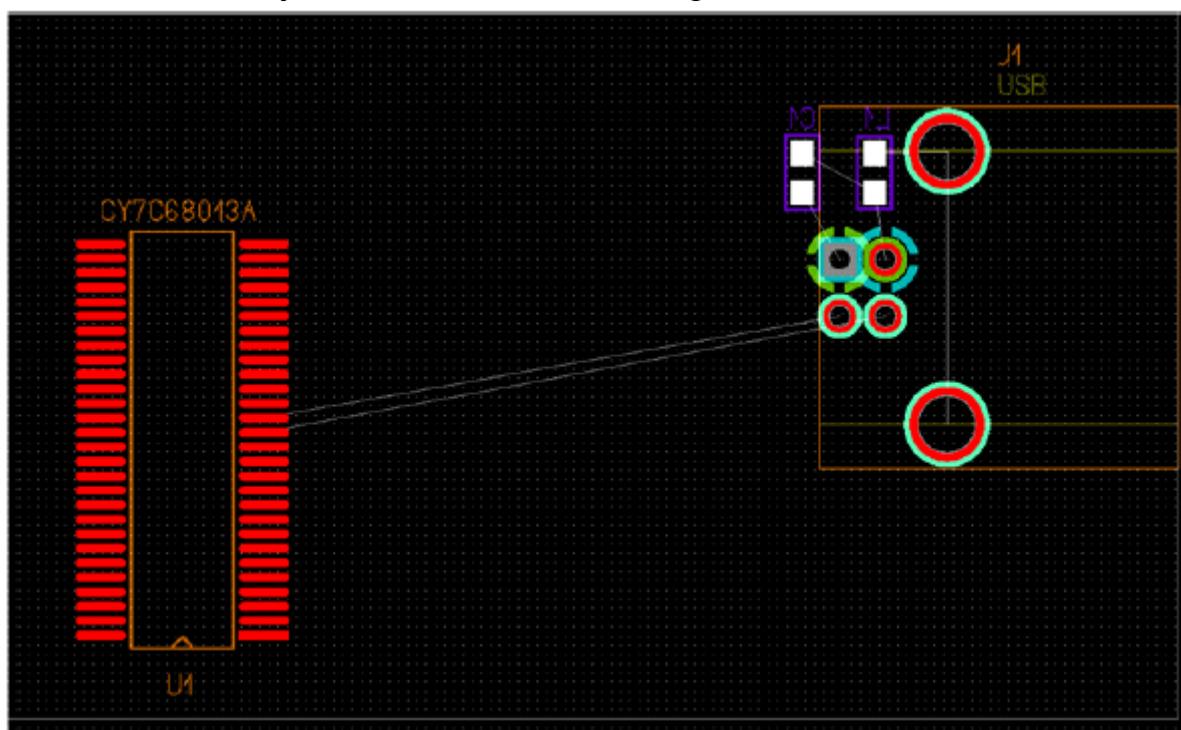
Line:31 Col:1 Successfully compiled Editing commands
  
```

В скрипт включены формулы расчёта дифференциального импеданса для выбранных параметров дифференциальной пары W, S. Если вы измените любой из входных параметров, нажмите кнопку Run, чтобы пересчитать значение Zdiff, которое должно оставаться в пределах 10% от 90 Ом.

Примечание: с толщиной 35 мкм (1 унция) в верхнем слое, если вы выберете расстояние между дорожками 0,15 мм (6 мил) и ширину края 0,38 мм (15 мил), тогда расчёт даёт дифференциальный импеданс 90,52 Ом, который будет приемлемым.

Теперь, когда вы дважды проверили схематический дизайн, нажмите кнопку PCB Designer, подтвердите настройки в поле диалогового окна PCB Design и нажмите ОК.

Появится следующий дизайн платы без разводки.

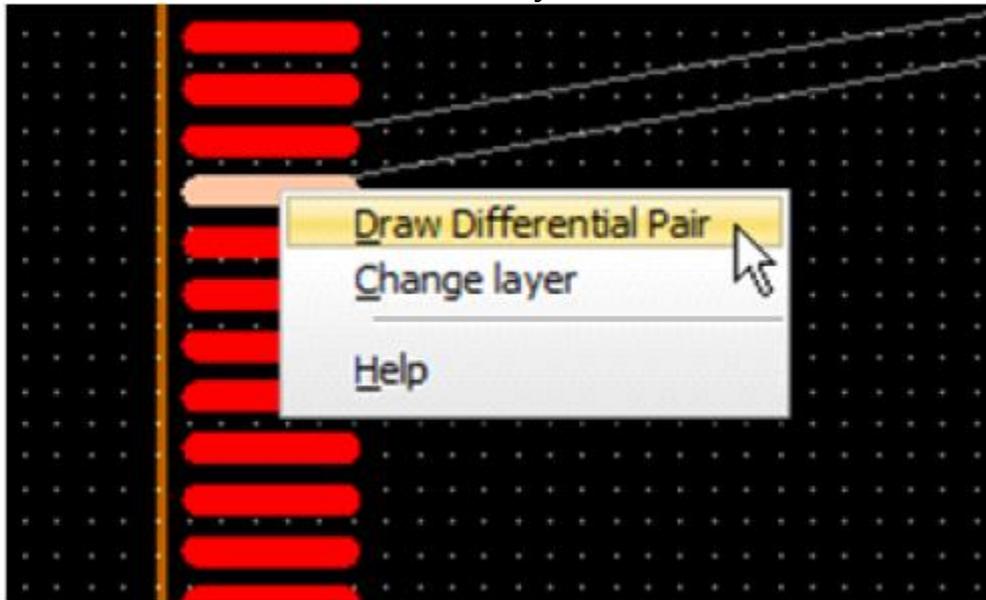


Проверьте настройки редактора списка соединений (Tools / Footprint Editor) и установите 15 мил. значение ширины трассировки для цепей дифференциальных пар D_N и D_P.

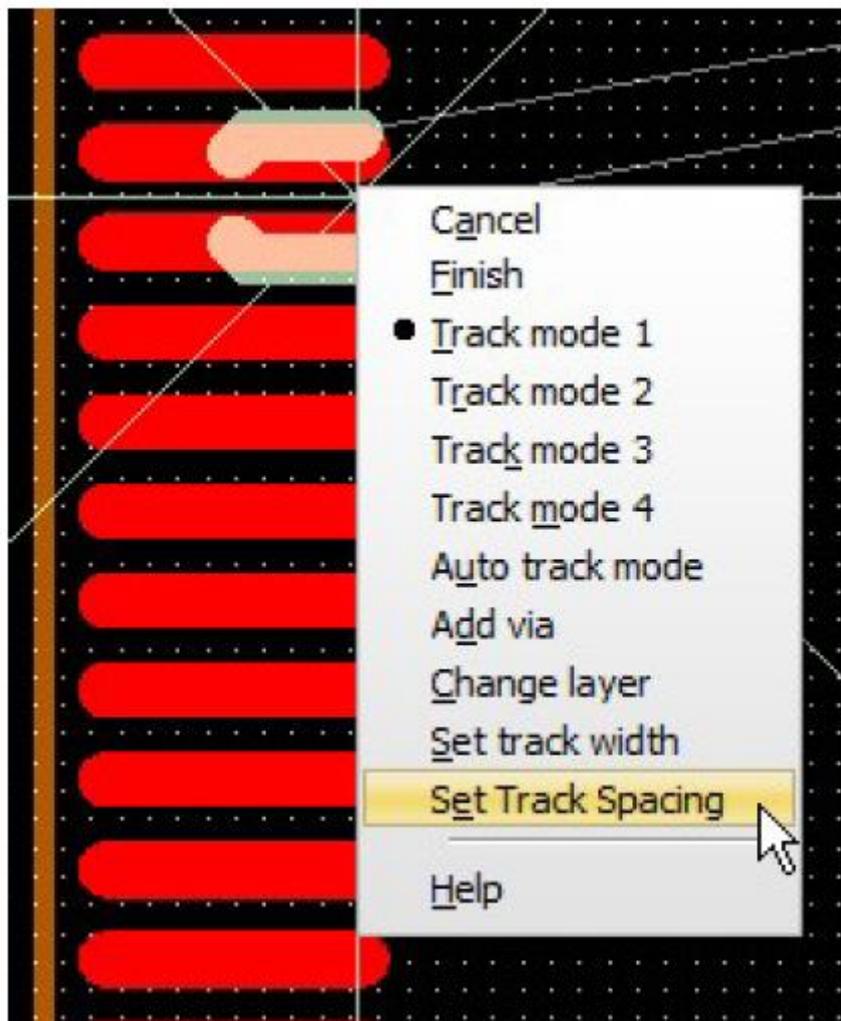
(Примечание: Конструкция наследует единицы mil от редактора схем. См Просмотр /Параметры редактора (View/ Editor Options.))

Name	Routing width	Via type	Plane layer	Routing layers	RE	Group
GND	6.0000	VIA	Ground	All	<input checked="" type="checkbox"/>	<DEFAULT>
VBUS	6.0000	VIA	Power	All	<input checked="" type="checkbox"/>	<DEFAULT>
D_N	15.0000	VIA		All	<input checked="" type="checkbox"/>	<DEFAULT>
D_P	15.0000	VIA		All	<input checked="" type="checkbox"/>	<DEFAULT>
N00002	6.0000	VIA		All	<input checked="" type="checkbox"/>	<DEFAULT>

Теперь выберите режим рисования дорожек и щёлкните правой кнопкой мыши вывод DPLUS MCU. Появится следующее всплывающее меню.

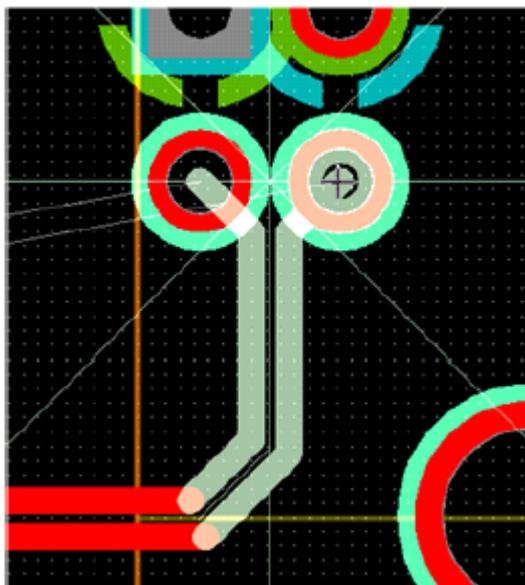


Выберите *Draw Differential Pair* и снова щелкните правой кнопкой мыши, чтобы выбрать *Set Track Spacing*.

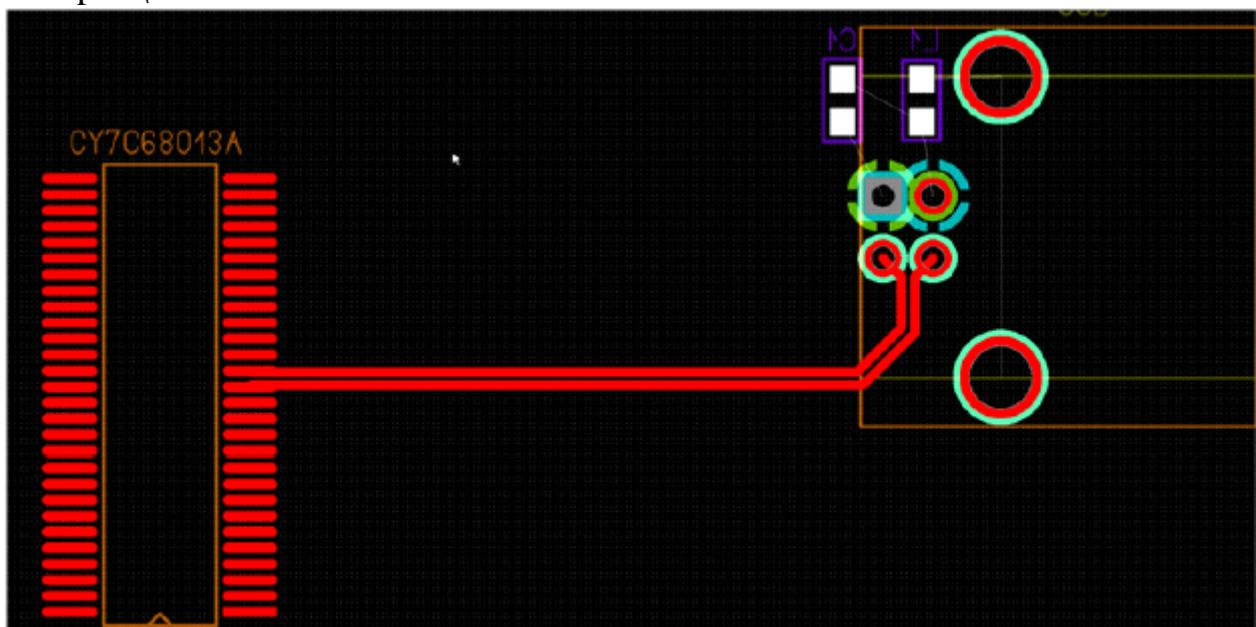


Установите значение интервала на 6 мил и снова щелкните правой кнопкой мыши, чтобы выбрать Track. mode 3.

Теперь вы можете подключить дорожки дифференциальной пары к разъему USB, в то время как PCB Designer поддерживает свойства расстояния и дорожки.



После этого вы получите следующий или похожий макет маршрутизации высокоскоростного соединения USB-сигнала. Файл TSC включен в Папку Examples\PCB TINA.



4.7.5 Создание шин в редакторе схем и конструкторе печатных плат TINA

TINA PCB предоставляет инструмент, помогающий прокладывать маршруты для шин, то есть сигналы данных или другие совокупности сигнальных дорожек, сгруппированные вместе с таким же расстоянием и шириной.

Шинные соединения в редакторе схем TINA автоматически переведены в треки типа подключения к шине в конструкторе PCB, поэтому когда вы начинаете рисовать шины в дизайне печатной платы, все дорожки стянуты. Маршрутизация шины должна выполняться вручную.

Мы продемонстрируем создание шин на примере ниже.

Давайте изучим следующую схему (передатчик тестера кабеля Ethernet. TSC) находится в папке Examples\PCB TINA.

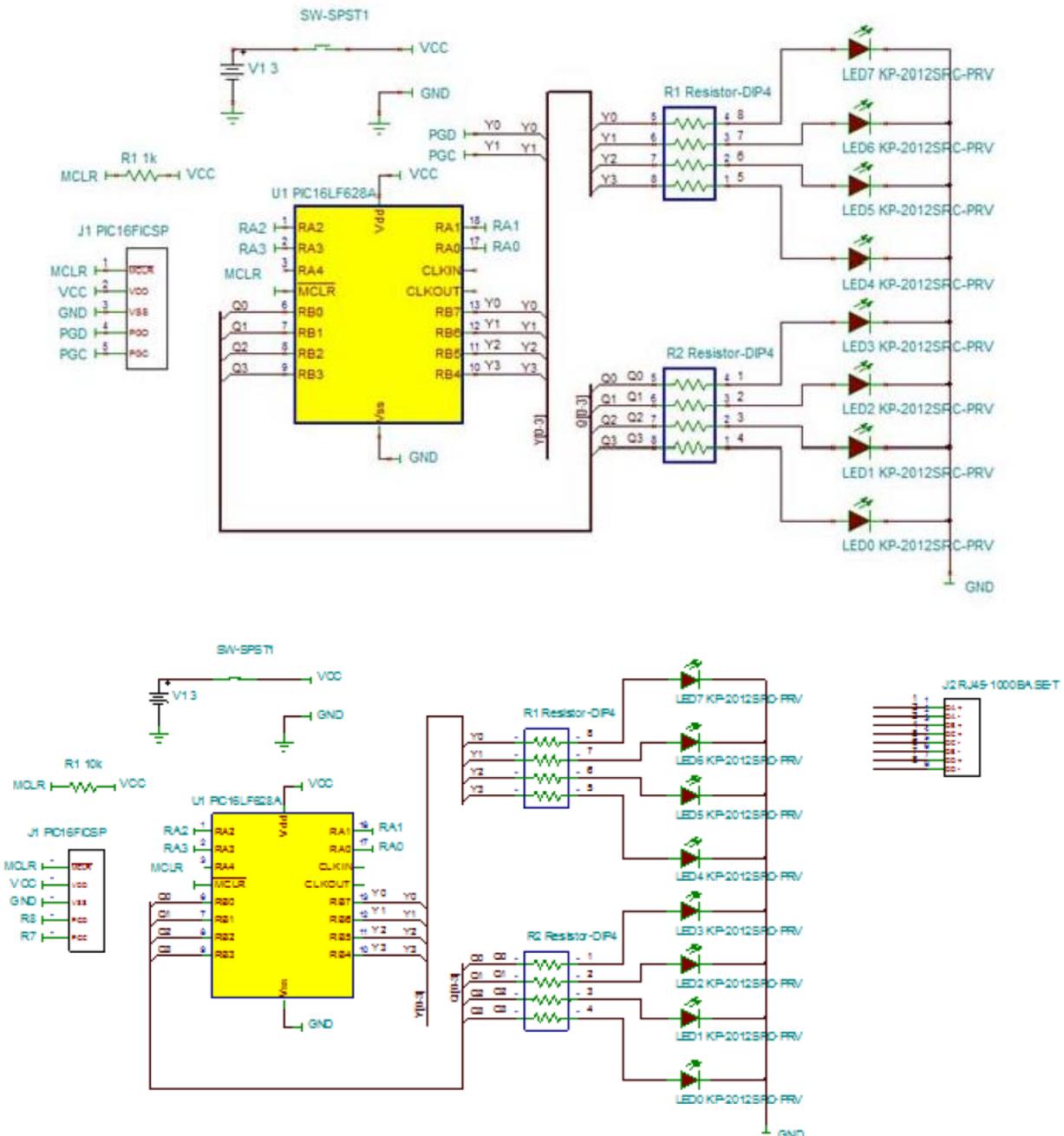


Схема уже включает две шины с названиями Q и Y, нарисованные с помощью толстой линии.

Удалите шину Q, работающую внизу схемы, выделив её щелчком и нажав Del, а также удалите соединительные провода.

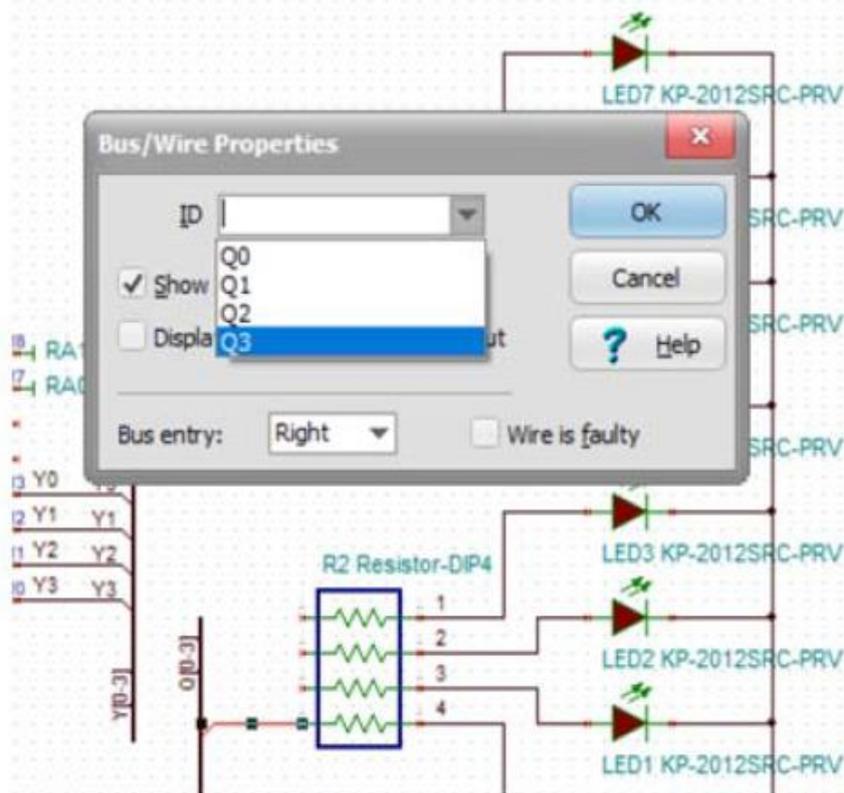
Теперь воссоздайте эту шину и ее соединения следующим образом.

Начните рисовать шину, выбрав команду Bus в меню Insert или с помощью горячей клавиши Ctrl B. Нарисуйте шину так же, как рисуют провода, щелкнув первую точку, переместив мышь и затем щелкнув по конечной точке.

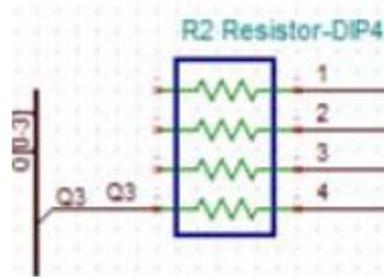
Дважды щелкните шину и в диалоговом окне свойств установите ее свойства как Q [1-4]. Это означает, что имя шины - Q, и она содержит 4 строки данных. Нажмите ОК.



Теперь подключите шину к цепи, используя провода, начиная с узлов цепи резисторов и заканчивая шиной. Дважды кликните по соединительным проводам, установите их ID из раскрывающегося списка, и нажмите ОК.



ID провода появится на проводе.

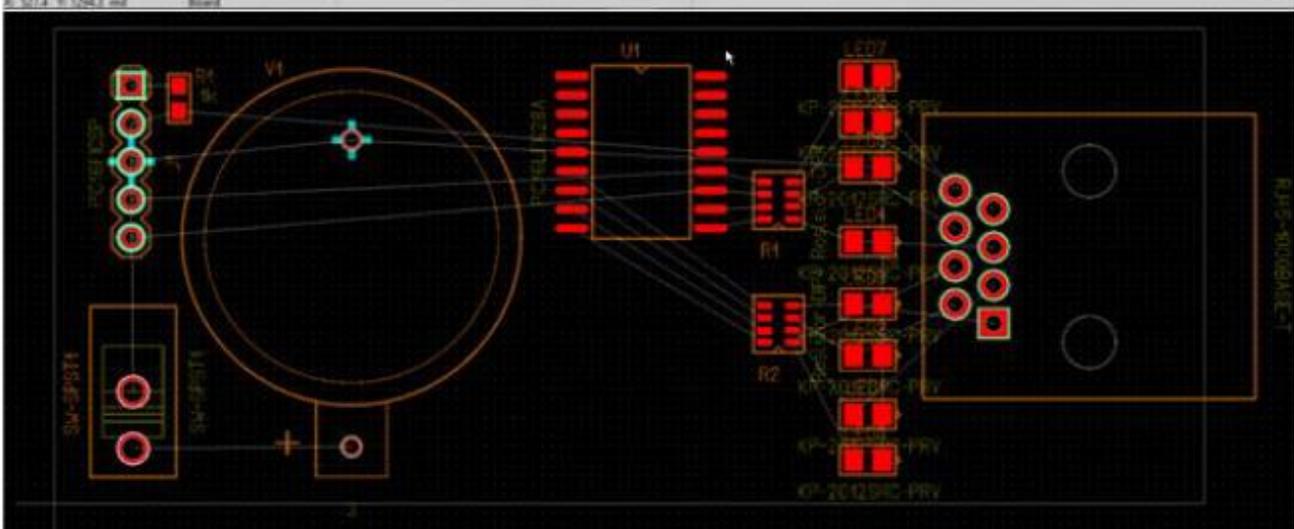
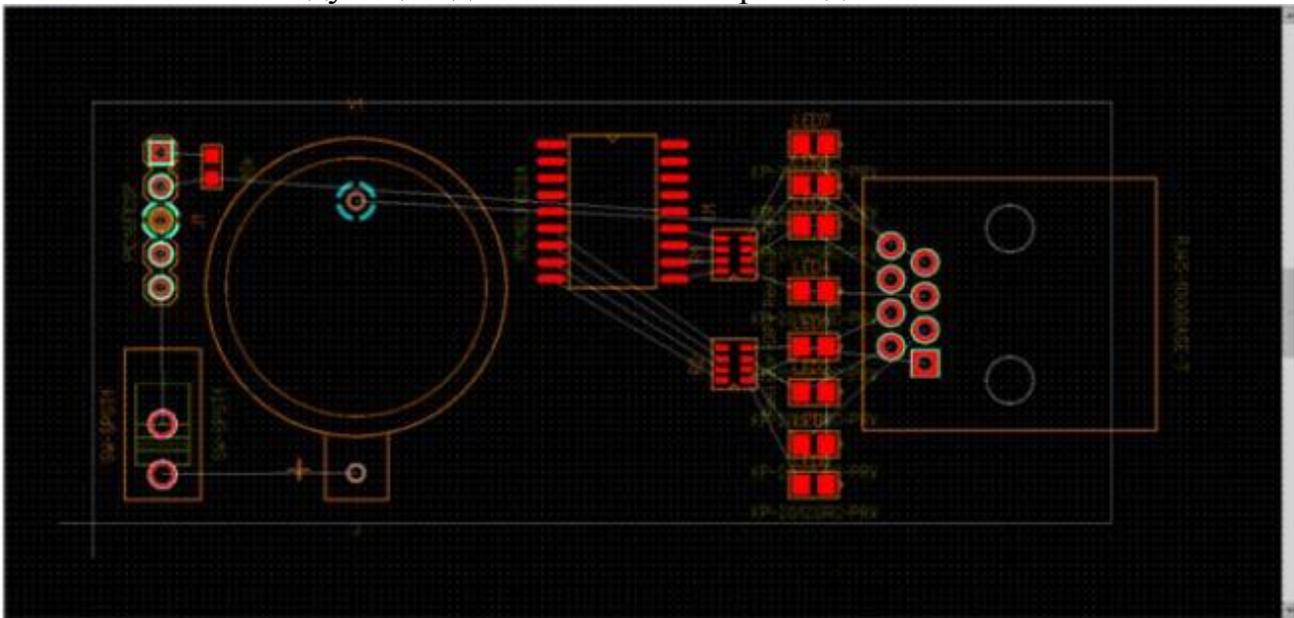


Проделайте то же самое для всех 4-х проводов в цепи резисторов и со стороны PIC.

Теперь вы воссоздали шину. Постройте макет печатной платы.

Нажмите кнопку PCB, подтвердите настройки в поле диалогового окна PCB Design и нажмите ОК.

Появится следующий дизайн платы без разводки.



Щелкните правой кнопкой мыши контакт RB7 MCU. Появится следующее всплывающее меню:

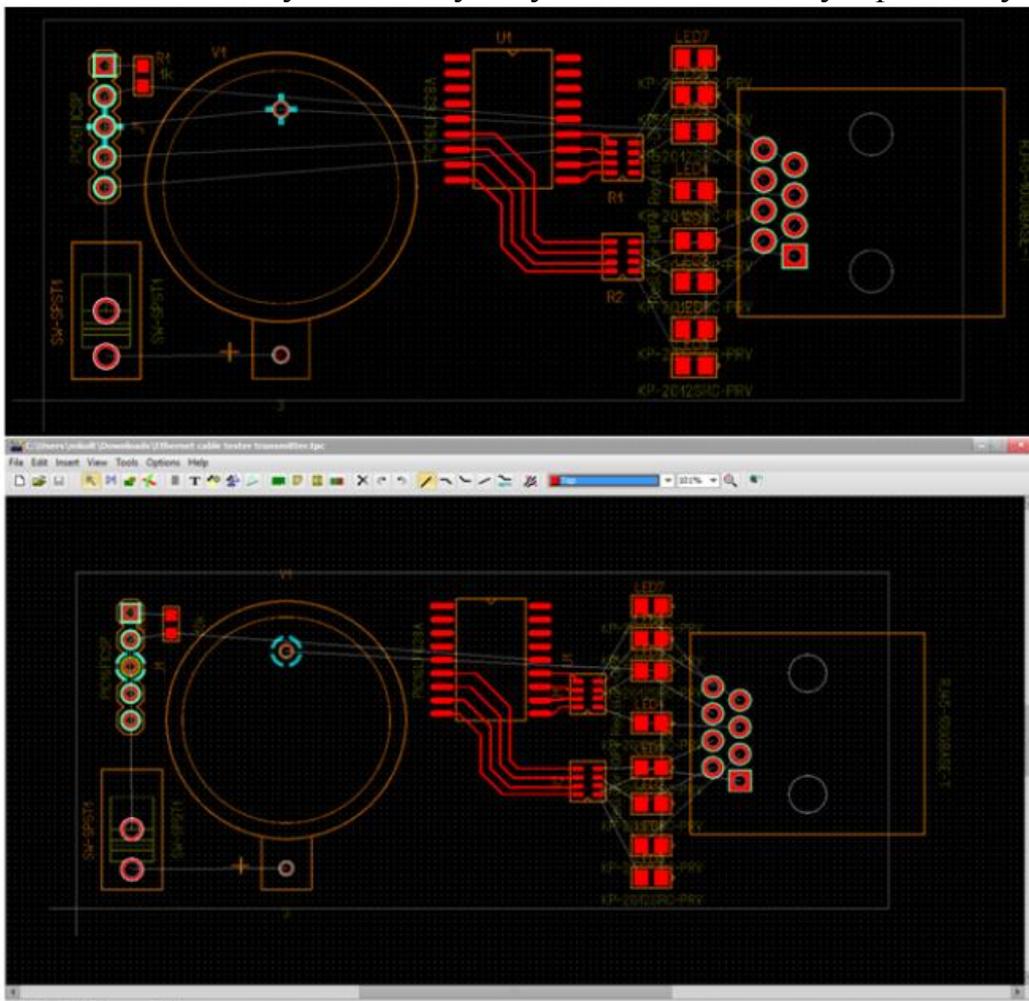


Выберите Draw Bus Track. Теперь вы можете рисовать треки Y Bus и подключиться к цепи резисторов.

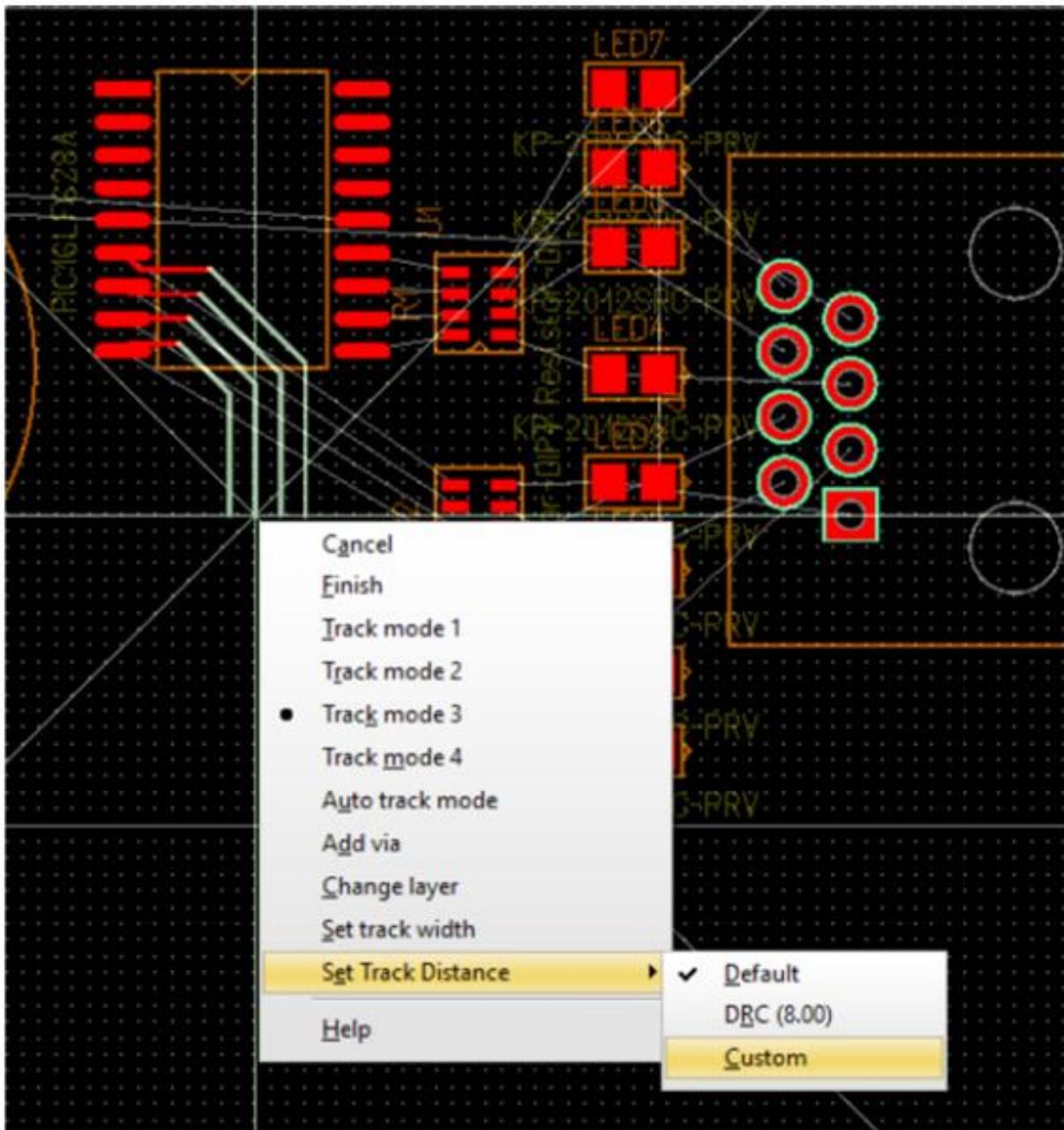
Обратите внимание, что в большинстве случаев вам все равно нужно отредактировать дорожки после соединения. В некоторых случаях может потребоваться завершить рисунок шины перед подключениями, а затем выполните подключения вручную.

Аналогичным образом вы также можете развести шину Q.

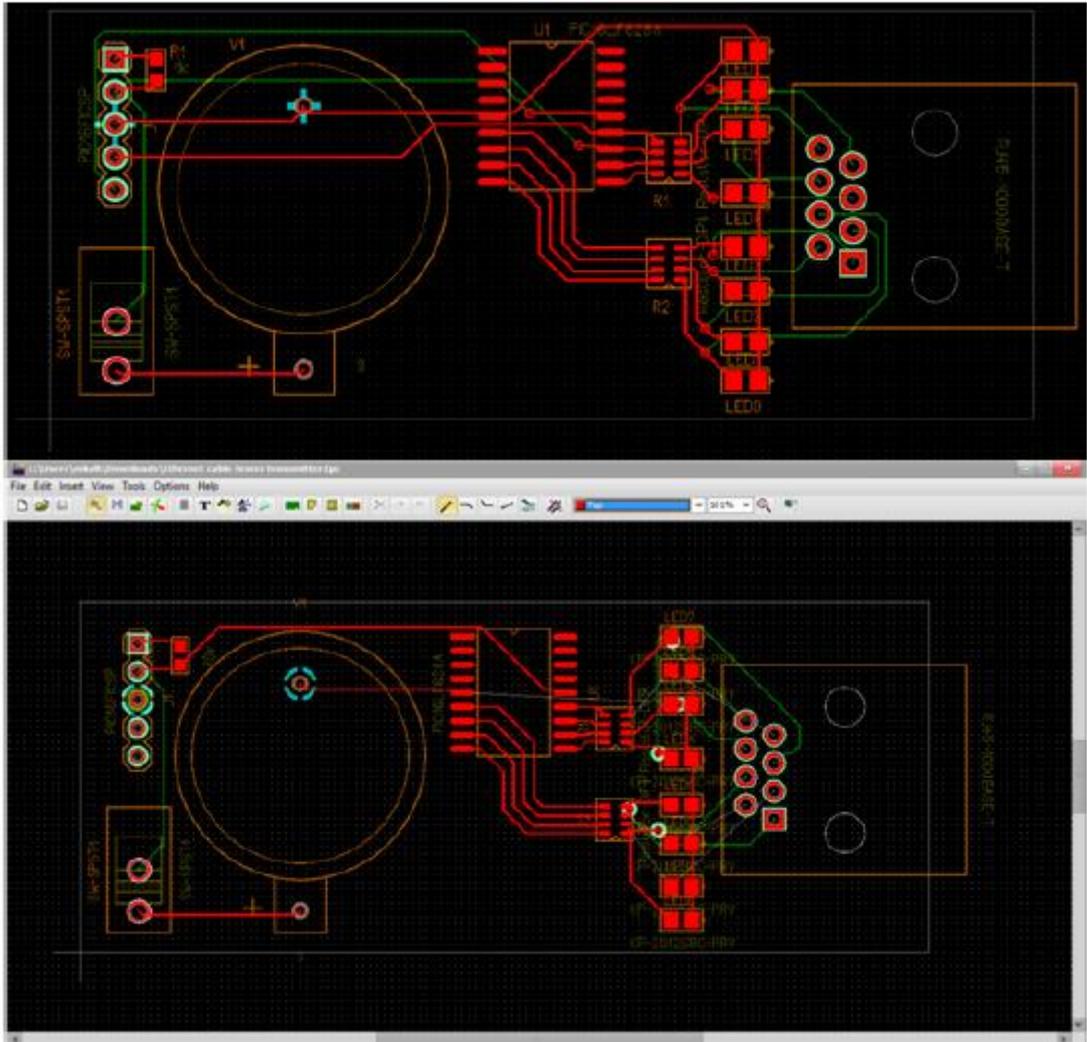
После этого вы получите следующую или аналогичную разводку.



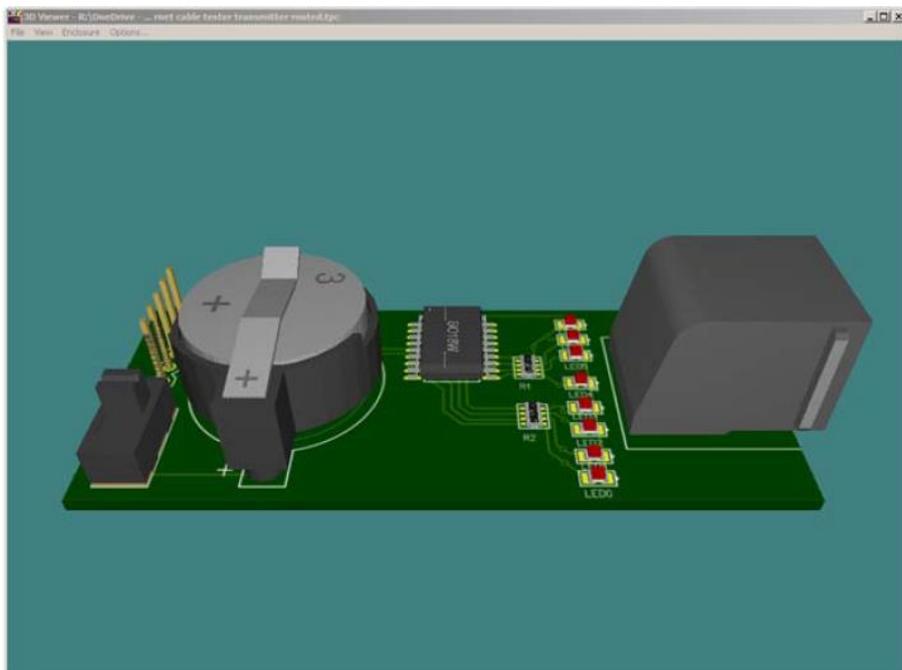
Обратите внимание, что при рисовании шины вы можете установить расстояние между шинами, щелкнув правой кнопкой мыши и выбрав «Установить расстояние маршрута» (Set Track Distance) на отображении всплывающего меню. В меню Default означает, что расстояние автоматически определяется контактами, на которых шина началась, DRC () означает минимальное расстояние, разрешенное DRC, и Custom означает, что вы можете ввести расстояние вручную.

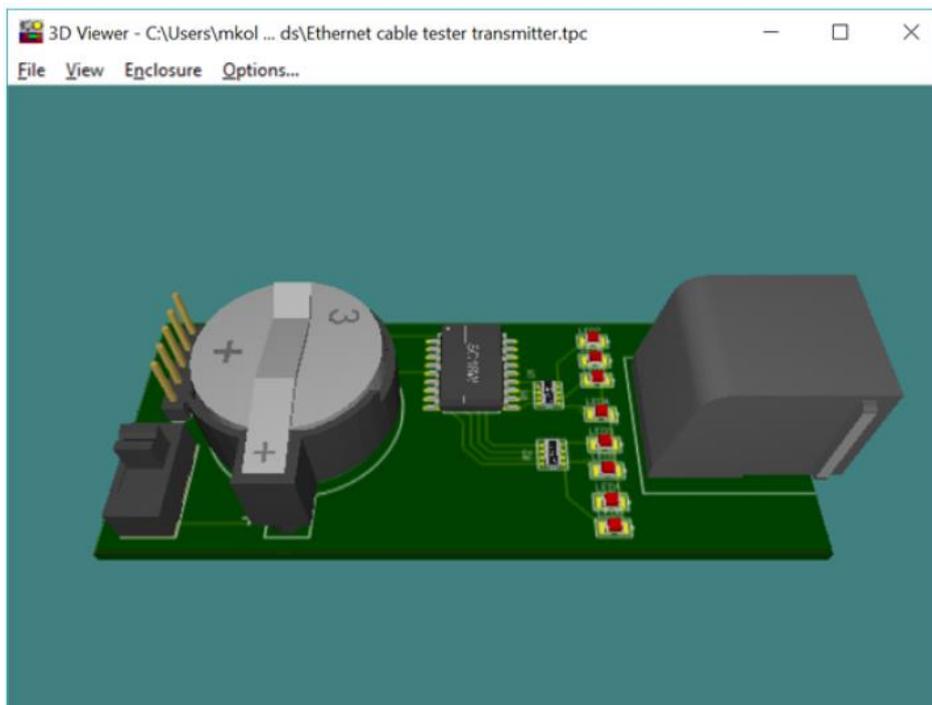


Наконец, нажав F5, вы можете выполнить остальную маршрутизацию с помощью Инструмента автотрассировки (Autorouting tool) и ручного редактирования.



Вы также можете увидеть печатную плату в 3D, нажав кнопку (3D View).

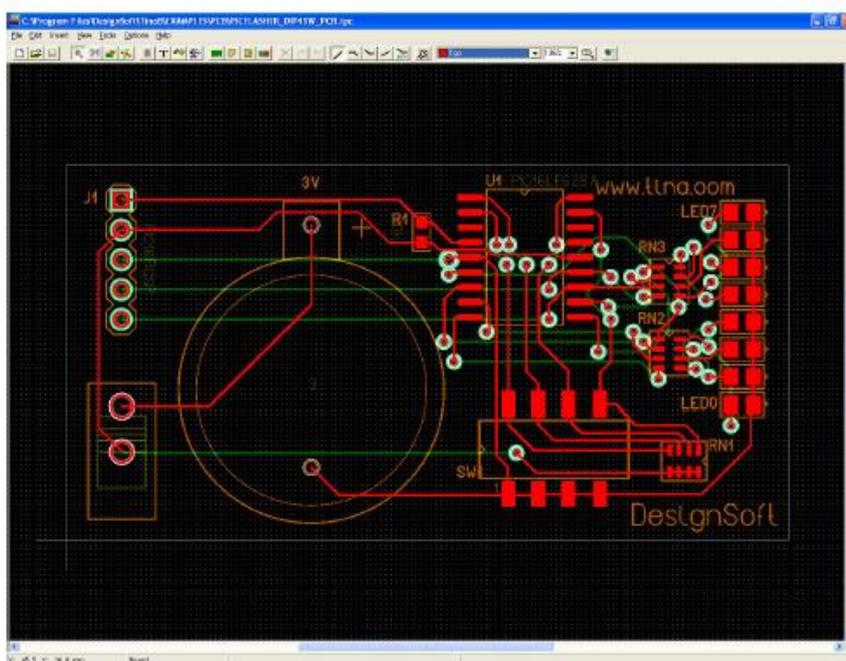




4.7.4 Создание гибкой компоновки печатной платы (Flex PCB)

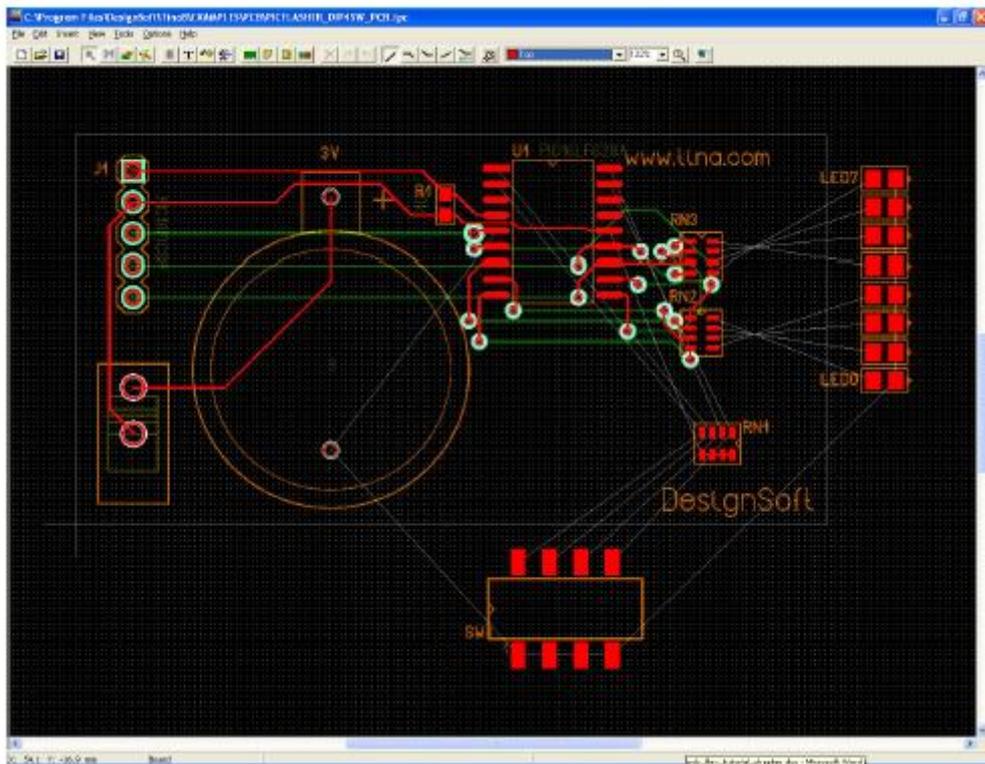
Flex PCB - это печатные платы, электронные устройства в которых установлены на гибкие пластиковые подложки. Они широко используются современной электроникой, где пространство является критическим фактором, например, камерами, мобильными телефонами, и т. д. TINA поддерживает дизайн Flex PCB, который мы представим в виде примера. Наш пример будет состоять из обычной жёсткой печатной платы с двумя гибкими расширениями.

Начнём с загрузки файла примера «PIC Flasher DIP4SW flex top.tpc» из папки EXAMPLES \ PCB \ PIC Flasher flex.



Наша конструкция требует два гибких расширения или «весла». Одно весло монтирует DIP-переключатель, а второе весло подключает восемь свето-

диодов. (Для справки, проверьте наш окончательный результат "PIC Flasher DIP4SW flex top.tpc "из папки EXAMPPLS \ PCB \ PIC Flasher flex.) В нашем файле текущего примера светодиоды и переключатель уже разведены. Чтобы сделать это руководство, мы удалим их маршрутизацию. Вы можете сделать это вручную, щёлкнув по соответствующим дорожкам и нажав кнопку DEL. Кроме того, вы можете стереть все дорожки (Edit / Delete all tracks), затем переместить переключатель и светодиоды за пределы платы (чтобы они не были разведены снова), запустить Tools / Autoroute board и развести другие компоненты.

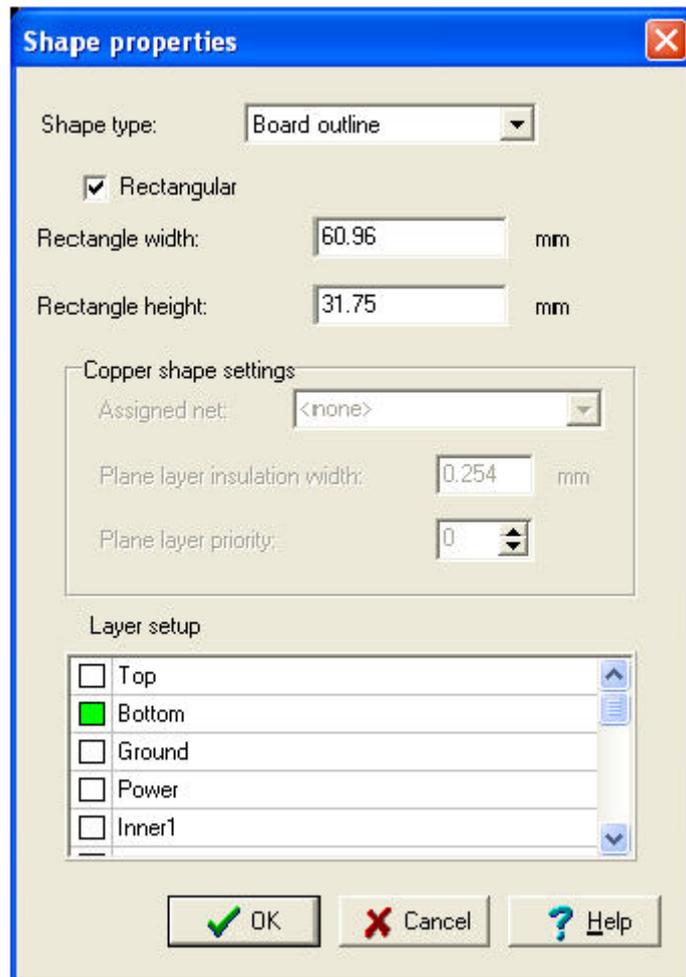


Теперь мы готовы настроить гибкую область платы. Во-первых, мы должны решить, следует ли разместить гибкую часть сверху или снизу жёсткой печатной платы. В нашем случае все компоненты SMD размещаются на верхней стороне, поэтому давайте также поместим гибкие части нашего дизайна на верхней части.

Обратите внимание, что мы могли бы также разместить гибкую печатную плату на нижнем слое жёсткой платы. В этом случае жёсткая форма должна присваиваться верхнему слою и гибкая форма нижнему. SMD компоненты, которые идут на гибкие весла, должны быть оставлены на нижней стороне. Маршрутизация на гибких участках также выполняется только на нижней стороне.

В остальном оба случая похожи. (Для справки, проверьте окончательный результат "PIC Flasher DIPSW4 flex bottom finished.tpc"). Перед созданием гибкой формы платы нажмите на Draw / Modify shapes, чтобы войти в режим Shape и дважды щёлкните по жёсткой плате для редактирования её свойств. Внизу есть список слоёв, каждый из которых может быть назначен на плату. Убеди-

тес, что снизу слой присваивается жёсткой плате, но верхняя часть NOT (прямоугольник рядом с ним пуст), потому что мы хотим присвоить этому слою гибкую форму платы. Что касается других нижних слоёв (например, паяльной маски внизу), их можно оставить.



Существует более удобный способ нарисовать гибкую плату. Перейдите к Параметры / Системные настройки (Options/System settings) и установите системную сетку на 1 мм. (Обратите внимание жесткая плата была также нарисована на сетке мм.)

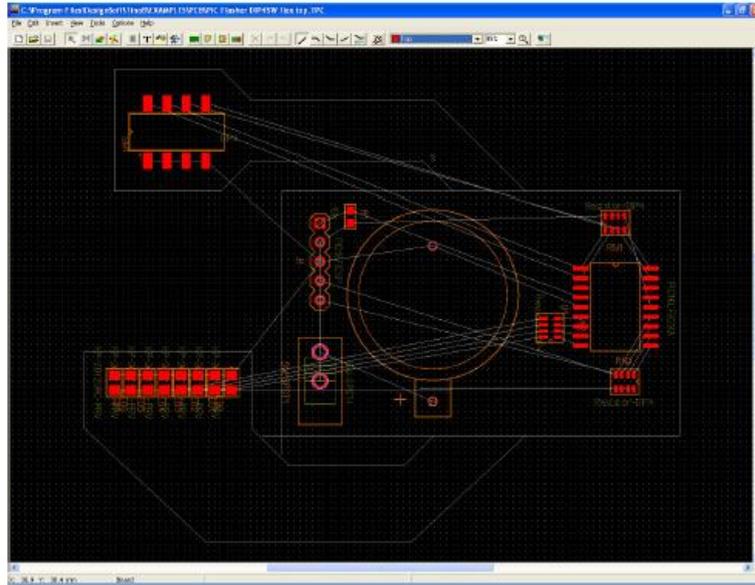
Хотя нам нужны два весла, мы должны создать форму как одну, и эта форма должна перекрывать жёсткую плату, поскольку слои будут склеены в процессе производства. В нашем текущем примере, гибкая форма должна содержать всю жёсткую, чтобы мы могли использовать её для разводки верхней стороны на жёсткой части.

Чтобы начать рисовать новую форму платы, выберите Insert / Board из меню. Вставьте первую вершину одним щелчком мыши. Убедитесь, что вы не находитесь в режиме рисования прямоугольной формы - щёлкните правой кнопкой мыши, чтобы открыть всплывающее меню, и отмените выбор режима прямоугольника.

Затем вставьте другие вершины формы.

Мы рекомендуем использовать гибкие кромки печатной платы. Чтобы создавать 90-градусный изгиб, нарисуйте 45-градусные отрезки, рисуя образец.

Попробуйте нарисовать весла, как показано на рисунке ниже. (Эта фаза дизайна находится в файле «PIC Flasher DIP4SW flex top.TPC».)



После вставки всех вершин выберите «Готово», щёлкнув правой кнопкой мыши всплывающее меню. Если вы заметили ошибку, нажмите ESC и начните снова.

Однако вы также можете редактировать фигуры позже (см. Справку по программе).

После определения формы гибкого слоя щёлкните правой кнопкой мыши угол 45 градусов края и выберите Сгибать край фигуры (Bend shape edge.). Согните его перемещением мышки, затем щёлкните левой кнопкой мыши, чтобы закончить. Вы также можете напрямую ввести числовые данные для указания изгиба. Дважды щёлкните край и введите угол сгиба в градусах.

После размещения фигуры дважды щёлкните по ней и отредактируйте ее свойства -включите верхний слой (ON) и нижний слой (OFF).

Теперь, когда гибкая форма печатной платы с двумя вёслами завершена, мы можем размещать на ней компоненты. В исходном примере все SMD компоненты были помещены сверху, и мы должны последовать их примеру. Вернитесь к первому режиму редактора (Выбрать / Переместить компоненты / дорожки (Select/Move components/tracks)), затем дважды щёлкните по девяти отдельным компонентам, чтобы отредактировать их свойства.

Переместите их в своё окончательное место.

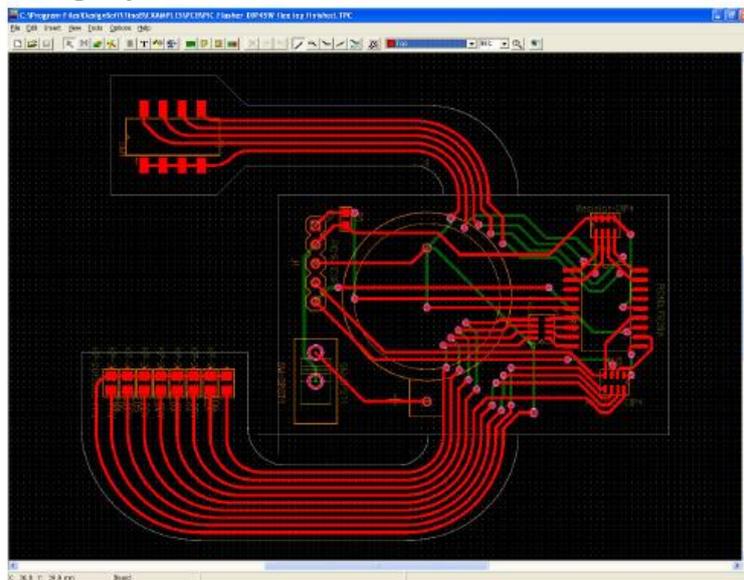
Теперь вы готовы к финальному шагу - маршрутизации. Но сначала установите более тонкую сетку (0,1 мм) в Настройках / Системные настройки (Options/System settings). Маршрутизация выполняется как в любом другом проекте проектирования печатных плат. Вы можете маршрутизировать вручную (щёлкните правой кнопкой мыши на панели, выберите «Пуск / Продолжить дорожку (Start/Continue track)»), затем рисуйте секцию за секцией)

или используйте автотрассировщик (Инструменты / Продолжить автотрассировку (Tools/Continue Autorouting)) или нажмите кнопка F5). Режим автоматической дорожки (Auto track mode) (щелкните правой кнопкой мыши при рисовании вручную трека) также может быть полезным. Режим автоматической дорожки позволяет вам рисовать дорожки одну за другой в желаемом порядке и по-прежнему воспользоваться преимуществами автотрассировщика. При маршрутизации вручную убедитесь, что вы рисуете дорожки только на соответствующей стороне гибкой области (в нашем случае верхней). Не рисуйте дорожки на нижней стороне гибкой печатной платы. Только жёсткая часть печатной платы может использовать маршрутизацию на нижней стороне.

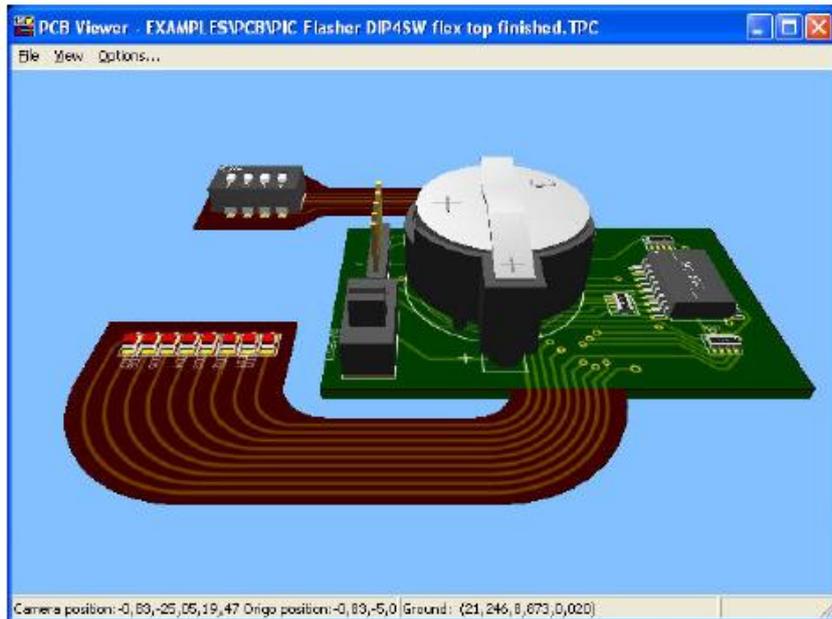
Разработчики печатных плат знают, что дорожки с прямым углом (90 градусов) могут подвергаться чрезмерному травлению с ухудшенной производительностью. Хорошая практика проектирования печатных плат разбивает прямые углы на сегменты углов 45 градусов. Это относится и к дорожкам на гибких печатных платах.

Вы можете согнуть секцию дорожки, щелкнув ее правой кнопкой мыши и выбрав Согнуть дорожку (Bend track). В качестве альтернативы вы можете выбрать несколько дорожек (предпочтительно только те участки, которые размещены на гибких частях) и использовать Инструменты /Согните края треков (Tools/Bend track edges) на них. Этот инструмент принимает заданную длину выбранных треков, начиная с вершин трека и заменяя их изогнутыми участками. Максимальная длина изгиба должна быть введена после выбора инструмента. Его оптимальное значение может быть определено экспериментально. Если вам не нравятся результаты, используйте Undo (Ctrl + Z) и повторите попытку с другим параметром или другим выбором секций дорожки.

Ваш конечный результат должен выглядеть так:



Теперь TINA может представить трёхмерный вид печатной платы. Нажмите самую правую кнопку (3D-вид) в программе TINA PCB Designer и смотрите вид PCB, как показано на следующем рисунке.

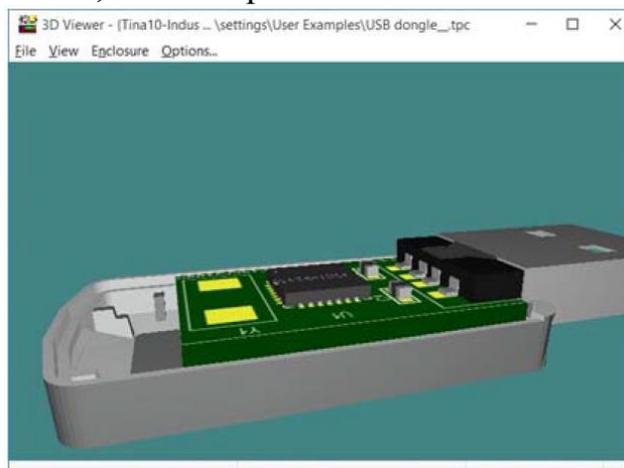


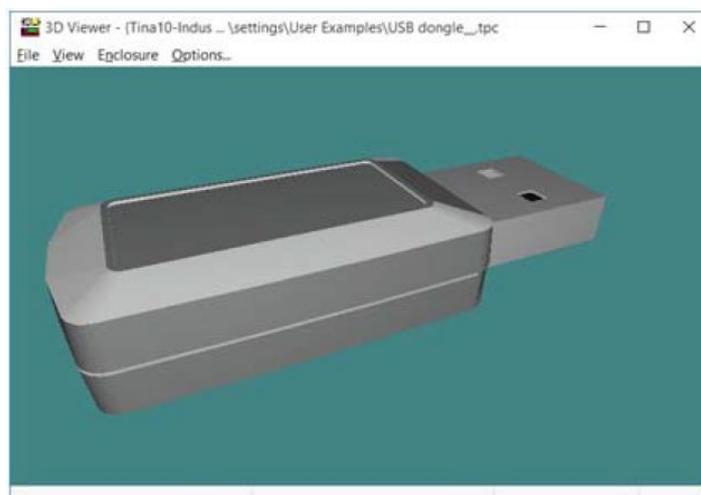
4.7.7 Добавление 3D-корпуса в проект печатной платы

Главное меню корпуса в 3D Viewer содержит несколько параметров для включения модели корпуса к печатной плате. Как первый шаг в меню «Корпус» выберите команду «Открыть 3D-модель», чтобы импортировать корпус целиком или его часть. На следующем этапе вы можете проверить размеры модели, задать ее ориентацию и положение.

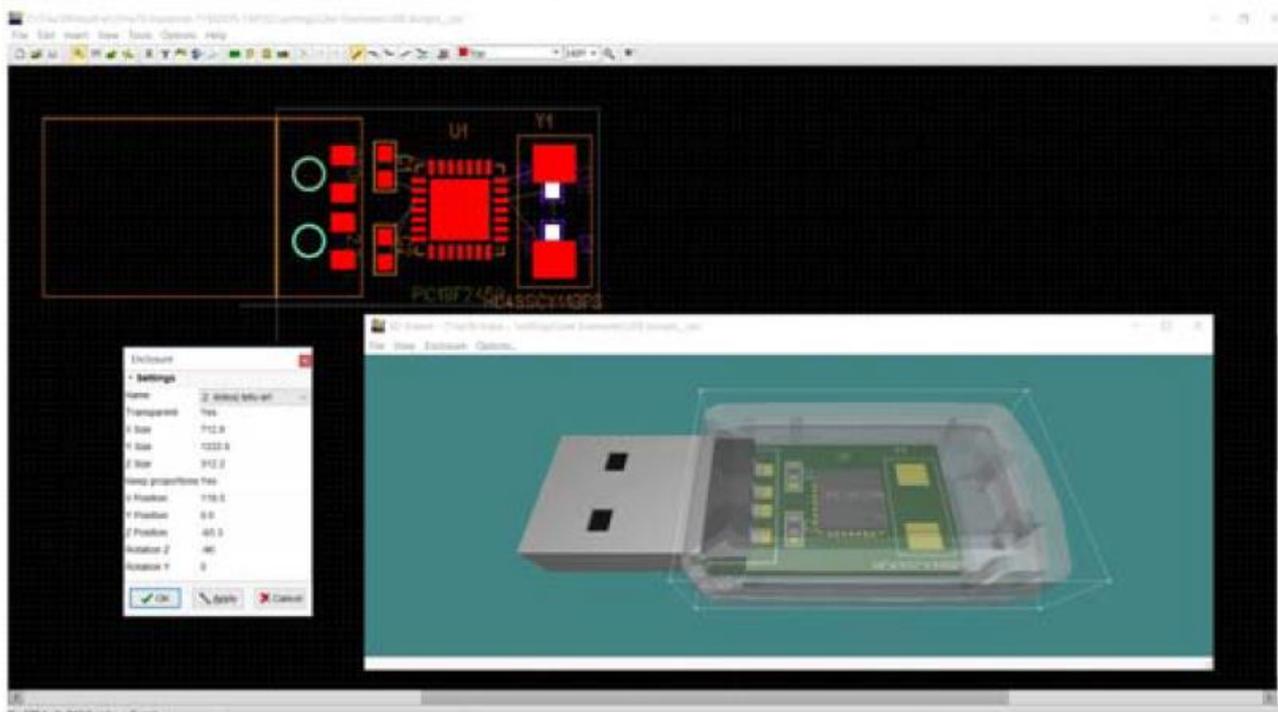
Вы также можете перетащить модель в нужное место с помощью мыши. Меню просмотра предлагает несколько стандартных видов (сверху, спереди, слева) для упрощения обзора. Модели корпусов могут быть полупрозрачными (Приложение / Прозрачное меню (Enclosure/Transparent menu)) для точного размещения.

Вы можете открыть несколько моделей, как в примере ниже. Вы можете найти эти примеры в папке PCB TINA как USB dongle.tsc. Откройте нижнюю часть корпуса USB-ключа, затем верхнюю:





После создания полной сборки корпуса вы можете сохранить ее как Файл конфигурации корпуса (сохраняется с расширением .tenc). После выхода и повторного запуска программы 3D Viewer последняя сохраненная конфигурация автоматически загружается обратно.



4.7.8 3D-экспорт вашего дизайна печатной платы

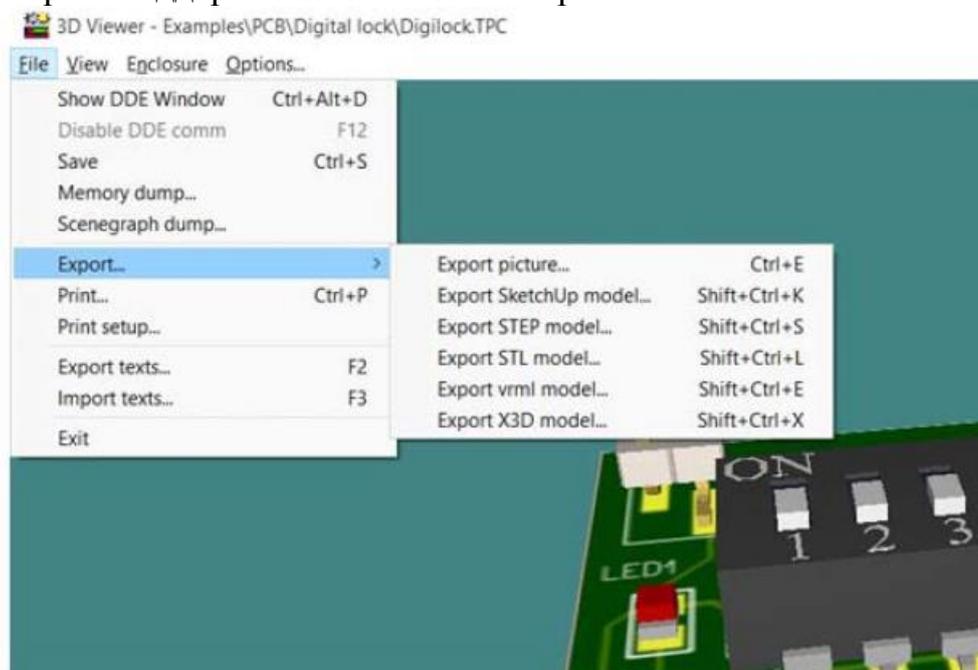
В TINA Design Suite v11 и более поздних версиях в PCB 3D Viewer из TINA вы можете экспортировать 3D-модель печатной платы вашего проекта вместе с корпусом, если он есть, в STEP, STL, Google Sketchup (SKP) и формат X3D в дополнение к ранее поддерживаемому VRML формату.

STEP - широко используемый промышленный формат. Обратите внимание, что это может только поддерживать цвета без текстуры поверхности, поэтому надписи на плате не будут отображаться.

Sketchup - популярный формат с огромным количеством моделей, доступный онлайн.

STL в основном используется для 3D-печати, это простой цветной формат. При экспорте из 3D Viewer ваше приложение для 3D-печати возможно исправит некоторые геометрические детали для соответствия 3D правилам печати. После этого вы можете распечатать плату в 3D.

X3D - это улучшенная версия VRML формата с открытым исходным кодом, который поддерживается многими приложениями.



4.8 Расширение для мехатроники

С помощью дополнительного дополнительного пакета Mechatronics вы можете в настоящее время создавать и моделировать мультидисциплинарные проекты, включая электронику, 3D механику и автоматизацию. Можно разместить источники света, оптические датчики, двигатели и исполнительные механизмы в механическом окне TINA и соединить их с дополняющими электронными схемами в аналоговом или аналого-цифровом смешанном режиме. Вы можете управлять механикой из электронной части TINA даже со сложным программным обеспечением, написанным на C или языке ассемблера. Затем скомпилируйте и выполните код в микроконтроллере при выполнении одновременно электронного и трехмерного механического моделирования.

В следующем разделе мы продемонстрируем настройку связи между схемой в редакторе схем и механическим окном TINA.

В качестве примера мы будем моделировать простой маятник. Обратите внимание, что механизмы создаются с помощью программного обеспечения Newton, которое сейчас интегрировано в TINA (раньше оно было доступно только как отдельный программный пакет.) Правила использования Newton подробно описаны в руководстве Newton вместе с другими примерами.

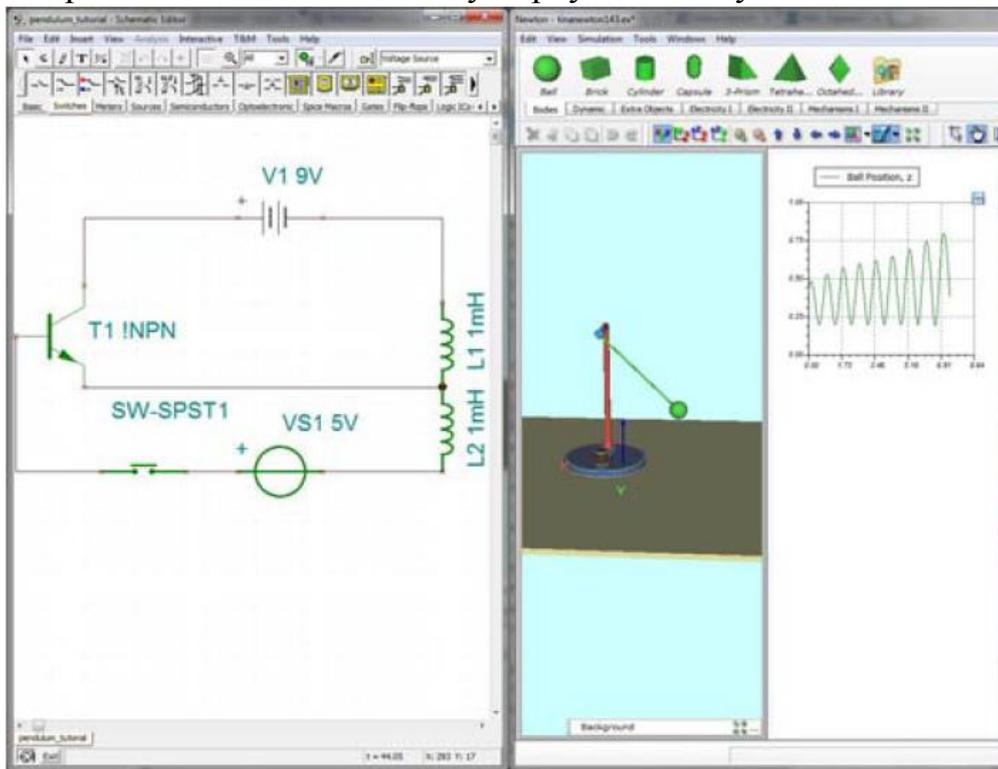
Мы построим и смоделируем «бесконечное движение» маятника с электронным управлением (новинка электродвигатель Патент США 3783550 А).

Принцип работы, описанный в патенте, позволит нам сконструировать множество управляемых устройств. Здесь, однако, мы сосредоточимся только на ускоренном маятнике.

Под маятником находится постоянный магнит. Когда маятник качается, он движется над катушкой и вызывает электрическое напряжение в катушке. Это напряжение создает ток в базе биполярного транзистора, которая включает транзистор и производит гораздо больший ток коллектора. Этот ток проходит через катушку, которая действует как электромагнит и ускоряет маятник. Так, в результате амплитуда качания маятника не уменьшится (В на самом деле, сначала она будет расти, а затем станет стабильной, пока энергия подается в цепь управления).

Схема управления и маятник показаны на следующем экране.

А теперь давайте создадим нашу первую систему.



Сначала мы открываем новый пример мехатроники.

Щелкните меню «Анализ», затем «Включить соединение мехатроники». Обратите внимание, что этот пункт меню доступен в расширенных версиях TINA только с дополнительным пакетом мехатроники. Появится окно Newton. В верхней части окна Newton находится панель инструментов Object. Она содержит значки часто используемых тел, ограничений и вспомогательные объекты, которые можно использовать для построения механизмов. Объекты логически сгруппированы по функциям, и каждая группа имеет свои собственные вкладки.

Далее мы создаем простой маятник.

Щелкните вкладку Дополнительные объекты (Extra Objects) на панели инструментов объекта, затем поместите подставку на 3D-сцену, щелкнув



значок подставки

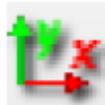
. Выберите объект, щелкните по нему, затем щелкните Динамические инструменты (Dynamic tools) и добавьте шарнир



к подставке.



Добавьте шар на сцену, щелкнув соответствующий значок в панели инструментов объекта Bodies. Переместите шар под шарнир.

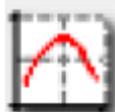


Используйте XY оси , чтобы поднять шар, дважды щелкнув по нему и установив местоположение z до 0,2 м в окне свойств.

Теперь прикрепите шар к шарниру. Если выбран шарнир, то появится клеевое соединение. Нажмите и удерживайте левую кнопку мыши на джойстике, затем переместите курсор на шар, который нужно связать. Когда левая кнопка мыши отпущена, два объекта связаны.

Теперь возьмите катушку с панели инструментов «Электричество I» и поместите ее под шар.

Теперь давайте создадим диаграммы, изображающие движение маятника. Сначала переключите окно описания в режим редактирования. Найдите значок

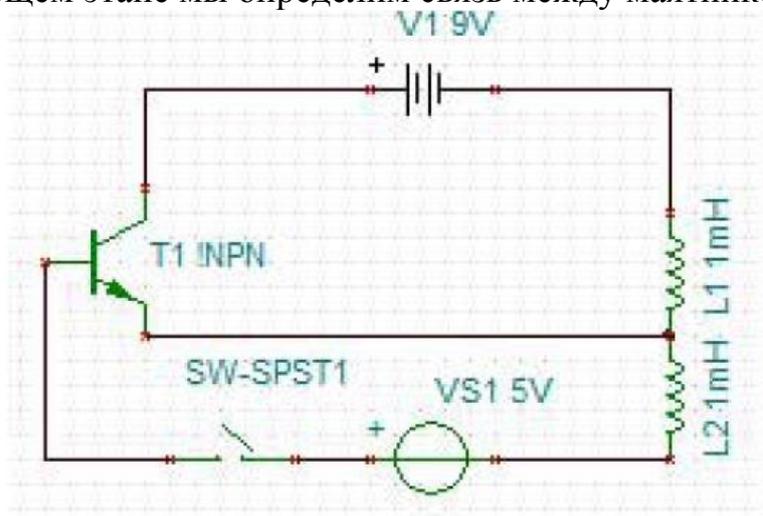


диаграммы (Diagram)

и щелкните по нему, чтобы открыть окно свойств диаграммы. Выберите Ball - Position - z, затем нажмите кнопку ОК.

Создайте схему, показанную ниже, в редакторе схем TINA.

На следующем этапе мы определим связь между маятником и схемой.



В окне Newton выберите меню Tools, затем щелкните Couplings (Связи).

Нажмите кнопку Добавить новую связь (Add new coupling). В раскрывающемся меню выберите Механический - аналоговый преобразователь (Mechanical – Analog Converter). Выберите генератор VS1 из компонентов TINA слева, затем нажмите кнопку «Редактор» справа. Появится окно редактора. В этом редакторе можно добавить языковой код, подобный Pascal.

Введите следующий код:

```
Begin
result := 0.14/
dist(ball,coil)*sgn(ball.v[3]);
End.
```

Этот код будет определять напряжение генератора в TINA, представляющее напряжение, индуцированное в катушке движущимся магнитом.

Функция «dist» вычисляет расстояние между центрами массы шара и катушки. Это грубое приближение ради простоты. Если требуется более высокая точность, необходимо использовать более точную формулу.

Сохраните код под именем ma.cod, нажав кнопку Сохранить или используя команду «Сохранить» в меню «Файл». Закройте окно редактора.

Теперь вы должны назначить напряжение на генераторе VS1 в TINA, вычисленное функцией. Прокрутите доступные коды, используя элемент управления в поле Код, выберите ma.cod, затем нажмите кнопку Сохранить. Закройте окно связи.

Затем мы создаем связь между объектом катушки в 3D окне и схематическим символом катушки в TINA.

Еще раз нажмите кнопку Добавить новую связь. В раскрывающемся меню нажмите на COIL.

Из списка компонентов Tina выберите L1, катушку, в которой протекает ток коллектора транзистора, а из списка компонентов Newton выберите COIL. Теперь нам нужно добавить формулу для расчета «магнитного заряда» (“magnetic charge”) (coil.charge) для размещения в центре масс электромагнита (катушки), который будет использоваться для расчета силы между электромагнитом и шаром.

Нажмите кнопку Editor и введите следующий код:

```
var
N : integer; // number of turns
I : real; // current
A : real; // cross section area of core
L : real; // total length of magnetic field
C0 : real; // speed of light
m : real; // magnetic pole strength
Begin
N := 15000;
I := ABS(value);
```

```

A := 5.3E-4;
L := 0.2;
C0 := 299792458;
m := N*I*A/L;
coil.charge := m/C0;
End.

```

Сохраните код в каталоге coil.cod.

Примечание:

В этом простом приближении электромагнит заменяется «магнитным зарядом» и рассчитывается по току катушки. Таким образом, силу между электромагнитом и шаром можно рассчитать просто по закону Кулона, который входит в Newton.

(http://www.daviddarling.info/encyclopedia/C/Coulombs_law_for_magnets.html)

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389212000727>)

Теперь вы должны назначить магнитный заряд в 3D окне, рассчитанный функцией электромагнита. Прокрутите вниз доступные коды, используя элемент управления в поле Код и выберите coil.cod, затем нажмите кнопку Сохранить. Закройте окно связи.

Наконец, установите некоторые параметры.

В окне TINA установите единицу времени моделирования на 1 с, используя команду "Параметры" в интерактивном меню Редактора схем.

В окне Newton дважды щелкните по шару и в окне Свойства щелкните значок Материал и установите для параметра Charge значение 4E-4.

Перетащите шар в исходное положение приблизительно 30°, как показано на скриншоте в начале этого раздела.

Теперь запустите моделирование в интерактивном переходном режиме, нажав кнопку TR в редакторе схем. Если выключатель питания цепи выключен, маятник будет качаться как затухающие гармонические колебания. Но если переключатель включен, амплитуда качания маятника сначала увеличивается, затем стабилизируется до постоянного значения.

Вы можете найти полный пример по адресу:

EXAMPLES\Mechatronics\pendulum\Pendulum_tutorial.TSC.

Вы также можете найти другие примеры в разделе EXAMPLES\Mechatronics.

Глава 5. Использование схематических подцепей, SPICE и HDL макросов, и S – параметров компонентов

В TINA вы можете упростить схему, превратив ее части в подсхемы. Кроме того, вы можете создавать новые компоненты TINA из любых Spice подсхем оборудования, описанного в HDL или TouchStone, форматировать файл S-параметров, созданный вами самостоятельно, загруженный из Интернета или с компакт-диска производителя. В этой в главе мы показываем с помощью текста и примеров, насколько легко это сделать в TINA.

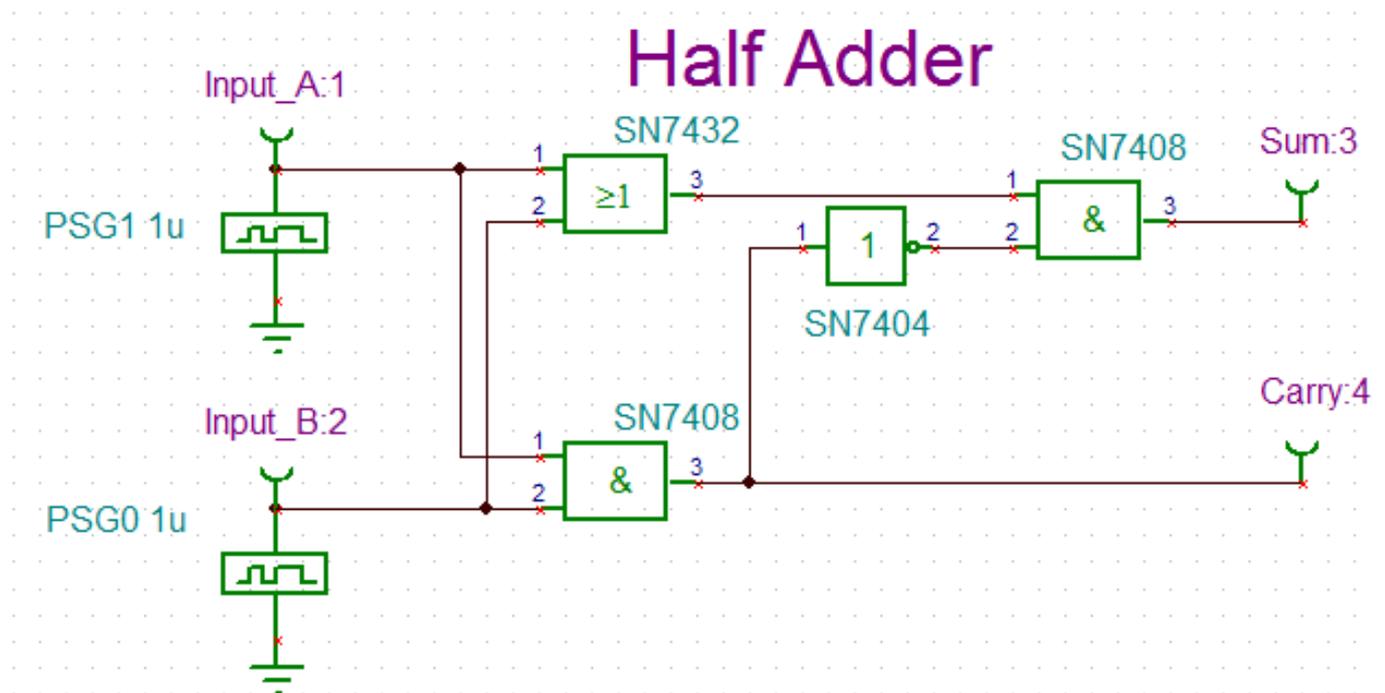
5.1 Создание макроса из схемы

Используя макросы TINA, вы можете упростить схемы и скрыть беспорядок, превращая части схемы в подсхему. TINA автоматически представляет эти подсхемы в виде прямоугольного блока на вашей схеме, но вы можете создать любую форму с помощью Редактора схемных символов (*Schematic Symbol Editor*) TINA.

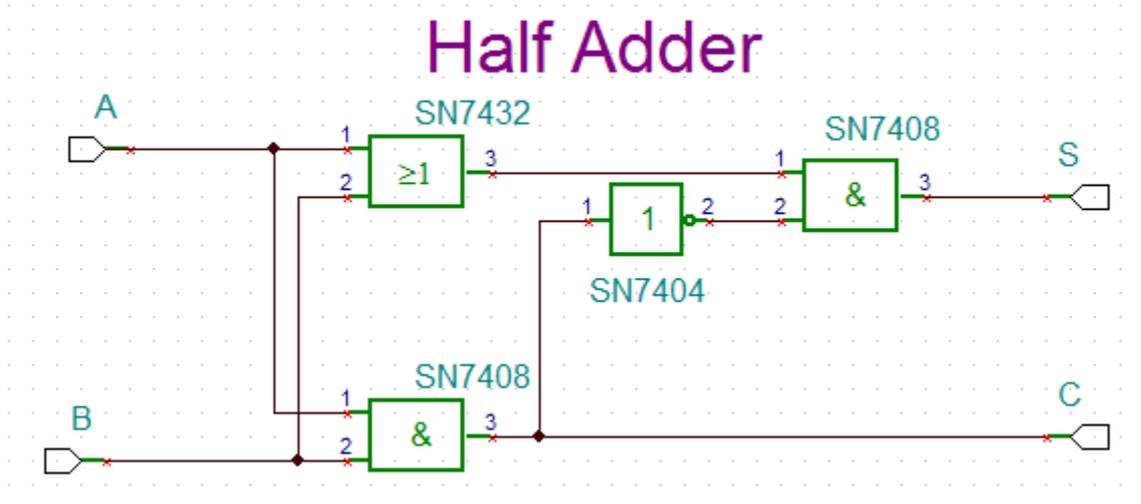
Вы можете преобразовать любую принципиальную схему в подсхему, называемую в TINA Макрос - просто добавив терминалы и сохранив новую схему в специальном (* .tsm) формате.

Теперь давайте посмотрим, как создать макрос в TINA на примере.

Загрузите пример Half Adder (Half_add.tsc) (полусумматор) из папки «Примеры» TINA и преобразуйте его в макрос.



Удалите старые клеммы и замените их клеммами подсхемы, которые называются Macro Pins в TINA. Вы можете найти и выбрать макросы на панели инструментов "Специальный компонент".

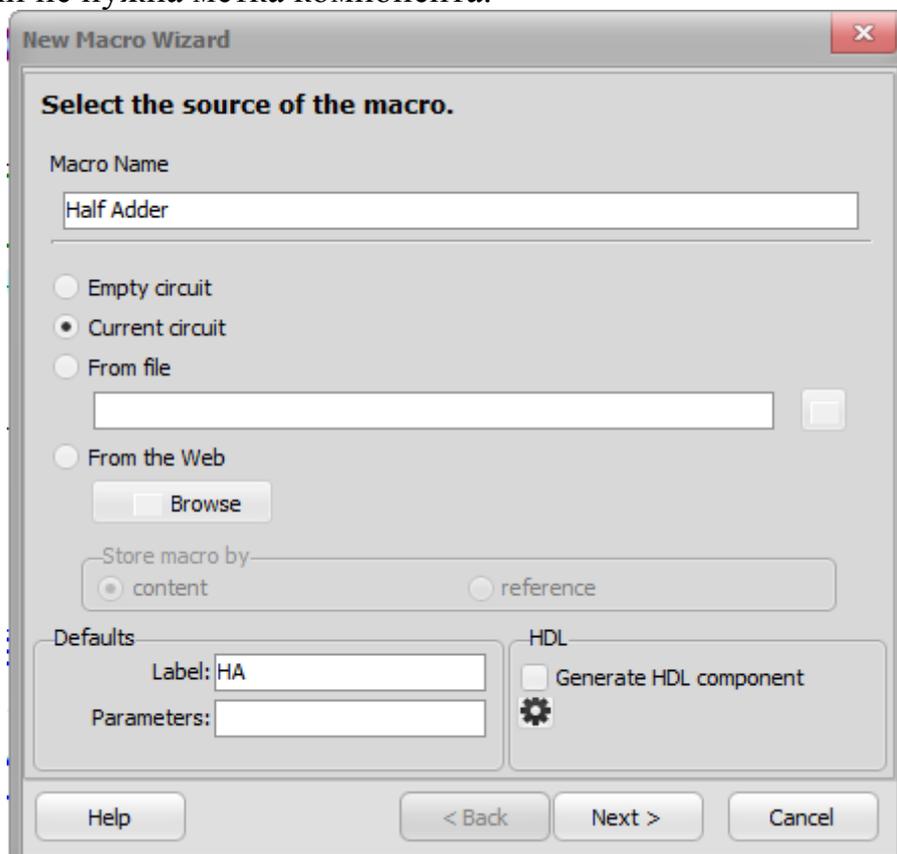


Когда вы размещаете пины макроса, метки (такие как Pin1, Pin2 и т. д.) надо предварительно заполнить. Дважды щелкните значок макроса и введите новое имя в поле метки. Вы также можете перетащить компонент с помощью

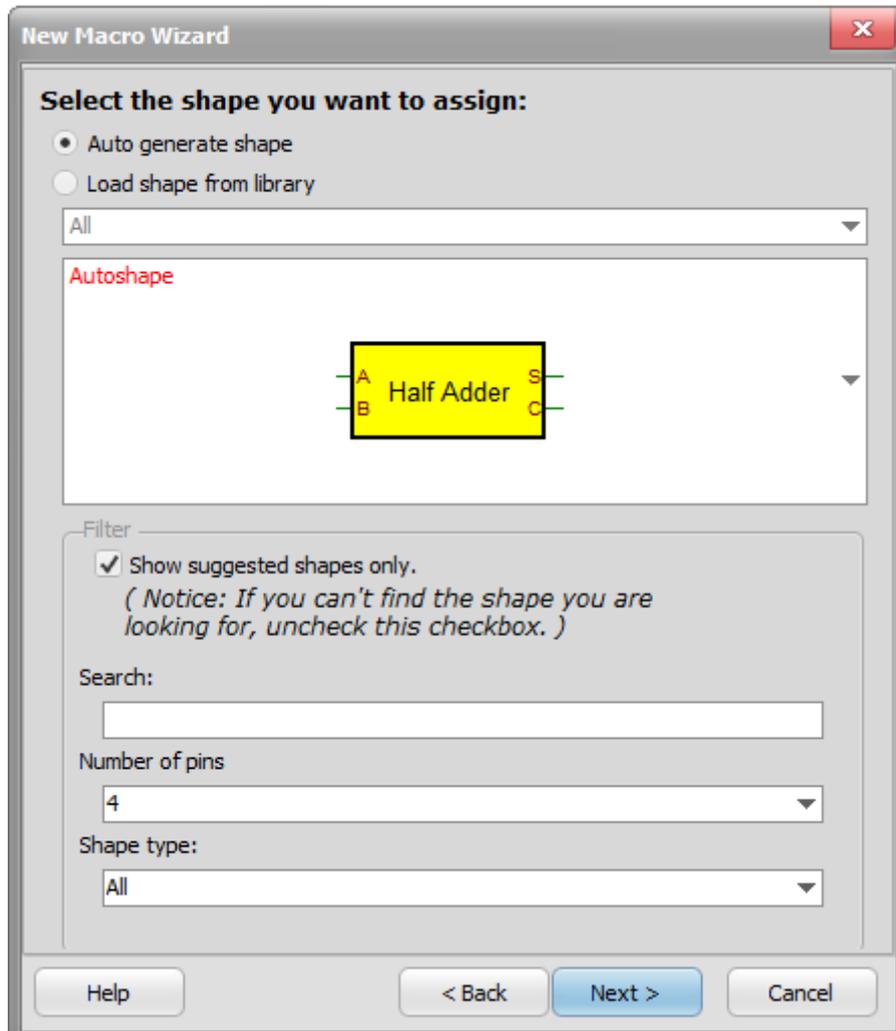
мыши или повернуть его с помощью клавиш [+] и [-] или кнопок



Затем создайте и сохраните новый макрос. Выберите Мастер создания макроса (New Macro Wizard) из меню Инструменты. Задайте имя Half Adder (это будет отображаться в поле макроса, которое открывается автоматически) и установите метку в HA. Эта метка будет отображаться как метка компонента над компонентом. Обратите внимание, что вы можете оставить это поле пустым, если не нужна метка компонента.



Когда закончите, нажмите ОК. Появится диалоговое окно "Сохранить". Установите Half Adder в качестве имени файла и нажмите Сохранить. Обратите внимание, что уже есть макрос с похожим названием (Half_add.tsm). Он имеет то же содержание, что и тот, который мы только что создали, и включен для справки. Вы также можете использовать это в следующем разделе.



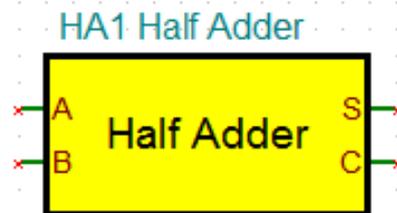
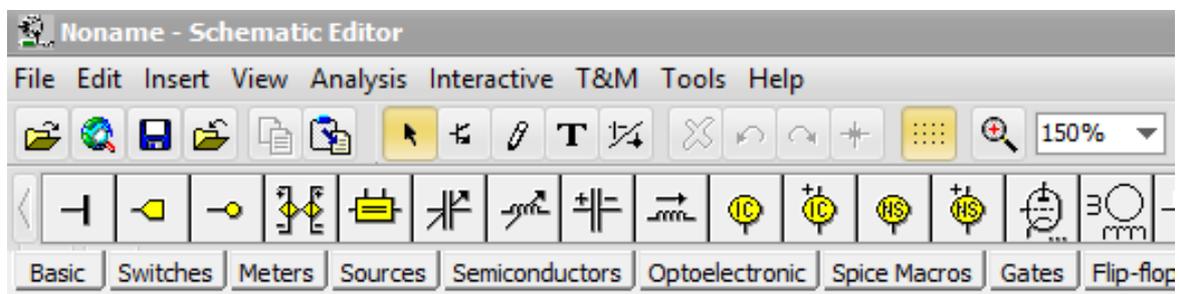
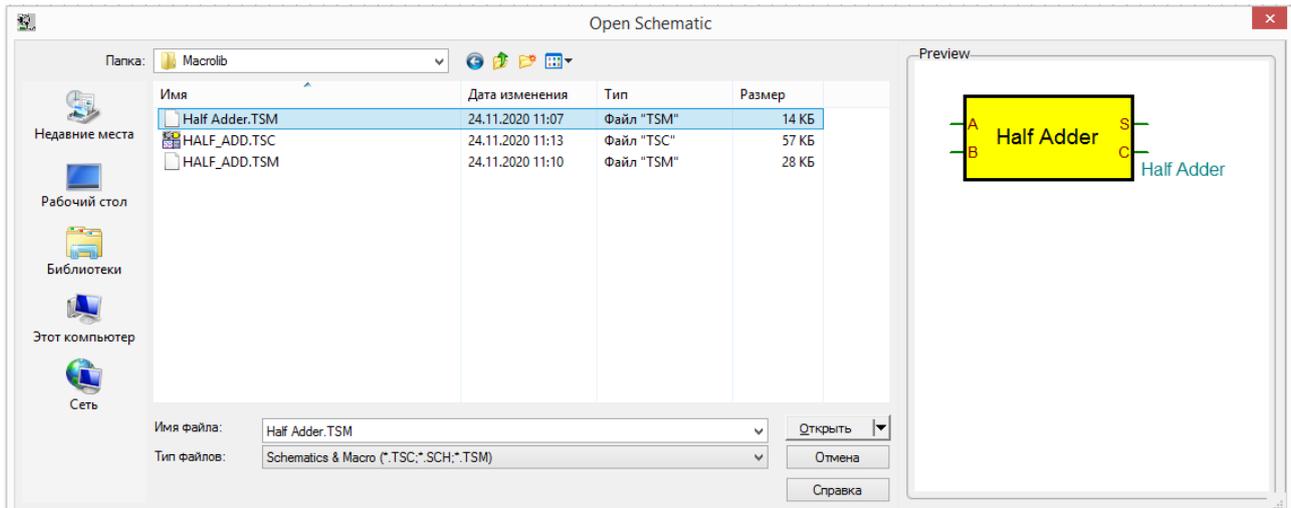
Теперь давайте посмотрим, как вставить макрос в схему и использовать его.

Очистите схему с помощью File | New или перезапустив TINA.

Выберите Insert|Macro, затем наш только что созданный Half adder.tsm и нажмите «Открыть».

Примечание: папка Macrolib может быть по адресу C:/Документы/DesignSoft/TINA 12.

Наш новый макрос появится в виде курсора. Переместите его в центр экрана и щелкните левой кнопкой мыши. Появится полный символ нового макроса. Обратите внимание, что прямоугольный схематический символ был создан автоматически, указанное нами имя макроса находится внутри прямоугольника, а название метки находится над ним.



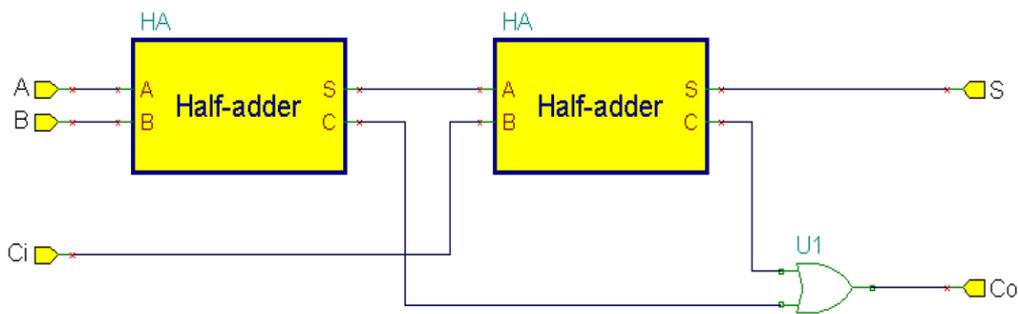
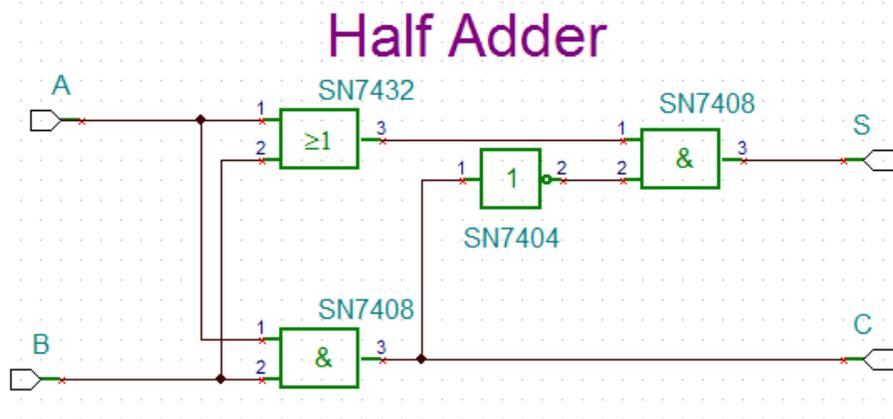
Теперь вы можете добавить в схему больше компонентов, подключив их к вновь созданному макросу и начав анализ, как и в любой другой цепи.

Чтобы проверить содержимое макроса, дважды щелкните символ и TINA отобразит модель.

Чтобы вернуться к главной цепи, выберите команду Close из Меню файла.

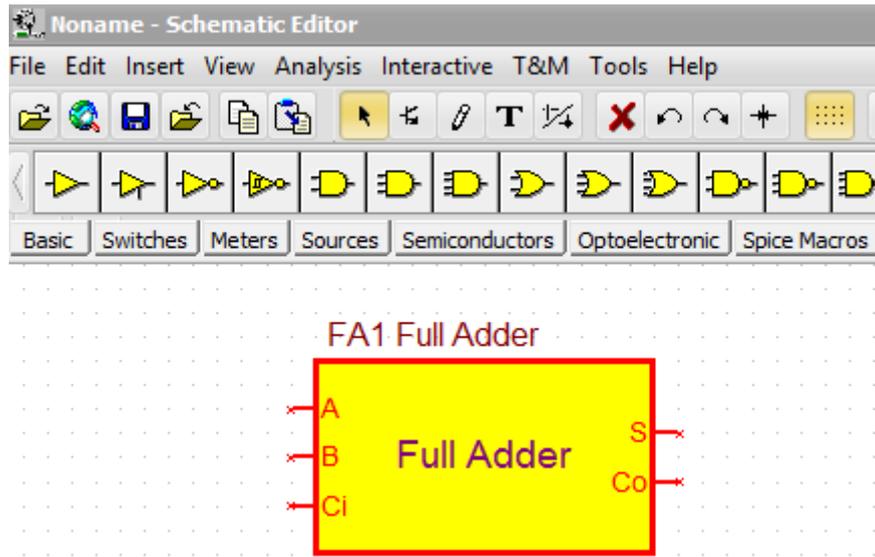
TINA допускает иерархическую макроструктуру, то есть макросы могут содержать внутри другие макросы и так далее. Воспользуемся нашим макросом полусумматора для создания макроса полного сумматора, содержащего два макроса полусумматора.

Для этого дважды вставьте только что созданный полусумматор в новую схему, а затем добавьте дополнительные компоненты и провода, как показано на следующем рисунке.

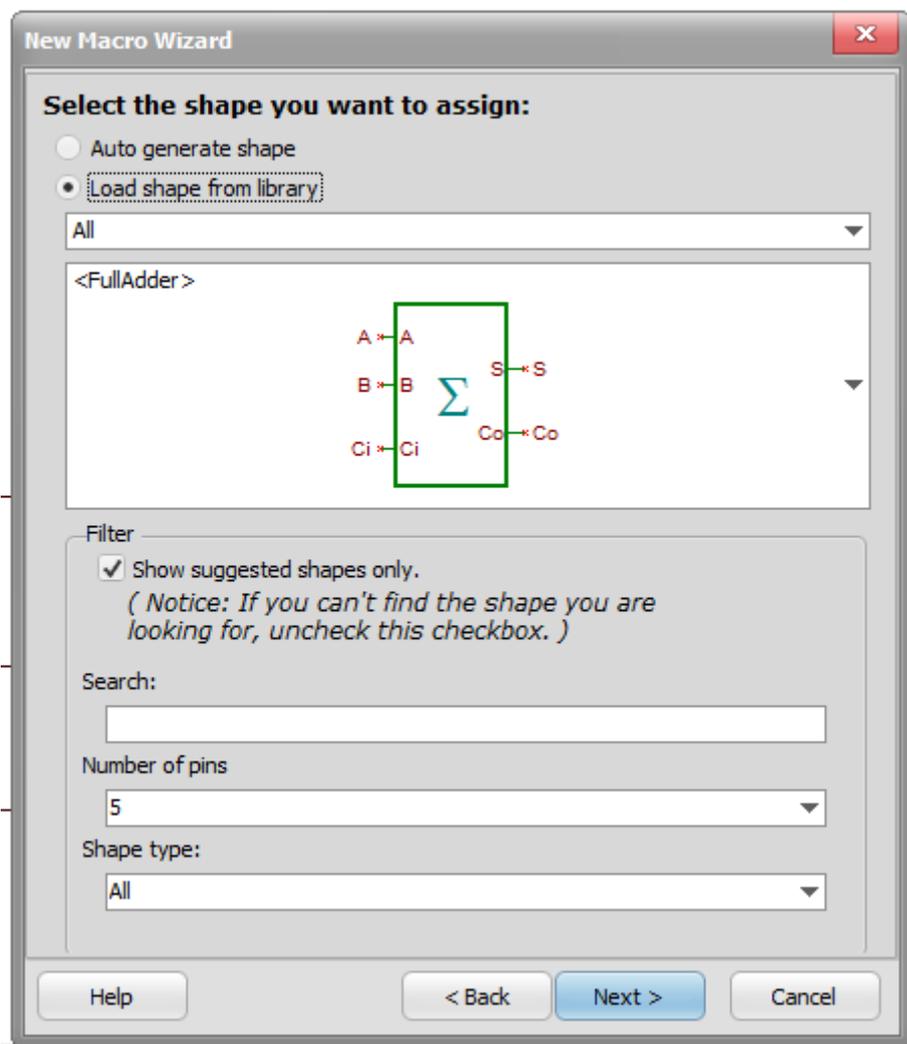


Теперь создайте и сохраните новый макрос с помощью мастера создания макросов из меню Инструменты. Здесь отметим, что хотя автоматическое создание символа очень удобно, вы также можете создать свои собственные схематические символы с помощью редактора схемных символов TINA и назначить к ним макросы. Давайте используем эту функцию с существующим символом. Создание такого символа будет подробно описано ниже.

Задайте для Name значение Full Adder и установите для Label значение FA (это будет отображаться как метка компонента над формой).

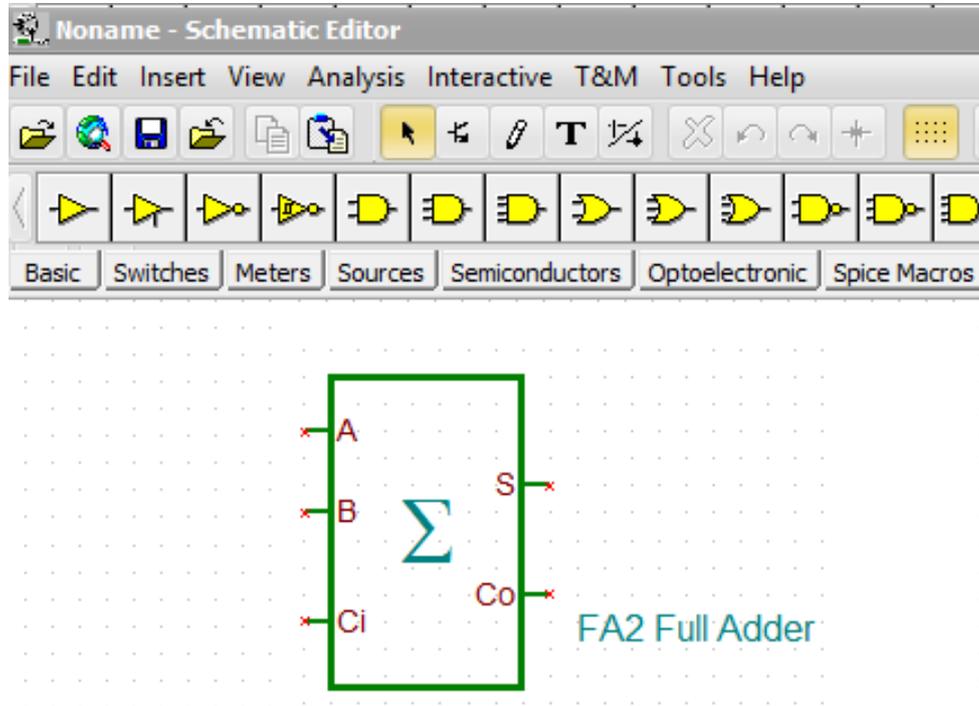


Нажмите кнопку Далее. Список доступных символов появится в Мастере создания макросов, как показано ниже.



Обратите внимание, что для того, чтобы увидеть predetermined symbols, names Macro Pin labels must exactly match with names in

символе. В нашем примере, они должны быть (A, B, Ci, Co, S). Если вы не видите символ как показано на рисунке выше, проверьте названия терминалов или попробуйте воссоздать символ, как показано ниже в разделе «Создание собственных символов схемы»



Щелкните символ схемы с большим знаком суммирования и нажмите ОК. Имя схематического символа появится в форме диалогового окна Мастера создания макроса. Наконец, нажмите ОК и сохраните макрос под именем Full adder.tsm.

5.2 Создание макроса из подсхемы Spice

5.2.1 Создание макросов Spice в TINA

5.2.1.1 Создание макросов из загруженных файлов

В TINA вы можете создавать свои собственные компоненты из любой Spice подсхемы, которую вы сделали или скачали из Интернета. Отметим, что уже есть много моделей компонентов Spice в большой и расширяемой библиотеке моделей производителей, поставляемой с TINA.

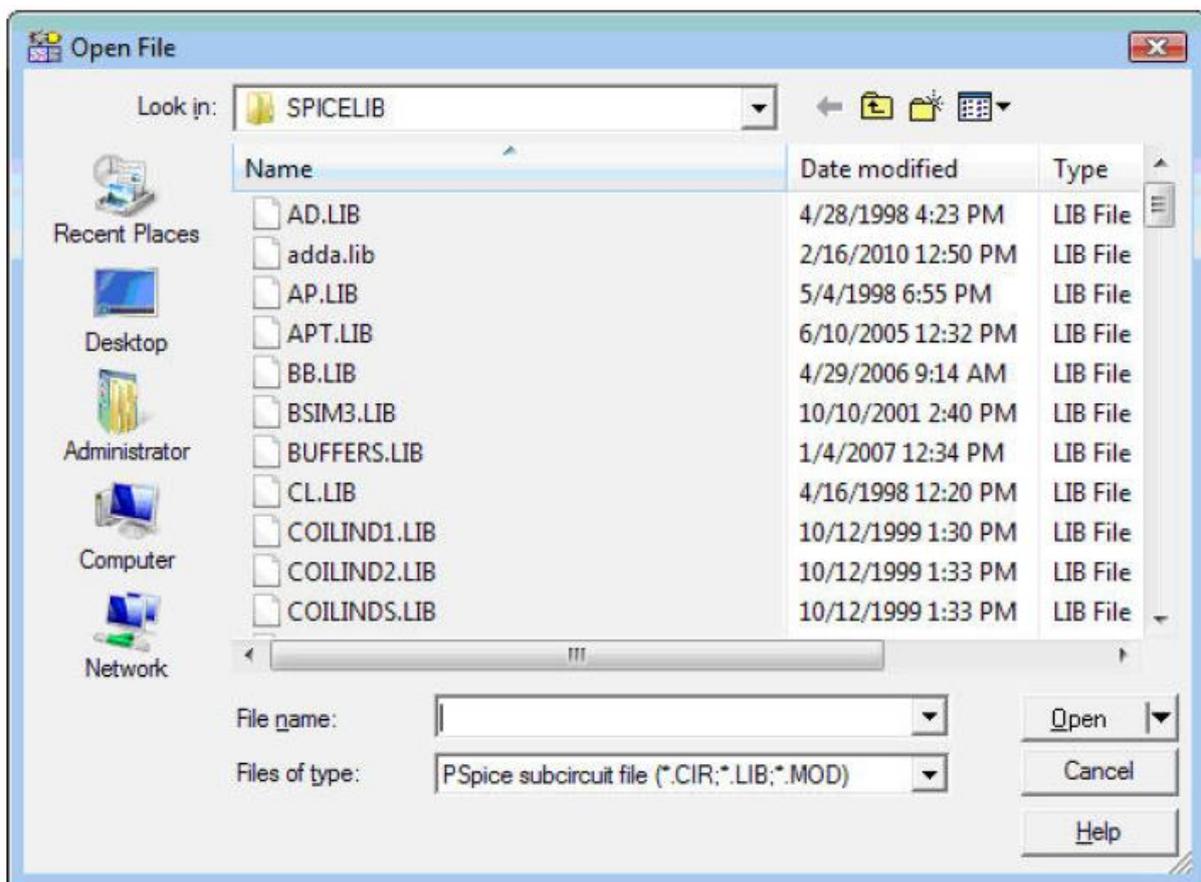
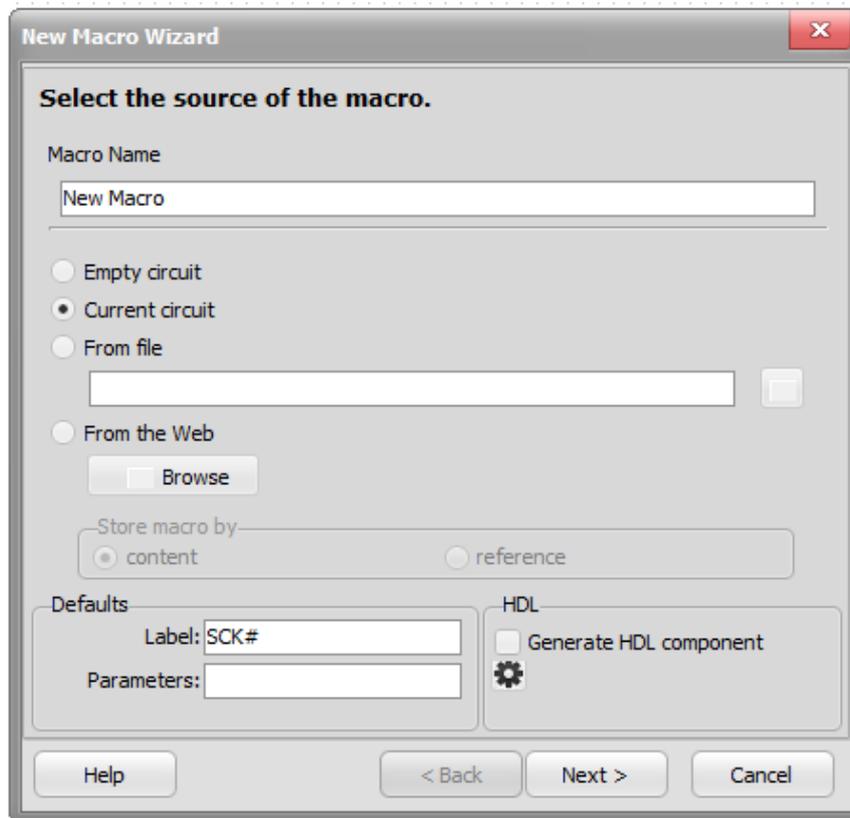
Расширение этих библиотек описано позже.

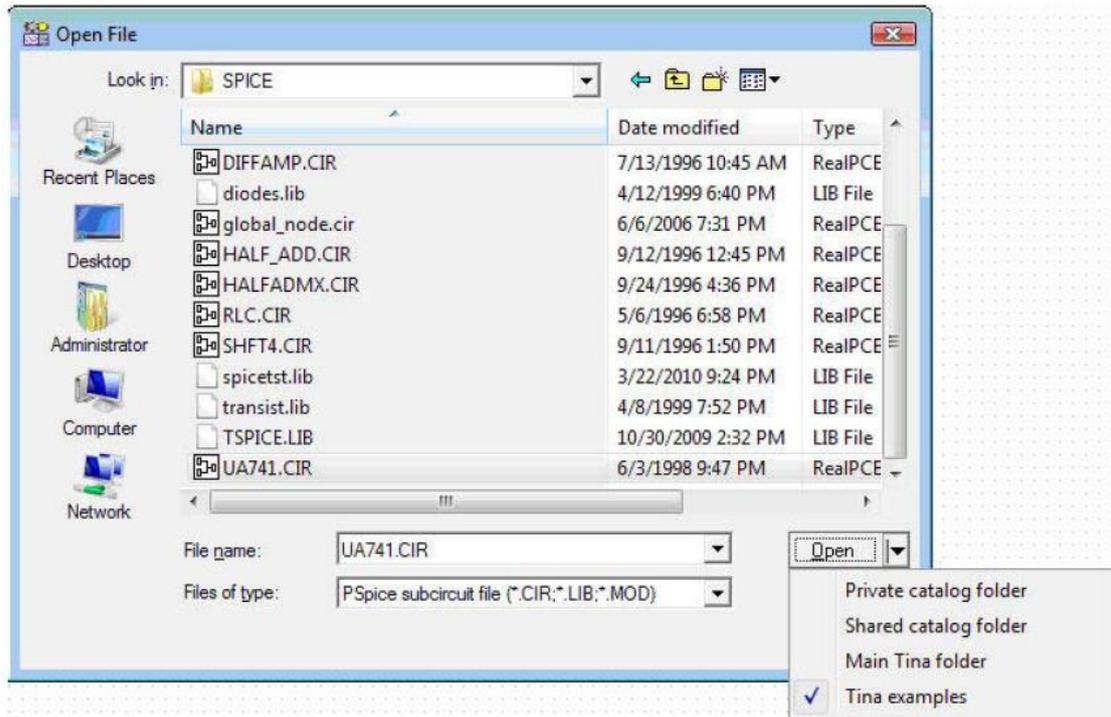
Давайте создадим операционный усилитель UA741 с использованием подсхемы Spice.

Для этого выберите Мастер создания макроса в меню «Инструменты». Появится следующее диалоговое окно.

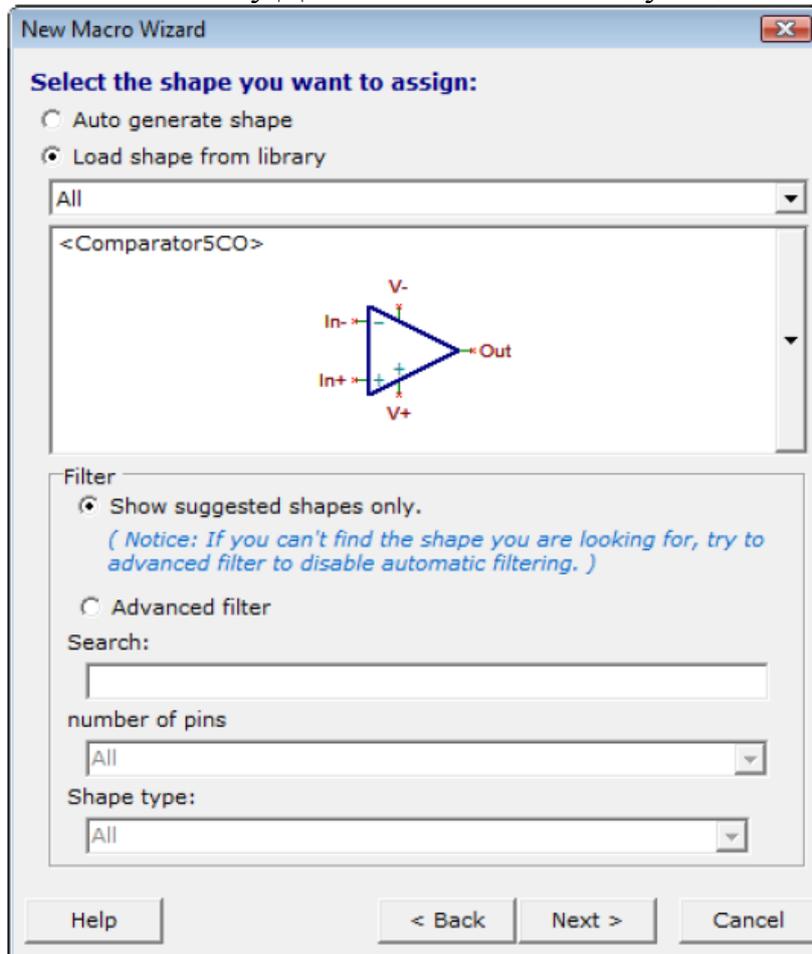
Измените настройки с Current Circuit на From file и нажмите кнопку . Появится диалоговое окно «Открыть».

Теперь давайте перейдем в папку EXAMPLES \ SPICE TINA, используя маленькую стрелку рядом с кнопкой Открыть.



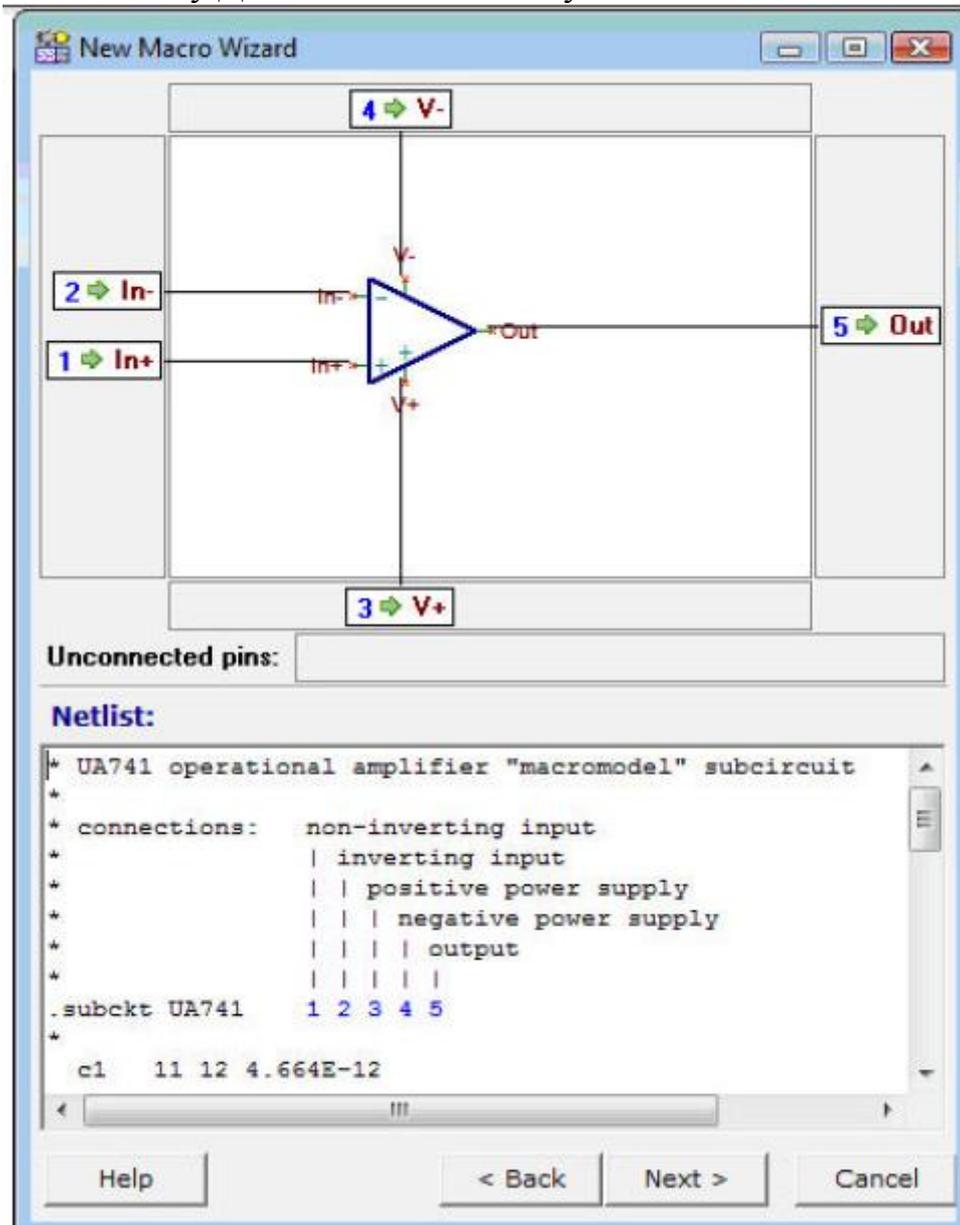


Выберите файл UA741.CIR и нажмите кнопку Открыть. Диалоговое окно мастера нового макроса снова появится с указанием пути и имени выбранного файла. Теперь нажмите кнопку Далее>. Появится следующий диалог:



Мастер уже автоматически выбрал соответствующий символ. Если вы хотите чего-то другого, вы можете просмотреть и выбрать символ, нажав длинную вертикальную кнопку справа.

Нажмите кнопку **Далее**. Появится следующий диалог:



В диалоговом окне показано, как выглядят имена выводов на графическом символе, связанные с именами узлов Spice в макросе. Он также показывает текст макроса, чтобы вы могли проверить правильность сделанного подключения. Если нет, вы можете перетащить имена макроузлов на любой терминал.

Однако, если все выводы связаны с номером узла, то скорее всего ассоциация верная.

Вы проверили соединения, теперь снова нажмите кнопку «Далее». Появится диалоговое окно сохранения, и вы сможете сохранить макрос в области пользовательских макросов в Documents \ Designsoft \ TINA_Industrial_install date_id_number \ Macrolib или в области макросов TINA

в разделе Program Files. Для облегчения выбора файла используйте маленькую стрелку рядом с кнопкой Сохранить. Обратите внимание, что в Vista и Windows 7, вы не можете нормально писать в программную область TINA.

После сохранения макроса вы увидите диалоговое окно, в котором вы можете протестировать макрос или закрыть мастер.

Теперь посмотрим, как вставить новую (или любую другую) под схему в схему и проверить ее содержимое. Выберите команду Macro из меню "Вставка".

Примечание:

Возможно, вам потребуется выбрать область макроса пользователя или макроса TINA с помощью стрелки выбора рядом с кнопкой Открыть или перейдите туда с помощью списка выбора в верхней части диалогового окна Открыть.

Щелкните файл UA741.TSM и нажмите кнопку «Открыть». Теперь новый макрос будет прикреплен к курсору. Расположите его на экране и отпустите, щелкнув левой кнопкой мыши. Дважды щелкните символ и нажмите кнопку «Ввести макрос» (Enter Macro), чтобы просмотреть его содержимое. Появится Редактор списка соединений, показывая макрос подробно. Обратите внимание, что вы можете изменить этот netlist, и измененный список соединений будет сохранен с вашей схемой. Однако это не повлияет на исходный макрос. Он остается без изменений.

5.2.1.2 Создание макросов «на лету» при просмотре веб-страниц

Более удобный способ добавления новых моделей в TINA – просмотр веб-сайтов производителей и добавление интересных моделей Spice с веб-сайта. Конечно, также можно сначала загрузить модели и использовать технику, описанную в предыдущем разделе. Обратите внимание, что даже если вы предпочитаете последнее, вы можете найти полезные советы в следующем разделе.

Теперь давайте выберем в мастере опцию «Из Интернета» и нажмем кнопку .

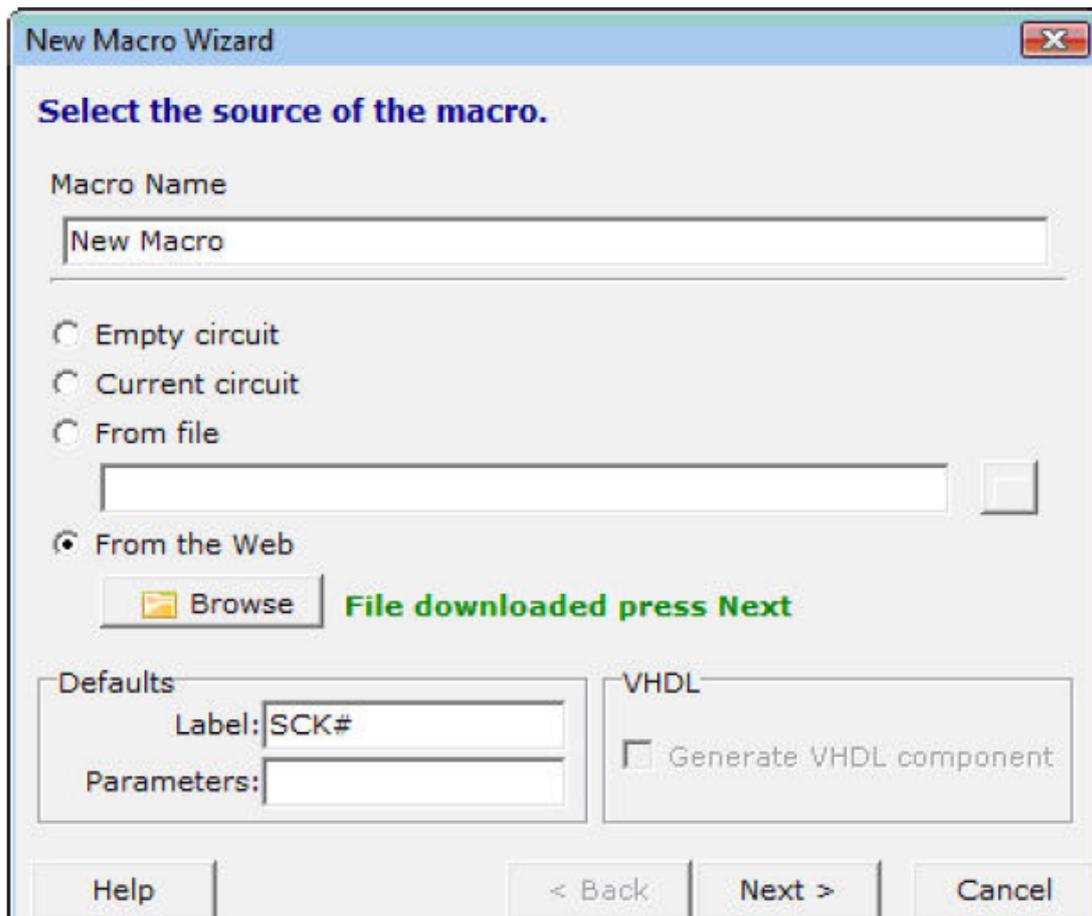
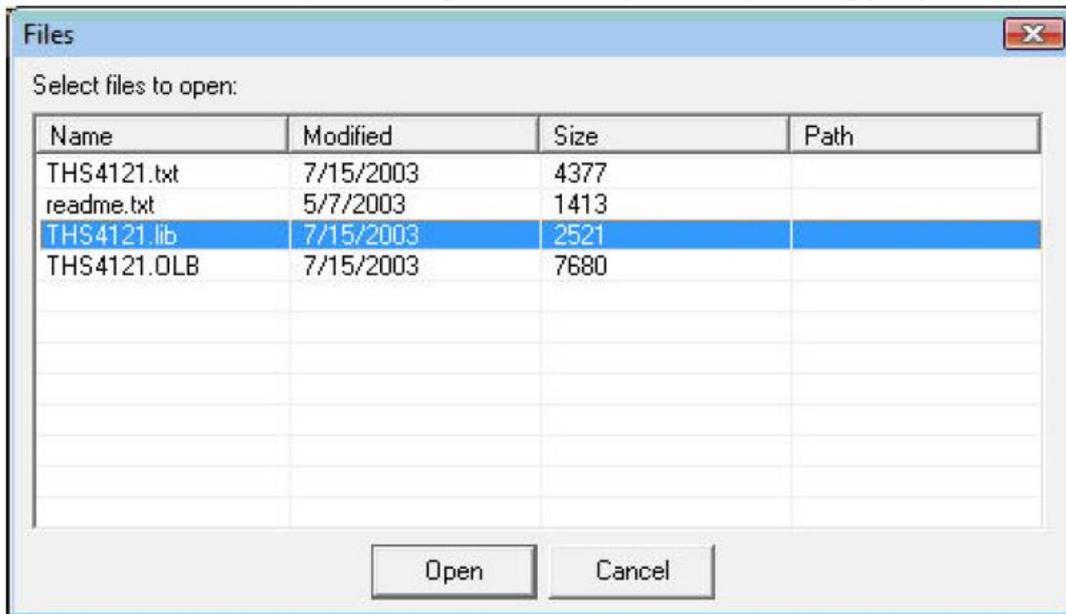
Появится встроенный интернет-браузер TINA. Используйте этот браузер, чтобы найти и выбрать дифференциальный операционный усилитель THS4121 от Texas Instruments (TI).

Войдите в www.ti.com и найдите макрос Spice на веб-сайте TI, используя Вариант поиска TI или просто введите следующий URL напрямую (используйте копию и вставьте, если хотите).

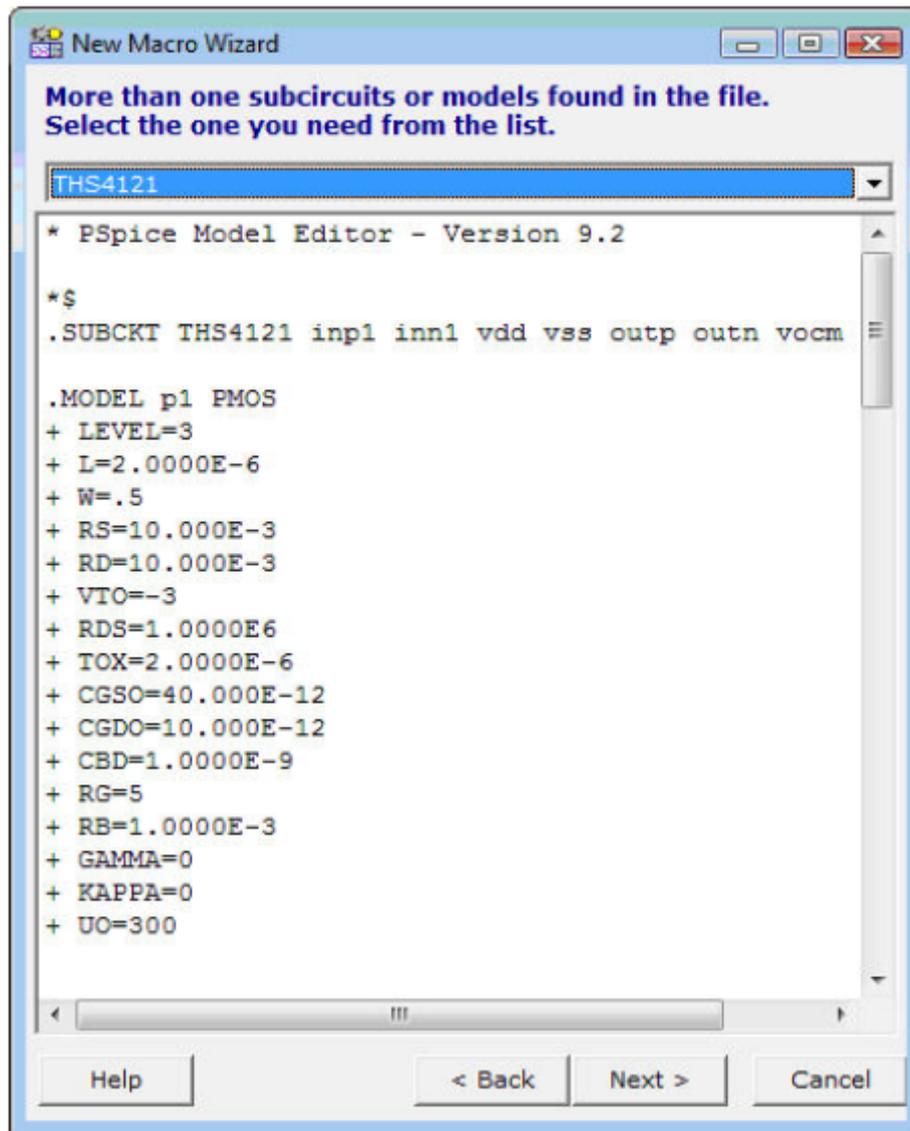
<http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/ths4121.html> (Обратите внимание, что указанная выше прямая ссылка может измениться.).

Откроется страница продукта THS4121. Прокрутите экран вниз и найдите ссылку на модель Spice этого продукта, показанную ниже красным.

Щелкните, чтобы выбрать файл THS4121.lib и нажмите Открыть. Мастер создания нового макроса появится снова с (зеленым) сообщением (Файл загружен, нажмите Далее), подтверждающее успешную загрузку.



Нажмите кнопку Далее.



Если в файле более одного макроса, TINA представляет их в виде списка.

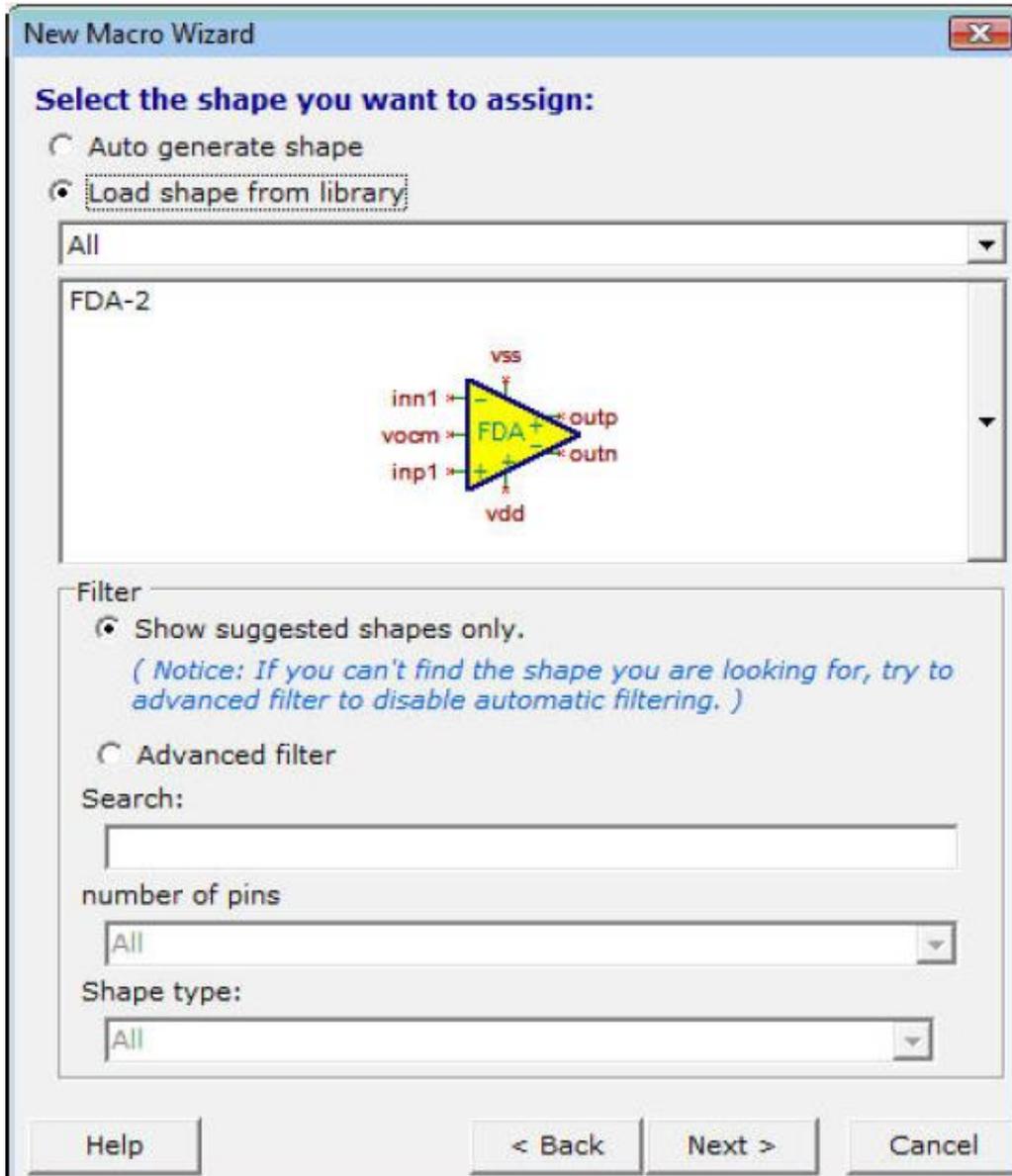
Примечание:

Некоторые производители помещают несколько моделей устройств в один файл.

Вы можете перенести эти модели устройств в макросы TINA с помощью этого инструмента выбирая их один за другим.

Если моделей много, вы можете использовать Инструмент менеджера библиотек (Library Manager tool), который позволяет вам добавлять все модели в каталог TINA за один шаг. Узнайте об этом в следующем разделе.

Теперь нажмите кнопку Далее. Мастер покажет схему предложенного символа (форму):



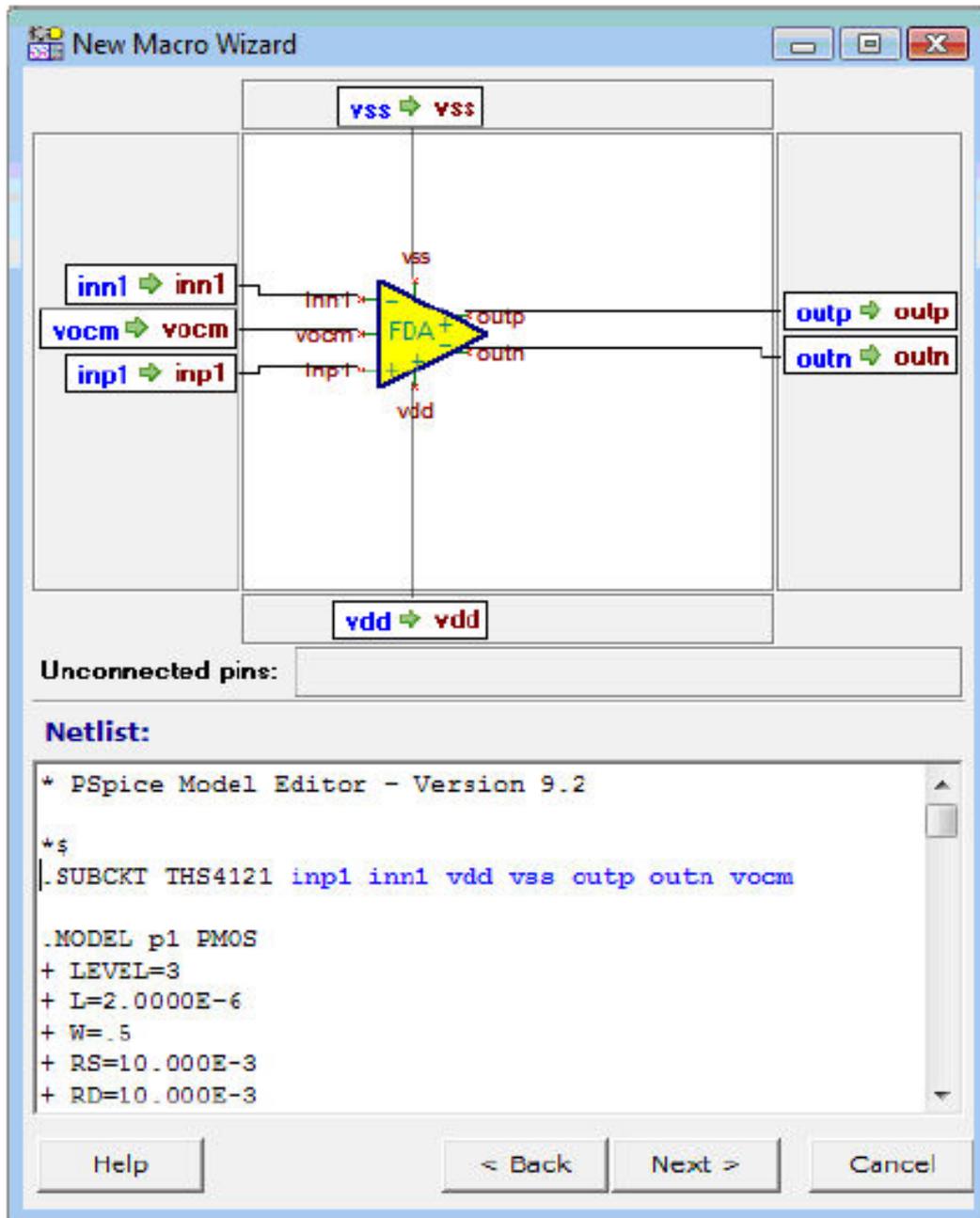
Вы можете выбрать другие формы, если они есть, нажав длинную вертикальную кнопку справа от символа.

Примечание:

Вам может потребоваться снять флажок «Показать только предлагаемые формы», чтобы увидеть больше форм.

В этом режиме вы также можете искать по имени, количеству контактов и по функциям (операционные усилители, компараторы и т. д.) Вы должны выбрать параметр типа формы перед поиском по функции.

В нашем примере кажется, что TINA автоматически выбрала подходящую форму, так что теперь вы можете нажать кнопку Далее. Отобразится выбранная форма, соединения контактов и текст макроса Spice.



Если в файле более одного макроса, TINA представляет их в виде списка.

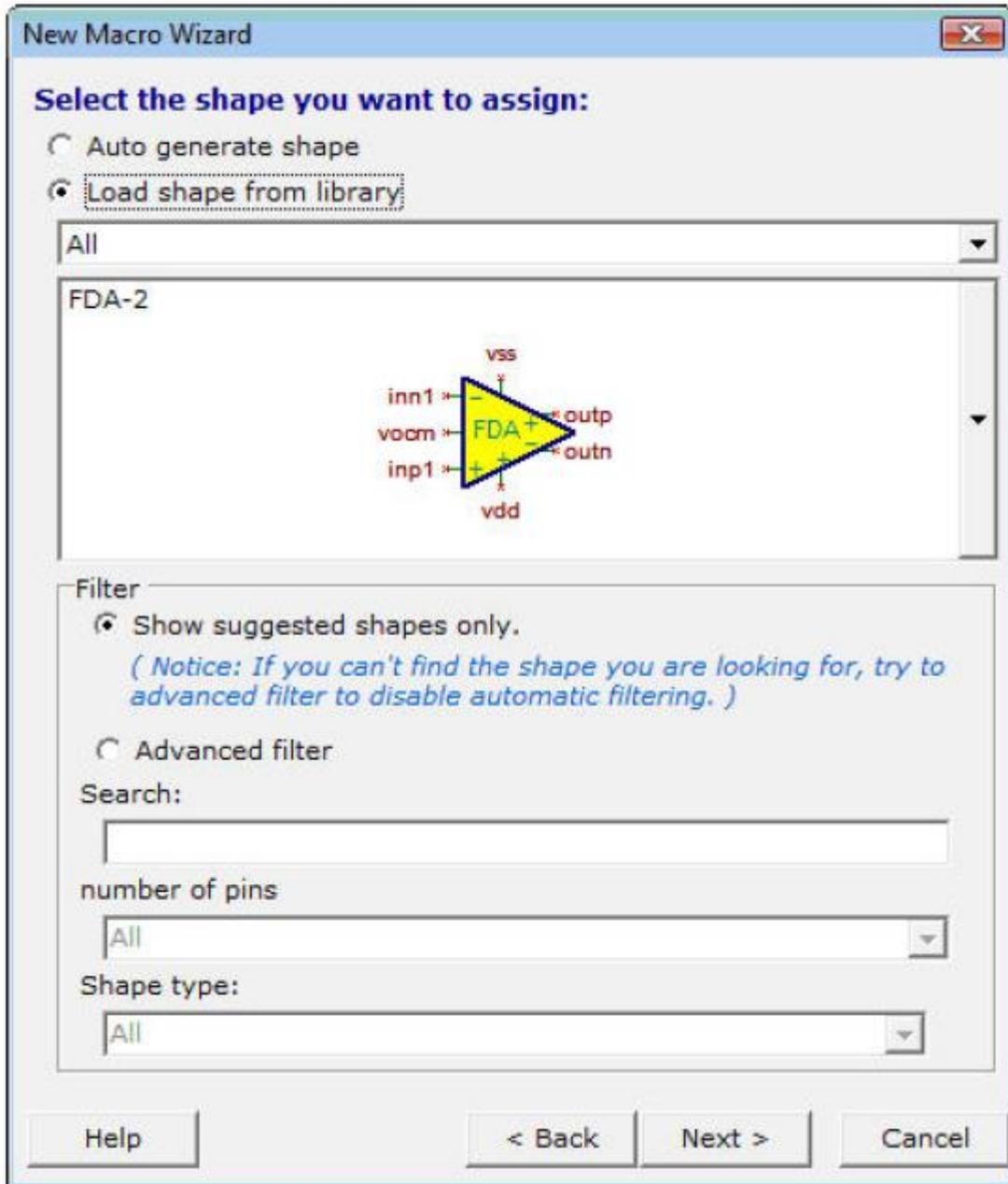
Примечание:

Некоторые производители помещают несколько моделей устройств в один файл.

Вы можете перенести эти модели устройств в макросы TINA с помощью этого инструмента, выбирая их один за другим.

Если моделей много, вы можете использовать Инструмент менеджера библиотек (Library Manager tool), который позволяет вам добавлять все модели в каталог TINA за один шаг. Узнайте об этом в следующем разделе.

Теперь нажмите кнопку Далее. Мастер покажет схему предложенного символа (формы):



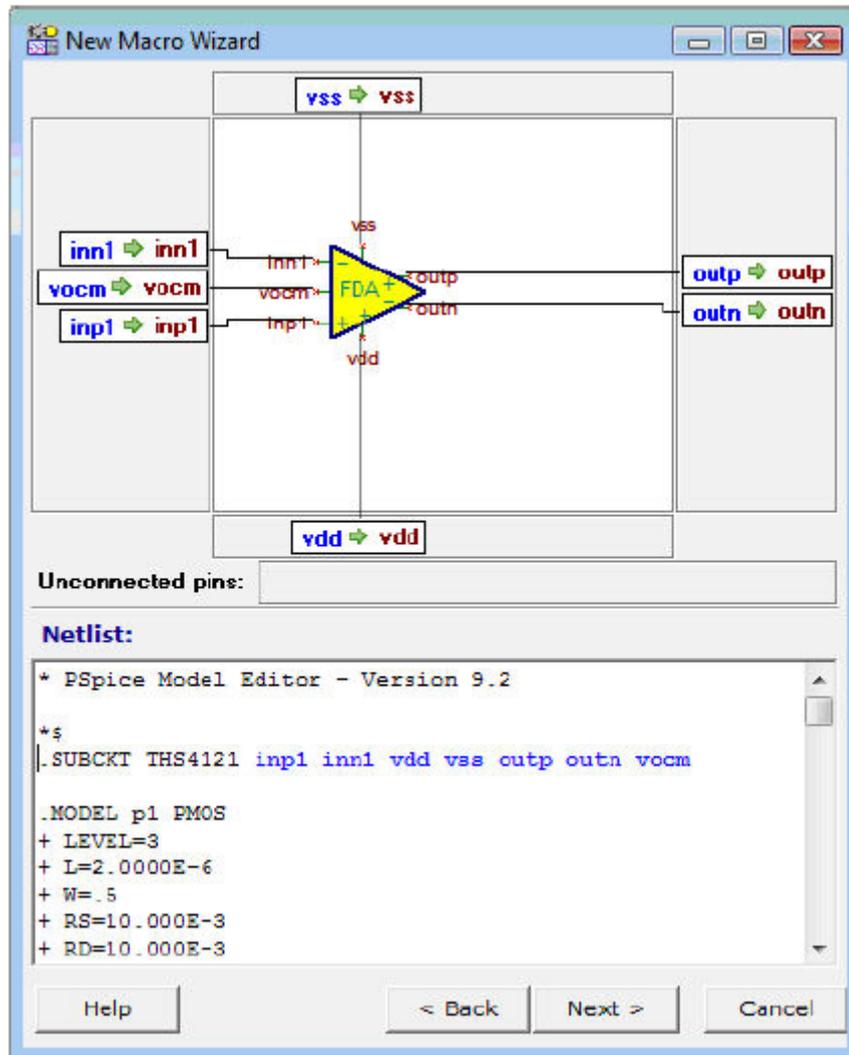
Вы можете выбрать другие формы, если они есть, нажав длинную вертикальную кнопку справа от символа.

Примечание:

Вам может потребоваться снять флажок «Показать только предлагаемые формы», чтобы увидеть больше форм.

В этом режиме вы также можете искать по имени, количеству контактов, и по функциям (операционные усилители, компараторы и т. д.). Вы должны выбрать параметр типа формы перед поиском по функции.

В нашем примере кажется, что TINA автоматически выбрала подходящую форму, так что теперь вы можете нажать кнопку Далее. Отобразится выбранная форма, соединения контактов и текст макроса Spice.



Найдите минутку, чтобы проверить соединения и при необходимости исправить их, перетаскивая метки соединений.

Если все правильно, снова нажмите кнопку Далее. Появится диалог сохранения, и вы можете сохранить макрос в папке User или TINA.

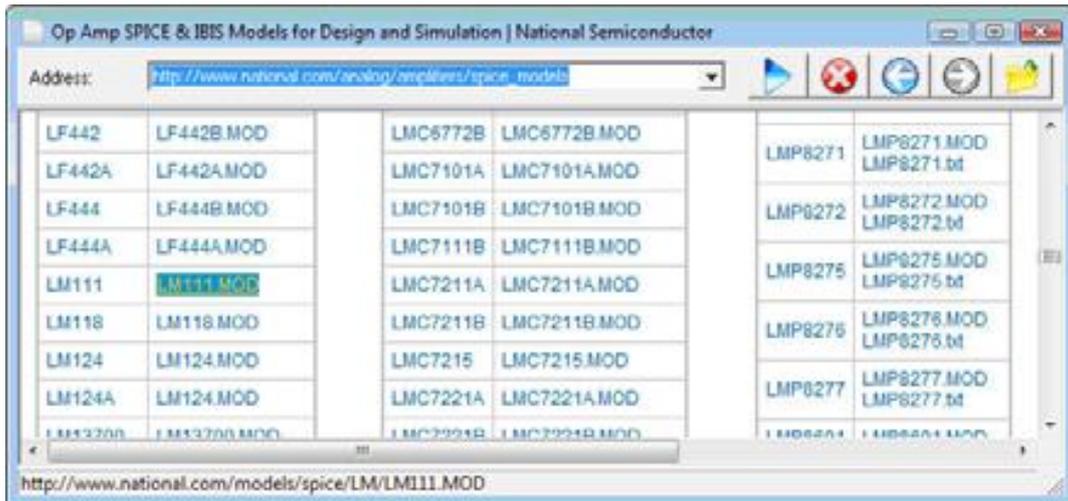
Сделайте это немедленно или сделайте это позже, используя меню «Вставка».

Теперь вставим модель другого производителя. Наш выбор - компаратор LM111 от National Semiconductors.

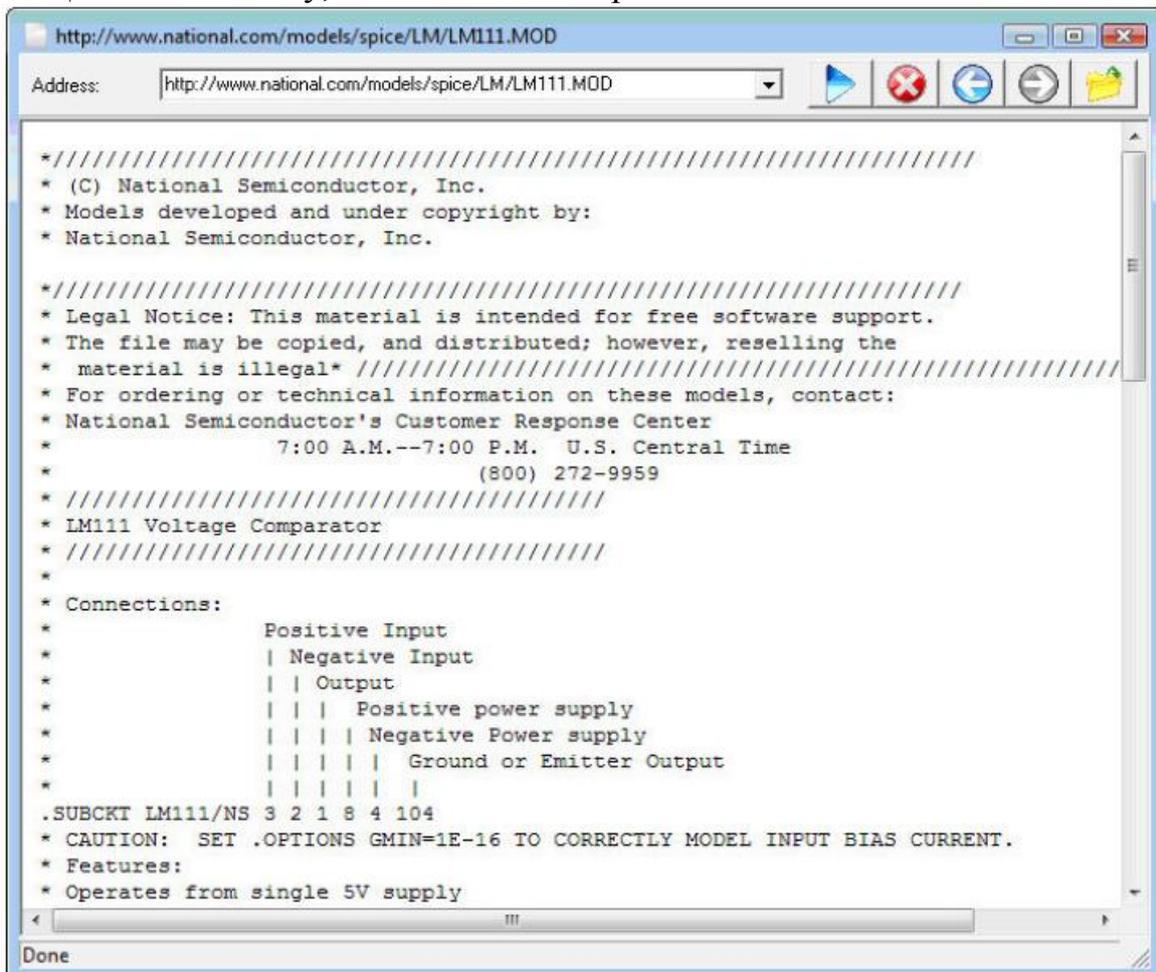
После вызова интернет-браузера в TINA найдите модель Spice на странице <http://www.national.com>, которая на момент написания этого руководства имела адрес:

http://www.national.com/analog/amplifiers/spice_models.

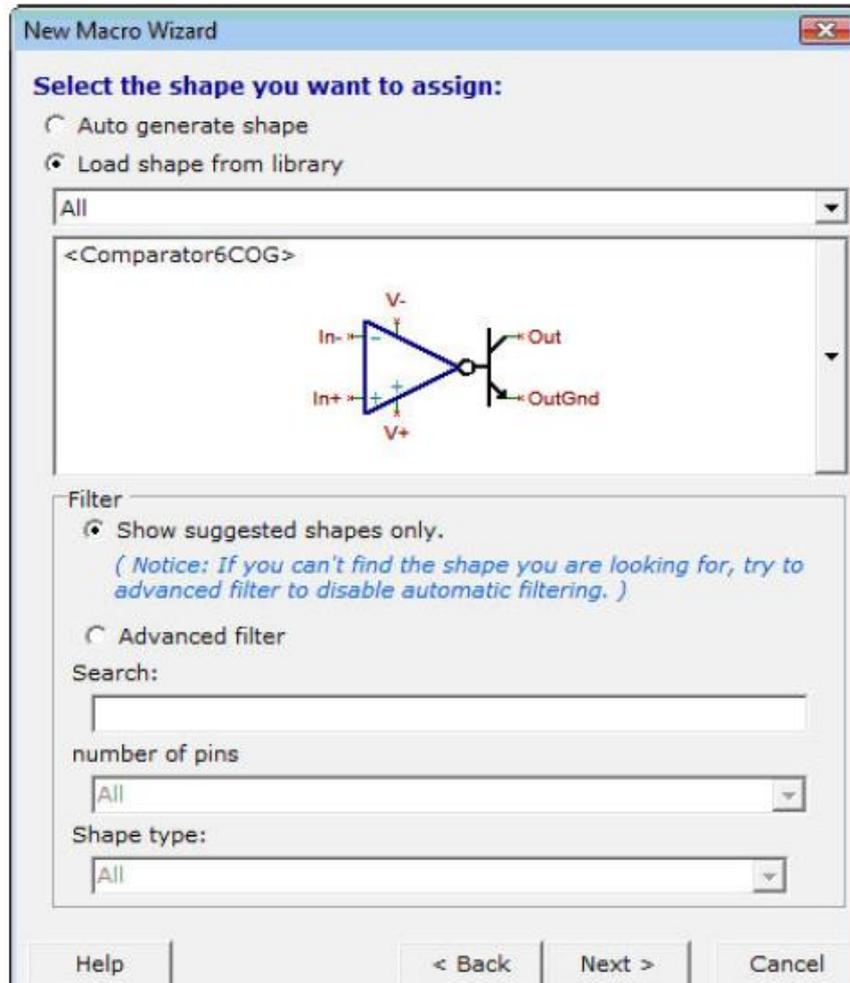
Прокручивая страницу вниз, вы найдете модель LM111 под именем LM111.MOD, как показано ниже.



Щелкните ссылку, и текст модели Spice появится в TINA.



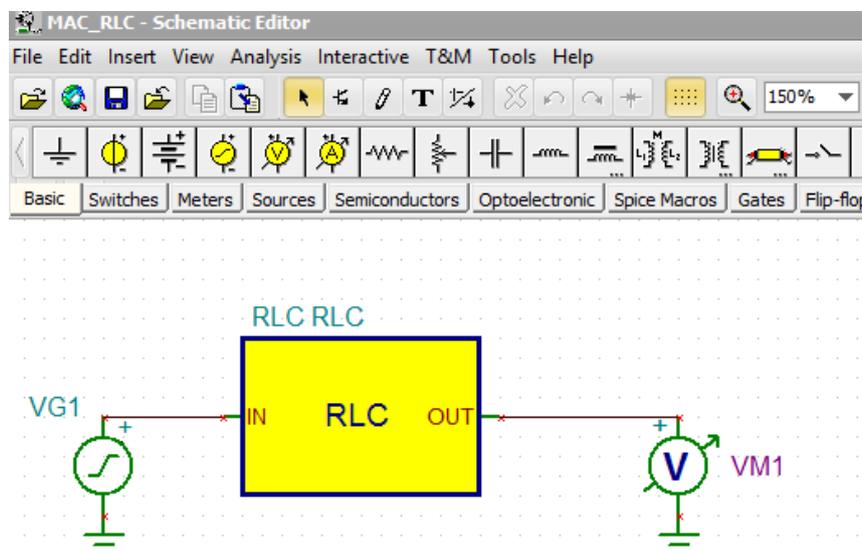
Теперь щелкните значок "Открыть"  в правом верхнем углу окна браузера, и снова появится мастер макросов, подтверждающий успешную загрузку. Нажмите «Далее». TINA автоматически представит выбранный символ.



Остальные шаги такие же, как описано в предыдущем разделе.

5.2.2 Добавление параметров в макросы Spice

TINA позволяет добавлять параметры в подсхемы Spice и устанавливать их из TINA. Параметры в подсхеме определены стандартом Spice syntax с помощью ключевого слова PARAMS. Например, посмотрите на подсхему в схеме, указанной в файле MAC_RLC.TSC в папке EXAMPLES \ SUBCIRC.



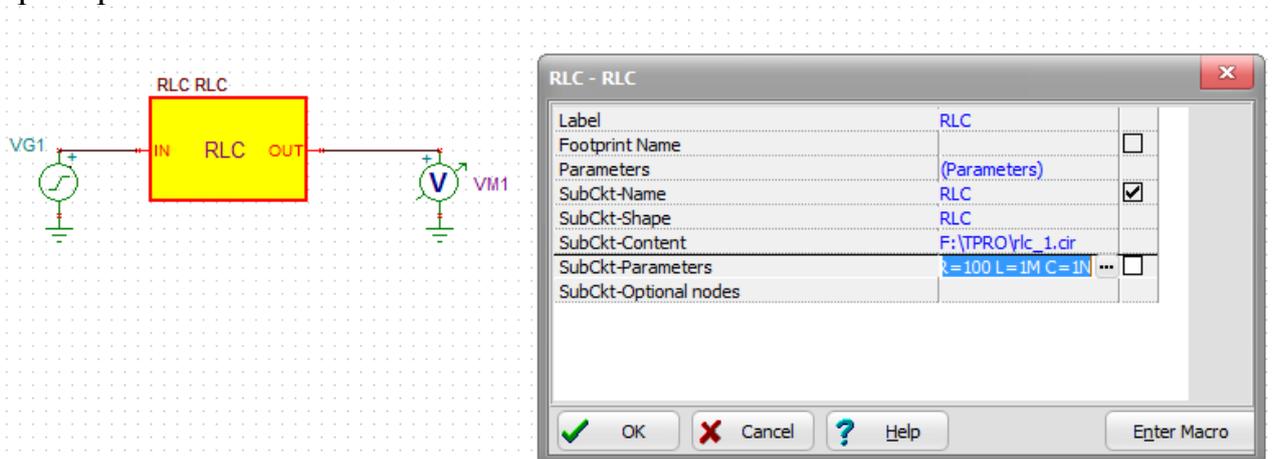
Если вы дважды щелкните под схему RLC и нажмете кнопку Enter Macro, появится содержимое под схемы:

```

<MAC_RLC:RLC [MACRO]> - Netlist Viewer
File Edit Analysis Help
* RLC Subcircuit - Parameter test
.SUBCKT RLC In Out PARAMS: R=100 L=1M C=1N
C1 Out 0 {C}
L1 1 Out {L}
R1 In 1 {R}
.ENDS

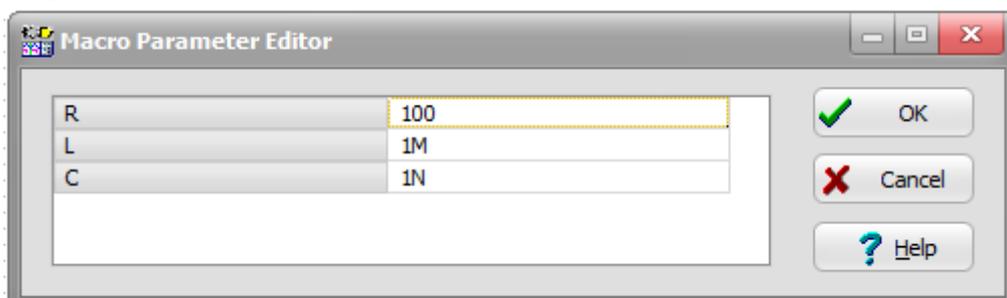
```

Это параметры R, L и C. Вы можете установить параметры в диалоговом окне свойств под схемы в TINA, созданном, как описано в этой главе. В нашем примере:



Отредактируйте параметры либо в строке SubCkt-Parameters, либо щелкните кнопку  и появится диалоговое окно «Редактор параметров макроса».

Введите или отредактируйте параметры, которые вы хотите изменить, и нажмите ОК.



5.3 Использование и расширение возможностей каталогов моделей Spice производителей в TINA

В TINA вы найдете большие каталоги Spice моделей производителей. В большинстве случаев вы обнаружите, что необходимые компоненты уже есть в

каталоге TINA моделей производителей. Вы можете выбрать компоненты по функциям, производителю и номеру детали.

Вы также можете расширить библиотеку с помощью программы Менеджера библиотек TINA.

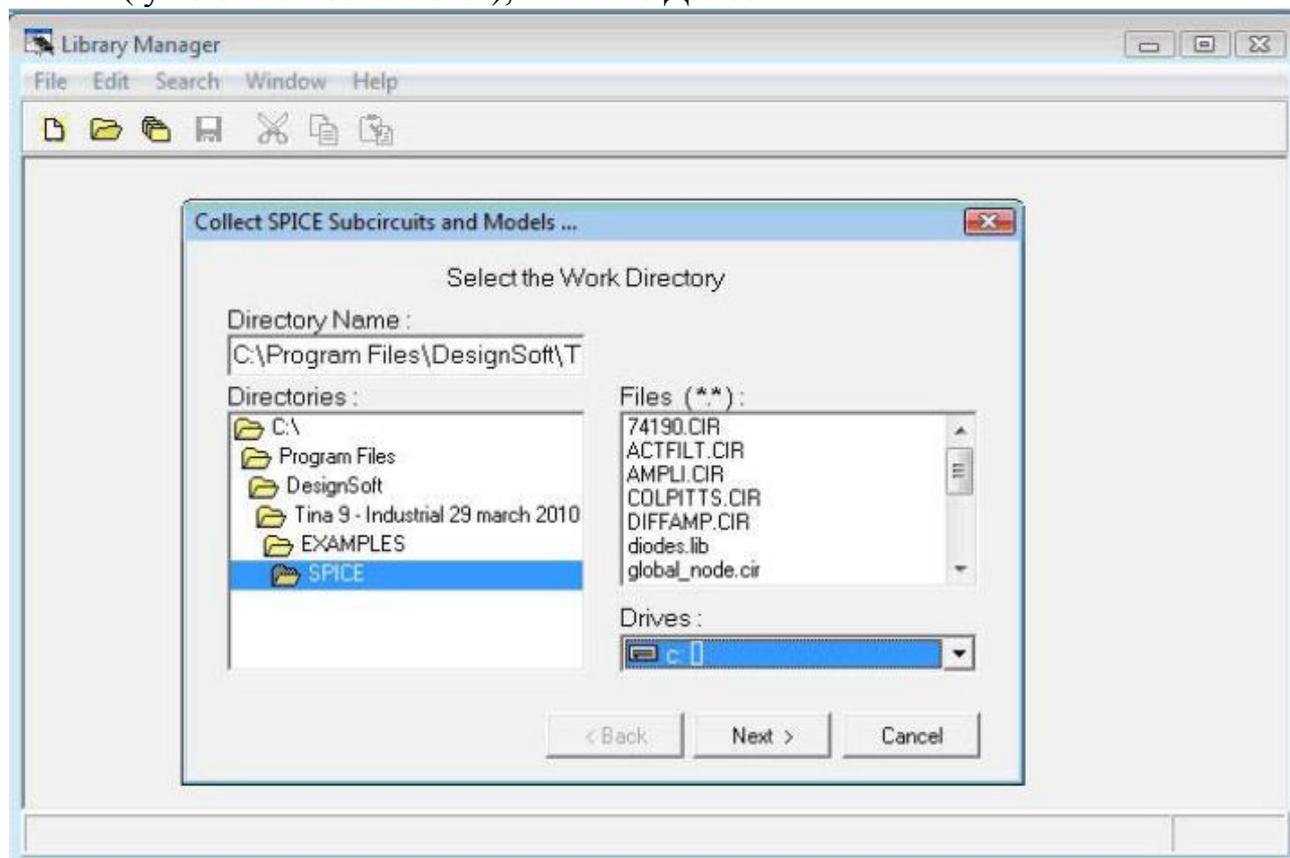
5.3.1 Использование диспетчера библиотек

TINA имеет большие библиотеки, содержащие модели Spice, предоставленные производителями полупроводников, такими как Analog Devices, Texas Instruments, National Semiconductor и другими. Вы можете добавить больше моделей в эти библиотеки или создать свою собственную библиотеку Spice, используя Менеджер библиотеки (Library Manager (LM)) TINA.

Давайте узнаем, как добавить модель Spice в Spice библиотеки TINA:

5.3.1.1 Введение в добавление макросов Spice в библиотеки TINA

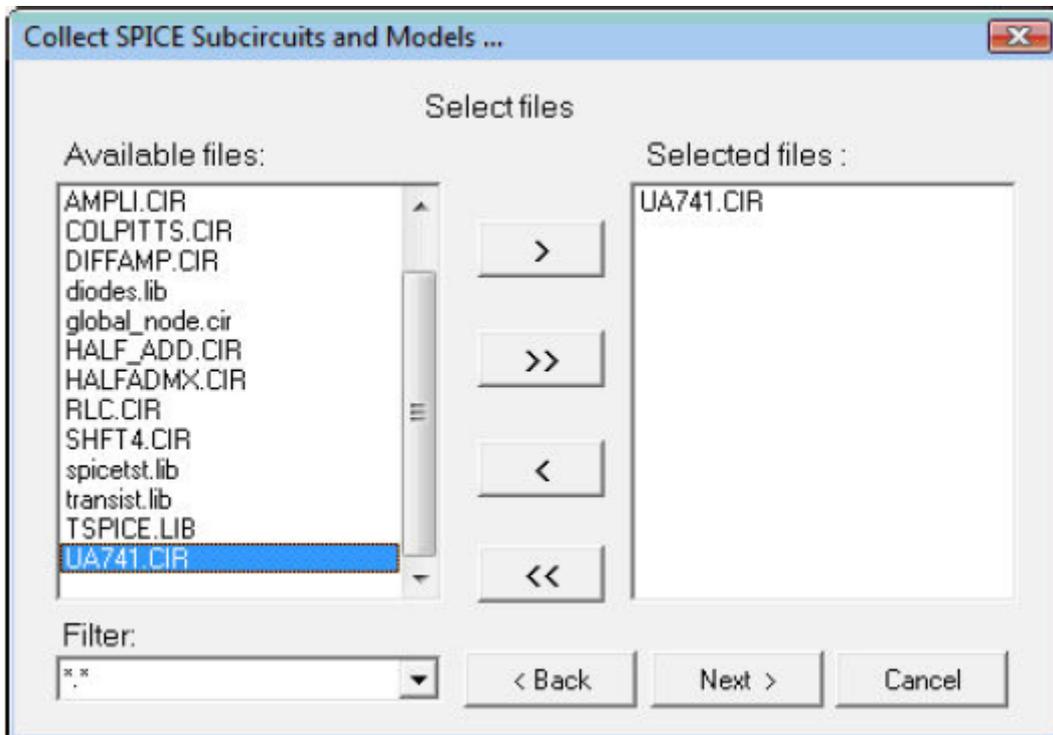
Запустите программу Library Manager. Используйте меню Пуск Windows, чтобы найти папку TINA и щелкните ее значок. Выберите Собрать подсхемы и модели (Collect subcircuits and models) из меню "Файл". Найдите папку EXAMPLES \ SPICE (в диалоговом окне папки программ, где находится TINA), щелкните папку SPICE, где находится наш пример подсхемы -а ua741 amplifier model (уже была поставлена), и жмите Далее.



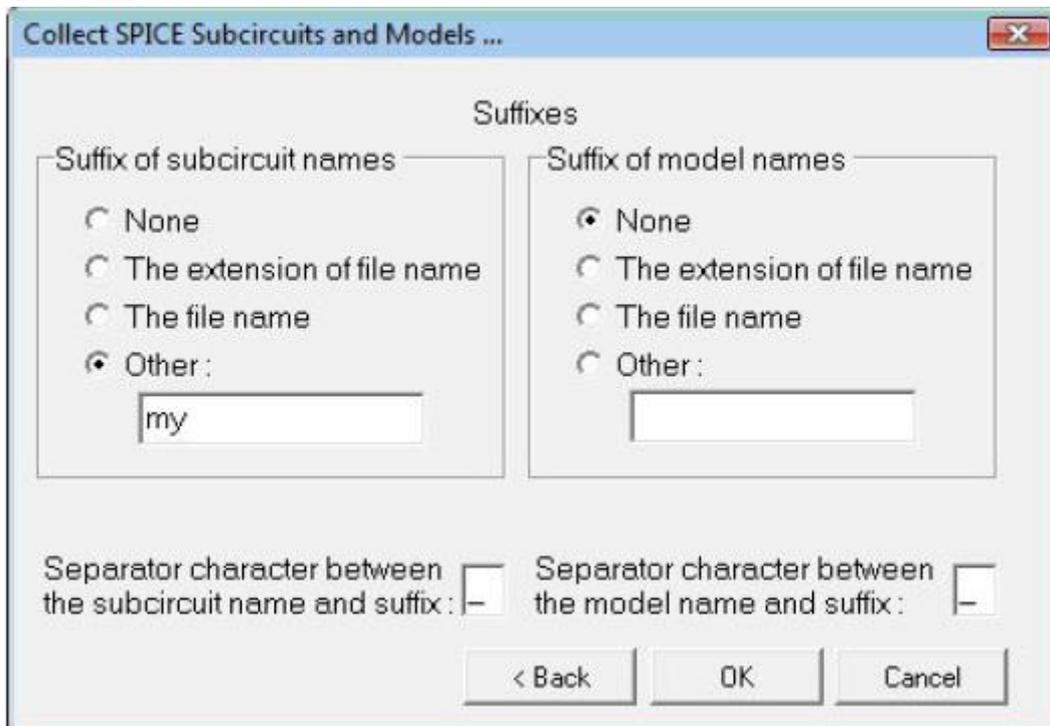
Появится новое диалоговое окно со списком доступных файлов на левой боковой стороне. Обратите внимание, что выбранный вами файл должен быть правильной подсхемой Spice.

Щелкните UA741, а затем нажмите кнопку >. Модель UA741, которую вы выбрали, будет отображаться в списке выбранных файлов. Аналогичным образом вы можете выбрать больше файлов или даже все файлы, нажав кнопку

>>



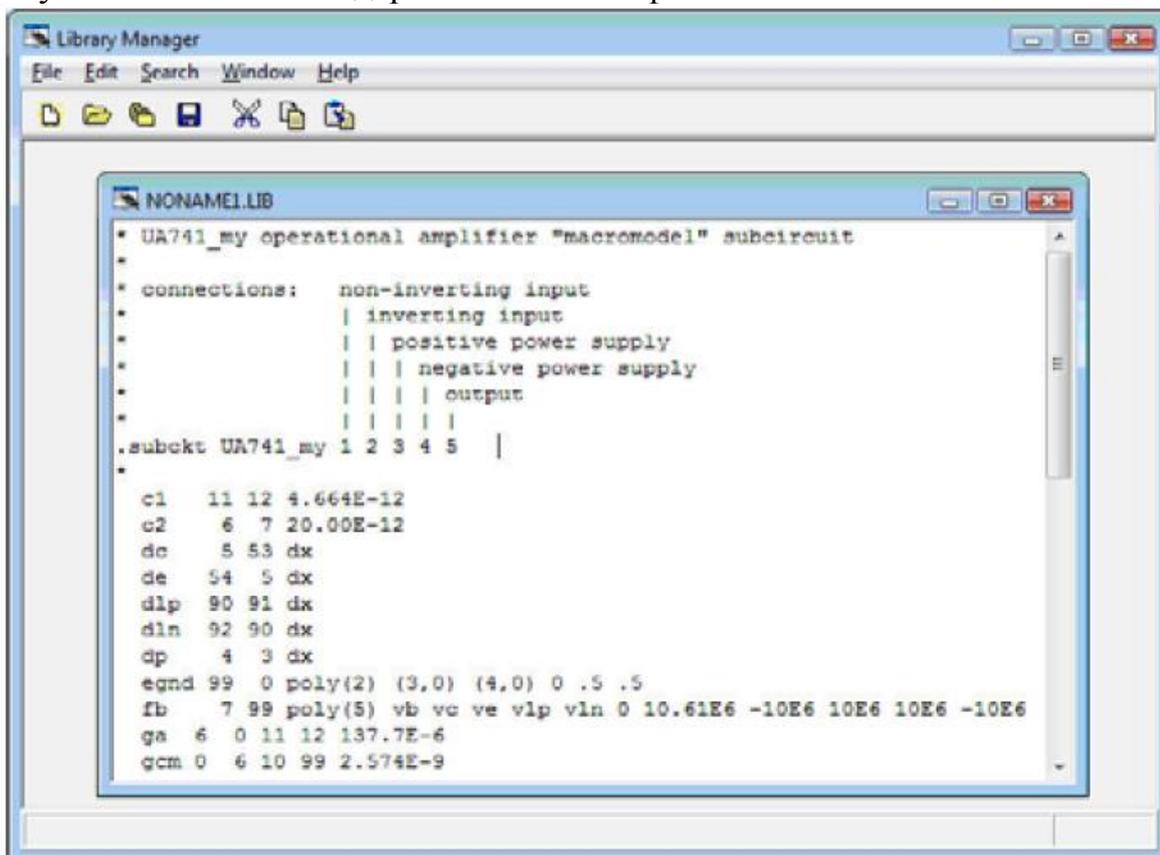
Для продолжения нажмите кнопку «Далее». Появится следующее диалоговое окно.



В этом диалоговом окне вы можете вносить изменения в под схему или в название модели.

Это может быть необходимо, чтобы избежать конфликтов между разными подсхемами или версиями моделей с таким же названием. Чтобы различать новую модель вы можете добавить имя файла в качестве суффикса к имени подсхемы или добавить любой текст в качестве суффикса к имени, используя опцию Другое (Other).

Давайте добавим суффикс «my» к имени подсхемы, а затем нажмем кнопку Next. Появится содержимое нового файла библиотеки.



Примечание:

Новое имя подсхемы имеет суффикс «мой»: UA741_my.

Используя File | Save As, сохраните эту библиотеку с именем my_741.lib в папке Spicelib из папки Windows Documents, например:

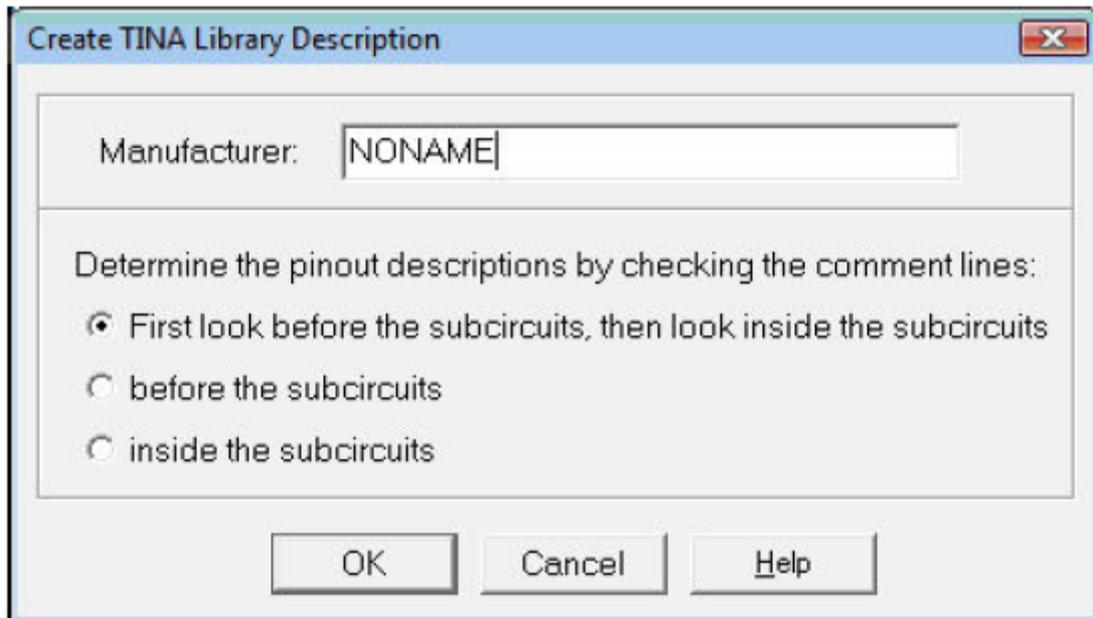
Documents\Designsoft\TINA_Industrial_install date_id_number\Spicelib

Эта папка автоматически создается и настраивается в TINA.

Примечание:

Новые библиотеки в Vista, Windows 7 и более поздних версиях должны быть созданы в области пользователя в папке Документы Windows, поскольку папка Program Files обычно защищена от записи в этих операционных системах. Это также полезно, потому что таким образом пользовательские данные и исходные библиотеки TINA разделяются

Теперь выберите Create TINA Library Description в меню Файл и выберите select... для моделей и подсхем Spice. Появится следующее диалоговое окно.



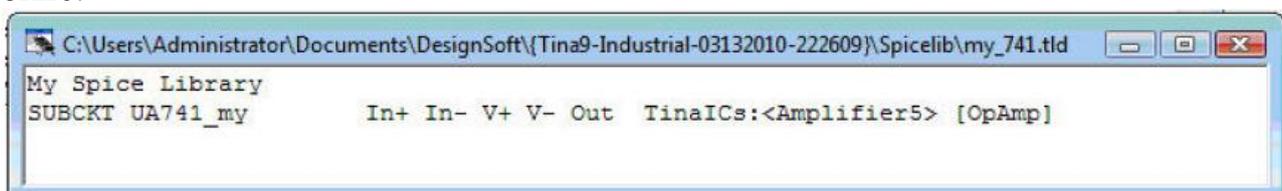
Здесь вы даете своей новой библиотеке имя, которое появится в поле Производитель (Manufacturer) инструмента вставки макроса Spice (Spice macro insertion tool). Давай заменим это на My Spice Library.



Также можно указать некоторые параметры поиска для определения описания распиновки модели Spice. Настройка по умолчанию обычно удовлетворительна.

Нажмите кнопку Help для получения дополнительной информации.

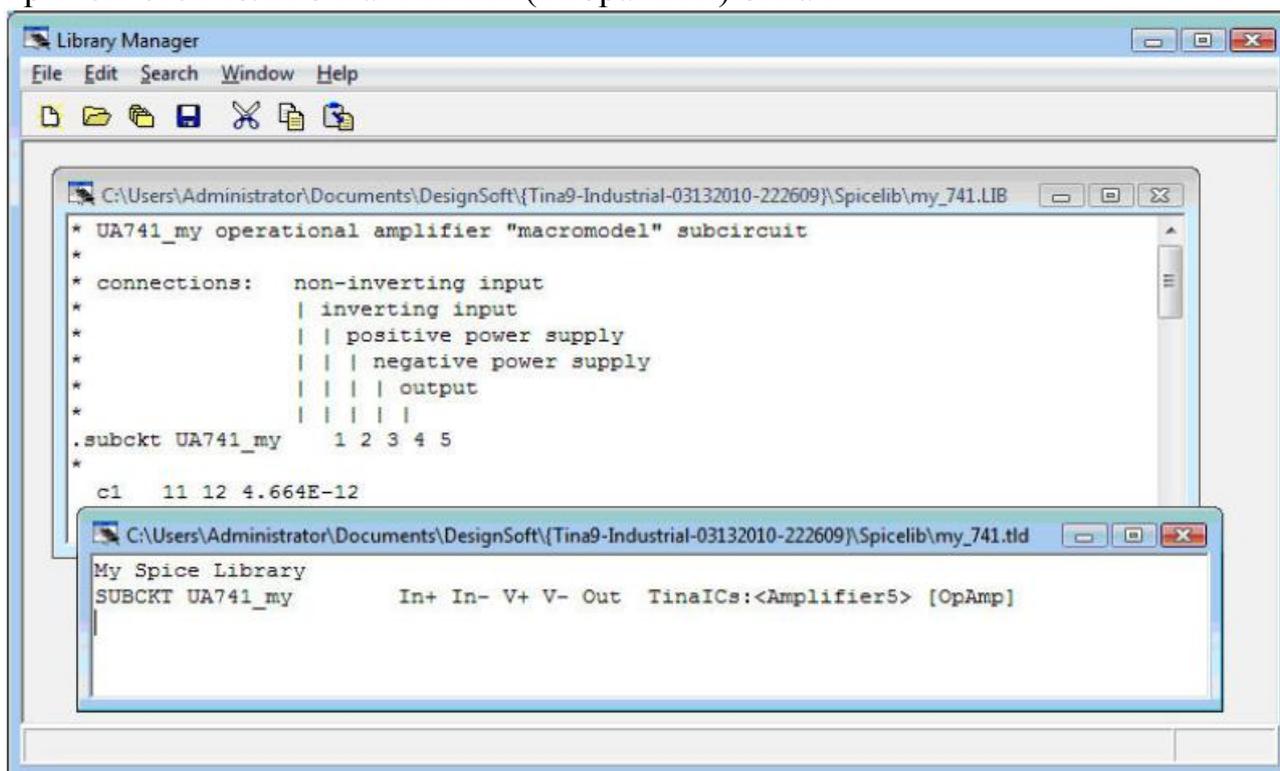
Описание (директория) нового каталога будет отображаться в новом окне:



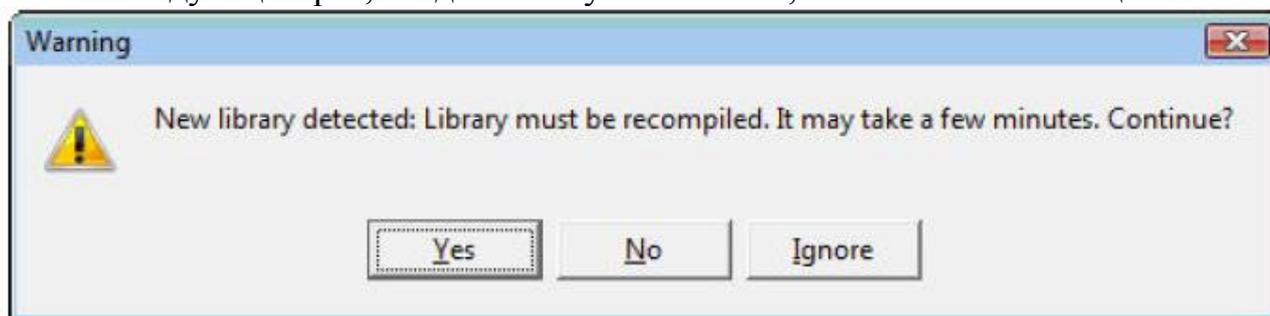
Примечание:

Если все прошло хорошо, как описано выше, вы не должны увидеть никаких предупреждений (красные), таких как «Нет обрабатываемых операторов» или «Автофигура», что будет означать, что менеджер библиотеки не может полностью решить задачу полностью автоматически. Если появится какое-либо из этих предупреждений, прочтите следующую главу для разрешения.

Наконец, сохраните каталог библиотеки как my_741.tld в той же папке Spicelib, описанной выше. Обратите внимание, что команда «Сохранить как» применяется только в активных (выбранных) окнах.



В следующий раз, когда вы запустите TINA, появится это сообщение:



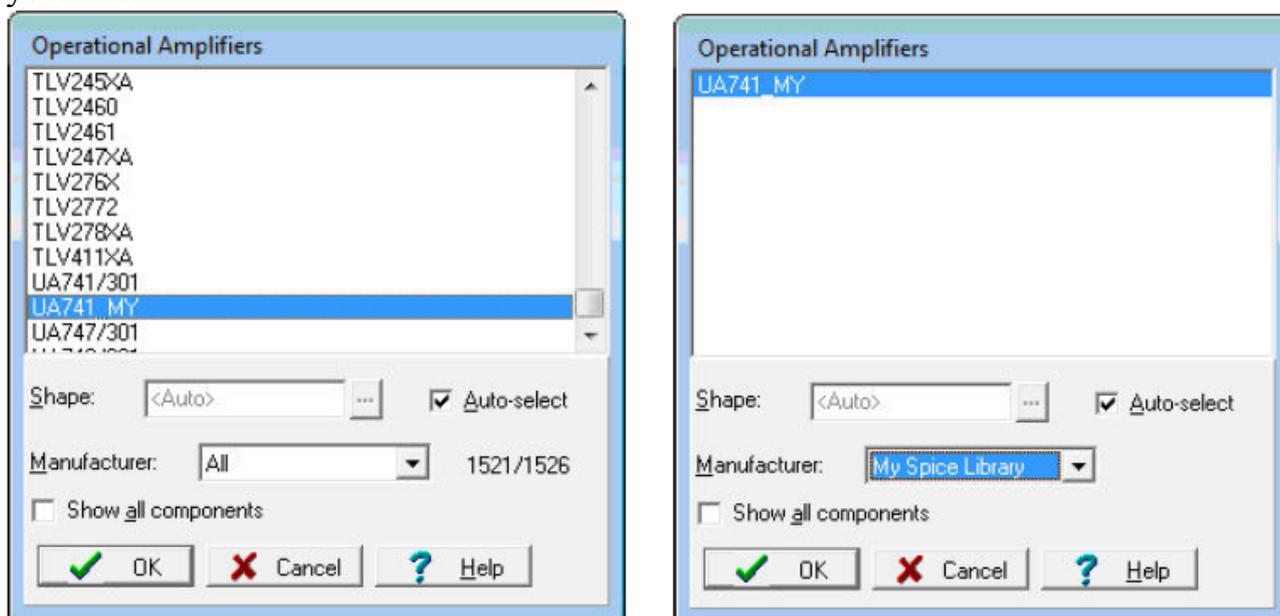
Нажмите «Да», чтобы добавить вашу библиотеку в библиотеки TINA.

Примечание:

Если это сообщение не появляется по какой-либо причине (например, из-за различия файла формата даты), повторно скомпилируйте библиотеку вручную, используя команду "Перекомпилировать библиотеку" в меню "Инструменты". Вы также можете перекомпилировать библиотеку уже в

Менеджере библиотек. Выберите Create TINA Library и компилируйте библиотеку (Compile Library) в меню «Файл» диспетчера библиотек. В этом в случае предупреждение не появится.

Теперь перейдите на вкладку Spice Macros и на Operational Amplifiers на панели инструментов компонента. Ваша новая библиотека компонентов должна появиться здесь в списке производителей. Чтобы получить доступ к вашей новой подсхеме, выберите «Моя библиотека Spice» или «All». Если вы выбрали «Все», просто нажмите U, чтобы перейти прямо к U, где будет легко найти UA741MY в списке. Если же, с другой стороны, вы выбрали My Spice Library, список, конечно же, будет содержать только ваш новый операционный усилитель.



5.3.1.2 Проблемы и решения при добавлении Spice макросов в TINA

Во многих случаях добавить модели в TINA так же просто, как описано выше, но в некоторых случаях невозможно найти связь между Spice моделями и их графическими символами автоматически. К счастью, последняя версия Менеджера библиотек TINA позволяет легко решить эту проблему.

Давайте добавим библиотеку «SPICETST.LIB» из папки EXAMPLES \ SPICE в TINA.

Примечание:

Вы можете перемещаться между папками TINA, используя маленькую стрелку рядом с кнопкой «Открыть».

Сначала запустите диспетчер библиотек, как описано выше. Откройте «SPICETEST.LIB» с помощью значка «Открыть» или команды «Открыть» из меню "Файл". Выберите «Создать описание библиотек TINA» (“Create TINA Library Description”) в подменю Spice Models and Subcircuits и в появившемся диалоговом окне Create TINA Library Description введите имя вашей новой библиотеки (spicetst), имя, которое будет появляться в поле Manufacturer field инструмента вставки макроса Spice TINA, как описано выше.

Вы увидите следующее окно:

```

C:\Program Files\DesignSoft\Tina 9 - Industrial 23 March 2010\EXAMPLES\SPICE\spicetst.tld
spicetst
SUBCKT xMAX4200      In+ V+ V- Out TinaICs:<Buffer4> [Buffer]
SUBCKT xMAX4147     In+ In- V+ V- Out+ Q1=Sense+ Out- Q2=Sense- <AutoShape> [Misc]
SUBCKT xmoc223      4 5 3 1 2 <AutoShape> [Misc] ; No processable comment
SUBCKT delay        Vin1 Vin2 In+ <AutoShape> [Misc]
SUBCKT moc223_dar   1 2 3 <AutoShape> [Misc] ; No processable comment

```

Глядя на строки файла «spice test.tld», содержащего описание библиотеки, похоже, первая модель, xMAX4200, была признана автоматически, поскольку и графический символ, и категория были найдены.

Для второй модели, xMAX4147, графического символа не было присвоено и его категория не признана. Однако программа узнала его терминалы.

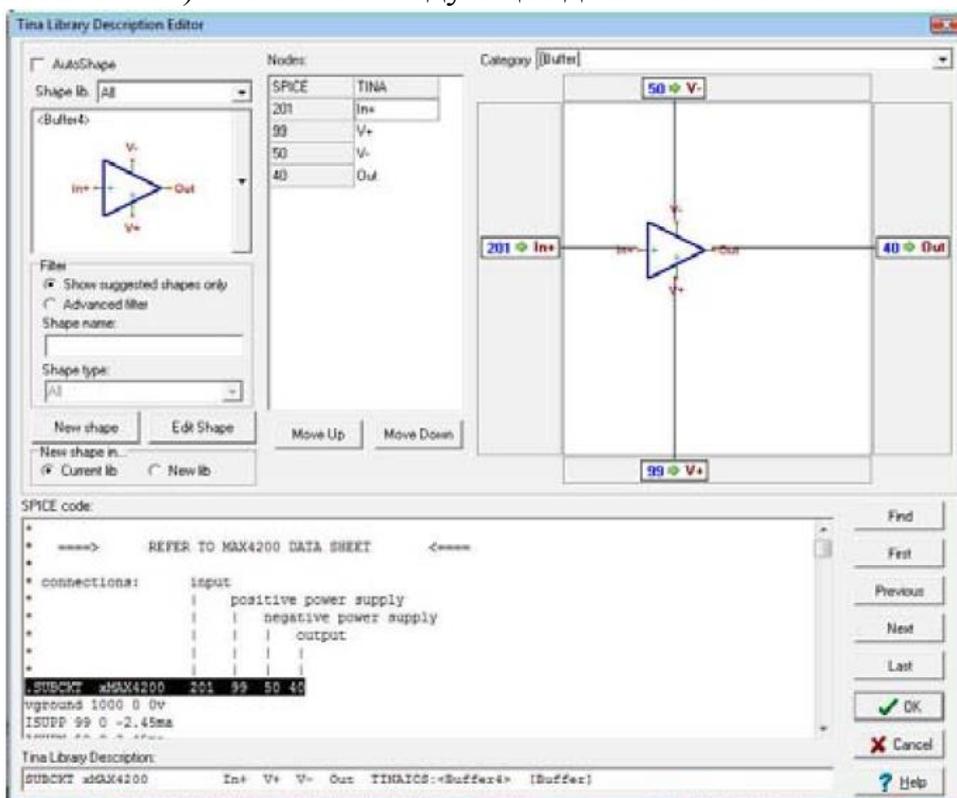
Для третьей модели, оптопары xmoc223, ничего не было признано. Обратите внимание, что даже если программа не распознает модель, она помещается в автоматически сгенерированное поле (Автофигура) и все еще может быть использована.

Примечание:

Также в списке есть 4-я и 5-я модели. Однако, если вы изучите источник Spice в библиотеке spicetst.lib, вы можете видеть, что это вспомогательные цепи оптопары. Мы рассмотрим эту проблему позже в этой главе.

Теперь давайте добавим к моделям соответствующий графический символ.

В меню «Правка» выберите команду «Редактор TLD для подсхем» («TLD Editor for Subcircuits»). Появится следующее диалоговое окно:



TINA представляет графический символ с названиями терминалов слева. Рядом с графическим символом под узлами: вы можете увидеть список конечных узлов и соответствующие имена терминалов графического символа. Вы можете переместить имена графических терминалов вверх или вниз, просто перетащив их или, используя кнопки «Переместить вверх» и «Переместить вниз».

Вы также можете просто перетащить имена терминалов на любой терминал в большей рабочей области справа от списка узлов. Если вы перетащите имя терминала поверх другого терминала и сбросите его, отпустив левую кнопку мыши, два имени поменяются местами. Вы также можете сдвинуть символ и увеличивать или уменьшать масштаб, удерживая левую или правую кнопку мыши и перемещая мышью или поворачивая колесо мыши. Это полезно для больших и / или сложных символов.

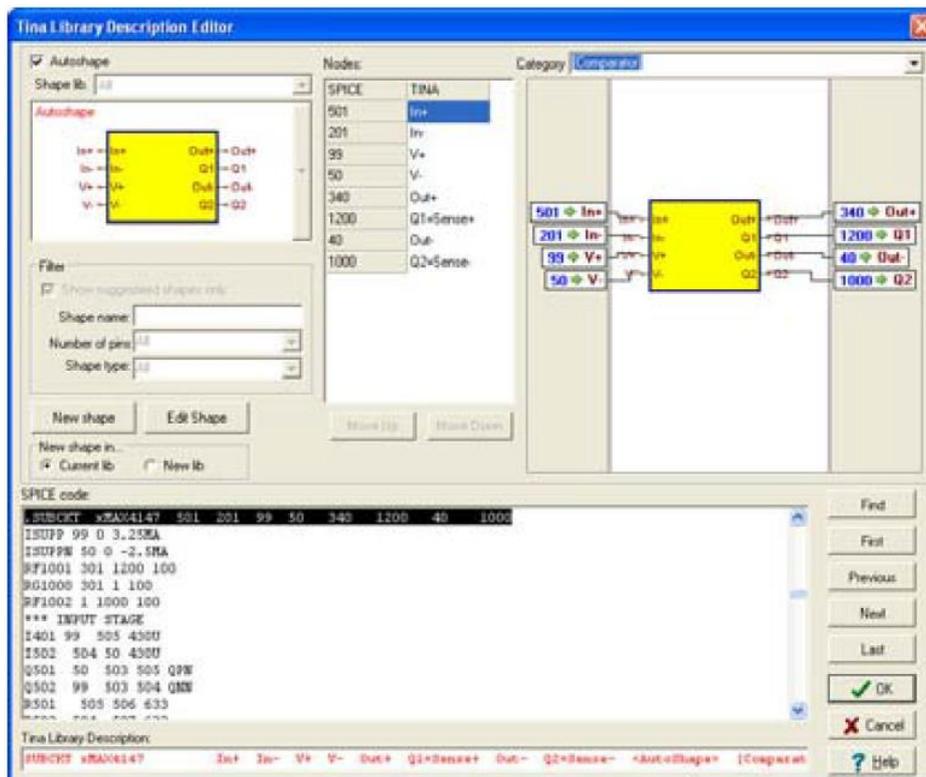
В правом верхнем углу TINA отображает категорию, которую вы можете тоже поменять.

Внизу этого диалогового окна показан SPICE-код выбранного компонента, а ниже этого в поле «Описание библиотеки TINA» (“TINA Library Description”) TINA отображает фактическое содержимое строки файла .TLD.

С помощью кнопок Первый / Предыдущий / Следующий / Последний вы можете перемещаться между моделями в библиотеке.

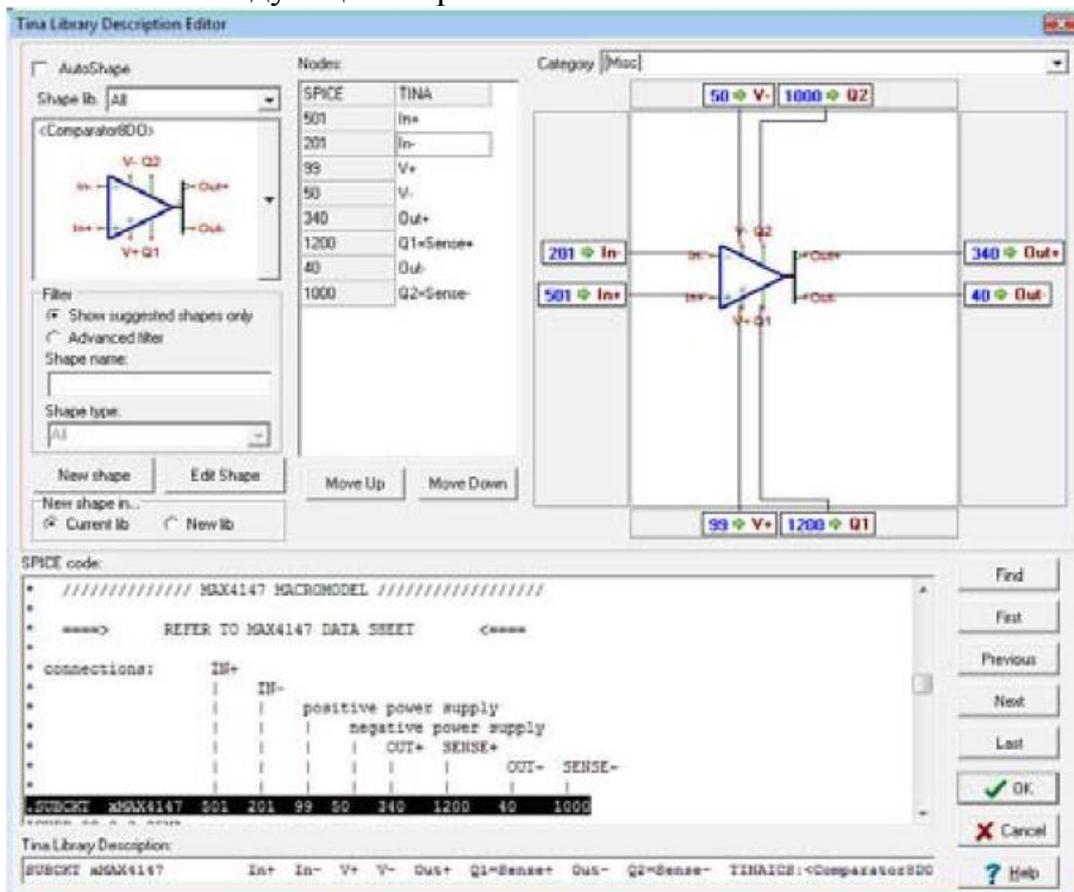
Убедитесь, что все записи для первой модели верны.

Теперь перейдите ко второй модели, нажав кнопку «Далее».



Первое, на что вы должны обратить внимание, - это квадратная графика символа Autoshape и красная линия TLD внизу. Это указывает на то, что Менеджер библиотеки не смог полностью понять модель.

Снимите флажок "Автофигура" в верхнем левом углу диалогового окна. Диалог изменится следующим образом.



Странно, но теперь выясняется, что менеджер библиотеки нашел правильный символ. Что тут происходит? В чем была проблема перед этим? Причина в том, что было доступно несколько символов с таким же количеством контактов.

Нажмите вертикальную кнопку в правой части окна формы и просмотрите появившийся список доступных символов. Вы можете выбрать другой символ, щелкнув по нему. Менеджер библиотеки, кажется, выбрал лучший вариант, но в целом это не гарантируется.

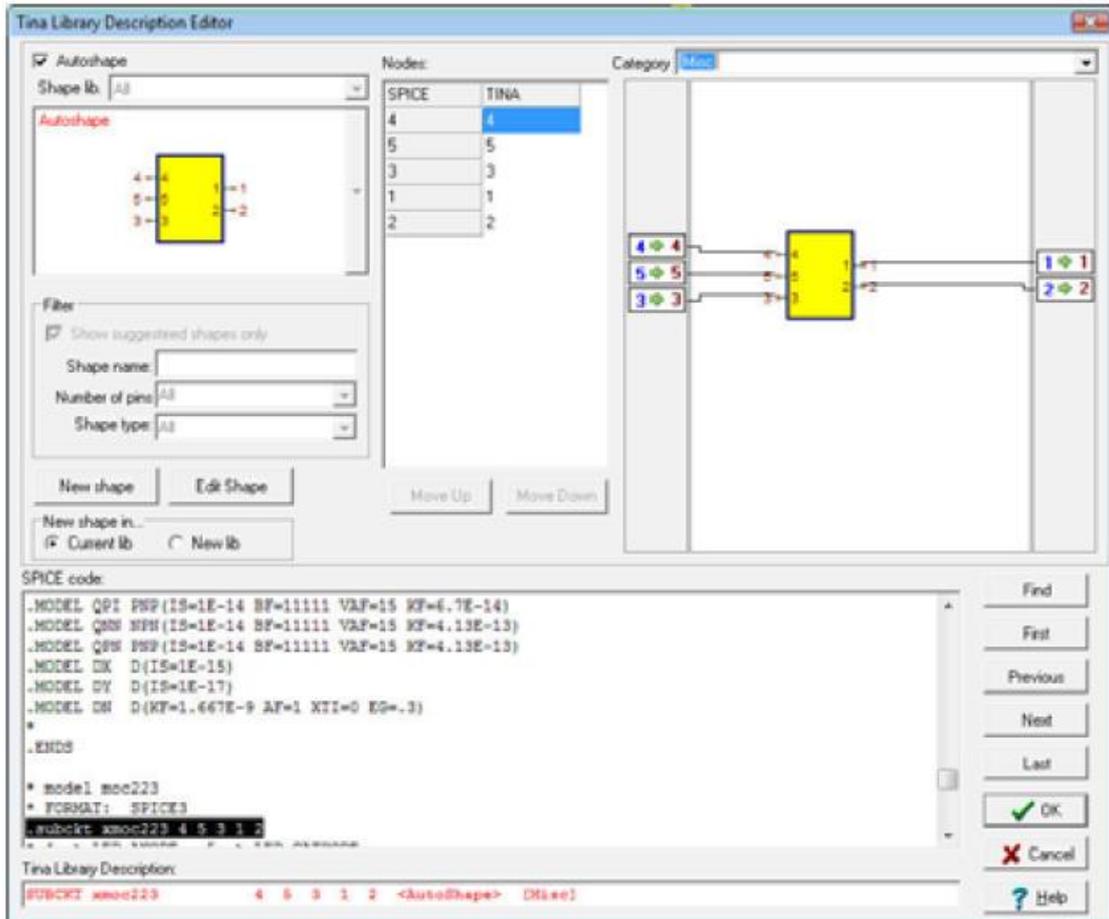
Проверьте список, показывающий связь между узлами формы и терминалами Spice. Это должно быть правильно, поскольку диспетчер библиотеки не выдавал сообщения об ошибке для комментариев Spice. Если бы было несоответствие, вы бы увидели сообщение об ошибке в строке TLD: «Нет комментариев, подлежащих обработке».

Измените категорию в правом верхнем углу на <Comparator>.

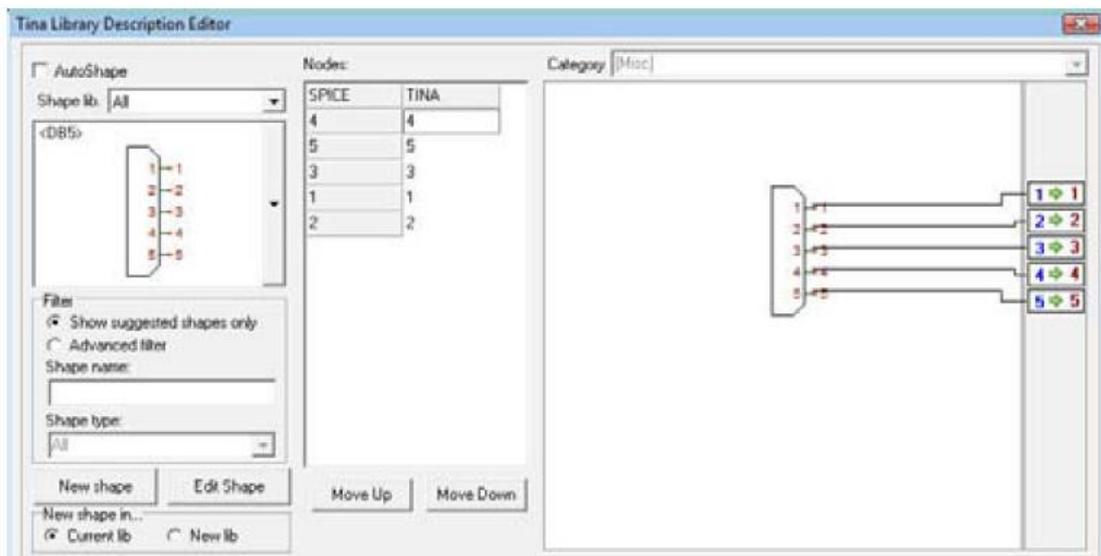
Теперь нажмите кнопку «Далее» еще раз, чтобы добавить последнюю модель в этой библиотеке. Появится следующее окно.

Обратите внимание на красную линию внизу окна. Это означает, что Диспетчер библиотек не смог идентифицировать терминалы Spice по

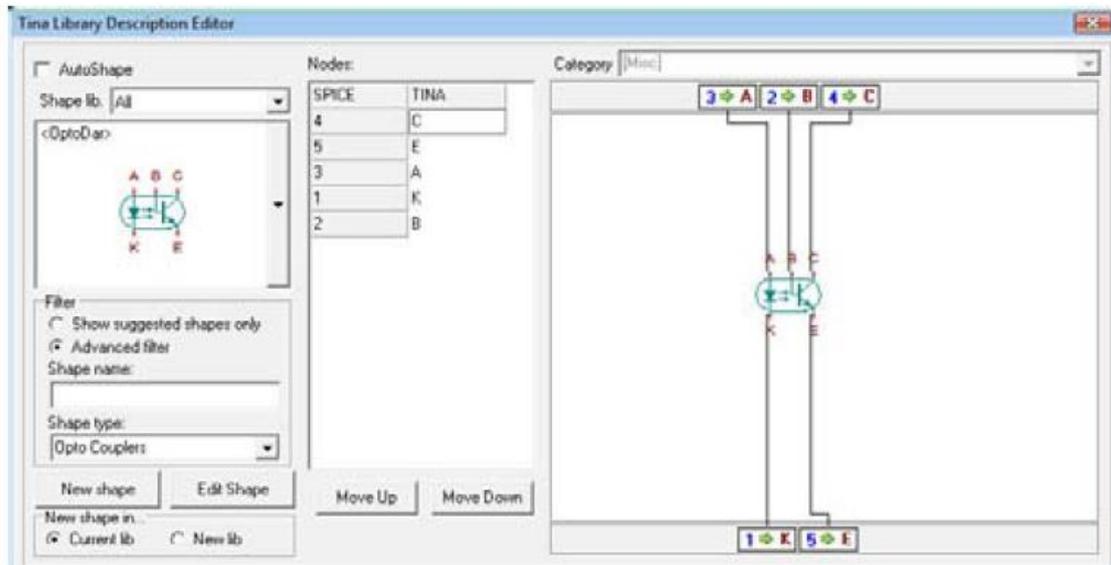
комментариям в модели Spice. Если вы посмотрите комментарии в Коде компонента Spice, вы можете видеть, что они не распространены в область макросов Spice (например, LED ANODE), поэтому Менеджер библиотек не смог их идентифицировать. Нам нужно будет установить связь между графической формой и терминалами Spice вручную.



Сначала снимите флажок AutoShape. Вы увидите следующее окно:



Очевидно, это все еще неправильный выбор. Чтобы найти нужный символ, снимите флажок «Показывать только предлагаемые формы» и в поле «Форма» списка типов и выберите Оптопары. Теперь появится правильный символ:



Мы еще не закончили: конечные узлы Spice и Shape терминалы не отображаются должным образом. Например, первый узел в списке, узел 4, связан с коллектором транзистора, но согласно комментариям в коде Spice он должен быть подключен к А, аноду входного светодиода.

В списке под узлами: щелкните А и перетащите А в верхнюю часть списка (к узлу 4), затем перетащите К на узел 5 и, наконец, перетащите Е на узел 3.

Обратите внимание, что у вас есть возможность внести те же изменения графически, перетаскивая метки с правой стороны.

Проверьте оставшиеся два узла, которые в этом случае должны быть правильными.

Измените категорию в правом верхнем углу на <Оптопара>.

Как упоминалось ранее, в списке есть также 4-я и 5-я модели.

Однако, если вы изучите исходный код Spice в библиотеке spicetst.lib, вы увидите, что это вспомогательные подсхемы оптопары, поэтому они не нужны нам отдельно в наших схемах в TINA. Чтобы не допускать их включения в каталог TINA, надо вызывать их один за другим, нажав кнопку Далее и установив для них категорию «Внутренний».

На этом мы завершаем редактирование различных моделей. Нажмите ОК, чтобы закрыть редактор TLD. Окно SPICE TST.TLD должно быть обновлено и выглядеть так:

```

C:\Program Files\DesignSoft\Tina 9 - Industrial 23 March 2010\EXAMPLES\SPICE\spicetst.tld
spicetst
SUBCKT xMAX4200      In+ V+ V- Out TINAICS:<Buffer4> [Buffer]
SUBCKT xMAX4147      In+ In- V+ V- Out+ Q1=Sense+ Out- Q2=Sense- TINAICS:<Comparator8DO> [Comparator]
SUBCKT xmoc223       C E A K B TINAICS:<OptoDar> [OptoCoupler]
SUBCKT delay         Vin1 Vin2 In+ <AutoShape> [Internal]
SUBCKT moc223_dar    1 2 3 CONNECTORS:<AutoShape> [Internal]

```

Используя команду File | Save As, сохраните как SPICE TST.TLD и файлы SPICE TST.LIB в папке Spicelib из папки Windows Documents, например:

Documents\Designsoft\TINA_Industrial_install
date_id_number\Spicelib

Эта папка автоматически создается TINA при установке. Вы можете перейти в эту папку с помощью маленькой стрелки рядом с кнопкой «Сохранить» и выбрать папку личного каталога.

Примечание:

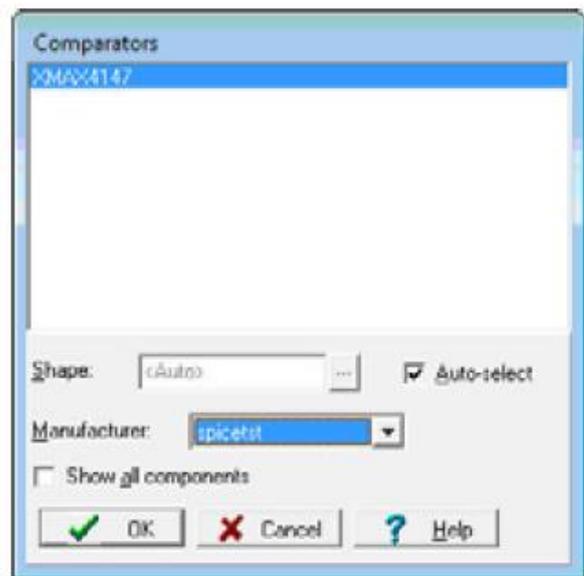
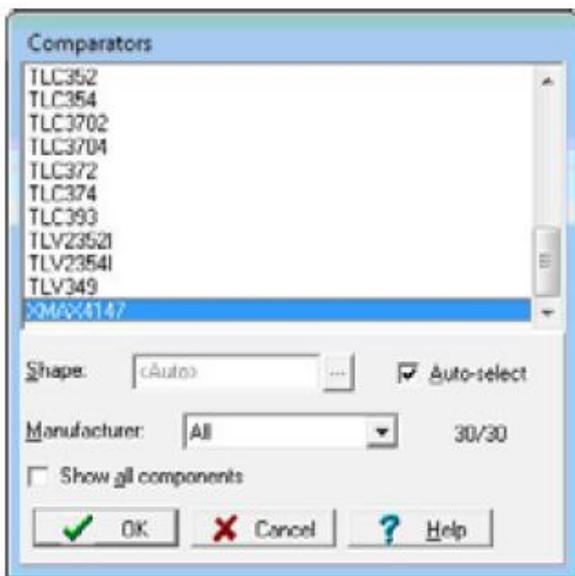
Вы также можете использовать папку общего каталога, которую можно настроить по адресу установки TINA. Используя последнее, вы можете разрешить всем пользователям использовать новые библиотеки, если они имеют доступ в обычном режиме через локальную сеть в папку общего каталога.

Наконец, используйте команду File | Create TINA Library | Compile Library для регистрации изменений для TINA. В этом случае при перезапуске TINA не нужно будет перекомпилировать библиотеку.

Закройте диспетчер библиотек.

Когда вы перезапустите TINA, вы сможете найти эти новые модели, посмотрев в соответствующей категории (компараторы, буферы и оптопары).

Эти новые детали будут в конце списка, так как названия новых моделей начинаются с X.

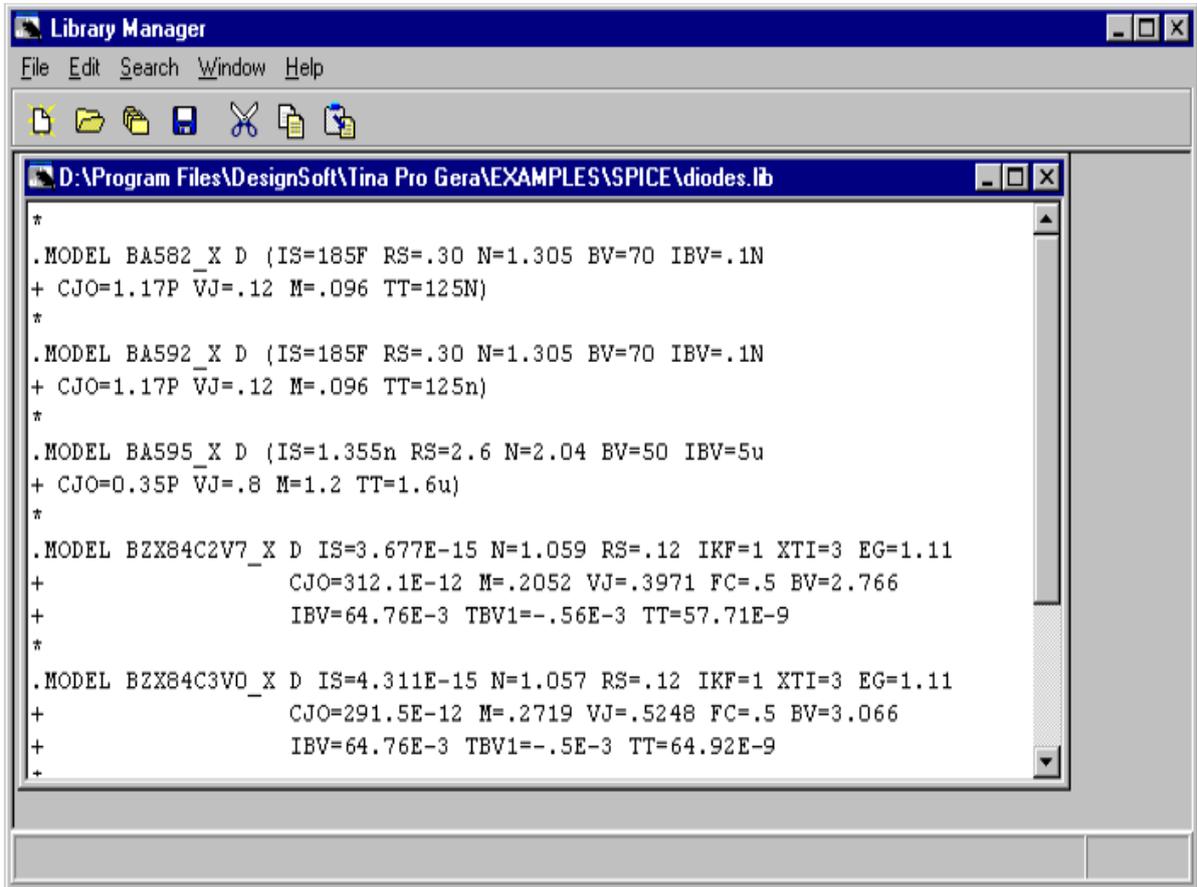


Конечно, вы также можете установить производителя в соответствующем окне как категорию “Spice test”, чтобы увидеть только недавно добавленные компоненты.

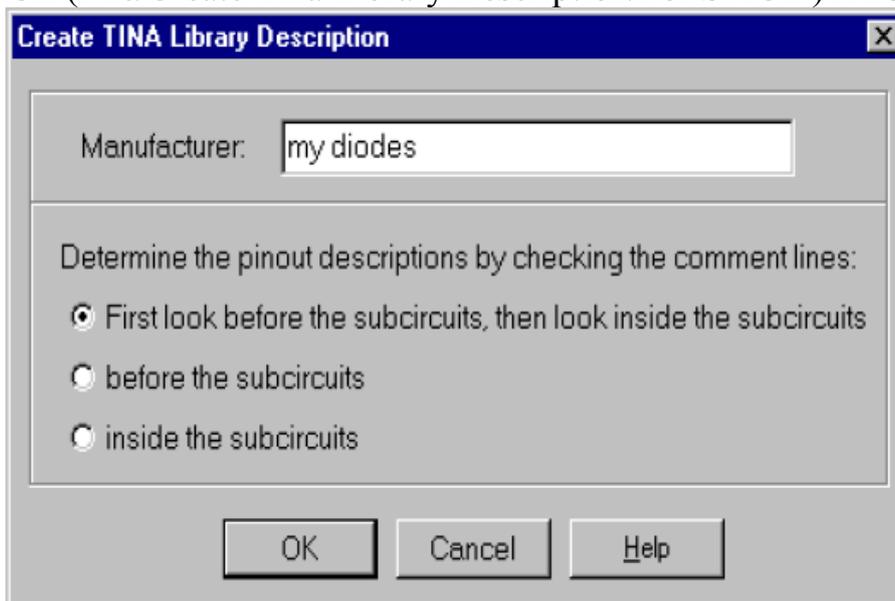
5.3.1.3 Добавление моделей Spice в формате MODEL в библиотеку

В предыдущем примере вы добавили компонент, описанный подсхемой Spice. Также можно добавлять диоды, транзисторы и другие устройства просто используя инструкции .MODEL. Эти устройства обычно помещаются в файл, содержащий множество инструкций .MODEL. В TINA, есть две такие библиотеки образцов, которые называются diodes.lib и transistors.lib.

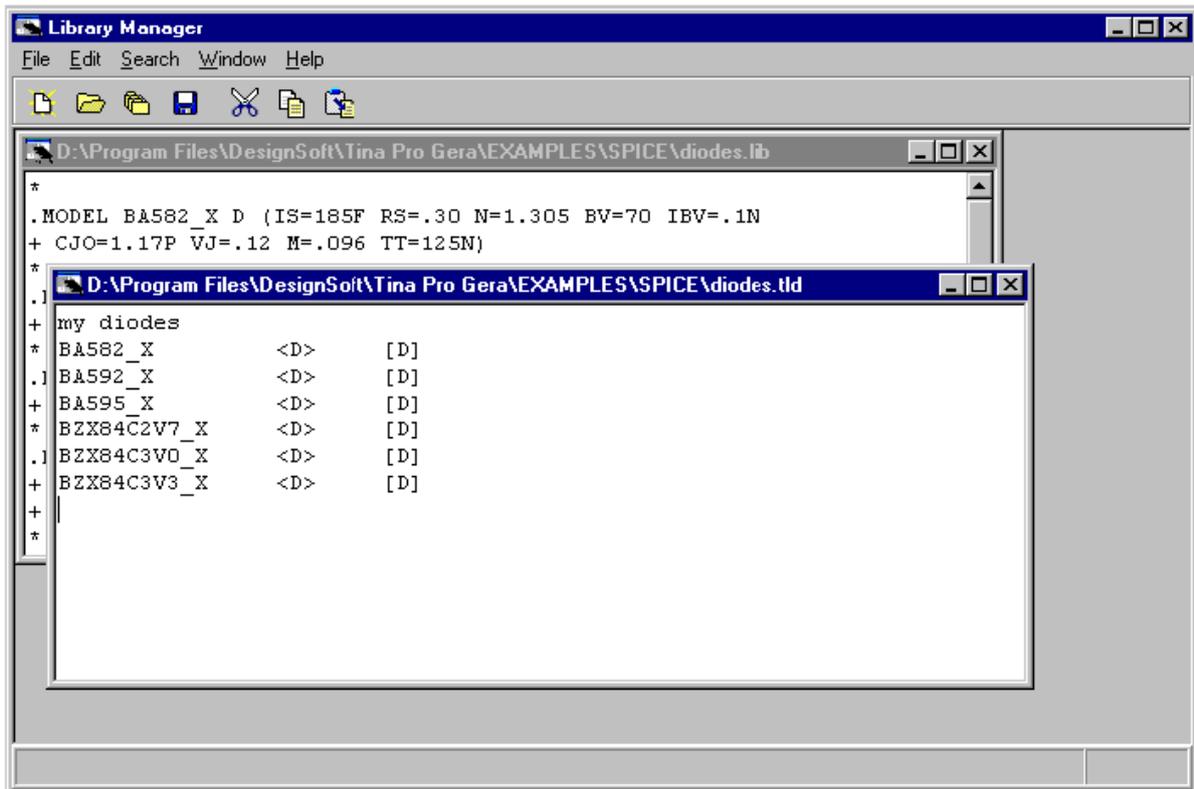
Сначала откройте файл `diodes.lib` из папки `EXAMPLES \ SPICE`, используя команду `Файл | Открыть файл` или соответствующий значок на панели инструментов. Появляется следующее окно со списком содержимого файла:



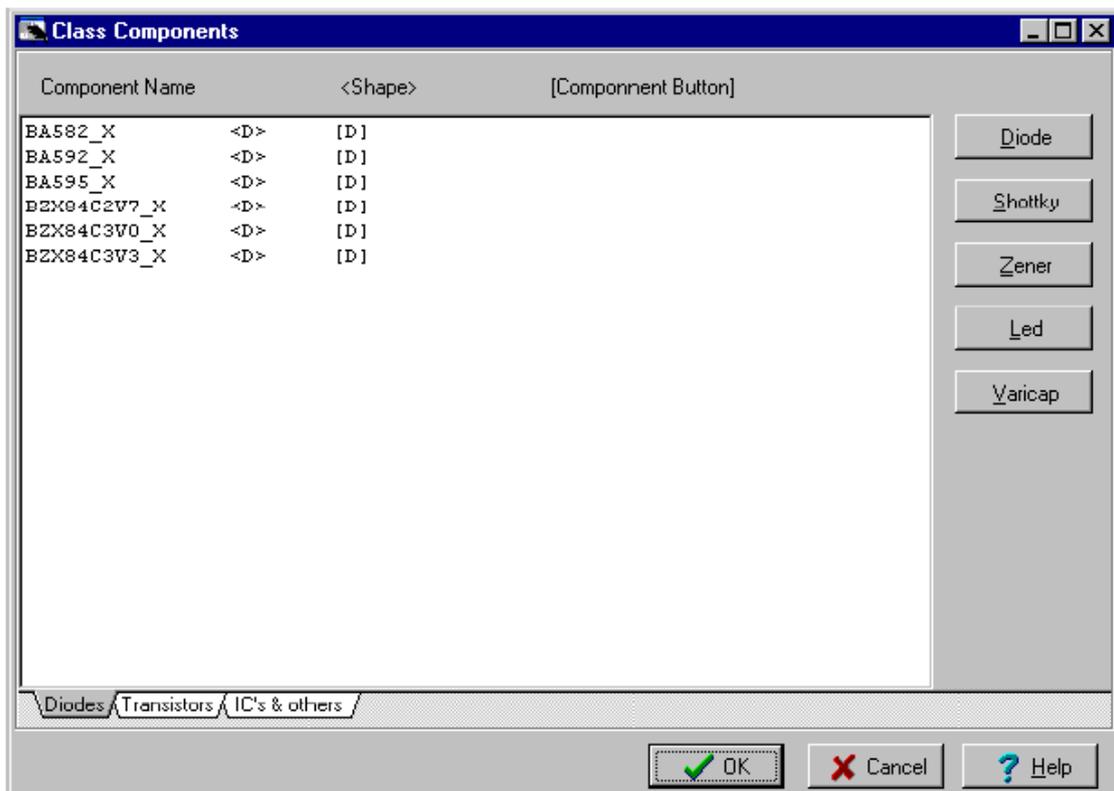
Выполните команду `Файл / Создать описание библиотеки Tina / Для моделей SPICE (File/Create Tina Library Description/For SPICE)` и подсхем.



Не меняйте другие настройки. Нажмите `ОК`. Список с описанием модели появятся в новой библиотеке TINA:



Файл содержит 3 «нормальных» диода и 3 стабилитрона. На языке Spice нет разницы между «нормальным» диодом, стабилитроном, светодиодом, диодом Шоттки, варикапом и другими диодами. Однако в TINA можно назначить разные схематические обозначения к этим типам. Для этого выберите Категоризировать Компоненты (Categorize Components) из меню Правка. Появляется следующее диалоговое окно:

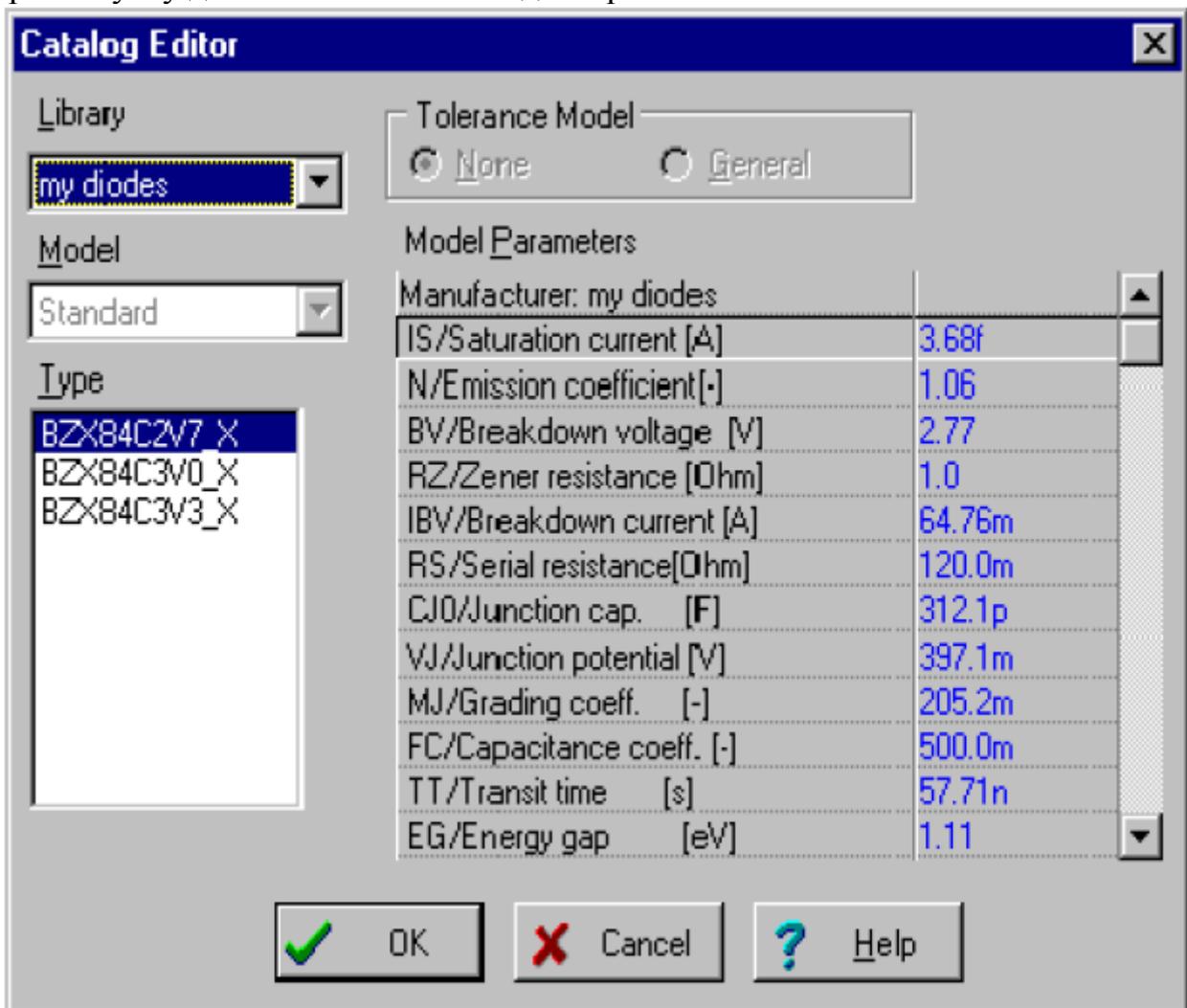


Выберите стабилитроны (последние 3 элемента в списке), щелкнув их один за другим, удерживая клавишу Ctrl. Затем нажмите кнопку (Zener).

Идентификаторы <D> и [D] изменятся на <DZ> и [DZ], обеспечивая использование символов стабилитрона в TINA. Нажмите OK и сохраните оба файла библиотеки в папке SPICELIB по адресу:

Documents\Designsoft\TINA_Industrial_install_date_id_number\Spicelib

Чтобы проверить новые диоды, перезапустите TINA, выберите диоды или стабилитроны с панели инструментов, поместите диод на схему и дважды щелкните по нему. Нажмите кнопку  в строке типа и выберите библиотеку "мои диоды" ("my diodes") в раскрывающемся меню поля "Библиотека" в левом верхнем углу диалогового окна «Редактор каталогов».



Вы также найдете свои новые «нормальные» диоды в категории диодов панели инструментов. Обратите внимание, что вы можете добавить новые диоды в любой существующий каталог производителей, если вы выберете Диспетчер библиотек, определите имя библиотеки в уже раскрывающемся меню Редактора каталогов TINA.

Аналогичным образом вы можете попробовать добавить транзисторы, заданные командами из .MODEL Spice, в TINA с помощью библиотеки

transist.lib. Здесь нет необходимо классифицировать эти компоненты, так как NPN, PNP, NMOS, PMOS транзисторы и т. д. имеют разные обозначения в Spice.

5.4 Добавление моделей S-параметров

Давайте узнаем, как добавить модель S-параметров в библиотеки TINA. Запустите программу Library Manager. Используйте меню Пуск Windows, чтобы найти папку TINA и дважды щелкните иконку Диспетчера библиотек.

Затем выберите Собрать файлы S-параметров (Collect S parameter files).. в меню Файл.

Примечание:

Не следует использовать команду File | Open... для сбора файлов S-параметров.

Найдите в диалоговом окне папку EXAMPLES \ RF и дважды щелкните папку RF. Там уже размещен наш пример, транзистор с S-параметрами, который называется s_bfp405.s2p. Нажмите кнопку Далее.

Примечание: файлы S-параметров должны иметь расширение S1P или S2P (производители используют такое же соглашение). Если расширение S1P, это означает, что устройство является «1-портовым» (описывается с помощью 1 параметра). В противном случае «2-портовое» устройство (описывается с помощью 4 S-параметров).

Появится новое диалоговое окно со списком доступных файлов слева. Обратите внимание, что выбранный вами файл должен быть правильным файлом S-параметров.

Файлы данных S-параметров имеют формат TouchStone. Вот типичный сегмент данных двухпортового файла:

Описание файла S-параметров

```
# MHz S R I R 50
0.30 0.02 -0.05 -0.03 -0.02 -0.03 -0.02 0.02 -0.05
0.31 0.03 -0.06 -0.02 -0.01 -0.02 -0.01 0.03 -0.06
0.33 0.04 -0.07 -0.01 -0.03 -0.01 -0.03 0.04 -0.07
. . . . .
```

Первая строка - это заголовок, в котором указаны единицы измерения частоты, параметр, формат измерения и характеристический импеданс измерения (здесь 50 Ом).

Первый столбец - частота в Гц. Следующие столбцы в таком порядке: S11 реальное, S11 мнимое, S21 Real, S21 мнимое, S12 реальное, S12 мнимое, S22 реальное, S22 мнимое. Однопортовые файлы данных похожи на файлы с двумя портами, за исключением того, что нет столбцов для параметров S21, S12 и S22.

Щелкните s_bfp405.s2p, а затем нажмите кнопку >. Файл s_bfp405.s2p выбранной вами модели появится в списке выбранных файлов. Аналогичным образом вы можете выбрать больше файлов или даже все файлы, нажав кнопку >>. В следующем диалоговом окне вы можете изменить название модели. Это

может быть необходимо, чтобы избежать конфликтов между разными одноименными версиями модели. Чтобы отличить новую модель, вы можете создать имя модели из имени файла или из одной из первых 8 строк, или вы можете добавить префикс или суффикс к названиям моделей.

Давайте просто используем имя файла как название модели. Нажмите кнопку ОК и появится содержимое нового файла библиотеки.

Используя File | Save As, сохраните эту библиотеку в папке SPICELIB вашего частного каталога с именем myslib.lib. Теперь выберите Create TINA Library Description...|... .. для моделей с S-параметрами из меню Файл.

В следующем диалоговом окне вы указываете имя для своей новой библиотеки, например, Моя библиотека S-параметров (My S Parameter Library). Вы можете указать имя производителя в качестве имени библиотеки, но обратите внимание, что если уже существуют библиотеки в TINA с тем же именем (например, Siemens), то ваша новая модель будет добавлена в эту библиотеку. Файл дескриптора библиотеки нового каталога будет отображаться в новом окне. Однако в случае файлов S-параметров, вы всегда должны классифицировать модели. Для этого выберите «Классифицировать компоненты» в меню «Правка».

Нажмите вкладку IC и другие нераспознанные компоненты (IC's & other unrecognized components). Выберите одну или более моделей из списка, затем нажмите кнопку Переместить на страницу (Move to page)... (выберите кнопку для типа выбранной модели). В нашем случае нажмите Перейти на страницу "Транзисторы". Затем перейдите на вкладку "Транзисторы".

Выберите новую библиотеку, щелкнув строку в верхней части диалогового окна.

Теперь выберите соответствующую категорию, которая для этой модели будет NPN.

Сохраните файл дескриптора библиотеки как myslib.tld в папке TINA's SPICELIB. (В этой папке хранятся библиотеки параметров Spice и S.)

Обратите внимание, что команда «Сохранить как» применяется только для активного (выбранного) окна.

Наконец, используйте команду File | Create TINA Library, чтобы зарегистрировать изменения для TINA.

В следующий раз, когда вы запустите TINA, выберите RF-компоненты, а затем NPN PЧ биполярные транзисторы, и вы найдете новую библиотеку компонентов в списке производителей. Ваша модель S-параметров вызывается в список выбором «Моя библиотека параметров S» или «Все».

5.5 Создание макроса HDL из файла

Вы можете создать макрос HDL из любого файла .vhd / .v / .va / .vams, который содержит объект (интерфейс с внешним миром) с его архитектурой (описание оборудования). Файлы с расширением .vhd - это VHDL, файлы с расширением .v - это файлы Verilog, с расширением .va - это файлы Verilog-A, файлы с расширением .vams являются файлами Verilog-AMS. Порты,

объявленные в интерфейсной части, автоматически появятся в макросе символа (формы). По умолчанию входные порты интерфейса будут появляться в левой части сгенерированной формы макроса, а выходные порты интерфейса появятся справа, но путем редактирования сгенерированного макроса вы можете изменить это расположение.

Например (VHDL):

```
ENTITY e_Half_add_entity IS PORT(
A : IN std_logic;
S : OUT std_logic;
C : OUT std_logic;
B : IN std_logic );
END e_Half_add_entity;
```

В этом случае порты A, B появятся на левой стороне, а порты S, C появятся в правой части макроэлемента.

Давайте посмотрим, как сделать макрос из следующего кода VHDL (полусумматор):

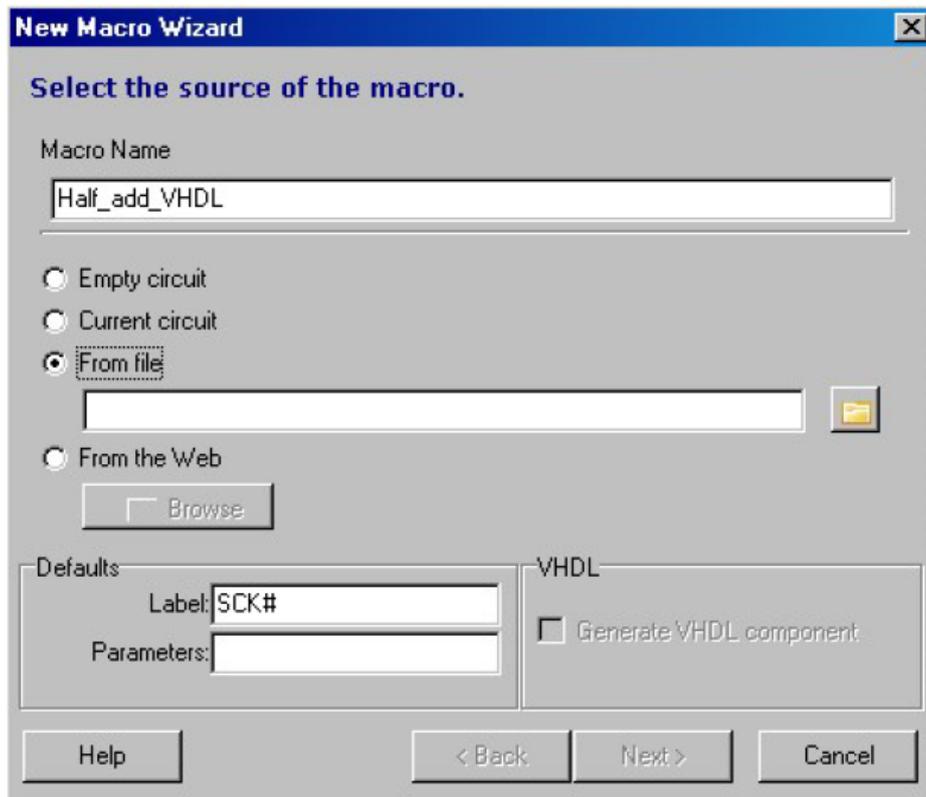
```
LIBRARY ieee, tina;
use ieee.std_logic_1164.all;
use std.textio.all;
USE tina.primitives.all;
-- entity section
-----

ENTITY e_Half_add_entity IS PORT(
A : IN std_logic;
S : OUT std_logic;
C : OUT std_logic;
B : IN std_logic );
END e_Half_add_entity;
-----

-- architecture section
-----

ARCHITECTURE a_Half_add_arch of e_Half_add_entity
constant delay : time := 20 ns;
BEGIN
S <= (A xor B) after delay;
C <= (A and B) after delay;
END a_Half_add_arch;
```

1. Выберите Инструменты / Мастер создания макросов ...



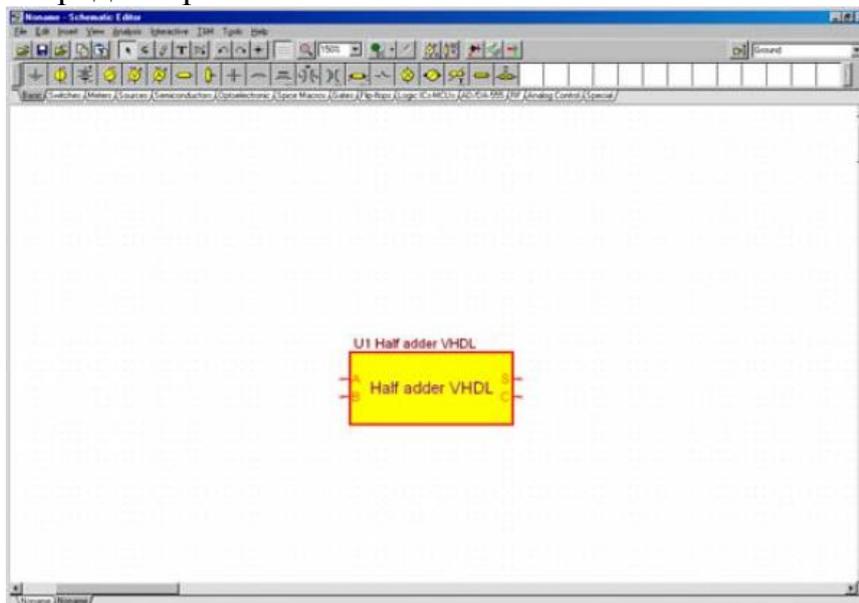
2. Введите имя нового макроса.

3. Выберите вариант «Из файла», затем нажмите кнопку «Открыть», измените тип файла на VHDL и перейдите к EXAMPLES \ VHDL в папке программы TINA. Вы должны увидеть half_adder_VHDL.vhd файл в открытом диалоге. Выберите этот файл и нажмите «Открыть».

4. Нажмите кнопку «Далее», чтобы сохранить макрос, и сохраните макрос в папке Macrolib по умолчанию.

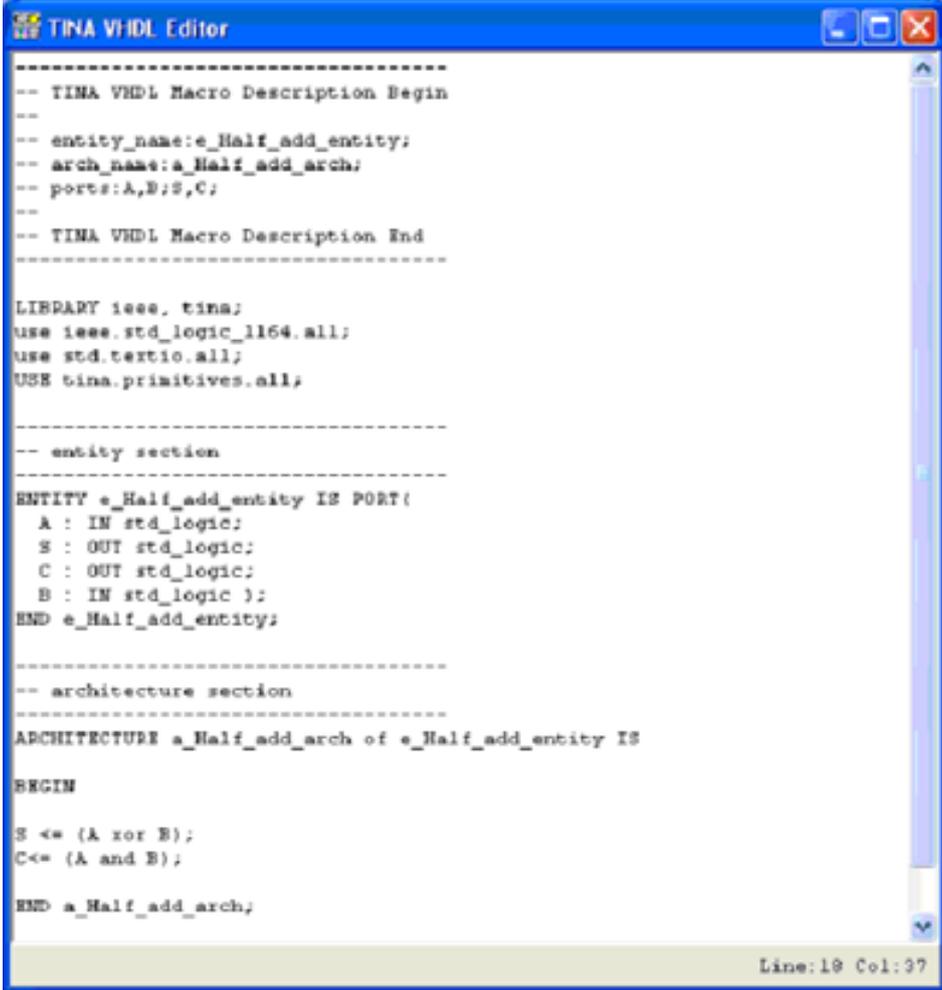
5.5.1 Размещение макроса HDL в редакторе схем

Теперь давайте посмотрим, как мы можем вставить ранее сохраненный макрос VHDL в редактор схем TINA.



1. Выберите «Вставить / Макрос ...» в меню и выберите ранее сохраненный макрос `half_add_VHDL.TSM` из папки `MACROLIB` основной папки программы TINA.

Экран будет выглядеть так:



```

-----
-- TINA VHDL Macro Description Begin
--
-- entity_name:e_Half_add_entity;
-- arch_name:a_Half_add_arch;
-- ports:A,B;S,C;
--
-- TINA VHDL Macro Description End
-----

LIBRARY ieee, tina;
use ieee.std_logic_1164.all;
use std.textio.all;
USE tina.primitives.all;

-----
-- entity section
-----
ENTITY e_Half_add_entity IS PORT(
  A : IN std_logic;
  S : OUT std_logic;
  C : OUT std_logic;
  B : IN std_logic );
END e_Half_add_entity;

-----
-- architecture section
-----
ARCHITECTURE a_Half_add_arch of e_Half_add_entity IS

BEGIN

S <= (A xor B);
C<= (A and B);

END a_Half_add_arch;

```

Line:18 Col:37

Чтобы увидеть содержимое макроса, дважды щелкните его и нажмите кнопку «Войти в макрос» (Enter Macro) в открывшемся диалоговом окне свойств. Отобразится содержание макроса.

Примечание:

Раздел команд, начинающийся с описания макроса TINA VHDL, создается автоматически и не подлежит изменению.

5.5.2 Тестирование макроса HDL

Давайте протестируем наш недавно созданный макрос в цифровом интерактивном режиме TINA.

Для этого поместите два цифровых переключателя High-Low из переключателей панели инструментов, по одному для каждого из входов A, B и два логических индикатора из панели инструментов Meters. Теперь выберите интерактивный режим DIG с помощью кнопки или в интерактивном меню и



нажмите кнопку . Появятся логические уровни узлов: красный для высокого, синий для низкого.

Логические индикаторы также покажут логический уровень выходов:

красный квадрат  для High и пустой квадрат  для Low.

5.5.3 Изменение расположения выводов макроса VHDL

Чтобы изменить расположение выводов, вы должны добавить специальный заголовок в ваш макрос VHDL.

Самый простой способ сделать это - открыть автоматически созданный макрос и отредактировать его заголовок.

Например, заголовок в предыдущем примере:

```
- TINA VHDL Macro Description Begin
- entity_name:e_half_add_entity;
- arch_name:a_half_add_arch;
- ports:A,B;S,C;
- TINA VHDL Macro Description End
```

Расположение пинов (штифтов) определяется:

```
ports:A,B;S,C;
```

строкой; порты перед первой точкой с запятой (;) помещаются слева в то время как остальные находятся в правой части поля макроса.

Например, если вы измените строку портов на:

```
ports:A,B,S;C;
```

и добавьте полностью измененный заголовок в исходный файл VHDL (который не имел заголовка), получаем следующий файл (вы также можете загрузить его из EXAMPLES \ VHDL \ half_adder_VHDL.vhd.):

```
-----
- TINA VHDL Macro Description Begin
- entity_name:e_half_add_entity;
- arch_name:a_half_add_arch;
- ports:A,B,S;C;
- TINA VHDL Macro Description End
-----
```

```
LIBRARY ieee, tina;
use ieee.std_logic_1164.all;
use std.textio.all;
USE tina.primitives.all;
```

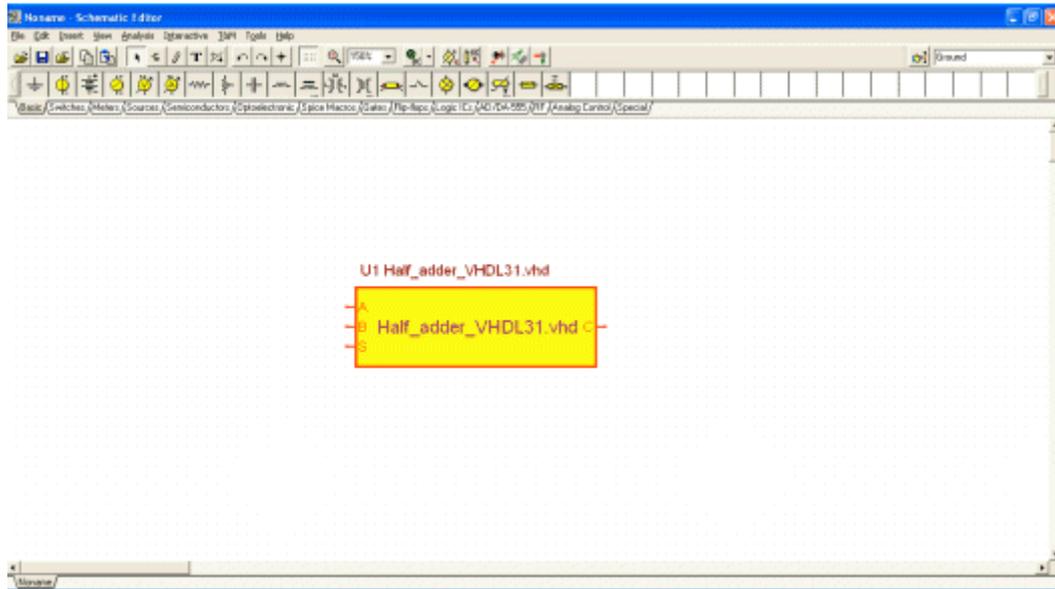
```
-----
- entity section
-----
```

```

ENTITY e_Half_add_entity IS PORT
A : IN std_logic;
S : OUT std_logic;
C : OUT std_logic;
B : IN std_logic );
END e_Half_add_entity;

```

— architecture section



```

ARCHITECTURE a_Half_add_arch of e_Half_add_entity
BEGIN
S <= (A xor B);
C<= (A and B);
END a_Half_add_arch;

```

Преобразовав это в новый макрос с именем Half_adder_VHDL.TSM, а затем вставив его снова, мы увидим исправленную версию распиновки.

Глава 6. Создание собственных схематических символов и футпринтов

6.1 Редактор схемных символов

Используя редактор схемных символов TINA, вы можете создавать новые условные обозначения, чтобы вы могли добавить свои собственные схемные компоненты к TINA.

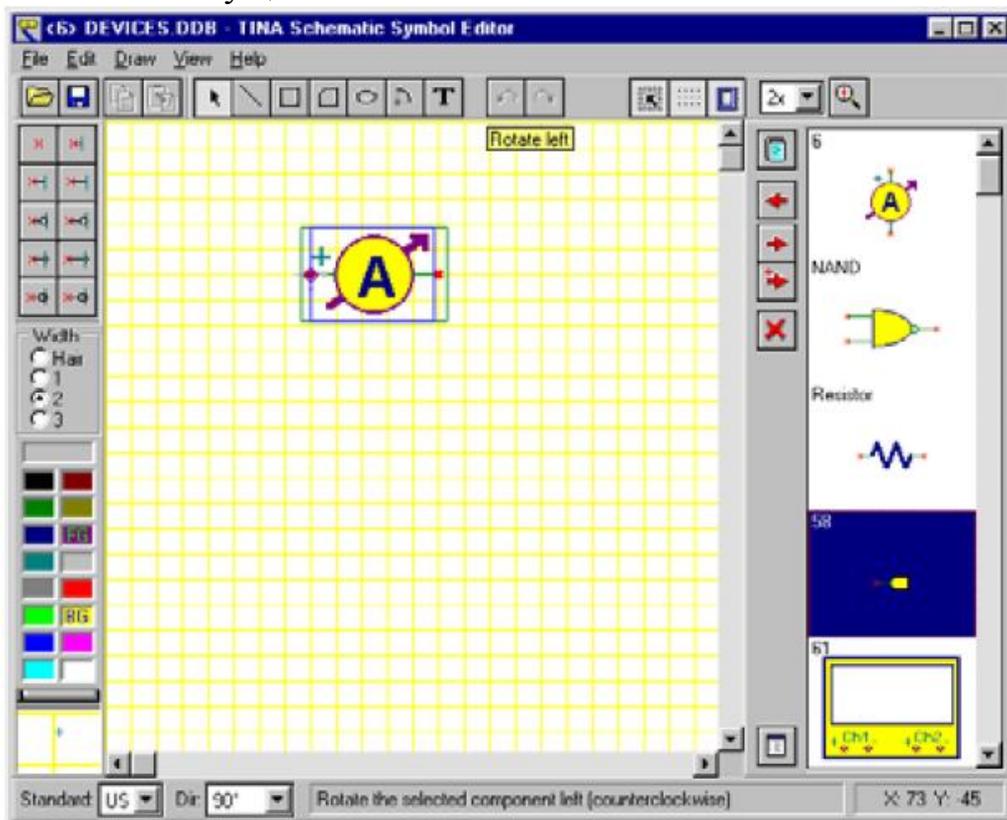
Чтобы создать новые символы, вы размещаете линии, дуги, прямоугольники и произвольные символы с любыми шрифтами с указанием ширины линии, цвета и цвета области заполнения. После рисования символа вы добавляете его и определяете связи с ним.

Чтобы запустить редактор символов схемы, используйте начальный экран или экран приложений Windows 8 или группу TINA меню Пуск Windows 7, Vista или XP.

Чтобы познакомиться с некоторыми возможностями редактора, прочтите список существующих символов. (Или вы можете перейти к абзацу «А теперь давайте создадим новый символ» (“Now let’s create a new symbol”) ниже.)

Выберите Файл | Открыть, маленькую кнопку со стрелкой вниз  справа от кнопки Открыть и выберите из списка главную папку TINA.

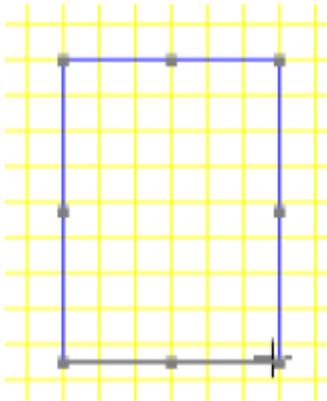
Появятся папки и файлы в основной папке TINA. Найдите, а затем дважды щелкните файл devices.ddb. С правой стороны от Окна редактора, появляется список текущих схемных символов.



Первый символ в списке (амперметр) появится в окне редактора. Попробуйте Dir: control внизу экрана. Используя этот элемент управления, вы можете предоставить разные формы для символов на каждой вращательной

ориентации, проектируя каждый из них индивидуально. Сейчас же щелкните символ NAND в правой части экрана и нажмите кнопку . В окне редактора появится символ логического элемента NAND. Попробуйте Standard: контроль, чтобы увидеть варианты формы детали в США и в Европе. Вы можете создавать версии символов для каждого стандарта при необходимости. Если символы идентичны в двух стандартах, вам нужно создать только одну версию.

Теперь давайте создадим новый символ для схемы полного сумматора, которая была использована выше в нашем примере создания макроса полусумматора.



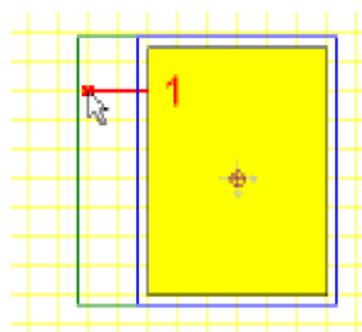
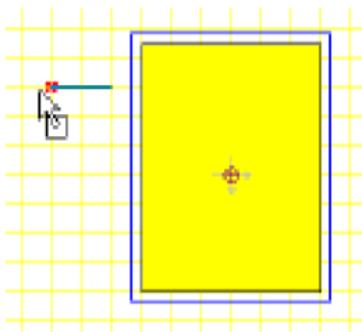
Если это ваш первый собственный символ, нажмите команду Файл | Новая для создания новой библиотеки. Если у вас уже есть собственная библиотека символов, откройте ее с помощью команды Открыть. Сначала очистите окно редактора, нажав кнопку «Новое устройство»  в левой части поля поиска над списком символов с правой стороны экрана. Теперь нарисуйте прямоугольник как тело компонента.

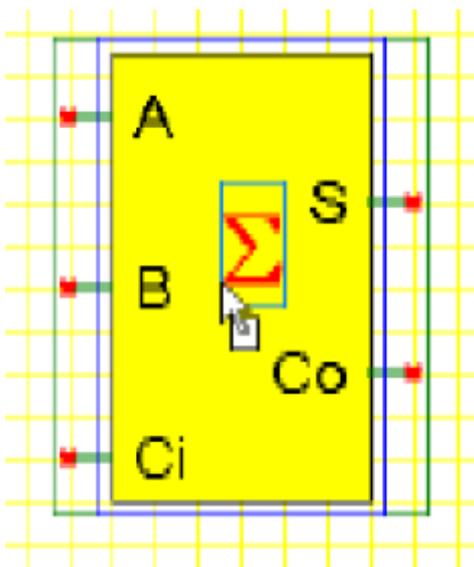
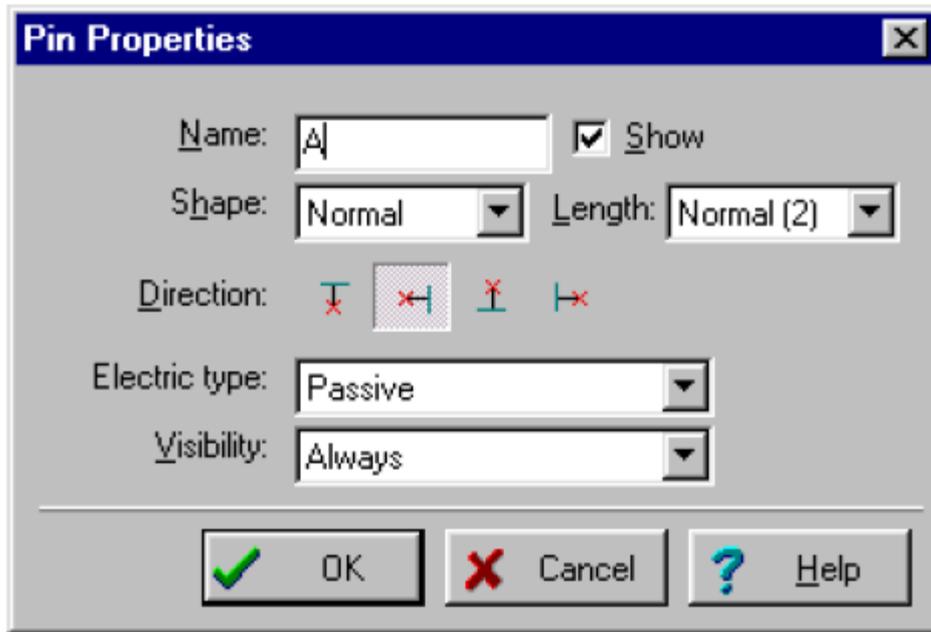
Нажмите кнопку , затем щелкните в любой точке области рисования, удерживайте кнопку мыши и перемещайте мыш, пока прямоугольник не станет правильного размера.



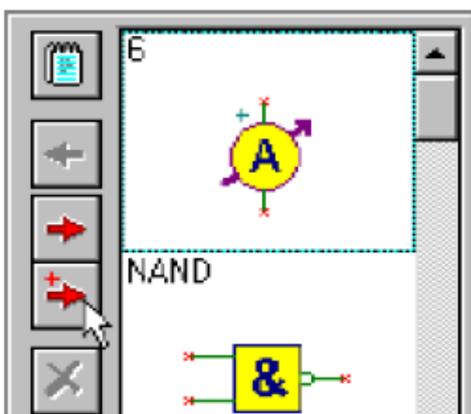
Залейте прямоугольник цветом, щелкнув правой кнопкой мыши на палитре в нижнем левом углу окна. Обратите внимание, что левый щелчок изменит цвет переднего плана (FG - foreground), в нашем случае граница прямоугольника.

Теперь добавляем клеммы. Выберите желаемый тип терминала из Терминал-панели инструментов в верхнем левом углу окна и переместите курсор в только что нарисованный прямоугольник. Разместите его с помощью мыши или нажмите клавишу [+] или [-] для поворота и щелкните, чтобы найти Терминал. Убедитесь, что маленький красный крестик, обозначающий конец штифта, находится снаружи корпуса. Продолжайте этот процесс, пока каждый терминал не будет установлен.





Adder и нажмите ОК.



После того, как вы разместили все терминалы, вы можете установить их свойства дважды нажимая на каждый из них. Вы должны назначить имена терминалов, как показано на картинке ниже. Затем добавьте большой знак суммирования. Нажмите кнопку  -Text-Editor на Панели инструментов, введите S в окне и выберите шрифт. Чтобы получить специальный греческий знак суммирования, выберите символ - шрифт. Нажмите кнопку  «Свойства устройства», задайте имя символа Full

Наконец, скопируйте новый символ в библиотеку символов с помощью кнопки  (теперь она появляется в конце списка) и используйте File | Save или команду File | Save As... для сохранения новой или расширенной библиотеки .ddb. файлов.

Обратите внимание, что если вы создаете новый схематический символ, который должен быть помещен в новую или существующую библиотеку, настоятельно рекомендуется сохранить его в

пользовательской библиотеке форм (файл .ddb) в папке личного каталога (Private catalog folder click). Чтобы найти папку с личным каталогом, нажмите



кнопку со стрелкой вниз рядом с кнопкой «Сохранить» в диалоговом окне "Сохранить как ...".

В Windows Vista, 7 и 8 или в сети вы не можете сохранять что-нибудь в основной папке TINA, если у вас нет прав администратора.

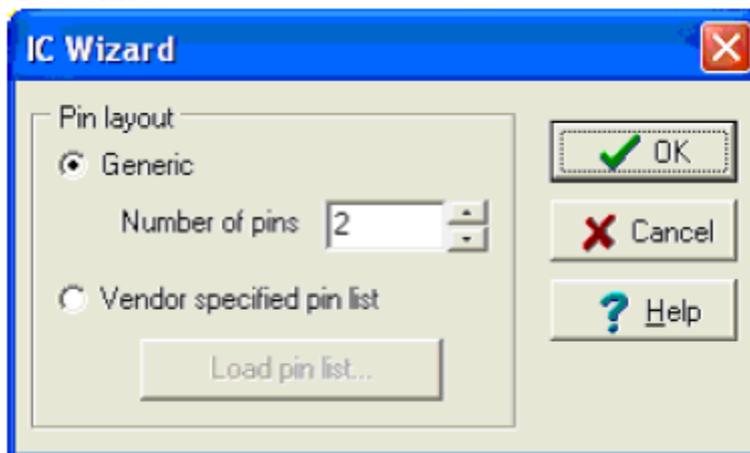
Еще одна возможность сохранить ваш символ (ы) в Общем каталоге в папку, которую вы можете выбрать из того же списка, используя кнопку , где перечислены основная папка TINA и папки личного каталога.

Папку общего каталога можно указать при установке и расположить в области, в которую все пользователи TINA на компьютере или в сети имеют доступ.

Если у вас есть новый схематический символ, его можно назначить новому компоненту (макросу) с помощью мастера создания макросов, как описано в главах 5.1, 5.2 и 5.5 или, используя Диспетчер библиотек, как это описано в главе 5.3.

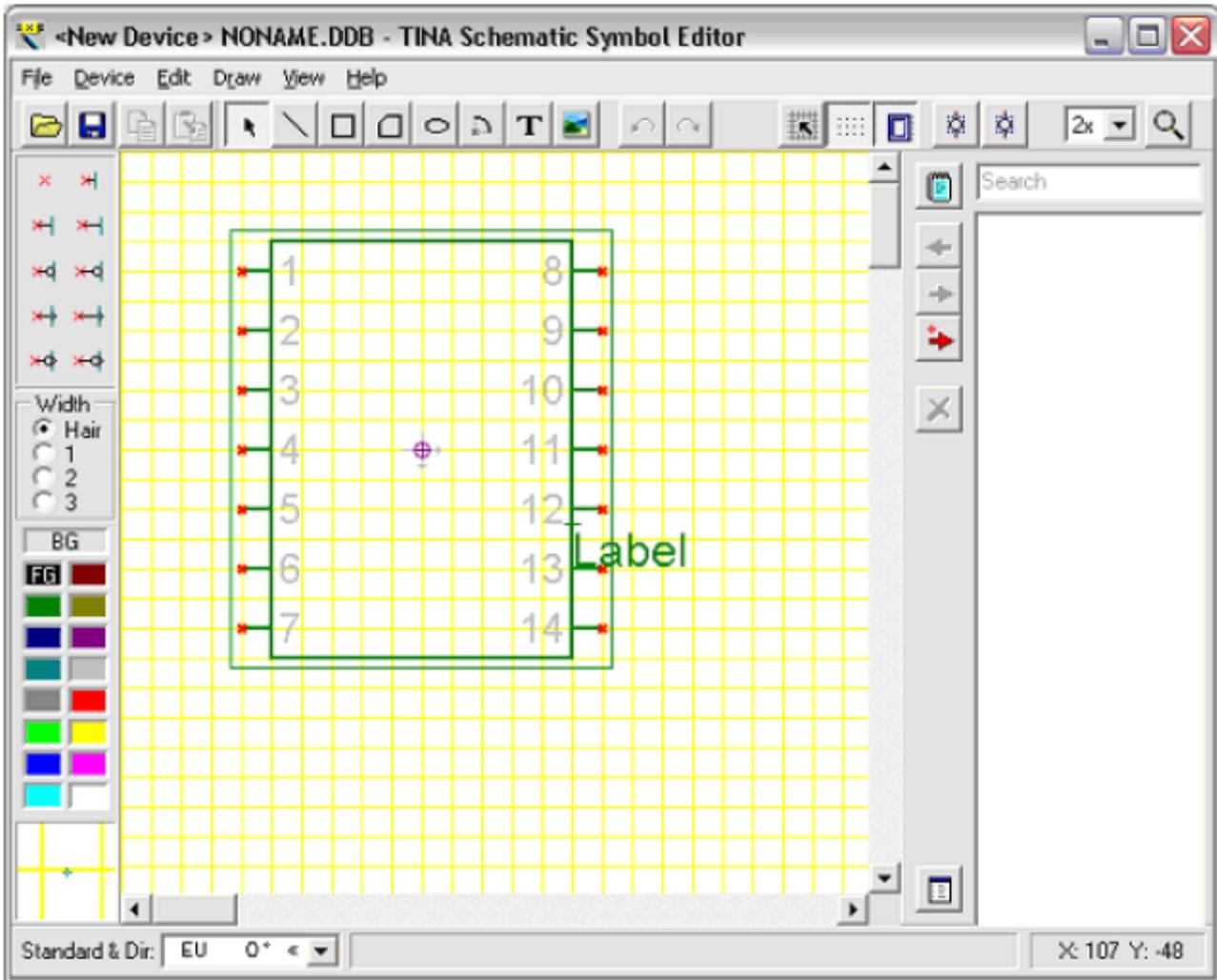
6.2 Мастер создания микросхем в редакторе схематических символов

Когда вам нужно создать корпус интегральной схемы (ИС) с большим количеством контактов, Мастер ИС может вам помочь. Мастер ИС можно активировать из меню Draw, выбрав команду IC Wizard. В продолжение появится диалоговое окно:



Мастер предлагает два варианта.

- **Generic.** Если вы выберете эту опцию, мастер создаст ИС прямоугольной формы с расположением выводов DIP-типа. Общее количество контактов должно быть указано. Например, если вы введете 14 контактов в это поле, вы получите следующую схему контактов:



- Список выводов, указанный поставщиком. В этом случае мастер создает форму на основе файла, в котором каждая строка определяет терминал как номер контакта, имя, электрический тип через запятую:

Например:

```
1, RA2, INPUT
2, RA3, INPUT
3, RA4/T0CKI, INPUT
4, MCLR, INPUT
5, VSS, POWER
etc.
```

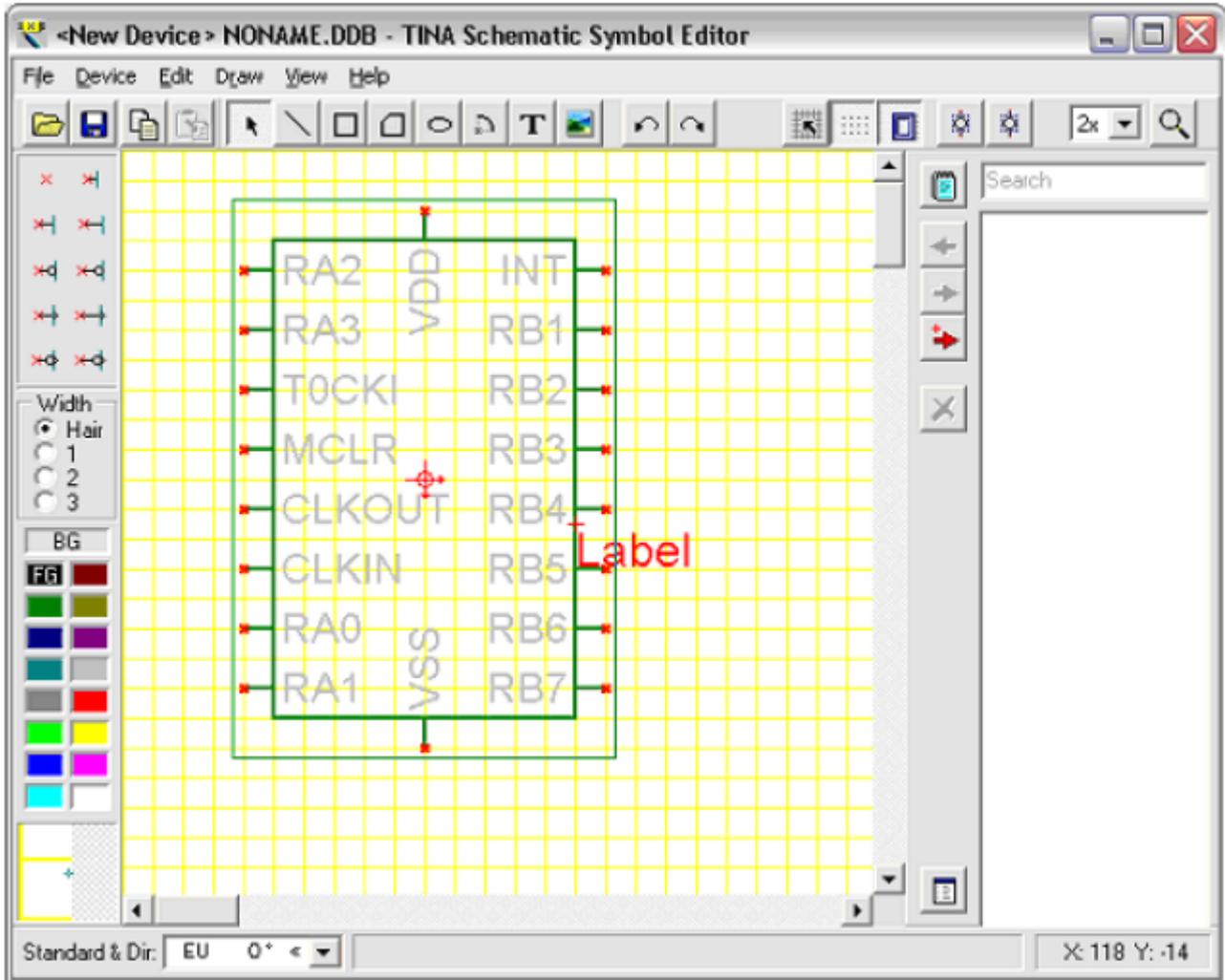
Электрический тип может быть INPUT, OUTPUT, INOUT, BUFFER и СИЛОВОЙ. Например, если вы читаете файл PIC16F84A.CSV из папки TINA EXAMPLES \ PCB, мастер сгенерирует следующий IC.

Когда Мастер завершит работу, форму можно будет редактировать с помощью инструментов, описанных выше.

6.3 Редактор посадочных мест

Используя редактор посадочных мест, вы можете создавать новые символы посадочных мест, которые вы можете добавить в библиотеку

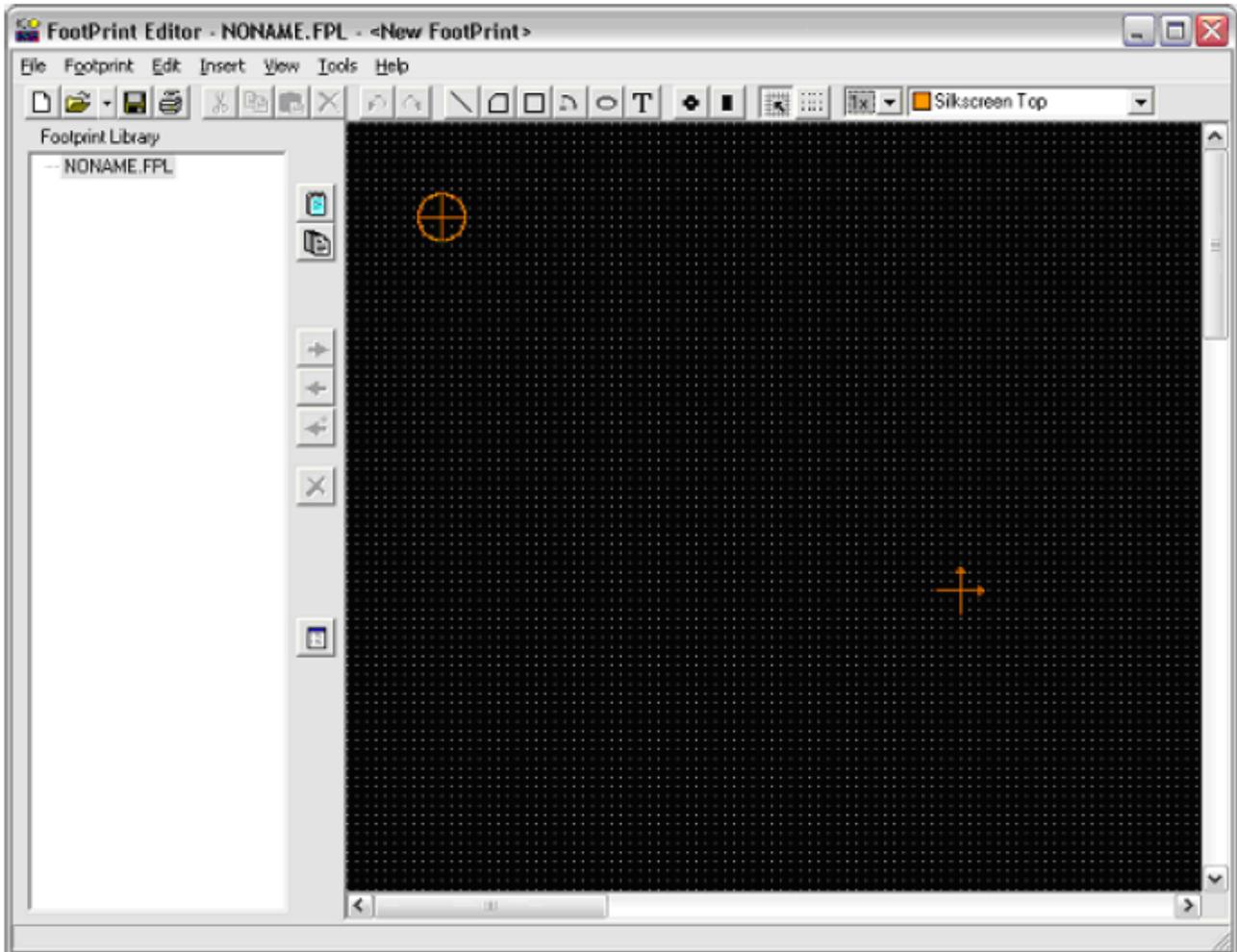
посадочных мест. Вы можете запустить редактор из меню Tools в TINA's PCB Designer, выбрав команду редактора посадочных мест.



Если вы хотите создать новое посадочное место, вы можете создать его, разместив различные примитивные элементы рисунка и символы, включая линии, прямоугольники, дуги, текст и площадки. Мы воссоздадим футпринт простого резистора, уже включенного в систему.

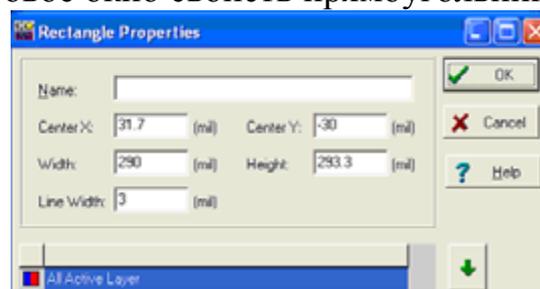
Сначала очистите окно редактора, выбрав New Footprint из меню Footprint. Затем установите положение оригинала двойным щелчком по крестике с маленькими стрелками. Введите 1300, 1000 в поля X и Y соответственно. Проверьте установку флажка "Использовать относительные координаты" (Use Relative Coordinates) и нажмите ОК.

Теперь выберите символ прямоугольника на панели инструментов и нарисуйте прямоугольник вокруг оригинала. Для этого нажмите на один угол, зажмите левую кнопку мыши и перетащите курсор в противоположный угол. Отпустите кнопку мыши. Если вы создаете посадочное место, вы должны быть очень аккуратны с габаритами. Вы должны определить точные размеры согласно паспорту производителя, особенно колодки: иначе детали не поместятся на плате. Чтобы установить форму точнее, лучше использовать координаты, чем рисовать мышью.



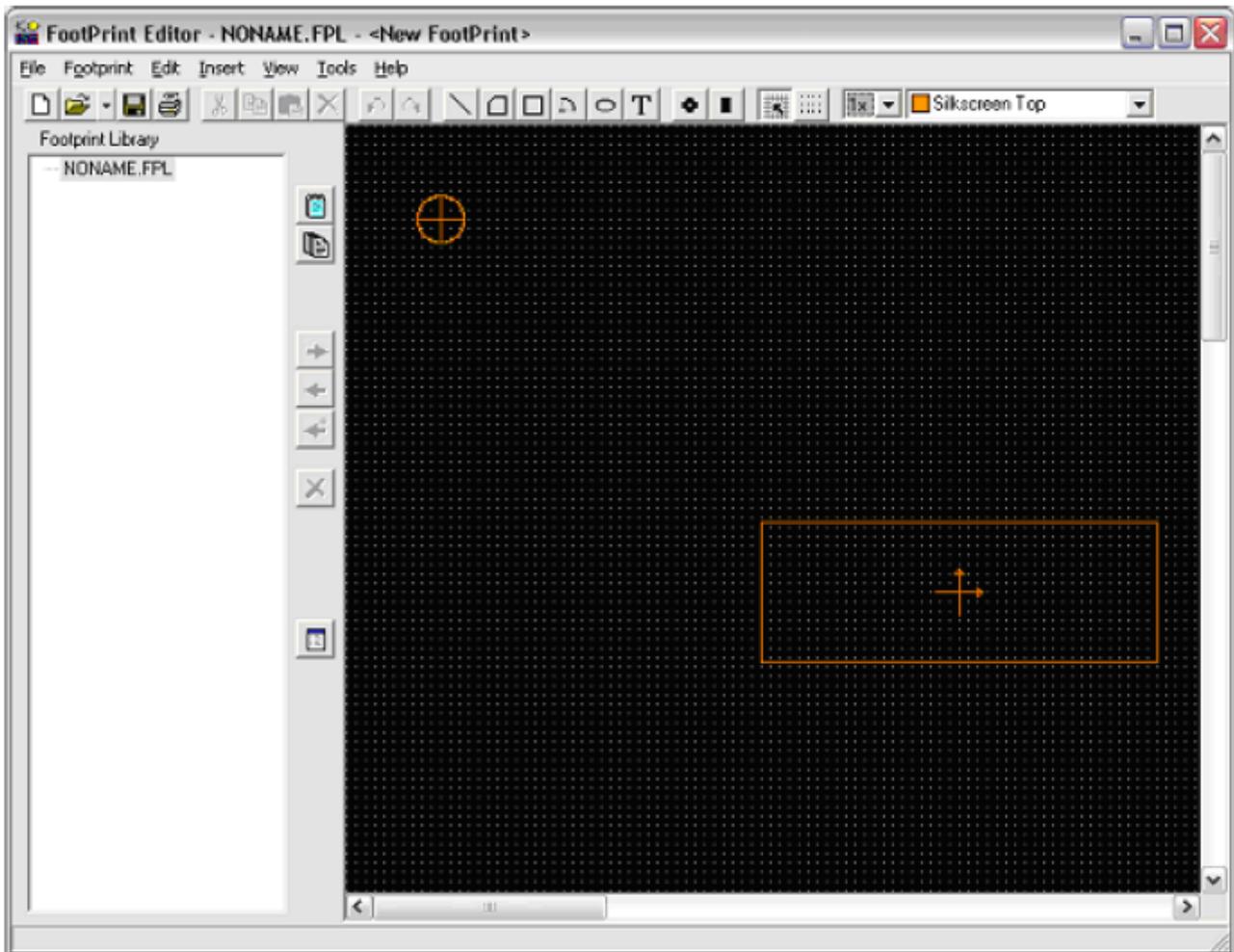
Чтобы установить размер нашего прямоугольника с помощью координат, переместите мышь над одним из краев, и когда курсор превратится в символ руки, дважды щелкните один из краев прямоугольника.

Появится диалоговое окно свойств прямоугольника:



Теперь введите 0, 0 в поля CenterX и CenterY; 840, 300 в ширину и высоту; и 5 в поля ширины линии.

В диалоговом окне фигуры «Свойство прямоугольника» можно изменить также настройки слоя. По умолчанию фигура прямоугольника располагается на верхнем слое шелкографии и на верхних слоях сборочного чертежа. Нажатие стрелки вниз вызывает редактор конфигурации слоя. Слои можно включить / выключить двойным щелчком по серому квадрату рядом с названием слоя. В нашем примере по умолчанию конфигурация слоя хороша, поэтому не меняйте ее. Закройте редактор свойств, нажав нажав OK.



Теперь добавьте 2 линии к нашему футпринту. Выберите символ линии и нарисуйте 2 горизонтальные линии рядом с прямоугольником с обеих сторон. Дважды щелкните на строки и измените параметры следующим образом:

Строка1: -460, 0, -420, 0, 5 (Точка1 X, Точка1 Y, Точка2 X, Точка2 Y и Ширина линии)

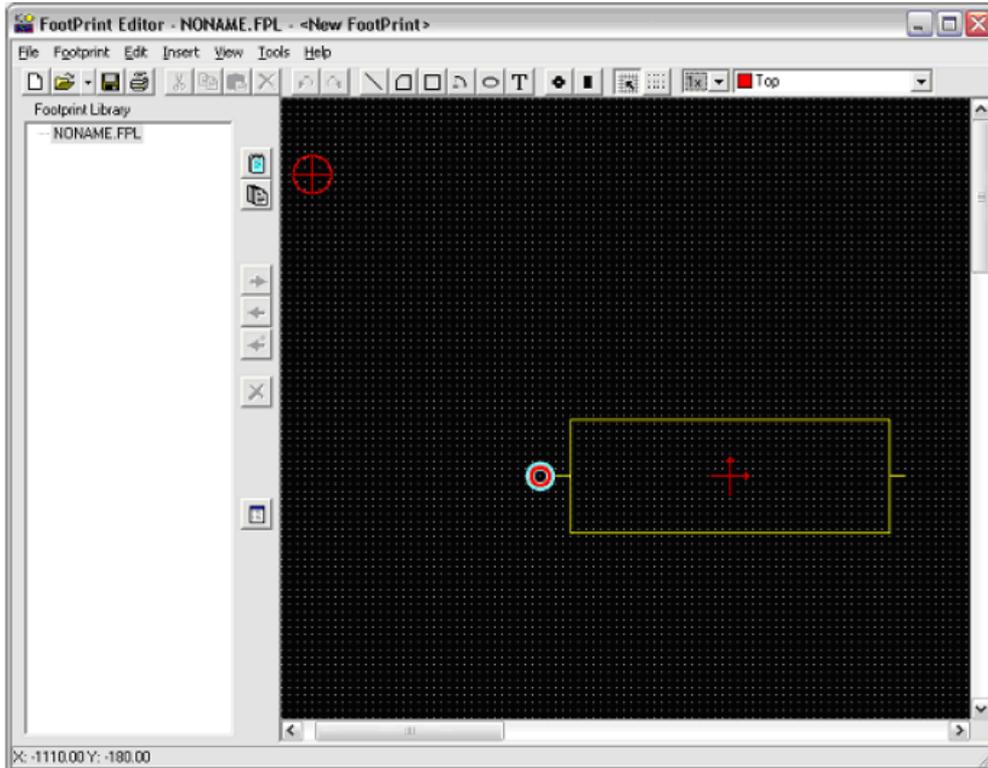
Строка2: 420, 0, 460, 0, 5 (Точка1 X, Точка1 Y, Точка2 X, Точка2 Y и Ширина линии).

Наконец, добавьте к обозначению посадочного места две прокладки со сквозными отверстиями. Выберите символ контактной площадки на панели инструментов. Переместите площадку рядом с Line1. Сейчас же активируйте редактор свойств площадки, наведя на него указатель мыши и сделав двойной щелчок, когда мышь превращается в символ руки.

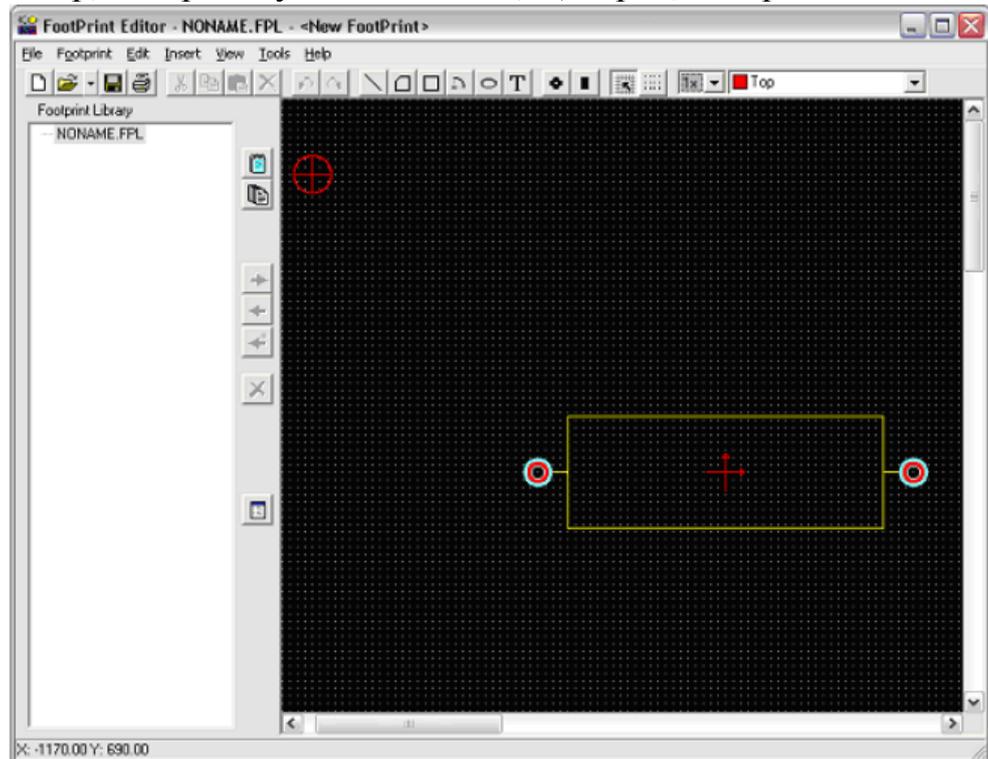
Введите - 500, 0 в поля Центр X и Центр Y. Параметр сверления равен 37. Теперь щелкните стрелку вниз. По умолчанию площадка находится сверху; снизу: питания, заземления, верхняя часть паяльной маски, нижняя часть паяльной маски, слои Drill Drawing и Drill Tape.

Конфигурация слоя по умолчанию могла быть изменена способом аналогично тому, что мы видели в примере прямоугольника. Хотя конфигурация слоя по умолчанию хороша, мы должны изменить размеры

контактной площадки. Дважды щелкните поле размера и введите 58 в поле диаметра сверху, снизу, сверху паяльной маски и припоя. Замаскируйте нижние слои, введите 78 на слоях Power и Ground и 37 на слоях Drill Drawing и Drill Tare. Важно войти в номер вывода корпуса в поле имени.



Теперь возьмите следующую площадку и перейдите к Line2. У нас всего один параметр, который нужно изменить, Центр X, который должен быть 500.



Символ посадочного места готов к сохранению в библиотеке. Откройте package.fpl, выберите группу резисторов (или определите новую группу) и нажмите кнопку «Добавить посадочное место» (Add footprint).

6.4 Мастер IC в редакторе посадочных мест

Если вы хотите создать посадочное место более сложной ИС, например, ИС со сложной конфигурацией контактов, вам может помочь Мастер IC (IC Wizard) . Мастер IC можно активировать из меню «Вставка».

Мастер представляет несколько свойств IC, которые вы можете установить.

В группе «Технологии» вы можете установить режим монтажа и тип упаковки ИС. Режим монтажа может быть сквозным через отверстия или поверхностным монтажом. В зависимости от режима монтажа доступны следующие корпуса: DIP (Dual in line package - Двухрядный корпус), PGA (Корпус с массивом выводов), SPGA (корпус с массивами с шахматной сеткой), SOP (небольшой контурный корпус), LCC (корпус с выводами для чипа), QFP (квадратный плоский корпус), BGA (корпус с шариковой решеткой), SBGA (корпус с шахматной сеткой), SIP (одинарный корпус) и ZIP (зигзагообразный строчный корпус) соответственно.

В группе измерений корпуса могут быть установлены размеры корпуса (длина, ширина, высота 3D). В зависимости от выбранного корпуса 4-й параметр может быть либо выемка, либо обрезка угла, либо игнорироваться.

Размер Pad dimension определяет форму и размеры (длину, ширину) контактной площадки. Если режим монтажа - сквозное отверстие, форма просверленной площадки может быть круглой, квадратной или восьмиугольной. Причем форма и размеры диаметра сверла могут быть определены. Однако если режим монтажа - поверхностный, форма площадки может быть круглой, прямоугольной или с закругленным углом и соответствующие размеры также могут быть установлены.

В позиции Pad количество штифтов и расстояния между ними можно настроить в соответствии с типом упаковки.

Наконец, в группе нумерации площадок тип и направление нумерации площадки могут быть введены в зависимости от типа корпуса.

Пример:

Технология: сквозное отверстие

Тип корпуса: DIP

Размер / длина корпуса: 400

Размер корпуса / ширина: 270

Размер / форма контактной площадки: круглая

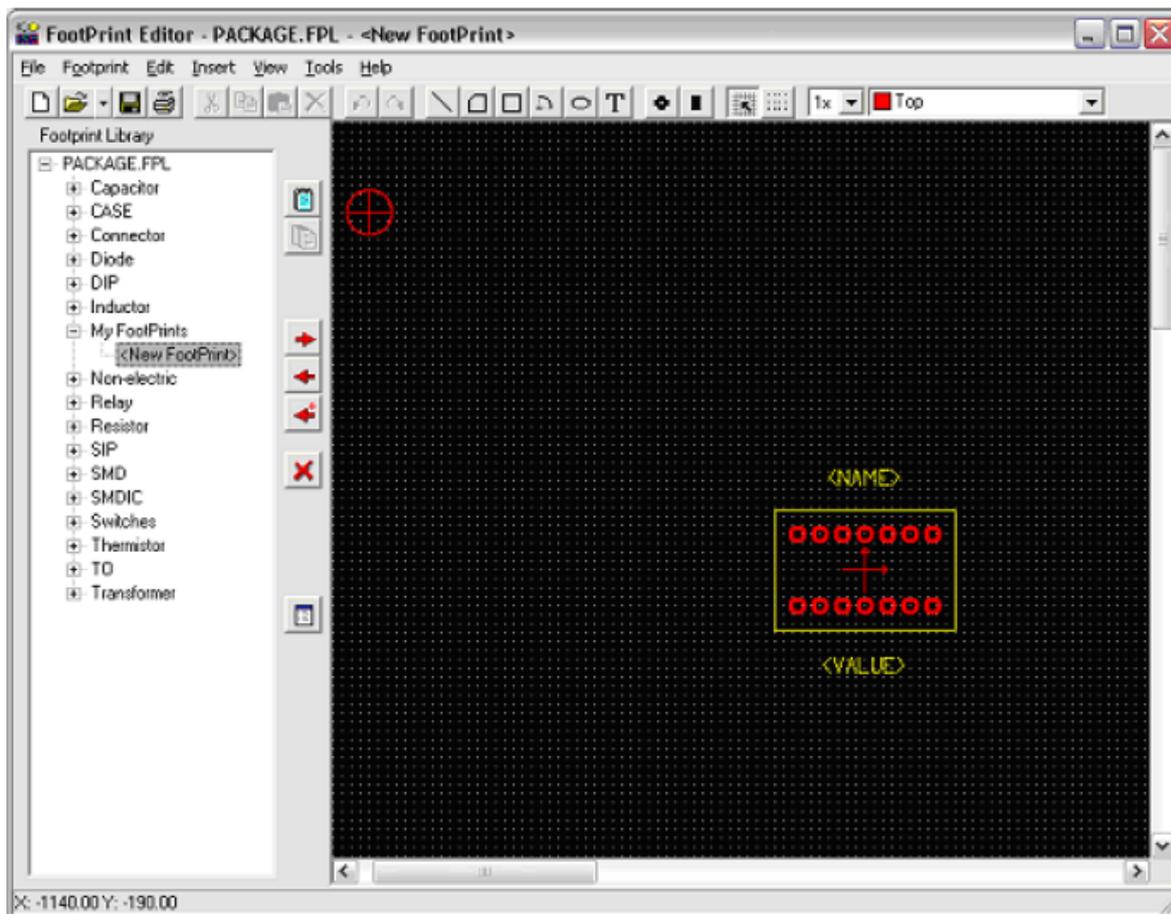
Размер площадки / отверстие: 20

Размер площадки / диаметр 40

Положение площадки / количество гор. контакты: 14

Положение площадки / между контактами: 50

Положение площадки / между рядами: 160

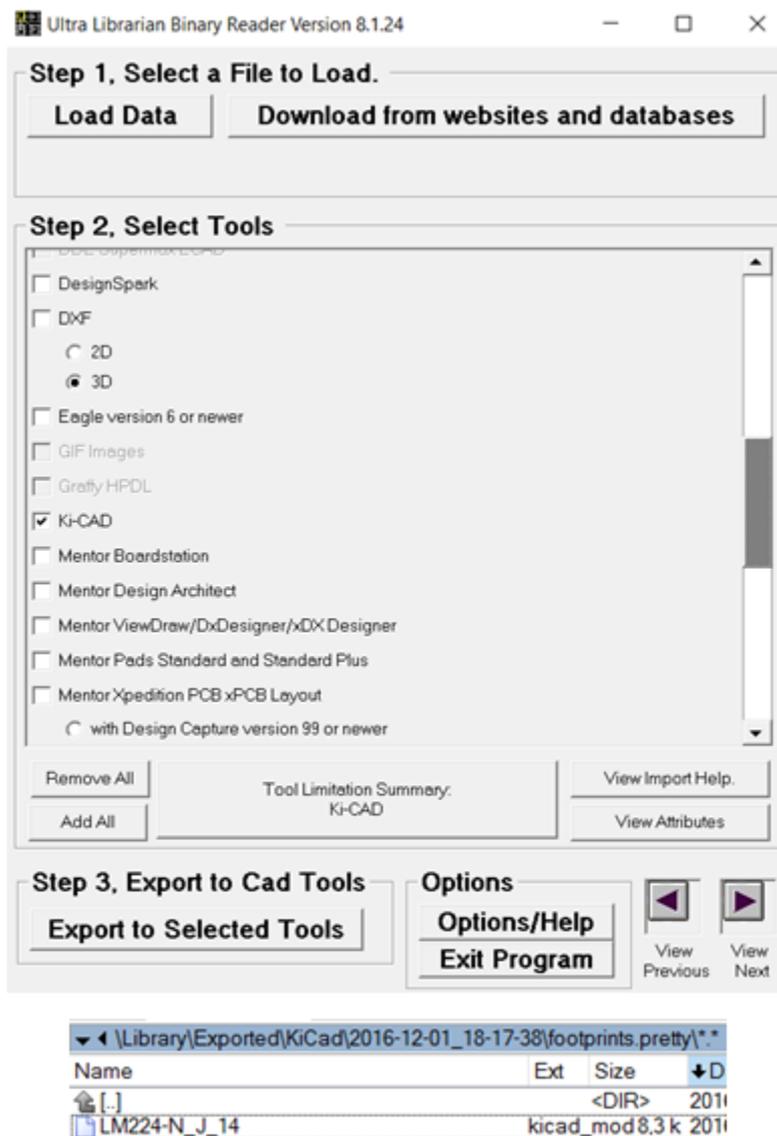


По завершении работы мастера посадочное место можно редактировать и сохранить в библиотеке.

6.5 Добавление общедоступных посадочных мест печатной платы в TINA

TINA PCB может расширять свою библиотеку моделей посадочных мест посадочными местами, опубликованными производителями или доступными из других источников. Это может быть достигнуто в процессе преобразования в 2 этапа.

Библиотеки посадочных мест обычно публикуются в формате BXL, который используется в свободно доступном программном обеспечении Ultra Librarian (www.accelerated-designs.com/ultra-librarian/) В этом программном обеспечении вам необходимо открыть или загрузить компонент, который вы хотите импортировать в TINA. Выберите формат экспорта «Ki-CAD» и нажмите «Экспорт в выбранные инструменты» (“Export to selected tools”) . Программа Ultra Librarian теперь создает новые файлы в собственной папке по пути: Library / Exported / KiCad / [имя, содержащие дату и время обработки]. В этой вновь созданной папке нужно перейти в папку «footprints.pretty». Если вы видите один или несколько файлов с расширением «kicad_mod», первый шаг преобразования посадочного места прошел успешно.



Теперь откройте редактор футпринтов Tina PCB. Вы можете открыть файл пакета футпринтов или создайте новый. Затем создайте группу посадочных мест с помощью соответствующей кнопки, затем нажмите «New footprint».

Нажмите кнопку «Импортировать посадочное место» в центре окна и выберите ранее созданный файл kicad_mod. При успешном импорте футпринт отображается в редакторе посадочных мест. На этом этапе вы должны проверить находится ли в нужном месте оригинал компонента - проверьте меню Вид/Дополнительно (View/ Supplementary) и перетащите символ оригинала, который отображается как две пересекающиеся стрелки. Вы также можете дважды щелкнуть по нему и ввести числовые координаты. Оригинал обычно должен быть в центре компонента. Теперь вам просто нужно сохранить компонент в библиотеке посадочных мест.

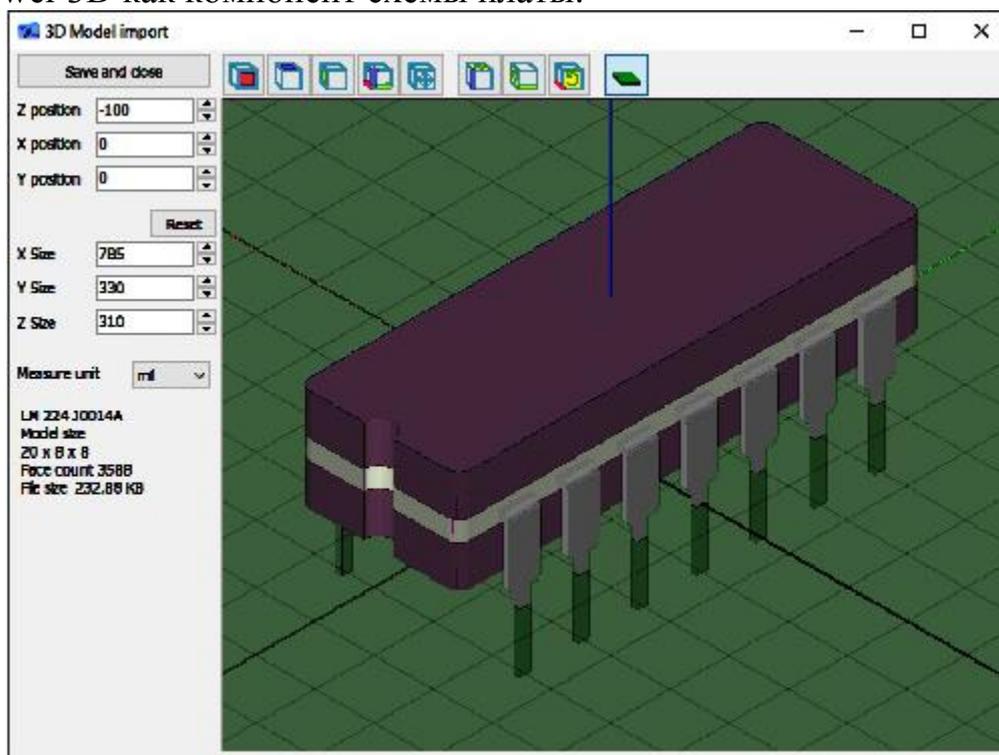
Некоторые модели посадочных мест также могут содержать ссылку на файл 3D-модели. Если 3D-файл присутствует, TINA PCB пытается

импортировать его также автоматически. См. следующий раздел о том, как работает 3D-импорт.

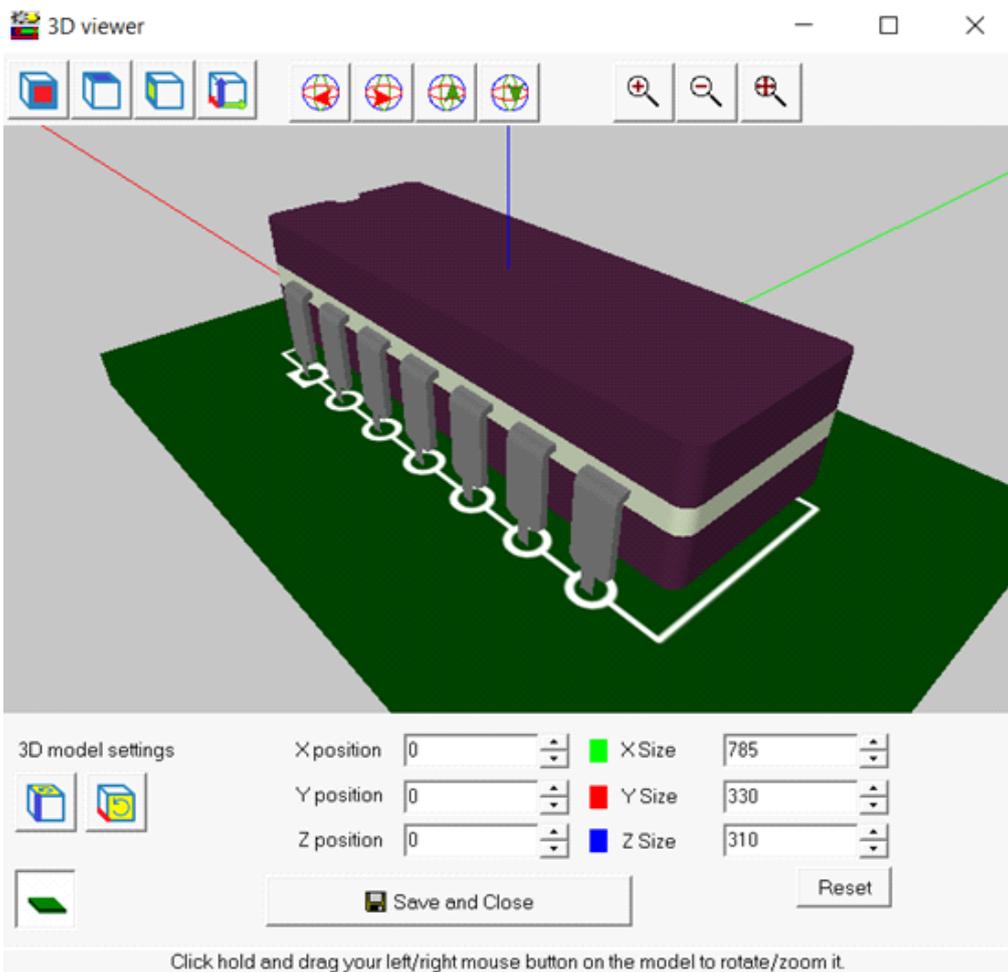
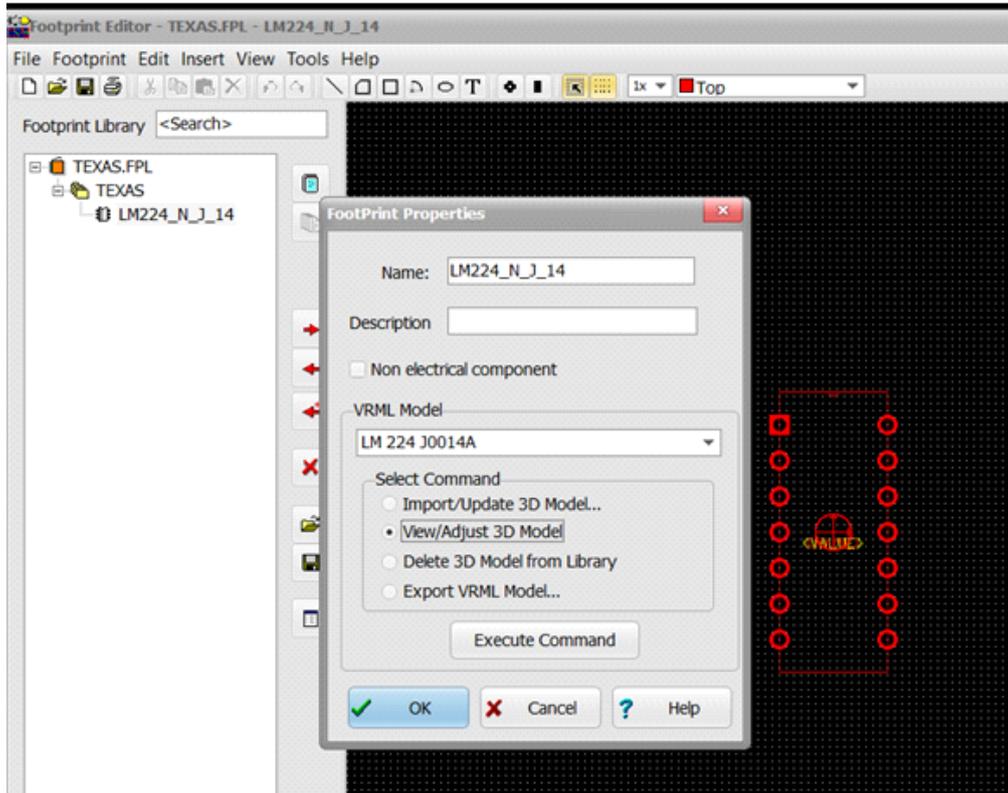
6.6 Добавление общедоступных 3D-моделей посадочного места в TINA

Помимо формата VRML, в TINA Design Suite v11 и более новых версиях библиотеки компонентов печатной платы могут быть расширены с помощью 3D модели в отраслевом стандарте STEP, STP, STL и популярном формате Google Sketchup (SKP).

В редакторе Footprint в меню Footprint выберите Свойства посадочного места. В диалоговом окне Footprint Properties выберите «Импорт / обновление 3D-модели», затем нажмите кнопку «Выполнить команду» (или дважды щелкните переключатель). Появляется диалоговое окно импорта 3D-модели, в котором вы можете открывать модели в STEP, STP, STL и SKP форматах. Ориентация этих файлов моделей может варьироваться в зависимости от издателя, чтобы вы могли повернуть модель в нужное направления и поместить на плату с помощью кнопок верхней панели инструментов. Вы также можете установить вертикальное положение и размер модели, используя разные единицы измерения. После успешной процедуры импорта и сохранения в библиотеке, модель назначается посадочному месту и может отображаться в PCB Viewer 3D как компонент схемы платы.



Вы можете настроить ориентацию, размещение и размер модели посадочного места в любое время в окне «Свойства посадочного места» с функцией «Просмотр / настройка 3D-модели», поэтому 2D и 3D просмотры точно совпадут.



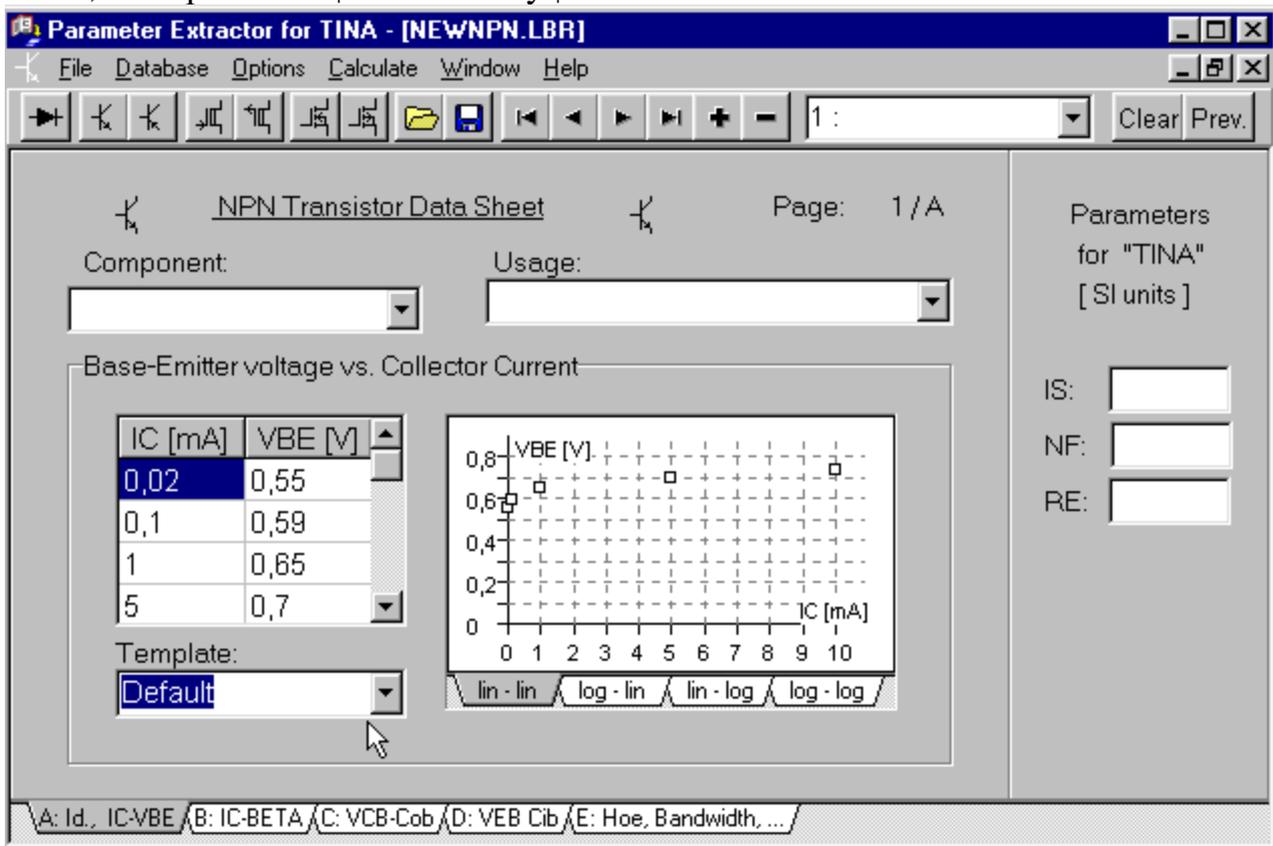
Если вы не видите здесь 2D-футпринта на плате, вам сначала следует сохранить посадочное место в библиотеке.

Глава 7. Использование экстрактора параметров

Используя средство извлечения параметров TINA, вы можете создать компоненты модели, которые более точно представляют реальные устройства реального мира, преобразованием данных измерений или каталогов в параметры модели.

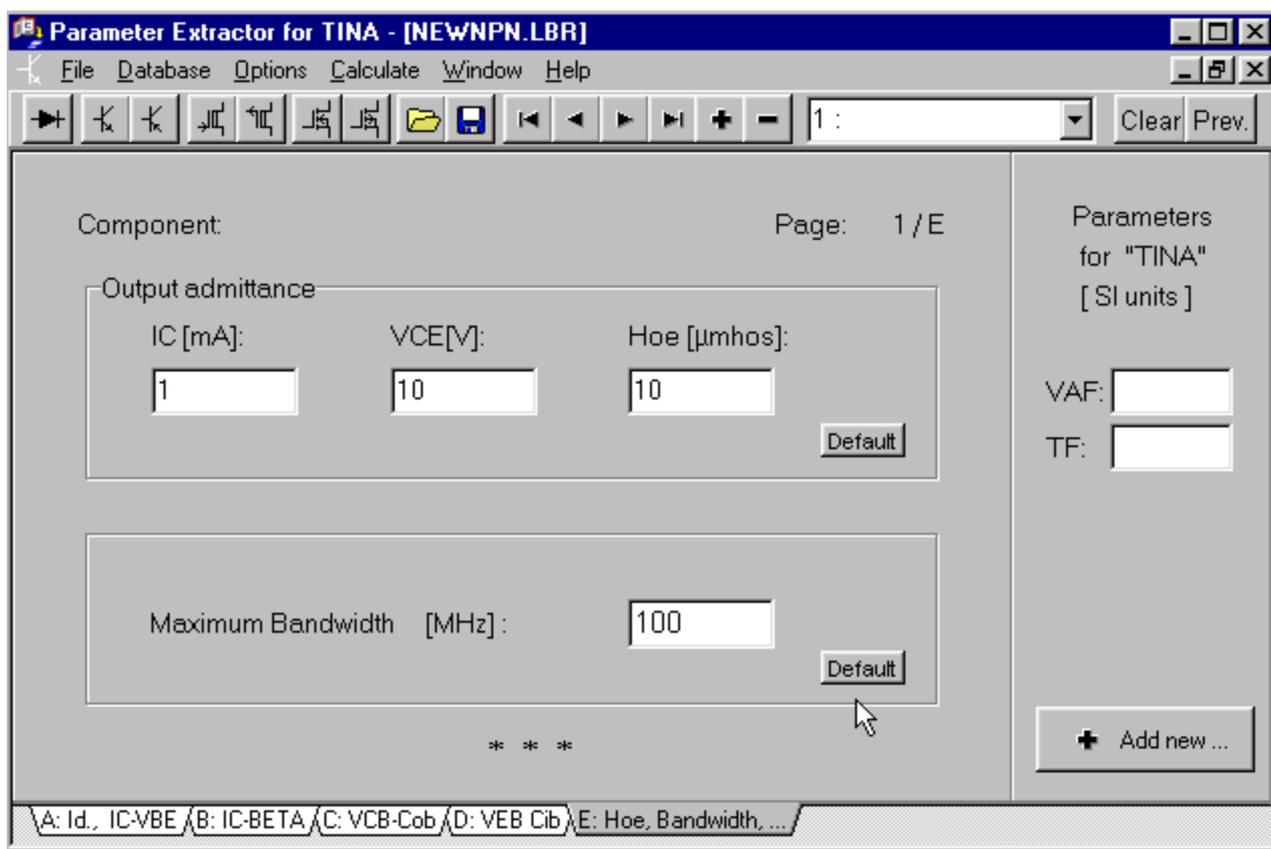


Используйте меню «Пуск» Windows, чтобы найти папку TINA. Запустите Parameter Extractor, дважды щелкнув его значок. Чтобы создать новый транзистор, который позже можно будет добавить в каталог транзисторов TINA, выберите File | New Library | NPN Transistor.



Диалог позволяет вводить данные из измерений, из данных каталога производителей или значения по умолчанию TINA (используйте Template-ComboBox для этого).

Щелкните каждую вкладку внизу экрана и заполните все поля параметров транзистора. Выберите значения по умолчанию или введите свои.



Примечание:

Обязательно заполните все данные, так как отсутствующие данные могут привести к получению неправильных результатов.

Затем выберите Рассчитать | Текущий компонент. Чтобы проверить, насколько хорошо модель транзистора в TINA соответствует входным данным, вы можете пройтись по вкладкам, чтобы увидеть рассчитанные графики и числовые значения для каждого параметра.

Наконец, давайте вставим новый транзистор в исходный файл для каталога транзисторов TINA, выбрав Файл | Диспетчер каталогов. Чтобы иметь возможность использовать новый каталог необходимо перекомпилировать измененные исходные файлы и связать их вместе в файлами каталога CLCC.CAT.

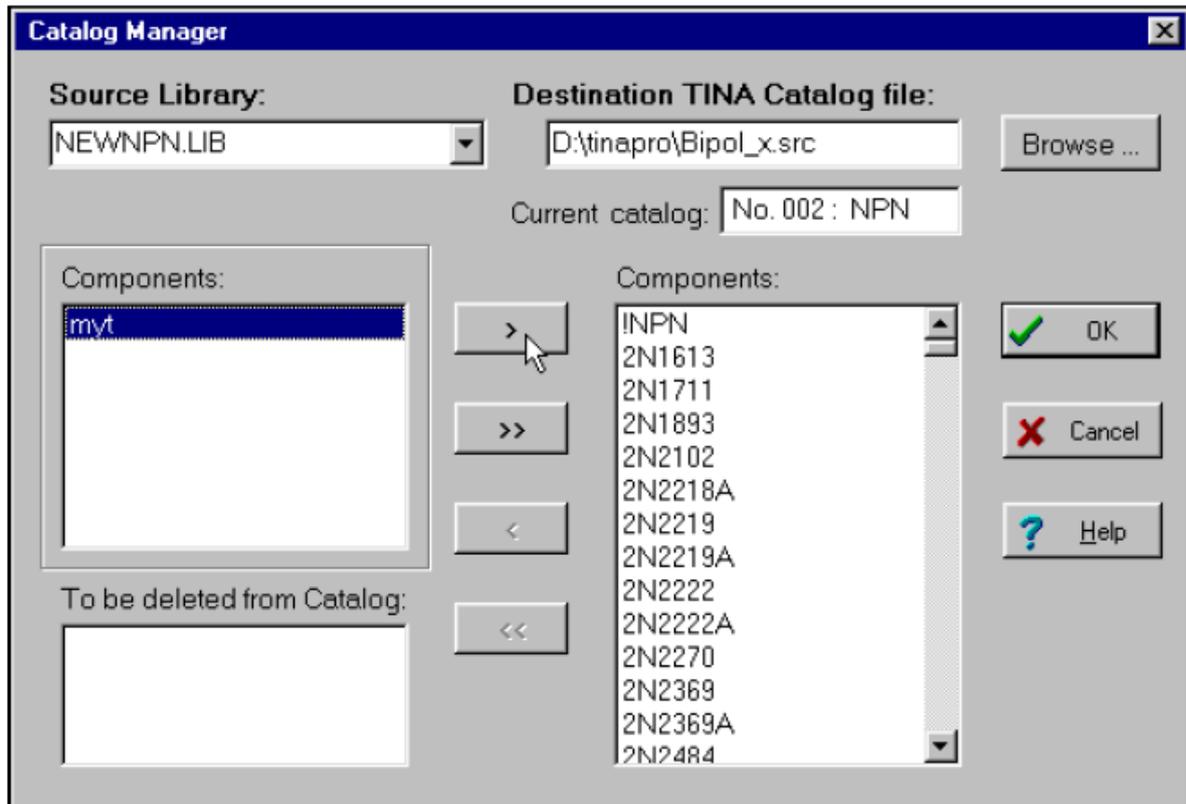
Найдите и откройте файл-компонент, совместимый с вашим компонентом (например, при добавлении биполярного транзистора выберите биполярный каталог `birol_x.crc`). Нажмите кнопку «Обзор» и выберите файл из диалога открытия файла. Все файлы-компоненты, поставляемые с TINA, размещаются в подкаталоге CLCC каталога TINA (по умолчанию `C:\Program Files\Designsoft\TINA`).

Переместите свой компонент в библиотеку, выбрав его, нажав на кнопку



, а затем кнопку ОК.

После нажатия ОК TINA предложит вам и спросит, хотите ли вы перекомпилировать исходные файлы каталога и создать новый обновленный каталог.



Если вы ответите «Да», TINA создаст новый каталог, и вы сможете использовать его после перезапуска TINA. Вы также можете перекомпилировать каталог, используя команду "Скомпилировать каталог TINA" в меню "Файл". Это может быть необходимым, если предыдущая попытка компиляции не удалась, например, из-за недостаточно места на жестком диске.

Аналогичным образом можно рассчитать параметры магнитопровода. Вы должны ввести верхнюю (A) и нижнюю (B) кривую гистерезиса и геометрические параметры сердечника. Запустите пример с параметрами по умолчанию (загрузить Default из шаблона listbox), чтобы увидеть типичные значения.

Глава 8. Расширенные темы

8.1 Введение

В предыдущих главах мы представили основные функции TINA и объяснили как к ним можно получить доступ. Однако наша демонстрация далека от полной, ибо TINA содержит много других полезных и продвинутых особенностей для проектирования, тестирования и обучения электронике и электронным схемам. К ним относятся модели S-параметров, сетевой анализ, детали анализа рядов Фурье и спектра Фурье, символьный анализ, постобработка результатов анализа, построение векторных диаграмм, диаграммы Найквиста, встроенный интерпретатор, многопараметрическая оптимизация, создание многослойных печатных плат и другие темы.

Подробное описание этих тем не входит в печатную версию Руководства по быстрому запуску; они публикуются только в электронном виде. Эти расширения можно найти на установочном компакт-диске TINA и в Интернете по адресу www.tina.com в разделе "Документация".

8.2 Содержание дополнительных тем

- Изменение параметров
- Передаточная характеристика постоянного тока и развертка параметров
- Фазовая диаграмма
- Диаграмма Найквиста
- Анализ шума
 - Анализ шума переменного тока слабого сигнала
 - Анализ переходных шумов
- Сетевой анализ и S-параметры
- Символьный анализ
- Результаты анализа после обработки
- Инструмент дизайна
- Оптимизация
- Инструмент дизайна против оптимизации
- Ряды Фурье и спектр Фурье
- Руководство переводчика
- Модели IBIS

Мы постоянно добавляем новые темы и примеры в эту главу, поэтому, пожалуйста, регулярно заходите в раздел документации. Нашу последнюю версию можно найти на сайте www.tina.com.