NL5 Circuit Simulator

Руководство пользователя



Rev. 0.49

Rev. 0.49 10/19/2008 @2008 nl5.sidelinesoft.com



Версия

Эта версия руководства пользователя текущей версии NL5 0.49

COPYRIGHTS

© 2008, A.Smirnov.

The program is copyrighted. The program is provided under a License Agreement and can be used or copied only in accordance with its terms and conditions.

LIMITED LIABILITY

NL5, together will all accompanying materials, is provided on a "as is" basis, without warranty of any kind. The author makes no warranty, either expressed, implied, or stationary, including but not limited to any implied warranties of merchantability or fitness for any purpose. In no event will the author be liable to anyone for direct, incidental or consequential damages or losses arising from use or inability to use NL5.

[&]quot;Smith" is a registered trademark of Analog Instruments Company, New Providence, NJ. Microsoft and Windows are a registered trademark of Microsoft Corporation.



Оглавление

І. Быстрый старт	7
Установка, запуск и регистрация NL5	8
Установка NL5	8
Запуск NL5	8
Регистрация NL5	8
Создание и симуляция вашей первой схемы	9
Ввод схемы	9
Редактирование параметров компонентов	10
Установки переходного процесса	11
Данные переходного процесса	12
Запуск анализа переходного процесса	13
Установки АС	14
Данные АС	15
Запуск АС анализа	16
II. Интерфейс пользователя	17
Графический интерфейс пользователя	18
Основное окно	18
Основное меню	19
Основная инструментальная панель	19
Строка состояния	19
Панель выбора	19
Панель навигации	20
Окно документа	21
Другие окна	22
Окна диалогов	22
Формат данных	23
Нечувствительность к регистру	23
Числа	23
Имена	24
Выражения	25
Формулы	26
Функции	26
Типы файлов	28
Preferences (предпочтения)	
Предпочтения	30
Приложение	30
Документ	31
Схема	31
Компоненты	32
Рисование	33
Предупреждения	33
Графики	34
Таблица	
Примечание	35



Текст	36
Переходной процесс	36
Инструменты	37
Печать	37
III. Схема	39
Окно схемы	41
Редактирование схем	
Курсор	44
Соединение (проводниками)	
Connection (соединение проводников)	
Земля	
Компонент	
Вид компонента	
Этикетка	
Атрибуты	
Рисование (линия, прямоугольник, овал)	
Текст	
Прокручивание и масштабирование вида	
Выделение и сброс выделения	
Перемещение и копирование	
Удаление и отмена удаления.	
Не доступно и доступно	
Повернуть, отразить, отобразить	
Формат	
Команды редактирования схемы	
Клавиатура и горячие клавиши	
Операции с мышкой	
Компоненты	
Работа с подсхемами	
Работа с PWL	
Окно компонентов.	
Инструментальная панель	
Список компонентов.	
Выбор модели	
Редактирование параметров	
Окно переменных (Variables).	
Панель инструментов	
Sheets (листы)	
Группы	
Проверка схемы	
Инструменты редактора схем	
Renumber	
Initial Conditions	
Clean Up.	
Formulas	
Parameters	
Transform	
Свойства	



IV. Анализ переходного процесса	88
Симуляция	
Алгоритм симуляции	90
Данные симуляции	95
Установки переходного процесса	
Данные переходного процесса	
Панель	
Графики	101
Выполнение симуляции	103
Окно переходного процесса	
График	
Условные обозначения	
Курсоры	
Текст	
Аннотации	111
Storage (накопитель, хранилище)	
Таблица данных	
Прокручивание и масштабирование	
Команды переходного процесса	
Инструменты переходного процесса.	
XY diagram.	
Histogram	
FFT	
Eye diagram	
Маркеры	
V. AC анализ	
Симуляция	
Алгоритм симуляции	
Данные симуляции	
Установки АС	
АС данные	
Инструментальная панель	
Кривые	
Выполнение симуляции	
Окно АС	
График	
Cursors	
Текст	
Аннотация	
Отображение Storage	
Таблица данных	
Прокручивание и масштабирование вида	
Команды анализа на переменном токе	
Инструменты анализа на переменном токе	
Гистограмма	
Диаграмма Смита	
Диаграмма Найквиста	
Номограмма замыкания	1/4

w	٠.	_	-		٦
	1	h.	Л	L	J
	ď	7	Ħ	Ξ	4
	■.	а			

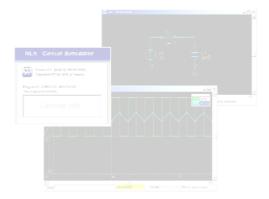
NL5 circuit simulator

Руководство пользователя

Маркеры	175
VI. Инструменты	
Скрипт	
Синтаксис скрипта	
Примеры скриптов	
Запуск скрипта	
Консоль	
Командная строка	
Качание	
Оптимизация	
VII. Приложения	
1. Операторы	
2. Функции	192
3. Типы компонентов, модели, параметры	
4. Команды скрипта	
5. Операторы скрипта	
1 1 1	



I. Быстрый старт





Установка, запуск и регистрация NL5

Установка NL5

NL5 не требует специальной установки, просто скопируйте nl5.exe в любую папку. Вы можете переименовать nl5.exe, если это вам нужно. Вы можете сделать несколько копий nl5.exe в разных папках.

Чтобы создать иконку NL5 на рабочем столе, щелкните правой клавишей мышки по n15.exe в проводнике Windows и выберите команду **Отправить**|**Рабочий стол** (создать ярлык).

Последние версии NL5 можно найти на сайте: nl5.sidelinesoft.com.

Запуск NL5

Чтобы запустить NL5, дважды щелкните по nl5.exe или по иконке NL5:



Появится заставка с базовой версией, датой и информацией о лицензии:



Окно через несколько секунд закроется. Чтобы закрыть его немедленно, щелкните по белому фону окна.

NL5 может также запускаться из командной строки с добавленным именем файла схемы в качестве параметра (или без параметров).

Регистрация NL5

Процедура регистрации NL5 пока не определена.



Создание и симуляция вашей первой схемы

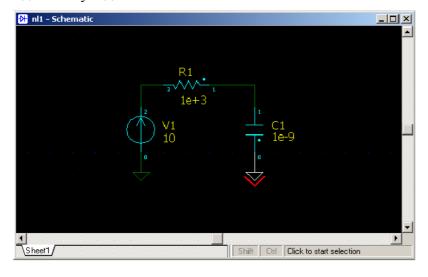
Ввод схемы

Ввод и редактирование могут быть сделаны с использованием клавиатуры, мышки или и того, и другого. Вот пошаговое описание того, как ввести простую схему, используя клавиатуру.

Когда NL5 открывается, создается пустая схема. Красный курсор расположен в середине экрана и показывает направо.

- Нажмите «**пробел**», чтобы переключиться в режим рисования.
- Нажмите «**стрелку вниз**» несколько раз, чтобы нарисовать короткий проводник.
- Нажмите клавишу V и следом нажмите Enter, чтобы добавить источник напряжения.
- Нажмите клавишу **G** для размещения земли. Теперь курсор переключился обратно в режим выделения.
- Нажмите «**стрелку вверх**» несколько раз, чтобы переместить курсор к начальной точке.
- Нажмите «**стрелку вправо**», чтобы изменить направление, затем нажмите «**пробел**» для перехода в режим рисования.
- Нажмите «**стрелку вправо**» несколько раз, вы нарисуете короткий горизонтальный проводник.
- Нажмите клавишу **R** и затем нажмете **Enter**, чтобы разместить резистор.
- Вновь нажмите «**стрелку вправо**» несколько раз, а затем несколько раз «**стрелку вниз**».
- Нажмите клавишу С и следом нажмите Enter, этим вы добавите конденсатор.
- Нажмите клавишу **G** для размещения земли. Схема готова.

Вот, что вы должны увидеть:

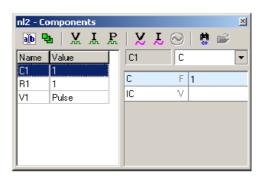


Редактирование параметров компонентов

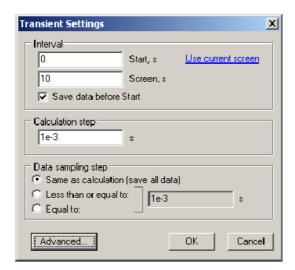
Теперь вы будете использовать мышку для выделения компонентов и клавиатуру для ввода параметров.

- Дважды щелкните по источнику напряжения V1. Откроется окно компонентов. На левой панели должен быть выделен V1. Правая панель показывает имя компонента (V1), модель (V) и параметры (пока один параметр «V»).
- Щелкните кнопку **•** справа от имени модели. Выпадающее окно покажет доступные модели источников напряжения.
- Выберите **Pulse**.
- Дважды щелкните по резистору R1 на левой панели. Значение резистора «1e+3» будет выбрано на правой панели.
- Нажмите клавишу 1 («один»), сопротивление изменится, став 1 Ом.
- Дважды щелкните по конденсатору C1 на левой панели, и измените емкость с «1e-9» на «1».

Компоненты готовы. Вот результат:



Установки переходного процесса

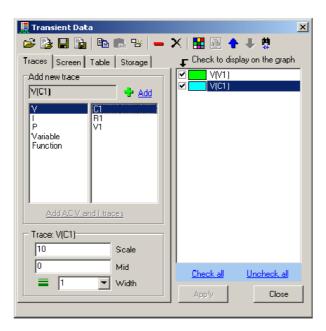


Данные переходного процесса

Щелкните по кнопке **Transient data** инструментальной панели или выберите команду **Transient** | **Data** в основном меню. Удостоверьтесь, что выбрана закладка **Traces**.

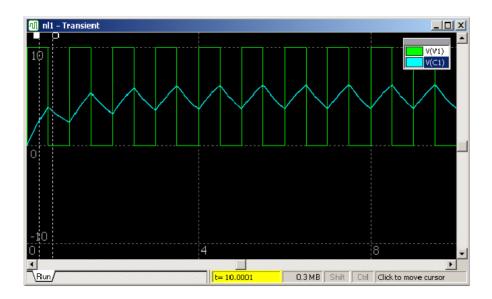
- В окне панели **Add new trace** выделите V (кривая напряжения).
- Дважды щелкните по V1 и C1 в списке компонентов. Кривые напряжения будут добавлены список графиков.
- Щелкните по кнопке Close.

Вот вид диалогового окна (до закрывания):



Запуск анализа переходного процесса

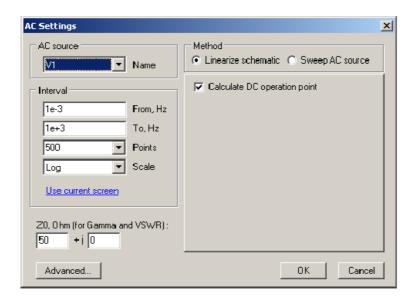
Щелкните по кнопке Start transientient инструментальной панели или в основном меню выберите команду Transient | Start . Переходной процесс будет рассчитан и отображен:



Установки АС

Щелкните по кнопке AC settings инструментальной панели или выберите команду в основном меню AC | Settings.

- Щелкните в выпадающем списке панели AC source по Name и выделите V1.
- Щелкните по кнопке ОК.

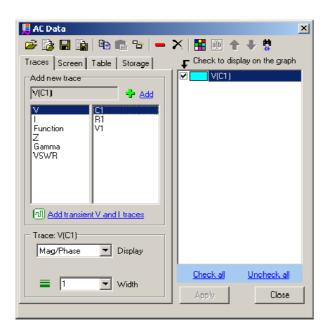


Данные АС

Щелкните по кнопке **AC data** инструментальной панели или в основном меню выберите команду **AC** | **Data**. Убедитесь, что выбрана закладка **Traces**.

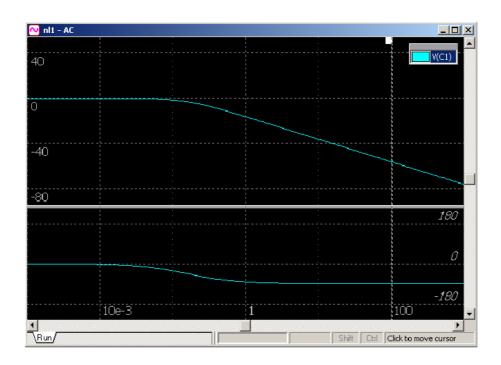
- На панели **Add new trace** выберите **V** (кривая напряжения).
- Дважды щелкните по C1 в списке компонентов. График AC будет добавлен в список.
- Щелкните по ОК.

Вот вид диалогового окна (до закрывания):



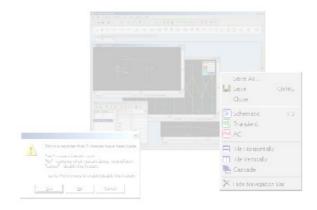
Запуск АС анализа

Щелкните по кнопке → **Start AC** на инструментальной панели или выберите команду основного меню **AC** | **Start**. Результат будет рассчитан и отображен:





II. Интерфейс пользователя





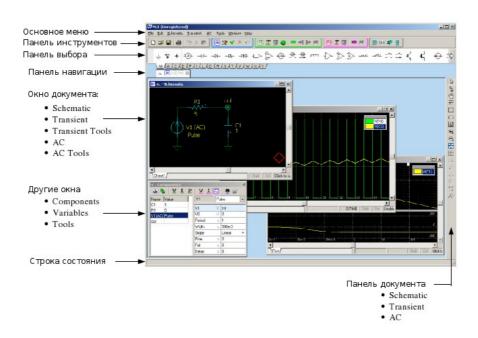
Интерфейс пользователя NL5 основан на стандартной архитекуре Microsoft Windows Multi-Document Interface (MDI). Он состоит из разных компонентов Graphical User Interface (GUI), таких как окна, диалоги, меню, инструментальные панели и т.д.

NL5 поддерживает множество команд и горячих клавиш, обычно используемых в разнообразных приложениях Windows, например: Edit | Copy (Ctrl-C), Edit | Paste (Ctrl-V), Window | Tile, использование клавиши Ctrl совместно с мышкой для операций выделение/копирование, использование полос прокрутки в окнах и т.д. Другие команды интуитивно понятны, так что начало работы со схемой не займет много времени. Формат данных согласован с обычной инженерной и научной практикой. NL5 использует несколько специализированных типов файлов для схем и данных анализа. Preferences (предпочтения) использованы для индивидуальной настройки интерфейса, вида и поведения, и предопределения параметров. Настройка печати позволяет приспособить вид и отформатировать окно вывода на печать.

Графический интерфейс пользователя

Основное окно

Основное окно NL5 и его компоненты показаны ниже:





Основное меню

Основное меню содержит стандартный набор пунктов Windows (таких как File, Edit, Window, Help) и свойственные только NL5 (Schematic, Transient, AC, Tools).

Основная инструментальная панель

Основная инструментальная панель предлагает быстрый доступ к наиболее часто используемым командам и содержит пять групп кнопок:



Поместите курсор мышки поверх кнопки и вы увидите подсказку с описанием кнопки.

Строка состояния

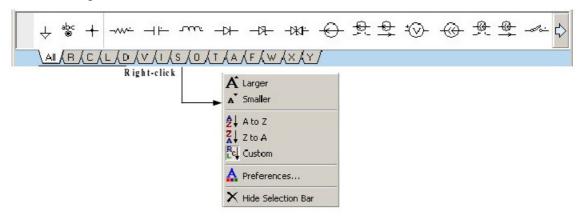
Строка состояния показывает некоторые, зависящие от состояния приложения, сообщения, такие как:

- Открывание документа
- Сохранение документа
- Проверка обновлений

Выберите команду меню **Window** | **Status Bar**, чтобы показать/скрыть строку состояния.

Панель выбора

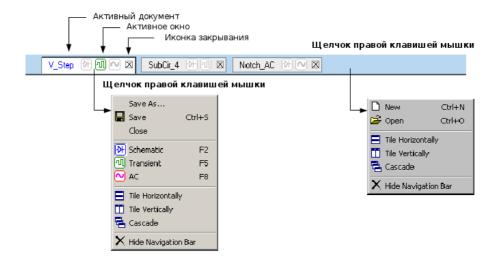
Панель выбора состоит из закладок, по одной на букву (только, если есть доступный компонент на эту букву). Каждая закладка содержит символ компонента «буквенного» типа и три общих для схем элемента: землю, этикетку и точку соединения. Закладка «All» содержит символы всех компонентов.



- Если какой-то компонент невидим, щелкните по изображению левой/правой стрелки, чтобы прокрутить панель.
- Поместите указатель мышки поверх символа компонента, чтобы увидеть подсказку с кратким описанием компонента.
- Щелкните по символу, чтобы разместить компонент в схеме.
- Щелкните правой клавишей мышки по панели, чтобы увидеть всплывающее меню с соответствующими командами.
- Выберите команду меню **Select Window** | **Selection Bar**, чтобы показать/скрыть панель выбора.

Панель навигации

Панель навигации отображает все открытые документы и окна, показывает активный документ и активное окно с подсвеченной иконкой.



- Если некоторые закладки не видны, щелкните по изображению левой/правой стрелки, чтобы прокрутить панель.
- Щелкните по закладке, чтобы активизировать документ.
- Щелкните по иконке окна, чтобы активизировать окно.
- Щелкните правой клавишей мышки по закладке документа или пустой области панели навигации, чтобы увидеть всплывающее меню с соответствующими командами.
- Выберите команду основного меню Select Window | Navigation Bar, чтобы показать/скрыть панель навигации.

13

(س) راگ

↔

++

11

‡

*

‡

2 3

19P

本

∜

B

++

11

‡

*

‡

‡⊕

ĸ)

Cal

41

靐

オオシン

₩

Ø

Œ,

Q

#

£

Ų,

<u>ç</u>...

A



Окно документа

Одновременно может быть открыто несколько окон NL5 документов:

- Schematic (схема)
- Transient (переходной процесс)
- Transient Tools (инструменты анализа переходного процесса)
- АС (анализ на переменном токе)
- AC Tools (инструменты AC анализа)

Schematic, Transient и AC окна — части стандартного много-документного интерфейса и ведут себя в основном похоже на другие приложения. Окно документа:

- Может быть минимизировано и максимизировано.
- Обустроено внутри основного окна (Window | Tile, Window | Cascade).
- Перечислено в меню Window.
- Иметь соответствующую панель, отображаемую справа от основного окна.
- Закрывание окна схемы автоматически закрывает весь документ.
 Использовать панель навигации или меню Window для перемещения между этими окнами и организации их расположения на экране.

Transient Tools и AC Tools Windows не части много-документного интерфейса и ведут себя иначе. Инструментальные окна:

- Всегда поверх других окон.
- В списке меню Transient | Tools и AC | Tools.
- Закрывание окна Transient закрывает все его инструметальные панели.
- Закрывание окна АС анализа закрывает все его инструментальные панели.

Инструментальные панели документа поддерживают быстрый доступ к командам, относящимся к окну активного документа. Есть 3 типа панелей документа:

- Schematic toolbar
- Transient toolbar
- AC toolbar —

Видна только одна панель инструментов, относящаяся к окну активного документа.

Другие окна

Другие окна не являются частью много-документного интерфейса, однако они остаются открыты все время, и их нет нужды закрывать, чтобы перейти в другое окно. Эти окна всегда показывают информацию, относящуюся к текущему активному документу. Переключение между окнами автоматически обновляет информацию в окнах. Эти окна включают:

- Components Window (Window | Components или F3) окно компонентов.
- Variables Window (Window | Variables или F4) окно переменных.
- Tools (Tools | Script, Tools | Sweep и т.д.) инструменты.

Окна диалогов

Чтобы вернуться в основное окно, окна диалогов должны быть закрыты,. Обычно окна диалогов имеют кнопки **OK** и **Cancel**, а некоторые и кнопку **Close**. Вот примеры диалоговых окон:

- Preferences (Edit | Preferences) предпочтения.
- Schematic Tools (**Schematic** | **Tools**) инструменты схем.
- Transient Settings (**Transient** | **Settings**) установки переходного процесса.
- ... и другие.



Формат данных

Нечувствительность к регистру

Все текстовые данные в NL5, такие как имена компонентов, переменные, функции, команды и т.д., не чувствительны к регистру, если не указано обратное. Буквы нижнего регистра и верхнего регистра рассматриваются как равноценные. Например:

```
Rin = RIN = rin
Sin(45) = SIN(45)
```

Числа

Числа в NL5 могут использовать экспоненциальный множитель Е или е и чувствительные к регистру буквы множителей:

Буква	Множитель
Т	10 ¹²
G	109
M, mg	10 ⁶
к, к	10 ³
М	10 ⁻³
U, mk	10 ⁻⁶
N	
Р	10 ⁻¹²

Буква множителя может использоваться вместо десятичной точки. Ноль перед десятичной точкой может быть опущен. Например:

```
1300 = 1.3e+3 = 13E2 = 1.3k = 1k3 = M0013 = mg0013
0.0047 = .47e-2 = 4.7e-3 = 47E-4 = 4m7 = 4700u = 4700mk
```

Числа обычно отображаются в инженерной нотации с экспоненциальным множителем и степенью кратной трем:

Введенное	Отображаемое
1k3	1.3e+3
47e-8	470e-9
5600000	5.6e+6

Бесконечное значение обозначается как:

inf



Мнимая часть комплексного числа имеет букву нижнего региста «j» в конце числа. Буква «j» не может использоваться одна, только как суффикс:

```
50+45j
1+1e-3j = 1+.001j
30j
1+j - неверно! Правильный формат: 1+1j
```

Следующие предопределенные константы могут использоваться в выражениях:

```
PI = pi = 3.14159265359

RAD = rad = 180/pi = 57.2957795131
```

Константа RAD может использоваться для перевода градусов в радианы, а радиан в градусы:

```
Degrees = Radians*RAD
Radians = Degrees/RAD
```

где Degrees — значение в градусах, а Radians, в радианах.

Имена

Компонент. Когда новый компонент создается, ему присваивается предопределенное имя: «буква» плюс число

```
R1, V2, C123
```

Затем компонент может быть переименован. Имя не чувствительно к регистру и может состоять из нескольких букв и символов. При использовании в формуле или функции имя заключается в кавычки:

```
"R out", "V pulse", "+12V"
```

Однако, если имя начинается с буквы и содержит только буквы и числа, оно может использоваться без кавычек:

```
Rout, V123, Plus12V
```

Если компонент был переименован, его имя будет автоматически модифицировано во всех случаях появления имени компонента в именах кривых, формулах и функциях.

Для доступа к имени модели компонента (в скрипте или командной линии) используйте имя компонента, сопровождаемое «точкой» и «model»:

```
V1.model=pulse
```

Для доступа к параметрам компонента используйте имя компонента, сопровождаемое «точкой» и именем параметра:

```
R1.R, V2.slope, C123.IC, "R out".R
```

Если имя параметра не задано, будет использован первый параметр компонента:

```
R1 = R1.R
C2 = C2.C
```



Для доступа к компоненту, являющемуся частью подсхемы, используйте имя подсхемы компонента, сопровождаемое «точкой» и именем компонента в подсхеме. Вложение уровней не ограничено: компоненты внутри подсхемы, которая, в свою очередь, может быть частью подсхемы, — все это может достигаться с помощью схожей нотации:

```
X1.R2
  X1.F1.V3.period
где X1 и F1 — подсхемы.
```

Переменная. Имя переменной имеет тот же формат, что и у компонента, исключая то, что она не имеет параметров. Например:

```
Freq, "max limit", X1.var
```

Кривая. Имя графика переходного процесса или АС кривой, содержащих данные текущей симуляции, состоит из буквы заданного типа кривой (V, I, P), сопровождаемой именем компонента в скобках:

```
V(R1), I(C2), P(L3)
```

Такие имена не могут переименовываться. Все другие кривые могут переименовываться с использованием произвольного текста:

```
"Copy of V(R1)"
"Old trace of R1"
"V pulse"
```

Имя кривой типа Function — это сама функция. Переименование кривой изменит функцию:

```
"V(r1)*V(r1)/r1"
```

Выражения

Почти все параметры компонента и некоторые числа в диалоговом окне могут вводиться как выражения.

Когда нажимается кнопка Enter или вы щелкаете по кнопке Apply (если она есть), выражение немедленно вычисляется и замещается численным результатом. Выражение может состоять из:

- Чисел.
- Предопределенных констант (PI и RAD).
- Имен компонентов, параметров и переменных.
- Операторов.
- Функций.
- Скобок с неограниченным уровнем вложения.



Например:

```
2*2
2^10-1
sin(2*PI*f) // f — это переменная
(R1||R2)+R3
```

Все стандартные правила арифметики применимы к выражениям. Допустимые операторы перечислены в Приложении 1. Допустимые функции — в Приложении 2.

Формулы

Большая часть параметров компонента (числа) и все переменные могут быть определены как формулы. Формула — это выражение, которое может содержать другие параметры и переменные, и автоматически рассчитывается, когда любой из этих параметров меняется. Формула всегда начинается со знака равенства «=»:

```
=Var1*2
=R1/2
=(R1||R2)+R3
```

Чтобы ввести формулу, напишите выражение, начинающееся со знака «=» и нажмите клавишу **Enter**. Формула будет рассчитана и ее текущее числовое значение будет отображено рядом с кнопкой . Щелкните по кнопке, чтобы увидеть/редактировать формулу:



Если выражение формулы содержит ошибку и не может быть вычислено, будет отображен текст #VAL вместо числа.

Чтобы очистить формулу, введите новое выражение или число без знака равенства вместо числового значения, или щелкните по кнопке **■**,чтобы перейти в режим редактирования, сотрите формулу и нажмите **Enter**.

Если формула содержит имя компонента, а компонент был переименован, формула будет автоматически обновлена. Формула не может содержать время и значения, которые меняются в процессе вычисления, такие как напряжение, ток и мощность. Циклические ссылки (когда некоторые из параметров в формуле завершают эту формулу) не разрешены, и сопровождаются появлением сообщения об ошибке.

Функции

Функция — это выражение, которое перерассчитывается при каждом шаге вычисления переходного процесса или АС анализа. Дополнительно к числам и именам некоторые функции могут использовать следующие переменные:

```
t — текущее время переходного процесса, s.
```

f – текущая частота AC, Hz

```
s — параметр Лапласа, s=j*2\pi f, где f — это текущая AC частота. 
 x, y — входной сигнал для модели Function. 
 V (name) — напряжение на компоненте (с именем...). Кривая V должна быть доступна для компонента. 
 I (name) — ток через компонент (с именем...). Кривая I должна быть доступна для компонента. 
 P (name) — мощность на компоненте (с именем...). Кривая I должна быть доступна для компонента.
```

Функция вводится как выражение без знака равенства. Например:

```
sin(t*1000)*(1+cos(t*10))
(t%2>1)?1:-1
mag(x,y)
sq(V(r1))/r1
1/(1+s*R1*C1)
1000*f
```



Типы файлов

Есть несколько типов файлов, используемых NL5. Каждый тип имеет определенное расширение и иконку.

Иконка	Выражение	Описание
M M	n15	Схема.
M M	n15~	Резервная копия схемы.
A A	nlp	Preferences (предпочтения).
	nlt	Данные переходного процесса (двоичные кривые).
№	nlf	Данные АС (двоичные кривые).

Также текстовый («txt») и с разделенным-запятыми-значениями («cvs») файлы могут использоваться для скриптов и импорта/экспорта данных.

Схема и графические изображения могут сохраняться в растровом («bmp») и сжатом («jpg») графических форматах.

Если NL5 запускается из командной строки, один или более файлов этого типа могут быть использованы в качестве параметров (запуска). Например:

```
>n15.exe rc.n15
                           - загружает схему rc.nl5
                           - загружает данные переходного процесса из tran.nlt
>n15.exe tran.nlt
>n15.exe rc.nl5 pref.nlp
                                - загружает cxeмy rc.nl5 и предпочтения из pref.nlp
```

Файл с «txt» расширением рассматривается, как скрипт. Скрипт будет выполнен немедленно. Например:

- загружает и запускает скрипт из script.txt >nl5.exe script.txt



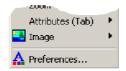
Preferences (предпочтения)

Предпочтения в NL5 используются для индивидуальной настройки пользовательского интерфейса, таких элементов как шрифты, цвета, форматы, для настройки динамического поведения элементов приложения (кнопки, меню, окна), для предопределения параметров, обслуживания памяти и т.п. Предпочтения применяются ко всему приложению, а не только к отдельному документу (схеме). Изменение предпочтений не сказывается на результатах симуляции (исключая некоторые совершенно исключительные ситуации).

Предпочтения сохраняются в реестре Windows каждый раз, когда нажимается кнопка **Apply** или **OK** в диалоговом окне **Preferences**, и для существующего NL5. NL5 загружает последние сохраненные предпочтения из реестра при старте.

Предпочтения можно сохранять и в файле предпочтений (файл с расширением «nlp»), а затем открывать их из файла. Эта возможность позволяет иметь разные профили для разных задач и легкого переключения между ними.

Откройте диалоговое окно из основного меню командой **Edit** | **Preferences**. Многие контекстные меню также выполняют команду **Preferences**, обычно находящуюся внизу списка:



Выбор этой команды открывает диалоговое окно **Preferences** прямо из контекстнозависимой страницы. Кнопка Preferences также доступна в некоторых диалоговых и рабочих окнах.

Диалоговое окно **Preferences** состоит из нескольких страниц. Выбор страницы щелчком по имени страницы на панели структуры документа. Когда любой из параметров меняется, активизируется кнопка **Apply**. Затем щелчок по:

- **ОК** принять изменения и закрыть диалоговое окно.
- Cancel отменить изменения и закрыть диалоговое окно.
- **Apply** принять изменения без закрывания диалогового окна.

Предпочтения

Coxpанить/открыть preferences в/из файле и выбрать цветовую схему.

Preferences

- Save preferences. Сохраняет предпочтения в файле.
- Open preferences. Открывает предпочтения из файла.
- Reset preferences to default. Сбрасывает предпочтения к предопределенным.

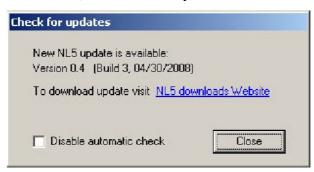
Color scheme. Цветовая схема применяется ко всем окнам документа (схема, переходной процесс, инструменты переходного процесса, АС, инструменты АС). Изменение цветовой схемы меняет цвета переходного процесса и кривых АС анализа.

- Color with black background. Черный фон.
- Color with white background. Белый фон.
- Black and white. Эта схема может временно использоваться для сохранения схемы или графика в черно-белом виде в файле или копии в буфере обмена.

Приложение

Установка опций приложения.

• Automatically check for updates (автоматическая проверка обновлений). Может быть установлена в диапазон «Never»...«Every 90 days». NL5 может автоматически проверять обновления на Web-сайте. NL5 не загружает и не устанавливает обновления: программа только сообщает о наличии доступных обновлений. Если на вашем компьютере активна антивирусная программа или/и защитный экран, от вас может потребоваться разрешение на доступ к NL5 Web-сайту. Если версия NL5, выпуск и редакция текущие, сообщение появится в строке состояния. Если обнаруживается обновление, появится следующее диалоговое окно:



• **Most Recently Used files.** Может быть установлено в диапазоне 0...10. Это максимальное число недавно использованных файлов, отображаемых в меню **File**.

Документ

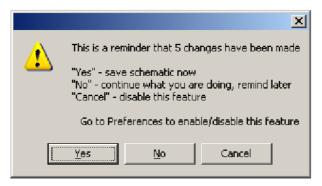
Установка предопределенных свойств новой схемы и автосохранения/резервирования опций.

Properties. Это информация по умолчанию будет установлена для свойств новой схемы. Чтобы увидеть и отредактировать свойства, выберите команду File | Properties.

- Автор.
- Организация.

Автосохранение и резервная копия.

- Создается резервная копия при первом сохранении. Если схема была загружена из файла, отредактирована, а затем впервые сохраняется, файл, из которого схема была загружена, будет конвертирован в файл резервной копии с расширением «nl5~». Это предохраняет от случайной потери оригинала при ошибочной перезаписи файла.
- Автоматическое сохранение, когда запускается анализ. Если выбрано, NL5 автоматически сохраняет схему при каждом запуске анализа переходного процесса или анализа на переменном токе.
- Показывает напоминание, когда сделано NNN изменений. Если выбрано, NL5 будет напоминать после заданного количества сделанных изменений схемы:



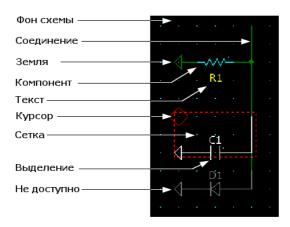
Схема

Устанавливает свойства изображения схемы и действия колесика мышки. Новые свойства будут применены ко всем новый и существующим элементам схемы, исключая элементы с пользовательскими (форматными) свойствами.

- A Font size. Устанавливает размер шрифта имени компонента и значения.
- $\overset{ ext{\tiny abc}}{\cancel{A}} ullet ext{Font.} ext{ Устанавливает шрифт имени компонента и значения.}$
- Line width. Устанавливает ширину линии (соединений и компонентов).
- > Cursor width. Устанавливает ширину линии изображения курсора.
 - **Attributes grid.** Выбирает размер сетки для размещения атрибутов компонента (относительно размера сетки схемы).
- Show grid points. Если выбрано, показывает точки сетки схемы.
- 123 Show node numbers. Если выбрано, показывает номера узлов схемы.



- Show hints. Если выбрано, показывает имя компонента, модель и параметры в окне подсказки, когда указатель мышки расположен на компоненте.
 - Colors. Дважды щелкните по пункту в списке, чтобы изменить цвет:



Mouse wheel action. Выбирает действие, которое будет выполнять вращение колесика мышки вместе с клавишами Ctrl и/или Shift.

- no key held только вращение колесика, клавиша не нажата.
- **Ctrl** вращение колесика мышки при нажатой клавише Ctrl.
- **Shift** вращение колесика при нажатой клавише Shift.
- Ctrl+Shift вращение колесика при нажатых клавишах Ctrl и Shift.

Выбор действий из:

- > None
- > Zoom
- > Hor scroll
- Vert scroll
- Invert Zoom инверсия операций Zoom In/Out (увеличение, уменьшение)

Компоненты

Установка свойств компонентов и окна переменных и параметров по умолчанию для новых компонентов.

Components and variables window.

- A Font size. Устанавливает размер шрифта компонентов и окна переменных.
- Font. Выбор шрифта для компонентов и окна переменных.
 - Show units with NNN color. Выбор цвета для отображения единиц параметра в окне компонентов:
 - None не показывать единицы
 - Grey показывать серыми
 - » Black показывать черными

New component. Установка значения по умолчанию нового компонента:

- » **R, Оhm** резистор
- ▶ С, F конденсатор
- > L, H индуктивность
- > Vd (Diode), V прямое напряжение на диоде

Components order. Выбор последовательности компонентов в окне Components и на панели Selection:

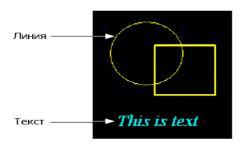
- A to Z
- · Z to A
- Custom

Custom order list. Выбор пользовательской последовательности компонентов. Выберите букву и переместите ее вверх/вниз щелчком по кнопкам Up и Down.

Рисование

Установка свойств нового рисунка. Новые свойства будут применены только к новому рисунку. На существующих свойства по умолчанию не скажутся.

- Font size. Установка размера шрифта в тексте.
- Font. Выбор шрифта текста.
- Line width. Установка ширины линии, прямоугольника и овала.
- **Drawings grid.** Выбор размера сетки для рисования (относительно размера сетки схемы).
- Colors. Дважды щелкните по разделу в списке, чтобы изменить цвет:



Предупреждения

Выбор предупреждений показываемых при проверке схемы.

- Warnings. Снимите флажок, чтобы убрать все предупреждения.
- Floating pins. Проверка любых «плавающих» выводов компонета.
- Non-connected components. Проверка компонентов со всеми не присоединенными выводами.
- Overlapping components and wires. Проверка перекрытия компонента другим компонентом и компонента соединением.
- Possibly floating schematic. Проверка, имеет ли схема хотя бы одну землю или этикетку с моделью источника напряжения.

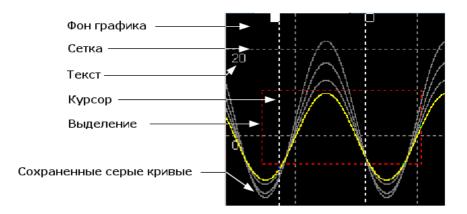
Графики

Установка свойств окон переходного процесса, инструментов переходного процесса, анализа на переменном токе и его инструментов.

- A Font size. Устанавливает размер шрифта разметки осей.
- 🏄 Font. Выбор шрифта для разметки осей.
- • Default trace width. Установка ширины новых кривых.
- A Legend font size. Установка размера шрифта для окна условных обозначений.
- • Markers width. Установка ширины маркеров.

Gridlines interval (pixels, интервал линий сетки)

- Vertical gridlines. Установка интервала между линиями в пикселах.
- Horizontal gridlines. Установка интервала между линиями в пикселах.
 - Numbers alignment. Установка положения чисел вертикальной разметки.
 - Colors. Дважды щелкните по разделу в списке, чтобы изменить цвет:



Mouse wheel action. Выбор действия, выполняемого колесиком мышки вместе с клавишами Ctrl и/или Shift.

- **no key held** только вращение колесика, клавиша не нажата.
- Ctrl вращение колесика при нажатой клавише Ctrl.
- Shift вращение колесика при нажатой клавише Shift.
- Ctrl+Shift вращение колесика при нажатых клавишах Ctrl и Shift.

Выбор из:

- None
- Zoom (изменение вида и по вертикали и по горизонтали)
- Hor zoom
- Vert zoom
- · Hor scroll
- Vert scroll

• Invert Zoom – инвертирование операций Zoom In/Out.

Таблица

Установка свойств таблицы данных переходного процесса и АС анализа.

Text. Устанавливает свойства текста в таблице, иного, чем фаза в таблице данных АС.

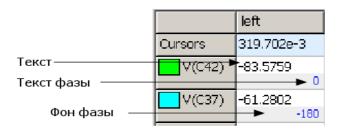
- A Font size. Устанавливает размер шрифта текста.
- Font. Выбор шрифта для текста.

Phase. Устанавливает свойства текста о фазе в таблице данных AC.

- A Font size. Устанавливает размер шрифта текста.
- 🏅 Font. Выбор шрифта для текста.
 - Alignment. Выбор выравнивания текста.

Significant digits. Задает количество значащих цифр для данных в таблице и Markers Tool (маркеры).

- Time/Frequency. Время/частота.
- Data. Данные.
- Colors. Дважды щелкните по разделу списка, чтобы изменить цвет:



Примечание

Устанавливает свойства примечаний в окнах переходного процесса и АС анализа.

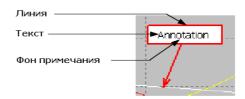
- A Font size. Устанавливает размер шрифта текста примечания.
- $\overset{\text{вы}}{\mathbf{A}}$ Font. Выбор шрифта текста примечания.
- Line width. Установка ширины линии для стрелочных указателей и прямоугольников.
 - Arrow. Если выбрано, рисует стрелку указателя.
 - Draw line with trace color. Если выбрано, указатель и прямоугольник имеют цвет кривой.
 - Draw text with trace color. Если выбрано, используется цвет кривой для текста примечания.

Significant digits. Устанавливает количество значащих цифр для времени/частоты и отображаемых данных.

- Время/частота.
- Данные.



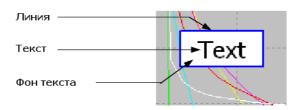
• Colors. Дважды щелкните по этому разделу в списке, чтобы изменить цвет:



Текст

Устанавливает свойства текста в окнах переходного процесса и АС анализа.

- A Font size. Устанавливает размер шрифта текста.
- $\overset{\text{аьс}}{A}$ **Font.** Выбор шрифта текста.
- Line width. Ширина линий для указателя и прямоугольника.
 - Colors. Дважды щелкните по разделу в списке, чтобы изменить цвет:



Переходной процесс

Установка опций симуляции переходного процесса и памяти.

• Status update interval, ms. Обновляет состояние переходного процесса с заданным интервалом.

Memory.

- **Max memory per trace, MB**. Установка максимального размера памяти доступного для одной кривой. Если процесс исчерпывает этот лимит, начальная часть будет удалена, и появится предупреждающее сообщение на панели состояния переходного процесса «One or more traces have been truncated, одна или более кривых была усечена».
- Max memory per delay and transmission line components, MB (предупреждение). Устанавливает количество памяти, отведенного для компонента «задержка» (delay) и компонентов лини передачи. Если расчетная требуемая память превышает заданный лимит, появится предупреждающее сообщение с опцией «продолжить»

или

«остановить симуляцию».

Экспорт кривых.

• Approximate number of points. Когда открывается диалоговое окно Transient Export/ View, значение шага времени выбирается автоматически, так что это количество точек



в таблице приблизительно равно этому числу.

Инструменты

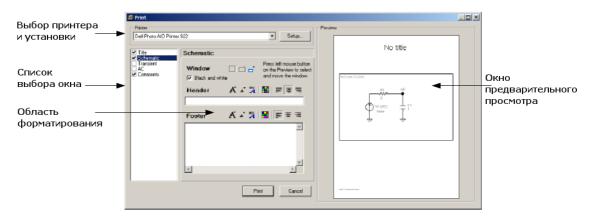
Установка свойств окна Tools.

A • Font size. Размер шрифта текста.

 $\overset{\text{вьс}}{A} \bullet \quad \text{Font.}$ Выбор шрифта текста.

Печать

Щелкните по **Preview** и кнопке инструментальной панели или выберите **File** | **Preview** и команду печати, чтобы открыть диалоговое окно **Print**. Типичный вид диалогового окна и его основных компонентов показан ниже:



- Выберите принтер из выпадающего списка. Щелкните по кнопке **Setup**, чтобы сделать установки принтера.
- Выберите окно, которое будет распечатано, в списке выбора окна. Список содержит: Title (заголовок), Comments (комментарии) и окно активного документа, доступного для печати (открытого):
 - > Schematic (схема).
 - > Transient (переходной процесс).
 - > Transient Tools (инструменты анализа).
 - AC (анализ на переменном токе).
 - AC tools (инструменты анализа).

Установите флажок окна, которое будет распечатано.

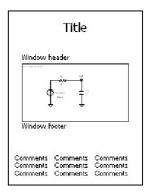
Заметьте: если окно схемы, переходного процесса или анализа АС максимизировано, тогда только это окно будет доступно для печати. В этой ситуации появится предупреждающее сообщение ниже списка выбора.

• Имя выбираемого окна в списке и окно форматирования в области форматирования.

- Отредактируйте вид окна в области **Preview**. Щелкните по изображению окна для его выбора. Щелкните по изображению окна и перетащите его, чтобы переместить окно на листе.
- Нажмите кнопку **Print** для печати или **Cancel**, чтобы закрыть диалоговое окно.

Формат и вид

При обычной печати заголовок отображается в верхней части листа, а комментарии в нижней. Однако они могут быть перемещены в любое место на листе. Одно или несколько окон могут отображаться в любом месте листа, размер окна выравнивается в разделе формата окна. Заголовок — это одна строка текста и он форматируется в разделе Неаder. Сноска может иметь много строк, и форматируется в разделе Footer.



Доступны следующие кнопки форматированя:

Window

- Maximize. Максимизировать.
- 📑 Larger. Увеличить.
- Smaller. Уменьшить.
 - Black and white. Выберите предпросмотр и печать цветного окна в черно-белом формате.

Title, Comments, Header and Footer

- **A** Larger font. Увеличить шрифт.
- Smaller font. Уменьшить шрифт.
- ^{яьс} Select font. Выбор шрифта.
- Select color. Выбор цвета.
- Align left. Выравнивание по левому краю.
- 📑 Align right. Выравнивание по правому краю.



III. Схема



NL5 circuit simulator

Следующая упрощенная диаграмма показывает структуру схемы и операций:

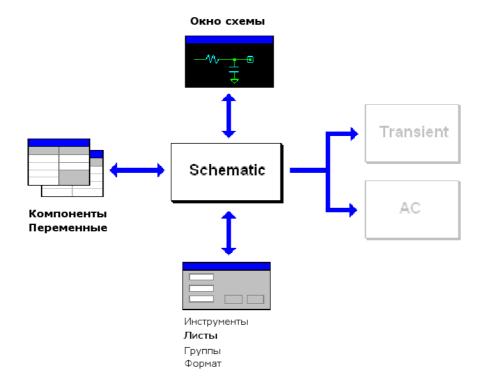
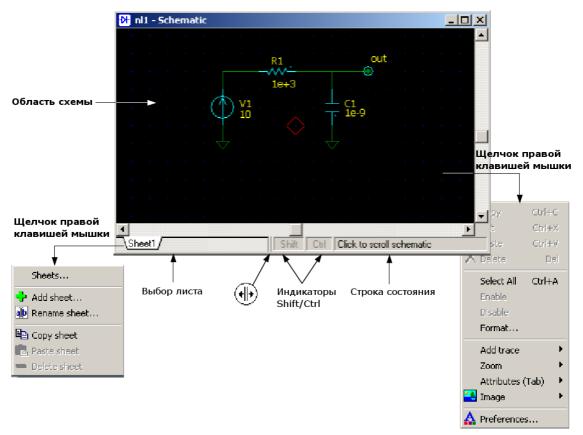


Схема отображается и может быть отредактирована в Schematic window (окне схемы). Любой документ должен иметь окно схемы, а закрывание окна схемы автоматически закрывает весь документ. Компоненты и переменные отображаются и могут редактироваться Components Window (окно компонентов) и Variables Window (окно переменных). Несколько диалоговых окон, таких как Tools (инструменты), Sheets (листы), Groups (группы), Format (формат), используется для выполнения других операций над схемой и окном схемы. Данные схемы используются для анализа переходного процесса и анализа на переменном токе (Transient и AC analysis).



Окно схемы

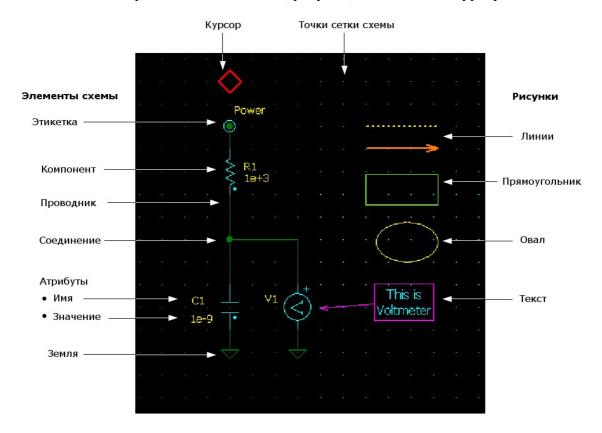
Типичный вид окна схемы и его основных компонентов показан ниже:



- Схема показана в области схемы.
- Выбор листа содержит закладки листов. Щелкните по закладке для выбора листа.
- Правый щелчок мышки по по области выбора листа вызывает контекстное меню с соответствующими командами.
- Индикаторы Shift/Ctrl подсвечиваются, когда клавиша Shift и/или Ctrl нажаты.
- Строка состояния показывает подсказки, относящиеся к текущей позиции указателя мышки и состоянию Shift/Ctrl.
- Поместите указатель мышки поверх области «splitter разделителя» (), а затем нажмите левую клавишу мышки и перетащите его для изменения размера области выбора листа.
- Щелкните правой клавишей мышки по схеме, чтобы увидеть контекстное меню с соответствующими командами.



Область схемы содержит элементы схемы, рисунки, точки сетки и курсор.



- Элементы схемы включают: проводник, соединение, землю, этикетку и компонент. Элементы схемы представлены «электрическими» частями схемы, используемыми для симуляции.
- Рисунки включают: линию, прямоугольник, овал и текст. Рисование применяется для добавления комментариев и примечаний.
- Точки сетки это опорные точки для курсора и элементов схемы.
- Курсор используется для размещения/выделения элементов схемы и может располагаться только у точек сетки.

Большая часть команд редактирования принадлежат и элементам схемы, и рисункам. Если специально не оговорено, слово «рисунки» опускается в описании этих команд.

Все элементы изначально размещаются на схеме с предустановленными свойствами (цвет, ширина, стиль, шрифт и т.д.), заданными на странице **Schematic** диалогового окна **Preferences**. Свойства любого элемента могут меняться пользователем через форматирование. Изменение предопределенных свойств элементов схемы сказывается на всех существующих элементах схемы, исключая элементы со свойствами, определенными пользователем. Изменение предопределенных свойств рисунков не сказывается на существующих рисунках.



Редактирование схем

Редактирование схем и навигация могут быть выполнены командами доступными в основном меню, контекстных меню схемы, на основной инструментальной панели, панели схемы, с помощью горячих клавиш, клавиш клавиатуры и мышки. NL5 поддерживает много команд и горячих клавиш, которые обычно используются в приложениях Windows (таких как Edit | Copy (Ctrl-C), Edit | Paste (Ctrl-V) и т.д.), использует клавишу Ctrl с мышкой для операций выделения/копирования, использует полосы прокрутки и т.п. Другие команды настолько интуитивно понятны, что начало работы со схемой не займет много времени.

Очень часто одни и те же операции могут выполняться разными способами. Например, выбор и размещение нового компонента в схеме может быть сделано с использованием только клавиатуры, только мышки или с помощью обеих. Пользователю следует самому выбрать наиболее эффективный и подходящий способ. Полный список команд прилагается.

Есть 6 режимов работы с редактированием схемы:

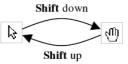
- Selection. Выделение элементов, блоков, размещение компонентов.
- Wire. Проведение соединений, размещение компонентов.
- Scrolling. Прокручивание схемы.
- ← Line. Черчение линий.
- Rectangle. Черчение прямоугольников и квадратов.
- Oval. Черчение овалов и окружностей.

Режим редактирования может быть выбран щелчком по кнопке инструментальной панели окна ввода схемы. Также есть несколько быстрых способов переключения между часто используемыми режимами:

• Нажмите Space для переключения между режимами Selection и Wire



 Установите указатель мышки на свободное место, нажмите и удержите Shift , щелкните и перетащите мышку для прокручивания схемы. Отпустите Shift , чтобы вернуться в режим Selection



B

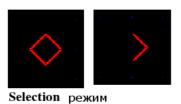
• Нажмите Esc или Space во всех режимах для переключения в режим Selection

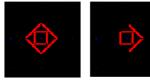




Курсор

Курсор используется как маркер при размещении нового элемента схемы: проводника, земли, соединения, компонента или этикетки. Курсор работает в двух режимах, **Selection** (выделение) и **Wire** (соединение):





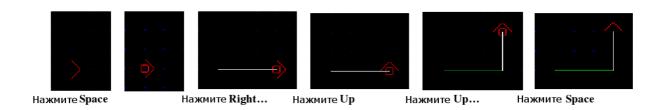
Wire режим

- Используйте клавиши Left, Up, Right, Down курсорной части клавиатуры для изменения направления и перемещения курсора.
- Чтобы изменить направление курсора с помощью мышки, щелкните рядом с углом, омечающим новое направление.
- Щелкните по схеме, чтобы переместить курсор в новую точку.
- Нажмите **Home**, чтобы отцентровать курсор на экране.
- Нажмите **Space** для переключения между режимами соединения и выделения.
- В режиме Selection поместите курсор на элемент для его выделения.
- В режиме Wire переместите курсор, чтобы нарисовать новое соединение.
- Когда курсор достигает края окна схемы, окно прокручивается автоматически.

Соединение (проводниками)

Следующие примеры показывают, как использовать клавиатуру и мышку для проведения соединения.

Клавиатура. Поместите курсор в начальную точку, используя клавиши (Left, Up, Right, Down). Нажмите Space, чтобы переключиться в режим Wire, затем перемещайте курсор с помощью стрелок клавиатуры. Новое соединение появится в режиме выделения. Чтобы завершить «прокладку» проводника, нажмите **Space**, этим вы переключитесь в режим Selection, или измените направление курсора и продолжайте соединение в другом направлении:



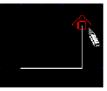


Мышка. Щелкните по кнопке Wire В для переключения в режим соединения. Щелкните по начальной точке соединения, удержите клавишу мышки и перетащите курсор к конечной точке соединения, где и отпустите клавишу мышки. Вы можете проводить два ортогональных отрезка соединения за один раз. Щелкните по кнопке Выделения, чтобы вернуться в режим выделения:











ЩелкнитеWire кнопку

Щелкните и переместите вправо, затем вверх **Отпустите левую клавишу Щелкните Selection**

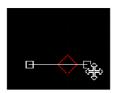
При проведении соединений вы можете использовать совместно клавиатуру и мышку. Например, использовать клавишу **Space** для переключения между режимами Selection и Wire, и использовать мышку для черчения проводников.

Для проведения диагональных соединений удерживайте клавишу **Ctrl** пока рисуете, затем отпустите клавишу мышки. Другой способ провести диагональное соединение — выбрать существующее соединение, затем щелкнуть и переместить конец проводника:











Нажмите Ctrl, щелкните и перетащите

Щелкните, чтобы выделить Щелкните и перетащите конец

Connection (соединение проводников)

Три проводника, приходящие в одну точку, всегда соединены. Точка соединения автоматически устанавливается в процессе проверки схемы. Два перекрещивающихся проводника не соединяются по умолчанию. Чтобы соединить эти проводники, добавьте точку соединения: поместите курсор на перекрестие и нажмите клавишу «.» (точка), или поместите курсор на перекрестие и щелкните на инструментальной

панели выбора (Selection Bar) по иконке Connection 🚣 ().



Все ненужные точки соединения будут автоматически удалены в процессе проверки схемы.

<u>Предупреждение</u>: диагональные проводники могут быть не соединены с другими проводниками, даже если точка соединения помещена на перекрестье. Постарайтесь избегать соединения двух диагональных проводников в одной точке.

Земля

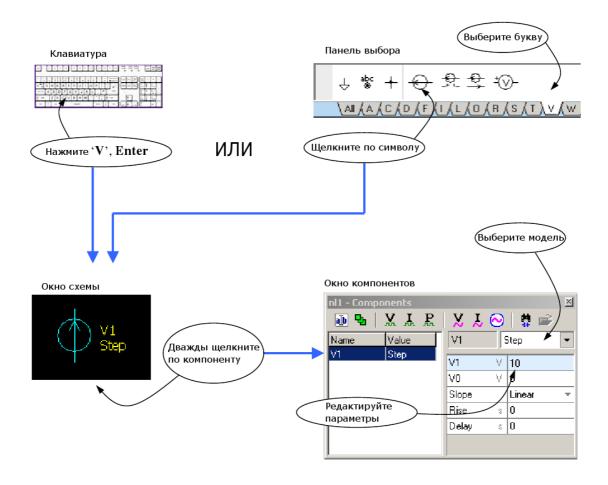
Для размещения земли нажмите клавишу «G» или щелкните по иконке земли на инструментальной панели выбора. Земля — общий провод для всего документа, включая все листы и все подсхемы.

Компонент

Каждый тип компонента имеет назначенную букву (letter) и символ (symbol). Например, все типы компонентов с буквой «S» — это переключатели. Панель выбора имеет закладку, относящуюся к каждой букве. Когда при размещении компонента используется клавиатура, буква на клавиатуре используется для выбора типа компонента. По умолчанию *или* при установке компонента имя компонента начинается с этой буквы.

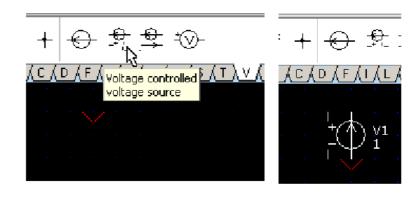
Символ — это изображение типа компонента: то, как компонент отображается в схеме. Панель выбора содержит символы всех доступных типов компонентов.

Следующая диаграмма и пример показывают процесс размещения компонента.



H

Панель выбора. Выберите закладку с требуемым типом компонента (V), затем щелкните по символу компонента, чтобы («Voltage разместить его voltage controlled source»). Новый компонент появится в выделенном виде, так что вы можете сразу повернуть его, отобразить, отразить или выбрать нужный вид.



Клавиатура. Нажмите клавишу с буквой, назначенной нужному компонента **(V)**. ТИПУ Если несколько типов компонентов доступны через ЭТУ букву, нажмите клавишу c буквой вновь. пока нужные тип компонента не появится. Используйте клавиши стрелок перемещения нового компонента или щелкните и перетащите новый компонент мышкой. Чтобы разместить компонент, нажмите Enter. Чтобы прервать, нажмите Esc.

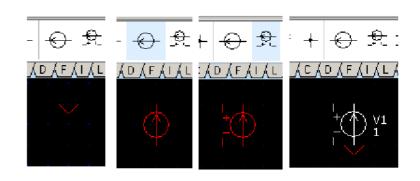
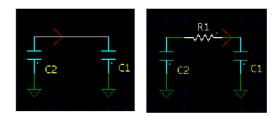


Схема с новыми компонентами, которые еще пока не установлены, показываются с цветом курсора, что иногда может быть названо — находятся в режиме нового компонента (New component mode).

Когда компонент размещен над существующим соединением, часть соединения под компонентом автоматически вырезается, так что редактировать соединение нет нужды.



Новый компонент автоматически генерирует имя. Имя начинается с буквы заданного типа, сопровождаемого уникальным номером. Позже компонент может быть переименован в окне компонентов (**Components window**).

Когда компонент размещается в схеме, его изображение может быть модифицировано



(отражено, отображено, повернуто), чтобы лучше заполнить схему. Дополнительно некоторые типы компонентов могут иметь несколько видов. Команды, которые модифицируют изображения и меняют вид, также доступны при размещении компонента с помощью клавиатуры, до нажатия на клавишу Enter.

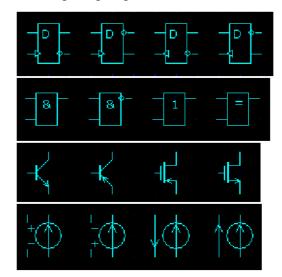
Наряду со схемой новый компонент будет показан в окне компонентов. В этом окне вы можете увидеть все модели (models), доступные для этого типа компонентов. Когда модель выбрана, появятся параметры (parameters) модели и станут доступны для редактирования. См. Раздел «Окно компонентов (Components Window)».

Для переключения в окно компонентов из схемы поместите курсор поверх компонента и нажмите Enter или дважды щелкните по компоненту. В этом случае, если вы закончили редактировать параметры, нажав **Enter** или **Esc**, вы вернетесь в окно редактора схемы.

Вид компонента

Некоторые типы компонентов имеют несколько видов: почти одинаковые изображения имеют некоторые различия. Разные виды могут иметь разные выводы или показывать некоторое функциональное различие. Несколько примеров разного вида:

- Инвертированные и не инвертированные выходы/выходы:
- Логические функции цифровых компонентов:
- Транзистор р- и п-типа:
- Полярность управляющего сигнала или источника:



Чтобы изменить вид компонента, используйте следующие кнопки и горячие клавиши:

- † Next view. Выбор следующего вида компонента из нескольких.
 - '+', '-' клавиши. Выбор следующего/предыдущего изображения компонента изменением вида, отражением или отображением, что применимо.

Эти команды могут быть выполнены над новым компонентом, пока он размещается, с использованием клавиатуры до нажатия на клавишу Enter.

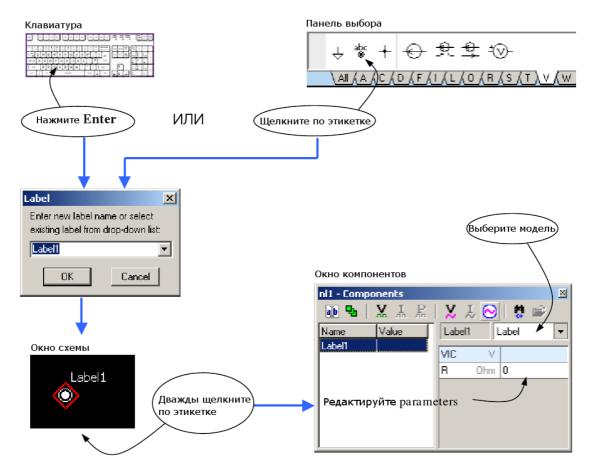


Этикетка

Этикетка похожа на компонент за исключением того, что в схеме может быть много этикеток с одним и тем же именем. Все этикетки с одинаковыми именами электрически соединены (исключая этикетки в подсхемах). Этикетки могут быть использованы:

- Для соединения разных точек схемы без проводников.
- Для соединения частей схемы, расположенных на разных листах.
- Как «пробник» симуляции (V trace).
- Как источник напряжения.

Следующая диаграмма и пример показывают процесс размещения этикетки.



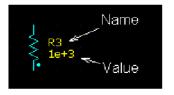
Чтобы разместить этикетку, нажимите **Enter** на проводнике или пустом месте или щелкните по иконке **Label** (арс) на панели выбора. Появится диалоговое окно **Label**. Введите новое имя этикетки или выберите существующее из выпадающего списка и нажмите **OK**. Этикетка будет немедленно показана на схеме и в окне компонентов. Чтобы задать модель и параметры этикетки, поместите курсор на этикетке и нажмите **Enter** или дважды щелкните по этикетке для переключения к окну компонентов.



Атрибуты

Атрибуты компоента или этикетки включают Name (имя) и Value (значение). Доступны следующие режимы отображения атрибутов:

- No attributes (нет атрибутов)
- Только Name
- Только Value
- Name и Value



Нажмите клавишу **Tab** для переключения режима отображения атрибута или выберите атрибуты в разделе основного меню **Schematic** | **Attributes**.

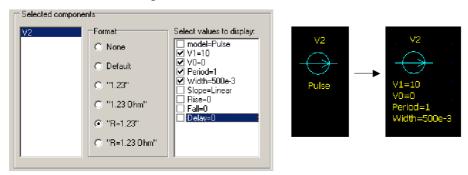
Атрибуты могут размещаться с разрешением выше, чем сетка схемы. «Сетка атрибутов» может устанавливаться в диапазоне от «1/1» до «1/32» относительно сетки схемы. Сетка атрибутов может меняться на странице **Schematic** диалогового окна **Preferences**.

Чтобы переместить атрибут, щелкните по нему и перетащите:



Чтобы изменить ориентацию атрибута выберите компонент и щелкните по кнопке Rotate attributes A или нажмите Ctrl-T.

По умолчанию **Value** — это либо первый параметр модели компонента или имя модели. Список параметров, отображаемый для заданного компонента, может быть изменен пользователем в диалоговом окне **Format**. Щелкните правой клавишей мышки по компоненту, выберите команду **Format** в контекстном меню, затем выберите страницу **Attributes**. Для компонента, подсвеченного в списке, выберите формат и значение для отображения.





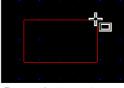
Рисование (линия, прямоугольник, овал)

Drawings (line, rectangle, oval) не оказывает влияние на функциональность схемы и используется исключительно для «декорирования». Рисунки могут размещаться с разрешением большим, чем у сетки схемы. «Сетка рисования» может быть задана в диапазоне от «1/1» до «1/32» относительно сетки схемы. Сетка рисования может быть изменена на странице Drawings диалогового окна Preferences.

- Чтобы нарисовать линию, щелкните по кнопке _____, чтобы переключиться в режим Line.
- 🖂 , чтобы Чтобы нарисовать прямоугольник, щелкните по кнопке переключиться в режим Rectangle.
- Чтобы нарисовать овал, щелкните по кнопке , чтобы переключиться в режим Oval.

Щелкните по начальной точке, удержите клавишу мышки и перетащите курсор к конечной точке рисунка, затем отпустите клавишу мышки:



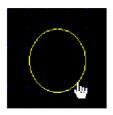




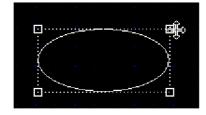
Rectangle (square) Oval (circle)

Чтобы нарисовать квадрат или окружность, удержите клавишу Ctrl, пока рисуете и отпустите клавишу мышки.

Щелкните кнопку выделения 🖟 , чтобы переключиться назад в режим Selection. Чтобы изменить размер и/или вид рисунка, выделите рисунок, а затем щелкните по квадратному маркеру и растащите рисунок:







Выделите щелчком

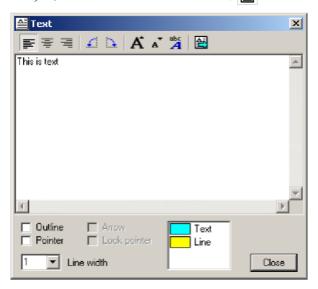
Щелкните и растащите

При размещении рисунок появляется в формате по умолчанию. Чтобы изменить цвет, ширину линии и тип рисования, выберите рисунок, затем команду Edit | Format основного меню. Или щелкните правой клавишей мышки по рисунку и выберите команду Format из контекстного меню. Чтобы отформатировать только один элемент рисунка, просто дважды щелкните по нему.



Текст

Чтобы вставить текст, щелкните по кнопке **Insert** [] . Появится диалоговое окно:



Введите текст в текстовое окно. Текст одновременно будет показан на схеме:



Текст может быть отформатирован с использованием кнопок инструментальной панели и управления:

Alignment. Устанавливает выравнивание для многострочного текста.

- Align left. Выравнивание по левому краю.
- 🔁 Align right. Выравнивание по правому краю.

Orientation. Меняет ориентацию текста.

- Rotate left. Поворот влево.
- Rotate right. Поворот вправо.

Font. Меняет размер шрифта или выбирает заданный тип шрифта и опции.

- **A** Larger font. Увеличить шрифт.
- Smaller font. Уменьшить шрифт.
- 🏅 Select font. Выбрать шрифт.
- Run script. Выполнить скрипт (текст, соответственно, должен быть исполняемым скриптом).

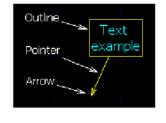
Опции указателя и рамки

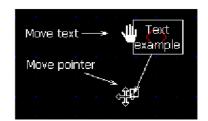
- Outline. Рисует прямоугольную рамку.
- Pointer. Рисует линию указателя из текста в заданную точку.
- Arrow. Рисует линию указателя со стрелкой.
- **Lock pointer**. Закрепляет конец указателя: конец указателя не будет перемещаться, даже если текст перемещается.
- Line width. Задает ширину линии для рамки и указателя.
- Color. Двойной щелчок по пункту в списке для изменения цвета.

Щелкните по кнопке Close, когда все закончите, чтобы закрыть диалоговое окно.

Для редактирования текста дважды щелкните по нему или щелкните правой клавишей мышки по нему и выберите команду Edit из контекстного меню. Появится то же самое диалоговое окно.

Чтобы переместить текст, щелкните по тексту и перетащите его. Если указатель прикреплен (locked), только текст будет перемещен. Чтобы переместить только указатель, щелкните по тексту, чтобы выделить его, затем щелкните и перетащите квадратик маркера на конце указателя.



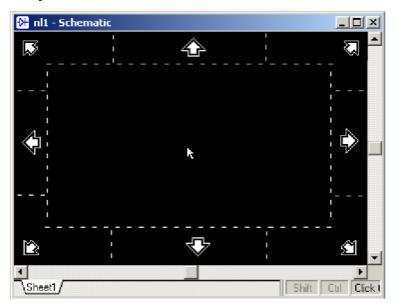




Прокручивание и масштабирование вида

Чтобы прокручивать схему, используйте один из следующих методов:

- Переместите схемный курсор к краю окна схемы, окно будет автоматически прокручиваться.
- Переместите указатель мышки к краю окна схемы. Курсор мышки примет вид «большой стрелки». Щелкните или удержите левую клавишу мышки, чтобы прокрутить схему:



- В режиме Selection 📡 установите указатель мышки на пустое место, удержите клавишу Shift. затем шелкните и перетащите схему. Клавиша **Shift** временно переключит работу в режим Scrolling (прокручивание).
- Удержите клавишу **Ctrl** и поверните колесико мышки для горизонтальной прокрутки.
- Удержите клавишу **Shift** и поверните колесико мышки для вертикальной прокрутки.
- Используйте горячие клавиши клавиатуры Shift-Up, Shift-Down, Shift-Right, Shift-
- В режиме Scrolling | Щелкните и перетащите схему, или нажмите клавиши Up, Down, Righ, Left.
- Нажмите клавишу **Home**, чтобы отцентровать курсор на экране.
- Укажите и дважды щелкните мышкой по схеме, чтобы установить курсор и отцентровать его на экране.



Для масштабирования вида схемы используйте один следующих методов:

- Поверните колесико мышки для увеличения и уменьшения вида.
- Щелкните по кнопке инструментальной панели или используйте горячие клавиши клавиатуры:

⊕ ○ PgUp - увеличение

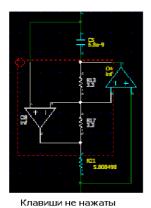
 $igoplus \circ PgD_0$ - уменьшение

🙌 🔈 Ctrl-Home - заполнить схемой экран

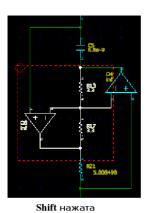
🙌 🔾 Shift-Home - заполнить выделением экран

Выделение и сброс выделения

- Чтобы выделить один схемный элемент, укажите его и щелкните по нему.
- Чтобы выделить блок, установите курсор на пустом месте, щелкните и растащите прямоугольник выделения. В зависимости от состояния клавиш Ctrl и Shift в данный момент отпускания клавиши мышки, может быть сделано следующее выделение:
 - > Клавиши не нажаты. Только компоненты, полностью помещенные в область выделения; только часть соединений, попавшая в область выделения. Выделение ограничено прямоугольником.
 - » Клавиша Ctrl нажата. Все компоненты и соединения с любой частью в выделенной области. Выделение не ограничено прямоугольником.
 - » Клавиша **Shift** нажата. Только компоненты и соединения, полностью попавшие в область выделения. Выделение ограничено прямоугольником.







- Чтобы добавить новое выделение к уже существующему, нажмите и удержите клавишу Ctrl, выделите новый элемент или новый блок.
- Для выделения всех элементов нажмите Ctrl-A.
- Щелкните правой клавишей мышки по выделенному элементу и откройте контекстное меню.

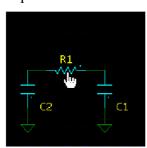
- Выбор команды **net** в контекстном меню выделяет элемент схемы со всеми приходящими к нему соединениями.
- Перемещение схемного курсора автоматически выделяет элемент под курсором.
- Чтобы снять выделение, переместитесь на пустое место и щелкните или нажмите Esc.
- Чтобы снять выделение блока, переместитесь и щелкните по пустому месту вне блока или нажмите **Esc** дважды. Первое нажатие удаляет прямоугольник блока, второе снимает выделение всех элементов.

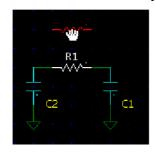
Схема с выделением, ограниченным прямоугольником, иногда называют режимом выделения блока.

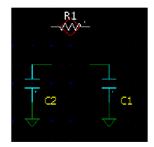


Перемещение и копирование

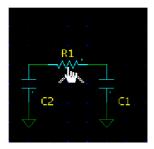
Чтобы переместить элемент, щелкните по элементу и перетащите его в новое место:

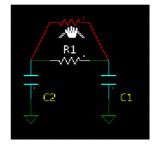


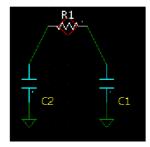




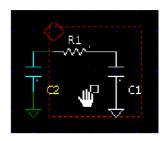
Чтобы переместить элемент схемы с «резиновыми» связями, удержите клавишу Shift, щелкните по элементу и перетащите в новое место:

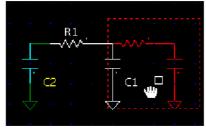


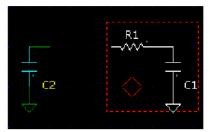




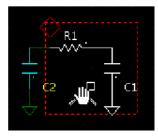
Чтобы переместить блок, щелкните по выделению и перетащите в новое место:

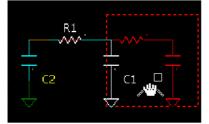






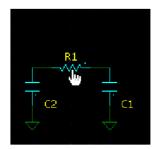
Чтобы переместить блок с «резиновыми» связями, удержите клавишу Shift, щелкните по выделению и перетащите в новое место.

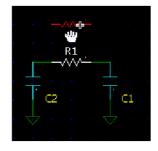


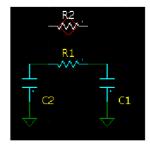




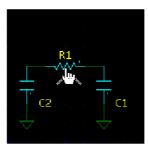
Чтобы скопировать элемент, удержите клавишу Ctrl, щелкните по нему и перетащите в новое место:

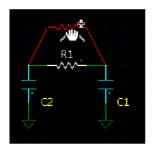


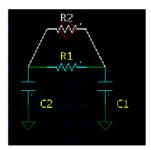




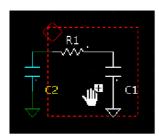
Чтобы скопировать элемент с «резиновыми» связями, удержите клавиши Ctrl и Shift, щелкните по элементу и перетащите его в новое место:

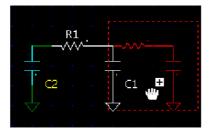


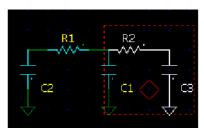




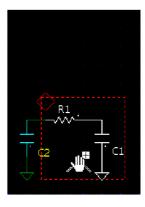
Чтобы скопировать блок, удержите клавишу Ctrl, щелкните по выделению и перетащите его в новое место:

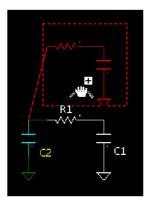


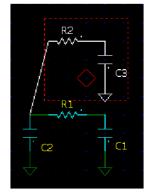




Чтобы скопировать блок с «резиновыми» связями, удержите клавиши Ctrl и Shift, щелкните по элементу и перетащите его в новое место.

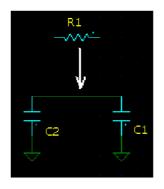


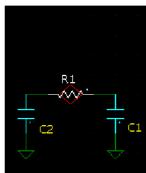




Операции перемещения/копирования могут также выполняться с помощью стандартных команд меню и горячих клавиш: Edit | Copy (Ctrl-C), Edit | Cut (Ctrl-X) и Edit | Paste (Ctrl-V). Использование этих команд для перемещения/копирования элементов на другую страницу, в другой документ или NL5 приложение также возможно.

Когда компонент перемещается или копируется поверх существующего проводника, часть проводника под компонентом удаляется, так что не требуется редактировать соединение.





Удаление и отмена удаления

- Чтобы удалить элементы, выделите элементы или блок, затем нажмите Del или щелкните по кнопке ...
- Чтобы удалить весь лист, щелкните правой клавишей по закладке **Sheets selection**, затем выберите команду **Remove sheet** в контекстном меню. Схема должна иметь хотя бы один лист, так что последний лист не может быть удален.
- Чтобы отменить удаление, нажмите **Ctrl-Z** или щелкните по кнопке . «Undelete» буфер не ограничен и содержит все удаленные элементы, пока документ не будет закрыт.

Не доступно и доступно

Элементы схемы могут быть не доступны. Недоступные элементы показаны «disabled» цветом и не используются при симуляции. Возможность сделать элемент не доступным позволяет временно исключить его из симуляции без удаления.

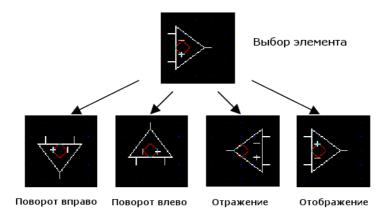
Чтобы сделать элемент не доступным, щелкните правой клавишей мышки по выделению и выберите команду **Disable** из контекстного меню. Чтобы вернуть его доступность, выберите команду **Enable**.



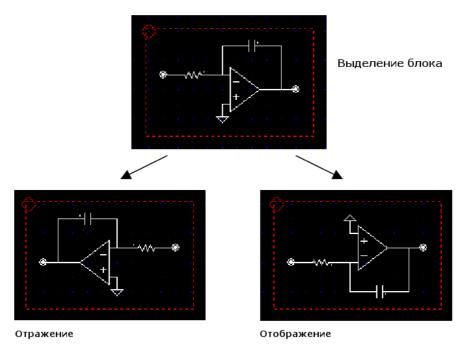
Повернуть, отразить, отобразить

Чтобы изменить ориентацию элемента схемы, используйте команды Rotate, Mirror и Flip:

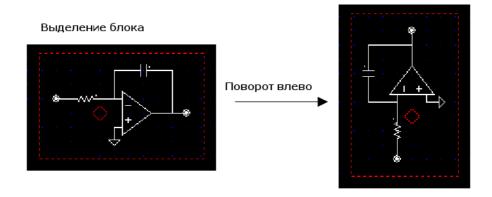
- Rotate right (Ctrl-R). Поворот вправо (по часовой стрелке).
- Rotate left (Ctrl-L). Поворот влево (против часовой стрелки).
- Mirror (Ctrl-M). Отражение (вокруг вертикальной оси).
- $Flip\ (Ctrl ext{-}F)$. Отображение (вокруг горизонтальной оси).



Эти команды могут быть применены и для выделенного блока:



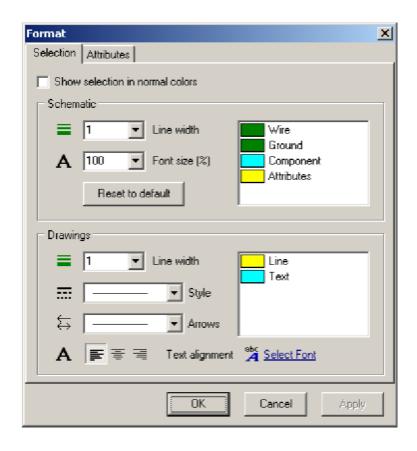
Чтобы повернуть блок, выделите его, затем поместите курсор на центр вращения внутри блока:



Формат

Все элементы поначалу размещаются на схеме с предустановленными свойствами (color - цвет, width - ширина, style - стиль, font - шрифт и т.д.).

Позже эти свойства любого элемента можно изменить с помощью форматирования. Чтобы отформатировать выделенный элемент, щелкните правой клавишей мышки по выделению и выберите команду **Format** из контекстного меню или выберите команду **Edit** | **Format** в основном меню. Появится диалоговое окно **Format**:



Доступны только свойства, применимые к выделенным элементам. Например, если выделены только проводники, все поля, исключая Schematic Line width (ширина линий схемы) и Wire color (цвет соединений), будут не доступны. Если выбраны элементы, имеющие разные значения одного и того же свойства, соответствующие поля будут доступны, но останутся пустыми. Оставив их пустыми, вы оставите индивидуальные значения без изменений, иначе они примут одно и то же значение.

• Show selection in normal colors. Когда открывается диалоговое окно Format, все выделенные элементы имеют одинаковый, «selected» цвет. Установите этот флажок, чтобы видеть все элементы с их обычным цветом.

Schematic (схема).

- Line width. Ширина линий всех выделенных элементов схемы: проводников, компонентов, этикеток и земли.
- A Font size. Размер шрифта атрибутов компонента.
 - Color. Дважды щелкните по пункту в списке, чтобы изменить цвет.
 - **Reset to default**. Щелкните по кнопке, чтобы сбросить ползовательские свойства. вернувшись к предустановленным.

Drawings (рисунок).

- Line width. Ширина линий выделенных рисунков: линий, прямоугольников, овалов и текста.
- Style. Стиль линий для линий, прямоугольников и овалов.
- $\stackrel{\longleftarrow}{\longleftrightarrow}$ Arrows. Управление стрелками для линий.
- A Text alignment. Выравнивание для многострочного текста.
- $\overset{\mathtt{выс}}{\mathbf{A}}$ Select font. Выбор шрифта для текста.
 - Color. Дважды щелкните по пункту в списке, чтобы изменить цвет.
 - ОК. Применить изменения и закрыть диалоговое окно.
 - Cancel. Игнорировать последние изменения и закрыть диалоговое окно.
 - Apply. Применить изменения, не закрывая диалоговое окно.



Команды редактирования схемы

Следующие команды редактирования схемы, кнопки и горячие клавиши, доступны в основном меню, на основной инструментальной панели, панели работы со схемой и контекстных меню схемы:

- Show schematic window (F2). Показать окно схемы.
- 🛠 Schematic Tools. Инструменты работы со схемой.
- ▼ Check schematic. Проверка схемы.
 - Sheets. Открыть диалоговое окно Sheets (листы).
- Groups. Открыть диалоговое окно Groups (группы).
- Parts list. Показать список parts (части) в диалоговом окне Properties
 - Attributes ►
 - Name. Переключение отображения имени атрибута.
 - o Value. Переключить отображение значения атрибута.
- Image ▶
 - 🚉 о Copy to clipboard. Копировать изображение окна схемы в буфер обмена.
 - BMP O Save as BMP. Сохранить изображение окна схемы в файле формата "bmp".
 - урс о Save as JPG. Сохранить изображение окна схемы в файле формата "jpg".
- 🐰 Cut (Ctrl-X). Вырезать выделение (копировать в буфер обмена и удалить).
- Paste (Ctrl-V). Вставить из буфера обмена.
- 🗶 Delete (Del). Удалить выделение.
- Undelete (Ctrl-Z). Отменить последнее удаление.
 - Select All (Ctrl-A). Выделить все элементы схемы.
 - Select Net. Выделить элемент и все прводники, присоединенные к нему.
 - Format. Форматировать выделенные элементы.
- 🛕 Preferences. Открыть диалоговое окно Preferences

Toolbar and context menu (панель инструментов и контекстное меню)

- Selection. Переключение в режим Selection
- 🐧 Draw wire. Переключение в режим Wire

- Draw rectangle. Переключение в режим Rectangle
- • Draw oval. Переключение в режим Oval
- Insert text. Ввод и размещение текста на схеме.

- Zoom-in (PgUp). Установить курсор в центр и увеличить схему.
- $Zoom ext{-out}\;(PgDn)$. Установить курсор в центр и уменьшить схему.
- 1 | Schematic to the screen (Ctrl-Home). Схему во весь экран.
- Selection to the screen (Shift-Home). Выделение во весь экран.
- Rotate right (Ctrl-R). Повернуть выделенный элемент, блок или новый компонент вправо (по часовой).
- € Rotate left (Ctrl-L). Повернуть выделенный элемент, блок или новый компонент влево (против часовой).
- Mirror (Ctrl-M). Отразить выделенный компонент, блок или новый компонент (вокруг верткали).
- Flip (Ctrl-F). Отобразить выделенный компонент, блок или новый компонент (вокруг горизонтали).
- ${f Next}\ {f view}.$ Выбрать следующий вид выделенного или нового компонента с несколькими видами.
- Rotate attributes (Ctrl-T). Повернуть атрибуты выделенного компонента.
- Edit text. Редактировать выделенный текст.
- **₽** Run script. Запустить скрипт из выделенного текста.
- Open subcircuit. Открыть подсхему файла схемы. Доступно для компонентов с SubCir моделью, только если имя файла подсхемы определено.
 - Enable. Выделенные элементы доступны.
 - Disable. Выделенные элементы не доступны.
 - Add trace ▶
 - 😾 🔈 Voltage. Добавить кривую напряжения переходного процесса для выделенного компонента. Если выделен проводник, добавить этикетку, а затем добавить кривую напряжения для этикетки.
 - Current. Добавить кривую переходного процесса тока для выделенного компонента.
 - P o Power. Добавить кривую переходного процесса мощности для выделенного компонента.
 - AC Voltage. Добавить кривую АС напряжения для выделенного компонента. Если выделен проводник, добавить вначале этикетку, а затем кривую напряжения для этикетки.
 - I о AC Current. Добавить кривую АС тока для выделенного компонента.
 - O Set AC Source. Задать выделенный компонент, как АС источник для АС анализа.
 - Zoom ▶
 - o 25% ...250%. Масштабировать вид схемы в заданных процентах.

Клавиатура и горячие клавиши

Следующие клавиши клавиатуры и горячие клавиши можно использовать при редактировании схемы.

- Пробел.
 - > Режим выделения: переключение в режим соединений (Wire).
 - Другие режимы: переключение в режим выделения (Selection).
- **Home**. Центрирует курсор на экране.
- **Таb**. Переключает отображение атрибутов (имя и значение).
- Enter.
 - Режим нового компонента: размещает компонент.
 - переключает в окно Components Ha компоненте или этикетке:

редактирования параметров.

На проводнике или пустом месте: размещает этикетку.

• Esc.

- > Режим нового компонента: выход (cancel).
- Режим выделенного блока: удаляет рамку блока.
- При черчении соединения, линии, прямоугольника или овала: выход (cancel).
- При выделении мышкой: выход.
- » Все режимы отличные от выделения: переключение в режим выделения (**Selection**).
- > Снимает выделение со всего.
- Right, Up, Left, Down (клавиши курсорной части клавиатуры).
 - > Режим нового компонента: перемещение компонента.
 - > Режим выделенного блока: перемещение выделения.
 - > Режим выделения: меняет направление курсора, перемещает курсор.
 - > Режим соединения (Wire): меняет направление курсора, рисует проводник.
 - > Режим прокрутки: прокручивает схему.
- Shift-Right, Shift-Up, Shift-Left, Shift-Down. Прокручивание схемы.
- «.» (точка). Помещает соединение.
- «**G**», «**g**». Помещает землю.
- «А»...«Z», «а»...«z». Выбор нового компонента по типу «буквы, letter».
- «+», «-». Выбор следующего/предыдущего изображения компонента изменением вида, отражения и отображения компонента, когда это применимо.



Операции с мышкой

Следующие операции с мышкой можно использовать при редактировании схемы.

- Щелчок (левая клавиша).
- Click (left button).
 - > На пустом месте: снимает выделение, устанавливает курсор.
 - > На выделенном блоке: устанавливает курсор.
 - На элементе: выделяет элемент.
 - > Режим соединения (Wire): устанавливает курсор.
 - Ctrl-click. То же, что и щелчок, но не снимает выделения (добавление к выделению).
 - **Right-click**. То же, что и щелчок, плюс открывает контекстное меню.
 - Double-click (двойной щелчок).
 - > На компоненте или этикетке: выделение и переключение в окно **Components**.
 - > На линии, прямоугольнике или овале: форматирование элемента.
 - На пустом месте: установка курсора и центрирование экрана.
 - Щелчок и пертаскивание.
 - > На пустом месте: выделение блока.
 - > На атрибуте: перемещение атрибута.
 - > На выделении: перемещение выделения.
 - > Режим соединения (Wire): рисование соединения.
 - Ctrl-click and drug (перетаскивание).
 - > На пустом месте: добавление блока к выделению.
 - > На выделении: копирование выделения.
 - > Режим Wire: черчение диагонального соединения.
 - Shift-click and drug.
 - > На пустом месте: прокручивание схемы.
 - На выделении: перемещение выделения с «резиновыми» связями.
 - Ctrl-Shift-click and drug.
 - На выделении: копирование выделения с «резиновыми» связями.
 - мышки. Увеличение/уменьшение вида. Схема масштабируется относительно позиции указателя мышки.
 - Ctrl-колесико мышки. Прокручивание горизонтальное.
 - Shift-колесико мышки. Прокручивание вертикальное.



Компоненты

NL5 поддерживает около 40 типов компонентов. Каждый тип компонента имеет назначенную букву, символ и модели.

Буква идентифицирует функциональную группу компонента. Например, все типы компонентов с буквой «S» — это переключатели. Панель выбора (Selection Bar) имеет закладку, предназначенную для каждой буквы. Когда при размещении компонента используется клавиатура, клавиша буквы определяет выбор типа компонента. Имя компонента по умолчанию начинается с этой буквы.

Символ — это изображение типа компонента: то, как компонент отображается в схеме. Панель выбора содержит символы всех доступных типов компонентов.

Модель определяет функциональность компонента. Например, модель источника напряжения включает Pulse (импульс), Sin (синусоида), Step (ступенька), SubCir (подсхема) и т.д. Каждая модель имеет набор параметров, свойственных этой модели. Модель и параметры компонента могут быть установлены в окне компонентов (Components).

В Приложении 3 есть детальное описание типов компонентов, моделей и параметров.

Работа с подсхемами

Подсхема модели (SubCir) позволяет создавать простые и хорошо читаемые схемы с помощью замены некоторой части схемы одним компонентом (символом). Когда начинается симуляция, компонент с SubCir моделью заменяется натуральной схемой, загружаемой из файла подсхемы. SubCir модель применима почти ко всем компонентам. SubCir это единственная модель, которая допускается для компонентов Block-2, Block-3, Block-4, Block-6 и Block-8.

SubCir модель имеет одинаковые параметры для всех типов компонентов:

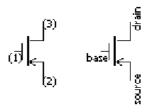
Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		Имя файла подсхемы
	Pin1		И мя этикетки подсхемы, соединенной с выводом 1
	PinN		Имя этикетки подсхемы, соединенной с выводом N
	Cmd		Стартовая строка команды подсхемы
	IC		Строка начальных условий подсхемы

«File» — это имя файла подсхемы. Введите имя файла вручную или щелкните по и выберите имя в диалоговом окне. Обычно используется полный путь к кнопке например: файлу,

C:\Program files\NL5\Projects\Modulator\clock gen.nl5

Однако, если файл подсхемы расположен в той же директории, что и основной файл схемы, можно использовать краткое имя файла без пути и расширения (например, «clock gen»). Краткое имя также отображается на схеме. Рекомендуется держать файлы подсхем в той же директории, что и основной файл схемы, что позволяет использовать краткие имена и делает проект компактнее.

Параметры «Pin1»...«PinN» используются назначения выводам компонента этикеток, определенных в подсхеме. Если имена этикеток не введены для выводов, на изображении компонента отображаются номера выводов в скобках. Когда имя этикетки определено, оно отображается изображении компонента. Любой параметр «PinN» может быть пустым, то есть, не связанным с этикеткой.



«**Cmd**» — это строка команды применяемая к подсхеме, когда она загружается из файла. Строка состоит из команд в формате «**name=value**», разделенных точкой с запятой («;»). Это позволяет использовать один и тот же файл подсхемы с модифицированными значениями для разных компонентов. Например:

$$R1=1k; R2=12k; C1=5n$$

где R1, R2 и C1 — «подсхемные» компоненты.

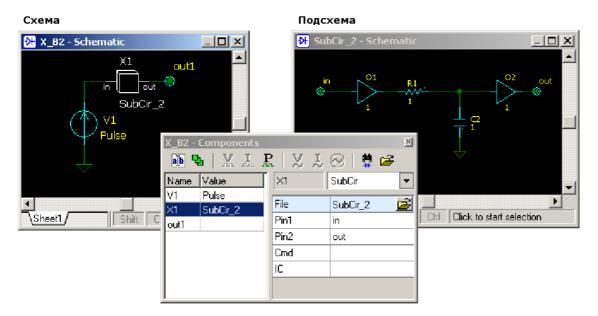
«IC» — это текстовая строка, похожая на строку «Cmd», но содержащая начальные условия (initial conditions) для компонентов подсхемы. Например:

где C1 и O2 — компоненты подсхемы. В отличие от параметра «Cmd» строка «IC» может быть автоматически модифицирована некоторыми командами. Команда **Transient** | **Save IC** заполняет строку текущей IC всех компонентов в подсхеме. Команда **Schematic** | **Tools, Initial Condition page**, установка флажка **Set subcircuits to empty (no IC)** очистят эту строку.

Подсхема всегда загружается из файла при старте симуляции. Если подсхема была модифицирована, она должна быть сохранена в файле перед запуском симуляции. Исключением будет случай, когда подсхема и основная схема открываются в том же образце приложения NL5. В этом случае подсхема будет взята прямо из памяти NL5, так что сохранения изменений в файл не требуется.



Пример использования подсхемы:



Работа с PWL

PWL (Piece-Wise Linear — кусочно-линейная функция) модель предлагает кусочнолинейные характеристики для разных типов компонентов. PWL модель резистора («R») описана ниже в примере, PWL модели других компонентов похожи (с небольшими изменениями).

Кусочно-линейная характеристика описана в параметре «pwl», являющемся строкой с разделенными запятыми значениями. Характеристика может быть симметричной и несимметричной.

Симметричная характеристика определена на интервале от нуля до плюс бесконечности, отрицательная часть всегда симметрична положительной. Формат строки симметричной характеристики следующий:

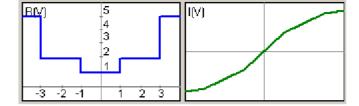
гле:

R0 сопротивление, пока абсолютное значение напряжения на резисторе меньше V1. R1 сопротивление, пока абсолютное напряжение на резисторе между V1и V2.

RN сопротивление, когда абсолютное значение напряжения на резисторе больше VN.

Следующие графики R(V) и представляют PWL, определенную строкой:

1,1,2,3,5





Несимметричная характеристика определена во всем диапазоне: от минус до плюс бесконечности. Формат строки несимметричной характеристики следующий:

где:

символ «п» показывает несимметричную характеристику.

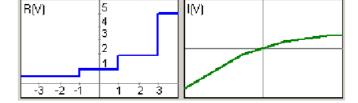
R0 сопротивление, пока напряжение на резисторе меньше, чем V1.

R1 сопротивление, пока напряжение на резисторе между V1 и V2.

. . .

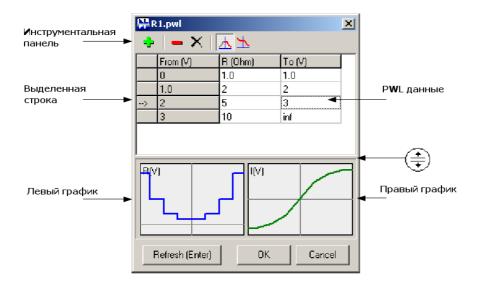
RN сопротивление, когда напряжение на резисторе больше, чем VN.

Следующие графики R(V) и I(V) представляют PWL, определенную строкой:



«pwl» параметр может легко редактироваться в диалоговом окне **PWL**. Щелкните по кнопке справа от параметра «pwl», чтобы открыть диалоговое окно.

Типичный вид диалогового окна и его основных компонентов показан ниже:



- Щелчком по кнопкам инструментальной панели выполняются следующие операции:
 - 🕂 о Insert вставка новой строки ниже выделенной.
 - Remove удаление выделенной строки.
 - 🗙 о Clear очистка всех данных.
 - ▲ Symmetrical симметричная характеристика.
 - 📩 о Non-symmetrical несимметричная характеристика.

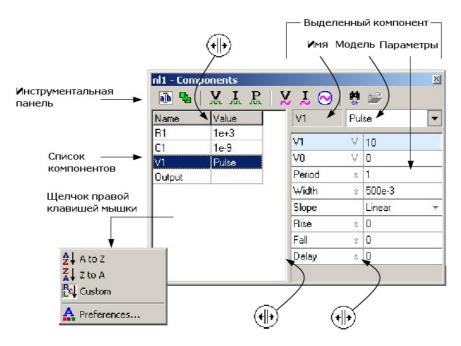
- **Arrow** (стрелка) в первой колонке показывает выделенную строку. Чтобы выделить строку, щелкните в области PWL данных.
- Переместите курсор поверх области «разделителя» (—), затем нажмите левую клавишу мышки и перетащите разделитель, чтобы изменить размер панелей.
- Нажмите **Enter** или щелкните по кнопке **Refresh**, чтобы обновить графики.
- Выберите симметричный или несимметричный тип характеристики, используя кнопки инструментальной панели. Заметьте, что первый параметр «From» равен нулю для симметричного типа и «-inf» для несимметричного типа характеристик.
- Параметр «**To**» в последней строке всегда «**inf**» (бесконечность). Введите число вместо «**inf**» и нажмите **Enter**, чтобы добавить строку ниже.

Окно компонентов

Чтобы открыть окно Components:

- Выберите команду меню Window | Components или
- Нажмите горячую клавишу **F3** или
- Дважды щелкните по компоненту в схеме.

Окно компонентов всегда показывает компоненты активной схемы. Обычный вид окна компонентов и его основные компоненты показаны ниже:



- Инструментальная панель дает быстрый доступ к часто используемым командам, зависящим от компонента.
- Список компонентов показывает все компоненты и позволяет выбрать компонент для

редактирования.

- Область выделенного компонента показывает имя, модель и параметры выделенного компонента и поддерживает выбор модели и редактирование параметров.
- Правый щелчок по списку компонентов открывает контекстное меню с соответствующими командами.
- Поместите курсор мышки поверх области (•|•) «разделителя» , затем нажмите левую клавишу мышки и перетащите разделитель, чтобы изменить размеры панелей и колонок.

Инструментальная панель

Щелчок по кнопкам инструментальной панели выполняет следующие операции:



• **Rename a component**. Щелкните, чтобы переименовать выделенный компонент. Появится диалоговое окно **Rename**:



Вставьте новое имя компонента и щелкните по **ОК**. Если такое имя уже существует, появится сообщение об ошибке: «This name is used by another component». Новое имя может состоять из любых букв и символов, однако рекомендуется использовать только буквы и цифры, и имя, начинающееся с буквы. В этом случае, если имя используется в формуле или функции, нет необходимости заключать его в кавычки. Имя не чувствительно к регистру. Если компонент был переименован, его имя будет автоматически модифицировано во всех случаях появления: в имени компонента, в названии кривой, формуле или функции.

• **Set a group**. Щелкните, чтобы установить группу для выделенного компонента. Появится диалоговое окно **Group**:



Введите имя группы или выберите существующую группу из выпадающего списка и щелкните **ОК**. Щелкните по кнопке **Groups**, чтобы открыть диалоговое окно **Groups** для расширенного обслуживания групп. Для удаления существующей группы

(«ungroup» компонент) откройте диалоговое окно **Group**, сотрите имя группы и щелкните по **ОК**. См. Раздел «Группы» для уточнения.

- 📉 Add transient voltage trace. Щелкните, чтобы добавить кривую напряжения для выделенного компонента.
- 【 Add transient current trace. Щелкните, чтобы добавить кривую тока для выделенного компонента.
- 🗜 Add transient power trace. Щелкните, чтобы добавить кривую мощности для выделенного компонента.
- 🗴 Add AC voltage trace. Щелкните, чтобы добавить кривую АС напряжения для выделенного компонента.
- I Add AC current trace. Щелкните, чтобы добавить кривую АС тока для выделенного компонента.
- Set AC source. Щелкните, чтобы установить выделенный компонент, как источник АС для АС анализа.
- Find component. Щелкните, чтобы показать выделенный компонент на схеме. Компонент будет выделен (подсвечен) и отцентрован на экране.
- Open subcircuit schematic file. Щелкните, чтобы открыть файл подсхемы. Эта кнопка становится доступна только для компонента SubCir модели, и если имя файла подсхемы задано.

Список компонентов

Список компонентов показывает все компоненты и позволяет выделить компонент для редактирования.

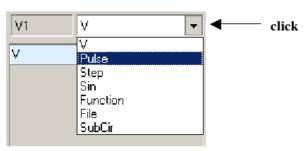
- Колонка Name показывает имя компонента.
- Колонка Value показывает либо первый параметр компонента, либо имя модели.
- Колонка **Group** автоматически отображается, если хотя бы один компонент имеет группу:

Name	Value	Group
R1	1e+3	Group_R
R2	1e+3	Group_R
R3	1e+3	
C1	1e-9	Group_C
L1	1e-6	
V1	10	

- Щелкните правой клавишей мышки по списку компонентов, чтобы увидеть контекстное меню с соответствующими командами.
- Щелкните по списку, чтобы выделить компонент. Компонент, выделенный в этом списке, также будет выделен (подсвечен) на схеме.
- Нажмите **Enter** или дважды щелкните по компоненту для редактирования параметров компонента. В этом случае, если вы закончили редактировать параметры, нажав **Enter** или **Esc**, вы переключитесь обратно к списку компонентов.
- Нажимайте клавишу **Tab**, чтобы переключаться между списком компонентов и параметрами компонента.

Выбор модели

Выберите модель компонента из выпадающего списка, щелкнув по

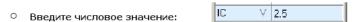


Редактирование параметров

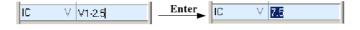
Редактируйте параметры компонента в списке параметров. Щелкните по линии для выделения параметра и используйте один из следующих методов для параметров разного типа.



Начальные условия (IC) (напряжение, ток, заряд)



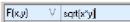
Введите выражение и нажмите Enter. Выражение будет рассчитано и заменено числовым значением:



Оставьте параметр пустым (нет IC): IC



- Функция.
- Введите функцию, как выражение с должными переменными:



• Список.

 Щелкните по кнопке и выберите значение из выпадающего списка:



Filter.nl5

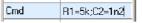
Имя файла.

Введите имя файла:



File

- Текст.
- Введите текст:



1,1,2

- PWL (piece-wise linear, кусочно-линейная функция).
 - Введите параметр **pwl** вручную:



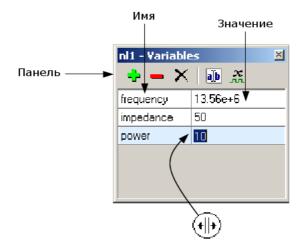


Окно переменных (Variables)

Чтобы открыть/скрыть окно Variables:

- Выберите команду Window | Variables в меню или
- Нажмите горячую клавишу **F4**.

Окно переменных открывается автоматически, когда открывается схема из файла, если схема имеет определенные переменные. Окно переменных всегда показывает переменные активной схемы. Обычный вид окна переменных и его основных компонентов показан ниже:



- Инструментальная панель предоставляет быстрый доступ к командам, зависящим от переменных.
- Переменные показаны в колонках Имя/Значение.
- Поместите мышку поверх «разделителя» $(||||_{\bullet})$, затем нажмите левую клавишу мышки и перетащите разделитель, чтобы изменить размер колонок.

Панель инструментов

Щелкните по кнопкам панели, чтобы выполнить следующие операции:

Add a variable. Щелкните, чтобы добавить переменную. Появится окно Add variable:



Введите имя переменной и щелкните ОК. Если новое имя уже существует, появится сообщение об ошибке « This name is used by another component».



- Remove a variable. Щелкните, чтобы удалить выделенную переменную.
- Delete all variables. Щелкните, чтобы удалить все переменные.
- alb Rename a variable. Щелкните, чтобы переименовать переменную. Появится диалоговое окно Rename:



Введите новое имя переменной и нажмите **ОК**. Если такое имя уже существует, появится сообщение об ошибке «This name is used by another component». Новое имя может состоять из любых букв и символов, однако рекомендуем вам использовать только буквы и цифры, и использовать имя, начинающееся с буквы. В этом случае, если имя используется в формуле или функции, нет необходимости заключать его в кавычки. Имена не чувствительны к регистру. Если переменная была переименована, ее имя будет автоматически модифицировано: во всех приложениях, в названия кривых, в формулах и функциях.

🔏 • Add variable trace. Щелкните, чтобы добавить кривую переходного процесса для переменной.

Редактирование переменных

- Введите числовое значение: power 10k
- Введите выражение и нажмите Enter. Выражение будет рассчитано и замененно числовым значением:



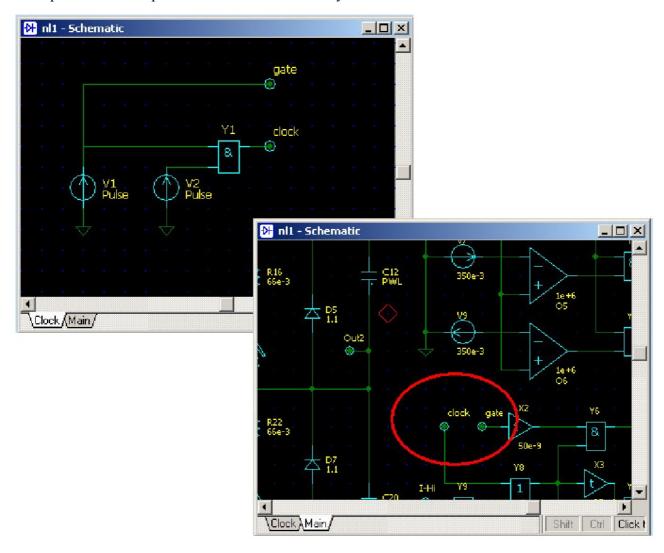
• Введите формулу и нажмите Enter. Формула будет рассчитана, и ее текущее числовое значение будет отображено. Щелкните по кнопке , чтобы видеть/редактировать формулу:





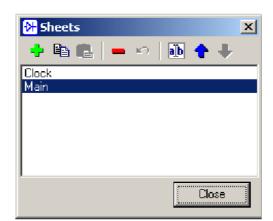
Sheets (листы)

Схема может содержать несколько листов. Электрические соединения между листами схемы может быть сделано с помощью этикеток и функций. В следующем примере не листе «Clock» генератор импульсов, а лист «Main» содержит основную схему. Этикетки «clock» и «gate» поддерживают электрическое соединение между листами:



Существующие листы показаны в области Sheet selection (выбор листа) окна схемы. Щелчок правой клавиши мышки в области выбора дает доступ к соответствующим командам контекстного меню: Add, Rename, Copy, Paste, Delete. Можно работать с листами и в диалоговом окне Sheets.

Чтобы открыть диалоговое окно Sheets: выберите команду Schematic | Sheets или щелкните правой клавишей мышки по области Sheet selection и выберите команду Sheets из контекстного меню:



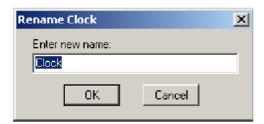
Выберите лист в списке и щелкните по кнопке панели для выполнения следующих операций:

💠 • Add (добавить) новый лист. Появится диалоговое окно Add sheet



Введите имя листа и щелкните по ОК.

- Сору (копировать) лист в буфер обмена.
- Paste (вставить) лист из буфера обмена.
- Remove (удалить) выделенный лист.
- Undelete (отменить) удаление листа.
- Rename (переименовать) выделенный лист. Появится диалоговое окно Rename



Введите новое имя листа и щелкните по \mathbf{OK} .

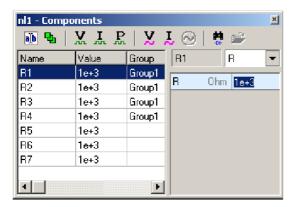
- 🛖 🔹 Перемещает выделенный лист вверх (или влево в области выбора листа).
- Перемещает выделенный лист вниз (или вправо в области выбора листа).

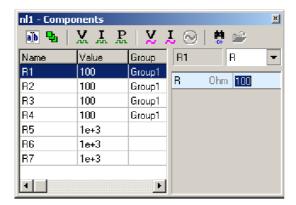


Группы

Группа — это набор компонентов, которые всегда имеют ту же модель и параметры. Когда модель или параметр любого компонента в группе меняется, все другие компоненты также автоматически меняются.

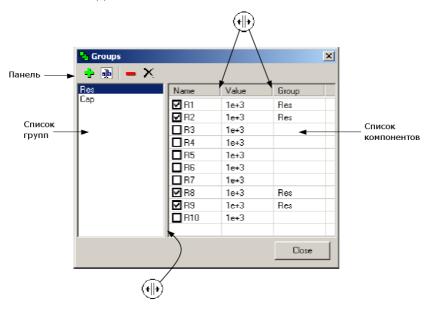
Например, резисторы R1...R4 принадлежат к группе Group1. Изменение значения R1 с 1e+3 на 100 автоматически изменит все резисторы в этой группе.





Чтобы прикрепить один компонент к новой или существующей группе, выберите компонент в окне **Components** и щелкните по кнопке труппами или добавить несколько компонентов в группу, используйте диалоговое окно **Groups**.

Чтобы открыть диалоговое окно **Groups**, выберите команду **Schematic** | **Groups**. Типовой вид и основные компоненты диалогового окна показаны ниже:



- Существующие группы показаны в списке групп. Щелкните по имени группы, чтобы отобразить компоненты.
- Компоненты показаны в списке компонентов. Компоненты показаны либо рядом с выделенной группой (имеют установленный флажок в списке и выделены на схеме), либо они имеют тот же тип и могут быть соотнесены с выделенной группой.
- Поместите указатель мышки поверх «разделителя» окон нажмите левую клавишу мышки и перетащите его, чтобы изменить размер колонок.

Щелкните по кнопкам панели, чтобы выполнить следующие операции:

💠 • Add (добавить) новую группу. Появится диалоговое окно Add group



Введите имя группы и щелкните по \mathbf{OK} . Новая группа будет добавлена в список групп, а **все** компоненты отобразятся в списке компонентов. Выделите компонент, чтобы назначить ему группу. Когда хотя бы один компонент назначен группе, **только** компоненты того же типа будут отображены в списке.

• (переименовать) выделенную группу. Появится диалоговое окно Rename group



Введите новое имя группы и щелкните ОК.

- Remove (удалить) выделенную группу. Компоненты не будут удалены!
- X Delete (удалить) все группы. Компоненты не будут удалены!

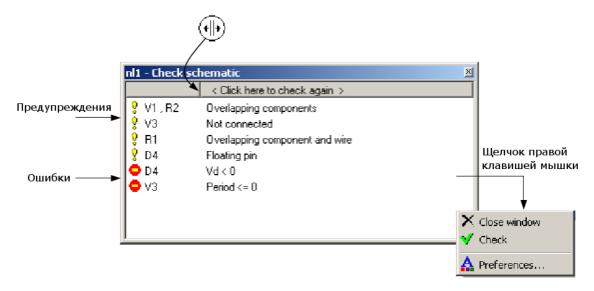


Проверка схемы

Команда **Check Schematic** выполняет проверку схемы на предмет потенциальных проблем, а параметры компонентов на наличие ошибок. Чтобы проверить схему:

- Выберите команду меню Schematic | Check или
- Щелкните кнопку панели редактора схем
- Проверка схемы происходит автоматически при выполнении анализа переходного процесса или АС анализа.

Обычный вид окна Check Schematic и его основных компонентов показан ниже:



- Сообщения с иконкой предупреждения () отмечают потенциальные проблемы со схемой и не предохраняют от запуска анализа переходного процесса или АС анализа. Щелкните по линии сообщения, чтобы увидеть проблемные элементы схемы: они будут выделены и отцетрованы на экране. В настоящее время обнаруживаются следующие потенциальные проблемы:
 - > Плавающие выводы. Один или больше выводов компонента не присоединены к другим компонентам, проводникам или земле.
 - Не присоединенные компоненты. Все выводы компонента не присоединены к другому компоненту, проводнику или земле.
 - > Перекрывание компонентов или проводников. Изображение элемента схемы (компонент, проводник, земля) перекрывается другим элементом схемы. Это может приводить к непредусмотренным соединениям или отсутствию соединения.
 - » Возможное «плавание» схемы. Схема не имеет какой-либо земли или заданного потенциала (источника напряжения или этикетки) на ней. Это может привести к проблемам сходимости.

Перейдите на страницу **Warnings** окна **Preferences**, чтобы убрать все предупреждения или выделенные типы предупреждений из отображаемых. После этого предупреждения все еще останутся в рапортах журнала Transient/AC log, они могут быть прочитаны выбором команды **Transient** | **Log or AC** | **Log**.

- Сообщения с иконкой ошибки () отмечают ошибки в параметрах компонента, такие как значения вне правильного диапазона или ошибки в формуле. Если ошибки есть, анализ переходного процесса и АС анализ не будет выполнен. Щелкните по линии сообщения для выбора компонента с ошибкой. Ошибки также отображаются в журнале Transient/AC log и могут быть прочитаны с помощью команды Transient | Log or AC | Log.
- Щелкните правой клавишей мышки по окну, чтобы увидеть контекстное меню с соответствующими командами.
- Поместите курсор мышки поверх «разделителя» (п), затем нажмите левую клавишу мышки и растащите колонки.

Инструменты редактора схем

Чтобы открыть диалоговое окно Schematic Tools выберите команду меню **Schematic** | **Tools** или щелкните по кнопке панели инструментов. Выберите страницу **Tools** в списке выбора.

★

Renumber

Компоненты схемы перенумеровываются. Выберите опции **Order** и **Names**, посмотрите пример перенумерации в окне **Example**, щелкните кнопку **Execute** для продолжения.

«Числовое» имя — это имя, начинающееся с буквы, и рядом с именем число. Иначе имя рассматривается как «текст». Предопределенное (автоматически) имя компонента — числовое. Например:

```
R123, C2 - числовое
V12V, Rout - текст
```

Initial Conditions

Устанавливает начальные условия (IC) выделенных типов компонентов в заданные значения. Выделите типы компонентов и IC значения, щелкните кнопку **Execute**, чтобы продолжить. Щелкните кнопки **Check all** и **Uncheck all** для выбора/снятия выбора всех компонентов.

Clean Up

Очищает схему. Выберите опции, щелкните кнопку Execute для продолжения.

Щелкните Check all и Uncheck кнопки, чтобы установить/снять все опции.

Formulas

Заменяет все формулы их значениями. Выберите опцию, щелкните кнопку **Execute** для продолжения.

Parameters

Установите выделенные параметры всех компонентов в заданное значение. Выберите параметры, введите новое значение параметра или выберите из выпадающего списка, щелкните кнопку **Execute** для продолжения.

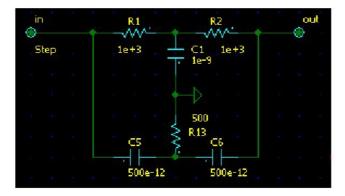
- **Set Diodes**. Устанавливает параметр **Vd** всех диодов и стабилитронов (zener) и/ или **Vbe** параметр всех транзисторов.
- **Set period**. Устанавливает период для всех источников синусоидального (Sin) и импульсного (Pulse) напряжения и тока и импульсных переключателей. Значения Width, Rise, Fall и Delay будут пропорционально приспособлены к периоду.

Transform

Frequency. Преобразует частотный отклик схемы изменением значений R, C и L. Введите значения f1 и f2 или установите курсор на частоты f1 и f2 графика AC (активный курсор на f2). Выберите одну из следующих опций, затем щелкните по кнопке **Execute** для продолжения:

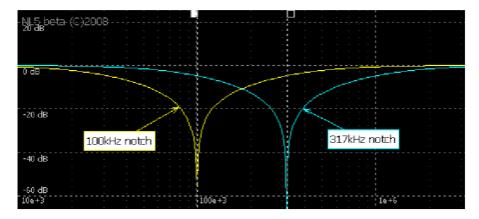
- $\mathbf{R} = \mathbf{const}$. С и L изменятся следующим образом: C = C * f1/f2, L = L * f1/f2
- C = const. R и L изменятся следующим образом: R=R*f1/f2, L=L*(f1/f2)2
- L = const. R и C изменятся следующим образом: R=R*f2/f1, C=C*(f1/f2)2

Пример: частота подавления фильтра смещается с 317 kHz к 100 kHz, сохраняя C = const.



Расчет АС отклика. Установите курсор на частоту подавления и 100 kHz (активный курсор), откройте диалоговое окно **Schematic Tools**, страницу **Transform**, выберите С

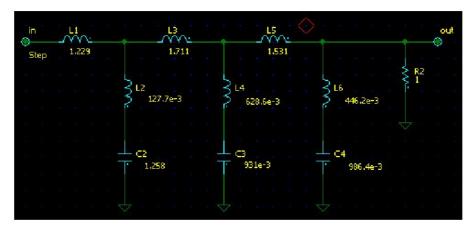
= const, щелкните **Execute**. Вычисляется новая частотная характеристика. Частота подавления смещается к 100 kHz.



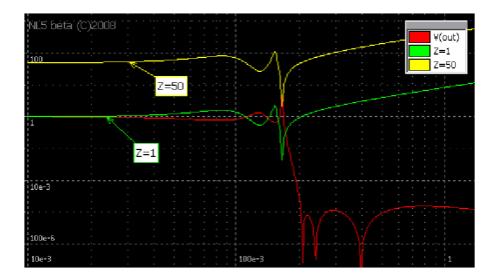
Impedance. Преобразует импеданс схемы от r1 до r2 изменением значений R, C и L. Введите значения r1 и r2, затем щелкните по кнопке **Execute** для продолжения. Значения R, C и L изменятся следующим образом:

R=R*r2/r1 C=C*r1/r2 L=L*r2/r1

Пример: изменение характеристики импеданса с 1 до 50 Ohm.

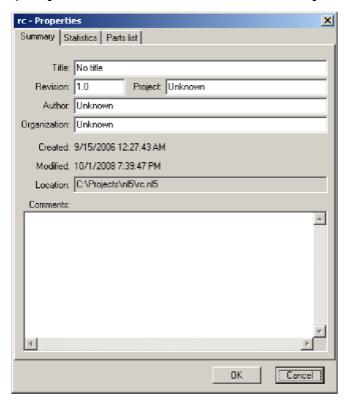


Расчет частотной характеристики и импеданса. Откройте диалоговое окно **Schematic Tools** на странице **Transform**, введите r1 = 1 Ohm и r2 = 50 Ohm, щелкните **Execute**. Вычисляется новая частотная характеристика (AC response) и входной импеданс. Частотная характеристика та же, входной импеданс изменился, как требовалось.



Свойства

Выберите команду File | Properties. Появится диалоговое окно Properties:

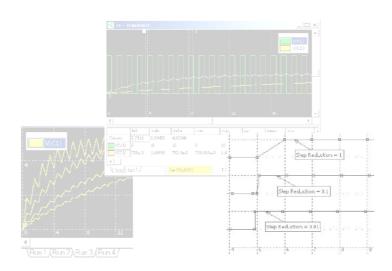


Страница **Summary** показывает основную информацию о документе и файле. Поля Author и Organization новой схемы заполняются значениями, заданными на странице **Document** диалогового окна **Preferences**. Большую часть полей можно редактировать.

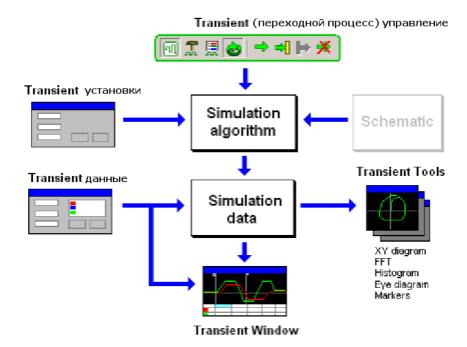
Страница Statistics показывает статистическую информацию схемы.

Страница Parts list показывает список компонентов в кратком или развернутом формате. Щелкните кнопку Copy to clipboard, чтобы копировать список в буфер обмена.

IV. Анализ переходного процесса



Следующая упрощенная диаграмма поясняет процесс симуляции переходного процесса:



Алгоритм симуляции конфигурируется в диалоговом окне **Transient Settings** и управляется командами **Transient Control** (основное меню и инструментальная панель). Результаты симуляции схемы запоминаются в данных симуляции и одновременно отображаются в виде графика в **Transient Window** (окно переходного процесса). Диалоговое окно **Transient Data** используется для кофигурирования того, какие данные симуляции следует сохранить, и как данные должны отображаться. Дополнительно данные могут использоваться **Transient Tools** (инструменты переходного процесса), которые часто различны в данных анализа переходного процесса и представлении данных.



Симуляция

Алгоритм симуляции

NL5 — это PWL (кусочно-линейный) симулятор. Все компоненты в NL5 либо линейные, либо кусочно-линейные: состоят из некоторого числа линейных сегментов. Например, диод либо открыт, либо закрыт, следовательно, его PWL представление имеет только два сегмента. Пока все компоненты остаются в их текущих линейных сегментах, схема описывается той же системой линейных дифференциальных уравнений. Система модифицируется только в моменты, когда хотя бы один из компонентов меняет свой линейный сегмент. Когда это происходит, текущий линейный диапазон симуляции завершается и начинается новый. Обычно NL5 симуляция содержит расчет рабочей точки по постоянному току (DC operating point при t=0), сопровождаемый одним или больше интервалами линейной симуляции. предпочтения алгоритм может быть оптимизирован параметрами, расположенными в диалоговых окнах Transient Settings и Advanced Settings.

DC operating point. Симуляция всегда начинается в момент t=0. Вычисляется первая рабочая точка (Direct Current, DC). Расчет выполняется с учетом начальных условий (Initial Condition, IC) для компонентов. Например, конденсатор заменяется источником напряжения, если задано IC voltage (начальное напряжение), или игнорируется (открытая цепь), если ІС не задано (пустое). Индуктивность заменяется источником тока, если IC current (начальный ток) задано, или закорачивается, если IC не задано. Диод рассматривается как открытая цепь, если состояние IC «Off», и как закороченная цепь, если состояние IC «Оп».

Если схема имеет более одного стабильного состояния, она может быть установлена в нужное состояние определением подходящих начальных условий (IC).

Другой способ сделать это — использовать этикетку (model Label) и задать параметр VIC для нее. Если VIC не пусто, временный источник напряжения (VIC) присоединяется к этикетке через резистор R только на время расчета рабочей точки на постоянном токе. Когда расчет закончен, источник напряжения удаляется.

Результат вычисления рабочей точки — известные напряжения, токи и состояния всех компонентов. Когда рабочая точка найдена, начинается первый линейный интервал.

Linear range simulation. В линейном интервале (linear range) схема описывается системой линейных дифференциальных уравнений, которые решаются методом трапецеидального интегрирования (Trapezoidal, метод трапеций). Метод поддерживает достаточную точность с умеренными устойчивостью и скоростью вычисления. В процессе интервала линейной симуляции алгоритм выполняет «обнаружение точки переключения, switching point detection»: проверяет условия для всех компонентов, которые могут изменить свое состояние (диоды, переключатели, логические компоненты), линейный сегмент (PWL models), или изменить амплитуду или наклон (Pulse и Step models). Если обнаруживаются какие-то изменения, текущий линейный интервал заканчивается и начинается новый.

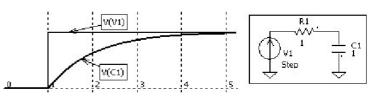
Calculation step. В отличие от большинства аналоговых симуляторов NL5 не выполняет автоматического управления шагом. Выбор шага вычислений (calculation



step) лежит на пользователе. Это дает пользователю возможность полного контроля за симуляцией, хотя требует некоторого опыта и понимания процесса. Эмпирическое правило — сохранять шаг вычислений меньше постоянной времени в схеме, иначе метод интеграции может стать нестабильным и производить «числовые осцилляции». NL5 обнаруживает такие осцилляции и выводит предупреждающие сообщения, в этом случае было бы полезно обследовать проблему и либо уменьшить шаг вычисления, либо игнорировать осцилляции, как незначащие.

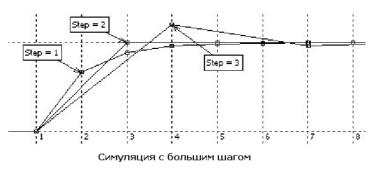
Однако иметь расчетный шаг «меньше постоянной времени» не является необходимы условием. Иногда даже достаточно большой расчетный шаг поддерживает хорошую стабильность, при этом скорость симуляции может быть значительно выше. Чтобы найти оптимальный расчетный шаг, запустите симуляцию несколько раз с разными шагами и сравните результаты симуляции. Как правило, уменьшение расчетного шага ниже некоторого уровня не дает каких-либо заметных результатов. Выбор шага вычисления близкого к этому уровню дает наилучшее выполнение симуляции.

Следующий пример показывает, как расчетный шаг сказывается на симуляции простой схемы. Постоянная времени RC цепи 1s, таким образом, шаг вычисления должен быть < 1s.

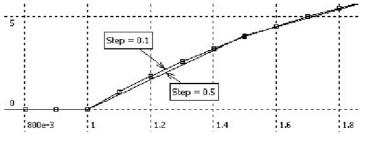


Идеальный отклик (характеристика)

Когда выбираются шаги 1s, 2s и 3s, сигнала неправильная. форма «Выброс» и дальнейшая осцилляция наблюдаются при шаге 3s. Однако, если полученная форма кривой вас не интересует, и если она не сказывается функциональности остальной такой схемы, шаг ОНЖОМ использовать. Сообщение «numerical oscillation, числовые осцилляции» можно выключить, установив опцию Do not detect oscillations.



Расчетный шаг меньше 1s дает точную форму кривой. Например, различие между кривыми с шагом 0.5s и 0.1s может быть замечена только в самом начале, и она крайне мала.

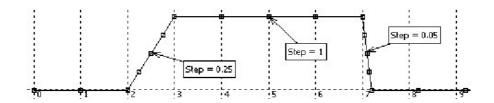


Симуляция с маленьким шагом

Automatic step reduction. Хотя шаг вычисления задается пользователем, NL5 все-таки может автоматически уменьшать шаг, чтобы удовлетворить следующим условиям:

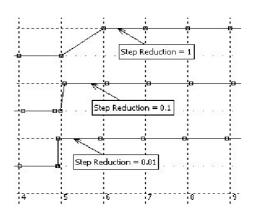
- Период синусоидального источника содержит хотя бы 16 шагов.
- Состояние импульсов «On»/«Off» содержит хотя бы 4 шага.
- Ненулевой передний или задний фронт содержит хотя бы 4 шага.
- Интервал между двумя точками в File model источников V/I содержит хотя бы 4 шага.
- Время задержки линии передачи и «delay» компонента содержат хотя бы 2 шага.

Следующий пример показывает, как расчетный шаг уменьшается благодаря фронтам импульса:



Автоматическое уменьшение шага может также использоваться для поддержания лучшего разрешения по времени обнаружения точек переключения. Если постоянная времени схемы большая, и большой расчетный шаг используется для линейного интервала времени, уменьшение шага только в точках переключения может значительно улучшить эффективность симуляции. Параметр Step Reduction задает, насколько шаг разрешения в процессе обнаружения точки переключения меньше, чем заданный шаг вычисления.

Например, Step Reduction = 0.1 означает, переключения что точки будут обнаруживаться cвышеуказанным разрешением времени приблизительно в десять раз лучше, чем с заданным шагом вычисления. Следующий показывает форму сигнала, полученную с расчетным шагом = 1s, и step reduction равным 1, 0,1 и 0.01.



Использование автоматического уменьшения шага не сказывается сильно на скорости вычислений. Количество дополнительных расчетных шагов приблизительно равно -log2(Step Reduction). Для step reduction = 0.01 будет сделано только 6 дополнительных шагов.

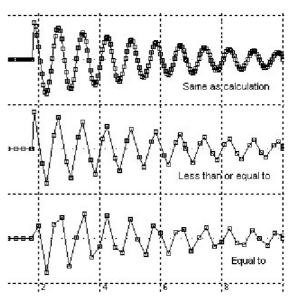
Однако, если предпочтительнее постоянный расчетный шаг, любые его изменения могут быть отменены. Например, Function model некоторых компонентов имеет выходной сигнал всегда с задержкой на один расчетный шаг. Если шаг постоянный, это воспринимается, как известная постоянная задержка, которая может быть учтена должным образом. Если шаг вычисления меняется, с результирующей переменной



задержки может оказаться действительно трудно иметь дело, особенно в системах с обратной связью. Установите **Do not reduce calculation step**, чтобы избавиться от автоматического уменьшения шага.

Data sampling step. Для точной симуляции может потребоваться очень маленький шаг вычислений. Однако в сохранении всех данных симуляции в памяти нет нужды, если интересующий сигнал гладкий и меняется относительно медленно. Опция **Data sampling step** позволяет выполнить симуляцию с таким мелким шагом, который нужен, но хранить только часть данных, сохраняя достаточно много памяти. Доступны следующие опции:

- Same as calculation (сохранить все данные). Все расчетные данные хранятся в памяти. Эта опция дает отображение более точных данных и анализ с наибольшим потреблением памяти.
- Less than or equal to. Если опция выбрана, должен быть введен и максимальный шаг отображения. Данные хранятся в заданном шаге. Вдобавок он хранит все «критические» точки данных, такие как экстремумы (тах и тіп), крутые фронты, точки переключения и т.д. Это дает достаточное сохранение памяти, со все еще надежным отображением данных.

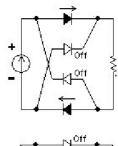


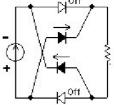
• Equal to. Если выбрано, должен быть введен и образец шага. Данные будут храниться только с постоянным образцом шага, который может дать удовлетворительную экономию памяти. Однако некоторые важные детали переходного процесса могут быть потеряны, как и риск получения неровности для быстро меняющихся сигналов.

Convergence. В симуляторах, основанных на Spice, проблема сходимости может обнаружиться в любое время: во время анализа на постоянном токе (DC), во время анализа переходного процесса. Поскольку симулятор NL5 кусочно-линейный, большую часть времени он работает с линейными системами, которые никогда не обнаруживают проблем со сходимостью. Единственно, когда NL5 симуляция может испытывать некоторые трудности, это в момент, когда один и более компонентов меняют свое состояние или линейный сегмент.



Для систем с идеальными кусочно-линейными компонентами типична ситуация, когда несколько компонентов должны одновременно изменить состояние, иначе система не будет сходиться. Например, в стандартном мостовом выпрямителе диоды всегда переключаются парами или даже все диоды одновременно. С идеальными диодами, имеющими нулевое сопротивление при включении и бесконечное когда закрыты, простой алгоритм может встретить некоторые трудности при разрешении процесса переключения. Возможное решение будет добавить ненулевой резистор последовательно и/или большой резистор параллельно диодам. Однако это может дать очень маленькие постоянные времени, которые вызовут маленький шаг вычисления, так что все преимущества от использования идеальных диодов исчезнут.





Поскольку традиционные методы итерации не работают достаточно надежно для таких систем, NL5 использует собственный устойчивый (робастный) алгоритм. До настоящего времени алгоритм работал превосходно со всеми протестированными схемами, однако никто не может помешать пользователям разработать что-то специфическое, что может иметь трудности со сходимостью.

Другая проблема, общая для любой программы, то что использование арифметики с плавающей точкой, приводит к потери точности из-за ошибок округления. Эти ошибки могут сказаться на сходимости в точках переключения, как и на линейных интервалах симуляции.

Если симуляция замедляется многочисленными точками переключения, останавливаясь с сообщением об ошибке «No solution», или если симуляция производит явно неверный результат, следующие опции и параметры могут помочь:

- Change states one at a time. Установка этой опции может улучшить сходимость в точках переключения.
- Machine precision (AKA «эпсилон машины»). Этот параметр задает минимум относительной разницы между двумя числами с плавающей точкой, которые могут быть успешно распознаны. Это значение сказывается не только на сходимости в точках переключения, но на всех результатах симуляции, и могут быть изменены в достаточно широких пределах (1е-6...1е-15).

Данные симуляции

Traces. Во время симуляции NL5 хранит данные в памяти. Данные для сохранения выбираются пользователем как кривые (traces) а диалоговом окне **Transient Data**. Доступно несколько типов кривых: V (напряжение), I (ток), P (мощность), Variable (переменная) и Function (функция).

Когда начинается симуляция, все кривые автоматически очищаются, а затем начинается хранение новых данных симуляции.

Новые данные отображаются на закладке **Run** окна **Transient**. Последние данные могут быть перемещены в **Storage** со специальной закладкой, предназначенной для этого. Сохраненные данные автоматически не очищаются и могут быть использованы для сравнения результатов разных запусков симуляции.

Кривые могут копироваться в буфер обмена, сохраняться в файлах данных «nlt» или экспортироваться в текстовый файл формата «csv». В свою очередь данные могут вставляться из буфера обмена, загружаться из файла данных «nlt» или импортироваться из текстового файла, как новый график. Такой график всегда отображается в окне **Transient**, независимо от того, какая закладка выбрана. Он не очищается, когда запускается новая симуляция, и может использоваться в качестве опорной кривой для симуляции. Он также может быть переименован произвольным образом.

Метогу. Данные симуляции хранятся в оперативной памяти. Память отводится, только когда это необходимо, относительно маленькими блоками. Если доступной оперативной памяти не хватает для хранения постоянно нарастающего количества данных, операционная система начинает «сбрасывать» данные на диск, который может существенно замедлить симуляцию и отображение результатов. Чтобы избежать этого, используется следующий механизм: когда количество памяти, требуемой для отображения графика, превышает заданное максимальное значение на странице Transient диалогового окна Preferences, блок памяти, в данный момент хранящий самое начало графика, освобождается и предназначается для новых данных. Таким образом, кривая будет усечена в начальной части, чтобы сохранить последние данные. Когда это происходит впервые, для одной или нескольких кривых, появляется предупреждающее сообщение в строке состояния окна Transient.

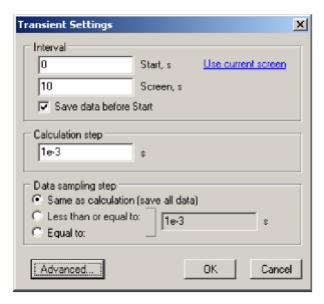
Когда память графика усекается, график не может немедленно обновиться: график будет показывать «не существующие» данные, пока его не перерисуют (redraw).

Общее текущее количество памяти, используемое для алгоритма симуляции и всех кривых, всегда отображается в поле **Memory used** окна состояния **Transient**, так что пользователь при необходимости может предпринять что-то разумное.



Установки переходного процесса

Щелкните по кнопке Transient settings панели инструментов или выберите команду **Transient** | Settings Появится **Transient** основного меню. диалоговое окно **Settings**:



Когда симуляция запущена, временной transient диапазон окна автоматически устанавливается в заданный интервал.

- **Start**, s. Левый край окна переходного процесса.
- **Screen**, s. Размер окна переходного процесса.
- Save data before Start. Если установлено, все данные симуляции перед запуском сохраняются в памяти и доступны для отображения. Иначе данные перед запуском теряются, позволяя экономить память.
- Use current screen. Щелкните, чтобы использовать текущие установки экрана переходного процесса в качестве нового интервала симуляции. Параметры Start и Screen будут установлены согласно тем, что отображаются на текущем графике переходного процесса.

Calculation step. Максимальный расчетный шаг. Реальный шаг может быть уменьшен алгоритмом, если нужно.

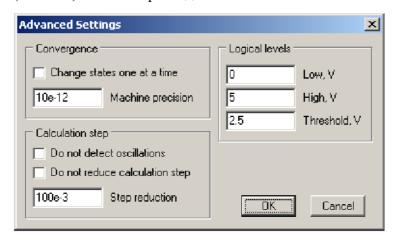
Data sampling step. Задает шаг выборки данных (сохранения) равный или отличный от расчетного шага. Эта опция не сказывается на расчетах, но только уменьшает количество сохраняемых данных.

- Same as calculation (сохранять все данные). Все расчетные данные сохраняются в памяти.
- Less than or equal to. Если установлено, будет введен максимальный шаг Если возможно, данные сохраняются с заданным шагом. Дополнительно все «критические» данные точек, такие как экстремумы (max и

min), крутые фронты, точки переключения, будут сохраняться.

• Equal to. Если установлено, шаг выборки данных будет введен. Данные будут сохраняться с постоянным шагом.

Advanced. Щелкните, чтобы открыть диалоговое окно Advanced Settings:



Convergence. Параметры, которые могут сказаться на сходимости вычислений рабочей точки по постоянному току и расчете точек переключения.

- Change states one at a time. Задает режим переключения итераций.
- Machine precision («машинный эпсилон»). Минимальная относительная разность между двумя числами с плавающей точкой, которая может быть надежно распознана.

Calculation step. Несколько опций, относящихся к шагу вычислений.

- **Do not detect oscillations**. Не отображать предупреждающее сообщение, если обнаруживаются «числовые» осцилляции.
- Do not reduce calculation step. Всегда использовать только заданный шаг вычисления.
- **Step reduction**. Задает, насколько разрешение шага в процессе обнаружения точек переключения лучше, чем расчетный шаг.

Logical levels. Эти установки применимы к логическим компонентам и некоторым моделям с логическим типом входа.

- Low, V. Низкий логический уровень. Должен быть < High.
- **High**, V. Высокий логический уровень. Должен быть > Low.
- **Threshold**, V. Логический порог: напряжение ниже порога принадлежит Low, выше High. Пороговое напряжение должно быть между Low и High.

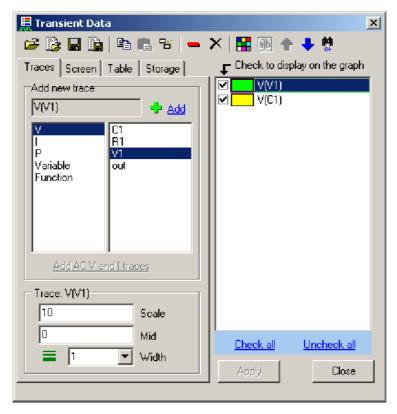


Данные переходного процесса

ПО кнопке Transient data 🖫 инструментальной панели или выберите Появится диалоговое **Transient** команду **Transient** Data. окно Диалоговое окно состоит из инструментальной панели, списка кривых и 4 страниц, используемых для следующих операций:

- **Traces**: добавляет кривые, задает индивидуальные масштаб и ширину для кривых.
- Screen: задает масштаб, линии сетки и другие опции экрана для графика.
- **Table**: конфигурирует таблицу данных.
- Storage: обслуживает хранение данных.

Этот раздел описывает команды инструментальной панели и только страницы Traces. Другие страницы описаны в разделе «Окно переходного процесса» в секциях график, таблица данных, хранение.



Список **Trace** показывает все текущие доступные кривые. Флажок показывает следующие свойства кривых, зависящие от выбранных страниц:

- **Trace** и **Screen** страницы кривая, показанная на графике.
- Страница **Table** кривая, показанная в таблице.
- Страница Storage сохранение допустимое для кривой.

Одна или больше кривых может быть выбрана из списка с помощью мышки и клавиш Ctrl и Shift. Щелкните по Check all, чтобы контролировать все кривые, Uncheck all,

чтобы отменить контроль всех кривых. Большая часть команд панели применима только к выделенным кривым. Пожалуйста заметьте, что выделенные кривые подсвечены в списке, а состояние выбранных кривых не зависит от состояния их флажков. На рисунке выше обе кривые «отмечены», но только V(V1) выбрана.

Дважды щелкните по кривой, чтобы изменить ее цвет.

Панель

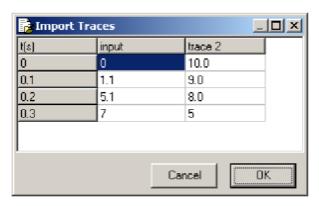
Команды кнопок инструментальной панели относятся ко всем выделенным кривым. Некоторые из этих команд также доступны через контекстные меню в окне **Transient**.

- Open file. Загружает кривые из файла данных "nlt".
- 📴 Import traces из текстового или "csv" файла. Формат файла похож на формат экспорта.

Первая колонка содержит время (в секундах), другие колонки содержат данные кривой. Первая строка — это строка заголовка: она может содержать любой текст в первой колонке, и имена кривых в других колонках. Если имя кривой состоит из символа, отличного от цифры и буквы, оно должно заключаться в кавычки. Данные и имена могут разделяться запятыми, пробелами или табуляцией. Например:

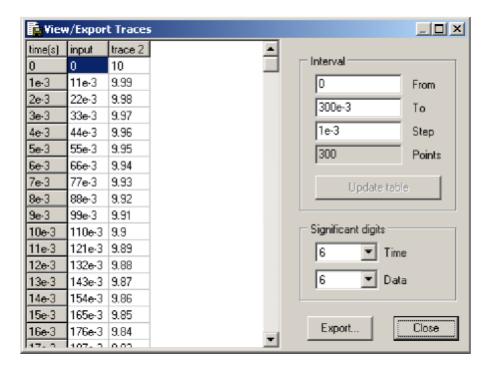
```
t(s),input,"trace 2"
0,0,10.0
0.1,1.1,9.0
0.2,5.1,8.0
0.3,7.5,7.0
```

Когда файл загружен, его содержание отображается в диалоговом окне **Import Traces** для проверки:



Щелкните по \mathbf{OK} , чтобы принять импортированный файл. Новые кривые будут созданы и показаны на графике.

- Save selected traces (сохранить выделенные кривые) в файле данных "nlt". Только выделенные кривые (подсвеченные) в списке Trace будут сохранены в файле.
- View/Export selected traces. Только выделенные кривые (подсвеченные) в списке Trace будут просматриваемыми и экспортированы в текстовый или "csv" файл. Появится диалоговое окно View/Export:



Выделенные кривые показаны как текст в таблице. Первоначально кривые показываются во временном интервале между курсорами или, если курсоры не использовались, в полноэкранном интервале. Измените значения From и То и нажмите Enter или щелкните по кнопке Update table, чтобы изменить интервал. Кривые отображаются с фиксированным временным шагом, заданным значением Step. Начальный шаг автоматически устанавливается таким, чтобы число точек было близко к значению, заданному параметром Approximate number of points страницы Transient диалогового окна Preferences. Число значащих цифр для колонок времени и данных может быть задано.

Щелкните по **Export**, чтобы сохранить таблицу в текстовом файле, как значения, разделенные запятыми.

- Copy selected traces (копировать) в буфер обмена. Только выделенные (подсвеченные) кривые в списке Trace будут копироваться в буфер обмена.
- 🖺 Paste traces (вставить) из буфера обмена. Кривая из буфера обмена будет добавлена к списку Trace.
- Duplicate selected traces. Эта операция эквивалентна Copy/Paste. Только выделенные (подсвеченные) кривые в списке Тrace будут дублироваться.
- Remove selected traces. Только выделенные (подсвеченные) в списке Trace кривые будут удалены.
- Delete all traces. Удалить все кривые.
- Select color (выделенных кривых). Должна быть выделена только одна кривая. Дважды щелкните по кривой в списке Trace для выполнения этой операции.
 - Rename trace. Только одна кривая должна быть выделена. Только кривые, загруженные из файла данных, импортированные из текстового файла или вставленые из буфера обмена могут быть переименованы. Переименование кривых Function типа меняет функцию. Появится диалоговое окно:



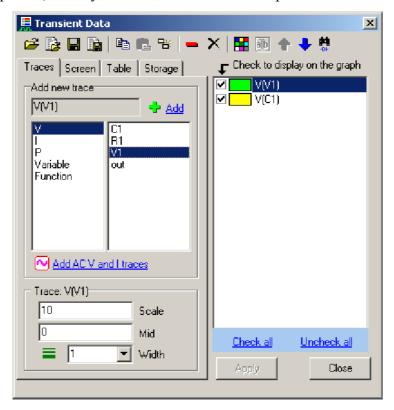


Введите новое имя кривой и щелкните по ОК.

- Move selected traces up. Эта операция меняет порядок кривых в списке, на графике и в таблице данных.
- Move selected traces down. Эта операция меняет порядок кривых в списке, на графике и в таблице данных.
- Find component. Если выделенная кривая это V, I или Р компонента, щелкните, чтобы показать компонент на схеме. Компонент будет выделен (подсвечен) и отцентрован на экране.

Графики

Страница Traces диалогового окна Transient Data используется для добавления и удаления кривых, и для установок для отдельных кривых масштаба и ширины.



Add new trace (добавить новую кривую). Выберите тип графика в списке слева:

- V напряжение.
- I ток.

- Р мощность.
- Variable схемная переменная, определенная в окне Variables.
- Function произвольная функция.

Если выбрана кривая V, I или P, список справа покажет компоненты, доступные для графика этого типа, модель компонента должна поддерживать выбранный тип. Выделите компонент и щелкните по кнопке Add или дважды щелкните по имени компонента, чтобы добавить новую кривую в список. Имя кривой состоит из буквы с последующим именем компонента в скобках:

```
V(R1), I(C2), P(L3)
```

Если выбрана кривая **Variable**, список справа покажет все переменные, доступные в схеме. Выберите переменную и щелкните по кнопке **Add** или дважды щелкните по имени переменной, чтобы добавить новый график в список. Имя кривой будет то же, что и у переменной.

Если выбрана кривая **Function**, введите функцию в окно редактирования и щелкните по кнопке **Add**, чтобы добавить новую кривую в список. Функция может состоять из арифметических операторов и функций, параметров компонентов, текущего времени переходного процесса t и **V**, **I** и **P** на компоненте:

```
sin(t*1000)*(1+cos(t*10))
V(in)/I(A1)
V(X1.V1)
sq(V(r1))/r1
```

Имя кривой — это сама функция, так что переименование кривой изменит функцию.

Графики V, I и P могут также добавляться из контекстного меню схемы и кнопками панели окна **Components**.

Могут быть установлены следующие параметры индивидуальной кривой:

- Scale. Значение кривой для половины экрана.
- Mid. Значение кривой в середине экрана.
- Width. Ширина линии в пикселях.

Выберите одну или несколько кривых в списке **Trace**, измените параметры и нажмите **Enter** или щелкните по кнопке **Apply**.

Если выделенные кривые имеют разные значения для одного параметра соответствующее поле будет оставаться чистым.

Оставьте поле чистым, чтобы сохранить индивидуальные значения неизменными или введите новое значение, чтобы применить его ко всем выбранным кривым.



Выполнение симуляции

Используйте меню команд, кнопки инструментальной панели или горячие клавиши для выполнения симуляции.

Start transient (Transient | Start, or F6).

Когда запускается анализ переходного процесса, открывается окно Transient и временной диапазон экрана устанавливается в значение, заданное в диалоговом окне Transient Settings:

Start — это левый край экрана, **Screen** — размер экрана.

Хотя симуляция всегда начинается в момент t=0, результаты будут отображаться на графике только с момента Start. В зависимости от установки флажка Save data before Start данные симуляции до старта могут игнорироваться или сохраняться в памяти, чтобы оставаться доступными для отображения позже.

Результаты переходного процесса одновременно отображаются в окне Transient. Текущее время симуляции показано в поле Simulation progress с зеленым фоном, если переходной процесс в настоящий момент выполняется, или с желтым фоном, если он приостановлен. Количество памяти, используемой для симуляции и графиков показано в поле **Memory used**.

→ • Pause transient (Transient | Pause, or Space).

Анализ переходного процесса может быть приостановлен, а затем продолжен в любое график переходного процесса достигает конца экрана, процесс приостанавливается автоматически, пока не будет нажата кнопка Continuous transient mode на инструментальной панели.

▶ • Continue transient (Transient | Continue, or F7, or Space).

Почти все операции в NL5 могут выполняться, когда запущен анализ переходного процесса. Вы можете менять масштаб графика, цвета, добавлять или удалять кривые, менть шаг симуляции, параметры компонентов, и даже редактировать схему. Изменения будут незамедлительно применяться и сказываться на симуляции переходного процесса. Если требуется ДЛЯ операции, анализ переходного процесса будет автоматически приостанавливаться, а затем сразу по окончании операции возобновляться.

Для некоторых критических операций, однако, анализ может не возобновляться или даже останавливаться.

★ • Stop transient (Transient | Stop).

Когда анализ переходного процесса остановлен, он не может быть продолжен и должен стартовать заново с самого начала.

■ • Transient Log (Transient | Log).

журнала регистрации, показываемая в диалоговом использоваться для поиска проблем. Послендяя запись сохраняется в файле схемы. При отправке файла схемы в службу поддержки (Customer Service), когда обращаетесь за помощью, пожалуйста, сохраняйте схему после симуляции, чтобы иметь последнюю запись журнала регистрации, включенной в этот файл.

Щелкните по кнопке Copy to clipboard, чтобы скопировать эту текстовую запись в буфер обмена.



• Save IC (Transient | Save IC)

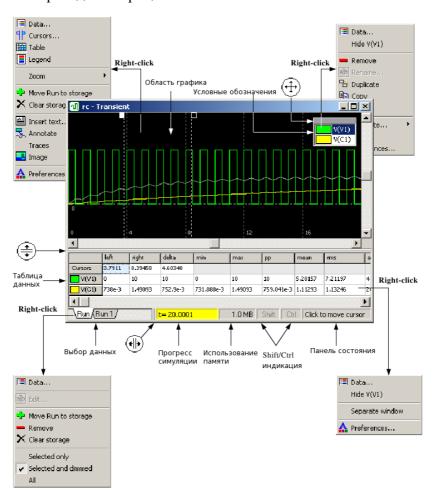
Сохраняет текущее состояние всех компонентов в их **IC** (начальные условия), если параметр IC существует для компонента. Эта функция может использоваться для сохранения состояния компонентов, когда точка периодического установившегося состояния найдена, так что следующая симуляция может стартовать уже из установившегося состояния без повторного выполнения долгого процесса симуляции в поисках этого состояния. Но заметьте, что команда **Save IC** не сохраняет фазы периодических источников, так что для точности результатов момент, когда команда выполняется, должен быть выбран правильно.

Sweep (Transient | Sweep)

Позволяет запускать серии анализов переходного процесса, когда меняется параметр компонента или переменная в заданном диапазоне, и сохранять данные анализа. «Качание» выполняется с использованием выполняемого файла команд (скрипт) и конфигурируется на странице Sweep окна Tools. См. разделы об инструментах и «качании» параметров.

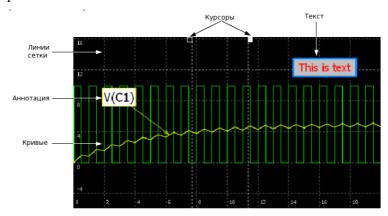
Окно переходного процесса

Типовой вид окна переходного процесса и его основных компонент показан ниже:



- **Graph** area, область графика, содержит кривые с аннотациями, курсорами и текстом.
- Legend window, условны обозначения, содержат список кривых, показанных на графике. Щелкните по серому заголовку панели окна условных обозначений и вы можете перетащить его.
- Data table, таблица данных, содержит информацию о курсоре/экране и расчетные данные кривой.
- Data selection, выбор данных, содержит закладки последних симуляций и сохраненных данных. Щелкните по закладке, чтобы выбрать Run (результаты симуляции) или сохраненные данные.
- Simulation progress, прогресс симуляции, показывает время текущей симуляции и состояние (идет/приостановлена).
- Индикатор Memory used, использование памяти, показывает количество памяти, использованной для симуляции и графика.
- Индикатор **Shift/Ctrl** подсвечен, когда клавиши Shift и/или Ctrl нажаты.
- Status bar показывает подсказку, относящуюся к текущей позиции указателя мышки и состоянию Shift/Ctrl.
- Поместите указатель мышки поверх «разделителя» (•II), затем левую нажмите клавишу мышки и перетащите разделитель, чтобы изменить области размер Storage selection (выбор области сохранения).
- Поместите указатель мышки поверх «разделителя» области (нажмите затем левую клавишу мышки и перетащите, чтобы изменить размер таблицы данных.
- Щелкните правой клавишей мышки по графику, условным обозначениям, таблице данных или области выбора данных, чтобы увидеть контекстное меню с соответствующими командами.
- Общие свойства Transient Window (окно переходного процесса), такие как цвета, шрифты и некоторые опции, могут быть настроены на страницах Graphs, Table, Annotation и Text диалогового окна Preferences. Свойства, присущие документу (схеме), могут также устанавливаться в диалоговом окне Transient Data.

Область графика и ее компоненты показаны ниже:



График

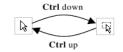
Навигация по графику может выполняться командами, доступными в контекстных меню переходного процесса, кнопками панели переходного процесса, горячими клавишами, клавишами клавиатуры и мышкой. Очень часто некоторые операции могут выполняться разными способами. Так например, масштабирование графика, zoom in/out, может быть сделано только с использованием клавиш клавиатуры, только мышкой, но и клавиатурой и мышкой вместе. Выбор пользователя, что использовать наиболее эффективно и удобно.

Есть три режима операций с графиком:

- Cursors. Перемещения курсора.
- Zoom. Масштабирование мышкой.
- Scrolling. Прокручивание графика.

Режим может выбираться щелчком кнопки на панели переходного процесса. Также есть быстрые способы переключения из режима **Cursors** в **Zoom** и **Scrolling**:

• Нажмите и удержите клавишу **Ctrl**, щелкните и перетащите мышкой, чтобы масштабировать график. Отпустите клавишу **Ctrl**, чтобы вернуться в режим **Cursors**:



• Нажмите и удержите клавишу **Shift**, щелкните и перетащите мышкой, чтобы прокрутить график. Отпустите клавишу **Shift**, чтобы вернуться в режим **Cursors**:



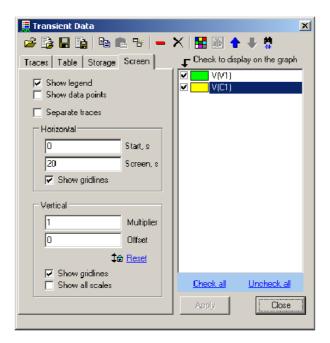
Кривые появляются на графике со своими индивидуальными масштабом, шириной и цветом, определенными на странице **Traces** диалогового окна **Transient Data**. Когда выполняется масштабирование графика, не происходит изменение масштаба отдельных кривых. Вместо этого меняются параметры экрана **Multiplier** и **Offset**, которые применяются ко всем кривым.

Масштаб выделенной кривой показан на графике. Если выделенная кривая меняется, разметка осей и линии сетки могут тоже измениться.

Плотность линий сетки выбирается автоматически, так что последняя значащая цифра шага — 1, 2 или 5 и дистанция между линиями сетки приблизительно равны значению, заданному на странице **Graphs** диалогового окна **Preferences**, как **Gridlines interval** в пикселях.

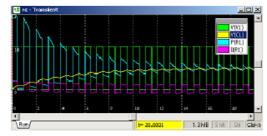
Масштабы, линии сетки и некоторые другие опции графика можно изменить на странице Screen диалогового окна Transient Data:



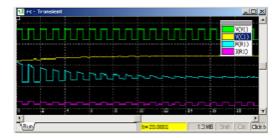


- Show legend. Выберите, чтобы показать окно условных обозначений. Также используйте кнопку Legend _{пр} на инструментальной панели или контекстное меню команд.
- Show data points. Выберите, чтобы маркировать точки рассчитанных данных по всей кривой в виде маленьких квадратиков. Эта опция может быть полезна при отладке и выборе шага вычислений.
- Separate traces. Также используйте кнопку разделения кривых Separate traces или нажмите **Tab** в окне переходного процесса. Кривые будут разделены вертикально, что помогает различить похожие кривые.

Горизонтальные линии сетки используются для деления кривых, а вертикальные отображаются. Когда график масштабируется мышкой, горизонтальное масштабирование будет работать для разделенных кривых.







Separated traces

- Horizontal. Устанавливает горизонтальную шкалу и линии сетки.
- **Start**. Время у левого края экрана.
- Screen. Время/экран.
- Show gridlines. Выберите, чтобы показать линии сетки.

- Vertical. Устанавливает вертикальную шкалу и линии сетки.
- Multiplier. Множитель шкалы экрана, применяется ко всем кривым.
- Offset. Рамка экрана, применяется ко всем кривым.
- **‡ Reset**. Сбрасывает вертикальный множитель в 1, а рамку в 0.
 - Show gridlines. Выделите, чтобы показать линии сетки.
 - Show all scales. Показать шкалы для всех кривых в цвете кривых.

Условные обозначения

Окно Legend содержит список кривых, показанных на графике.

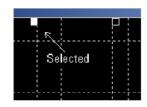
• Чтобы показать/скрыть условные обозначения, щелкните на инструментальном меню по кнопке Legend ☐ , или команду контекстного меню, или используйте флажок Show legend на странице Screen окна Transient Data.



- Щелкните по кривой, чтобы выбрать ее. Выделенная кривая будет показана поверх всех кривых.
- Дважды щелкните по кривой, чтобы выделить ее и открыть диалоговое окно **Transient Data**.
- Щелкните правой клавишей мышки по кривой, чтобы выделить ее и открыть контекстное меню. Меню будет содержать некоторые общие команды и команды, относящиеся к выбранной кривой.
- Щелкните на сером заголовке панели условных обозначений и перетащите окно.
- Размер шрифта условных обозначений может быть выбран на странице **Graphs** диалогового окна **Preferences**.

Курсоры

Курсоры используются чаще для выделения временного интервала на графике для расчета **Data table**. Выделенный (активный) курсор показан с цветным квадратиком сверху. Чтобы показать/скрыть (enable/disable) курсоры, щелкните по кнопке инструментальной панели Show/hide



Выберите режим **Cursors**(▷), чтобы перемещать курсор по графику.

- Дважды щелкните по графику, чтобы установить оба курсора в одну точку. Этим также активизируются курсоры, если они были выключены.
- Щелкните по графику, чтобы переместить ближайший курсор в эту точку.
- Щелкните и переместитесь, чтобы выделить и передвинуть курсор.

Чтобы поместить курсор в заданное место и для других опций, щелкните правой клавишей мышки по графику и выберите команду **Cursors** челиз контекстного

NL5 circuit simulator

меню. Появится диалоговое окно Cursors:



- **Show**. Установите флажок, чтобы показывать (enable) курсоры.
- Left, Right. Введите новое место расположения курсора, нажмите Enter, чтобы принять его.
- Lock position. Закрепляет курсоры в текущей позиции, так что курсоры не могут перемещаться.
- Lock interval. Сохраняет текущий интервал между курсорами. Если один курсор будет передвинут, второй автоматически последует за ним, сохраняя заданный интервал.

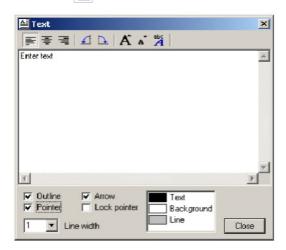
Следующие кнопки инструментальной панели можно использовать для перемещений курсоров:

- Right maximum. Переместить выбранный курсор к ближайшему справа максимуму выделенной кривой.
- Left maximum. Переместить выбранный курсор к ближайшему слева максимуму выделенной кривой.
- Right minimum. Переместить выбранный курсор к ближайшему справа минимуму выделенной кривой.
- abla Left minimum. Переместить выбранный курсор к ближайшему слева минимуму выделенной кривой.
- **Maximums.** Переместить один курсор к ближайшему справа максимуму, а другой к ближайшему слева максимуму выделенной кривой.
- Minimums. Переместить один курсор к ближайшему справа минимуму, а другой к ближайшему слева минимуму выделенной кривой.



Текст

Чтобы добавить текст к графике, щелкните правой клавишей мышки по графику и выберите команду Insert Text в контекстном меню. Появится диалоговое окно:



Введите текст в окно. Текст незамедлительно появится на графике:



Текст можно форматировать, используя кнопки панели и управление:

Alignment. Выравнивание в многострочном тексте.

- Align left. Выравнивание по левому краю.
- \equiv Align right. Выравнивание по правому краю.

Orientation. Изменение ориентации текста.

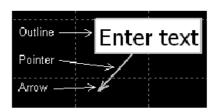
- Rotate left. Поворот влево.
- Rotate right. Поворот вправо.

Font. Изменение размера шрифта или выбор особого типа шрифта и опций.

- A Larger font. Увеличить шрифт.
- ▲ Smaller font. Уменьшить шрифт.
- $\overset{\mathtt{abc}}{\mathbf{A}}$ **Select font.** Выбрать шрифт.

Опции окантовки и указателя.

- Outline. Рисует прямоугольник окантовки.
- **Pointer**. Рисует линию указателя от текста к заданной точке.
- Arrow. Рисует линию указателя со стрелкой.
- Lock pointer. Прикрепляет конец указателя даже если текст будет перемещаться,



указатель перемещаться не будет.

- Line width. Задет ширину линии рамки и указателя.
- Color. Двойной щелчок по пункту в списке позволяет изменить цвет.

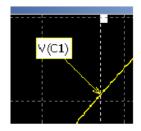
Если график масштабировался или прокручивался, текст остается на том же месте, «заякоренный» в левом верхнем углу окна графика. Чтобы переместить текст, щелкните по тексту и перетащите его. Если указатель закреплен, переместится только текст. Чтобы переместить только указатель, щелкните по концу указателя и перетащите его.

Чтобы отредактировать текст, дважды щелкните по тексту или щелкните правой клавишей мышки по тексту и выберите команду **Edit text** из контекстного меню. Появится такое же диалоговое окно.

Аннотации

Аннотации — это текст с указателем, который всегда указывает на ту же точку данных кривой, даже когда график масштабируется или прокручивается. Аннотации принадлежат кривой, так что, если кривая удаляется, все аннотации к ней тоже удаляются. Аннотации также удаляются, если данные кривой очищаются (cleared). Например, если аннотация добавлена к графику симуляции (**Run**), и запускается новая симуляция, аннотация исчезнет, поскольку данные графика очищаются при новом запуске симуляции.

Чтобы добавить аннотацию, установите активный курсор на точку времени, где нужна аннотация, щелкните правой клавишей мышки по графику, выберите **Annotate**, затем выберите команду **Selected trace** или **All traces**. Эти же кнопки доступны на панели **Transient**. Аннотация будет добавлена только в том случае, когда данные кривой существуют в момент, указываемый курсором. Если курсоры выключены, аннотация будет добавлена приблизительно в месте 1/3 экрана.



Шрифт примечания, цвета, значащие цифры числа и некоторые другие свойства могут быть заданы на странице **Annotation** диалога **Properties**. Чтобы изменить текст аннотации и какие-то свойства аннотации, дважды щелкните или щелкните правой клавишей мышки по ней, выберите команду **Edit annotation** из контекстного меню, внесите изменения в появившемся диалоговом окне **Annotate**.





Введите текст в окно. Текст сразу отображается в аннотации. Следующие опции и команды форматирования доступны здесь:

- **Name**. Отображает имя графика в тексте.
- **Time**. Отображает время аннотации в тексте.
- **Value**. Отображает значение кривой (амплитуды) в тексте.

Alignment. Задает выравнивание многострочного текста.

- • Align left.
- • Align right.

Orientation. Меняет ориентацию текста.

 Rotate left. Rotate right.

Apply to all annotations. Выберите, если хотите, чтобы все установки были сделаны для всех аннотаций графика.

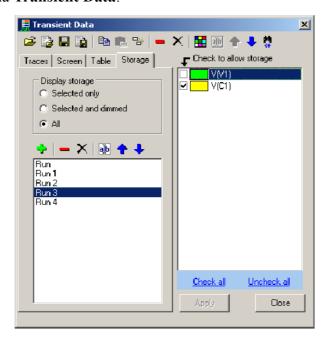
Чтобы переместить текст аннотации с сохранением привязки указателя к той же точке графика, щелкните по тексту аннотации и перетащите его. Чтобы переместить указатель, щелкните по концу указателя и перетащите его. Указатель изменит время, все еще следуя амплитуде графика. Текст аннотации будет перемещен с указателем.

Чтобы удалить аннотацию, щелкните правой клавишей мышки по аннотации и выберите команду **Delete annotation** из контекстного меню. Чтобы удалить все аннотации, щелкните правой клавишей мышки по графику, выберите Delete all. Annotate, затем выберите команду

Storage (накопитель, хранилище)

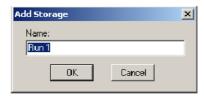
Результаты последнего запуска симуляции всегда показаны на закладке **Run** окна **Transient**. Данные последнего запуска могут быть перемещены «на склад», так что их можно сравнивать с другими запусками симуляции. Каждое сохранение данных имеет закладку в области **Data selection** (выбор данных), предназначенную для него. Сохраненные данные могут выбираться щелчком по закладке. Они принадлежат кривой, так что, если она удалена, сохраненные данные будут тоже удалены.

Для доступа к командам, относящимся к сохранению данных, щелкните правой клавишей мышки по графику или области **Data selection**, затем выберите команду из контекстного меню. Список доступных сохраненных данных, команд, относящихся к хранению и отображению выбора из хранилища можно найти на странице **Storage** диалогового окна **Transient Data**:



💠 • Move Run to storage. Поместить текущие данные симуляции в хранилище. Появится диалоговое окно





Введите новое имя или оставьте предложенное по умолчанию и щелкните по **ОК**. Будет создана новая закладка с именем **Storage** в области **Data selection** окна **Transient**.

- Remove (выделенное хранилище). Даные последнего запуска (Run) могут быть удалены.
- Clear storage. Удаление всех данных хранилища.
- Rename (выдленный запуск). Появится диалоговое окне Rename:

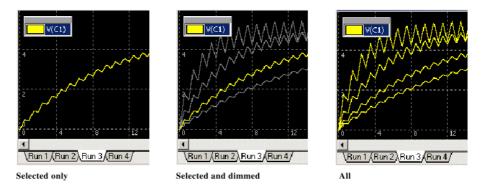


Введите новое имя и щелкните по ОК.

- Move selected up.
- Move selected down.

Display storage (отображение Storage).

- Selected only. Только выделенные данные отображаются на графике.
- Selected and dimmed. Выделенные данные отображаются с нормальным цветом кривой, а другие данные отображаются с пониженной цветностью, заданной на странице Graphs окна Preferences.
- **All**. Все данные отображаются с нормальными цветам кривых. Пример:

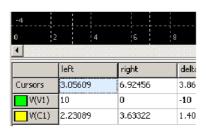


Когда страница Storage выбрана, флажки в списке кривых задают те, для которых позволено сохранение.

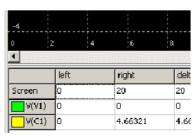


Таблица данных

Таблица данных показывает позицию курсора, значения кривой и некоторые характеристики кривых, рассчитанных между курсорами, такие как: значение, максимум, минимум, RMS значения и т.д. Если курсоры выключены, таблица показывает данные левого и правого краев экрана и значения, рассчитанные между левым и правым краями экрана:



Курсоры включены, активный курсор подсвечен



Курсоры выключены, размер экрана = 20

- Чтобы показать/спрятать **Data table**, щелкните по кнопке панели **ED Table** или щелкните правой клавишей мышки по графику и выберите команду **Table** из контекстного меню.
- Щелкните по строке кривой для ее выбора. Выделенная кривая будет показана поверх всех других.
- Дважды щелкните по таблице, чтобы открыть диалоговое окно **Transient Data**.
- Щелкните правой клавишей мышки, чтобы открыть контекстное меню. Меню будет содержать некоторые общие команды и команды, относящиеся к выделенной кривой.
- Цвета, шрифты и количество значащих цифр, используемые в таблице, могут задаваться на странице **Table** диалогового окна **Preferences**.

Таблица может отображаться внизу окна **Transient** или как отдельное окно: щелкните правой клавишей мышки по таблице и выберите команду **Separate window**:



Таблица в окне Transient

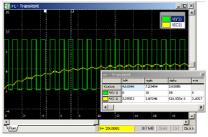
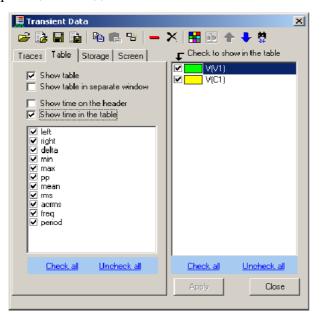


Таблица в отдельном окне



Значения, показанные в таблице, с тем же успехом, что и другие опции таблицы, могут выбираться на странице Table диалогового окна Transient Data:



- Show table. Выберите, чтобы отображать таблицу.
- Show table in separate window. Если выбрано, таблица будет отображена в отдельном окне.
- Show time on the header. Если выбрано, позиция курсоров будет показана в заголовке строки в левой, правой и дельта колонках.



Show time in the table. Если выбрано, позиции курсоров будут показаны в отдельных строках.

	left	right	delta
Cursors	3.67505	6.46035	2.7853
V(V1)	0	10	10
V(C1)	2.79145	3.90708	1.11563

- Table values. Выберите значения для отображения в таблице:
 - **left** значение кривой под левым курсором.
 - **right** значение кривой под правым курсором.
 - **delta** правое значение минус левое.
 - **min** минимум кривой между курсорами.
 - **тах** максимум кривой между курсорами.
 - рр значение кривой от пика до пика между курсорами.
 - **mean** среднее значение кривой между курсорами.
 - rms RMS (среднеквадратичное) значение кривой между кривыми.
 - acrms AC RMS значение кривой между курсорами: RMS вычисляется на кривой с вычетом среднего значения.
 - freq вычисленная частота сигнала между курсорами. Частота вычисляется на основании количества и интервалов между точками, где кривая пересекает

средний уровень.

period — 1 / freq.

Когда страница **Table** выбрана, флажки в списке кривых задают те, что будут показаны в таблице.

Прокручивание и масштабирование

Чтобы прокрутить график, используйте следующие методы:

- Переместите указатель мышки к левому или правому краю графика. Указатель мышки примет вид «большой стрелки». Щелкните или удержите левую клавишу мышки, чтобы прокрутить график.
- Режим Cursors, : удержите клавишу Shift, затем щелкните и перетащите график.
- Режим **Scrolling** : щелкните и перетащите график.
- Удержите клавишу **CTRL** и поверните колесико мышки, чтобы прокрутить горизонтально.
- Удержите клавишу **Shift** и поверните колесико мышки, чтобы прокрутить вертикально.
- Нажмите клавиши **Right** и **Left** (курсорная панель клавиатуры).
- Нажмите клавишу **End**, чтобы отцентровать кривые (установить в середине экрана).
- Нажмите **Ctrl-End**, чтобы отцентровать конец кривых.
- Нажмите **Shift-End**, чтобы отцентровать середину кривых.
- Режим Zoom 🖫: дважды щелкните по графику, чтобы отцентровать эту точку.

Чтобы масштабировать график, используйте любой из следующих методов:

- Поверните колесико мышки, чтобы масштабировать горизонтально.
- Удержите клавиши **Ctrl** и **Shift** и поверните колесико мышки, чтобы масштабировать вертикально.
- Щелкните кнопку инструментальной панели, или используйте горячие клавиши, или щелкните правой клавишей мышки по графику, выберите **Zoom**, затем выберите команду:



- ↔ Horizontal Zoom-in (Ctrl-PgUp). Горизонтальное увеличение.
- ₩ Horizontal Zoom-out (Ctrl-PgDo). Горизонтальное уменьшение.
- ← Fit the screen horizontal (Ctrl-Home). Заполнить экран по горизонтали.
- Fit cursors to screen. Курсоры привести к экрану.
- \updownarrow Vertical Zoom-in (PgUp). Вертикальное увеличение.
- ★ Vertical Zoom-out (PgDo). Вертикальное уменьшение.
- 🛊 Fit the screen vertical (Home). Заполнить экран по вертикали.
- Fit the screen (Shift-Home). Заполнить экран.
- ‡а Reset vertical scale (set Multiplier=1, Offset=0). Сбросить вертикальную шкалу.
- o Zoom-in (Shift-PgUp). Увеличить.
- o Zoom-out (Shift-PgDo). Уменьшить.

Чтобы масштабировать выделенную область:

- **Zoom** : щелкните и растащите выделенную область.
- Cursors удержите клавишу Ctrl, затем щелкните и растащите Режим выделенную область.

Выделение области экрана зависит от того, как указатель мышки перемещается относительно начальной точки.

Если указатель мышки перемещается только вверх или вниз, будут показаны две горизонтальные линии, а когда левая клавиша мышки будет отпущена, выделенная область увеличится по вертикали.



Если указатель мышки движется только влево и вправо, будут показаны две вертикальные линии, а когда левая клавиша мышки будет отпущена, выделенная область увеличится по горизонтали.



Если указатель мышки движется диагонально, будет показан прямоугольник, а когда левая клавиша будет отпущена, выделенная область увеличится до заполнения экрана.



Чтобы отменить и вернуть прокручивание и масштабирование, щелкните кнопки инструментальной панели:

- Undo scrolling or zooming.
- Redo scrolling or zooming.

Команды переходного процесса

Следующие команды, кнопки и горячие клавиши доступны в основном меню, на инструментальной панели и в контекстном меню переходного процесса.

- Open/Show transient window (F5). Открыть/показать окно переходного процесса.
- 🏋 Transient Settings. Открыть диалоговое окно Transient Settings.
- Transient Data. Открыть диалоговое окно Transient Data.
- 🤡 Continuous transient mode. Режим непрерывного анализа.
- Start (F6). Начать анализ.
- ➡ Pause (Space). Приостановить анализ.
- Continue (F7, Space). Продолжить анализ.
- ★ Stop. Остановить анализ.
- Log. Показать запись журнала анализа.
- Sweep.
- Save IC.
- A Preferences. Открыть диалоговое окно Preferences.

Инструментальная панель и некоторые контекстные меню:

- Cursors режим.
- Zoom режим.
- Scrolling режим.
- ↔ Horizontal Zoom-in (Ctrl-PgUp). Горизонтальное увеличение.
- ** Horizontal Zoom-out (Ctrl-PgDo). Горизонтальное уменьшение.
- Fit the screen horizontal (Ctrl-Home). Горизонтальное заполнение экрана.
- Fit cursors to screen. Курсоры во весь экран.
- \updownarrow Vertical Zoom-in (PgUp). Вертикальное увеличение.
- \clubsuit Vertical Zoom-out (PgDo). Вертикальное уменьшение.
- **♦** Fit the screen vertical (Home). Заполнение экрана по вертикали.
- Fit the screen (Shift-Home). Заполнение экрана.
- ‡а Reset vertical scale (set Multiplier=1, Offset=0). Сброс вертикальной шкалы.
- 🗠 Undo scale (Backspace). Отменить изменение шкалы.
- 🗪 Redo scale. Вернуть изменение шкалы.
- ¶ Show/hide Cursors. (показать/скрыть курсоры).
- Show/hide Data Table. (показать/скрыть таблицу данных).
- Show/hide Legend. (показать/скрыть условные обозначения).
- 🧱 Separate traces. (разделить кривые).
- 📩 Right maximum. Переместить выделенный курсор к ближайшему правому максимуму выделенной кривой.
- ↓ Left maximum. Переместить выделенный курсор к ближайшему левому максимуму выделенной кривой.
- 🧦 Left minimum. Переместить выделенный курсор к ближайшему левому минимуму выделенной кривой.
- Maximums. Переместить один курсор к ближайшему правому максимуму, а другой к ближайшему левому максимуму выделенной кривой.
- Minimums. Переместить один курсор к ближайшему правому минимуму, а другой к ближайшему левому минимуму выделенной кривой.

Команды окна графика (контекстное меню):

- Открыть диалоговое окно Cursors
 - Traces ▶ (Команды применяются ко всем кривым, отображенным на графике)

 - 🔁 о Import (импортировать) кривые из текстового или "csv" файла.
 - ○ Save (сохранить) кривые в файле данных "nlt".
 - № View/Export. Показать кривые, как текст и сохранить в текстовом или "csv" файле.
 - 🖺 о Сору (копировать) кривые в буфер обмена.
 - Раste (вставить) кривые из буфера обмена.
- Image ► (изображение)
 - 🖺 о Copy to clipboard. Копировать изображение переходного процесса в буфер обмена.
 - вмР о Save as BMP. Сохранить изображение окна переходного процесса в файле ВМР формата.
 - ЈРС \circ Save as JPG. Сохранить изображение окна переходного процесса в файле JPG формата.

Режим отображения хранилища.

Storage commands:

- 🕂 Move Run to storage. Перенести результат (Run) в хранилище.
- Remove (удалить) выбранное хранилище.
- Clear storage. Очистить хранилище.
- Rename (переименовать) выбранное хранилище.
 - Selected only
 Selected and dimmed
 (только выделенные)
 (выделенные и тусклые)
 - All J (BCE)

Annotation commands: (команды примечаний)

- 🧸 Annotate selected trace. (аннотировать выделенные кривые)
- Annotate all traces. (аннотировать все кривые)
- • Edit annotation. (редактировать примечание)
- Delete annotation. (удалить примечание)
- × Delete all. (удалить все)

Text commands:

- • Insert text (вставить текст) в график.
- • Edit text. (редактировать текст)
- 🔀 Delete text. (удалить текст)

Data table commands:

- Hide trace name: не указывать кривые в Data table (таблица данных).
- **Separate window.** Показать таблицу данных в окне переходного процесса или как отдельное окно.

Legend commands:

- Hide trace name: не указывать кривые на графике.
- Remove selected trace. (удалить выделенные кривые)
- Rename selected trace. (переименовать выделенные кривые)
- 🕆 **Duplicate** selected trace. (дублировать выделенные кривые)
- e Copy selected trace to clipboard. (копировать выделенные кривые в буфер обмена)
- Paste traces from clipboard. (вставить кривые из буфера обмена)
- 🚦 Find component: только V, I и Р кривые. Щелкните, чтобы показать компонент на схеме.

Keyboard keys and shortcuts

Можно использовать следующие клавиши клавиатуры и горячие клавиши:

- Space. Приостанавливает или продолжает анализ переходного процесса.
- Tab. Разделяет кривые.
- Left, Right. Прокручивает график.
- Up, Down. Выбор кривых.
- End. Центрирует начало кривых (устанавливает в центр экрана).
- Ctrl-End. Центрирует конец кривых.
- Shift-End. Центрирует середину кривых.
- Shift-PgUp. Увеличить.
- Shift-PgDo. Уменьшить.

Mouse operation

Можно использовать следующие операции с мышкой.

- Right-click. Открывает контекстное меню.
- Mouse-wheel. Горизонтальное увеличение/уменьшение.
- Ctrl-mouse wheel. Прокручивание по горизонтали.
- Shift-mouse wheel. Прокручивание по вертикали.
- Ctrl-Shift-mouse-wheel. Вертикальное увеличение/уменьшение.

Cursors mode 🔓 : (режим Cursors)

- Click (left button). Если курсоры включены, переместить ближайший курсор.
- · Click and drag.
 - o On annotation: (на примечании) переместить текст аннотации или указатель.
 - o On text: (на тексте) переместить текст или указатель.
 - o Otherwise: (иначе) переместить курсор.
- · Double-click.
 - o On annotation: (на примечании) редактировать примечание.
 - o On text: (на тексте) редактировать текст.
 - o Otherwise: (иначе) показать курсоры, переместить оба курсора.

Zoom mode □ : (режим Zoom)

- Click and drag. Выделить и изменить (масштабировать).
- Double-click. Центрировать экран.

Scrolling mode (1) : (режим Scrolling)

- Click and drag. Прокрутить график.
- Double-click. Центрировать экран.



Инструменты переходного процесса

Transient Tools часто дают еще один путь к представлению результатов симуляции. Инструменты доступны только тогда, когда открыто окно Transient. Если окно закрыто, все инструменты окна тоже «закрыты». Чтобы открыть их перейдите в Transient | Tools и выберите строку с требуемым инструментом.

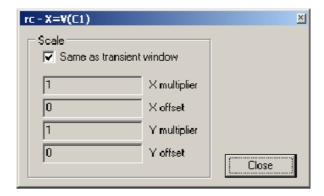
Следующие инструменты доступны в настоящее время:

- XY diagram
- Histogram
- FFT
- Eye diagram
- Markers

XY diagram

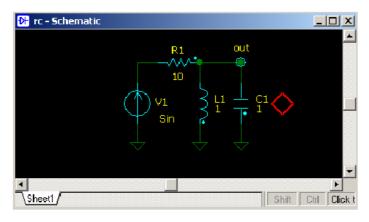
XY diagram показывает все кривые, как функцию выделенной кривой. Имя выделенной кривой (ось X) показано в строке заголовка. Диаграмма показывает кривые только между курсорами (или на экране, если курсоры выключены).

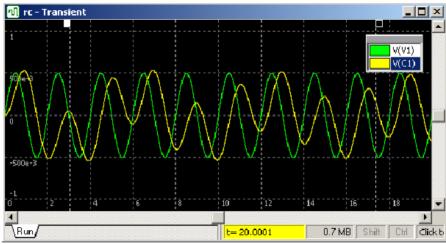
- Щелкните правой клавишей мышки по окну, чтобы получить соответствующие команды.
- Дважды щелкните по окну, чтобы открыть диалоговое окно Configuration:

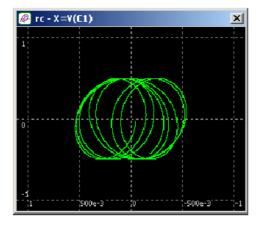


По умолчанию оси Х и У диаграммы имеют шкалы те же, что вертикальная шкала экрана переходного процесса. Снимите флажок Same as transient window и введите нужные множители и сдвиг (offsets) для осей.

Пример: схема, анализ переходного процесса и XY diagram.





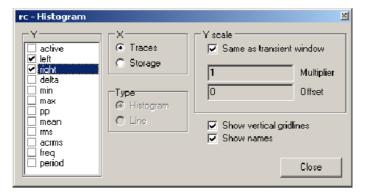




Histogram

Гистограмма представляет значения кривой и некоторые ее расчетные характеристики, полученные между курсорами (или с экрана, если курсоры выключены), в графическом формате. Гистограмма может также показать «поперечное сечение» кривых или сохраненных данных.

- Щелкните правой клавишей по окну, чтобы получить соответствующие команды.
- > Дважды щелкните по окну, чтобы открыть диалоговое окно Configuration:

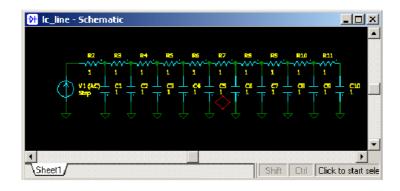


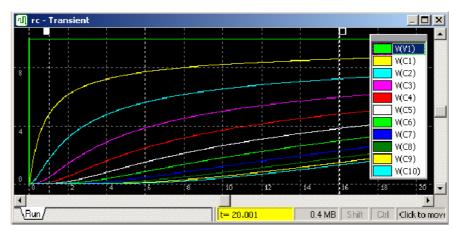
- > Y values. Выберите переменные, отображаемые по оси Y. «Активный (Active)» это выделенный в настоящий момент курсор (левый или правый). Другие значения похожи на то, что отображено в таблице данных (Data table) переходного процесса.
- **Х**. Выбирает режим гистограммы: что будет показано по оси X.
 - **Traces**. Показывает «поперечное сечение» всех кривых, отображаемых сейчас на графике.
 - **Storage**. Показывает «поперечное сечение» **Storage** для всех кривых, отображаемых сейчас на графике.
- > Type. Выбирает тип гистограммы для режима Storage:
 - · Histogram.
 - Line.
- > Y scale. По умолчанию шкала Y гистограммы та же, что и у вертикальной оси экрана переходного процесса. Снимите флажок Same as transient window, чтобы ввести Multiplier и Offset.
 - Show vertical gridlines. Установите, чтобы отображать вертикальные линии сетки, разделяющие данные гистограммы.
 - Show names. Установите, чтобы отображать имена кривых или Storage на оси X.

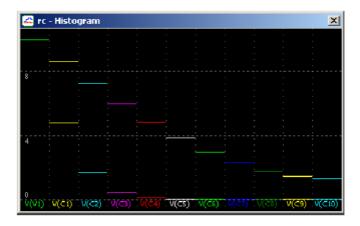
Режим **Traces** или «поперечное сечение кривых» могут использоваться для отображения «пространственного» распространения сигнала по схеме. Следующий пример показывает моделирование теплопроводности стержня, использующее



электрические аналогии. RC цепь моделирует одномерный стержень с источником температуры (V1), приложенным к одному концу. Кривые показывают температуру на некотором расстоянии от этого конца. Когда температура меняется по шагам, температурный фронт распространяется по стержню. Гистограмма показывает распределение температуры по стержню от t=1 (левый курсор) до t=16 (правый курсор).

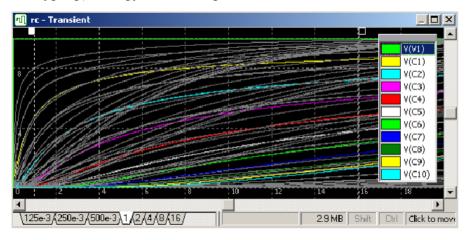


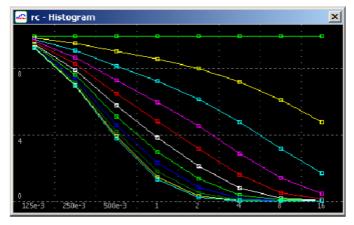






Режим Storage или «поперечное сечение Storage» может быть использован, чтобы показать, как значения кривых в какое-то время зависят от параметров схемы. Следующий пример показывает моделирование предыдущей схемы с сопротивлением (эквивалентным теплопроводности), меняющимся от 0.125 до 16 с шагом X2, использующее анализ переходного процесса «качания». Каждый запуск запоминается в Storage. Ось X гистограммы — данные Storage (то есть, сопротивление). Линии разного цвета показывают температуру на некотором расстоянии от конца при t=16 (активный курсор), как функцию сопротивления.



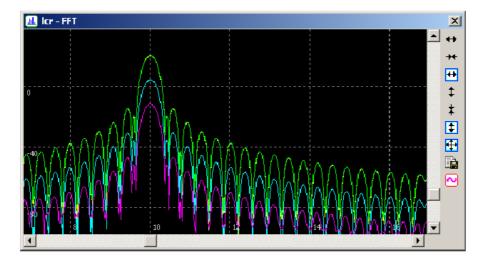


Можно заметить, что «поперечное сечение» гистограммы Storage при R=1 то же, что верхняя линия гистограммы Trace, показанной в предыдущем примере.

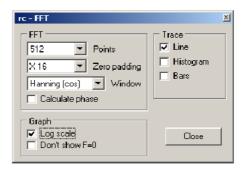


FFT

FFT (Fast Fourier Transform, быстрое преобразование Фурье) вычисляется только между курсорами (или по экрану, если курсоры выключены) для всех кривых, отображенных на графике. График FFT не показывает фазу.



- Щелкните правой клавишей мышки по окну, чтобы получить соответствующие команды.
- Колесико мышки с Ctrl и Shift может использоваться для прокрутки и масштабирования изображения, в точности, как в окне переходного процесса.
- Двойной щелчок по окну открывает диалоговое окно Configuration:

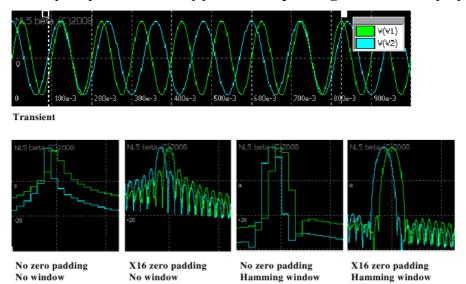


FFT.

- **Points**. Количество точек FFT **256...65536** (2⁸...2¹⁶).
- Zero padding. Добавляет нули между образцами переходных процессов. Может быть от **None** до **X16**. Дополнение нулями (zero padding) — это стандартная техника для улучшения спектрального разрешения и предупреждения наложения.
- Window. Кадрирование (windowing) это стандартная техника для уменьшения эффектов просачивания и улучшения спектрального разрешения. 10 окон (включая прямоугольник) в настоящий момент доступно.

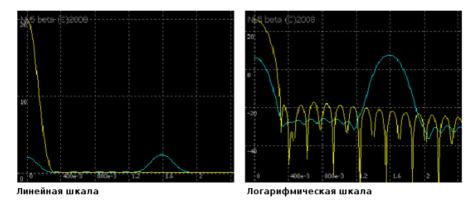
• Calculate phase. Хотя фаза не имеет особого значения для FFT и не отображается на графике, она может быть рассчитана и отображена в окне AC (см. «Показать в окне AC»).

Следующий пример показывает эффекты Zero padding и Window на результатах FFT:



> Graph.

• Log scale. Если выбрано, амплитуда показана в ДБ.

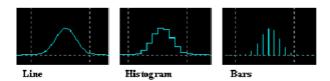


• **Don't show F=0**. Если выбрано, точка нуля частоты не отображается на графике. Выбирайте эту опцию, если вас не интересует DC компонента сигнала (постоянная составляющая).

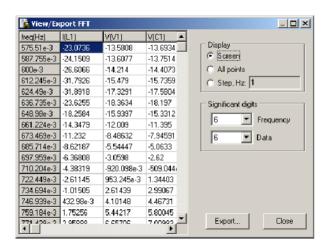


Trace.

- Line. Показывает прямую линию между точками.
- **Histogram**. Показывает гистограмма-подобные кривые.
- **Bars**. Показывает вертикальные линии от нуля к точке кривой. Не доступно, когда шкала логарифмическая.



- Horizontal Zoom-in. (горизонтальное увеличение)
- Horizontal Zoom-out. (горизонтальное уменьшение)
- Fit the screen horizontal. (заполнить экран по горизонтали)
- Vertical Zoom-out. (вертикальное уменьшение)
- 🛊 Fit the screen vertical. (заполнить экран по вертикали)
- Fit the screen. (заполнить экран)
- View/Export. Смотреть FFT данные в текстовой таблице, экспортировать в текстовый или
 "csv" файл. Появится View/Export диалоговое окно:



Текстовая таблица показывает амплитуду всех FFT кривых. Выберите режим **Display**, чтобы показать:

- **Screen**. Показывает точки в диапазоне частот, видимые только на экране.
- > All points. Показывает все рассчитанные FFT точки.
- > **Step**, Hz. Показывает точки с заданным шагом по частоте. Этот режим может быть использован, чтобы увидеть только гармоники заданной частоты.

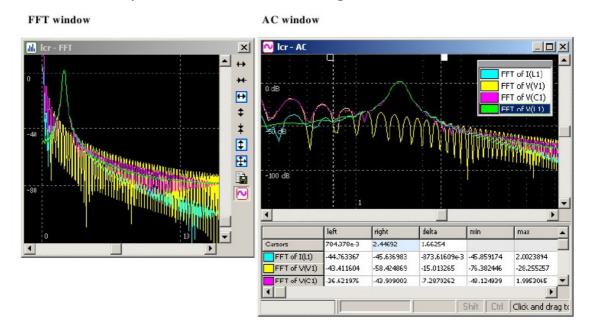
Задайте Significant digits (значащие цифры) для колонок Frequency и Data таблицы.

Щелкните по **Export**, чтобы экспортировать таблицу в текстовый или «csv» файл.



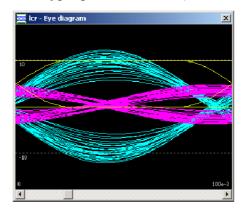
Show in AC window.

Если выбрано, FFT кривые будут показаны в AC окне, как и в окне FFT. Имена кривых будут «FFT имя кривой». Если опция не выбрана, FFT кривые будут разделены в AC окне. Если окно FFT закрывается с выбранной опцией, кривые не будут удалены. Работа с AC кривыми в окне AC позволяет удобно масштабировать и прокручивать, использовать курсор и **Data table**, и также посмотреть фазу. FFT кривые могут дублироваться в окно AC, чтобы использовать их, как ссылки на будущие FFT анализы. Пожалуйста отметьте, что FFT **Storage** не показан в окне AC.



Eye diagram

Используется для анализа неустойчивости частоты периодических сигналов и их искажения. Хотя это больше применимо к телекоммуникационным и цифровым процессам, оно может быть полезно и для аналоговой электроники. Окно индикаторной диаграммы похоже на окно осциллографа, постоянно меняющееся с заданным интервалом переключения. Диаграмма показывает кривые только между курсорами (или экран, если курсоры выключены).



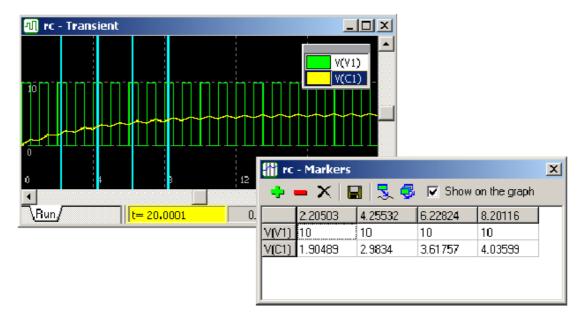
- Щелкните правой клавишей мышки по окну, чтобы получить соответствующие команды.
- > Дважды щелкните по окну, чтобы открыть диалоговое окно Configuration:



- > **Interval**, s. Ширина (период дискретности) диаграммы.
- > По умолчанию шкала Y диаграммы та же, что вертикальная шкала на экране переходного процесса. Снимите флажок **Same as transient window**, чтобы ввести Multiplier и Offset шкалы Y.
 - Используйте горизонтальную полосу прокрутки, чтобы изменить фазу дискретности.

Маркеры

Инструмент маркеров поддерживает удобный способ отслеживания амплитуд кривых в заданных точках. В отличие от курсоров, маркеры всегда остаются в заданном положении. Количество маркеров не ограничено. Ниже вы можете видеть 4 маркера, показанных на графике переходного процесса, с амплитудами кривых, отображаемыми в таблице **Markers table**.

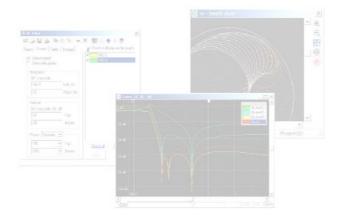


NL5 circuit simulator

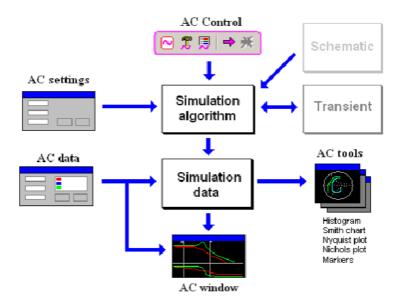
- Markers table состоит из кривых, изображенных на графике.
- 🕂 Add (добавить) новый маркер. Время маркера это время выбранного курсора.
- Remove (удалить) маркер из таблицы. Выберите (щелчком) любую ячейку в таблице, которая
 принадлежит колонке маркера, затем щелкните по кнопке. На примере ниже, первый
 маркер (t=2.20503) будет удален.
- × Delete (удалить) все маркеры.
- 🖩 Export (экспортировать) таблицу маркеров в текстовый или "csv" файл.
- 🛼 Annotate (аннотировать) выделенные кривые на позициях маркеров графика переходного процесса.
- 🕏 Annotate all traces (все кривые) на позициях маркеров графика переходного процесса.
 - Show on the graph. Выберите, чтобы показать маркеры на графике переходного процесса. Ширина и цвет маркеров могут меняться на странице Graphs диалогового окна Preferences.



V. AC анализ



Следующая упрощенная диаграмма поясняет процесс АС симуляции:



Алгоритм симуляции конфигурируется в диалоговом окне **AC Settings** и управляется командами **AC Control** (основное меню и инструментальная панель). Результаты симуляции **Schematic** сохраняются в Simulation data и одновременно отображаются на графике в **AC Window**. Диалоговое окно **AC Data** используется для конфигурирования того, какие данные симуляции будут сохранены, и как данные будут отображаться. Дополнительно данные могут быть использованы **AC Tools**, которые поддерживают разнообразные анализы данных переходного процесса и представление данных. Переходной процесс используется для метода симуляции **Sweep AC source**.



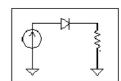
Симуляция

Алгоритм симуляции

Есть два метода AC анализа в NL5: линеаризация схемы и «качание» источника переменного напряжения.

Линеаризация схемы — это стандартный малосигнальный анализ на переменном токе (AC analysis). В первый момент все нелинейные компоненты замещаются линейными эквивалентами в их рабочих точках. Затем сигнал заданной частоты с единичной амплитудой и нулевой фазой подается на входной узел, а сигналы других узлов находятся решением системы линейных уравнений. Процесс повторяется для заданного числа частот.

Этот метод всегда работает для линейных цепей. Он также может использоваться для цепей с нелинейными компонентами, только если ЭТИ компоненты ΜΟΓΥΤ быть правильно линеаризованы в рабочей точке: бесконечно малая амплитуда сигнала (AC) не должна менять состояние компонентов. Например, следующая цепь не может быть корректно проанализирована этим методом, поскольку диод будет менять свое состояние каждый раз, когда меняется полярность входного сигнала.



Метод не может использоваться для цепей переключающего типа, поскольку все переключающие устройства будут устанавливаться либо в состояние отрыто, либо в состояние закрыто, а не будут переключаться, как требуется.

В плане линеаризации схемы состояние всех компонентов должно быть известно. Это может быть сделано вручную, заданием начальных условий (IC) для всех нелинейных компонентов, диодов и управляемых переключателей, или автоматическим расчетом рабочих точек на постоянном токе (установите Calculate DC operating point в диалоговом окне AC Settings). Рабочая точка на постоянном токе рассчитывается так же, как в анализе переходного процесса.

Метод источника качающегося переменного напряжения рассчитывает отклик для любого типа цепей. Реальный синусоидальный сигнал заданной амплитуды и частоты подается на входной узел; автоматически применяется анализ переходного процесса в заданном интервале времени, пока все сигналы ни стабилизируются. И, наконец, из сигнала на других узлах извлекается гармоника заданной частоты с помощью дискретного преобразования Фурье (Discrete Fourier Transform, DFT).

АС отклик вычисляется сравнением амплитуды и фазы этой гармоники с амплитудой и фазой входного сигнала. Этот процесс повторяется в заданном частотном диапазоне. Количество параметров, требуемых этим методом, может быть установлено в диалоговом окне **AC Settings**.

Симуляция анализа переходного процесса автоматически начинается и контролируется этим методом. Вам нет нужды определять кривые переходного процесса. Единственный параметр, относящиеся к переходному процессу, требует задания — это шаг вычисления (**Transient calculation step**). Он отвечает тем же



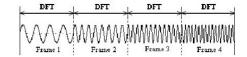
требованиям, что и для анализа переходного процесса. Не забывайте, что частота источника переменного напряжения будет меняться в процессе симуляции, так что шаг вычисления переходного процесса должен быть выбран соответственным.

В процессе симуляции шаг может автоматически приспосабливаться, если нужно, чтобы он был не больше, чем 1/16 периода источника сигнала.

Амплитуда источника переменного напряжения (напряжение или ток) может быть постоянной или функцией частоты источника (f).

Частотно-зависимая амплитуда может быть полезна для поддержки устойчивой работы схемы на разных частотах источника сигнала.

Чтобы рассчитать гармоники сигнала источника, DFT прибегает к использованию данных переходного процесса. Дискретное преобразование Фурье выполняется временном интервале, называемом кадром (frame).



На показанном примере каждая частота источника используется один раз в кадре, а DFT немедленно выполняется на этом кадре.

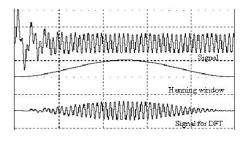
Кадр должен быть достаточно долгим, чтобы получить удовлетворительное количество и циклов источника сигнала (AC source), и внутренних циклов переключения схемы. Интервал кадра не фиксирован, он может меняться с изменением частоты источника, чтобы удовлетворять следующим требованиям:

- Длина кадра не меньше, чем значение **Frame**.
- Кадр содержит количество циклов не меньше, чем Min AC cycles в значении кадра.
- Кадр содержит целое число циклов сигнала источника.

Основанный на этом, действительный интервал кадра обычно чуть длиннее, чем заданный значением Frame на высоких частотах, и увеличивается, когда увеличивается период источника на низких частотах. В основном, значение Frame выбирается на базе интервала, оцениваемого переключением схемы, а Min AC cycles в значении кадра будет в диапазоне 8...20.

Оптимальные значения Frame и Min AC cycles зависят от требуемой точности. Они могут быть экспериментально найдены выполнением нескольких запусков симуляции АС с разными значениями и последующим сравнением результатов.

Чтобы уменьшить эффект от внутренних переключений схемы, перед выполнением дискретного преобразования Фурье к данным процесса применяется переходного Хеннинга (Hanning (косинус) window). Окно принудительно устанавливает начало и конец В ноль, тем самым уменьшая спектральное рассеяние.



Вторая выгода от управления окнами в следующем: когда меняется частота источника,



требуется некоторое время, чтобы сигналы в схеме стабилизировались.

Поскольку окно обнуляет сигнал в начале кадра, часть не установившегося состояния сигнала не будет сильно сказываться на результатах DFT.

Однако, если реакцией схемы на изменение частоты нельзя пренебречь, или требуется высокая точность AC отклика, можно использовать параметры **Frames per frequency** и **Error**, чтобы достигнуть оптимального решения.

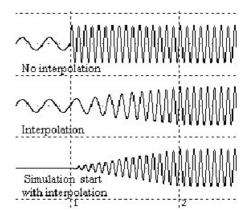
Frames per frequency задает максимальное число кадров, запускаемых переходным процессом, пока результаты дискретного преобразования Фурье будут приняты как AC отклик на частоту.

Frames per frequency = 1. Преобразование выполняется на самом первом кадре (frame) после изменения частоты, а результат принимается как AC отклик. Это самый быстрый режим, поскольку есть только один кадр на частоту. Точность зависит от того, как быстро стабилизируется сигнал. Как написано выше, применение окна Хеннинга для уменьшения влияния данных нестабильных сигналов переходного процесса на результаты дискретного преобразования Фурье, приводит к тому, что режим может оказаться самым подходящим для некоторых схем.

Frames per frequency = 2. Первый кадр используется для стабилизации сигналов и игнорируется. Преобразование применяется ко второму кадру, а результат принимается как AC отклик. Симуляция пройдет вдвое дольше, но точность увеличится.

Frames per frequency > 2. В этом режиме DFT выполняется на каждом кадре, а результат сравнивается с предыдущим кадром. Если разница (относительная разность двух комплексных чисел) меньше, чем заданное значение **Error**, последний результат считается AC откликом, а частота изменяется, принимая следующее значение. Когда количество рассчитанных кадров достигает величины **Frames per frequency**, процесс останавливается, а последний AC отклик принимается, даже если разница превосходит значение **Error**. Количество кадров в этом режиме может варьироваться от 2 до значения **Frames per frequency**.

Опция Smooth amplitude and frequency transition делает частоту и амплитуду (если амплитуда частотно-зависимая) источника АС линейно интерполированными в течение одного кадра вместо немедленного изменения. Также источник со старта симуляции будет линейно увеличивать амплитуду. Это добавляет по одному кадру к каждому изменению частоты и ликвидирует резкие изменения частоты и амплитуды, что может помочь в скорейшей стабилизации сигналов.



Опция **Sweep frequency from high to low** может помочь быстрее стабилизировать сигналы в начале симуляции, если симуляция начинается с высокой частоты, а затем опускается к низкой.

Опция **Keep transient data** сделает данные переходного процесса, использованные при AC симуляции, доступными после завершения AC симуляции. Иначе данные

переходного процесса будут автоматически удалены. Анализ данных переходного процесса может быть полезен для нахождения оптимальных АС параметров, таких как размер кадра, количество кадров на частоту и других.

Данные симуляции

Traces. В процессе симуляции NL5 запоминает данные в памяти. Данные, которые должны храниться, выбираются пользователем, как графики (traces) в диалоговом окне **AC Data**. Доступно несколько типов графиков: V (напряжение), I (ток), Z (импеданс), Gamma, VSWR и Function.

Когда симуляция начинается, все кривые автоматически очищаются и затем начинается сохранение новых данных симуляции.

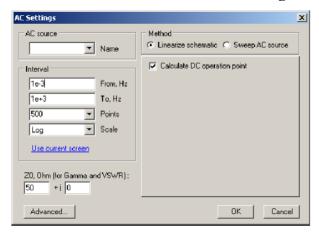
Новые данные отображаются на закладке **Run** окна **AC Window**. Последние данные могут быть отправлены в **Storage** с созданием специальной закладки для него. Накопитель данных не очищается автоматически, что может быть полезно для сравнения результатов разных запусков симуляции.

Кривые (traces) можно копировать в буфер обмена, сохранять в файле данных «nlf» или экспортировать в текстовый файл в формате «csv». В свою очередь данные можно вставлять из буфера обмена, загружать из «nlf» файла или импортировать из текстового файла, как новую кривую. Эти кривые всегда отображаются в **AC Window**, в зависимости от того, какая закладка данных выбрана. Они не очищаются при новом запуске симуляции и могут использоваться как опорные кривые для симуляции. Они могут также переименовываться.

Данные симуляции хранятся в оперативной памяти.

Установки АС

Щелкните по кнопке **AC** settings линструментальной панели или выберите команду **AC** | Settings. Появится диалоговое окно **AC** Settings:



AC Source. Введите имя источника переменного напряжения или выберите его из выпадающего списка. Любой источник напряжения, тока или этикетка могут использоваться в качестве АС источника. Нет необходимости менять модель компонента на *Sin*, она изменится автоматически в процессе АС анализа и вернется в первоначальный вид, когда анализ закончится. Имя компонента источника АС будет маркироваться как АС на схеме и в окне **Components**. Компонент можно выбрать из контекстного меню схемы и с помощью кнопки **Set AC source** окна Components Window.

Interval. Выберите интервал частоты и количество точек симуляции. Когда симуляция начнется, диапазон частот окна AC автоматически установится в заданный интервал.

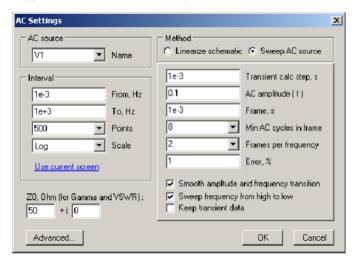
- **From**, Hz. Начальная частота.
- **То**, Hz. Конечная частота.
- **Points**. Количество точек симуляции.
- Scale. Частотная шкала:
 - **Log**. Логарифмическая.
 - > Lin. Линейная.
- Use current screen. Щелкните, чтобы использовать левую частоту, правую частоту и шкалу текущего экрана AC в качестве нового интервала симуляции. Параметры From, То и Scale будут установлены согласно тому, что отображено на графике AC в данный момент.
- **Z0**, Ohm. Характеристический импеданс для Gamma и VSWR кривых.
- **Advanced**. Щелкните, чтобы открыть диалоговое окно **Advanced**. Посмотрите раздел «Установки переходного процесса», если нужны детали.
- **Method**. Выбирает метод АС симуляции. Параметры характерные для метода показаны на закладке.
 - > Linearize schematic. Линеаризовать схему.
 - > Sweep AC source. Источник качающейся частоты.

Параметры метода линеаризации схемы.

• Calculate DC operating point. Если выбрано, рабочая точка по постоянному току будет рассчитываться до AC анализа. Эта опция не требуется для линейных цепей или, если начальные условия (Initial Conditions) для всех компонентов определены вручную.

NL5 circuit simulator

Параметры метода источника качающейся частоты.



- Transient calc step, s. Шаг расчета переходного процесса.
- AC amplitude (f). Амплитуда источника AC. V для источника напряжения и этикетки, А для источника тока. Амплитуда может быть определена как функция от частоты. Например:

1m*f 1000/f

- **Frame**, s. Минимальный размер кадра.
- Min AC cycles in frame. Минимальное число циклов AC источника в кадре.
- Frames per frequency. Максимальное количество кадров на частоту. См. Раздел «Алгоритм симуляции» для детального знакомства.
- Error, %. Максимальная разница между двумя откликами АС (относительная разность двух комплексных чисел).
- Smooth amplitude and frequency transition. Выполняет линейную частотную и амплитудную интерполяцию, когда меняется частота АС источника. Также выполняет линейную амплитудную интерполяцию при старте симуляции.
- Keep transient data. Не удалять данные после завершения АС симуляции.

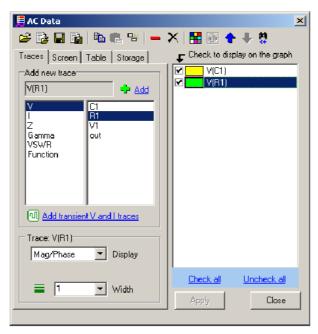


АС данные

Щелкните по кнопке AC data 🗐 или выберите команду AC | Data. Появится диалоговое окно AC Data. Диалоговое окно состоит из инструментальной панели, списка графиков и четырех страниц, используемых для следующих операций:

- Traces: добавление кривых, установка индивидуальных масштабов и ширины кривых.
- Screen: установка масштабов графика, линий сетки и других опций экрана.
- **Table**: конфигурирование таблиц данных.
- Storage: управление хранилищами данных.

Настоящая глава описывает только команды инструментальной панели и страницу Traces. Другие страницы описаны в главе «Окно AC» в разделах Graph, Data table и Storage.



Trace list показывает все доступные в данный момент кривые. Флажок показывает следующие свойства кривых, зависящие от выбранной страницы:

- Trace and Screen page кривая показана на графике.
- **Table page** кривая показана в таблице.
- **Storage page** хранение разрешено для кривой.

Одна или больше кривых может быть выбрана в списке с помощью мышки и клавиш Ctrl и Shift. Щелкните по Check all, чтобы отметить все кривые, или Uncheck all, чтобы снять все отметки. Большая часть команд инструментальной панели относится только к выделенной кривой. Заметьте, выделенная кривая подсвечена в списке, а состояние выбора кривой не соотносится с установкой флажка для кривой. На рисунке выше отмечены обе кривые, но только V(R1) выбрана.

Дважды щелкните по кривой, чтобы изменить ее цвет.

Инструментальная панель

Команды кнопок инструментальной панели применимы ко всем или выбранным кривым. Некоторые из этих команд также доступны в контекстном меню окна анализа на переменном токе (AC Window).

- Open file. Загрузка кривых из "nlf" файла данных.
- Import traces (импорт) из текстового или "csv" файла.

Формат файла похож на формат экспорта. Первая строка — это строка заголовка: она может иметь любой текст в первой колонке и имена кривых в других колонках. Первая колонка состоит из частоты (в Гц), другие колонки содержат данные кривой. Данные кривой могут иметь только одну колонку на кривую или две колонки на кривую. Первая колонка кривой — это модуль (абсолютное значение или дБ), и она имеет имя кривой в строке заголовка. Вторая колонка кривой, если есть, это фаза (в градусах), и колонка имеет в заголовке надпись «phase». Если вторая колонка кривой отсутствует, фаза кривой установлена в ноль. Если имя кривой состоит из символов иных, чем цифры и буквы, оно должно быть заключено в кавычки. Данные и имена могут быть разделены запятыми, пробелами или табуляцией. Например:

```
f(Hz), V(C1), phase, V(R1)

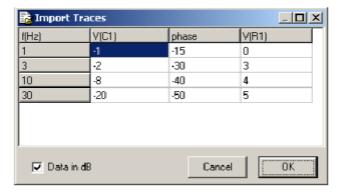
1,-1,-15,0

3,-2,-30,3

10,-8,-40,4

30,-20,-50,5
```

Когда файл загружается, его содержание отображается в диалоговом окне **Import Traces** для проверки:



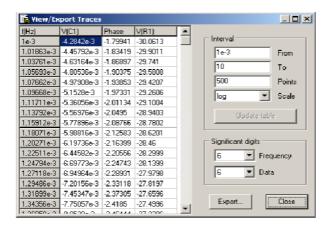
Установите флажок **Data in dB**, если значения кривой в дБ. Щелкните по ОК, чтобы подтвердить импорт.

Save selected traces

(сохранить выделенные кривые) в "nlf" файле данных. Только выделенные кривые (подсвеченные) в списке Trace list будут сохранены в файле.

View/Export selected traces.

Только выделенные кривые (подсвеченные) в списке Trace List будут показаны и экспортированы в текстовый или "csv" файл. Появится диалоговое окно View/Export:



Выделенные кривые показаны как текст в таблице. Первоначально, кривые показаны в частотном интервале между курсорами или, если курсоры выключены, на всем экране. Измените значения From, To, Points и Scale и нажмите Enter, или щелкните кнопку Update table, чтобы обновить данные таблицы. Колонки количества значащих цифр для частоты и данных должны быть заданы.

Щелкните по **Export**, чтобы сохранить таблицу в текстовом файле, как разделенные запятыми значения.

- Copy selected traces (копировать выделенные кривые) в буфер обмена. Только выделенные (подсвеченные) кривые в Trace List будут скопированы в буфер обмена.
- e Paste traces (вставить) из буфера обмена. Кривые будут добавлены в список Trace List.
- 🕆 **Duplicate selected traces.** Эта операция эквивалентна операциям Сору/Paste. Только выделенные кривые (подсвеченные) в Trace List будут дублированы.
- • Remove selected traces. Только выделенные кривые (подсвеченные) в Trace List будут удалены.
- Delete all traces. Удалить все кривые.
- Select color выделенной кривой. Только одна кривая должна быть выделена. Дважды щелкните по кривой в Trace List, чтобы выполнить операцию.
- Rename trace. Только одна кривая должна быть выделена. Только Z, Gamma, VSRW кривые и кривые, загруженные из файла данных, импортированные из текстового файла, или вставленные из буфера, могут переименовываться. Переименование кривых типа Function изменит функцию. Появится диалоговое окно Rename:

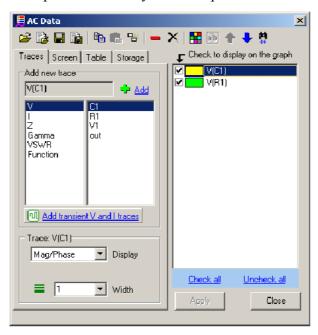


- ◆ Move selected traces up. (переместить кривые вверх) Эта операция меняет последовательность кривых в списке, на графике и в таблице данных.
- Move selected traces down. This operation changes the order of traces in the list, on the graph, and in the data table.
- Find component. Если выбранные кривые это V, I, Z, Gamma или VSRW, щелкните, чтобы показать компонент на схеме. Компонет будет выделен (подствечен) и центрован на экране.



Кривые

Страница **Traces** диалогового окна Transient Data используется для добавления кривых и установок шкал и ширины индивидуальных кривых.



Add new trace. Выберите тип кривой в списке слева:

- V напряжение.
- I − ток.
- **Z** имперданс.
- Gamma коэффициент отражения.
- VSWR Коэффициент стоячей волны по напряжению.
- **Function** произвольная функция.

Если выбраны V или I кривые, список справа покажет компоненты, доступные для этого типа кривой (модель компонента должна поддерживать выбранный тип). Выберите компонент и щелкните по кнопке Add или дважды щелкните по имени компонента, чтобы добавить новую кривую в список. Имя кривой состоит из буквы, сопровождаемой именем компонента в скобках:

Если выбраны кривые Z, Gamma или VSWR, щелкните по кнопке Add , чтобы добавить новую кривую к списку. Кривые покажут Z, Gamma и VSWR относительно источника (AC source).

Если выбрана кривая **Function**, введите функцию в окно редактирования и щелкните по кнопке **Add** , чтобы добавить новую кривую к списку. Функция может состоять из операторов и функций (арифметических), параметров компонентов, параметра Лапласа $s = j*2\pi f$ (где f — текущая частота AC) и V и I компонента:

V(C1)/I(C1) V(X1.V1) 1/(1+s)

Имя кривой — это сама функция, так что переименование кривой изменит функцию.

Кривые V и I могут также добавляться из контекстного меню схемы (Schematic) и с помощью кнопок инструментальной панели **Components Window**.

Щелкните по **Add transient V and I traces**, чтобы добавить кривые уже заданные для анализа переходного процесса в список анализа на переменном токе. Кнопка активизирована, только если кривые переходного процесса существуют.

Следующие индивидуальные параметры кривой могут быть установлены:

- **Display**. Задает, что должно быть отображено на графике и показано в таблице **Data**:
 - > Mag/Phase. Модуль и фаза.
 - **Mag**. Только модуль (абсолютное значение).
 - » **Re**. Действительная часть. Может быть использована для отображения R кривой Z.
 - **Im**. Мнимая часть. Может быть использована для отображения X кривой Z.
- Width. Ширина кривой в пикселях.

Выберите одну или более кривых в списке **Trace**, измените параметры и нажмите **Enter** или щелкните по кнопке **Apply**.

Если выбранные кривые имеют разные значения одного и того же параметра, соответствующее поле будет оставаться пустым.

Оставьте поле пустым, чтобы сохранить индивидуальные значения без изменения, или введите новое значение, чтобы применить его ко всем выделенным кривым.

Чтобы отобразить и **Re**, и **Im** части кривой, добавьте эту кривую в список дважды, затем выделите **Re** для одной кривой, а **Im** для другой.



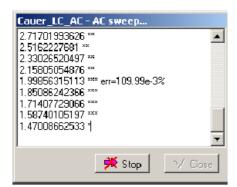
Выполнение симуляции

Используйте команду основного меню, кнопку инструментального меню или горячую клавишу, чтобы выполнить АС симуляцию.

• Start AC (AC | Start или F9). Когда AC симуляция стартует, открывается окно AC Window и частотный диапазон экрана устанавливается к значениям, заданным в диалоговом окне AC Settings.

Если используется метод **Linearize schematic**, окошко отображения прогресса симуляции показывает это, а результаты немедленно отображаются в окне AC. Чтобы остановить симуляцию, щелкните по кнопке **Stop AC** \swarrow .

Если используется метод **Sweep AC source**, прохождение симуляции отображается в окошке **AC sweep progress**. Окно отображает текущую частоту симуляции, а звездочки показывают, как много кадров было выполнено. Если **AC** отклик принимается с ошибкой выше установленной, отображается реальная ошибка. Чтобы остановить симуляцию, щелкните по кнопке **Stop**. Когда симуляция завершится без ошибок, окно закроется автоматически. Если ошибки обнаруживаются, окно остается видимым. Щелкните по кнопке **Close** (), чтобы закрыть окно.



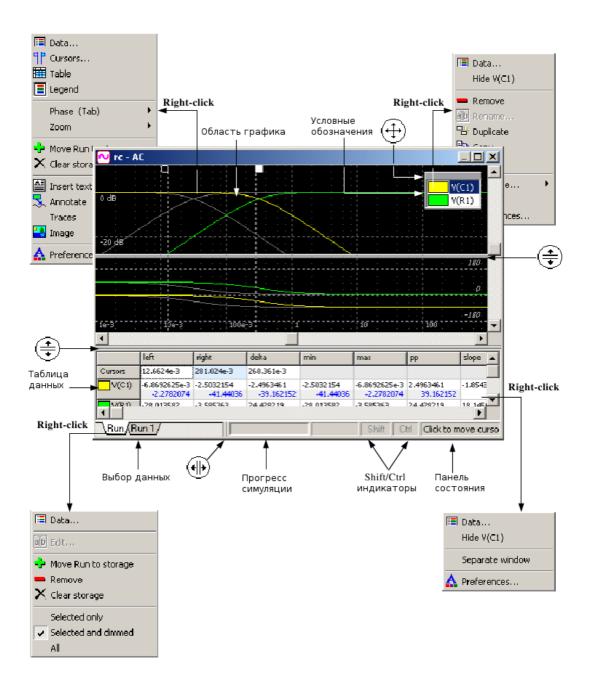


• AC Log (AC | Log). Информация журнала, показанная в диалоговом окне, может быть полезна для выявления проблем. Последняя запись сохраняется в файле схемы. При передаче файла схемы в сервис поддержки (при обращении за помощью), пожалуйста, сохраняйте схему после симуляции, чтобы последняя журнальная запись добавлялась в файл. Щелкните по кнопке Copy to clipboard, чтобы сохранить текст в файле обмена.

[■] Sweep (AC | Sweep) позволяет выполнить серию АС запусков, когда меняется параметр компонента или переменная в заданном диапазоне с сохранением АС данных в хранилище. Качание выполняется с использованием скрипта команд и конфигурируется на странице Sweep окна Tools. См. главу Tools, Sweep.

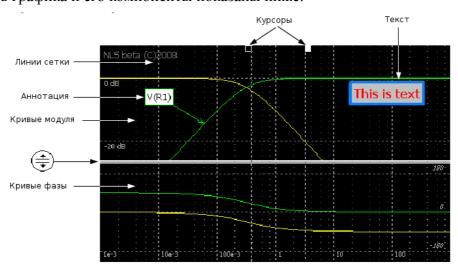
Окно АС

Типичный вид AC window и его основных компонентов показан ниже:



- Область графика содержит кривые с аннотациями, курсоры и текст.
- Окно условных обозначений содержит список кривых, показанных на графике. Щелкните по серому заголовку панели окна условных обозначений и перетащите, чтобы переместить его.
- Таблица данных содержит информацию о курсорах/экране и рассчитанных данных кривых.
- Область выбора данных содержит список симуляций и закладки **Storage**. Щелкните по закладке, чтобы выбрать запуск симуляции или накопитель данных.
- Прогресс симуляции показывает текущее состояние симуляции, как индикатор выполнения (progress bar).
- Индикаторы Shift/Ctrl подсвечиваются, когда клавиши Shift и/или Ctrl нажимаются.
- Панель состояния показывает подсказки, относящиеся к текущей позиции курсора мышки и состоянию **Shift/Ctrl**.
- Поместите указатель мышки на «разделитель» окон , затем нажмите левую клавишу мышки и перетащите разделить, чтобы изменить размер области выбора хранения.
- Поместите указатель мышки на «разделитель» окон (, затем нажмите левую клавишу мышки и перетащите разделитель, чтобы изменить размер таблицы данных и разделитель модуль/фаза.
- Щелкните правой клавишей мышки по графику, условным обозначениям, таблице данных или области выбора данных, чтобы увидеть контекстное меню с соответствующими командами.
- Общие свойства **AC Window**, такие как цвета, шрифты и некоторые опции, могут быть заданы на страницах **Graphs**, **Table**, **Annotation** и **Text** диалогового окна **Preferences**. Свойства специфичные для документа (схемы) могут быть установлены также в диалоговом окне **AC Data**.

Область графика и его компоненты показаны ниже:



График

Навигация в области графика может выполняться командами, доступными в контекстном меню AC, кнопками инструментальной панели AC, горячими клавишами, клавишами клавиатуры и с помощью мышки. Очень часто одни и те же операции могут выполняться разными путями. Например, масштабирование графика увеличить/ уменьшить может быть выполнено только с использованием клавиатуры, только мышкой или и тем, и другим. Это выбор пользователя, что использовать с наибольшей эффективностью и удобством.

Есть три режима операций с графиком:

- 🖟 Cursors. Перемещение курсоров.
- Zoom. Масштабирование графика, используя мышку.
- Scrolling. Прокручивание графика.

Режим может выбираться щелчком по кнопке на инструментальной панели AC. Также есть быстрый способ переключения между режимами Cursors, Zoom и Scrolling:

• Нажмите и удержите **Ctrl**, щелкните и растащите мышкой, чтобы масштабировать график. Отпустите **Ctrl**, чтобы вернуться в режим **Cursors**.



 Нажмите и удержите Shift, щелкните и протащите мышкой, чтобы прокрутить график. Отпустите Shift, чтобы вернуться в режим Cursors.

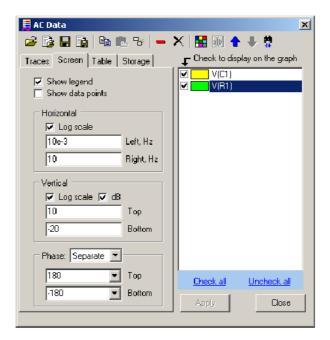


Кривые показаны на графике с их индивидуальными шириной и цветами, определенными на странице **Traces** диалогового окна **AC Data**. Все кривые имеют одинаковые шкалы по горизонтальной и вертикальной осям.

Масштаб линий сетки выбирается автоматически, таким образом, чтобы последняя значащая цифра шага была 1, 2 или 5, а расстояние между линиями приблизительно равнялось значению, заданному на странице **Graphs** диалогового окна **Preferences**, как интервал **Gridlines** в пикселях. Если шкала логарифмическая, линии сетки автоматически подгоняются, чтобы обеспечить наилучший просмотр.

Шкалы, линии сетки и некоторые другие опции графика можно менять на странице Screen диалогового окна **AC Data**:





- Выберите, чтобы legend. отобразить окно Legend (условные обозначения). Также используйте кнопку Legend | на инструментальной панели или команду контекстного меню.
- Show data points. Выберите, чтобы отметить, в виде маленьких квадратиков, точки расчетных данных для всех кривых.

Horizontal. Установка шкалы по горизонтали и линий сетки:

- **Log scale**. Выберите для логарифмической шкалы частоты.
- **Left**. Частота с левого края экрана.
- **Right**. Частота с правого края экрана.

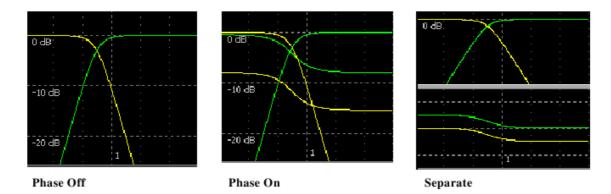
Vertical. Установка шкалы по вертикали и линий сетки:

- Log scale. Выберите для логарифмической шкалы амплитуды.
- **dB**. Выберите, чтобы отображать вертикальную шкалу в децибелах.
- Тор. Амплитуда в верхней части экрана.
- Bottom. Амплитуда в нижней части экрана.

Phase. Выбор режима отображения фазы:

- **Off**. Не показывать фазу.
- Оп. Показывать амплитуду и фазу в той же области графика.
- Separate. Показывать амплитуду и фазу в раздельных областях графика.





Нажмите **Tab** в окне **AC**, чтобы переключиться в режим **Phase** отображения фазы.

- Тор. Фаза в верхней части экрана.
- **Bottom**. Фаза в нижней части экрана.

Legend

Окно Legend содержит список кривых, показанных на графике.



- Чтобы показать/скрыть условные обозначения, щелкните на инструментальной панели кнопку Legend или в контекстном меню, или используйте флажок Show legend на странице Screen окна AC Data.
- Щелкните по кривой, чтобы выбрать ее. Выбранная кривая будет показана выше всех остальных.
- Дважды щелкните по кривой, чтобы выбрать ее и открыть диалоговое окно AC Data.
- Щелкните правой клавишей мышки, чтобы выбрать кривую и открыть контекстное меню. Меню будет содержать некоторые общие команды и команды, относящиеся к выбранной кривой.
- Щелкните по серой панели заголовка условных обозначений и перетащите, чтобы переместить окно.
- Размер шрифта в Legend может быть выбрано в Preferences.

Cursors

Курсоры используются главным образом для выбора интервала частоты на графике для расчетов таблицы данных. Выбранный (активный) курсор показан с залитым цветом квадратиком Чтобы (enable/disable) сверху. показать/скрыть курсоры щелкните по кнопке инструментальной панели Show/hide cursors



91

Выберите режим **Cursors**(६), чтобы работать с курсорами на графике.

- Дважды щелкните по графику, чтобы установить оба курсора в одну точку. Это также отобразит курсоры, если они не показаны.
- Щелкните по графику, чтобы переместить ближайший курсор в эту точку.
- Щелкните и перетащите мышкой, чтобы выбрать и переместить курсор.

Чтобы поместить курсоры в заданные позиции и для выбора других опций, щелкните правой клавишей мышки по графику и выберите команду **Cursors** меню. Появится диалоговое окно **Cursors**:



- Show. Установите флажок, чтобы курсоры были видны.
- Left, Right. Введите новую позицию курсора, нажмите Enter, чтобы подтвердить ввод.
- Lock position. Блокирует курсоры в текущей позиции, курсоры не могут передвигаться.
- Lock interval. Сохраняет текущий интервал между курсорами. Если один курсор перемещается, другой будет автоматически следовать за ним, сохраняя заданный интервал.

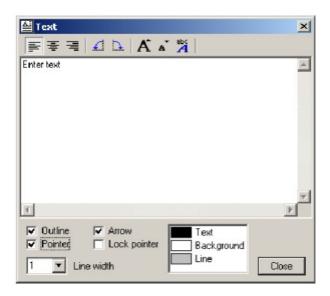
Следующие кнопки инструментально панели могут использоваться для перемещения курсоров:

- → Right maximum. Перемещает выбранный курсор к ближайшему максимуму справа выделенной кривой.
- ★ Left maximum. Перемещает выбранный курсор к ближайшему максимуму слева выделенной кривой.
- 🔾 **Right minimum.** Перемещает выбранный курсор к ближайшему минимуму справа выделенной кривой.
- ↓ Left minimum. Перемещает выбранный курсор к ближайшему минимуму слева выделенной кривой.
- Right unity gain. Перемещает выбранный курсор к ближайшей справа частоте с единичным усилением (magnitude=1) выделенной кривой.
- Left unity gain. Перемещает выбранный курсор к ближайшей слева частоте с единичным усилением (magnitude=1) выделенной кривой.

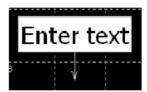


Текст

Чтобы добавить текст к графику, щелкните правой клавишей мышки по графику и выберите команду **Insert Text** ■ из контекстного меню. Появится диалоговое окно:



Введите текст в окно. Текст немедленно появится на графике:



Текст можно форматировать, используя кнопки управления инструментальной панели:

Alignment. Задает выравнивание многострочного текста:

- Align left. Выравнивание по левому краю.
- • Align right. Выравнивание по правому краю.

Orientation. Меняет ориентацию текста:

- Rotate left. Поворот влево.
- Rotate right. Поворот вправо.

Font. Изменение размера шрифта или задание специфического типа шрифта и опций:

- A Larger font. Увеличить шрифт.
- м Smaller font. Уменьшить шрифт.
- Select font. Выбрать шрифт.

Enter text



Опции обрамления и указателя.

- Outline. Рисует прямоугольник обрамления.
- Pointer. Рисует линию указателя от текста в заданную точку.
- **Arrow**. Рисует указатель со стрелкой.

даже если текст перемещается.

Lock pointer. Блокирует конец указателя: конец указателя не будет перемещаться,

Outline

- Line width. Задает ширину линии обрамления и указателя.
- Color. Дважды щелкните по разделу в списке, чтобы изменить цвет.

Если график увеличивался или прокручивался, текст остается на том же месте, прикрепленный к левому верхнему углу графического окна. Чтобы переместить текст, щелкните по нему и перетащите. Если указатель заблокирован, только текст будет передвигаться. Чтобы переместить только указатель, щелкните по концу указателя и перетащите его.

Чтобы редактировать текст, дважды щелкните по тексту или щелкните по нему правой клавишей мышки и выберите команду Edit text из контекстного меню. Появится то же диалоговое окно Text.

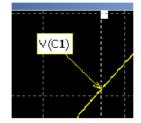
Чтобы удалить текст, щелкните правой клавишей мышки по нему и выберите команду Delete text из контекстного меню.

Аннотация

Аннотация — это текст с указателем, который всегда привязан к одной и той же точке данных кривой, даже когда график масштабируется или прокручивается. Аннотация принадлежит кривой, так что, если кривая удаляется, все аннотации кривой тоже удаляются. Аннотация также удаляется, если очищаются данные кривой. Например, если аннотация добавляется к кривой симуляции (Run), и запускается новая симуляция, аннотация исчезнет, поскольку данные кривой очищаются при старте симуляции.

Чтобы добавить аннотацию, установите активный курсор в точку времени, где нужна аннотация, щелкните правой клавишей мышки по графику, выберите Annotate, затем выберите Selected trace 🕎 или All traces 🧓 команду.

Эти же кнопки доступны на инструментальной панели АС. Аннотация(и) будет добавлена только, если кривая существует на частоте курсора. Если курсоры выключены, аннотация будет добавлена примерно к 1/3 экрана.



Шрифт аннотации, цвета, количество значащих цифр и некоторые другие свойства могут быть заданы на странице Annotation диалога Properties. Чтобы изменить текст аннотации и некоторые ее специфические свойства, дважды щелкните по аннотации или щелкните по ней правой клавишей мышки и выберите команду Edit annotation из контекстного меню. Появится диалоговое окно Annotate. ≙≣



Введите текст в текстовое окно. Текст незамедлительно отобразится в аннотации. Доступны следующие опции и средства форматирования:

- Name. Отображает имя кривой в тексте.
- Frequency. Отображает частоту аннотации в тексте.
- Value. Отображает значение модуля и фазы кривой (если фаза кривой показана) в тексте.

Alignment. Устанавливает выравнивание многострочного текста:

- Align left. Выравнивание по левому краю.
- 📑 Align right. Выравнивание по правому краю.

Orientation. Меняет ориентацию текста:

- Rotate left. Поворот влево.
- Rotate right. Поворот вправо.
- **Apply to all annotations**. Выберите, чтобы принять текущие установки для всех аннотаций на графике.

Чтобы переместить текст аннотации, сохраняя положение указателя на кривой, щелкните по тексту аннотации и перетащите его.

Чтобы переместить указатель, щелкните по концу указателя и перетащите его. Указатель изменит частоту, следуя амплитуде кривой. Текст аннотации будет перемещен вместе с указателем.

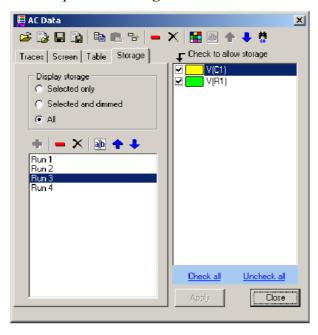
Чтобы удалить аннотацию, щелкните правой клавишей мышки по аннотации и выберите команду **Delete annotation** из контекстного меню. Чтобы удалить все аннотации, щелкните правой клавишей мышки по графику, выберите **Annotate**, затем выберите команду **Delete all** из контекстного меню.

Storage

Результаты последнего запуска симуляции всегда показываются на закладке **Run** окна **AC**. Данные последнего запуска могут быть размещены в **Storage**, так что они могут сравниваться с результатами других запусков симуляции. Каждый накопитель данных имеет закладку в области выбора области данных (**Data selection area**), назначенного ему. **Storage** может быть выбран щелчком по закладке.

Storage принадлежит кривой, так что, если кривая удаляется, накопитель данных для этой кривой будет тоже удален.

Список доступных накопителей данных, команд и выбор отображения накопителя может быть найдено на странице **Storage** диалогового окна **AC Data**:



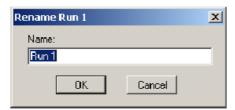
Чтобы получить доступ к некоторым командам, щелкните правой клавишей мышки по графику или закладке **Storage**, а затем выберите команду из контекстного меню.

Move Run to storage. Перемещает данные текущей симуляции в хранилище.
 Появляется диалоговое окно Add Storage:



Введите новое имя или оставьте предложенное имя по умолчанию и щелкните по **ОК**. В области **Data selection** будет создана новая закладка с именем накопителя.

- Remove (выбранное хранилище). Данные последнего запуска (Run) также могут быть удалены.
- Clear storage. Удалить все данные хранилища.
- Rename (выбранный запуск). Появляется диалоговое окно Rename:



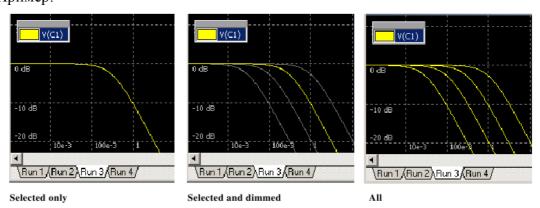
Введите новое имя и щелкните ОК.

- Move selected up. Переместить выделенное вверх.
- 👃 Move selected down. Переместить выделенное вниз.

Отображение Storage

- Selected only. Только выбранные данные показаны на графике.
- **Selected and dimmed**. Выбранные данные отображаются с нормальными цветами кривой, другие данные отображаются с «притушенным» цветом, заданным на странице **Graphs** диалогового окна **Preferences**.
- All. Все данные отображаются с нормальными цветами кривой.

Пример:

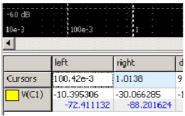


Когда страница **Storage** выбрана, флажки в списке кривых задают те, хранилища, для которых разрешены.

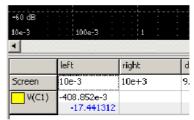


Таблица данных

Data table показывает позицию курсоров, значения кривой и некоторые характеристики кривых, рассчитанные между курсорами, такие как: среднее, максимум, минимум и т.п. Если курсоры выключены, таблица показывает данные у левого и правого края экрана и значения рассчитанные между левым и правым краями экрана:



Курсоры включены, активный курсор подсвечен



Курсоры выключены, используется экран

- Чтобы показать/скрыть **Data table**, щелкните кнопку инструментальной панели **Table** или щелкните правой клавишей мышки по графику и выберите команду **Table** из контекстного меню.
- Щелкните по строке кривой, чтобы выбрать ее. Выбранная кривая будет показана выше всех других.
- Дважды щелкните по таблице, чтобы открыть диалоговое окно AC Data.
- Щелкните правой клавишей мышки, чтобы открыть контекстное меню. Меню будет содержать некоторые общие команды и команды, относящиеся к выбранной кривой.
- Цвета, шрифты и количество значащих цифр, используемые в таблице, могут быть выбраны на странице **Table** диалогового окна **Preferences**. Фаза и модуль имеют раздельные установки шрифта и цвета.

Таблица может быть отображена в нижней части окна **AC** или, как отдельное окно: щелкните правой клавишей мышки по таблице и выберите команду **Separate window**:



Таблица в окне АС

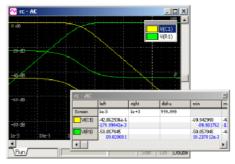
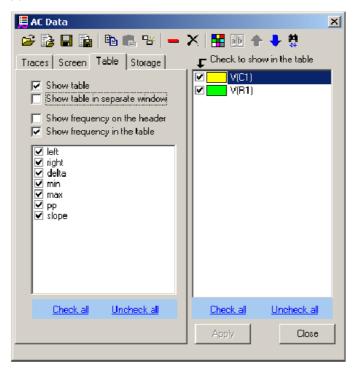


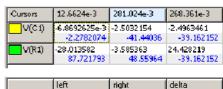
Таблица в отдельном окне



Значения, показанные в таблице, как и другие опции таблицы, могут быть выбраны на странице Table диалогового окна AC Data:



- **Show table**. Установите флажок, чтобы показывать таблицу.
- Show table in separate window. Если выбрано, таблица будет отображена в отдельном
- Show frequency on the header. Если выбрано, позиция курсоров будет показана в строке заголовка, в левой, правой и дельта колонках.
- Show frequency in the table. Если выбрано, позиция курсоров будет показна в отдельной строке.



	left	nght	delta
Cursors	12.6624e-3	281.02 4e- 3	268.361e-3
V(C1)	-6.8692625e-3	-2.5032154	-2.4963461
	-2.2782074	-41.44036	-39.162152
V(R1)	-28.013582	-3.585363	24.428219
	87.721793	48.55964	-39.162152

- **Table values**. Выберите значения для отображения в таблице:
 - **left** значения кривой у левого курсора.
 - **right** значения кривой у правого курсора.
 - **delta** правый минус левый.
 - **min** минимум кривой между курсорами.
 - **тах** максимум кривой между курсорами.
 - рр значения кривой от пика до пика между курсорами.
 - slope наклон модуля между курсорами в дБ/на декаду. Если курсоры локализованы на одной частоте, наклон вычисляется как производная модуля

на этой частоте. Иначе наклон вычисляется как $(\mathbf{Mag}_{right} - \mathbf{Mag}_{left}) / (\mathbf{f}_{right} - \mathbf{f}_{left})$.

Когда страница Table выбрана, флажки в списке кривых задают кривые, показанные в таблице.

Прокручивание и масштабирование вида

Чтобы прокручивать график, используйте любой из следующих методов:

- Переместите указатель мышки к левому или правому краю графика. Указатель мышки примет вид «большой стрелки». Щелкните или удержите левую клавишу мышки, чтобы прокрутить график.
- Режим *Cursors* : удержите клавишу **Shift**, затем щелкните и перетащите график.
- Режим *Scrolling* : щелкните и перетащите график.
- Удержите клавишу **Ctrl** и поверните колесико мышки для горизонтальной прокрутки.
- Удержите клавишу **Shift** и поверните колесико мышки для вертикальной прокрутки.
- Нажмите правую и левую клавишу.

Чтобы масштабировать график, используйте любой из следующих методов:

- Поверните колесико мышки, чтобы изменить масштаб по горизонтали.
- Удержите клавиши **Ctrl** и **Shift** и поверните колесико мышки, чтобы изменить масштаб по вертикали.
- Щелкните по кнопке инструментального меню или используйте горячие клавиши, или щелкните правой клавишей мышки по графику, выберите **Zoom**, затем выберите команду:
 - \leftrightarrow Horizontal Zoom-in (Ctrl-PgUp). Увеличение по горизонтали.
 - ₩ Horizontal Zoom-out (Ctrl-PgDo). Уменьшение по горизонтали.
 - → Fit the screen horizontal (Ctrl-Home). Заполнение экрана по горизонтали.
 - Fit cursors to screen. Куросоры "по экрану".
 - \updownarrow Vertical Zoom-in (PgUp). Увеличение по вертикали.
 - ★ Vertical Zoom-out (PgDo). Уменьшение по вертикали.
 - 🛊 Fit the screen vertical (Home). Заполнение экрана по вертикали.
 - Fit the screen (Shift-Home). Заполнение всего экрана:
 - o Zoom-in (Shift-PgUp). Увеличение.
 - o Zoom-out (Shift-PgDo). Уменьшение.

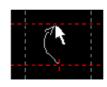
Чтобы масштабировать выделенную область:

- Режим **Zoom** :: щелкните и перетащите к выделенной области.
- Режим *Cursors* : удержите клавишу CTRL, щелкните и перетащите к выделенной области.



Выделение области зависит от того, как указатель мышки перемещается относительно исходной точки.

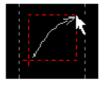
Если указатель мышки движется только вверх и вниз, появятся две горизонтальные линии. Когда левая клавиша мышки будет отпущена, выделенная область будет увеличена по вертикали.



Если указатель мышки движется только влево или вправо, появятся две вертикальные линии. Когда левая клавиша мышки будет отпущена, выделенная область будет увеличена по горизонтали.



Если указатель мышки движется по диагонали, появится прямоугольник. Когда левая клавиша мышки будет отпущена, выделенная прямоугольная область будет увеличена до заполнения экрана.



В фазовой области графика может быть выполнено только горизонтальное прокручивание и масштабирование.

- Undo (отмена) прокручивания или масштабирования.
- Redo (повтор) отмененного прокручивания или масштабирования.

Команды анализа на переменном токе

Следующие команды, кнопки и горячие клавиши доступны в основном меню, на основной инструментальной панели, панели АС и в АС контекстном меню.

- Open/Show AC window (F8). Открыть/показать окно АС.
- 컎 AC Settings. Открывает диалоговое окно установок АС.
- 🗏 AC Data. Открывает диалоговое окно данных АС.
- Start AC (F9). Запускает АС анализ.
- 🗯 Stop. Останавливает АС анализ.
- Log. Показывает журнал АС (log).
- 🦈 🔹 Sweep. Режим "качания" параметра.
- 🛕 Preferences. Открывает диалоговое окно предпочтений.

Инструментальная панель и некоторые контекстные меню:

- Cursors режим.
- Zoom режим.
- ↔ Horizontal Zoom-in (Ctrl-PgUp). Увеличение по горизонтали.
- → Horizontal Zoom-out (Ctrl-PgDo). Уменьшение по горизонтали.
- Fit the screen horizontal (Ctrl-Home). Заполнение экрана по горизонтали.
- Fit cursors to screen. Курсоры "к экрану".
- \updownarrow Vertical Zoom-in (PgUp). Увеличение по вертикали.
- ‡ Vertical Zoom-out (PgDo). Уменьшение по вертикали.
- 🕏 Fit the screen vertical (Home). Заполнение экрана по вертикали.
- 🕂 Fit the screen (Shift-Home). Заполнение экрана.
- Undo scale (Backspace). Отменить шкалу.
- 🔁 Redo scale. Вернуть шкалу.
- ¶ Show/hide Cursors. Показать/спрятать курсоры.
- Show/hide Data Table. Показать/спрятать таблицу данных.
- Show/hide Legend. Показать/спрятать условные обозначения.
- 本 **Right maximum.** Переместить выбранный курсор к ближайшему максимуму справа выделенной кривой.
- Left maximum. Переместить выбранный курсор к ближайшему максимуму слева выделенной
- кривой.

 Right minimum. Переместить выбранный курсор к ближайшему минимуму справа выделенной
- Left minimum.
 кривой.
 Переместить выбранный курсор к ближайшему минимуму слева выделенной
- кривой.

 Right unity gain. Переместить выбранный курсор к ближайшей частоте справа с единичным усилением (magnitude=1) выделенной кривой.
- Left unity gain. Переместить выбранный курсор к ближайшей частоте слева с единичным усилени (magnitude=1) выделенной кривой.

Команды графика (контекстное меню):

- ¶ Open Cursors dialog box. Открыть диалоговое окно "Курсоры".
 - Phase (Таb) ► (закладка фаза)
 - o **Off**. Не показывать фазу.
 - o On. Показать модуль и фазу в одной области графика.
 - o Separate. Показать модуль и фазу в раздельных областях графика.
 - Traces ▶ (Команды применяются ко всем кривым, отображенным на графике)

 - Import (импортировать) кривые из текстового или "csv" файла.
 - 📳 о Save (сохранить) кривые в файле данных "nlf".
 - 📴 о View/Export. Показать кривые, как текст, и сохранить в текстовом или "csv" файле.
 - 🖹 о Сору (копировать) кривые в буфер обмена.
 - 🚗 о Paste (вставить) кривые из буфера обмена.
- Image ►
 - ho copy to clipboard. Копировать изображение АС окна в буфер обмена.
 - вмР о Save as BMP. Сохранить изображение АС окна в файле формата ВМР.
 - JPG o Save as JPG.

Команды Storage:

- 💠 Move Run to storage. Поместить запуск (Run) в хранилище.
- Remove (удалить) выделенное хранилище.
- Clear storage. Очистить хранилище.
- Rename (переименовать) выделенное хранилище.
 - Selected only
 - Selected only
 Selected and dimmed > Режим отображения хранилища
 - A1

Команды примечаний:

- 🤽 Annotate selected trace. Добавить аннотацию к выбранной кривой.
- Annotate all traces. Добавить аннотации ко всем кривым.
- Edit annotation. Редактировать аннотацию.
- 🗙 Delete annotation. Удалить аннотацию.
- × Delete all. Удалить все.

Команды текста:

- Insert text (вставить текст) в график.
- Edit text. Редактировать текст.
- Delete text. Удалить текст.

Команды таблицы данных:

- **Hide** *trace* **name**: не показывать кривую в таблице данных (Data table).
- Separate window. Показывать таблицу данных в AC окне или в отдельном окне.

Команды условных обозначений:

- Hide trace name: не показывать кривую на графике.
- Remove (удалить) выделенную кривую.
- Rename (переименовать) выделенную кривую.
- Duplicate (дублировать) выделенную кривую.
- 🗎 Сору (копировать) выделенную кривую в буфер обмена.
- Paste (вставить) выделенную кривую из буфера обмена.
- Find component: (найти компоенент) только V, I, Z, Gamma и VSRW кривые. Щелкните, чтобы показать компоенент на схеме.

Клавиатура и горячие клавиши

Следующие клавиши клавиатуры и горячие клавиши могут использоваться:

- **Таb**. Переключает режим отображения фазы.
- Left, Right. Прокручивают график.
- Up, Down. Выбирают кривую.
- Shift-PgUp. Увеличить.
- Shift-PgDown. Уменьшить.

Операции с мышкой

Могут использоваться следующие операции с мышкой:

- Right-click. Открывает контекстное меню.
- Mouse-wheel. Увеличение/уменьшение по горизонтали.
- Ctrl-mouse wheel. Прокручивание по горизонтали.
- Shift-mouse wheel. Прокручивание по вертикали.
- Ctrl-Shift-mouse-wheel. Увеличение/уменьшение по вертикали.

Режим *Cursors* [к]:

- Щелчок (левая клавиша). Если курсоры видны, переместить ближайший курсор.
- Щелкнуть и перетащить:
 - > На аннотации: переместить текст примечания или указатель.
 - > На тексте: переместить текст или указатель.
 - > Иначе: переместить курсор.

Двойной щелчок:

- > На аннотации: редактировать аннотацию.
- > На тексте: редактировать текст.
- У Иначе: показать курсоры, передвинуть оба курсора.

Режим **Zoom** ::

- Щелкнуть и перетащить. Выбор и масштабирование.
- Двойной щелчок. Центровать экран.

Режим *Scrolling* :

- Щелкнуть и перетащить. Прокрутить график.
- Двойной щелчок. Центровать экран.

Инструменты анализа на переменном токе

AC Tools предлагают разные способы представления результатов симуляции. Инструменты доступны только тогда, когда открыто окно AC: если оно закрыто, все окна инструментов тоже закрыты. Чтобы открыть инструмент, перейдите к $AC \mid Tools$, затем выберите пункт с требуемым инструментом.

В настоящее время доступны следующие инструменты:

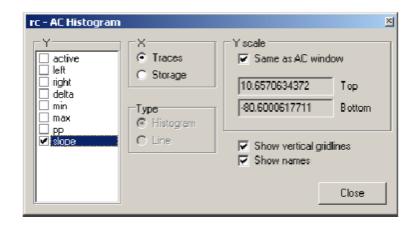
- Histogram гистограмма.
- Smith chart диаграмма Смита.
- Nyquist chart диаграмма Найквиста.
- Nichols chart номограмма замыкания.
- Markers маркеры.



Гистограмма

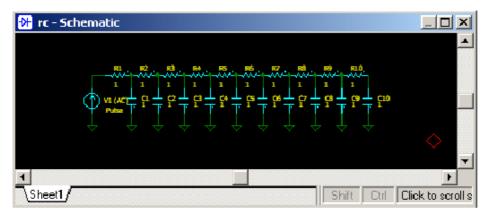
Гистограмма представляет значения кривой и некоторые характеристики кривой, вычисленные между курсорами (или всего экрана, если курсоры выключены), в графическом формате. Гистограмма может также показать «поперечное сечение» кривой или данных в накопителе.

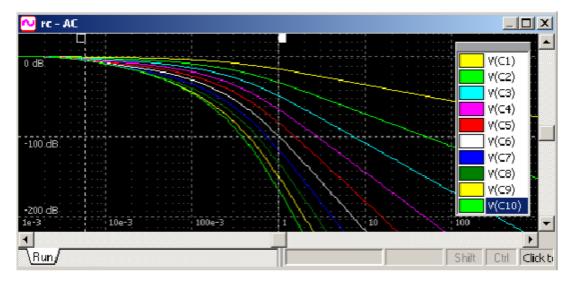
- Щелкните правой клавишей мышки, чтобы получить доступ к соответствующим командам.
- > Дважды щелкните по окну, чтобы открыть диалоговое окно Configuration:



- Значения Y. Выберите переменные для отображения по оси Y. «Активные» сейчас выбраны курсором (левым или правым). Другие переменные схожи с теми, что отображены в таблице данных (Data Table) переходного процесса.
- **Х**. Выберите режим гистограммы: что будет показано по оси X:
 - **Traces**. Будет показано «поперечное сечение» всех кривых, в настоящее время отображенных на графике.
 - **Storage**. Будет показано «поперечное сечение» накопителя для всех кривых, в настоящее время отображенных на графике.
- > Type. Выберите тип гистограммы для режима Storage:
 - Histogram.
 - · Line.
- У scale. По умолчанию шкала по Y гистограммы та же, что и вертикальной оси окна AC. Снимите флажок Same as AC window, чтобы ввести шкалу Y Top и Bottom (сверху и снизу).
- > Show vertical gridlines. Установите флажок, чтобы показывать вертикальные линии сетки, разделяющие данные гистограммы.
- **Show names**. Установите флажок, чтобы показывать имена кривых или **Storage** на оси X.

Режим **Traces** или «поперечное сечение кривых» может использоваться для отображения «пространственного» распространения сигнала в цепи. Следующая гистограмма показывает затухание на каждом «пролете» RC фильтра на частоте 1 Гц.

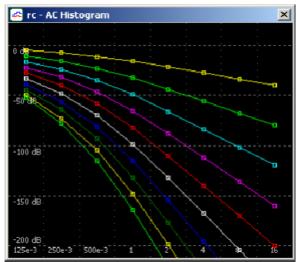






Режим Storage или «поперечное сечение хранилищ» может использоваться для отображения того, как значения кривой в отдельный момент времени зависит от параметров схемы. Следующий пример показывает моделирование предыдущей схемы с резисторами, меняющимися от 0.125 до 16 с шагом X2, использующим качание AC. Каждый запуск сохранялся в **Storage**. Ось X гистограммы — это данные накопителя (то есть, сопротивление). Линии разных цветов показывают затухание сигнала на каждой ступеньке RC фильтра на частоте 1 Гц (активный курсор), как функцию сопротивления.



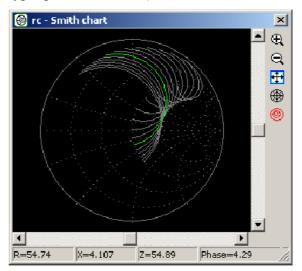


Можно заметить, что «поперечное сечение» гистограммы **Storage** при R=1 такое же, как верхняя линия гистограммы Trace, показанной в предыдущем примере.

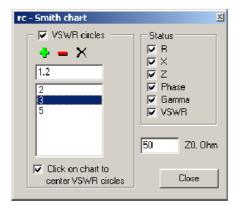


Диаграмма Смита

Это стандартная Smith Chart, рисующая комплексный коэффициент отражения. Отметьте, что диаграмма Смита предполагает вычерчивать только Z кривые (импеданс). Фактически, она рисует все типы кривых AC, интерпретируя их как комплексный импеданс. Диаграмма показывает кривые только между курсорами (или всего экрана, если курсоры выключены).



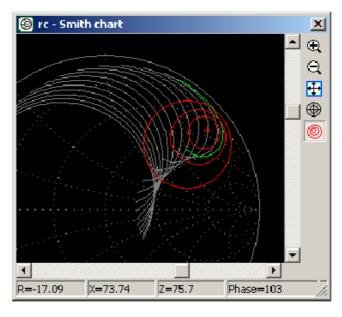
- Щелкните правой клавишей мышки по окну, чтобы получить доступ к соответствующим командам.
- Дважды щелкните по окну, чтобы открыть диалоговое окно Configuration:



- > VCWR circles. Показывает окружности с заданными значениями VSWR вокруг выбранных точек. Значения показаны в списке VSWR.
 - 💠 🔹 Add VSWR (добавить) окружность к списку.
 - Remove VSWR (удалить) окружность из списка.
 - Delete all. Удалить все.

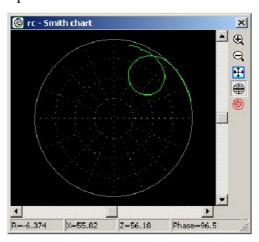


Щелкните по диаграмме, чтобы отцентровать окружности VSWR. Если выбрано, окружности VSWR будут показаны вокруг произвольно выбранных точек на диаграмме:



Если флажок снят, окружности VSWR будут показаны вокруг центра диаграммы.

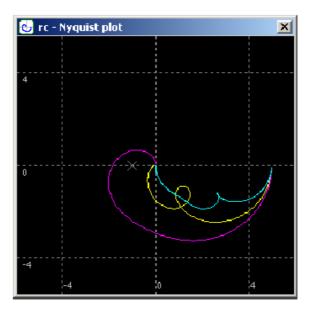
- > Status. Показывает выбранные значения на панели состояния. Значения показаны для позиции указателя мышки.
- **Z0**, Ohm. Характеристический импеданс диаграммы.
 - Zoom in. Увеличить.
 - Zoom out. Уменьшить.
 - Fit the screen. Во весь экран.
 - Polar grid. Полярная сетка.
 - Показать/скрыть VSWR окружности.



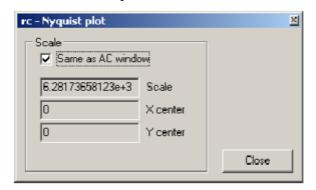
Полярная сетка

Диаграмма Найквиста

Nyquist plot показывает комплексный AC отклик в полярных координатах. Диаграмма показывает кривые только между курсорами (или всего экрана, если курсоры выключены). «Х» маркеры показывают точку единичного усиления с фазой -180 градусов.



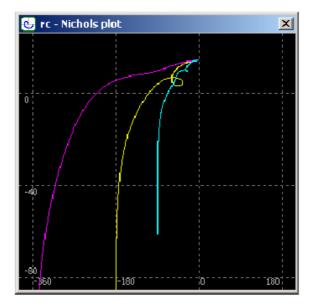
- Щелчок правой клавишей мышки в окне дает доступ к нужным командам.
- Двойной щелчок в окне открывает диалоговое окно Configuration:



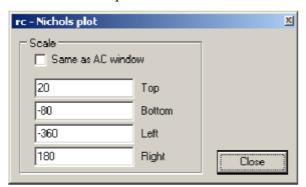
По умолчанию Scale, X center и Y center диаграммы получаются из установок вертикальной шкалы АС графика. Снимите флажок Same as AC window и введите шкалу и индивидуальные значения X и Y center.

Номограмма замыкания

Nichols plot показывает логарифм модуля, как функцию фазы. Диаграмма показывает кривые только между курсорами (или всего экрана, если курсоры выключены).



- Щелчок правой клавишей мышки в окне дает доступ к нужным командам.
- Двойной щелчок в окне открывает диалоговое окно Configuration:

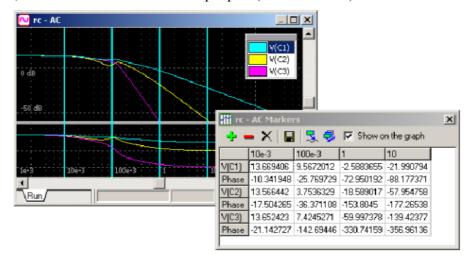


По умолчанию **Top**, **Bottom**, **Left** и **Right** диаграммы те же, что и для шкал модуля и фазы AC графика. Если нужно, снимите флажок **Same as AC window** и введите новые шкалы.



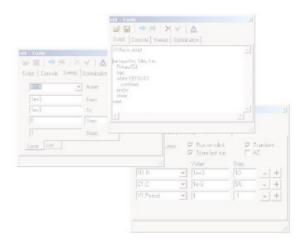
Маркеры

Инструмент маркеров предоставляет удобный способ мониторинга амплитуд кривых в заданных точках. В отличие от курсоров, маркеры всегда остаются в заданном месте. Количество маркеров не ограничено. Ниже вы можете видеть 4 маркера, отображаемые на АС графике (на 0.01 Гц, 0.1 Гц, 1 Гц и 10 Гц), с модулем и фазой кривых, показанными в таблице маркеров (Markers table).



- Markers table состоит из кривых, отображенных на графике.
- 💠 Add (добавить) новый маркер. Частота маркера частота выбранного курсора.
- Remove (удалить) маркер из таблицы. Выделите (щелкните) любую ячейку в таблице, которая
 принадлежит к колонке маркера, затем щелкните по кнопке. На примере выше первый
 маркер (f=10e-3) будет удален.
- Delete (удалить) все маркеры.
- 🖥 Export (экспортировать) таблицу маркеров в текстовый или "csv" файл.
- 🛼 Annotate (аннотировать) выделенные кривые в позиции маркеров на АС графике.
- 🐶 Annotate all traces (все кривые) в позиции маркеров на АС графике.
 - Show on the graph. Выберите, чтобы показать маркеры на АС графике. Ширина маркеров и цвет могут быть изменены на странице Graphs диалогового окна Preferences.

VI. Инструменты



Инструменты используются для выполнения и автоматизации некоторых сложных задач со схемой посредством скрипта. Инструменты расположены в окне **Tools**. Используйте следующие команды основного меню или кнопки инструментальной панели, чтобы открыть инструменты:

- Tools | Script. Открыть, сохранить, редактировать и запустить скрипт на этой странице.
- Tools | Console. Показать журнал (log) выполнения скрипта. Также есть командная строка, которая работает как калькулятор, позволяя выполнять некоторые команды скрипта.
- Tools | Sweep. Выполняет множество запусков анализа переходных процессов и/или АС анализа при "качании" парметра компонента.
- ± Tools | Optimization. Выполняет анализ переходного процесса и/или АС анализ, когда вручную итерируется выбранный параметр.

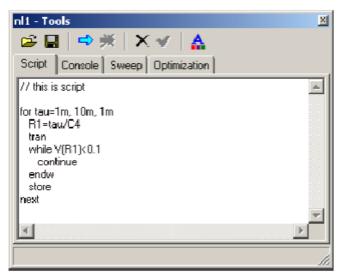


Скрипт

Страница **Script** позволяет открывать, редактировать, сохранять и выполнять скрипт: программу написанную на языке скрипта.

Скрипт может быть использован для изменения параметров схемы, запуска симуляции и сохранения результатов симуляции. Также он может исполняться из командной строки. Это позволяет выполнять комплексные задачи, используя NL5 в качестве «дополнения» симулирующей машины к популярным инженерным средствам, таким как MATLAB® и другие.

Щелкните ПО кнопке Script инструментальной панели или выберите чтобы открыть страницу Script окна Tools: команду Tools | Script в основном меню,



Кнопки инструментальной панели выполняют следующие операции:

- Open script (открыть скрипт) из текстового файла.
- Save script (сохранить скрипт) в текстовом файле.
- Run script. Выполнить скрипт.
- Stop script (остановить) выполнение скрипта.
- Clear (очистить) текст.
- 🛕 Открыть диалоговое окно Preferences.

Синтаксис скрипта

Скрипт использует следующие операторы, команды и данные:

- Команды скрипта.
- Операторы скрипта.
- Выражения.
- Локальные переменные.
- Комментарии.
- Данные кривой.

Одна строка скрипта может содержать множество команд и выражений, разделенных точкой с запятой (;). Все имена, команды, переменные и операторы не чувствительны к регистру.

Команды скрипта. Команды скрипта используются для открывания схемы, управления процессом симуляции и сохранения данных симуляции в разных форматах. См. Приложение 4, где есть список команд и примеров.

Операторы скрипта. Поддерживаются следующие операторы скрипта:

- **for...next** оператор цикла.
- foreach...next списочный оператор цикла.
- while...endwhile оператор условного цикла.
- if...elseif...else...endif условный оператор.
- **break** остановка выполнения цикла.

Все операторы имеют не ограниченный уровень вложения. См. Приложение 5, где детально описаны операторы скрипта и примеры.

Выражения. Выражения могут использовать операторы, функции, параметры компонентов, переменные схемы (определенные в окне **Variables**), данные кривой и локальные переменные:

```
var1=sqrt(10^2+5^2)
R1=3k3
R2=R1*5
C1.C=var1+2
```

Локальные переменные существуют только пока выполняется скрипт. Для создания локальных переменных просто назначьте некоторые значения новым именам или используйте новое имя оператора скрипта **for**:

```
i=5
ratio=R1.R/R2.R
for n=0,100,5
```

Здесь i, ratio и n — локальные переменные.

Комментарии. Строка, начинающаяся с любого символа: ! @ # \$ % * [: ' > / , рассматривается как комментарий и игнорируется. Например:

```
// comment in C++ format
#--- start of R1 iteration ----#
```

Данные кривой могут быть доступны скрипту и из командной строки. Кривая должна быть добавлена в список кривых, но не обязательно, чтобы она отображалась на графике или в таблице данных. Следующие примеры показывают, как получить доступ к данным для кривой V(R1).

Cursors/screen.

```
left — время или частота левого курсора или левого края экрана right — время или частота правого курсора или правого края экрана delta = right-left
```

• Transient amplitude

```
– значение у правого края экрана или правого курсора
V (R1) . (1.2) — значение в t=1.2
V (R1) .left — значение у левого края экрана или левого курсора

    значение у правого края экрана или правого курсора

V(R1).right
V(R1).delta
                 = V(R1).right-V(R1).left
V(R1).min
                  минимум
                   максимум
V(R1).max
V(R1).pp
                  – от пика до пика (max-min)
V(R1).mean
                  – среднее
                   - RMS
V(R1).rms
V(R1).acrms
                   - RMS сигнала за вычетом среднего значения
```

AC magnitude

```
V(R1)
V(R1).(1.2)
V(R1)
                 – значение у правого края экрана или правого курсора

 значение в f=1.2

    значение у левого края экрана или левого курсора

V(R1).left
                 – значение у правого края экрана или правого курсора
V(R1).right
                = V(R1).right-V(R1).left
V(R1).delta
V(R1).min
                 — МИНИМУМ
                 – максимум
V(R1).max

    от пика до пика (max-min)

V(R1).pp
V(R1).slope
                 - наклон усиления,dB/dec
```

AC phase

```
V (R1).phase — Значение у правого края экрана или правого курсора
V (R1).phase.(1.2) — Значение в f=1.2
V (R1).phase.left — Значение у левого края экрана или левого курсора
V (R1).phase.right — Значение у правого края экрана или правого курсора
V (R1).phase.delta = V (R1).right-V (R1).left
V (R1).phase.min — минимум
V (R1).phase.max — максимум
V (R1).phase.pp — от пика до пика (max-min)
```

Примеры скриптов

Установка параметров. Параметры компонентов были рассчитаны во внешнем приложении (например, Excel) или введены вручную и сохранены в текстовом файле в формате *name=value*:

```
R1=5.1
C1=12e-9
```

Откройте текстовый файл в окне **Script** и щелкните кнопку **Run script** . Новые параметры будут присвоены компоненту.

Качание параметра. Параметр компонента меняется в некотором диапазоне, анализ переходного процесса выполняется для каждого параметра, результаты помещаются в **Storage**:

```
for R1=1,10,1
tran
store R1
next
```

Качание параметра из списка. Параметр компонента принимает значение из списка, AC анализ выполняется для каждого параметра, результат помещается в **Storage**:

```
foreach V1.period=1m, 2m, 10m, 50, 100m
ac
store V1.period
next
```

Качание переменной. Локальная переменная меняется в некотором диапазоне, параметры компонента модифицируются, анализ переходного процесса выполняется, результаты помещаются в **Storage**:

```
for freq=1,10,10%
V2.period=1/freq
R2=1/(freq*C5)
tran
store freq
next
```

Ожидание выполнения условия. Переходной процесс выполняется до тех пор, пока значение от пика до пика кривой меньше, чем заданный порог. Когда это происходит, начальные условия (Initial Conditions) сохраняются:

```
threshold=1e-6
tran
while v(c1).pp>threshold
continue
endw
saveic
```

Выполнение анализа для заданного файла, сохранение данных, выход из приложения. Файл схемы загружен в NL5, параметры компонента меняются, выполняется анализ переходного процесса, кривая экспортируется в «csv» файл, NL5 закрывается:

```
open lcr.nlt
R1=100
C1=1n5
tran
export data.csv
exit
```

Выполнение анализа для заданного файла, журналирование данных, выход из приложения. Файл схемы загружается в NL5, параметр компонента «качается», выполняется анализ переходного процесса, данные кривой журналируются в текстовом файле, NL5 закрывается:

```
open lcr.nlt
log lcrdata.csv, r1, v(r1).mean, v(r1).rms,
for R1=100,1000,100
tran
log
next
exit
```

Запуск скрипта

Чтобы запустить скрипт:

- Запустите скрипт из окна **Tools**:
 - > Выберите страницу Script.
 - ▶ Введите код скрипта или щелкните по кнопке **Open** , выберите и откройте файл скрипта.
 - ▶ Щелкните по кнопке Run script → , чтобы запустить скрипт.
- Запуск из окружения Windows:
 - ▶ Перетащите и сбросьте иконку файла на иконку NL5.
- Запуск из командной строки или другого приложения:
 - > Запустите NL5 с именем файла скрипта в качестве параметра. Например:

```
nl5.exe myscript.txt
```

Когда скрипт запущен, никакие изменения в схеме, окне переходного процесса или AC не могут быть сделаны. Доступна только кнопка **Stop script** — Журнал и сообщения об ошибках отображаются на странице **Console**.

Скрипт применяется к активному документу.

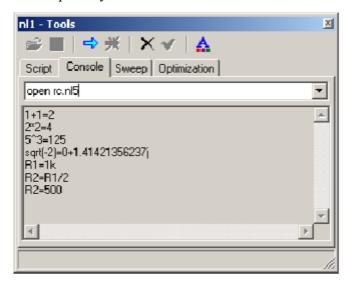
Когда скрипт запущен, режим переходного процесса автоматически устанавливается в

«без продолжения»: переходной процесс будет приостановлен в конце экрана.

Консоль

Страница **Consol** отображает журнал выполнения скрипта. Она также имеет командную строку, которая работает как калькулятор и позволяет выполнять некоторые команды скрипта.

Щелкните по кнопке Console шили выберите команду Tools | Script основного меню, чтобы открыть страницу Console окна Tools.



Кнопки инструментальной панели выполняют следующие операции:

- Evaluate (вычислить) выражение в командной строке.
- Clear (очистить) журнал (log).
- A Открыть диалоговое окно Preferences.

Командная строка

Командная строка используется для вычисления выражений. Выражение может состоять из:

- Чисел (включая комплексные числа).
- Параметров компонентов и переменных схемы активного документа.
- Арифметических операторов и функций.
- Данных кривой (как описано в разделе «Скрипт»).

Введите выражение в командную строку и нажмите **Enter** или щелкните по кнопке **Р**езультаты будут отображены в области журнала. Например:



2*2 : 2*2=4 sin(45) : sin(45)=707.106781187e-3 R1*C1 : R1*C1=15 (if R1=5, C1=3) sqrt(-2) : sqrt(-2)=0+1.41421356237j V(R1).mean : V(R1).mean=0.15425

Чтобы изменить параметры компонента или переменные активного документа, введите имя параметра с последующим знаком равенства и выражением:

```
R1=1k
R1=1000/C1
V1.model=pulse
```

Вы можете также выполнить команды скрипта из командной строки: доступны все команды скрипта, исключая log и exit. Дополнительно, команда pause приостановит выполнение анализа переходного процесса. Команды применяются к активному документу.

Например:

```
open rc.nl5
tran 0,1m,.1u
store
continue
```

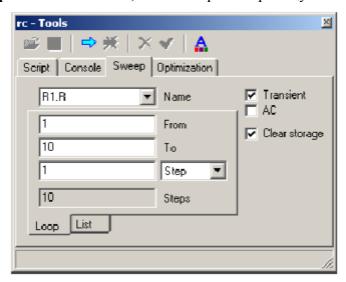
Предыдущие выражения и команды могут быть найдены в выпадающем списке или с помощью клавиш клавиатуры Up и Down. Нажмите Esc, чтобы очистить командную строку.



Качание

Страница Sweep предоставляет возможность автоматической генерации и выполнения кода скрипта, который меняет параметр компонента в заданном диапазоне, выполняет анализ переходного процесса и/или AC анализ, сохраняет кривые в Storage.

кнопке Щелкните ПО команду Tools | Sweep в основном меню, чтобы открыть страницу Sweep окна Tools:



Кнопки инструментальной панели выполняют следующие операции:

- ➡ Run (запустить) "качание" (скрипт).
- 💢 Stop (остановить) выполнение качания.
- Clear (очистить) текст списока типов качания.
- 🛕 Открыть диалоговое окно Preferences.

Loop (цикл) и List (список). Установите Есть два типа выполнения качания: следующие параметры для обоих типов качания:

Name. Имя параметра для изменения. Введите имя параметра вручную или выберите из выпадающего списка. Список показывает все числовые параметры компонента, который сейчас выбран в схеме или в окне Components. Например:





V1.V1

V1.V0

Выбор компонента V1

Выбор параметра V1.Period

Script | Console | Sweep | Optimization |

Name

From

- Transient. Выбор для запуска переходного процесса.
- АС. Выбор для запуска анализа на переменном токе.

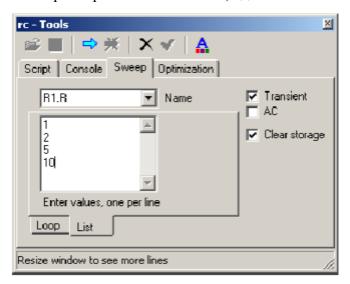
- Clear storage. Выбор для очистки накопителя, когда запустится «качание». Если не очистить, результаты выполнения качания будут добавлены к существующим в Storage.
- Выберите Loop или List тип качания на закладке внизу.

Для типа **Loop** введите следующие параметры:

- **From**. Начальное значение параметра.
- То. Конечное значение параметра.
- **Step type** (тип шага):
 - > Step. Параметр увеличивается (или уменьшается) со значением Step.
 - > Step, %. Параметр меняется в заданном процентном соотношении.
 - **Step**, X. Параметр умножается на заданное значение.
- Поле **Steps** показывает полное количество шагов, которые будут выполнены.

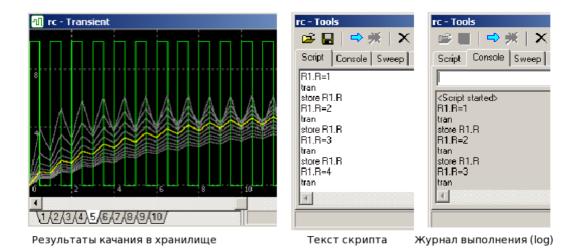
Для качания типа **List** введите следующие параметры:

• Запишите значения параметра в текстовое поле, одно значение на строку.



Щелкните по кнопке **Run script**, чтобы запустить скрипт. Результаты анализа переходного процесса будут сохранены в **Storage**. Только кривые с разрешенным хранением в накопителе будут сохранены. Страница **Script** содержит текст скрипта, который выполнялся, а страница **Console** журнал выполнения скрипта.





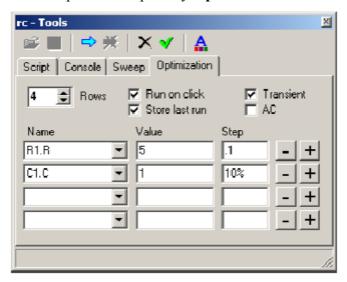
Команды **Transient | Sweep** и **AC | Sweep** открывают страницу Sweep c установленными Transient или AC флажками, соответственно.



Оптимизация

Оптимизация выполняет анализ переходного процесса и/или анализ на переменном токе при ручной итерации выбранных параметров.

Щелкните кнопку **Optimization** или выберите команду **Tools** | **Optimization** в основном меню, чтобы открыть страницу **Optimization** окна **Tools**:



Кнопки инструментальной панели выполняют следующие операции:

- ➡ Run (запустить(анализ (скрипт(.
- Stop (остановить) выполнение анализа.
- × Clear (очистить) таблицу оптимизации.
- ✔ Clean up (подчистить) таблицу оптимизации. Удаляет строки с пустыми полями имен, передвиг строки вверх, чтобы заполнить пропуски.
- 🛕 🔹 Открыть диалоговое окно Preferences.

Могут быть заданы следующие параметры:

- **Rows**. Количество параметров для итераций, от 1 до 16. Если все строки не помещаются в окне, в строке состояния появится предупреждающее сообщение: «*Resize window to see more rows* измените размер окна, чтобы увидеть больше строк».
- Run on click. Если выбрано, заданный анализ будет стартовать немедленно, сразу после щелчка по кнопкам Plus или Minus любого параметра. Иначе, щелкните по кнопке , чтобы запустить анализ.
- Store last run. Если выбрано, когда анализ стартует, Storage очищается, существующий анализ помещается в накопитель, как «Run1», и затем начинается новый анализ. Если тип отображения накопителя указан как Selected and dimmed, тогда предыдущая кривая будет всегда отображена в «блеклых» тонах, а новая кривая в нормальном цвете, позволяя легко сравнить старую и новую кривые. Сохраняются

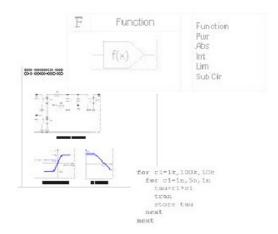
только кривые с «включенным (enabled)» Storage.

- Transient. Выбор для запуска анализа переходного процесса.
- АС. Выбор для запуска анализа на переменном токе.
- Поля **Name** содержат имена параметров, которые будут меняться. Введите имя параметра вручную или выберите из выпадающего списка. Список показывает все числовые параметры компонента, которые в настоящее время выделены на схеме или в окне **Components** (см. пример в разделе «Качание»).
- Поля **Value** содержат текущее значение заданного параметра.
- Поля **Step** задают, как значение будет меняться, когда нажимаются кнопки **Plus** или **Minus**. Если **Step** это число, к текущему значению будет добавлено число. Если **Step** это число с символом «%» на конце, значение будет меняться на заданный процент.
- Кнопки **Plus/Minus**. Щелчок по ним модифицирует значение на заданный шаг. Если выбрана опция **Run on click**, будет выполняться заданный анализ.



VII. Приложения

Все приложения, нужда в которых больше у профессионалов, добавлены без перевода.



1. Операторы

1. Operators

P column shows operator precedence: 1- least, 6 - most.C column indicates if operator supports complex numbers.

Operator	P	C	Description	Example
a?x:y	1		x if a > 0, y otherwise	3>2?1:0=1 3==2?1:0=1
			Condition a is calculated first, then only x or y is calculated, according to condition.	
ж&у	2		1 if x>0 and y>0, 0 otherwise	5 & 8 = 1 5 & 0 = 0
х у	2		1 if x>0 or y>0, 0 otherwise	5 8 = 1 (-5) (-8) = 0
x <y< td=""><td>3</td><td></td><td>1 if x<y, 0 otherwise</y, </td><td>5<8=1 8<5=0</td></y<>	3		1 if x <y, 0 otherwise</y, 	5<8=1 8<5=0
x<=y	3		1 if x<=y, 0 otherwise	5<=5=1 5<=2=0
х>у	3		1 if x>y, 0 otherwise	5>8=0 8>5=1
x>=y	3		1 if x>=y, 0 otherwise	5>=5=1 5>=8=0
х==у	3	1	1 if x equal y, 0 otherwise	5==8=0 5+j1==5+j1=1
x!=y	3	1	1 if x non-equal y, 0 otherwise	5!=8=1 5+j1==5+j1=0
х+у	4	1	x+y	2+3=5 1+1j+2+2j=3+3j
х-у	4	1	х-у	3-2=1 3+3j-2-2j=1+1j
x*y	5	1	x*y	2*3=6 (1+2j)*(1-2j)=5
ж/у	5	1	х/у	4/2=2 (2+2j)/(1-1j)=0+2j
х % У	5		x modulo y , the remainder of x/y	5%2=1
x y	5	1	(x*y)/(x+y) : x in parallel with y	2 3=1.2 10j 10=5+5j
x^y	6	1	$\mathbf{x}^{\mathbf{y}}$: \mathbf{x} to the power of \mathbf{y}	2^3=8 (-4)^0.5=0+2j 1j^3=0-1j

2. Функции

2. Functions

C column indicates if function supports complex numbers.

Function	C	Description	Example
sin(x)		sin(x), x in degrees.	sin(90)=1
cos(x)		cos(x), x in degrees.	cos(45) = 707.106e-3
tan(x) tg(x)		tan(x), x in degrees.	tan(45)=1
sqrt(x)	٧	\sqrt{x} : square root	sqrt (4) = 2 sqrt (-4) = 0+2j sqrt (2j) = 1+1j
sqr(x)		"Signed" square root: \sqrt{x} if x>=0, $-\sqrt{(-x)}$ if x<0	sqr(4)=2 sqr(-4)=-2
sq(x)	√	x ² : square	sq(2)=4 sq(1+1j)=0+2j
pow(x,y)	1	\mathbf{x}^{y} : \mathbf{x} to the power of \mathbf{y}	pow(10,2)=100 pow(-4,0.5)=0+2j pow(1j,3)=0-1j
pwr(x,y)		"Signed" power: x^{y} if $x>=0$, $-(-x)^{y}$ if $x<0$	pwr(10,2)=100 pwr(-10,2)=-100
exp(x)	√	e ^x : exponent	exp(3)=20.0855 exp(PI*0.5j)=0+1j
ln(x) log(x)	√	ln(x) : logarithm x to base e	ln(100)=4.60517 ln(-1)=0+3.14159j ln(-1j)=0-1.57079j
log10(x) lg(x)	√	$\log_{10}(x)$: logarithm x to base 10	log10(100)=2 lg(-100)=2+1.36437j lg(1j)=0+682.188e-3j
log2(x) lb(x)	1	<pre>log₂(x) : logarithm x to base 2 ("binary" logarithm)</pre>	log2(8)=3 lb(-8)=3+4.53236j lb(lj)=0+2.26618j
log(x,y)	1	$\log_{\gamma}(x)$: logarithm x to base y. Complex base y not allowed.	log(PI,PI)=1 log(-10,10)=1+1.36437j log(1j,10)=0+682.188e-3j
asin(x)		arcsin(x), -90+90 degrees	asin(1)=90
acos(x)		arccos(x), 0+180 degrees	acos(.5)=60
atan(x)		arctan(x), -90+90 degrees	atan(1)=45
atan2(x,y)		arctan(x/y), -180180 degrees	atan2(1,-1)=135 atan2(1,1)=45
abs(x) mag(x)		Absolute value (magnitude)	abs(1)=1 mag(-10)=10

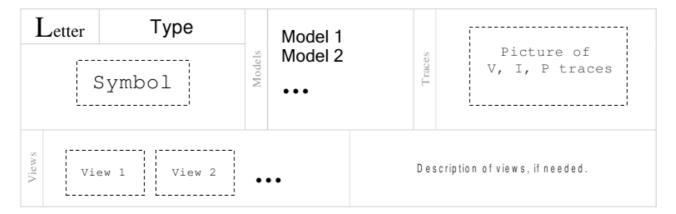


Function	C	Description	Example
abs(x,y,) mag(x,y,)		$\sqrt{x^2+y^2+\dots}$, number of arguments not limited	abs(3,4)=5 mag(1,1,1,1)=2
sign(x)		Sign x : 1 if $x>0$, 0 if $x=0$, -1 if $x<0$	sign(-2)=-1 sign(0)=0 sign(100)=1
db(x)		20*log ₁₀ (abs(x)) : x in decibel	db(100)=40
db(x,y)		$20*log_{i0}(abs(x/y))$: ratio x/y in decibel	db(1,10)=-20
min(x,y,)		Minimum of values, number of arguments not limited	min(5,9,10,2)=2
max(x,y,)		Maximum of values, number of arguments not limited	max(5,9,10,2)=10
int(x) round(x)		Round x to the nearest integer	int(1.4449)=1 int(1.5)=2
int(x,y) round(x,y)		Round x to the nearest number multiple of y, x if y<=0.	int(123,10)=120 int(3.1415,0.1)=3.1
abs(c) mag(c)	1	Absolute value (magnitude) of complex number c	abs(3+4j)=5 mag(-3j)=3
phase(c)	1	Phase of complex number c , -180180 degrees	phase(1+1j)=45
re(c)	√	Real part of complex number c	re(2+3j)=2
im(c)	√	Imaginary part of complex number ${f c}$	im(2-3j)=-3

3. Типы компонентов, модели, параметры

3. Component Types, Models and Parameters

Component types are described in the following format:



Model and parameters are described as follows:

Model	Parameter	Units	Description
Model	Par 1	Unit 1	Par 1 description
	Par 2	Unit 2	Par 2 description
name			
Model specific view	Detailed des	cription of	the model and parameters.





Model	Parameter	Units	Description
Label	VIC	V	Initial condition: initial voltage.
Labor	R	Ohm	Initial resistance.
	- For of - To a When calcusource "VIC found, the v	voltage tr connecting pply initial plating DC is conne	ace probe point. It is schematic points without wires, including points at different sheets. It is voltage during DC operation point calculation. It is not blank, the temporary voltage exted to the label through initial resistor "R". When DC operating point is surce is removed. In a constant voltage source! This voltage will be removed after

Model	Parameter	Units	Description
V	V	V	Voltage.
	Constant vo	ltage sou	rce. Voltage = "V".

Model	Parameter	Units	Description
Pulse	V1	V	Pulse On voltage.
. 4.00	V0	V	Pulse Off voltage.
	Period	s	Period.
	Width	s	Pulse width.
	Slope		Slope type: Linear/Cos/Exp
	Rise	s	Pulse rise length.
	Fall	s	Pulse fall length.
	Delay	s	Delay before first pulse starts.
	tim e. "Rise" not included	time is inc d into "W id o zero and	e. Pulses start after "Delay" cluded into "W idth", "Fall" time is lth". Almost every parameter d infinity ("inf"); if not, the error ayed.
	tim e. "Rise" not included can be set t	time is inc d into "W id o zero and	cluded into "W idth", "Fall" time is Ith". Almost every parameter d infinity ("inf"); if not, the error
	tim e. "Rise" not included can be set t m essage w	time is ind d into "Wid o zero and ill be displa	cluded into "W idth", "Fall" time is Ith". Almost every parameter d infinity ("inf"); if not, the error ayed. Delay Rise Fall Width
	tim e. "Rise" not included can be set t m essage w	time is ind d into "Wid o zero and ill be displa	cluded into "W idth", "Fall" time is Ith". Almost every parameter d infinity ("inf"); if not, the error ayed. Delay Rise Fall Width Period



Model	Parameter	Units	Description
Step	V1	V	Step On voltage.
Отор	VO	V	Step Off voltage.
	Slope	s	Slope type: Linear/Cos/Exp
	Rise	s	Step rise length.
	Delay	s	Delay before step starts.
	Step voltag	ge source	e. Step starts after "Delay" time.
			e. Step starts after "Delay" time.
			e. Step starts after "Delay" time.

Model	Parameter	Units	Description
Sin	V1	V	Voltage amplitude.
0	V0	V	Voltage baseline.
	Period	s	Period.
	Phase	deg	Phase.
	Delay	s	Delay before sine signal starts.
	V0 ¥ V1 Dela	ay	t V0 V1 Delay t
		Perio	
		Phase = 0	Phase = 90
	If transient	Phase = 0 is paused,	

Model	Parameter	Units	Description		
Function	F(t)	Α	Function		
	Arbitrary function. F(t) defines voltage as a function of the following variables: - current time t - voltage V(name) - current I(name) - power P(name)				
	where <i>name</i> is name of the component. If $F(t)$ is blank, voltage is zero. Example: $F(t) = \sin(t) * (1 + \cos(t^*.01))$ $F(t) = V(R1) * I(R1)$				
			are used, output voltage is delayed by one calculation step. This may schematic with closed loop.		

	Parameter	Units	Description
File	File		File name.
1 110	Cycle		Cycling (repeat): No/Yes.
	Delay	s	Delay.
	file is locate defined in the signal interval is research.	d in the sate csv ("co	The text file. "File" parameter is a file name, with full path to the file. If the time directory as schematic file, the path can be ommited. Signal is omma-separated values") format, as follows: of the file may contain text header, will be ignored> $ < t < t, \text{ signal value is linearly interpolated between } v_0 \text{ and } v_1, \text{ etc. If } t > t_1, \text{ if "Cycle" parameter is set to "No", otherwise signal defined in } t_0 \dots t_n \text{ ontinuously. In addition, the whole signal is delayed by "Delay" time.} $
			y". O the following voltage will be generated:
	if "Cycle" =	res, Dela	ay" = 0, the following voltage will be generated:
		-	



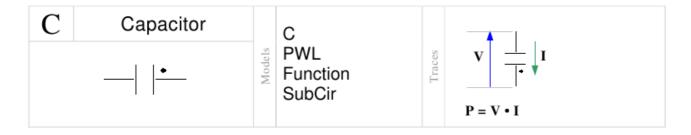
Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
0000	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	See Worl	king with Subcircuits chapter for details.





Model	No parameters
Amperemeter	Amperemeter. Short circuit. In addition to current, amperemeter can measure voltage relative to ground, and power to grounded load.





Model	Parameter	Units	Description
С	C	F	Capacitance
	IC	V	Initial condition: voltage. Leave blank if IC not defined.
		lating DC	C*dV/dt. operation point capacitor is replaced with voltage source if "IC" is circuit (ignored) if "IC" is blank.

Model	Parameter	Units	Description
L AA L	pwl		Comma-separated string, C(V)
	IC	V	Initial condition: voltage. Leave blank if no IC defined.
			pacitor. "pwl" string defines capacitance as a function of voltage. See apter for details.

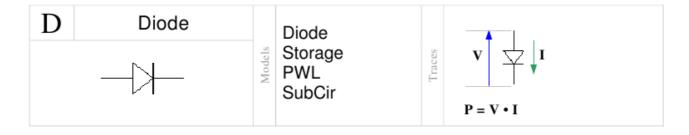
Model	Parameter	Units	Description
Function	Z(s)	Ohm	Impedance as a function of <i>s</i> parameter.
	IC	V	Initial condition: voltage. Leave blank if no IC defined.
	Example: Z(s) = Z(s) = When calcu	C analysis 1.0/3p/s + (1.0/10n/s	in s domain. For transient, constant impedance Z(0) is used. For s, complex impedance Z(s) is used, where s = jω. 1.5p - 3 pF capacitor in series with 1.5 pH inductor. 1k - 10 nF capacitor in parallel with 1 kOhm resistor. operation point capacitor is replaced with voltage source if "IC" is circuit (ignored) if "IC" is blank



\mathbf{C} Capacitor

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
0000	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Worl	king with Subcircuits chapter for details.





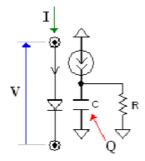
Model	Parameter	Units	Description	
Diode	V d	V	Forward voltage drop.	
Biodo	IC		Initial condition: On/Off.	
	diod is Off (open circu lating DC	vd", diode is On (short circuit). Otherwise vit, I=0). operation point diode is set to the state	



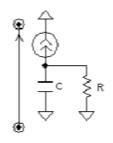
D Diode

Model	Parameter	Units	Description
Storage	Vd	V	Forward voltage drop.
o to ago	t	s	Recovery time constant.
	IC		Initial condition: Off/On.
	ICQ	C (A*s)	Initial condition: charge.

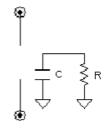
Charge storage diode. Simplified equivalent schematic of the model is the following:



1. Forward current V = "Vd", I > 0, Q > 0

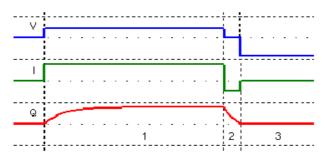


2. Reverse current V = 0, I < 0, Q > 0



3. No current V < 0, I = 0, Q = 0

The diode has internal capacitor C and resistor R, with the time constant RC = "t", Q is the charge on the capacitor. In mode 1, forward current flows through the diode and forward voltage drop is "Vd". At the same time, capacitor C is being charged by the current equivalent to forward current. In mode 2, reverse current is applied to the diode, and capacitor C is being discharged by the same current, and by current through resistor R. As long as charge Q on the capacitor is positive, the diode is a short circuit with zero voltage drop. Finally, when charge drops to zero, the diode switches to mode 3, with zero current and negative voltage drop (open circuit). V, I, and Q waveforms are shown on the graph:



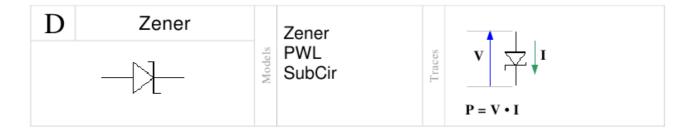
When calculating DC operation point the diode is set to the state specified in "IC", and internal charge Q is set to specified "ICQ" value.

D Diode

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, R(V)
	Piece-wise I with PWL cha		de. "pwl" string defines resistance as a function of voltage. See Working etails.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Wor	king with Subcircuits chapter for details.



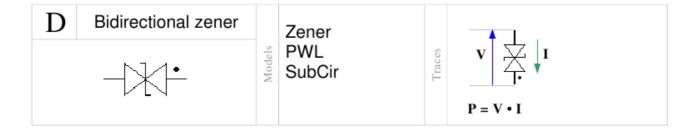


Model	Parameter	Units	Description			
Zener	V	V	Breakdown voltage drop.			
201101	Vd	Vd	Forward voltage drop.			
	IC		Initial condition: Minus/Off/Plus.			
	O therwise z	eneris Of lating DC	V" or V >= "Vd", zener is On (short circuit). f (open circuit, I=0). operation point zener is set to the state	-V	Val	→ ∀

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, R(V)
	Piece-wise I with PWL cha		er. "pwl" string defines resistance as a function of voltage. See Working etails.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Worl	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description	
Zener	٧	V	Breakdown voltage drop.	
201101	IC			
	(short circu	it). O therw lating DC	ener. If V <= -"V" or V >= "V", zener is On ise zener is Off (open circuit, I=0). operation point zener is set to the state	-V V V

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, R(V)
	Piece-wise with PWL ch		er. "pwl" string defines resistance as a function of voltage. See Working details.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Worl	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description
Function	F(x)	V	Transfer function.
	F(s)		AC transfer function in s domain.
- f(x) >-	IC	V	Initial condition: output voltage.
	where nam Example: $F(x) = F(x) $	input volta current tir voltage V current I(power P(e is name x^3 x * sin(t) x * P(r1)	(name) name)

$$F(s) = 1/(1+s)$$

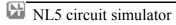
 $F(s) = exp(-1mk*s)$

F(s) is calculated at each frequency. If F(s) is blank, it is assumed to be 1. Also, if F(x) is not blank, it is linearized at DC operating point, and F(s) is multiplied by linearized gain at each

AC analysis. F(s) defines transfer function in s domain, where $s = j\omega$. Only operators and

functions that support complex numbers can be used in this function.

When calculating DC operation point for transient or AC analysis, output is set to specified output voltage "IC".



F Function

Model Parameter Units Description Pwr power Power. K V/V Gain. IC V Initial condition: output voltage.

"Signed" power function. V = K * pwr(Vin, power).

The function is calculated as follows:

if power \neq 0:

 $\begin{array}{lll} \mbox{if Vin} = 0 & \ldots : & V = 0 \\ \mbox{if Vin} > 0 & \ldots : & V (= \mbox{ K }^\star \mbox{ Vin}^{power} \\ \mbox{if Vin} < 0 & \ldots : & V = - \mbox{ K }^\star \mbox{ (-Vin)}^{power} \\ \end{array}$

stability of the schematic with closed loop.

When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

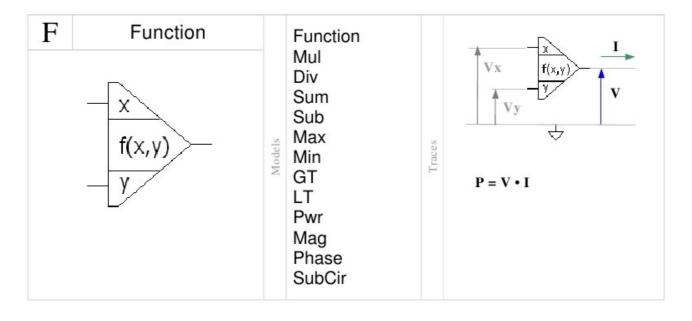
Model	Parameter	Units	Description
Abs	K	V/V	Gain.
	IC	V	Initial condition: output voltage.
abs	Absolute value. V = K * abs(Vin).		
		-	operation point output is set to specified output voltage "IC". When

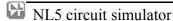
Model	Parameter	Units	Description
Int	resolution	V	Resolution.
	K	V/V	Gain.
int	IC	V	Initial condition: output voltage.
	Round to the integer. When calculating t	e nearest lating DC ransient, o	V = K * round(Vin, resolution). number multiple of "resolution". If resoltion = 1, round to the nearest operation point output is set to specified output voltage "IC". When output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect tic with closed loop.

\mathbf{F} Function

Model	Parameter	Units	Description
Lim	Max	V	Maximum.
	Min	V	Minimum.
lim >-	IC	V	Initial condition: output voltage.
		1 : V =	IN III
	if V in >= M a O therwise .	x : V =	- M ax

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
0000	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	See <i>Work</i>	king with Subcircuits chapter for details.





F Function

Model Function



Parameter	Units	Description
F(x,y)	V	Transfer function.
F(s)		AC transfer function in \boldsymbol{s} domain.
IC	V	Initial condition: output voltage.

Arbitrary thansfer function.

Transient analysis. F(x,y) defines output voltage as a function of the following variables:

- input voltages x (Vx) and y (Vy)
- current time t
- voltage V(name)
- current I(name)
- power P(name)

where name is name of the component. If F(x,y) is blank, output is zero. F(s) is ignored.

Example:

$$F(x,y) = \operatorname{sqrt}(x^*x + y^*y)$$

$$F(x,y) = x * y * sin(t)$$

$$F(x,y) = x * V(r1)$$

When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

AC analysis. F(s) defines transfer function in \boldsymbol{s} domain, where $s=j\omega$. Only operators and functions that support complex numbers can be used in this function.

Example:

$$F(s) = 1/(1+s)$$

$$F(s) = exp(-1mk*s)$$

F(s) is calculated at each frequency. If F(s) is blank, it is assumed to be 1. Also, if F(x,y) is not blank, it is linearized at DC operating point, and F(s) is multiplied by linearized gain at each frequency.

When calculating DC operation point for transient or AC analysis, output is set to specified output voltage "IC".



\mathbf{F} Function

Model	Parameter	Units	Description
Mul	K	V/V	Gain.
	IC	V	Initial condition: output voltage.



Multiplication. V = K * V x * V y.

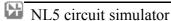
When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

Model	Parameter	Units	Description
Div	K	V/V	Gain.
2	IC	V	Initial condition: output voltage.
х/у	Division. V = K * V x / V y. If V y = 0, V = 0.		
עד	W hen calcul	ating DC (operation point output is set to specified output voltage "IC". W hen utput voltage is always delayed by one calculation step. This may affect

 _		
stability of the	schem ati	c with closed loop.
outoutaing tro		tpat rollago to all ajo dollajod oj ollo dalodiation diop. Tillo ili aj allodi

	Model	Parameter	Units	Description
	Sum	K	V/V	Gain.
Odil	•	IC	V	Initial condition: output voltage.
	x x+y	Addition. V = K * (Vx + Vy).		
	<u>-</u> y_	calculating tr	ansient, οι	peration point output is set to specified output voltage "IC". When atput voltage is always delayed by one calculation step. This may affect ic with closed loop.

Model	Parameter	Units	Description
Sub	K	V/V	Gain.
000	IC	V	Initial condition: output voltage.
<u>x-y</u>	calculating t	lating DC ransient, o	(Vx - Vy). operation point output is set to specified output voltage "IC". When output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect atic with closed loop.



F Function

Model	Parameter	Units	Description
Max	K	V/V	Gain.
TT COL	IC	V	Initial condition: output voltage.



Maximum. V = K * max(Vx, Vy).

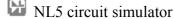
When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

Model	Parameter	Units	Description
Min	n K V/V Gain.	Gain.	
	IC	V	Initial condition: output voltage.
min -y	Minimum. if V x >= V y if V x < V y .	: V = K	* V y

When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

Model	Parameter	Units	Description	
GT	IC	V	Initial condition: output voltage.	
x>y	Minimum. $V = Vx > Vy$? High: Low. if $Vx > Vy$: $V = High$ if $Vx <= Vy$: $V = Low$			
	High and Low are logical levels. To see and set logical levels go to Transient Settings , of AC Settings then click Advanced button.			

When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.



F Function

Model	Parameter	Units	Description
LT	IC	V	Initial condition: output voltage.



Minimum. V = Vx < Vy? High: Low.

High and Low are logical levels. To see and set logical levels go to **Transient | Settings**, or **AC | Settings** then click **Advanced** button.

When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

Model	Parameter	Units	Description
Pwr	K	V/V	Gain.
	IC	V	Initial condition: output voltage.



"Signed" power function. V = K * pwr(Vx, Vy).

The function is calculated as follows:

 $\begin{array}{l} \text{if } Vy \neq 0: \\ \text{if } Vx = 0. \ldots: \quad V = 0 \\ \text{if } Vx > 0. \ldots: \quad V = K \,^{\star} \, Vx^{Vy} \\ \text{if } Vx < 0. \ldots: \quad V = - \, K \,^{\star} \, \left(-Vx \right)^{Vy} \end{array}$

When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.



\mathbf{F} Function

Model	Parameter	Units	Description
Mag	K	V/V	Gain.
mag	IC	V	Initial condition: output voltage.



Magnitude. $V = K * sqrt(V x^2 + Vy^2).$

When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

Model	Parameter	Units	Description
Phase	K	V/V	Gain.
1 11400	IC	V	Initial condition: output voltage.
phase y	Phase. V = K * phase(Vx, Vy). V in Volts is equal to phase of a vector Vx + jVy in degrees. If Vx = 0 and Vy = 0: V = 0. When calculating DC operation point output is set to specified output voltage "IC". When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect		

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
0000	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	See Worl	king with Subcircuits chapter for details.



Model	Parameter	Units	Description
1	1	A	Current.
	Constant cu	rrent sou	rce. Current = "I".

Model	Parameter	Units	Description
Pulse	I1	Α	Pulse On current.
i disc	10	Α	Pulse Off current.
	Period	s	Period.
	Width	s	Pulse width.
	Slope		Slope type: Linear/Cos/Exp
	Rise	s	Pulse rise length.
	Fall	s	Pulse fall length.
	Delay	s	Delay before first pulse starts.
	tim e. "Rise" is not includ	tim e is ind ed into "W	e. Pulses start after "Delay" cluded into "W idth", "Fall" time lidth". Almost every to zero and infinity ("inf"), if
	tim e. "Rise" is not includ param eter o	time is ind ed into "W an be set	cluded into "W idth", "Fall" time
	tim e. "Rise" is not includ param eter o not, the erro	time is ind ed into "W can be set or messag	cluded into "W idth", "Fall" time I idth". Almost every to zero and infinity ("inf"), if e will be displayed.
	tim e. "Rise" is not includ param eter o not, the erro	time is ind ed into "W can be set or messag	cluded into "W idth", "Fall" time lidth". Almost every to zero and infinity ("inf"), if e will be displayed. Delay Rise Fall

I Current source

Model	Parameter	Units	Description
Step	I1	Α	Step On current.
	10	Α	Step Off current.
	Slope	s	Slope type: Linear/Cos/Exp
	Rise	s	Step rise length.
	Delay	s	Delay before step starts.
	Step curre	nt source	e. Step starts after "Delay" time.
			s. Step starts after Delay time.
			Delay Rise

Model	Parameter	Units	Description
Sin	l1	Α	Current amplitude.
0	10	Α	Current baseline.
	Period	s	Period.
	Phase	deg	Phase.
	Delay	s	Delay before sine signal starts.
	ID Dek	Perio	t lo pelay t
	-	Phase = 0	Phase = 90
			sine period changed, that transient is continued, the phase of the signa providing smooth operation:
		. /	1 Λ.

I Current source

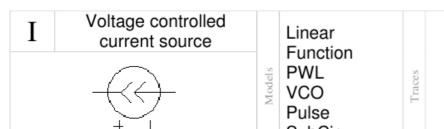
Model	Parameter	Units	Description	
Function	F(t)	Α	Function	
	Arbitrary function. F(t) defines current as a function of the following variables: - current time t - voltage V(name) - current I(name) - power P(name) where name is name of the component. If F(t) is blank, current is zero.			
	F(t) = V If V , I , or P	V(R1) * I(F	cos(t*.01)) R1) are used, output current is delayed by one calculation step. This may schematic with closed loop.	

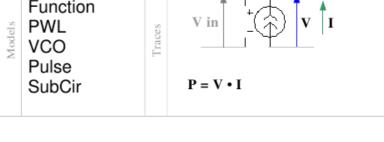
Model
File
1 110



I Current source

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
00.00	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See <i>Work</i>	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description
Linear	К	A/V	G a in
	Linear volta	ge contro	olled current source. I = K * Vin.



I Voltage controlled current source

Model	Parameter	Units	Description			
Function	F(x)	Α	Transfer function.			
	F(s)		AC transfer function in s domain.			
	IC	Α	Initial condition: output current.			
	Arbitrary thansfer function. Transient analysis. F(x) defines output current as a function of the following variables: - input voltage x (Vin) - current time t - voltage V(name) - current I(name) - power P(name) where name is name of the component. If F(x) is blank, output is zero. F(s) is ignored. Example:					
	$F(x) = x^3$ $F(x) = x * \sin(t)$ $F(x) = x * P(r1)$ When calculating transient, output current is always delayed by one calculation step. This man affect stability of the schematic with closed loop.					
	AC analysis. $F(s)$ defines transfer function in s domain, where $s=j\omega$. Only operators and functions that support complex numbers can be used in this function.					
	Example: F(s) = 1/(1+s) $F(s) = exp(-1mk*s)$					
			ach frequency. If $F(s)$ is blank, it is assumed to be 1. Also, if $F(x)$ is not at DC operating point, and $F(s)$ is multiplied by linearized gain at each			

When calculating DC operation point for transient or AC analysis, output is set to specified output current "IC".

I Voltage controlled current source

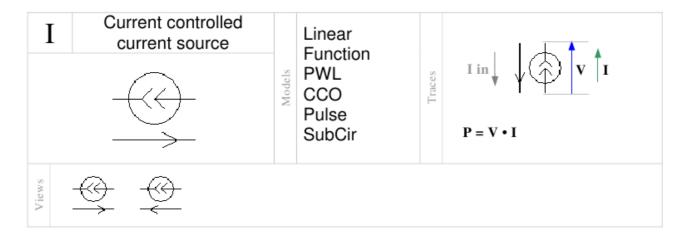
Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, K(Vin)
			tage controlled current source. I = K * Vin, where gain K is defined by on of input voltage Vin. See Working with PWL chapter for details.

Model	Parameter	Units	Description	
VCO	I1	Α	Current amplitude, or Pulse On current.	
	10	Α	Current baseline, or Pulse Off current.	
	dFdV	Hz/V	Gain.	
	Phase	deg	Phase.	
	Туре		Sygnal type: Sin/Pulse.	
	Voltage controlled oscillator. Output current is a sine or pulse signal with frequency equal to: F(Hz) = dFdV * Vin. For sine signal, "10" is baseline, and "11" is am plitude. For pulse signal, "10" is pulse Off level,			
			Pulse signal has 50% duty. "Phase" is additional phase of the signal, in	

Model	Parameter	Units	Description
Pulse	Width	s	Pulse width.
. 4.00	Threshold	V	Voltage threshold.
	11	Α	Pulse On current.
	10	Α	Pulse Off current.
	current pulse	of "Widt	erator. W hen increasing input voltage Vin crosses "Threshold" value, h" duration is generated. "10" is pulse Off level, "11" is pulse On level. es "Treshold" value while pulse is generated, the pulse is restarted.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Pin4		Name of subcircuit label connected to pin 4
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	See Worl	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description
Linear	K	A/A	Gain
	Linear curre	nt contro	lled current source. I = K * lin.



I Current controlled current source

Model	Parameter	Units	Description
Function	F(x)	Α	Transfer function.
	F(s)		AC transfer function in s domain.
	IC	Α	Initial condition: output current.
	Arbitrary th	nalysis. F	F(x) defines output current as a function of the following variables:
	Transient a	input curr current tir voltage V current I(F(x) defines output current as a function of the following variables: rent x (lin) me t ((name) name)
	Transient a	input curr current tir voltage V	F(x) defines output current as a function of the following variables: rent x (lin) me t ((name) name)

Example:

 $F(x) = x^3$

F(x) = x * sin(t)

F(x) = x * P(r1)

When calculating transient, output current is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

AC analysis. F(s) defines transfer function in s domain, where $s = j\omega$. Only operators and functions that support complex numbers can be used in this function.

Example:

F(s) = 1/(1+s)

 $F(s) = \exp(-1mk^*s)$

F(s) is calculated at each frequency. If F(s) is blank, it is assumed to be 1. Also, if F(x) is not blank, it is linearized at DC operating point, and F(s) is multiplied by linearized gain at each frequency.

When calculating DC operation point for transient or AC analysis, output is set to specified output current "IC".

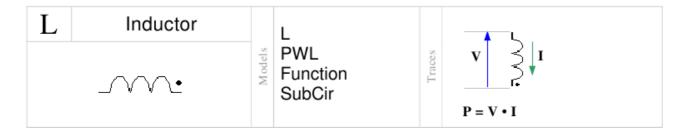
I Current controlled current source

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, K(lin)
			rent controlled current source. I = K * lin, where gain K is defined by n of input current lin. See Working with PWL chapter for details.

Model	Parameter	Units	Description		
CCO	l1	Α	Current amplitude, or Pulse On current.		
000	10	Α	Current baseline, or Pulse Off current.		
	dFdI	Hz/A	Gain.		
	Phase	deg	Phase.		
	Туре	Type Sygnal type: Sin/Pulse.			
	to: F(Hz):	= dFdI * lir nal, *10" is	scillator. Output current is a sine or pulse signal with frequency equal n. baseline, and "I1" is amplitude. For pulse signal, "I0" is pulse Off level, Pulse signal has 50% duty. "Phase" is additional phase of the signal, in		

Model	Parameter	Units	Description
Pulse	Width	s	Pulse width.
1 0.00	Threshold	Α	Current threshold.
	11	Α	Pulse Off current
	10	Α	Phase.
	current puls	e of "Widt	erator. When increasing input current lin crosses "Threshold" value, h" duration is generated. "10" is pulse Offlevel, "11" is pulse On level. es "Treshold" value while pulse is generated, the pulse is restarted.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
ouson.	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Pin4		Name of subcircuit label connected to pin 4
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	See <i>Work</i>	king with Subcircuits chapter for details.



Model	Parameter	Units	Description
I	L	Н	Inductance
_	IC	Α	Initial condition: current. Leave blank if IC not defined.
		lating DC	L*dI/dt. operation point inductor is replaced with current source if "IC" is defined, "IC" is blank.

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, L(I)
. ***	IC	Α	Initial condition: current. Leave blank if IC not defined.
	Working wi	th PWL ch	pacitor. "pwl" string defines inductance as a function of current. See apter for details. operation point inductor is replaced with current source if "IC" is defined, "IC" is blank.

Model	Parameter	Units	Description
Function	Z(s)	Ohm	Impedance as a function of <i>s</i> parameter.
	IC	Α	Initial condition: current. Leave blank if IC not defined.
	linearized A Example: Z(s) = Z(s) = When calcu	C analysis 3n*s + 0.5 (1u*s) (1.00)	in s domain. For transient, constant impedance Z(0) is used. For s, complex impedance Z(s) is used, where s = jω. - 3 nH inductor in series with 0.5 Ohm resistor. 0/10p/s) - 1 mkH inductor in parallel with 10 pF capacitor. operation point inductor is replaced with current source if "IC" is defined, "IC" is blank.



\mathbf{L} Inductor

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
000011	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See <i>Worl</i>	king with Subcircuits chapter for details.

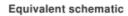


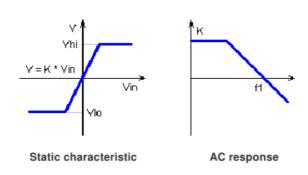


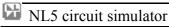
Model	Parameter	Units	Description				
Linear	К	V/V	Gain				
Linear	f1	Hz	Unit gain frequency.				
	IC	V	Initial condition: output voltage.				
	W hen calcu	lating DC o	d "f1" can be set to infinity ("inf"). speration point, if "f1" is not infinity and "IC" is defined, amplfier output voltage "IC". If "IC" is blank, static characteristic is used.				
	Equivalent schematic						
		V 1 - K * Vin	Vin t1 →				

O Amplifier

Model	Parameter	Units	Description
OpAmp	K	V/V	Gain
Op,p	f1	Hz	Unit gain frequency.
	Vhi	V	Max output voltage.
	Vlo	V	Min output voltage.
	IC	V	Initial condition: output voltage.
			operation point, if "f1" is not infinity and "IC" is defined, amplfier output tvoltage "IC". If "IC" is blank, ststic characteristic is used.







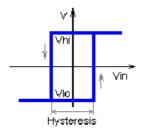
Amplifier \mathbf{o}

Model Parameter Units Description ٧ Hysteresis Hysteresis Comparator Vhi ٧ Max output voltage. Vlo ٧ Min output voltage. IC Initial condition: Low/High.



Comparator with hysteresis. Comparator output is set to "Vhi" or "Vlo" using following rules:

When calculating DC operation point comparator output is set to "Vlo" or to "Vhi", according to selected "IC".



Static characteristic



O

Amplifier

Model	Parameter	Units	Description
Function	F(x)	V	Transfer function.
	F(s)		AC transfer function in s domain.
_	IC	V	Initial condition: output voltage.



Arbitrary thansfer function.

Transient analysis. F(x) defines output voltage as a function of the following variables:

- input voltage x (Vin)
- current time t
- voltage V(name)
- current I(name)
- power P(name)

where name is name of the component. If F(x) is blank, output is zero. F(s) is ignored.

Example:

 $F(x) = x^3$

F(x) = x * sin(t)

F(x) = x * P(r1)

When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

AC analysis. F(s) defines transfer function in s domain, where $s = j\omega$. Only operators and functions that support complex numbers can be used in this function.

Example:

$$F(s) = 1/(1+s)$$

$$F(s) = exp(-1mk*s)$$

F(s) is calculated at each frequency. If F(s) is blank, it is assumed to be 1. Also, if F(x) is not blank, it is linearized at DC operating point, and F(s) is multiplied by linearized gain at each frequency.

When calculating DC operation point for transient or AC analysis, output is set to specified output voltage "IC".

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, K(Vin)
			Diffier. V = K * Vin, where gain K is defined by "pwl" string as a function e <i>Working with PWL</i> chapter for details.

\mathbf{o} Amplifier

Model	Parameter	Units	Description	
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.	
Oubon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1	
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2	
	Cmd		Subcircuit start-up command string	
	IC		Subcircuit Initial conditions string	
	Subcircuit	.See Wor	king with Subcircuits chapter for details.	





Model	Parameter	Units	Description						
Linear	K	V/V	Gain						
	f1 Hz Unit gain frequency.								
	IC	IC V Initial condition: output voltage.							
	Linear differential amplifier. *K" is open loop gain. Frequency response consists of one pole, *f1" is unit gain frequency. *K" and *f1" can be set to infinity (*inf"). When calculating DC operation point, if *f1" is not infinity and *IC" is defined, amplfier output is set to specified output voltage *IC". If *IC" is blank, static characteristic is used.								
		Equiv	alent schematic						
		V * V = K * Vin	Vin 11						

\mathbf{o} Differential amplifier

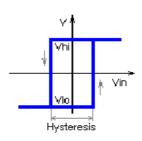
Model	Parameter	Units	Description		
OpAmp	K	V/V	Gain		
Op/ iiiip	f1	Hz	Unit gain frequency.		
	Vhi	V	Max output voltage.		
	Vlo	V	Min output voltage.		
	IC	V	Initial condition: output voltage.		
	Linear amplifier with output limiter. "K" is open loop gain. Frequency response consists of one pole, "f1" is unit gain frequency. "K" and "f1" can be set to infinity ("inf"). Output voltage is limiting between "V lo" and "V hi". When calculating DC operation point, if "f1" is not infinity and "IC" is defined, amplfier output is set to specified output voltage "IC". If "IC" is blank, static characteristic is used.				
		Equiv	valent schematic		
		V M Vhi K * Vin	Vin t1		
	Sta	tic charact	eristic AC response		

\mathbf{o} Differential amplifier

Model	Parameter	Units	Description
0	Hysteresis	V	Hysteresis
Comparator	Vhi	V	Max output voltage.
__	Vlo	V	Min output voltage.
7+\	IC		Initial condition: Low/High.

Comparator with hysteresis. Comparator output is set to "Vhi" or "Vlo" using following rules:

When calculating DC operation point comparator output is set to "VIo" or to "Vhi", according to selected "IC".



Static characteristic



O Differential amplifier

Function

Model



Parameter	Units	Description
F(x)	V	Transfer function.
F(s)		AC transfer function in s domain.
IC	V	Initial condition: output voltage.

Arbitrary thansfer function.

Transient analysis. F(x) defines output voltage as a function of the following variables:

- input voltage x (Vin)
- current time t
- voltage V(name)
- current I(name)
- power P(name)

where name is name of the component. If F(x) is blank, output is zero. F(s) is ignored.

Example:

 $F(x) = x^3$

F(x) = x * sin(t)

F(x) = x * P(r1)

When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

AC analysis. F(s) defines transfer function in s domain, where $s = j\omega$. Only operators and functions that support complex numbers can be used in this function.

Example:

F(s) = 1/(1+s)

F(s) = exp(-1mk*s)

F(s) is calculated at each frequency. If F(s) is blank, it is assumed to be 1. Also, if F(x) is not blank, it is linearized at DC operating point, and F(s) is multiplied by linearized gain at each frequency.

When calculating DC operation point for transient or AC analysis, output is set to specified output voltage "IC".

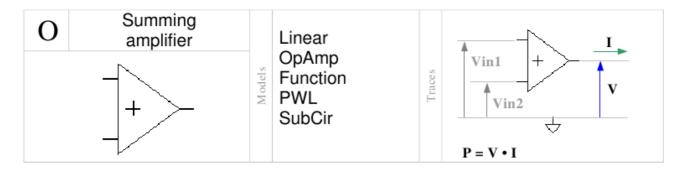
Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, K(Vin)
			e Working with PWL chapter for details.



\mathbf{o} Differential amplifier

Model	Parameter	Units	Description	
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.	
Odbon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1	
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2	
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3	
	Cmd		Subcircuit start-up command string	
	IC		Subcircuit Initial conditions string	
		.See Work	king with Subcircuits chapter for details.	





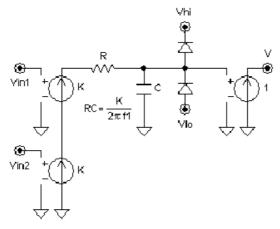
*f1" W h		Units	Description					
f1 IC Lin: "f1" W h	ar K	V/V	Gain					
Line "f1" W h		Hz	Unit gain frequency.					
*f1" W h	IC	V	Initial condition: output voltage.					
W h set			lifier. "K" is open loop gain. Frequency response consists of one pole, cy. "K" and "f1" can be set to infinity ("inf").					
	W hen calcu set to specif	lating DC ofied output	peration point, if "f1" is not infinity and "IC" is defined, amplfier output voltage "IC". If "IC" is blank, static characteristic is used.					
	V	R $Vin1$ $RC = \frac{K}{2\pi f1}$ V $RC = \frac{K}{2\pi f1}$						
		Equivalent schematic						
	V = K *	(Vin1+Vin2)	Vin1+Vin2 f1					

O Summing amplifier

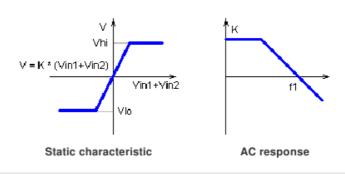
Model	Parameter	Units	Description
OpAmp	K	V/V	Gain
Opp	f1	Hz	Unit gain frequency.
	Vhi	V	Max output voltage.
	Vlo	V	Min output voltage.
	IC	V	Initial condition: output voltage.

Linear amplifier with output limiter. "K" is open loop gain. Frequency response consists of one pole, "f1" is unit gain frequency. "K" and "f1" can be set to infinity ("inf"). Output voltage is limiting between "V lo" and "V hi".

When calculating DC operation point, if "f1" is not infinity and "IC" is defined, amplfier output is set to specified output voltage "IC". If "IC" is blank, static characteristic is used.



Equivalent schematic





O Summing amplifier

Model Parameter Units Description Function F(x) V Transfer function. F(s) AC transfer function in s domain. IC V Initial condition: output voltage.



Arbitrary thansfer function.

Transient analysis. F(x) defines output voltage as a function of the following variables:

- sum of input voltages x (Vin1 + Vin2)
- current time t
- voltage V(name)
- current I(name)
- power P(name)

where name is name of the component. If F(x) is blank, output is zero. F(s) is ignored.

Example:

 $F(x) = x^3$

F(x) = x * sin(t)

F(x) = x * P(r1)

When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

AC analysis. F(s) defines transfer function in \boldsymbol{s} domain, where $s=j\omega$. Only operators and functions that support complex numbers can be used in this function.

Example:

F(s) = 1/(1+s)

F(s) = exp(-1mk*s)

F(s) is calculated at each frequency. If F(s) is blank, it is assumed to be 1. Also, if F(x) is not blank, it is linearized at DC operating point, and F(s) is multiplied by linearized gain at each frequency.

When calculating DC operation point for transient or AC analysis, output is set to specified output voltage "IC".

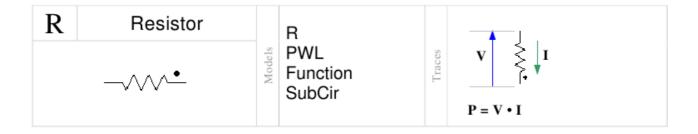
Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, K(Vin1+Vin2)
			Diffier. V = K * (Vin1+Vin2), where gain K is defined by *pwl" string as a t voltages Vin1+Vin2. See <i>Working with PWL</i> chapter for details.



\mathbf{o} Summing amplifier

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
0000	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	See Work	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description
R	R	Ohm	Resistance
	Linear resis	tor. V = R *	I.

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, R(V)
			stor. "pwl" string defines resistance as a function of voltage. See pter for details.

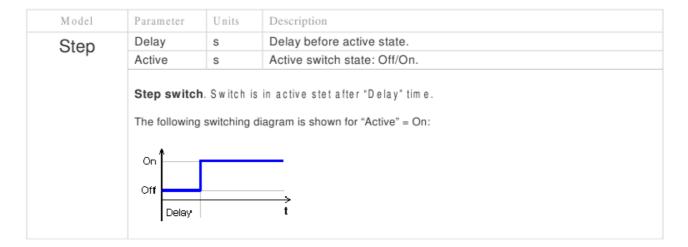
Model	Parameter	Units	Description
Function	Z(s)	Ohm	Impedance as a function of s parameter.
	Example: Z(s) =		in s domain. For transient, constant impedance Z(0) is used. For complex impedance Z(s) is used, where s = jω. - 10 Ohm resistor in series with 3 nH inductor. /s) - 10 Ohm resistor in parallel with 3 pF capacitor.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Oubo	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	See <i>Work</i>	ing with Subcircuits chapter for details.



Mode	el	Parameter	Units	Description
Swite	ch	Switch		Switch state: Off/On.
Switch. Off - open switch, infinite resistance. On - closed switch, zero resistance.				

Model	Parameter	Units	Description
Pulse	Period	s	Period.
	Width	s	Pulse width.
	Delay	s	Delay before first pulse starts.
	Active		Active switch state: Off/On.
			ing starts after "Delay" time. Switch is in active state during "Width" time diagram is shown for "Active" = On:





\mathbf{S} Switch

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
0000	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	.See <i>Worl</i>	king with Subcircuits chapter for details.



S	Voltage controlled switch		Switch Pulse		*	
	_∂ <u>·</u>	Models	Steps SubCir	Traces	V in V VI	
	_+				P = V • I	
Views	-lolo _+		I			

Model	Parameter	Units	Description
Switch	Threshold	V	Voltage threshold.
OWITOIT	Hysteresis	V	Hysteresis.
	Active		Active state: Off/On.
	IC		Initial condition: Off/On.
	Vin < T Otherw	hreshold ise lating DC	+ Hysteresis/2: active - Hysteresis/2: non-active: previous state operation point switch is set to the state defined in "IC". hing diagram for "Active" = On: sis →

S Voltage controlled switch

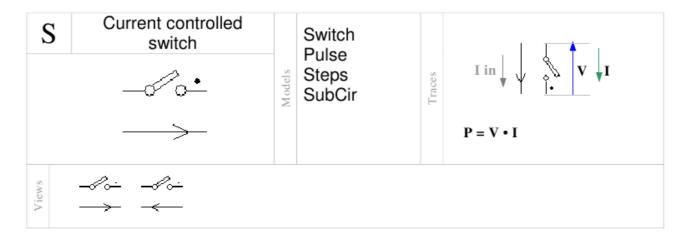
Model	Parameter	Units	Description
Pulse	Width	s	Pulse width.
1 0100	Threshold	V	Voltage threshold.
	Active		Active state: Off/On.
	switch is set	to Active	erator. W hen increasing input voltage Vin crosses "Threshold" value, state for "W idth" time interval. If increasing Vin crosses "Treshold" value e state, the pulse is restarted.

Model	Parameter	Units	Description
Steps	Threshold	V	Voltage threshold.
	Hysteresis	V	Hysteresis.
	Roff	Ohm	Off state resistance.
	Ron	Ohm	On state resistance.
	Slope		Type of resistance change: Linear/Cos/Log.
	Ramp	s	Resistance ramp time.
	Steps		Number of resistance steps in the ramp.
	IC		Initial condition: Off/On.
	decreasing in resistance si	nput voltag tarts rampi s changing	lue, switch resistance starts ramping from "Roff" to "Ron". When ge Vin crosses "Threshold" minus "Hysteresis"/2 value, switch ing from "Ron" to "Roff". g during "Ramp" time interval, with number of steps specified by "Steps of the control of th
	decreasing i resistance s Resistance i parameter. I	nput voltag tarts rampi s changing f "Steps" = m eter spe	ge Vin crosses "Threshold" minus "Hysteresis"/2 value, switch ving from "Ron" to "Roff". g during "Ramp" time interval, with number of steps specified by "Steps = 0, resistance is changed instantly. ecifies how resistance is changing during he ramp. The following slope
	decreasing in resistance since sistance in parameter. In "Slope" para types are av	nput voltag tarts rampi s changing f "Steps" = m eter spe	ge Vin crosses "Threshold" minus "Hysteresis"/2 value, switch ving from "Ron" to "Roff". g during "Ramp" time interval, with number of steps specified by "Steps = 0, resistance is changed instantly. ecifies how resistance is changing during he ramp. The following slope
	Resistance si parameter. I "Slope" para types are av	nput voltag tarts rampi s changing f "Steps" = m eter spe ailable ("St	ge Vin crosses "Threshold" minus "Hysteresis"/2 value, switch ving from "Ron" to "Roff". g during "Ramp" time interval, with number of steps specified by "Steps = 0, resistance is changed instantly. ecifies how resistance is changing during he ramp. The following slope steps" = 6):

\mathbf{S} Voltage controlled switch

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
ouso	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Pin4		Name of subcircuit label connected to pin 4
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Wor	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description
Switch	Threshold	A	Current threshold.
	Hysteresis	Α	Hysteresis.
	Active		Active state: Off/On.
	IC		Initial condition: Off/On.
	Current controlled switch. Switch is set to active or non-active state using following rules: Iin > Threshold + Hysteresis/2: active Iin < Threshold - Hysteresis/2: non-active Otherwise: previous state When calculating DC operation point switch is set to the state defined in "IC". The following is switching diagram for "Active" = On:		

S Current controlled switch

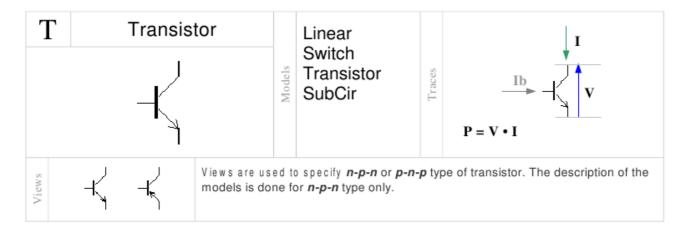
Model	Parameter	Units	Description
Pulse	Width	s	Pulse width.
. 0.00	Threshold	Α	Current threshold.
	Active		Active state: Off/On.
	switch is set	to Active	erator. When increasing input current lin crosses "Threshold" value, state for "Width" time interval. If increasing lin crosses "Treshold" value e state, the pulse is restarted.

Model	Parameter	Units	Description			
Steps	Threshold A Current threshold.					
	Hysteresis	Α	Hysteresis.			
	Roff	Ohm	Off state resistance.			
	Ron	Ohm	On state resistance.			
	Slope		Type of resistance change: Linear/Cos/Log.			
	Ramp	s	Resistance ramp time.			
	Steps		Number of resistance steps in the ramp.			
	IC		Initial condition: Off/On.			
	input current ramping fron Resistance i	t lin crosses n "Ron" to " s changing	s "Threshold" minus "Hysteresis"/2 value, switch resistance starts "Roff".			
	input current ramping from Resistance i parameter. I	t lin crosses n "Ron" to " s changing f "Steps" = 1 m eter spec	s "Threshold" minus "Hysteresis"/2 value, switch resistance starts "Roff". during "Ramp" time interval, with number of steps specified by "Steps 0, resistance is changed instantly. cifies how resistance is changing during he ramp. The following slope			
	input current ramping from Resistance i parameter. I "Slope" para types are av	t lin crosses n "Ron" to " s changing f "Steps" = 1 m eter spec	"Roff". during "Ramp" time interval, with number of steps specified by "Steps 0, resistance is changed instantly. cifies how resistance is changing during he ramp. The following slope			
	input current ramping from Resistance i parameter. I "Slope" para types are av	t lin crosses "Ron" to " s changing f "Steps" = 1 meter spec ailable ("Ste	s "Threshold" minus "Hysteresis"/2 value, switch resistance starts "Roff". during "Ramp" time interval, with number of steps specified by "Steps 0, resistance is changed instantly. cifies how resistance is changing during he ramp. The following slope eps" = 6):			

\mathbf{S} Current controlled switch

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Pin4		Name of subcircuit label connected to pin 4
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit. See Working with Subcircuits chapter for details.		





Model	Parameter	Units	Description			
Linear	В	A/A	Gain (beta)			
	f1	Hz	nit gain frequency.			
	IC	Initial condition: collector current.				
	loop gain (b *f1" can be W hen calcu	eta). Frequents of the set to infinuating DC	or. Current controlled current source with specified bandwidth. "B" is operation point, if "f1" is not infinity and "IC" is defined, collector current put current "IC". If "IC" is blank, static characteristic is used.			
	€ Equivalent schematic					
		= ⊕ * lb	Ib 11			



T Transistor

Model	Parameter	Units	Description		
Switch	Vbe	V	Forward voltage drop of base-emitter diode.		
OWNEON	IC		Initial condition of base-emitter diode: Off/On.		
	BJT transistor switch. Current controlled switch with a base-emitter diod. Switch is closed if diode current is non-zero. When calculating DC operation point diod is set to the state specified in "IC".				
		b Equiva	elent schematic		



T Transistor

Model	Parameter	Units	Description
Transistor	В	A/A	Gain (beta)
	f1	Hz	Unit gain frequency.
	Vbe	V	Forward voltage drop of base-emitter diode.
	Vsat	V	Collector-emitter saturation voltage drop.
	IC	Α	Initial condition: collector current.
	ICbe		Initial condition of base-emitter diode: Off/On.
	ICbc		Initial condition of base-collector diode: Off/On.

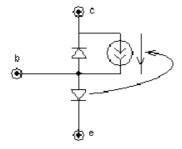
BJT transistor. Simplified Ebers-Moll BJT transistor model with saturation. It consists of two diodes (base-emitter and base-collector), and current source controlled by current through

base-emitter diode with gain "alpha":
$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$$

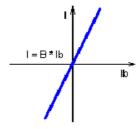
If collector-emitter voltage is higher than "Vsat", base-collector diode is open, transistor is not saturated, and behaves as "Linear" model (current controlled current source with specified bandwidth). "B" is open loop gain (beta). Low signal frequency response consists of one pole, "f1" is unit gain frequency. "B" and "f1" can be set to infinity ("inf").

If collector voltage drops below "Vsat", base-collector diode is closed, and transistor is saturated: collector-emitter voltage is equal to "Vsat".

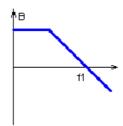
When calculating DC operation point, if "f1" is not infinity and "IC" is defined, collector current is set to specified output current "IC". If "IC" is blank, static characteristic is used. Base-emitter diod is set to the stae specified in "ICbe", Base-collector diod is set to the stae specified in "ICbc".



Equivalent schematic



Non-saturated static characteristic



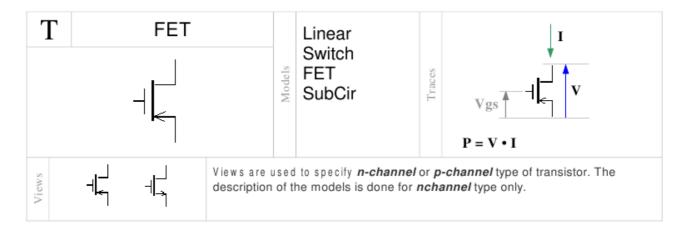
Low signal AC response

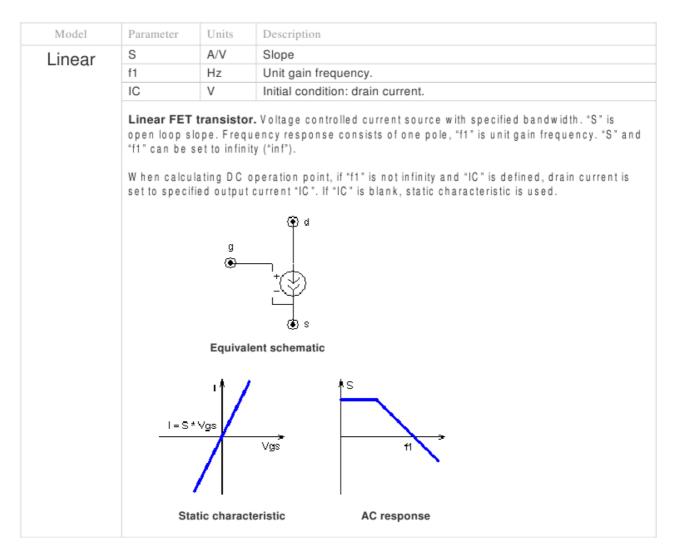


T Transistor

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
ouso	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	See Work	king with Subcircuits chapter for details.









T FET

Model	Parameter	Units	Description			
Switch	Vth	V	Threshold.			
OWITOIT	IC		Initial condition of the switch: Off/On.			
		FET switch. Voltage controlled switch. Switch is closed if fate-source voltage exceeds threshold "Vth".				
	W hen calcu	lating DC	operation point switch is set to the state specified in "IC".			
		g ⊕ —	+			
		Equiva	lent schematic			

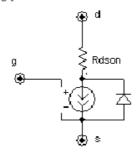
T FET

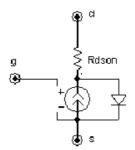
Model	Parameter	Units	Description
FET	S	A/V	Slope.
	Vth	V	Threshold.
	Rdson	Ohm	R dson resistance.

FET transistor. The model has 3 modes of operation.

- 2. Vgs > Vth, Vds <= (Vgs Vth) * S * Rdson . . : <math>V = I * Rdson (resistor) 3. Vgs > Vth, Vds > (Vgs Vth) * S * Rdson . . : <math>I = (Vgs Vth) * S (current source)

FET works similar for positive and negative drain-source voltage, current direction changes accordingly.



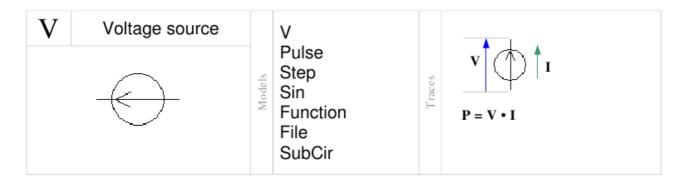


Equivalent schematic: Vds > 0

Equivalent schematic: Vds < 0

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit.	. See Worl	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description
V	V	V	Voltage.
	Constant vo	ltage sou	rce. V o Ita g e = "V".

	Parameter	Units	Description
Pulse	V1	V	Pulse On voltage.
1 0100	V0	V	Pulse Off voltage.
	Period	s	Period.
	Width	s	Pulse width.
	Slope		Slope type: Linear/Cos/Exp
	Rise	s	Pulse rise length.
	Fall	s	Pulse fall length.
	Delay	s	Delay before first pulse starts.
			<
	Slope type a	applies bot	th to pulse rise and fall. The following slope types are available:

${\bf v}$ Voltage source

Model	Parameter	Units	Description
Step	V1	V	Step On voltage.
Otop	V0	V	Step Off voltage.
	Slope	s	Slope type: Linear/Cos/Exp
	Rise	s	Step rise length.
	Delay	S	Delay before step starts.
	Step voltag	ge source	e. Step starts after "Delay" time.
			V0 Delay Rise t

Model	Parameter	Units	Description
Sin	V1	V	Voltage amplitude.
0	V0	V	Voltage baseline.
	Period	s	Period.
	Phase	deg	Phase.
	Delay	s	Delay before sine signal starts.
	V1 V1 Dela	← Perio	
	'	Phase = 0	Phase = 90
			sine period changed, that transient is continued, the phase of the signal providing smooth operation:
	Period	d changed	

V Voltage source

Model	Parameter	Units	Description		
Function	F(t) A Function				
	Arbitrary function. F(t) defines voltage as a function of the following variables: - current time t - voltage V(name) - current I(name) - power P(name)				
	where \emph{name} is name of the component. If $F(t)$ is blank, voltage is zero.				
	Example: F(t) = sin(t) * (1+cos(t*.01)) F(t) = V(R1) * I(R1)				
			are used, output voltage is delayed by one calculation step. This may schematic with closed loop.		

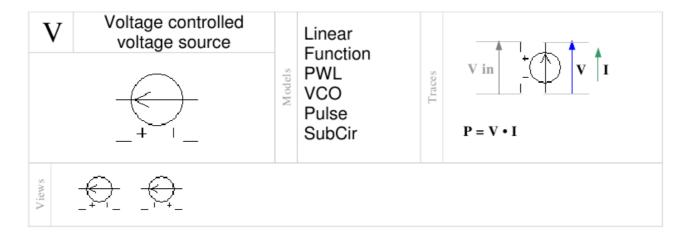
		Units	Description
File	File		File name.
1 110	Cycle		Cycling (repeat): No/Yes.
	Delay	s	Delay.
	file is locate defined in th <fi 0,="" 1,="" 4,="" 5,="" 8,<="" example:="" if="" interval="" is="" re="" signal="" t0,="" t1,="" t<t0,="" td="" tn,=""><td>d in the sale csv ("co" rst line v0 v1 vn I is v0. If t0 value is vn peated co</td><td>The text file. "File" parameter is a file name, with full path to the file. If the time directory as schematic file, the path can be ommited. Signal is of mma-separated values") format, as follows:</td></fi>	d in the sale csv ("co" rst line v0 v1 vn I is v0. If t0 value is vn peated co	The text file. "File" parameter is a file name, with full path to the file. If the time directory as schematic file, the path can be ommited. Signal is of mma-separated values") format, as follows:



\mathbf{V} Voltage source

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
ouso	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See <i>Worl</i>	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description		
Linear	K	V/V	G a in		
	Linear voltage controlled voltage source. V = K * Vin.				



\mathbf{v} Voltage controlled voltage source

Model	Parameter	Units	Description			
Function	F(x)	V	Transfer function.			
i dilotion	F(s)		AC transfer function in s domain.			
	IC	V	Initial condition: output voltage.			
	Arbitrary thansfer function.					
	Transient analysis. F(x) defines output voltage as a function of the following variables: - input voltage x (Vin) - current time t - voltage V(name) - current I(name) - power P(name)					
	where \textit{name} is name of the component. If $F(x)$ is blank, output is zero. $F(s)$ is ignored.					
	Example: $F(x) = x^3$ F(x) = x * sin(t) F(x) = x * P(r1)					
	When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.					
	AC analysis . $F(s)$ defines transfer function in s domain, where $s = j\omega$. Only operators and functions that support complex numbers can be used in this function.					
		1/(1+s) exp(-1mk*	*s)			
			ach frequency. If $F(s)$ is blank, it is assumed to be 1. Also, if $F(x)$ is not at DC operating point, and $F(s)$ is multiplied by linearized gain at each			
	When calcu	_	operation point for transient or AC analysis, output is set to specified			

V Voltage controlled voltage source

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, K(Vin)
			tage controlled voltage source. V = K * Vin, where gain K is defined ction of input voltage Vin. See Working with PWL chapter for details.

Model	Parameter	Units	Description
VCO	V1	V	Voltage amplitude, or Pulse On voltage.
	VO	V	Voltage baseline, or Pulse Off voltage.
	dFdV	Hz/V	Gain.
	Phase	deg	Phase.
	Type		Sygnal type: Sin/Pulse.
	to:	ntrolled o = dFdV * V	scillator. Output voltage is a sine or pulse signal with frequency equal in.

Model	Parameter	Units	Description
Pulse	Width	s	Pulse width.
1 0150	Threshold	V	Voltage threshold.
	V1	V	Pulse On voltage.
	V0	V	Pulse Off voltage.
	One-shot p	ulse gen	erator. W hen increasing input voltage Vin crosses "Threshold" value,
			th" duration is generated. "VO" is pulse Off level, "V1" is pulse On level ses "Treshold" value while pulse is generated, the pulse is restarted.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Pin4		Name of subcircuit label connected to pin 4
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Wor	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description
Linear	K	V/A	Gain
	Linear curre	nt contro	lled voltage source. V = K * lin.

V Current controlled voltage source

Model	Parameter	Units	Description
Function	F(x)	V	Transfer function.
	F(s)		AC transfer function in s domain.
	IC	V	Initial condition: output voltage.

Transient analysis. F(x) defines output voltage as a function of the following variables:

- input current x (lin)
- current time t
- voltage V(name)
- current I(name)
- power P(name)

where name is name of the component. If F(x) is blank, output is zero. F(s) is ignored.

Example:

 $F(x) = x^3$

F(x) = x * sin(t)

F(x) = x * P(r1)

When calculating transient, output voltage is always delayed by one calculation step. This may affect stability of the schematic with closed loop.

AC analysis. F(s) defines transfer function in s domain, where $s = j\omega$. Only operators and functions that support complex numbers can be used in this function.

Example:

$$F(s) = 1/(1+s)$$

$$F(s) = exp(-1mk*s)$$

F(s) is calculated at each frequency. If F(s) is blank, it is assumed to be 1. Also, if F(x) is not blank, it is linearized at DC operating point, and F(s) is multiplied by linearized gain at each frequency.

When calculating DC operation point for transient or AC analysis, output is set to specified output voltage "IC".

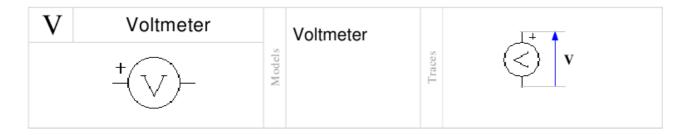
${\bf v}$ Current controlled voltage source

Model	Parameter	Units	Description
PWL	pwl		Comma-separated string, K(lin)
			rent controlled voltage source. V = K * lin, where gain K is defined by n of input current lin. See Working with PWL chapter for details.

Model	Parameter	Units	Description	
CCO	V1	V	Voltage amplitude, or Pulse On voltage.	
000	V0	V	Voltage baseline, or Pulse Off voltage.	
	dFdI	Hz/A	Gain.	
	Phase	deg	Phase.	
	Type		Sygnal type: Sin/Pulse.	
	Current controlled oscillator. Output voltage is a sine or pulse signal with frequency equal to: F(Hz) = dFdl* lin. For sine signal, "V0" is baseline, and "V1" is amplitude. For pulse signal, "V0" is pulse Off level, "V1" is pulse On level. Pulse signal has 50% duty. "Phase" is additional phase of the signal, in degrees.			

Model	Parameter	Units	Description
Pulse	Width	s	Pulse width.
. 0.00	Threshold	Α	Current threshold.
	V1	V	Pulse On voltage.
	V0	V	Pulse Off voltage.
	voltage puls	e of "Widt	erator. W hen increasing input current lin crosses "Threshold" value, h" duration is generated. "V0" is pulse Off level, "V1" is pulse On level. es "Treshold" value while pulse is generated, the pulse is restarted.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Pin4		Name of subcircuit label connected to pin 4
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
		.See Wor	Subcircuit Initial conditions string king with Subcircuits chapter for details.



Model	No parameters
Voltmeter	Voltmeter. I = 0 (open circuit).





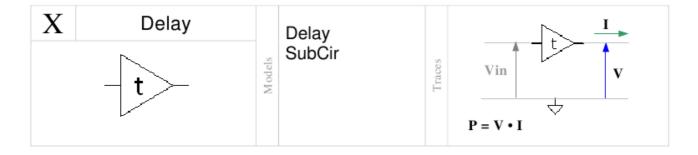
Model	Parameter	Units	Description					
Winding	n	turns	Number of turns.					
	Winding. The Winding is actually an ideal transformer, with 1 turn second winding, one end of each is grounded, and anotypher end is shown as a "core" pin of the winding:							
	Equivalent schematic							
				o or more windings by wire. Core n-linear inductor from core to ground:				
	şнξ	¾ +		≱ I IĘ				
		Ideal tra	nsformers	Transformer with magnetizing inductor				





Model	No parameters
Wattmeter	Wattmeter. Short circuit for current channel, open circuit for voltage channel. Used to measure power to grounded or non-grounded load.





Model	Parameter	Units	Description
Delay	t0	S	Delay.
Dolay	IC	V	Initial condition: output voltage.
	V(t) = When calcublank, to inp The models immediately estimated b	Vin(t - t0 lating DC out voltage allocates n r when pos ased on c	is equal to input voltage, delayed by delay time "t0": 1), where t is current time. 2) operation point output is set to specified output voltage "IC", or, if "IC" is . Then output voltage is not changing until delay time "t0". 3) nemory for storing delayed data only when needed, and frees it saible. At transient start, an approximate amount of needed memory is alculation step, and, if it exceeds a limit specified in preferences warning message is displayed.

Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Worl	king with Subcircuits chapter for details.





Model	Parameter	Units	Description
Line	t0	S	Delay.
20	z0	Ohm	Characteristic impedance.
	VIC	V	Initial condition: voltage.
	IIC	Α	Initial condition: current.

Lossless transmission line. The voltage and current in the line are represented as a superposition of forward and reflected waves, with V/I ratio in each wave equal to line characteristic impedance "z0". V and I values of each wave are calculated based on boundary (input and output) conditions. The line functionality can also be described by the following equations:

$$Vin(t) = z0 * (lin(t) - lout(t-t0))$$

 $Vout(t) = z0 * (lout(t) - lin(t-t0))$

where t is current time.

Input and output are galvanically isolated: no current is flowing between input and output, and any voltage difference between input and output may exist.

When calculating DC operation point initial forward and reflected voltage anf current are calculated based on the following conditions:

```
if "VIC" and "IIC" are blank . . . . . . . : Vin = Vout, lin = -lout.
if "VIC" is specified and "IIC" is blank . . : Vin = Vout = "VIC".
if "VIC" is blank and "IIC" is specified . . : lin = "IIC", lout = -"IIC".
if "VIC" and "IIC" are specified . . . . . : Vin = Vout = "VIC", lin = "IIC", lout = -"IIC".
```

The model allocates memory for storing forward and reflected wave data only when needed, and frees it immediately when possible. At transient start, an approximate amount of needed memory is estimated based on calculation step, and, if it exceeds a limit specified in preferences (Transient page), the warning message is displayed.



X Transmission line

Model	Parameter	Units	Description
Lossy	t0	s	Delay.
2000)	z0	Ohm	Characteristic impedance.
	R	Ohm/ns	Series resistance per ns.
	fr	MHz	Skin losses cutoff (3 dB) frequency.
	G	1/Ohm/ns	Shunt conductance per ns.
	fG	MHz	Dielectric losses cutoff (3 dB) frequency.
	VIC	V	Initial condition: voltage.
	IIC	Α	Initial condition: current.

Lossy transmission line. Lossy line modelling is similar to lossless transmission line, with addition of losses due to series resistance, skin effect, shunt conductance, and dielectric losses

Constant series resistance is defined by "r" parameter. Skin losses are modelled by a number of RL chains, providing series impedance increase as a square root of frequency. The number of chains is automatically optimized based on calculation step value; however, the maximum impedance increase due to skin effect is limited to 40 dB (100 times). "fr" parameter defines a frequency where effective series impedance is approximately 3 dB higher than "r". Skin losses are calculated only if "r" > 0 and "fr is not infinite.

Constant shunt conductance is defined by "G" parameter. Dielectric losses are modelled by a shunt capacitance, providing shunt admittance increase proportional to frequency. "fG" parameter defines a frequency where effective shunt admittance is approximately 3 dB higher than "G". Dielectric losses are calculated only if "G" > 0 and "fG is not infinite.

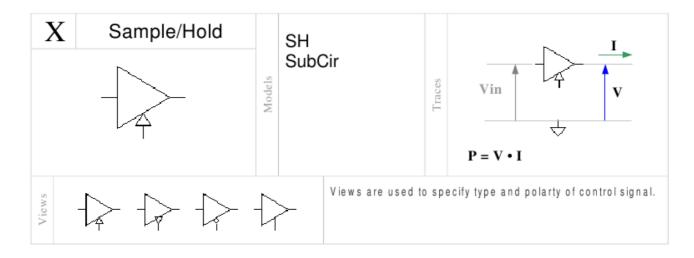
Input and output are galvanically isolated: no current is flowing between input and output, and any voltage difference between input and output may exist.

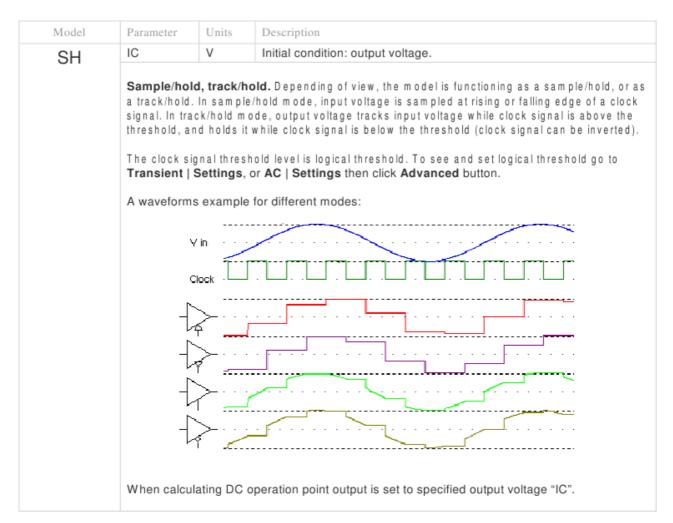
When calculating DC operation point initial forward and reflected voltage anf current are calculated based on the following conditions:

```
if "VIC" and "IIC" are blank . . . . . . . : Vin = Vout, lin = -lout.
if "VIC" is specified and "IIC" is blank . . : Vin = Vout = "VIC".
if "VIC" is blank and "IIC" is specified . . : lin = "IIC", lout = -"IIC".
if "VIC" and "IIC" are specified . . . . . . : Vin = Vout = "VIC", lin = "IIC", lout = -"IIC".
```

The model allocates all the required memory immediately at transient start. The amount of memory is proportional to line delay and inverse proportional to calculation step. If the memory required exceeds a limit specified in preferences (Transient page), the warning message is displayed.



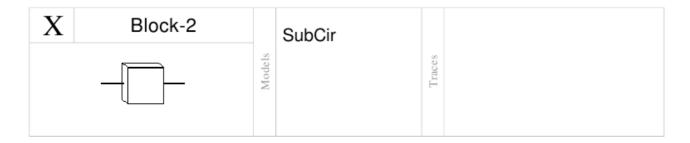




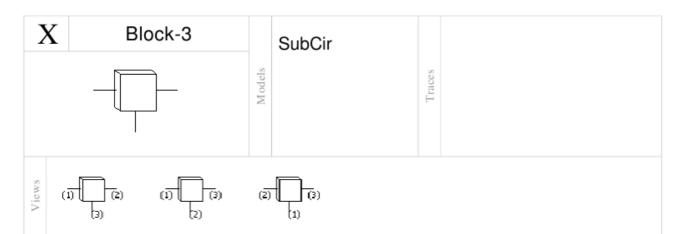


\mathbf{X} Sample/Hold

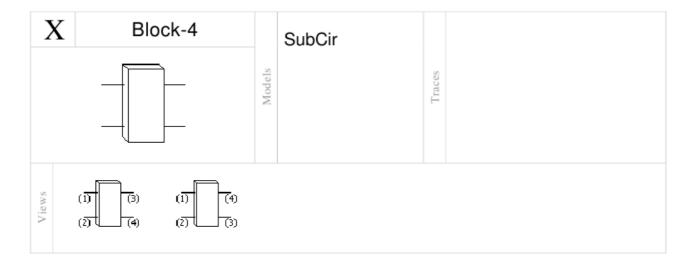
Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Worl	king with Subcircuits chapter for details.



Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
000011	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Wor	king with Subcircuits chapter for details.



Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Worl	king with Subcircuits chapter for details.

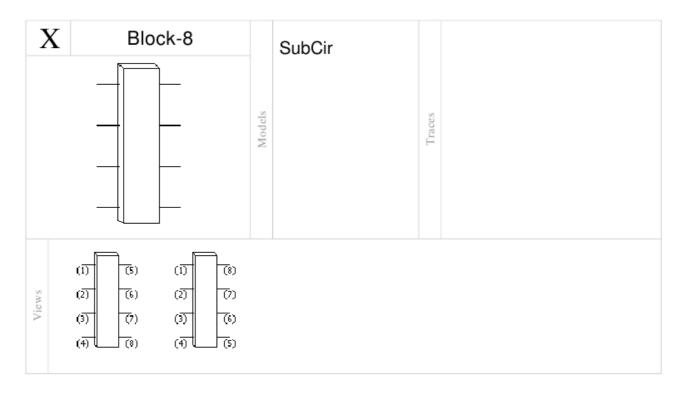


Model	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Cabon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Pin4		Name of subcircuit label connected to pin 4
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string
	Subcircuit	.See Wor	king with Subcircuits chapter for details.



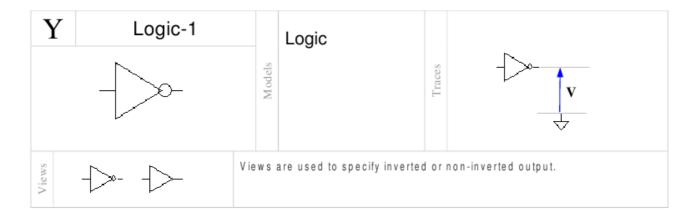






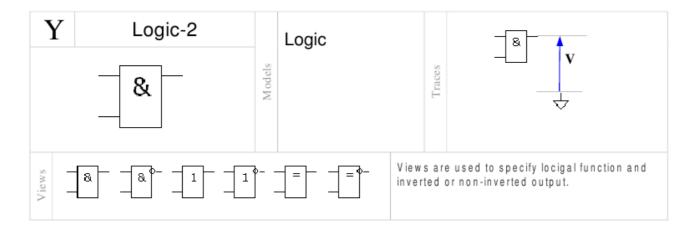
	Parameter	Units	Description
SubCir	File		File name of subcircuit schematic.
Oubon	Pin1		Name of subcircuit label connected to pin 1
	Pin2		Name of subcircuit label connected to pin 2
	Pin3		Name of subcircuit label connected to pin 3
	Pin4		Name of subcircuit label connected to pin 4
	Pin5		Name of subcircuit label connected to pin 5
	Pin6		Name of subcircuit label connected to pin 6
	Pin7		Name of subcircuit label connected to pin 7
	Pin8		Name of subcircuit label connected to pin 8
	Cmd		Subcircuit start-up command string
	IC		Subcircuit Initial conditions string





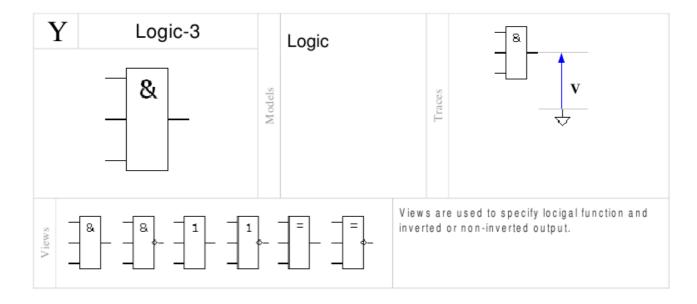
Model	Parameter	Units	Description		
Logic	IC		Initial condition: Low/High.		
Logic	Logical component with one input. Output type (inverted or non-inverted) depends on selected view. Output voltage may have only logical levels (Low/High). Input voltage is considered Low if it is below logical threshold, or High if it is above logical threshold. To see and set logical levels and threshold go to Transient Settings, or AC Settings, then click Advanced button.				
			operation point output is set to specified level "IC". When calculating ge is always delayed by one calculation step.		





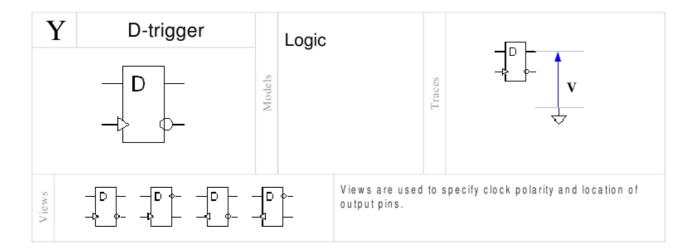
Model	Parameter	Units	Description		
Logic	IC		Initial condition: Low/High.		
3	Logical component with two inputs. Logic function (AND, OR, XOR) and output type (inverted or non-inverted) depend on selected view.				
	below logica	althreshol	ave only logical levels (Low/High). Input voltage is considered Low if it is d, or High if it is above logical threshold. To see and set logical levels ransient Settings, or AC Settings, then click Advanced button.		
		_	operation point output is set to specified level "IC". When calculating ge is always delayed by one calculation step.		





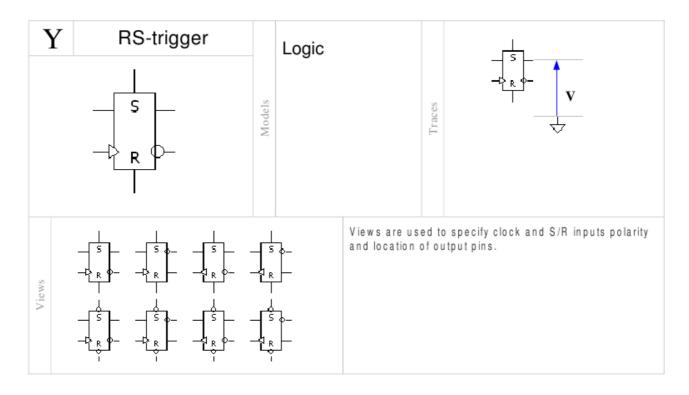
Model	Parameter	Units	Description			
Logic	IC		Initial condition: Low/High.			
		Logical component with three inputs. Logic function (AND, OR, XOR) and output typ (inverted or non-inverted) depend on selected view.				
	below logica	Ithreshol	ave only logical levels (Low/High). Input voltage is considered Low if it is d, or High if it is above logical threshold. To see and set logical levels ransient Settings, or AC Settings, then click Advanced button.			
			operation point output is set to specified level "IC". When calculating ge is always delayed by one calculation step.			





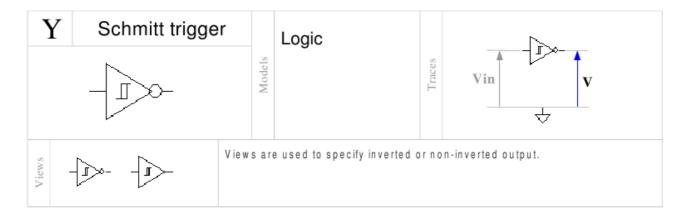
selected view.
It voltage is considered Low if it is d. To see and set logical levels then click Advanced button. ed level "IC". When calculating





Model	Parameter	Units	Description
Logic	IC		Initial condition: Low/High.
Logic	depend on s Output voltage below logical and threshol	elected vi ge may ha I threshold d go to Tr	ave only logical levels (Low/High). Input voltage is considered Low if it is d, or High if it is above logical threshold. To see and set logical levels ansient Settings, or AC Settings, then click Advanced button.
		_	operation point output is set to specified level "IC". When calculating ge is always delayed by one calculation step.





Model	Parameter	Units	Description	
Logic	Hysteresis	V	Hysteresis.	
Logio	IC		Initial condition: Low/High.	
	Shchmitt trigger. Output type (inverted or non-inverted) depends on selected view. Output voltage may have only logical levels (Low/High). To see and set logical levels and threshold go to Transient Settings, or AC Settings, then click Advanced button. Output is set to Low or High level following rules (inverted output):			
	Output is so			

4. Команды скрипта

4. Script commands

Command	Description
open filename	Open schematic file filename. Extension "n15" can be omitted. Example: open rc
name=expr	Evaluate expression expr and assign result to name. Example: R1.R=1./freq/C2.C
log filename, e1, e2,, eN	Specify log file name, write header. Extension "csv" can be omitted.
	e1, e2,, eN are comma separated expressions to be logged. This is the first logging command. Example: log rclog r1,v(r1),v(c1).rms
log	Evaluate expresions e1,,eN specified in the first log command and write results into the log file as comma-separated string.
tran [start [,screen [,step]]]	Set transient parameters and start transient start = start of transient display screen = screen size step = calculation step
	tran tran 0,10m tran 0,10m,1mk
<pre>continue [screen [,step]]</pre>	Continue transient screen = screen size step = calculation step
	Example: continue continue 1m continue 1m,10n
stop	Stop transient



Command	Description
ac [from[,to [,points [,scale]]]]	Set AC analysis parameters and start AC analysis. from = start frequency to = stop frequency points = number of points scale =log or lin - logarithmic or linear frequency scale Example: ac ac 1M ac 1M,100M ac 1M,100M,500 ac 1M,100M,500,lin
save [filename]	Save schematic to file filename. Extension "n15" can be omitted. If filename is omitted, save into the same file. Example: save save rcnew
saveic	Save Initial Conditions Example: saveic
export [filename]	Export traces into csv file. Extension "csv" can be omitted. If filename is omitted, name of the file to export is the same as script file name, with "csv" extension. Example: export export export rctraces
savedata [filename]	Save traces into "nlt" data file. Extension "nlt" can be omitted. If filename is omitted, name of the file to save data is the same as script file name, with "nlt" extension. Example: savedata savedata rctraces

Command	Description
store expr store	Move run into storage. The parameter is evaluated as an expression, and the result is used as a storage name. If parameter is omitted, a default storage name ("RunN") is used.
	Example: store R1*C1 store
storetext text storetext	Move run into storage with parameter as a storage name. If parameter is omitted, a default storage name ("RunN") is used. Example: storetext This is first run storetext
clear	Clear storage Example: clear
exit	Close all documents and exit NL5 Example: exit



5. Операторы скрипта

5. Script operators.

for...next

Loop operator. Syntax:

```
for name=from [,to [,step[%]]]
[ statements ]
next [name]
```

Variable name can be component parameter, schematic variable, or local variable. If parameter or variable name does not exist, a new local variable will be created.

If to and step are omitted, the loop is executed infinitely, variable name is incremented by 1. If step is omitted, variable name is incremented by 1. Symbol '8' at the end of step value means that the variable will change by specified percentage.

Operator break forces script to exit the loop immediately.

Examples:

```
for i=1,100
 R1=i; C1=330/i
  tran
next i
for r=10,100,10%
  if r1>r2
    break
  endif
  ac
next
for r1=1k, 100k, 10k
  for c1=1n,5n,1n
    tau=r1*c1
    tran
    store tau
  next
next
```



foreach...next

List loop operator. Syntax:

```
foreach name=val1,...,valN
[ statements ]
next [name]
```

Variable name can be component parameter, schematic variable, or local variable. If parameter or variable name does not exist, a new local variable will be created.

Statements enclosed between foreach and next are executed for each value from the comma separated list vall, ..., valn. Operator break forces script to exit the loop immediately.

Examples:

```
foreach i=1,3,10,30,100,300
    r1=i; c1=300/I
    tran
next
```

while ... endwhile

Conditional loop operator. Syntax:

```
while expression
[ statements ]
endwhile
```

Statements enclosed between while...endwhile are executed while expression value is > 0. Short endw can be used instead of endwhile. Operator break forces script to exit the loop immediately.

Examples:

```
while i<100
i=i+1
endw
```

if...elseif...else...endif

Conditional operator. Syntax:

```
if expression
[ statements ]
elseif expression
[ statements ]
elseif expression
[ statements ]
else
[ statements ]
endif
```

Operators elseif and else can be omitted.

Examples:

```
if i==0
  break
endif
if i>0
  R1=100/i
else
  R1 = 0
endif
if n==1
  c1=5
elseif n==2
  c1=10
elseif n==3
  c1=20
else
  c1=50
endif
```

The end...