

Краткое руководство по проектированию схемы в программе Schematics

Содержание

Содержание	1
Интерфейс программы	2
Пример проектирования схемы.....	3
Приложения	9
Описание источника постоянного напряжения.	9
Описание источника синусоидального переменного напряжения.	9
Описание источника импульсного переменного напряжения.	10
Расчет по постоянному току	10
Временной расчет	11
Запись чисел	11

Схемотехнический редактор Schematics предназначен для создания электрических схем с использованием удобной визуальной среды проектирования.

Для установки программы Schematics в процессе установке Orcad необходимо использовать выборочную установку (Custom), т. к. в стандартную установку она не входит.

Интерфейс программы

Окно с интерфейсом программы Schematics представлено на Рис. 1.

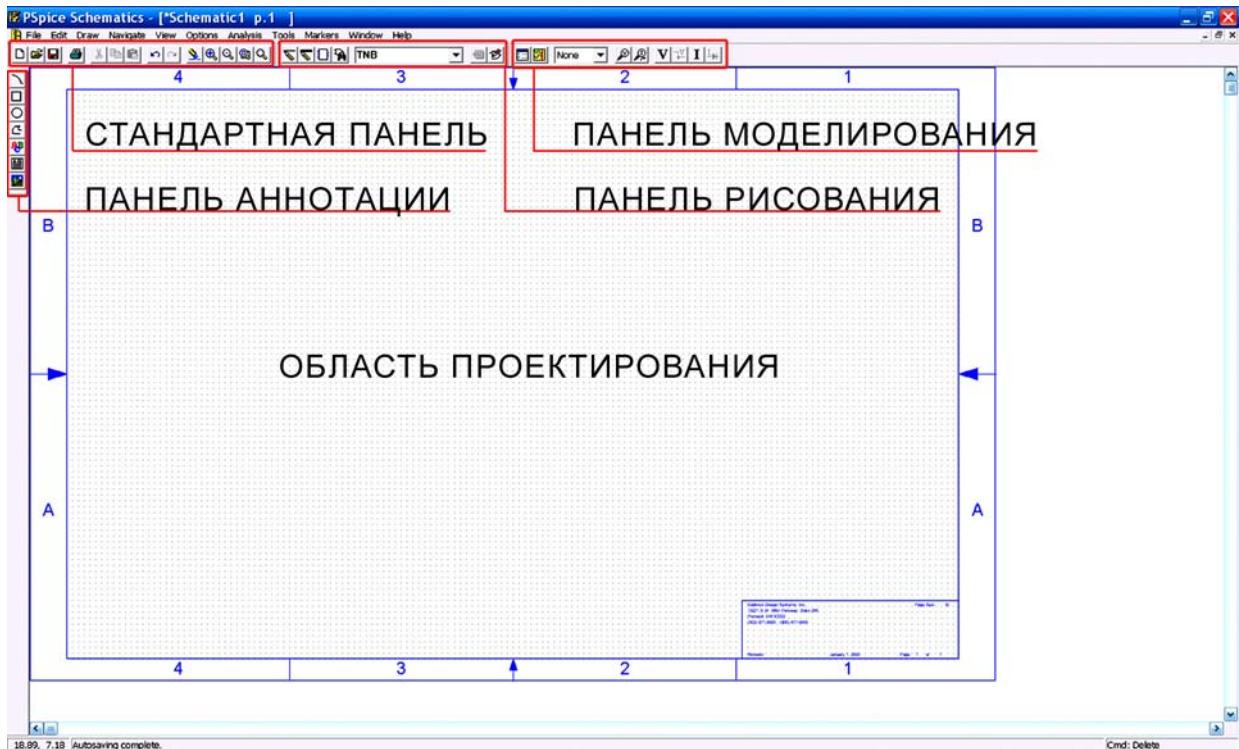


Рис. 1 Интерфейс программы Schematics

Окно программы включает в себя, панель меню, область проектирования, четыре панели инструментов (панель рисования, панель аннотации, панель моделирования и стандартную панель) и строку состояния.

Стандартная панель инструментов позволяет создание, открытие, сохранение и печать проектов, масштабирование вида проекта.



Рис. 2 Стандартная панель инструментов

Панель рисования содержит инструменты для рисования соединительных проводов (Draw Wire), шин (Draw Bus), добавления в проект новых элементов (Get New Part), а также список недавно использованных элементов проекта (Get Recent Part).



Рис. 3 Панель рисования

Панель аннотации содержит инструменты для создания вспомогательных графических и текстовых элементов проекта.



Рис. 4 Панель аннотации

Панель моделирования содержит инструменты для установки режима и точности моделирования (Setup Analysis), запуска моделирования в SPICE (Simulate или <F11>), установки маркеров просмотра напряжения (Voltage/Level Marker) и тока (Current Marker), а также для отображения напряжений и токов в узлах схемы в рабочем режиме.



Рис. 5 Панель моделирования

Пример проектирования схемы

Перед созданием проекта необходимо подключить библиотечные файлы с символьным обозначением (*bmc.slb*) и параметрами SPICE-моделей (*bmc.lib*) элементов кристалла Farhad. Для этого нужно открыть файл *bmc.slb* в Schematics и сохранить его (**File>Save** или <CTRL+S>), в появившемся окне с запросом о добавлении библиотеки в список библиотек Schematics нажать кнопку "Да" (Yes), затем закрыть *bmc.slb* (**File>Close**). Теперь можно создать основной проект - команда **File>New** и сохранить его – **File>Save** или <CTRL+S>. Далее нужно подключить к проекту файл со SPICE-параметрами *bmc.lib* – меню **Analysis>Library and Include Files...** в появившемся диалоговом окне надо нажать кнопку **Browse...** и указать путь до файла *bmc.lib*, затем нажать кнопку Add Include или Add Stimulus и подключить файл.

Для установки формата страницы проекта нужно использовать меню **Options>Page Size...** (подбирается, исходя из количества элементов схемы). Для создания дополнительных страниц проекта нужно использовать меню **Navigate**.

Для создания схемы наиболее часто надо будет использовать следующие инструменты панели рисования: Draw Wire (<CTRL+W>) - для рисования соединительных проводов, Get New Part (<CTRL+G>) - для добавления в проект новых библиотечных элементов, выпадающий список Get Recent Part - для создания уже добавленного в проект элемента. При

проектировании схемы понадобится добавить в проект (кнопка Libraries... диалогового окна Get New Part) некоторые библиотечные элементы:

- активные элементы кристалла "Фархад" – библиотека *bmc.slb*;
- источники тока и напряжения – библиотека *source.slb*;
- пассивные элементы (резисторы, конденсаторы) – библиотека *analog.slb*;
- порты и "земля" – библиотека *port.slb*.

В качестве примера будет рассмотрена схема дифференциального усилителя. Схема состоит из двух пар транзисторов Q3 и Q4 (TNB), образующих дифференциальный каскад и пяти резисторов – двух резисторов, устанавливающих потенциалы коллекторов транзисторов (R3 и R4), двух резисторов, устанавливающих потенциалы баз (R11 и R12) и одного резистора R2, задающего токи эмиттеров. Дифференциальный усилитель (ДУ) усиливает разность входных напряжений $U_{ВЫХ1} - U_{ВЫХ2} = k_U \cdot (U_{ВХ1} - U_{ВХ2})$, где k_U - коэффициент усиления по напряжению.

Принципиальная схема дифференциального усилителя

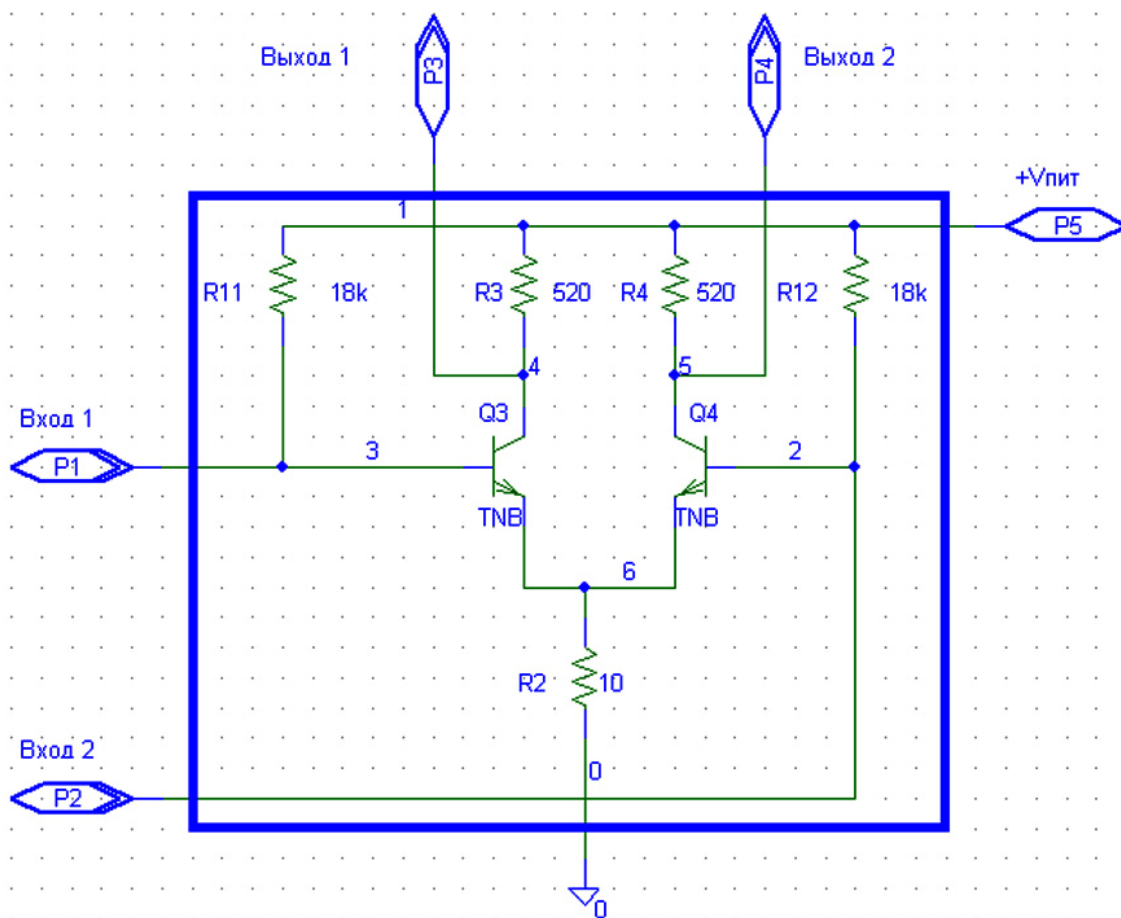


Рис. 6 Принципиальная схема ДУ

Для редактирования свойств любого элемента проекта достаточно два раза щелкнуть на нем левой кнопкой мыши, в появившемся окне выбрать нужное свойство и отредактировать его значение, затем нажать кнопку **Save Attr** и закрыть окно.

После добавления элементов в проект и соединения их проводами необходимо пронумеровать узлы схемы, для этого нужно двойным щелчком левой кнопки мыши по проводу открыть окно **Label** (Метка) и в поле ввести номер узла (придерживаться сквозной нумерации). Для наглядности нужно нарисовать рамку, ограничивающую область схемы – инструмент **Draw Box** на панели аннотации, подписать название схемы (инструменты **Draw Text** и **Draw Text Box**).

Поскольку помимо основной схемы необходимо создать дополнительные схемы подключения (иногда несколько), данные схемы удобно создавать, не перерисовывая заново основную схему, а использовать иерархический блок. Для создания схемы подключения потребуется создать новый проект. Затем создать иерархический блок – меню **Draw>Block** или инструмент **Draw Block** на панели рисования. Теперь нужно подключить ранее созданную схему, для этого двойным щелчком левой кнопки мыши (ЛКМ) на блоке нужно открыть окно **Set Up Block**, где в поле **Filename** ввести имя файла проекта основной схемы. После подключения нижнего уровня иерархии каждый двойной щелчок ЛКМ на блоке будет открывать окно проекта основной схемы.

Далее нужно создать на основной схеме интерфейсные порты для каждого вывода схемы (в данном случае два порта для входов, два для выходов, один для подачи питания). Для добавления портов потребуется библиотека *port.slb* с элементами **IF_IN** (входные порты), **IF_OUT** (выходные порты), **INTERFACE** (все прочие порты). После добавления порта с помощью двойного щелчка ЛКМ необходимо задать его имя.

Затем в проекте для схемы включения нужно подключить к блоку дополнительные элементы – источники питания, источники входных сигналов, пассивные и активные элементы (в данном случае – синусоидальный источник входного напряжения, источник напряжения питания и нагрузочный резистор). При подключении провода к блоку автоматически создается вывод (**pin**), число выводов должно соответствовать числу интерфейсных портов на основной схеме (нижнем уровне иерархии), также **должны совпадать названия выводов блока и названия портов**. Выводы созданные с левой стороны блока автоматически определяются как входные, а выводы с правой стороны блока автоматически определяются как выходные. Двойной щелчок ЛКМ по выводу блока откроет окно со свойствами вывода, где **Pin Name** задает название вывода (должно строго совпадать с названием порта на основной схеме), область **Pin Attributes** задает свойства вывода, где поле **Pin =** задает описание порта (например "Вход" или "Выход"), поле **ERC** задает тип порта (входной, выходной и др.).

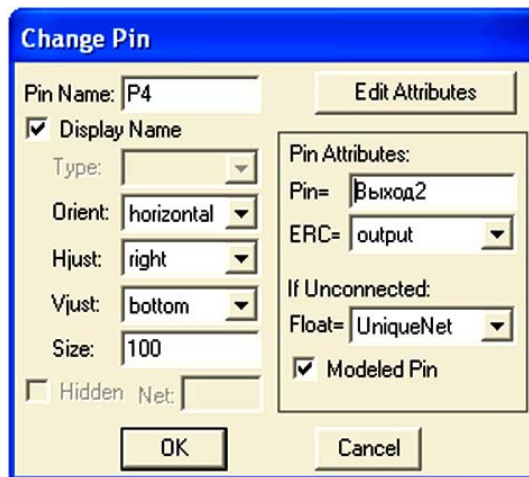


Рис. 7 Окно Change Pin

Далее необходимо создать страницу со схемой подключения, для этого нужно использовать меню **Navigate>Create Page...** В схему подключения нужно добавить необходимые источники и дополнительные элементы. В данном случае понадобится источник постоянного напряжения VDC, источник переменного синусоидального напряжения VSIN и нагрузочный резистор.

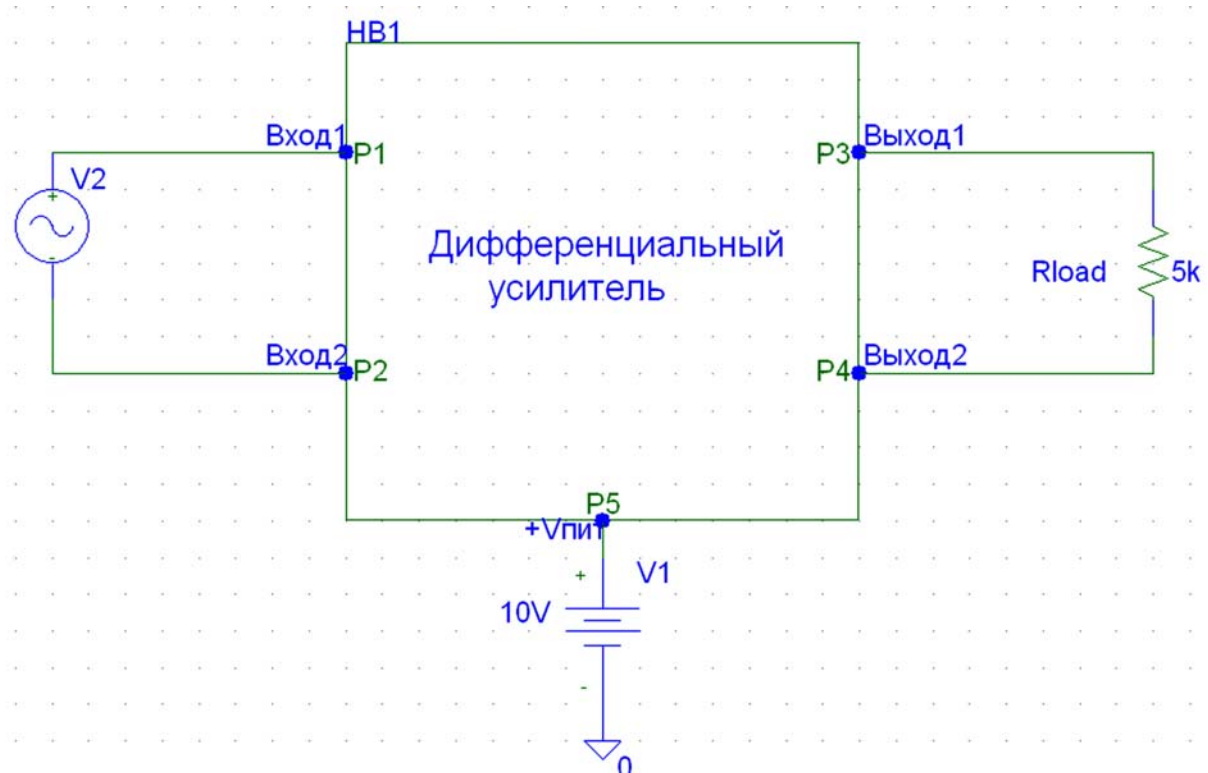


Рис. 8. Схема подключения дифференциального усилителя

Далее необходимо промоделировать схему подключения, для этого нужно задать сначала режим расчета в меню **Analysis>Setup...** (обязательно выставить флажок напротив пункта **Bias Point Detail**, остальные пункты зависят от моделируемого режима работы схемы –

в данном случае нужен еще режим временного расчета **Transient...**). Кнопка **Transient...** задает параметры для временного моделирования (время расчета, шаг по времени).

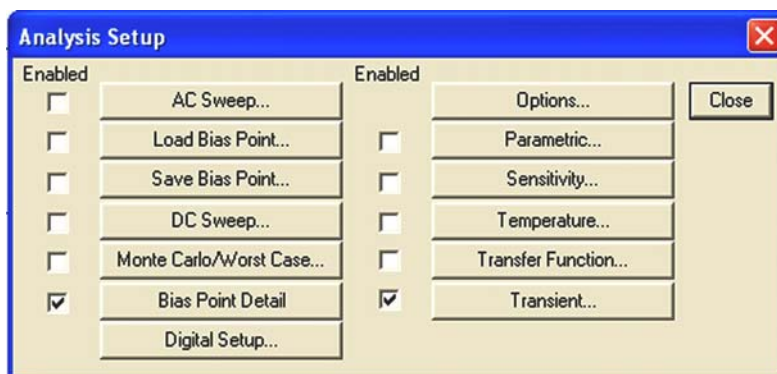


Рис. 9. Окно Analysis Setup

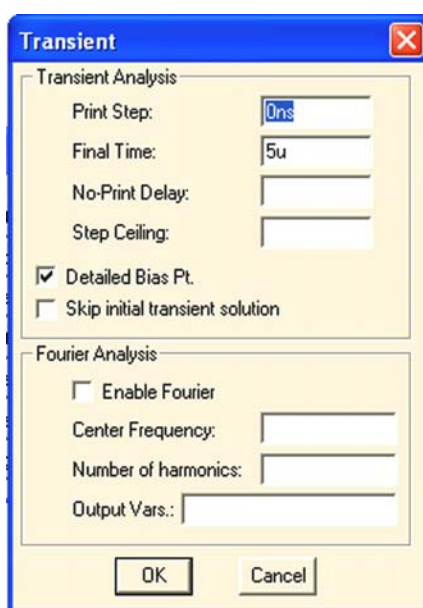


Рис. 10. Окно установок временного моделирования

Параметр Final Time (время расчета) рекомендуется подобрать таким образом, чтобы на графиках было представлено 4-5 периодов входных и выходных сигналов.

После установки режима моделирования схемы нужно запустить расчет в SPICE меню **Analysis>Simulate** или <F11>. Если проект не содержит ошибок, запустится окно с симулятором PSPICE, содержащее вкладки с входным файлом схемы (*.cir) и результатом расчета (*.dat). Для просмотра результатов моделирования удобно добавить дополнительный график (на одном графике нужно построить входной разностный сигнал, на другом – выходной разностный сигнал), для этого нужно использовать меню **Plot>Add Plot to Window**. Далее выделить щелчком левой кнопки мыши один из графиков и добавить кривую **Trace>Add Trace...** или <INS> и выбрать нужную кривую. В нашем случае надо построить кривую разности напряжений на выводах 1 и 2 (разность входных напряжений), для этого в поле Trace Expression окна Add Traces надо ввести $V(HB1:P1) - V(HB1:P2)$ и нажать ОК. Выделяем второй

график и строим кривую разности напряжений на выводах 3 и 4 (разность выходных напряжений) $V(HB1:P3) - V(HB1:P4)$.

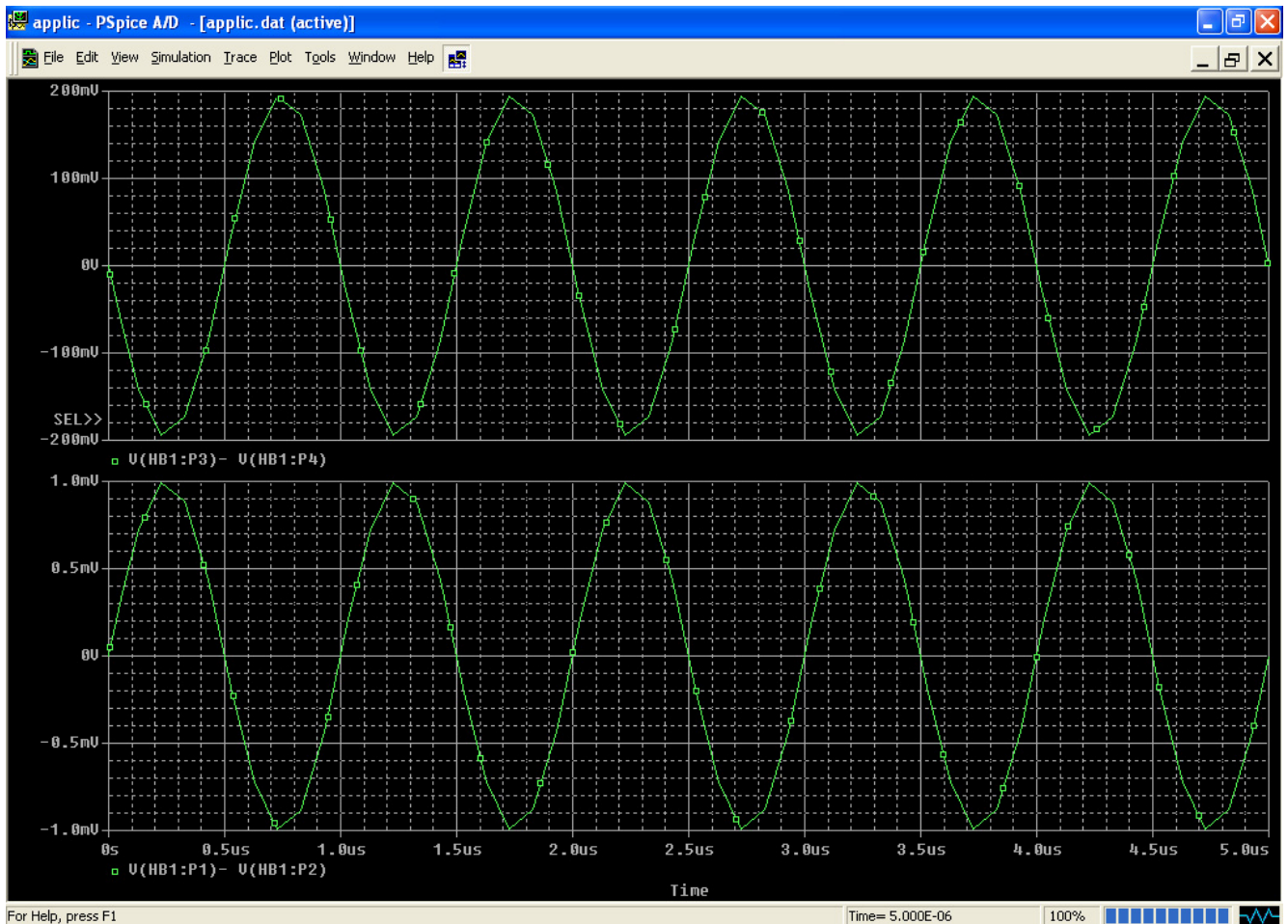


Рис. 11. Окно просмотра результатов моделирования в программе PSPICE

Как видно из результатов моделирования входная разность напряжений усиливается на выходе в 200 раз.

Важную информацию о результатах моделирования содержит выходной файл PSPICE *.out – для вывода выходного файла нужно использовать меню **View>Output File** или кнопку View Simulation Output File на панели инструментов View (Вид). Выходной файл содержит список соединений элементов схемы (netlist), параметры моделей элементов, результаты расчета рабочего режима для каждого транзистора схемы, информация об ошибках моделирования.

Приложения

Описание источника постоянного напряжения.

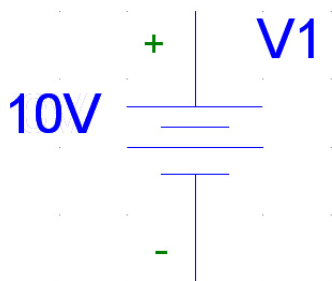


Рис. 12 Обозначение источника постоянного напряжения

Параметр **REFDES** задает название источника (начинается строго с "V"), параметр **DC** задает величину постоянного напряжения (В).

Описание источника синусоидального переменного напряжения.

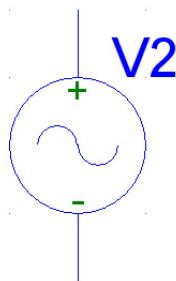


Рис. 13 Обозначение источника синусоидального переменного напряжения

Параметры **REFDES** **DC** – аналогично источнику VDC, параметр **VOFF** задает напряжение смещения колебаний относительно нуля (В), **VAMPL** задает амплитуду колебаний сигнала (В), **FREQ** задает частоту сигнала (Гц).

Описание источника импульсного переменного напряжения.

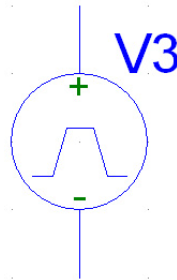


Рис. 14 Обозначение источника импульсного переменного напряжения

Параметры **REFDES DC** – аналогично источнику VDC, параметр **V1** задает нижний уровень напряжения (В), **V2** задает верхний уровень напряжения (В), **TD** задает начальную временную задержку импульса (с), **TR** задает время нарастания импульса (с), **TF** задает время спада импульса (с), **PW** задает длительность верхнего уровня напряжения (с), **PER** задает длительность периода импульса (с).

Расчет по постоянному току

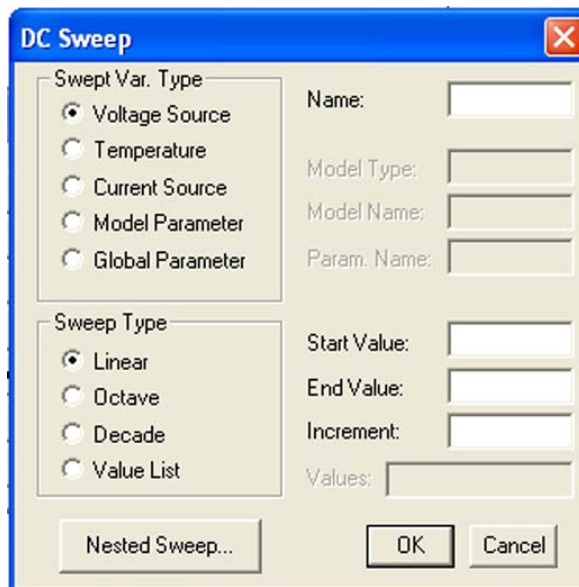


Рис. 15 Установки расчета по постоянному току

В поле **Name** задается имя источника постоянного напряжения, значение напряжения которого будет меняться в процессе расчета. В поле **Start Value** задается начальное значение напряжения (В), **End Value** задается конечное значение напряжения (В), **Increment** задается значение увеличения напряжения за итерацию (В). Область **Swept Var. Type** позволяет задать

тип изменяемой переменной. Область **Sweep Type** задает тип изменения переменной – линейный, по октавам, логарифмический или по фиксированным значениям.

Временной расчет

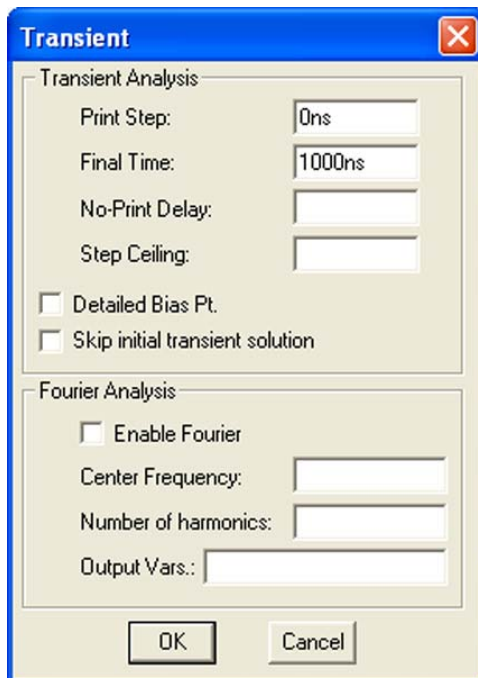


Рис. 16 Установки временного расчета

Поле **Print Step** задает временной шаг расчета (с), поле **Final Time** задает время окончания расчета (с).

Запись чисел

Числа записываются в т. н. экспоненциальном формате: <число с плавающей точкой> или <число с плавающей точкой>e<целое число, обозначающее степень десяти>, или после числа ставится суффикс, обозначающий множитель.

Суффиксы для указания кратности:

f	фемто	10^{-15}
p	пика	10^{-12}
n	нано	10^{-9}
u	микро	10^{-6}
m	мили	10^{-3}

K	кило	10^{+3}
MEG или x	мега	10^{+6}
G	гига	10^{+9}

Например число 1000 можно записать как: 1000; 1000.0; $1e+3$; 1k.