

Лабораторная работа №8

Схемотехнические решения для микросхемы 5400TP035

Цель работы: реализация схемотехнических решений на базе микросхемы 5400TP035.

Оборудование: микросхема 5400TP035, отладочная плата, программатор, комплект интерфейсных проводов, персональный компьютер, генератор электрических сигналов, осциллограф, блок питания.

Программное обеспечение: ПО программатора «DCSProg», САПР «Electric VLSI Design System».

Продолжительность работы: 4 академических часа.

Лабораторное задание

В данной работе необходимо создать собственную схему на основе микросхемы 5400TP035. Рекомендуется охватить максимально возможное количество блоков и схемотехнических решений, изложенных в данном курсе лабораторных работ. Перед построением, схема должна быть согласована с преподавателем.

При создании схемы необходимо учитывать особенности проектирования на микросхеме 5400TP035:

- использование аналоговых или цифровых буферов на выходных блоках
- диапазон входных напряжений:
 - усилительный блок 1-типа: $U_{ex} = 0 - 5 \text{ В}$
 - усилительный блок 2-го типа: $U_{ex} = 0,5 - 3 \text{ В}$

В качестве первого примера на рисунке 1 представлена схема двухбитного АЦП. Принцип работы такого АЦП заключается в следующем: на неинвертирующие входы операционных усилителей поступает сигнал с ИОНа, которые впоследствии формируют опорные уровни для компараторов. Необходимо рассчитать коэффициент усиления и значения резисторов ($R1 - R6$) операционных усилителей. Так, в точке A необходимо получить напряжение, равное $3,75 \text{ В}$, в точке $B - 2,5 \text{ В}$, в точке $C - 1,25 \text{ В}$. Если входной сигнал компаратора меньше его опорного уровня, то на его выходе формируется логический «0» и, наоборот, если входной сигнал выше опорного уровня, то на выходе – логическая «1». В дальнейшем сигналы с выходов компараторов обрабатывается логической частью схемы, на выходе которой формируется цифровой двоичный код.

Проверка работы схемы:

Входное напряжение	Старший бит	Младший бит
$0 \leq U_{ex} \leq 1,25 \text{ В}$	«0»	«0»
$1,25 \leq U_{ex} \leq 2,5 \text{ В}$	«0»	«1»
$2,5 \leq U_{ex} \leq 3,75 \text{ В}$	«1»	«0»
$3,75 \leq U_{ex} \leq 5 \text{ В}$	«1»	«1»

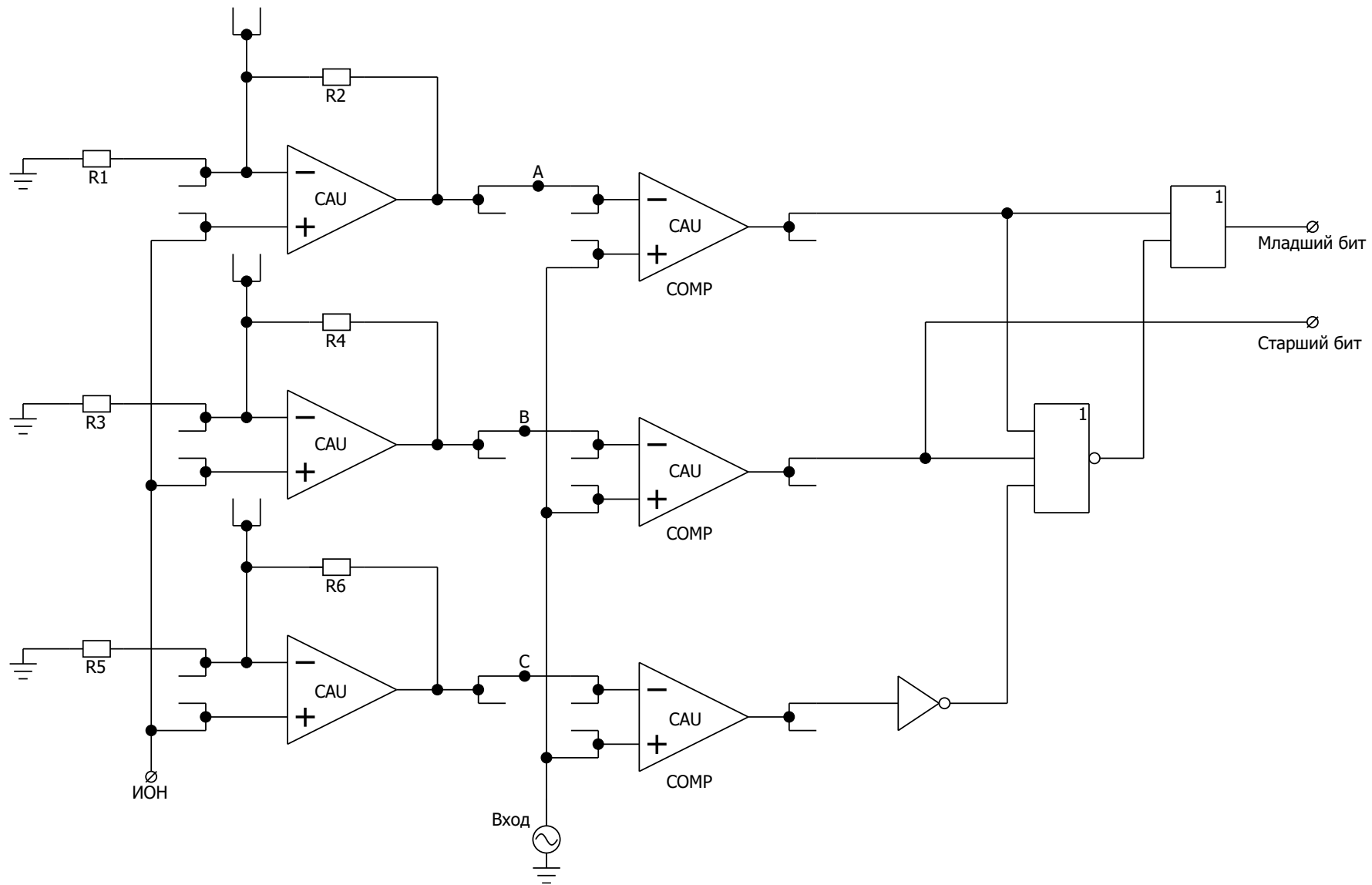


Рисунок 1. Функциональная схема двухбитного АЦП.

В качестве второго примера на рисунке 2 приведена схема управления аналоговым ключом с помощью генератора прямоугольных импульсов:

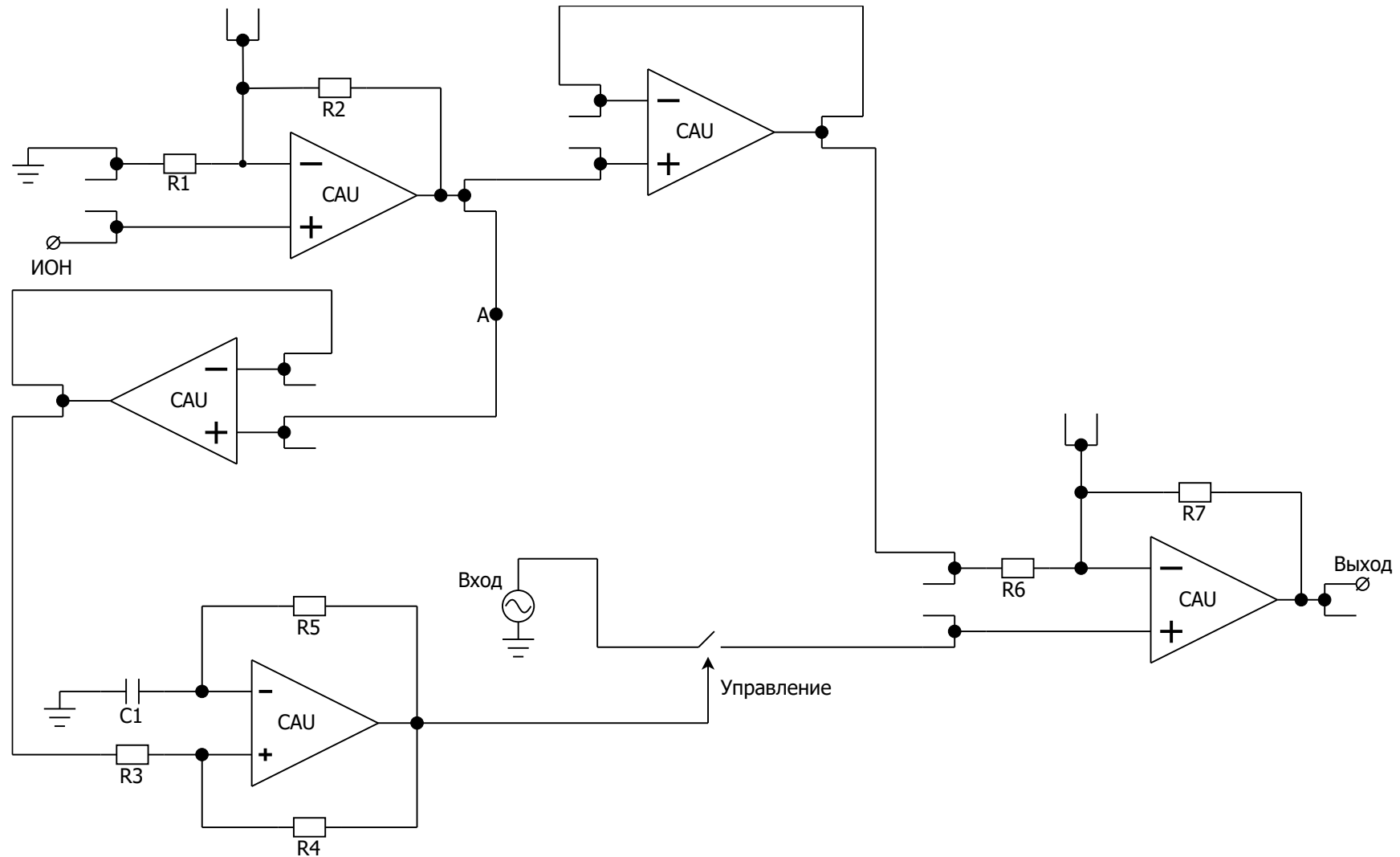


Рисунок 2. Функциональная схема управления аналоговым ключом с помощью генератора прямоугольных импульсов.

Принцип схемы, изображенной на рисунке 2, заключается в следующем: напряжение ИОНа, равное 1 В, подается на операционный усилитель. Выходной сигнал операционного усилителя ИОНа задает входной сигнал для генератора прямоугольных импульсов. Необходимо рассчитать соотношение резисторов R_1 и R_2 операционного усилителя, чтобы выходное напряжение в точке А составляло 2,5 В.

Для корректной работы генератора использовать следующие номиналы пассивных компонентов: $R_3 = R_4 = 400$ кОм, $R_5 = 960$ кОм, $C_1 = 8,34$ пФ. Выходной сигнал генератора осуществляет управление аналоговым ключом: при выходном напряжении 5 В ключ открыт, при 0 В ключ закрыт. На вход схемы поступает синусоидальный сигнал, который проходит без изменений, если ключ открыт. Далее осуществляется усиление входного сигнала при помощи операционного усилителя. Необходимо рассчитать соотношение резисторов R_6 и R_7 ОУ для усиления сигнала в 2 раза.

Примечание

При использовании схемы аналогового ключа, указанной в лабораторной работе № 4, к его выходу подключен резистор со значением 960 кОм, впоследствии подключенный к «земле». В данной лабораторной работе этот резистор необходимо подключить к инвертирующему входу выходного операционного усилителя.

Схема, изображенная на рисунке 3, предназначена для контроля входного напряжения. При выходе данного напряжения за диапазон (от 0,9 до 1,1 В), который задается опорными уровнями, на выходе устанавливается логический «0». В ином случае, когда напряжение попадает в заданный диапазон, на выходе устанавливается логическая «1».

В качестве входного сигнала опорного уровня устанавливается ИОН и усиливается в 2 раза при помощи неинвертирующего усилителя. Необходимо рассчитать соотношение резисторов R_1 и R_2 . Резисторы R_3 , R_4 и R_5 образуют делитель напряжения. Необходимо рассчитать данный делитель так, чтобы в точках А и В напряжение составляло 1,1 и 0,9 В соответственно. Значения сопротивлений резисторов R_6 и R_7 составляет по 80 кОм. Сопротивление резистора R_8 – 92 кОм. R_8 задается в блоке SPM путем замыкания соответствующих коммутационных ключей.

В качестве третьего примера на рисунке 3 изображена схема супервизора:

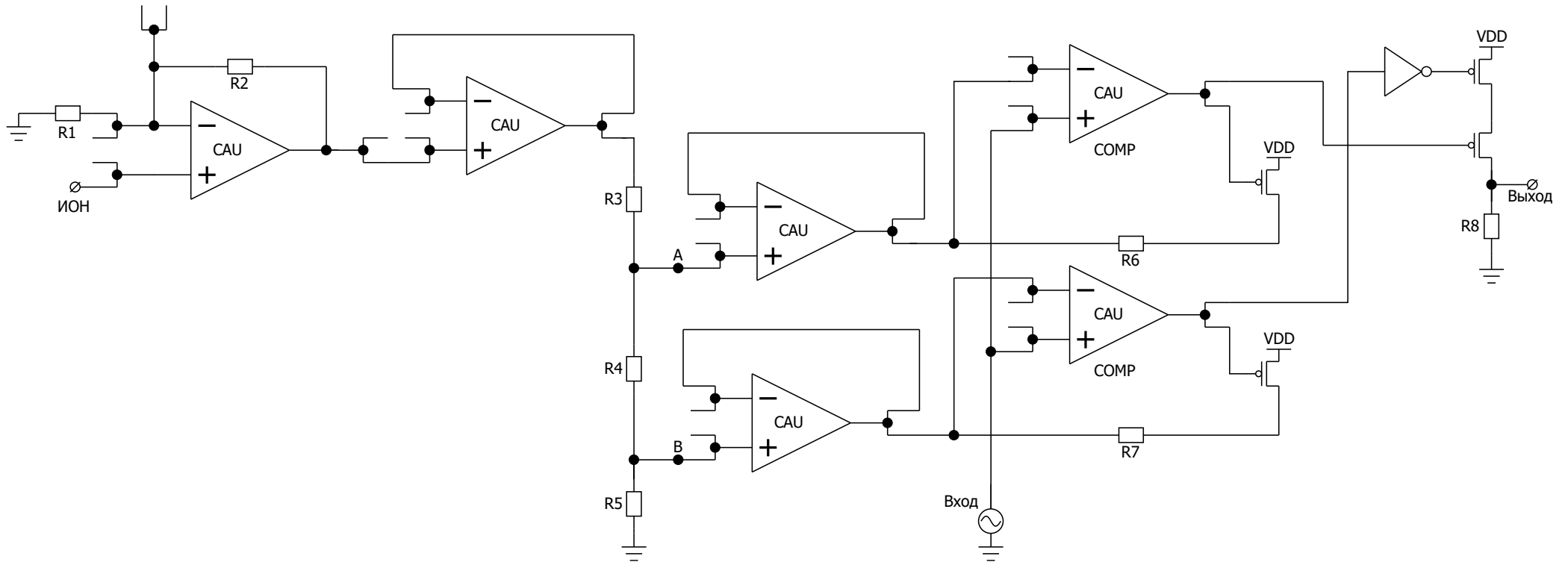


Рисунок 3. Функциональная схема супервизора

Необходимо промоделировать схемы в программе «The Electric VLSI Design System». Запрограммировать микросхему с помощью программатора и ПО программатора «DCSProg». С помощью генератора подать входные сигналы на соответствующие выводы микросхемы на отладочной плате. С помощью осциллографа зарегистрировать значения выходных сигналов.

Порядок выполнения работы

Общие указания

Выполнение работы начинается с проектирования схемы в программе «Electric VLSI Design System». Для начала работы, выполните следующие действия:

- Запустите программу «Electric VLSI Design System»
- Откройте библиотеку:
 - Выполните команду: File → Open Library.
 - В открывшемся окне откройте файл simulation.jelib

Путь к файлу C:\CYGELENG\PROJECTS\5400TP035

Создайте свою схему в библиотеке:

- Правой кнопкой мыши нажмите на библиотеку «simulation», в контекстном меню выберите пункт «Create New Cell».
- В появившемся окне «New Cell» в списке «View» выберите тип файла «schematic».
- В пункте «Name» назовите свою схему и нажмите «ОК». Название должно содержать только латинские буквы, цифры и знак «_» без пробелов. Рекомендуемый формат: lab8_scheme_1.
- Дважды нажмите левой кнопкой мыши на свою созданную схему.

Блоки, из которых проектируется схема, расположены в библиотеке symbol (рисунок 4). Чтобы перенести компоненты из библиотеки в рабочее пространство, нажмите левой кнопкой мыши на нужный блок и, не отпуская кнопку, перетащите в рабочее пространство.

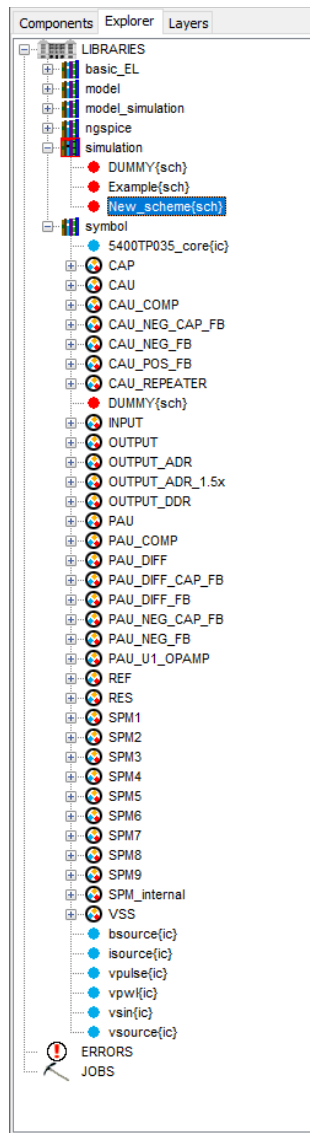
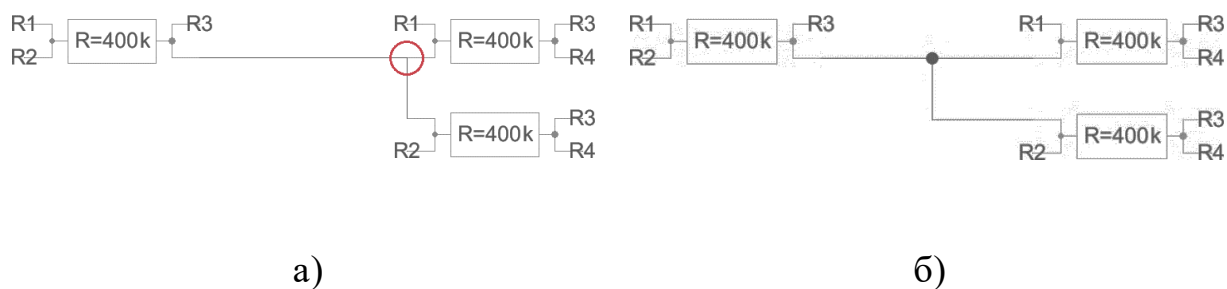


Рисунок 4. Расположение блоков библиотеки symbol в программе «Electric VLSI Design System»

Для коммутации блоков между собой следует нажать на один из контактов блока левой кнопкой мыши, а затем на контакт другого блока правой кнопкой мыши, либо произвести коммутацию вручную путем последовательной отрисовки проводника в необходимых областях. Для этого нужно нажать левую кнопку мыши на начальную точку, затем перевести курсор в необходимую область и нажать правую кнопку, повторять операцию до тех пор, пока не будет осуществлена коммутация нужных блоков.

Для автоматической трассировки важно, чтобы одному выводу блока соответствовало не более 1 провода. В противном случае схема будет разведена не полностью.



а) пример неправильного построения схемы; б) пример правильного построения схемы.

В некоторых случаях в работе автоматической трассировки могут возникать ошибки из-за некорректных замыканий связей. Для автоматического исправления связей используется команда Cleanup Pins (горячая клавиша «F8»).

Моделирование

После того, как схема собрана, необходимо промоделировать ее и создать конфигурационную последовательность для дальнейшей зашивки.

С помощью источников напряжения задать внешние воздействия, для этого нужно перенести компоненты из библиотеки `symbol` в рабочее пространство. Чтобы перенести блоки в рабочее пространство нажмите левой кнопкой мыши на нужный блок и, не отпуская кнопку, перетащите в рабочее пространство.

Важно!

Источники напряжения необходимо подключать ко входу «source» блока ввода «INPUT». Выход блока «INPUT» нужно коммутировать с тем элементом, на который необходимо подать входной сигнал с используемого источника.

Для задания параметров источников напряжения дважды нажать на параметр левой кнопкой мыши и вписать значение. Значения параметра вводится без указания единиц измерения. Чтобы ввести десятичную приставку, используются следующие обозначения: фемто-f, пико-p, нано-n, микро-u, милли-m, кило-K, мега-Meg, гига-G, тера-T.

Примечание:

Если после значения Вы напишите букву «M», то программа сочтет это за приставку «милли», точно так же, как и в случае с «m»! Поэтому, если Вам необходима приставка «мега», то после значения нужно вводить символы: «Meg».

После установки параметров источников, нужно задать параметры моделирования. Для этого необходимо перенести из библиотеки `symbol` блок «5400TP035_core». Чтобы перенести блоки в рабочее пространство нажмите левой кнопкой мыши на нужный блок и, не отпуская кнопку, перетащите в рабочее пространство.

В данной лабораторной работе выполняется анализ по времени:

- `tstep` – шаг моделирования. Чем меньше значение, тем детальнее график (больше точек в ед. времени) и тем дольше процесс моделирования.
- `tstop` – время моделирования.

\rightarrow

`tran_control`
`tstep=100n`
`tstop=4u`
`rshunt=10G`
`pref_key=16`
`LDO_voltage=5`

Рисунок 6. Параметры tran-моделирования.

Далее требуется обозначить выводы, которые необходимо контролировать (IN, OUT, REF и т.д.). Для обозначения вывода необходимо зайти в его свойства (клавиша «q» или двойное нажатие левой кнопкой мыши по проводу) и в поле «Name» ввести название (рисунок 7).

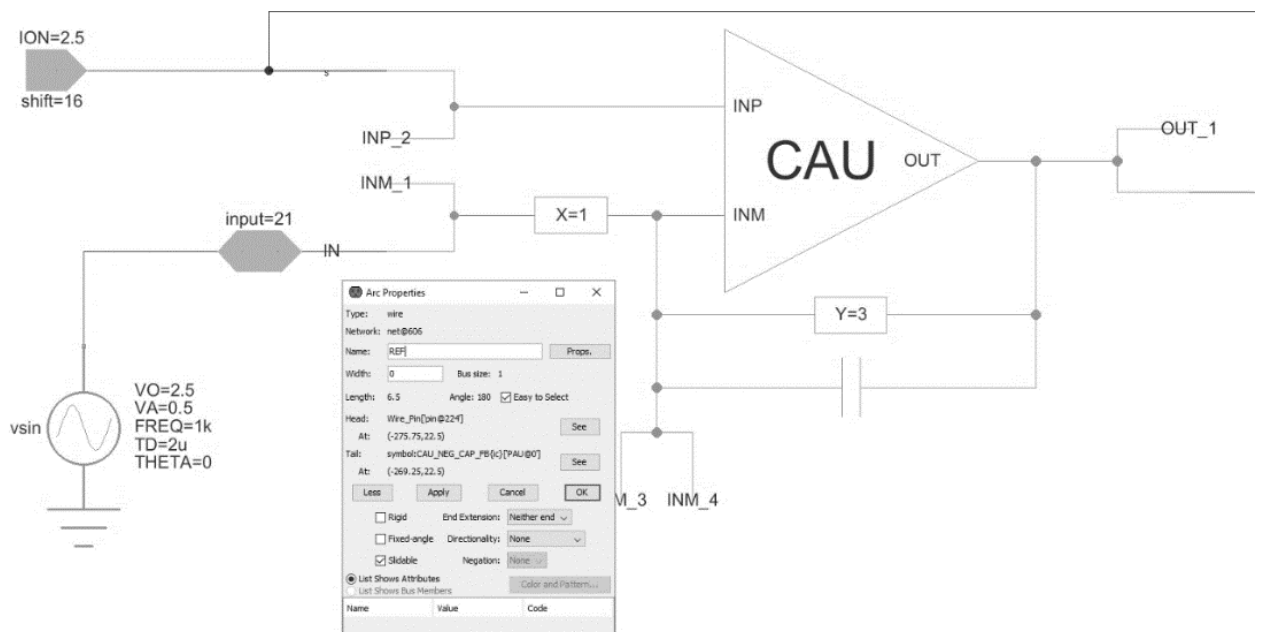




Рисунок 7. Обозначение выводов после построения схемы

Следующий этап – моделирование:

- Для проведения функционального моделирования выполнить команду: Tools → Languages → Write Simulation Path (кнопка  на панели инструментов);
- Запустить функциональное моделирование: Tools → Simulation (Spice) → Write Spice Deck... (кнопка **CreateNetlist** на панели инструментов);
- Для того, чтобы получить конфигурационную последовательность построенной схемы необходимо выполнить команду: Tools → Languages → Make Trace (кнопка  на панели инструментов).

После окончания расчетов откроется окно LTspice IV с результатами моделирования. Для вывода графиков выполнить команду Plot Settings → Add Trace (или нажать клавиши «Ctrl» + «A») и выбрать проводник. Выбор проводника осуществляется при помощи поисковой строки

«Only list tracing matches», где вводятся номера или названия входов и выходов, соответствующие введенным в поля «Name». Например, если необходимо посмотреть сигнал на выходе с именем OUT, то в поисковой строке необходимо ввести «OUT» и нужный проводник будет обозначаться как «v(OUT)» (рисунок 8).

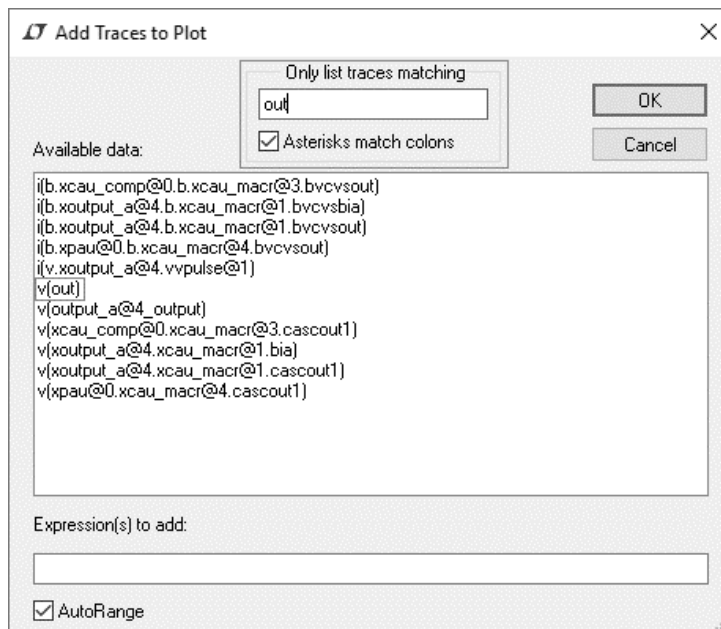


Рисунок 8. Окно вывода результатов моделирования

Некоторые инструменты программы моделирования LTspice IV:

- Увеличение интересующей области – нажать левую кнопку мыши, и не отпуская, выделить интересующую область.
- Возврат масштаба к начальному – нажать кнопку «Zoom full extents» в панели инструментов.
- Добавление координатной плоскости – выполнить команду: Plot Settings → Add Plot Pane.
- Вывод маркеров – нажать левой кнопкой мыши по названию проводника.

Прошивка и измерения

Для записи пользовательской схемы в память микросхемы, необходимо:

- Вставить микросхему в контактирующее устройство на отладочной плате;
- Вставить перемычку («джампер») в два верхних контакта разъема «Г» отладочной платы;
- Соединить программатор с ПК с помощью USB кабеля. Соединить отладочную плату с программатором шлейфом;
- Открыть программу «DCSProg»;
- Выбрать тип микросхемы (выполнить команду: Микросхема → Тип – >5400TP035);
- Загрузить конфигурационную последовательность построенной схемы (выполнить команду: Микросхема → Загрузить файл в буфер. В открывшемся окне выбрать файл Autotracing.txt. Путь к файлу C:\CYGELENG\config\);
- Включить блок питания. Установить 6 В постоянного напряжения. Ограничение по току – 200 мА. Подсоединить сначала «землю» блока питания к «земле» разъема «А», затем питающий провод блока питания к выводу питания разъема «А». Включить подачу напряжения питания.

Примечание №1. Сначала включается блок питания, а затем его выводы подключаются к отладочной плате. Это необходимо для предотвращения выхода из строя микросхемы при скачках напряжения в момент включения блока питания.

Примечание №2. После подачи питания на микросхему и до ее прошивки, напряжение на блоке питания может просесть из-за установленного ограничения по току. После прошивки питание станет равным изначально установленному.

- Запрограммировать микросхему (выполнить команду: Микросхема → Прошить);

При условии правильного выполнения предыдущих инструкций, в основном окне программы «DCSProg» последние три строки будут заканчиваться надписью: «ОК».

- Задать внешние воздействия на соответствующие выводы отладочной платы;
- Проконтролировать выходные сигналы с помощью осциллографа;
- Занести результаты измерений в отчет.

Контроль результатов

Итогом выполненной работы является отчет, который содержит выбранную схему, описание ее работы, описание измерительной схемы и значения входных и выходных параметров. В данной работе учитывается сложность, оригинальность, правильность и понимание работы выбранной схемы. Оформление и другие аспекты отчета определяются преподавателем.