

Лабораторная работа №7

Проектирование устройства выборки и хранения

Оглавление

Проектирование устройства выборки и хранения	. 2
Теоретические сведения	. 3
Лабораторное задание	. 4
Спроектировать устройство выборки и хранения.	. 4
Порядок выполнения работы	. 5
Общие указания	. 5
Блоки, используемые в лабораторной работе	. 6
Усилительный блок 1-го типа	. 7
Блок ввода/вывода	. 7
Резистор с настраиваемым сопротивлением	. 7
Конденсатор с фиксированной емкостью	. 8
Общий вывод	. 8
Блок свободной конфигурации SPM	. 8
5400TP035_core – блок параметров моделирования	. 9
Моделирование	10
Автоматическая трассировка схемы	13
Прошивка и измерения1	13
Контроль результатов	14

Проектирование устройства выборки и хранения

Цель работы: обучение проектированию устройства выборки и хранения со сглаживающим RCфильтром.

Оборудование: микросхема 5400ТР035, отладочная плата, программатор, комплект интерфейсных проводов, персональный компьютер, генератор электрических сигналов, осциллограф, блок питания.

Программное обеспечение: ПО программатора «DCSProg-1», CAПР «DCSElectric».

Продолжительность работы: 4 академических часа.

Теоретические сведения

Устройство выборки и хранения (УВХ) – схема, запоминающая напряжение на входе в определённый момент времени. Оно является компонентом большинства аналого-цифровых преобразователей. Структурная схема УВХ с RC-фильтром представлена Рисунок 1.



Рисунок 1. Структурная схема УВХ с RC-фильтром.

Запоминающим элементом в устройстве выборки и хранения является конденсатор. Для его включения и отключения от входной цепи используется аналоговый ключ. Для обеспечения высокого входного и низкого выходного сопротивления используются повторители напряжения. Для сглаживания сигнала на выходе поставлен RC-фильтр.

УВХ может работать в одном из двух режимов, в зависимости от напряжения на управляющем входе:

- режим слежения;
- режим хранения.

В режиме слежения выходной сигнал устройства выборки и хранения совпадает со входным. В режиме хранения напряжение на выходе устройства постоянно и равно напряжению на входе устройства в момент его переключения в режим хранения.

Для правильной работы большинства схем аналого-цифрового преобразования требуется, чтобы входное напряжение в течение некоторого времени оставалось постоянным. Поскольку входной сигнал в течение времени преобразования может меняться, его фиксируют с помощью УВХ.

Лабораторное задание

Спроектировать устройство выборки и хранения.

а) Построить устройство выборки и хранения без RC-фильтра на выходе по схеме Рисунок 2.

Подать на неинвертирующий вход INP с внешнего источника синусоидальный сигнал с частотой 5 кГц и амплитудой 1 В относительно уровня 2,5 В.

Подать на управляющий вход с внешнего источника прямоугольный сигнал с частотой 100 кГц с уровнями 0 В и 5,0 В.

С1 = 16,68 пФ.



Рисунок 2. Функциональная схема УВХ без RC-фильтра на выходе.

б) Построить устройство выборки и хранения с RC-фильтром на выходе по схеме Рисунок 3.

Рассчитать RC-фильтр для частоты среза *f_{cp}* = 10 кГц, учитывая, что рекомендуется использовать один конденсатор емкостью *C*2 = 8,34 пФ.

Подать на неинвертирующий вход INP с внешнего источника синусоидальный сигнал с частотой 5 кГц и амплитудой 1,0 В относительно уровня 2,5 В.

Подать на управляющий вход с внешнего источника прямоугольный сигнал с частотой 100 кГц с уровнями 0 В и 5,0 В.

Для данной лабораторной работы рекомендуется установить время моделирования 200 мкс (tstop=200 u) с шагом моделирования 100 нс (tstep=100 n), а также время задержки 4 мкс (TD=4 u.) на источнике синусоидальных импульсов (vsin).



Рисунок 3. Функциональная схема УВХ с RC-фильтром на выходе.

Порядок выполнения работы

Общие указания

Выполнение работы начинается с проектирования схемы в программе «DCSElectric». Для начала работы, выполните следующие действия:

- Запустите программу «DCSElectric»
- Откройте библиотеку:
 - о Выполните команду: File -> Open Library.
 - о В открывшемся окне откройте файл simulation.jelib

Путь к файлу ...\DCSElectric\Projects\5400TP035

Создайте свою схему в библиотеке:

- <u>Правой</u> кнопкой мыши нажмите на библиотеку «simulation», в контекстном меню выберете пункт «Create New Cell».
- о В появившемся окне «New Cell» в списке «View» выберите тип файла «schematic».
- В пункте «Name» назовите свою схему и нажмите «OK». Название должно содержать только латинские буквы, цифры и знак «_» без пробелов. Рекомендуемый формат: lab1_scheme_1.
- о Дважды нажмите <u>левой</u> 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 <u>левой</u> кнопкой мыши на нужный блок и, не отпуская кнопку, перетащите в рабочее пространство.



Рисунок 4. Расположение блоков библиотеки symbol в программе «DCSElectric».

Блоки, используемые в лабораторной работе

Таблица 1. Описание	используемых в лабораторной работе блоков
Название блока	Описание блока
5400TP035_core	Параметры моделирования по времени
CAU	ОУ общего применения 1-го типа
CAP	Конденсатор емкостью 8,34 пФ
INPUT	Блок ввода
OUTPUT_ADR	Блок вывода с аналоговым буфером
RES	Резистор с настраиваемым сопротивлением
SPM_mini	Блок свободной конфигурации
VSS	«Общий» вывод
vsin	Источник синусоидальных импульсов для подачи внешних воздействий
vpulse	Источник прямоугольных импульсов для подачи внешних воздействий

Усилительный блок 1-го типа

Усилительный блок 1-го типа построен на основе ОУ общего применения. Диапазон входных и выходных сигналов от 0 В до напряжения питания 5,0 В.

В усилительном блоке 1-го типа предусмотрен программируемый потенциометр.

Элементы на основе усилительного блока 1-го типа:



Рисунок 5. ОУ общего применения 1-го типа.

Назначение выводов:

- INP неинвертирующий вход;
- INM инвертирующий вход;
- OUT выход

Блок ввода/вывода

Блок ввода предназначен для входных сигналов микросхемы. Вывод сигналов осуществляется через аналоговый буфер.

Аналоговый буфер построен на основе операционного усилителя с нагрузочной способностью до 30 мА.

Для установки определенного входа (выхода) микросхемы необходимо в поле «input=0» («output_adr=0») ввести номер вывода микросхемы.



Рисунок 6. а) блок ввода; б) блок вывода с аналоговым буфером.

Резистор с настраиваемым сопротивлением



Рисунок 7. Резистор с настраиваемым сопротивлением.

Для того, чтобы запрограммировать резистор RES на необходимое значение сопротивления нужно зажать клавишу «Ctrl», навести курсор на заданное по умолчанию значение соответствующего резистора и нажать левой кнопкой мыши, затем отпустить клавишу «Ctrl» и нажать левой кнопкой на это же значение резистора и заменить на нужное.

Максимальное значение сопротивления – 400 кОм, минимальное значение сопротивления – 80 кОм, шаг – 80 кОм.

Конденсатор с фиксированной емкостью



Рисунок 8. Конденсатор с фиксированной емкостью.

Блок САР имеет фиксированную емкость 8,34 пФ.

Общий вывод



Рисунок 9. Общий» вывод.

Блок свободной конфигурации SPM

Блок свободной конфигурации SPM представляет собой набор из n- и p-канальных МОПтранзисторов, резисторов и конденсаторов. Блок имеет матричную структуру и состоит из 32 ячеек. Структура повторяющейся ячейки приведена **Ошибка! Источник ссылки не найден.**



Рисунок 10. Схема ячейки SPM.

А – n-канальный МОП-транзистор;

- Б р-канальный МОП-транзистор;
- В вывод подключения к VDDA;
- Г вывод подключения к VSSA;
- Д резисторы 16 кОм и 76 кОм;
- Е конденсатор 1 пФ.

Для замыкания ключа следует нажать на один из контактов ключа <u>левой</u> кнопкой мыши, а затем на противоположный контакт <u>правой</u> кнопкой мыши. Для правильного замыкания ключ подсвечивается желтым цветом при наведении на него курсора мыши.

Для коммутации блоков между собой следует нажать на один из контактов блока <u>левой</u> кнопкой мыши, а затем на контакт другого блока <u>правой</u> кнопкой мыши, либо произвести коммутацию вручную путем последовательной отрисовки проводника в необходимых областях. Для этого нужно нажать <u>левую</u> кнопку мыши на начальную точку, затем перевести курсор в необходимую область и нажать <u>правую</u> 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.



Рисунок 11. а) пример неправильного построения схемы; б) пример правильного построения схемы.

5400TP035_core - блок параметров моделирования



Рисунок 12. блок параметров моделирования 5400TP035_core

Важно! Блок *5400TP035_core* отвечает за настройку параметров моделирования и конфигурирования. Он должен обязательно присутствовать в каждой схеме.

tstep - шаг моделирования;

tstop – время моделирования;

Более подробно можно посмотреть в «Руководство пользователя_5400ТР035_Приложение_А».

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.

Источники сигналов имеют следующие параметры:

- vpulse источник прямоугольных импульсов:
 - о V1 значение напряжения нижнего уровня;
 - о V2-значение напряжения верхнего уровня;
 - о TD время задержки;
 - о TR время фронта;
 - о TF время среза;
 - PW ширина импульса;
- vsin источник синусоидальных импульсов:
 - о VO напряжение смещения;
 - о VA амплитуда;
 - о FREQ частота;
 - о TD время задержки;
 - о THETA коэффициент затухания.

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 «М», 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 единицу времени) и тем дольше процесс моделирования.
- tstop время моделирования.



Рисунок 13. 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 14).



Рисунок 14. Обозначение выводов после построения схемы

Следующий этап – моделирование. Для запуска моделирования выполнить команду:

Tools -> Simulation (Spice) -> Simulate или нажать на кнопку 🕨 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 15).

Available data: (b.xcau_comp@0.b.xcau_ (b.xoutput_a@4.b.xcau_ (b.xoutput_a@4.b.xcau_ (b.xpau@0.b.xcau_macr((v.xoutput_a@4.vvpulse(vorut)	Out Asterisks match colons L_macr@3.bvcvsout) macr@1.bvcvsbia) macr@1.bvcvsout) @4.bvcvsout] @11	OK Cancel
Available data: (b.xcau_comp@0.b.xcau_ (b.xoutput_a@4.b.xcau_ (b.xoutput_a@4.b.xcau_ (b.xpau@0.b.xcau_macr((v.xoutput_a@4.vvpulse(vortput_a@4.vvpulse(Asterisks match colons Lmacr@3.bvcvsout) macr@1.bvcvsbia) macr@1.bvcvsout) @4.bvcvsout] @11	Cancel
i(b.xcau_comp@0.b.xcau (b.xoutput_a@4.b.xcau_ i(b.xoutput_a@4.b.xcau_ i(b.xpau@0.b.xcau_macr(i(v.xoutput_a@4.vvpulse(vcaut)	L_macr@3.bvcvsout) macr@1.bvcvsbia) macr@1.bvcvsout) @4.bvcvsout) @11	
<pre>v[cust] (v[custput_a@4_output) v[xcau_comp@0.xcau_m v[xoutput_a@4.xcau_mai v[xoutput_a@4.xcau_mai v[xpau@0.xcau_macr@4</pre>	nacr@3.cascout1) cr@1.bia) cr@1.cascout1) I.cascout1)	

Рисунок 15. 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.

Автоматическая трассировка схемы

Для создания конфигурационной последовательности необходимо выполнить команду:

Tools -> DCS PDC-> Autotracing (кнопка J* на панели инструментов).

После завершения процесса автоматической трассировки программа выдаст сообщение:

Message		×
1	Autotracing process completed	
	ОК	

Рисунок 16. Уведомление о успешном завершении автоматической трассировки

Всплывающее окно с сообщением об успешной трассировке схемы также означает, что конфигурационная последовательность экспортирована в текстовый файл...\DCSElectric\config\analog _config.txt.

Прошивка и измерения

Для записи пользовательской схемы в память микросхемы, необходимо:

- Вставить перемычку («джампер») в два верхних контакта разъема «Г» отладочной платы;
- Соединить программатор с ПК с помощью USB кабеля. Подсоединить шлейф к программатору и отладочной плате. Для корректного подключения программатора к отладочной плате следует первый вывод шлейфа (обозначен красным цветом) подключить к первому выводу на отладочной плате;
- Вставить микросхему в контактирующее устройство на отладочной плате;
- Открыть программу «DCSProg-1»;
- Выбрать тип микросхемы (выполнить команду: Микросхема -> Тип -> 5400ТР035);

🧿 DCSProg						_		×
Микросхема	Обновление	Программатор	П	омощь				
Новая мі	икросхема	F5	PON	13				^
Тип		>		5400TP035_old	1			
Загрузит	ь файл в буфер	F2	~	5400TP035				
Прошит		F4						
Прожечн	,	Ctrl+F4						
								×

Рисунок 17. Меню программы «Микросхема»

- Загрузить конфигурационную последовательность построенной схемы (выполнить команду: Микросхема –> Загрузить файл в буфер (F2). В открывшемся окне выбрать файл analog_config.txt. Путь к файлу ...\DCSElectric\config\analog_config.txt.);
- Включить блок питания. Установить 10 В±5% постоянного напряжения. Ограничение по току 300 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);

📀 DCSProg					_	
Микросхема	Обновление	Программатор	Помощь			
Новая ми	икросхема	F5				
Тип		>				
Загрузит	ь файл в буфер	F2				
Прошити		F4				
Прожечь	,	Ctrl+F4				

Рисунок 18. Программирование микросхемы

При условии правильного выполнения предыдущих инструкций, в основном окне программы «DCSProg-1» 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. Состав отчета может варьироваться в зависимости от пожеланий преподавателя.