

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. Н. Войт

**Моделирование принципиальных цифро-аналоговых
схем в САПР Ngspice**

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение
производства ЭВМ»
для бакалавров по направлению 230100.62 «Информатика и
вычислительная техника»
и специалистов по специальности 230101.65 «Вычислительные
машины, комплексы, системы и сети»

Ульяновск
УлГТУ
2013

УДК 621.3
ББК 32.973я7
В 65

Рецензент доктор технических наук, профессор кафедры ИС
Ульяновского государственного технического университета
Т. В. Афанасьева.

Одобрено секцией методических пособий научно-методического
совета университета

Войт, Н. Н.
В 65 Моделирование принципиальных цифро-аналоговых схем в
САПР Ngspice : методические указания к лабораторной
работе / Н. Н. Войт. – Ульяновск : УлГТУ, 2013. – 20 с.

Рассмотрены общие сведения о САПР Ngspice и требования к описанию
принципиальных цифро-аналоговых схем, пример выполнения лабораторной
работы, контрольные вопросы и варианты заданий.

Приведенные задания к лабораторной работе предназначены для
обучения бакалавров и специалистов в рамках дисциплины «Конструкторско-
технологическое обеспечение производства ЭВМ» по направлению 230100.62
«Информатика и вычислительная техника» и специальности 230101.65
«Вычислительные машины, комплексы, системы и сети».

Методические указания подготовлены на кафедре «Вычислительная
техника».

УДК 621.3
ББК 32.973я7

© Войт Н.Н., 2013.
© Оформление. УлГТУ, 2013.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Общие сведения о САПР Ngspice	5
1.1. Назначение и состав пакета	5
1.1. Экспортирование cir-файлов из САПР KiCAD в Ngspice.....	5
1.2. Общие требования к описанию принципиальных схем в Xspice	5
2. Пример выполнения лабораторной работы.....	6
3. Порядок выполнения работы.....	10
4. Контрольные вопросы.....	11
5. Варианты заданий.....	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	19
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	20

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторная работа предназначена для формирования профессиональных компетенций по освоению моделирования принципиальных схем.

Варианты заданий ранжированы по сложности, что позволяет учесть индивидуальные особенности студента.

Содержание лабораторной работы ориентировано на использование пакета САПР Ngspice.

Материал сопровождается примером выполнения лабораторной работы. В конце приведены контрольные вопросы.

1. Общие сведения о САПР Ngspice

1.1. Назначение и состав пакета

САПР Ngspice предназначен для аналогового, цифрового и цифро-аналогового моделирования типовых элементов замены средств вычислительной техники и радиоэлектроники [1, 2].

В состав пакета входят инструменты: Spice3f5, Cider1b1 и Xspice. Spice3 является известным инструментом, де-факт стандарта моделирования схем уже более 30 лет.

Cider является инструментом анализа зависимости быстродействия от конструкторских параметров схем.

Xspice является расширением Ngspice и обеспечивает моделирование цифровых схем.

Веб-версия сервиса моделирования схем находится по адресу [3].

1.1. Экспортирование cir-файлов из САПР KiCAD в Ngspice

Запустить Kicad и EESchema, выполнить команду *Сформировать список цепей* на верхней панели инструментов. В появившемся окне выбрать закладку *Spice*, установить флажки: *Формат по умолчанию*, *Префикс обозначения*, *Использовать имена цепей*. Нажать *Список цепей*, указать место сохранения файла.

1.2. Общие требования к описанию принципиальных схем в Xspice

Экспортированные cir-файлы из САПР KiCAD дополняются кодом на языке описания схем для Xspice [2].

Основные требования к описанию схем.

1. Первая строка файла всегда пропускается или содержит название.
2. Строка комментариев начинается со знака «*».
3. Каждое устройство унифицировано названием и соединено электрической цепью.
4. Первая буква в названии устройства соответствует классу устройств (R – резисторы, C – конденсаторы и т. п.).

5. Название цепей состоит из букв алфавита, только цепь заземления обозначается как 0.
6. Точка в начале строки означает управляющую директиву, как правило, декларацию типа устройства.
7. Строка «.end» означает конец файла.
8. Хорошим стилем описания схем считается наличие названия схемы и п.7.
9. Названия устройств, цепей (идентификаторов) не чувствительны к регистру (NPN эквивалентно nPn).
10. Длинная строка переносится на следующую строку, начинаясь с символа «+».

2. Пример выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа № 1

«Моделирование принципиальной цифро-аналоговой схемы»

Схема (рис. 1) взята из источника [4], для транзистора КП505 (КП501А) использован импортный аналог BSS295 [5]. Разработанный код описания схемы представлен в листинге 1 [3, 6].

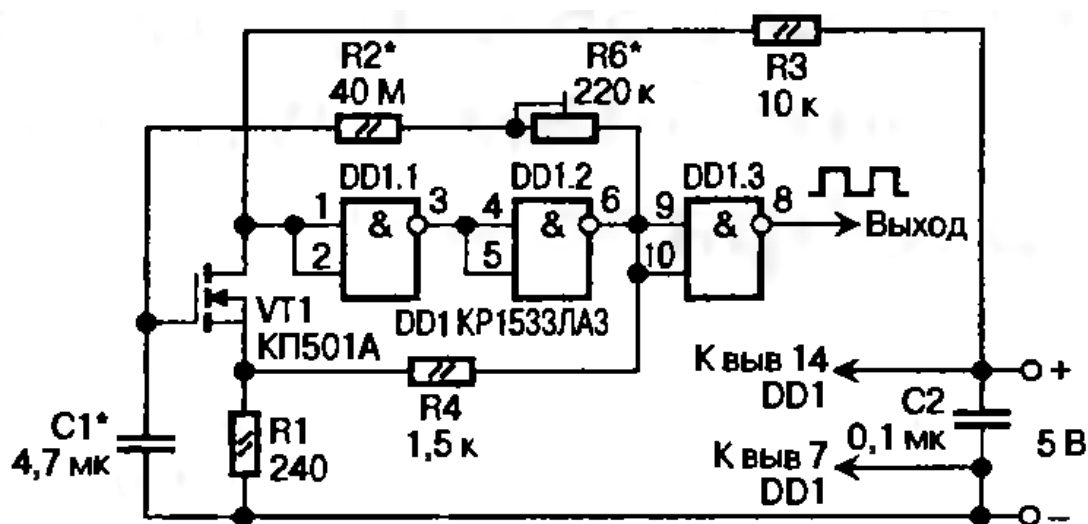


Рис.1. Схема генератора на транзисторе КП501А

*генератор на микросхеме SN74ALS00AN
*и МОП-транзисторе BSS295

*определение источника питания

*постоянное напряжение 5В

v1 vcc 0 5v

*сопротивление на стоке

R3 vcc s 10k

*конденсатор C1

C2 vcc 0 0.1uf

*структура инвертора

*vdd - напряжение на сток

*vss - напряжение на исток

*in - вход инвертора

*out - выход инвертора

.subckt inv vdd vss in out

Mp1 vdd in out vdd pch l=0.35u w=20.0u

Mn1 vss in out vss nch l=0.35u w=10.0u

Cload out vss 100f

.ends

*объявление модели n МОП-транзистора

.MODEL nch NMOS

*объявление модели p МОП-транзистора

.MODEL pch PMOS

*сопротивление R4

R4 6 i 1.5k

*сопротивление R1

R1 i 0 240

*модель микросхемы SN74ALS00AN

x1 vcc 0 s 3 inv

x2 vcc 0 3 6 inv

x3 vcc 0 6 8 inv

*сопротивление R6

R6 6 rout6 220k

*сопротивление R2

R2 rout6 z 40M

*конденсатор C1

C1 z 0 4.7uf

*определение МОП-транзистора BSS295

*s - сток

*z - затвор

*i - исток

MBSS295 s z i 0 Mx

* декларация модели МОП-транзистора

* VT0 - пороговое напряжение открытия транзистора

* KP - крутизна характеристики прямой передачи (полевого транзистора)

.MODEL Mx NMOS (VT0=1.174 KP=2e-2)

*анализ

*1 - 1с, шаг сетки

*12 - 10с длительность моделирования


```
.tran 1 10
.end
```

Окончание

Листинг 1. Код описания схемы

Чтобы получить временные диаграммы, нужно выполнить команду $v(z)$ $v(8)$ в веб-версии Ngspice [3], а в компьютерной программе нужно выполнить следующие команды.

1. Запустить файл ngspice.exe.
2. Указать место хранения файла, описывающего работу устройства, с помощью команды *cd*. Например, «*cd c:\spice\generator*»
3. Загрузить описание в память компьютера с помощью команды *source*. Например, *source generator.cir*.
4. Выполнить команду *run*.
5. Выполнить команду *display*.
6. Выполнить команду *plot*. Например, *plot v(z) v(8)*.

Принципиальная схема с подписанными цепями представлена на рис. 2, а временные диаграммы моделирования – на рис. 3.

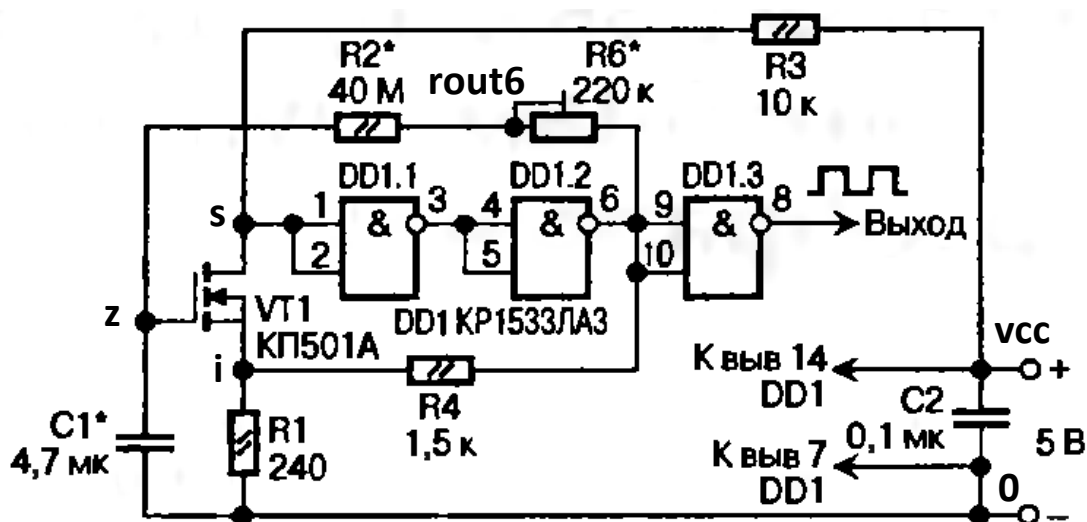


Рис. 2. Подписанные цепи схемы в соответствии с кодом описания

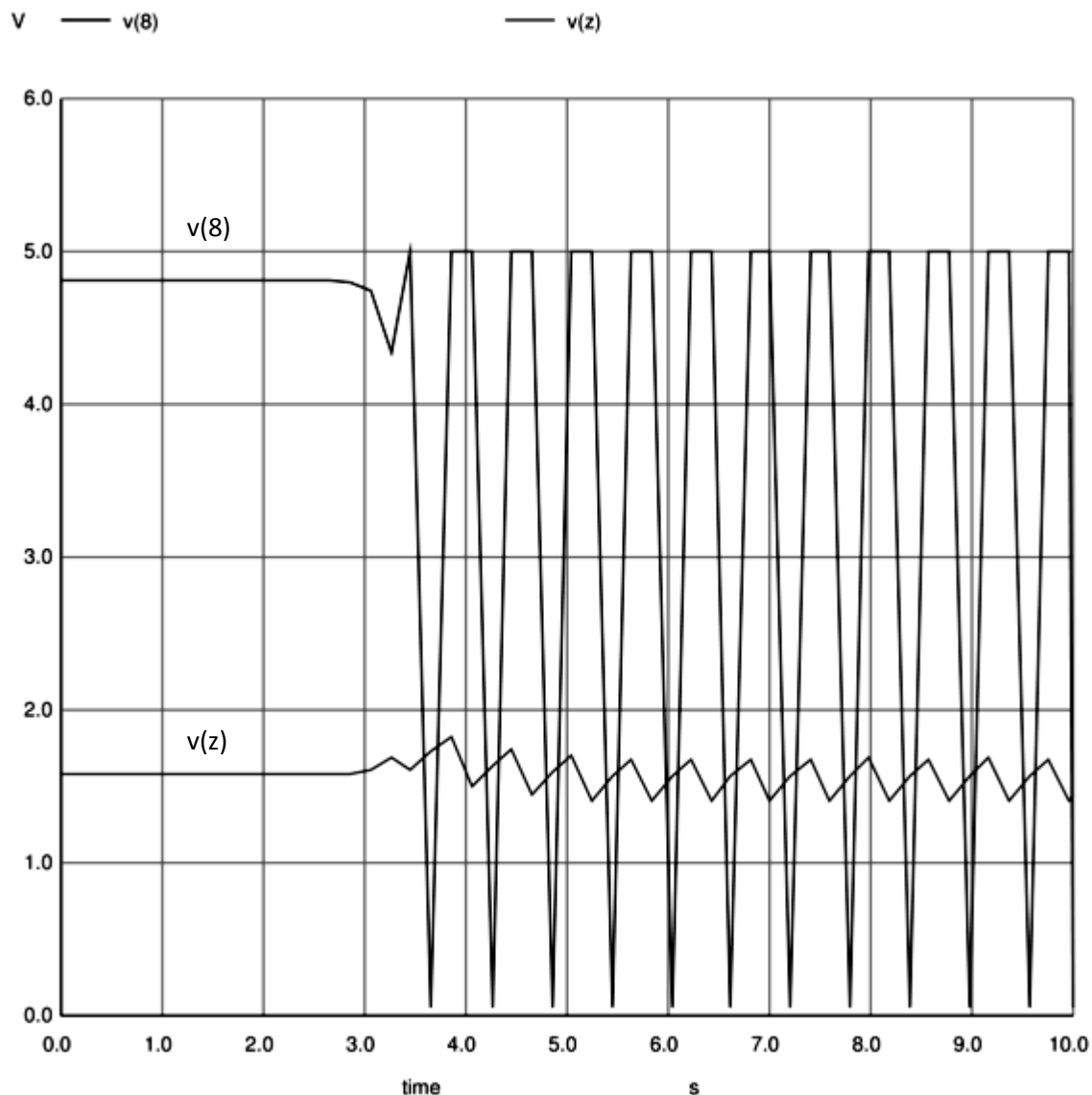


Рис. 3. Временная диаграмма моделирования работы схемы:

$v(z)$ – напряжение на конденсаторе C1 и затворе транзистора VT1, $v(8)$ – выход.

3.Порядок выполнения работы

Лабораторная работа № 1 «Моделирование принципиальной цифро-аналоговой схемы»

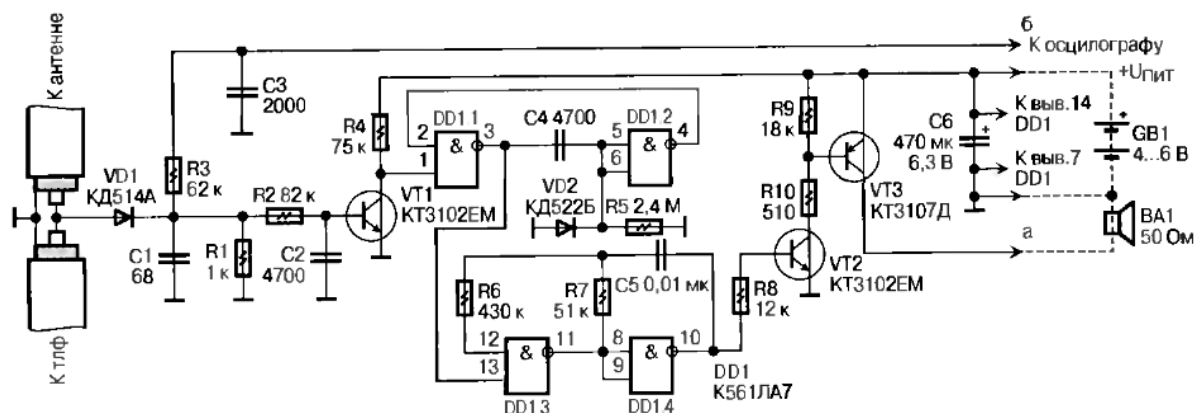
Целью выполнения работы является освоение умений моделирования принципиальных цифро-аналоговых схем.

Порядок выполнения работы.

1.Выбрать вариант принципиальной схемы.

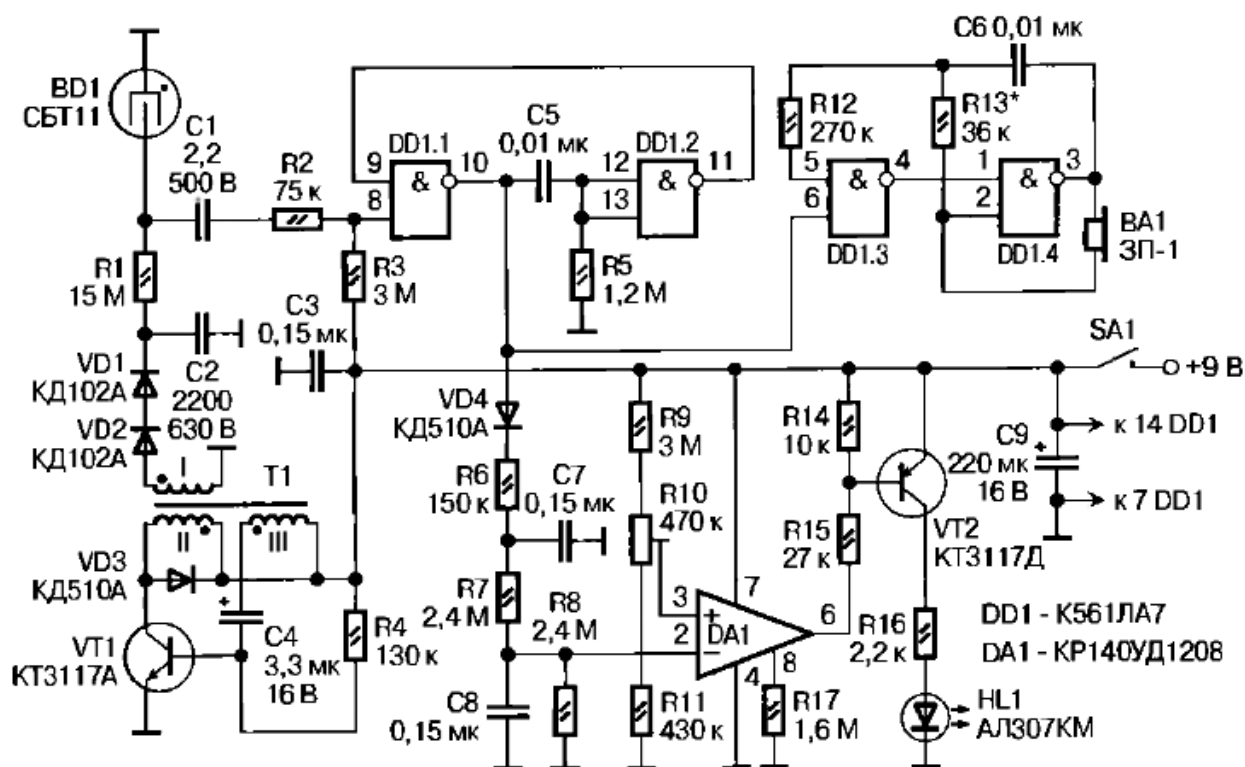
Вариант 2

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2003 год, май, 34 страница.



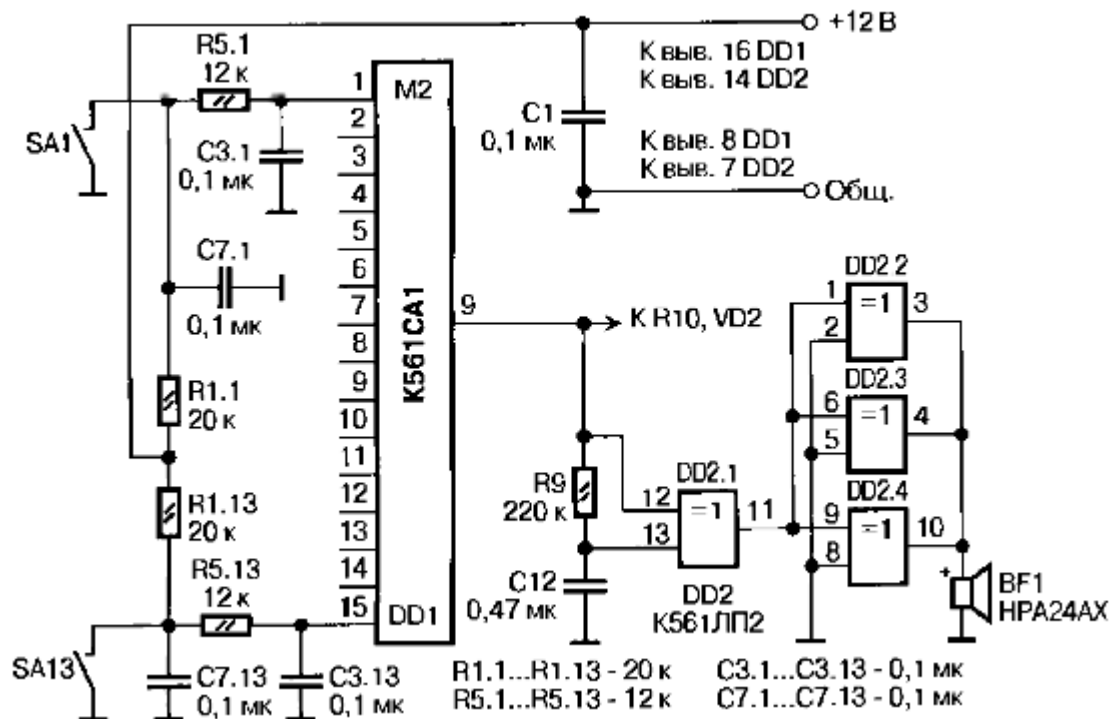
Вариант 3

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2003 год, февраль, 25 страница.



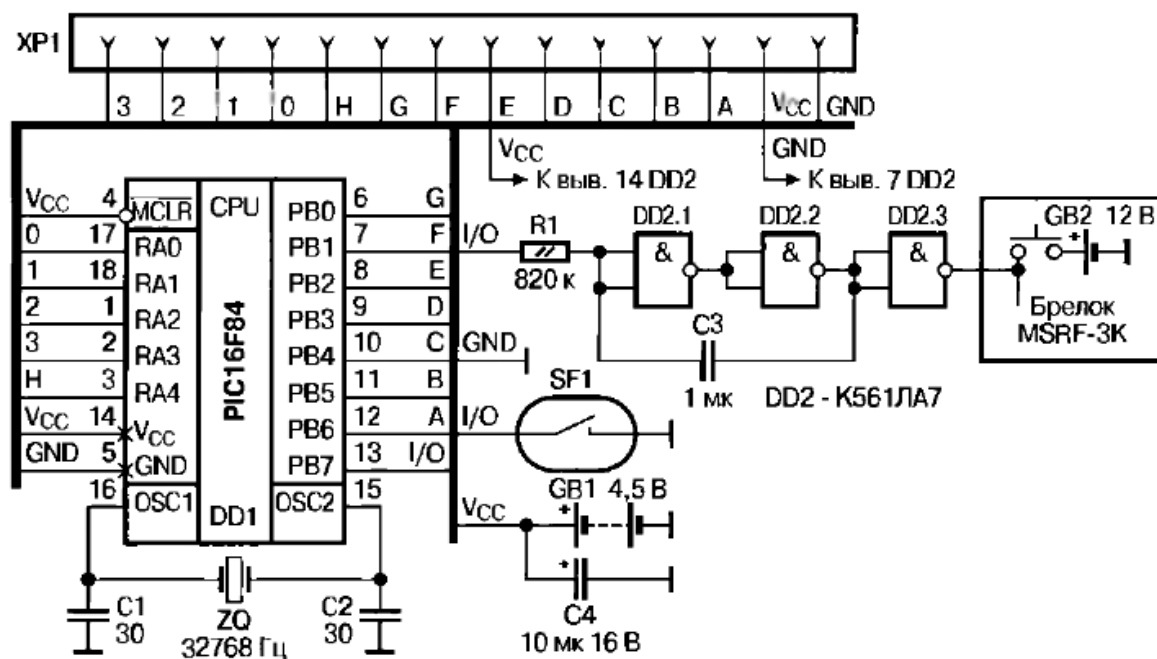
Вариант 4

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2002 год, декабрь, 43 страница.



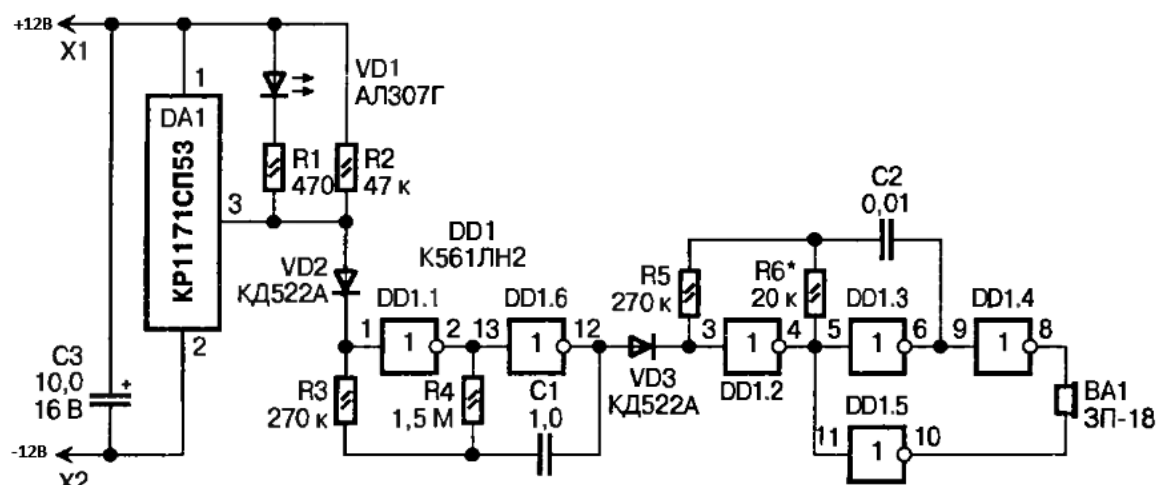
Вариант 5

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2002 год, ноябрь, 20 страница.



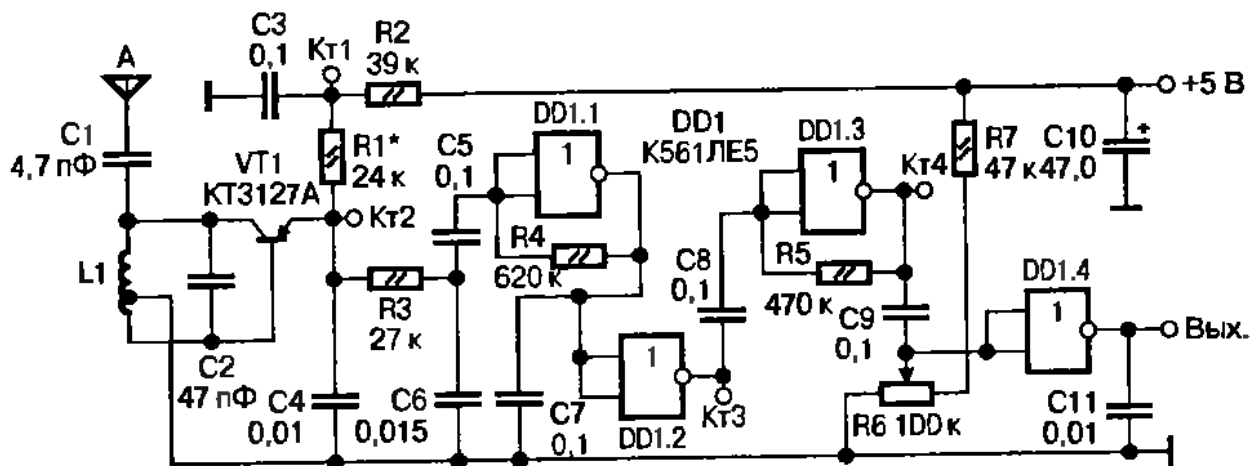
Вариант 6

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2002 год, июль, 51 страница.



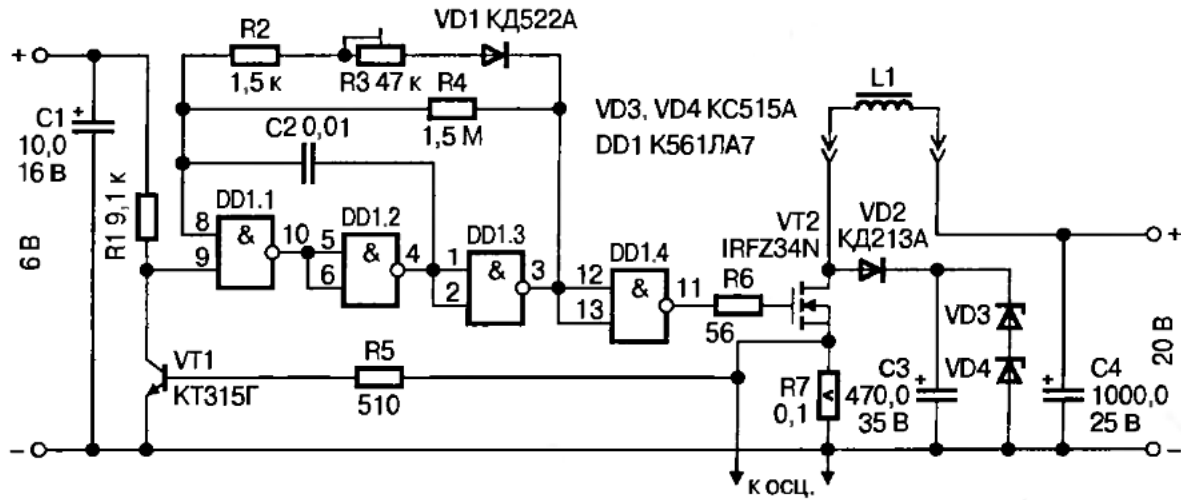
Вариант 7

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2002 год, июль, 22 страница.



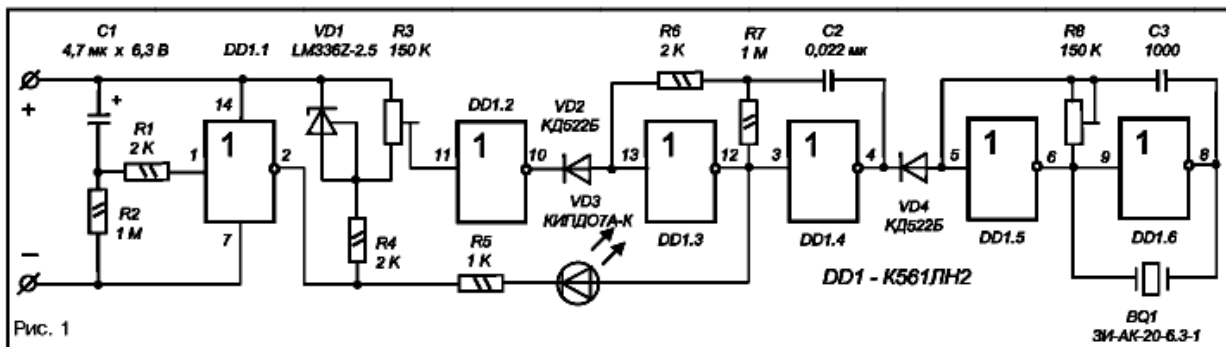
Вариант 8

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2002 год, июнь, 7 страница.



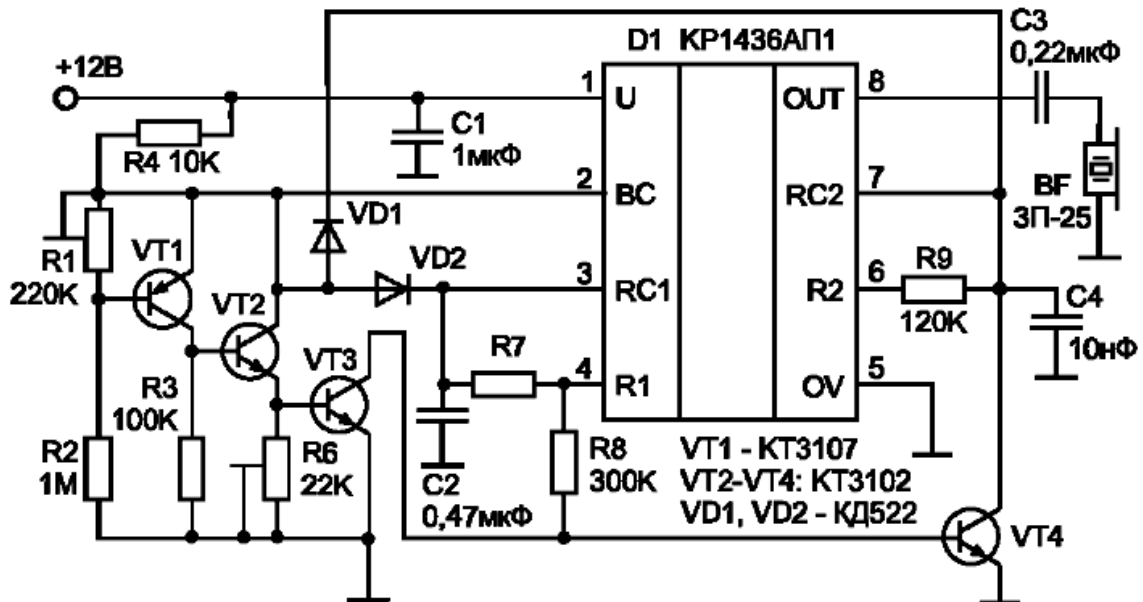
Вариант 9

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2001 год, январь, 38 страница.



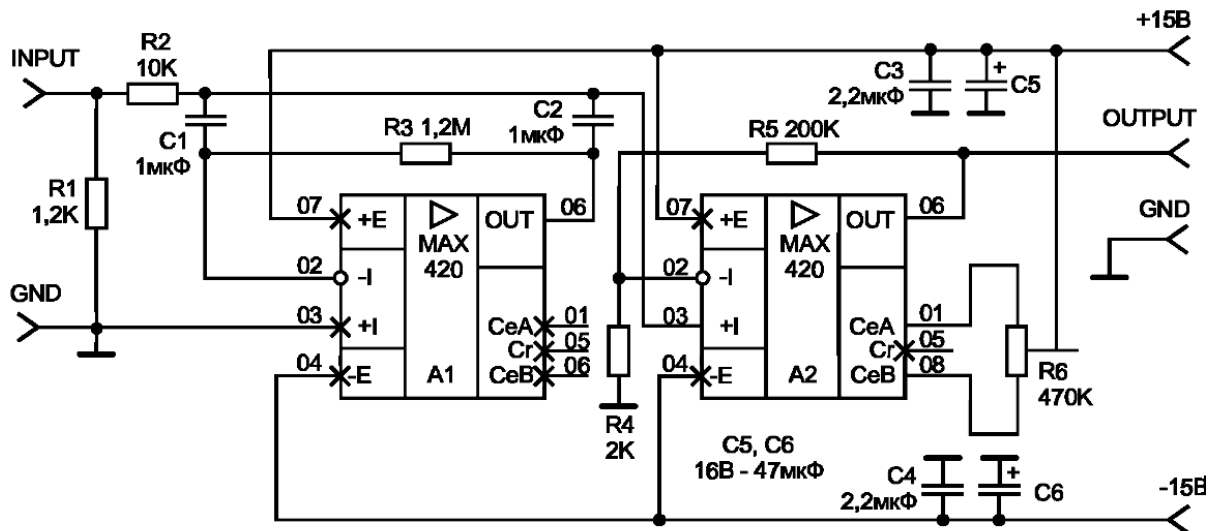
Вариант 10

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2001 год, июль, 2 страница.



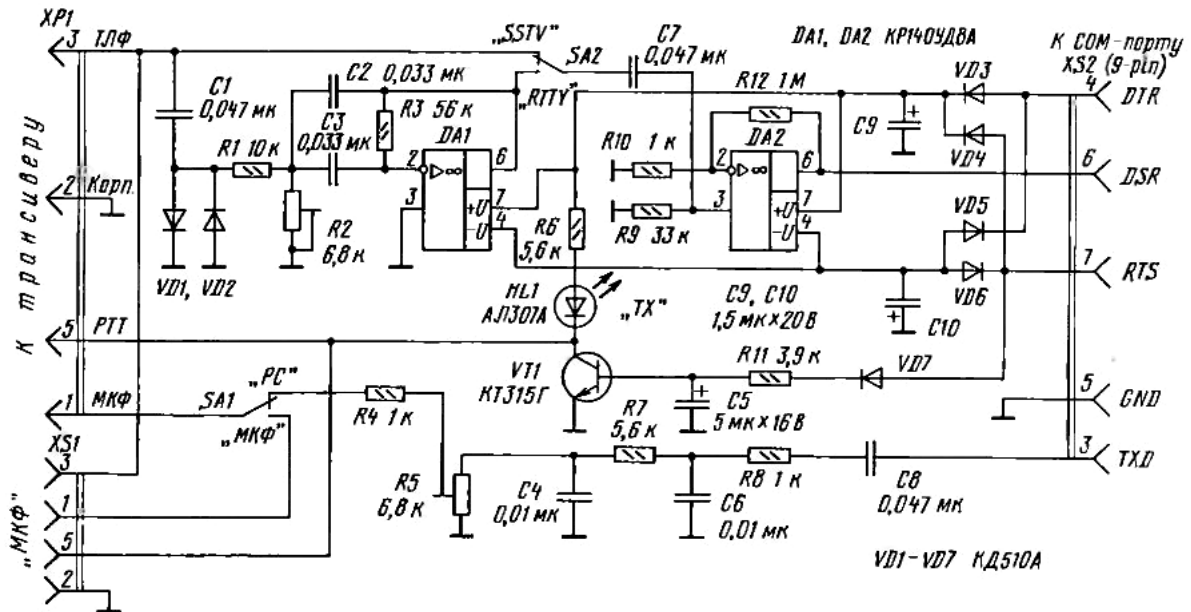
Вариант 11

Принципиальная схема взята из журнала «Схемотехника», 2001 год, июль, 6 страница.



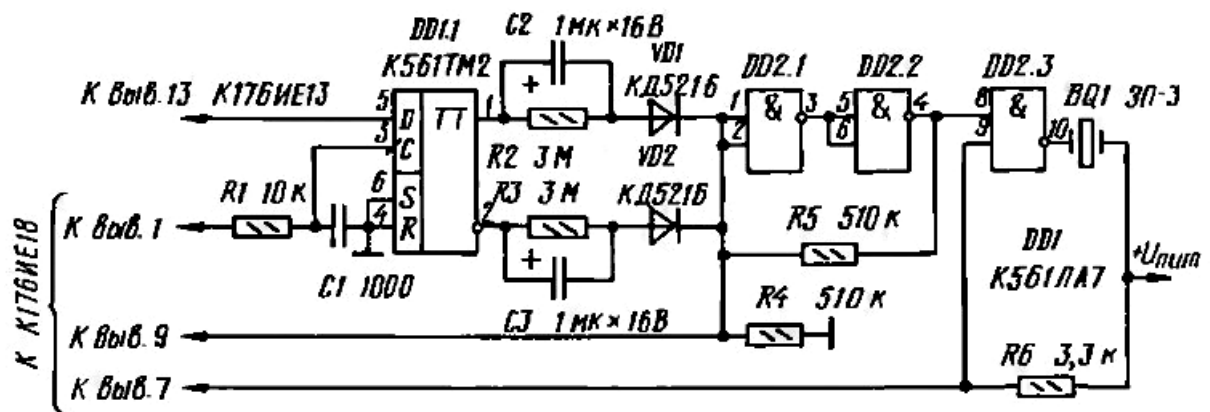
Вариант 12

Принципиальная схема взята из журнала «Радио», 2000 год, март, 63 страница.



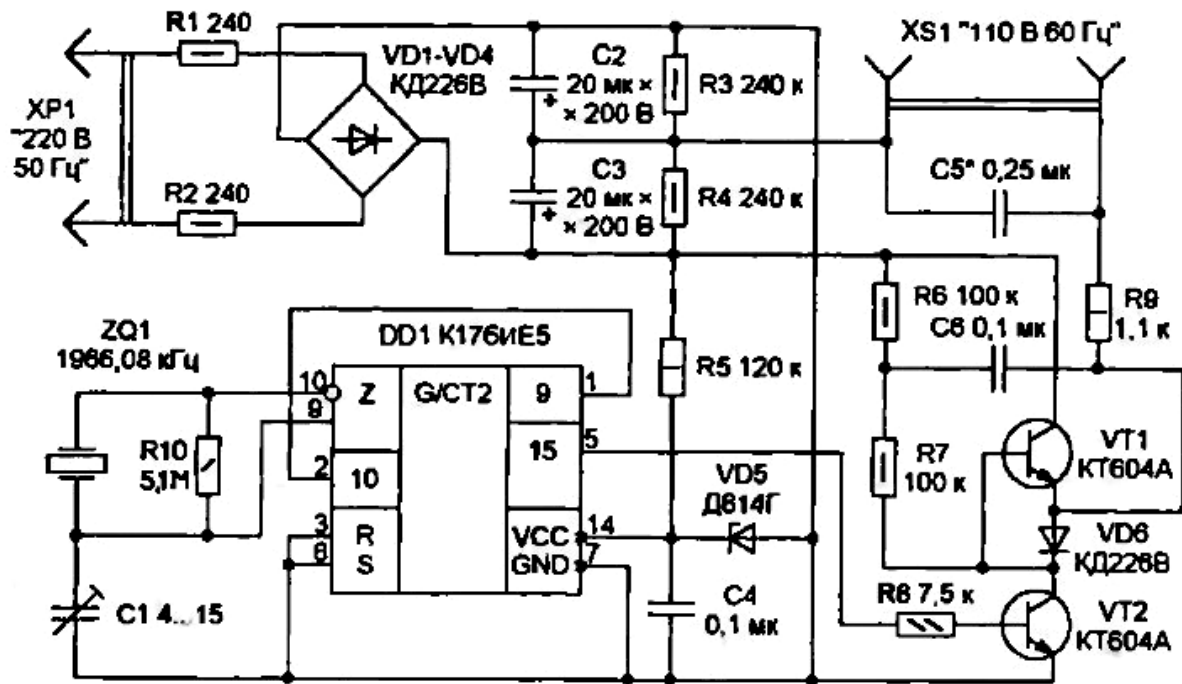
Вариант 13

Принципиальная схема взята из журнала «Радио», 2000 год, март, 31 страница.



Вариант 14

Принципиальная схема взята из журнала «Радио», 2000 год, март, 28 страница.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения лабораторных работ студенты освоят лучшие практики по моделированию принципиальных цифро-аналоговых схем в САПР Ngspice, что повысит уровень их квалификации и профессиональной зрелости. Персонализация задач по вариантам улучшает качество процесса обучения.

Контрольные вопросы ориентированы на проверку теоретических знаний студентов и формируют «методическое мышление» по освоению проектных процедур моделирования схем. Пример выполнения лабораторной работы дает исчерпывающую информацию, «как» нужно разрабатывать модель описания схем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. САПР ngspice. <http://ngspice.sourceforge.net/download.html> (дата обращения: 11.02.2013).
2. Документация к языку XSPICE.
http://users.ece.gatech.edu/~mrichard/Xspice/Xspice_Users_Manual.pdf,
<http://newton.ex.ac.uk/teaching/CDHW/Electronics2/userguide/>
(дата обращения: 11.02.2013).
3. САПР ngspice. <http://www.ngspice.com> (дата обращения: 11.02.2013).
4. Бутов, А. Генераторы на транзисторах КП501 / А. Бутов // Схемотехника. – №8. – 2002. - С. 27.
5. SPICE-модель BSS295 транзистора.
<http://www.datasheetarchive.com/BSS295-datasheet.html>,
http://www.datasheetarchive.com/files/spicemodels/misc/modelos/spice_complete/bss_10.lib (дата обращения: 11.02.2013).
6. Руководство для начинающих к Spice3 и PSpice.
<http://seit.unsw.adfa.edu.au/staff/sites/hrp/teaching/docs/spicetutorial.pdf> (дата обращения: 11.02.2013).

Учебное электронное издание

ВОЙТ Николай Николаевич

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ЦИФРО-
АНАЛОГОВЫХ СХЕМ В САПР NGSPICE**

Редактор Н. А. Евдокимова

Усл. печ. л. 1,16.

Объем данных 0,68 Мб. ЭИ № 52.

Печатное издание

Подписано в печать 11.02.2013. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 1,16. Тираж 50 экз. Заказ 148.

Типография УлГТУ, 432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, д. 32.

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32.

Тел.: (8422) 778-113.

Е-mail: venec@ulstu.ru

<http://www.venec.ulstu.ru>