

# Азбука халтурщика-ARMатурщика

разработка встраиваемых систем  
основы бытовой автоматики,  
систем управления и сбора данных

© ruOpenWrt

© HackSpace «Чебураторный завод»

© Консорциум хоббитов России

21 ноября 2014 г.

# Оглавление

Введение . . . . .	7
<b>I Основы электроники</b>	<b>8</b>
1 Линейные схемы на пассивных элементах, основы электротехники	10
2 Симуляция и расчет схем в ngSPICE	11
3 KiCAD	12
3.1 Отрисовка схем в KiCAD . . . . .	12
3.2 Библиотеки элементов . . . . .	12
3.3 Передача схемы в ngSPICE . . . . .	12
4 Простейшие полупроводниковые элементы	13
4.1 Оптоэлектроника . . . . .	13

4.2	Схемы на биполярных транзисорах . . . . .	13
4.3	Схемы на на полевых транзисорах . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Операционные усилители</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Источники питания</b>	<b>15</b>
6.1	Батарейное питание . . . . .	15
6.2	Линейные стабилизаторы . . . . .	15
6.3	Импульсные преобразователи на ШИМ-контроллерах . . . . .	15
6.4	Цепи защиты и гашения кондуктивных помех . . . . .	15
<b>7</b>	<b>Цифровая электроника</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Компьютерные интерфейсы</b>	<b>17</b>
8.1	Поколение 90х: COM, LPT, ISA . . . . .	18
8.1.1	Резервный программатор AVR “пять проводков” . . . . .	18
8.2	Сеть CAN . . . . .	18
8.3	Интерфейсные модули USB . . . . .	18
8.3.1	Универсальный высокоскоростной конвертер FTDI FT232H . . . . .	18
8.3.2	JTAG-адаптер . . . . .	18
8.3.3	Отладочный модуль CAN . . . . .	18
8.4	Интерфейсные модули Ethernet . . . . .	18
<b>9</b>	<b>ПЛИС</b>	<b>19</b>
<b>10</b>	<b>Датчики</b>	<b>20</b>

<b>11 Электропривод и исполнительные устройства</b>	<b>21</b>
<b>II Основы конструирования РЭС</b>	<b>22</b>
<b>12 Пакеты моделирования на основе OpenFOAM</b>	<b>23</b>
<b>13 Обеспечение теплового режима</b>	<b>24</b>
<b>14 Электромагнитная совместимость</b>	<b>25</b>
14.1 Кондуктивные помехи . . . . .	25
14.2 Компоновочные модели и оптимизация кабельной сети . . . . .	25
<b>III Технология РЭС</b>	<b>26</b>
<b>15 Трассировка плат и подготовка производства в KiCAD</b>	<b>27</b>
15.1 Технология ЛУТ (Лазерный УТюг) . . . . .	27
15.2 Технология фоторезиста . . . . .	27
15.3 Формат Gerber и подготовка промышленного производства . . . . .	27
<b>16 FreeCAD</b>	<b>28</b>
16.1 Чертеж . . . . .	29
16.2 Эскиз . . . . .	29
16.3 Деталь . . . . .	29
16.4 Сборка . . . . .	29

16.5 Автогенерация конструкторской документации . . . . .	29
16.6 Скрипты и пользовательские расширения . . . . .	29
<b>17 Эксплуатация станочного оборудования</b>	<b>30</b>
<b>18 Основы ЧПУ и цифрового производства</b>	<b>31</b>
18.1 САМ-пакеты для FreeCAD . . . . .	31
<b>IV Основы теории систем автоматического управления</b>	<b>32</b>
<b>19 Математический аппарат</b>	<b>33</b>
19.1 Передаточная функция . . . . .	33
19.2 Устойчивость САУ . . . . .	33
19.3 Сети Петри . . . . .	33
19.4 Автоматы Маркова . . . . .	33
<b>20 Релейное управление</b>	<b>34</b>
<b>21 Пропорциональные САУ</b>	<b>35</b>
<b>22 ПИДn-регуляторы</b>	<b>36</b>

<b>V</b>	<b>Разработка ПО для встраиваемых систем</b>	<b>37</b>
<b>23</b>	<b>Вспомогательные скрипты на языке Python</b>	<b>38</b>
<b>24</b>	<b>Make: управление сборкой проектов</b>	<b>39</b>
<b>25</b>	<b>VCS: системы контроля версий</b>	<b>40</b>
25.1	CVS . . . . .	40
25.2	Subversion . . . . .	40
25.3	Git . . . . .	40
25.3.1	GitHub . . . . .	40
<b>26</b>	<b>Основы Си и C<sup>++</sup></b>	<b>41</b>
26.0.2	Установка MinGW (win32) . . . . .	41
26.1	Особенности C <sup>++</sup> в embedded . . . . .	41
<b>27</b>	<b>LLVM и разработка собственных компиляторов</b>	<b>42</b>
27.1	Лексический и синтаксический анализ . . . . .	42
27.2	Применение flex/bison для разбора текстовых форматов данных . . . . .	42
27.3	Компилятор Паскаля . . . . .	42
<b>28</b>	<b>Сборка кросс-компилятора GNU toolchain</b>	<b>43</b>

VI	Микроконтроллеры Cortex-Mx	44
VII	Периферия	45
VIII	Встраиваемый emLinux	46
29	cross	47
30	BuildRoot	48
31	Особенности OpenWrt	49
32	Библиотека SDL	50
32.1	Реализация microGUI . . . . .	50
33	Приложения для X Window	51
34	Программирование сетевых приложений	52
35	Сборка кросс-компилятора GNU мальтийским крестом	53

## Введение

Первоначально этот материал задумывался как комплект документации к платам BlackSwift и VoCore, но постепенно превратился в полный комплект учебной документации для студентов ВУЗов и научных работников по специализациям, связанным с применением электроники и компьютерной техники в эксперименте, или других прикладных применениях.



# Часть I

## Основы электроники

Здесь идет список ссылок на онлайн лекции в edX, Coursera, и т.п.

# Глава 1

## Линейные схемы на пассивных элементах, основы электротехники

## Глава 2

# Симуляция и расчет схем в ngSPICE

## Глава 3

# KiCAD

### 3.1 Отрисовка схем в KiCAD

### 3.2 Библиотеки элементов

### 3.3 Передача схемы в ngSPICE

## Глава 4

# Простейшие полупроводниковые элементы

4.1 Оптоэлектроника

4.2 Схемы на биполярных транзисорах

4.3 Схемы на на полевых транзисорах

# Глава 5

## Операционные усилители

# Глава 6

## Источники питания

6.1 Батарейное питание

6.2 Линейные стабилизаторы

6.3 Импульсные преобразователи на ШИМ-контроллерах

6.4 Цепи защиты и гашения кондуктивных помех



# Глава 7

## Цифровая электроника



## Глава 8

# Компьютерные интерфейсы

### 8.1 Поколение 90х: COM, LPT, ISA

#### 8.1.1 Резервный программатор AVR “пять проводков”

### 8.2 Сеть CAN

### 8.3 Интерфейсные модули USB

#### 8.3.1 Универсальный высокоскоростной конвертер FTDI FT2232H

#### 8.3.2 JTAG-адаптер

#### 8.3.3 Отладочный модуль CAN

## Глава 9

## ПЛИС

# Глава 10

## Датчики

# Глава 11

## Электропривод и исполнительные устройства

## Часть II

# Основы конструирования РЭС

## Глава 12

# Пакеты моделирования на основе OpenFOAM



# Глава 13

## Обеспечение теплового режима

# Глава 14

## Электромагнитная совместимость

### 14.1 Кондуктивные помехи

### 14.2 Компонентные модели и оптимизация кабельной сети

# Часть III

## Технология РЭС

## Глава 15

# Трассировка плат и подготовка производства в KiCAD

15.1 Технология ЛУТ (Лазерный УТюг)

15.2 Технология фоторезиста

15.3 Формат Gerber и подготовка промышленного производства



# Глава 16

## FreeCAD

### 16.1 Чертеж

### 16.2 Эскиз

### 16.3 Деталь

### 16.4 Сборка

### 16.5 Автогенерация конструкторской документации

### 16.6 Скрипты и пользовательские расширения

## Глава 17

# Эксплуатация станочного оборудования

## Глава 18

# Основы ЧПУ и цифрового производства

### 18.1 САМ-пакеты для FreeCAD



## Часть IV

# Основы теории систем автоматического управления

# Глава 19

## Математический аппарат

19.1 Передаточная функция

19.2 Устойчивость САУ

19.3 Сети Петри

19.4 Автоматы Маркова

# Глава 20

## Релейное управление

## Глава 21

# Пропорциональные САУ

# Глава 22

## ПИДn-регуляторы

## Часть V

# Разработка ПО для встраиваемых систем

## Глава 23

# Вспомогательные скрипты на языке Python

## Глава 24

### Make: управление сборкой проектов



# Глава 25

## VCS: системы контроля версий

### 25.1 CVS

### 25.2 Subversion

### 25.3 Git

#### 25.3.1 GitHub

# Глава 26

## ОСНОВЫ СИ И $C^{++}$

### 26.0.2 Установка MinGW (win32)

### 26.1 Особенности $C^{++}$ в embedded

## Глава 27

# LLVM и разработка собственных компиляторов

### 27.1 Лексический и синтаксический анализ

### 27.2 Применение flex/bison для разбора текстовых форматов данных

### 27.3 Компилятор Паскаля

## Глава 28

# Сборка кросс-компилятора GNU toolchain

## Часть VI

# Микроконтроллеры Cortex-Mx

# Часть VII

## Периферия

# Часть VIII

## Встраиваемый emLinux

# Глава 29

**cross**



# Глава 30

## BuildRoot

## Глава 31

# Особенности OpenWrt

# Глава 32

## Библиотека SDL

### 32.1 Реализация microGUI

## Глава 33

### Приложения для X Window

## Глава 34

# Программирование сетевых приложений

## Глава 35

# Сборка кросс-компилятора GNU мальтийским крестом