

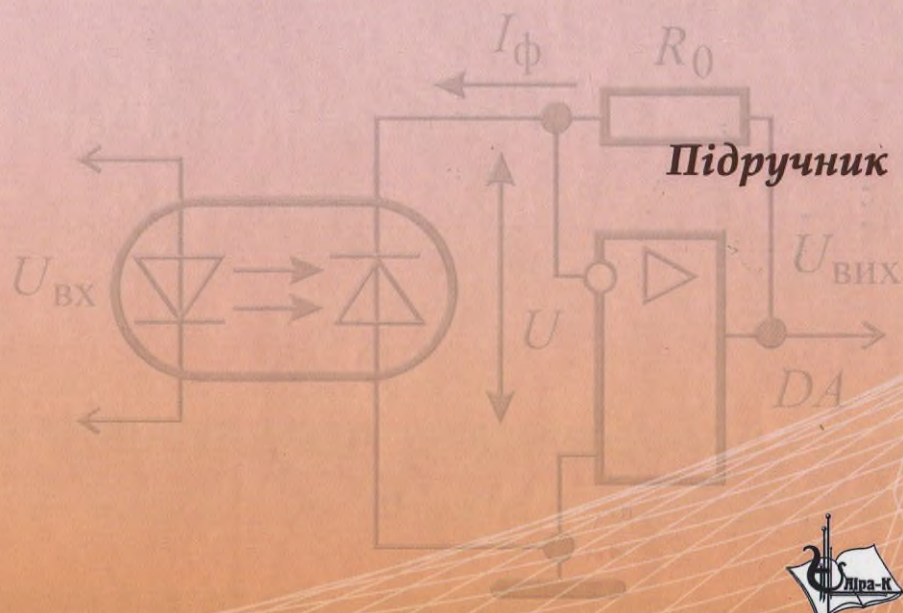
621.382

M33

М.П. МАТВИЄНКО

# ОСНОВИ

## ЕЛЕКТРОНІКИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

**М. П. МАТВІЄНКО**

# **ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНІКИ**

*Підручник*



Київ 2016

**ББК 32.973**  
**УДК 517.1**  
**М 33**

*Копіювання, сканування, запис на електронні носії і тому подібне, будь-якої частини підручника без дозволу видавництва заборонено*

*Рецензенти:*

*А. С. Довбиш* - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету.

*В. П. Розен* - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації управління електротехнічними комплексами НТУУ «КПІ».

*М. М. Проценко* - кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем і мереж Національного авіаційного університету, м. Київ.

*Рекомендовано Вченою радою Сумського державного університету, як підручник для студентів вищих навчальних закладів протокол №6 від 10 березня 2016р.*

**Матвієнко М. П.**

**М33** Основи електроніки. Підручник. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016.-364 с.

**ISBN 978-617-7320-40-0**

В підручнику розглянуті: напівпровідникові діоди, транзистори, тиристори, симістори, управляемі тиристорні перемикачі та оптрони; логічні елементи різного призначення, комбінаційні пристрої, елементи з пам'яттю та запам'ятовуючі пристрої; генератори, одновібратори, таймери, формувачі сигналів, перетворювачі рівнів, елементи затримки і індикатори; програмуєми логічні матриці, програмуєма матрична логіка, базові матричні кристали, програмуєми надвеликі інтегральні схеми, операційні підсилювачі, суматори, інтегратори і диференціатори; розглянута побудова цифроаналогових та аналого - цифрових перетворювачів інформації та джерел живлення різного електронного призначення.

Підручник призначено для студентів, аспірантів, викладачів і спеціалістів відповідних спеціальностей, а також окремі розділи підручника можуть бути використані студентами коледжів та технічних учбових закладів.

**ББК 32.973**  
**УДК 517.1**

**ISBN 978-617-7320-40-0**

© Матвієнко М. П., 2016  
© «Видавництво Ліра-К», 2016

# Зміст

<b>Передмова</b> .....	3
<b>Розділ 1. Напівпровідникові діоди</b>	
1.1. Визначення, структура та маркування.....	5
1.2.Класифікація діодів.....	8
1.3.Випрямні діоди.....	9
1.4. Стабілітрони і стабістори.....	11
1.5. Діоди Шоттки.....	13
1.6. Тунельні діоди.....	14
1.7. Обернені діоди.....	18
1.8. Варікапи.....	19
1.9. Світлодіоди.....	21
1.10. Фотодіоди.....	24
<i>Контрольні запитання</i> .....	27
<i>Коментарі</i> .....	28
<b>Розділ 2. Транзистори</b>	
2.1. Біполярні транзистори.....	29
2.2. Польові транзистори.....	37
2.3. Одноперехідні транзистори.....	51
2.4. Програмуєми одноперехідні транзистори.....	56
2.5. Спеціальні транзистори.....	59
<i>Контрольні запитання</i> .....	66
<i>Коментарі</i> .....	67
<b>Розділ 3. Тиристори</b>	
3.1. Вступ.....	68
3.2. Структура, позначення та області застосування.....	68
3.3.Модель тиристора.....	70
3.4.Включення тиристора по управляючому входу.....	71
3.5.Перехідні процеси включення і виключення тиристора.....	73
3.6.Характеристики, параметри та часові діаграми.....	75
3.7. Резисторна схема управління тиристором.....	79
3.8. Резисторно - конденсаторна схема управління тиристором.....	81
3.9. Тиристор, як регулятор напруги і потужності.....	82
3.10. Пристрої для переключення тиристорів.....	84
3.11 .Фототиристори.....	86

3.12. Промислове застосування тиристорів.....	88
<i>Контрольні запитання.....</i>	91
<i>Задачі для самостійного розв'язування.....</i>	92
<i>Коментарі.....</i>	92

#### **Розділ 4. Симістори**

4.1. Структура, модель та позначення.....	93
4.2. Характеристики, параметри та часові діаграми.....	94
4.3. Принцип роботи.....	97
4.4. Промислове застосування.....	100
<i>Контрольні запитання.....</i>	103
<i>Задачі для самостійного розв'язування.....</i>	104
<i>Коментарі.....</i>	104

#### **Розділ 5. Управлям і тиристорні перемикачі**

5.1. Вступ.....	105
5.2. Двоопераційний перемикач .....	105
5.3. Кремнієвий керований перемикач.....	106
5.4. Кремнієві двонаправлені перемикачі.....	108
<i>Контрольні запитання.....</i>	110
<i>Коментарі.....</i>	111

#### **Розділ 6. Оптрони**

6.1. Структурна схема оптрона.....	112
6.2. Характерні особливості оптрона.....	113
6.3. Особливості застосування оптронів.....	114
6.4. Елементна база і побудова оптронів.....	115
6.5. Класифікація та система параметрів оптронів .....	116
6.6. Діодні оптрони .....	119
6.7. Транзисторні, тиристорні та резисторні оптрони .....	121
6.8. Спеціальні оптрони.....	126
6.9. Схеми управління світловипромінюванням в оптроні.....	129
6.10. Схеми включення фотоприймачів оптрона.....	132
6.11. Захист оптрона від електричних перевантажень.....	137
6.12. Включення оптронів на вхід операційних підсилювачів.....	139
6.13. Аналогові оптоелектронні комутатори.....	140
6.14. Промислове застосування оптронів.....	142
<i>Контрольні запитання.....</i>	147
<i>Коментарі.....</i>	147

**Розділ 7. Основи аналогової схемотехніки**

7.1. Параметри та характеристики операційних підсилювачів.....	148
7.2. Інвертуючі та неінвертуючі операційні підсилювачі.....	149
7.3. Перетворювання напруги в струм і струму в напругу.....	153
7.4. Компаратори і датчики «вікна».....	154
7.5. Суматори.....	157
7.6. Інтегратори і диференціатори.....	159
<i>Контрольні запитання.....</i>	161
<i>Задачі для самостійного розв'язування.....</i>	161
<i>Коментарі.....</i>	162

**Розділ 8. Логічні елементи**

8.1. Діодні логічні елементи.....	163
8.2. Діодно - транзисторні логічні елементи.....	165
8.3. Тразисторно-транзисторні логічні елементи.....	166
8.4. Тразисторно - транзисторні логічні елементи з діодами і транзисторами Шоттки.....	171
8.5. Емітерно - зв'язні логічні елементи.....	173
8.6. Інтегрально - інжекційні логічні елементи.....	177
8.7. Логічні елементи на МОН транзисторах.....	180
8.8. Логічні елементи на КМОН структурі.....	182
8.9. Швидкодія логічних елементів.....	184
<i>Контрольні запитання.....</i>	186
<i>Задачі для самостійного розв'язування.....</i>	187
<i>Коментарі.....</i>	187

**Розділ 9. Генератори і таймери**

9.1. Генератори.....	188
9.2. Таймери.....	204
<i>Контрольні запитання.....</i>	209
<i>Коментарі.....</i>	210

**Розділ 10. Формувачі тривалості цифрових сигналів,  
одновібратори, перетворювачі рівнів,  
елементи затримки і індикації**

10.1. Формувачі тривалості цифрових сигналів.....	211
10.2. Одновібратори.....	212
10.3. Перетворювачі рівнів.....	216
10.4. Елементи затримки.....	219
10.5. Елементи індикації.....	221
<i>Контрольні запитання.....</i>	224

<i>Задачі для самостійного розв'язування</i> .....	225
<i>Коментарі</i> .....	225

### **Розділ 11. Комбінаційні пристрої**

11.1. Дешифратори і шифратори.....	226
11.2. Мультиплексори і демюльтиплексори.....	230
11.3. Суматори.....	235
11.4. Компаратори.....	240
<i>Контрольні запитання</i> .....	242
<i>Коментарі</i> .....	242

### **Розділ 12. Пристрої із пам'яттю**

12.1. <i>RS</i> - тригери.....	243
12.2. <i>D</i> - тригер.....	248
12.3. <i>T</i> -тригер.....	249
12.4. <i>JK</i> - тригери.....	251
12.5. Лічильники.....	254
12.6. Регістри.....	257
<i>Контрольні запитання</i> .....	259
<i>Коментарі</i> .....	260

### **Розділ 13. Запам'ятовуючі пристрої**

13.1. Основні визначення.....	261
13.2. Статичні оперативні запам'ятовуючі пристрої.....	261
13.3. Динамічні оперативні запам'ятовуючі пристрої.....	265
13.4. Постійні запам'ятовувальні пристрої.....	270
<i>Контрольні запитання</i> .....	277
<i>Коментарі</i> .....	277

### **Розділ 14. Програмуєми логічні матриці**

14.1. Біполярні програмуєми логічні матриці.....	278
14.2. Програмуємилогічні матриці на МОН транзисторах.....	280
14.3. Схемотехніка застосування ПЛМ.....	281
<i>Контрольні запитання</i> .....	285
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i> .....	286
<i>Коментарі</i> .....	286

### **Розділ 15. Програмуєма матрична логіка**

15.1. Основні визначення.....	287
15.2. Функціональні різновиди ПМЛ.....	288
15.3. ПМЛ з поділом кон'юнкторів.....	288

15.4. ПМЛ серії K1556 .....	289
<i>Контрольні запитання</i> .....	292
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i> .....	293
<i>Коментарі</i> .....	293
<b>Розділ 16. Базові матричні кристали</b>	
16.1. Основні поняття і визначення.....	294
16.2. Класифікація БМК.....	296
16.3. Параметри БМК.....	301
<i>Контрольні запитання</i> .....	302
<i>Коментарі</i> .....	302
<b>Розділ 17. Програмуєми надвеликі інтегральні схеми</b>	
17.1. Основні визначення.....	303
17.2. Класифікація НВІС програмуємої логіки.....	304
17.3. Програмуєми користувачем вентиляльні матриці.....	307
17.4. Програмуєма логіка типу «Система на кристали» .....	318
<i>Контрольні запитання</i> .....	323
<i>Коментарі</i> .....	324
<b>Розділ 18. Перетворювачі інформації</b>	
18.1. Цифроаналогові перетворювачі.....	325
18.2. Аналогово - цифрові перетворювачі.....	329
<i>Контрольні запитання</i> .....	334
<i>Коментарі</i> .....	334
<b>Розділ 19. Джерела живлення</b>	
19.1. Джерела живлення загального призначення.....	335
19.2. Регуліруєми джерела живлення.....	341
19.3. Стабілізовані джерела живлення.....	343
19.4. Джерела живлення з множенням напруги.....	350
19.5. Джерела живлення із захистом від закорочення.....	352
<i>Контрольні запитання</i> .....	353
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i> .....	354
<i>Коментарі</i> .....	354
Література.....	355