

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

М.П. МАТВІЄНКО

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ

Підручник



Київ 2017

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 2016 р.

Матвієнко М. П.

М33 Основи електротехніки та електроніки. Підручник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 504 с.

ISBN 978-617-7320-38-7

В першій частині підручника викладені основи побудови та перетворення електричних ланцюгів постійного і змінного струмів, приведені методи та алгоритми їх розрахунку. Особливо розглянуті трифазні ланцюги, взаємна індуктивність та перехідні процеси.

В другій частині підручника розглянуті напівпровідникові діоди, транзистори, тиристори, симістори, управляемі тиристорні перемикачі та оптрони, логічні елементи, комбінаційні пристрої, елементи з пам'яттю, генератори, таймери, одновібратори, елементи затримки, формувачі цифрових сигналів, перетворювачі рівнів, індикатори, операційні підсилювачі, суматори, інтегратори та диференціатори, приведені програмуєми логічні матриці і джерела живлення різного електронного призначення.

Теоретичний і практичний матеріал проілюстровано великою кількістю вправ і задач для набуття читачем практичного досвіду.

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

ББК 32.973
УДК 517.1

ISBN978-617-7320-38-7

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

Зміст

Передмова	3
-----------------	---

Частина I

Основи електротехніки

Розділ 1. Електричний ланцюг його елементи і параметри

1.1. Визначення електричного ланцюга	6
1.2. Графічне позначення електричного ланцюга і його елементів	9
1.3. Напрямок дії <i>EPC</i> , струмів і напруг	10
1.4. Закони електричних ланцюгів	11
1.5. Параметри електричних ланцюгів	12
1.6. Поняття про лінійні й нелінійні електричні ланцюги	15
1.7. Ідеальні елементи електричного ланцюга	16
1.8. Співвідношення між струмом і напругою в ідеальних елементах електричного ланцюга	17
<i>Контрольні запитання</i>	19
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	19
<i>Коментарі</i>	20

Розділ 2. Ланцюги постійного струму

2.1. Деякі особливості ланцюгів постійного струму	21
2.2. Закон Ома і закони Кірхгофа для ланцюгів постійного струму	21
2.3. Еквівалентні схеми джерел електроенергії	22
2.4. Режими роботи електричних ланцюгів	25
2.5. Енергетичні співвідношення в ланцюгах постійного струму	28
2.6. Потужність та баланс потужностей ланцюга постійного струму	30
<i>Контрольні запитання</i>	31
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	31
<i>Коментарі</i>	32

Розділ 3. Методи розрахунку електричних ланцюгів постійного струму

3.1. Розрахунок з одним джерелом енергії	33
3.2. Розрахунок з використанням законів Кірхгофа	37
3.3. Розрахунок методом контурних струмів	41
3.4. Розрахунок методом вузлових напруг	44

3.5. Розрахунок методом суперпозиції	50
3.6. Розрахунок методом еквівалентного джерела.....	53
<i>Контрольні запитання</i>	56
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	56
<i>Коментарі</i>	58

Розділ 4. Ланцюги синусоїдального струму

4.1. Основні визначення	59
4.2. Аналітичне представлення струмів і напруг	61
4.3. Способи графічного зображення струмів і напруг	62
4.4. Векторні діаграми і їх застосування для розрахунку ланцюгів	63
4.5. Векторна форма законів Кірхгофа.....	65
4.6. Фазові співвідношення між струмом і напругою	66
4.7. Діюче значення струму і напруги.....	67
4.8. Прості ланцюги синусоїдального струму	68
4.9. Залежність активного, індуктивного та ємнісного опорів від частоти	71
4.10. Ланцюг з послідовним з'єднанням R, L, C	72
4.11. Частотні характеристики ланцюга з послідовним з'єднанням R, L, C	75
4.12. Ланцюг з паралельним з'єднанням R, L, C	78
4.13. Частотні характеристики ланцюга з паралельним з'єднанням R, L, C	81
4.14. Потужність ланцюга синусоїдального струму	84
4.15. Поняття про коефіцієнти потужності і корисної дії ланцюга	86
4.16. Підвищення коефіцієнта потужності ланцюга.....	87
<i>Контрольні запитання</i>	90
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	91
<i>Коментарі</i>	92

Розділ 5. Символічний метод та представлення в ньому параметрів ланцюгів синусоїдального струму

5.1. Основи методу	93
5.2. Комплексні струм і напруга	97
5.3. Комплексні опір і провідність	100
5.4. Комплексна потужність.....	103
5.5. Закони Кірхгофа в комплексній формі запису	104
<i>Контрольні запитання</i>	105
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	105
<i>Коментарі</i>	106

Розділ 6. Еквівалентні перетворення ланцюгів та резонанс в ланцюгах синусоїдального струму

6.1. Поняття про еквівалентні ланцюги	107
6.2. Перетворення послідовних ланцюгів в паралельні і навпаки	109
6.3. Перетворення трикутних опорів в зірку і навпаки	112
6.4. Перетворення джерела <i>EPC</i> в джерело струму і навпаки	114
6.5. Резонанс в ланцюгах синусоїдального струму	117
<i>Контрольні запитання</i>	123
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	123
<i>Коментарі</i>	124

Розділ 7. Методи розрахунку ланцюгів синусоїдального струму

7.1. Розрахунок з одним джерелом енергії.....	125
7.2. Розрахунок з використанням законів Кірхгофа	136
7.3. Метод контурних струмів.....	140
7.4. Метод вузлових напруг	147
7.5. Метод суперпозиції	154
7.6. Метод еквівалентного джерела	156
<i>Контрольні запитання</i>	160
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	161
<i>Коментарі</i>	161

Розділ 8. Розрахунок ланцюгів синусоїдального струму із взаємною індуктивністю

8.1. Загальні положення	162
8.2. Розрахунок ланцюгів з послідовним з'єднанням двох індуктивностей	166
8.3. Розрахунок ланцюгів з паралельним з'єднанням двох індуктивностей	169
8.4. Розрахунок ланцюгів з трансформаторним зв'язком між котушками	172
8.5. Еквівалентне перетворення ланцюгів із взаємною індуктивністю ..	175
<i>Контрольні запитання</i>	176
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	177
<i>Коментарі</i>	177

Розділ 9. Трифазні ланцюги синусоїдального струму

9.1. Основні свідчення	178
9.2. Трифазні ланцюги з'єднані зіркою	180
9.3. Трифазні ланцюги з'єднані трикутником.....	184

9.4. Розрахунок трифазних ланцюгів	187
9.5. Потужність трифазних ланцюгів	197
<i>Контрольні запитання</i>	199
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	200
<i>Коментарі</i>	200

Розділ 10. Перехідні процеси

10.1. Класичний метод.....	201
10.2. Операторний метод.....	212
<i>Контрольні запитання</i>	221
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	221
<i>Коментарі</i>	222

Частина II

Основи електроніки

Розділ 11. Напівпровідникові діоди

11.1. Визначення, структура та маркування	223
11.2. Класифікація діодів	226
11.3. Випрямні діоди.....	227
11.4. Стабілітрони і стабістори.....	229
11.5. Діоди Шотткі	232
11.6. Тунельні діоди.....	233
11.7. Обернені діоди	236
11.8. Варікапи	237
11.9. Світлодіоди	239
11.10. Фотодіоди	242
<i>Контрольні запитання</i>	245
<i>Коментарі</i>	246

Розділ 12. Транзистори

12.1. Біполярні транзистори.....	247
12.2. Пільові транзистори	255
12.3. Одноперехідні транзистори	269
12.4. Програмуєми одноперехідні транзистори	274
12.5. Спеціальні транзистори	277
<i>Контрольні запитання</i>	284
<i>Коментарі</i>	285

Розділ 13. Тиристори

13.1. Вступ.....	286
13.2. Структура, позначення та області застосування.....	286
13.3. Модель тиристора.....	288
13.4. Включення тиристора по управляючому входу	289
13.5. Перехідні процеси включення і виключення тиристора	291
13.6. Характеристики, параметри та часові діаграми.....	293
13.7. Резисторні схеми управління тиристором	297
13.8. Резисторно – конденсаторна схема управління тиристором.....	299
13.9. Тиристор, як регулятор напруги і потужності	300
13.10. Пристрої для переключення тиристорів.....	302
13.11. Фототиристори	304
13.12. Промислове застосування тиристорів	306
<i>Контрольні запитання.....</i>	<i>309</i>
<i>Задачі для самостійного розв'язування.....</i>	<i>310</i>
<i>Коментарі.....</i>	<i>310</i>

Розділ 14. Симістори

14.1. Структура, модель та позначення	311
14.2. Характеристики, параметри та часові діаграми.....	312
14.3. Принцип роботи	315
14.4. Промислове застосування.....	318
<i>Контрольні запитання.....</i>	<i>321</i>
<i>Задачі для самостійного розв'язування.....</i>	<i>322</i>
<i>Коментарі.....</i>	<i>322</i>

Розділ 15. Управляемі тиристорні перемикачі

15.1. Вступ.....	323
15.2. Двоопераційний перемикач	323
15.3. Кремнієвий керований перемикач	324
15.4. Кремнієві двонаправлені перемикачі	326
<i>Контрольні запитання.....</i>	<i>328</i>
<i>Коментарі.....</i>	<i>329</i>

Розділ 16. Оптрони

16.1. Структурна схема оптрона.....	330
16.2. Елементна база і побудова оптрона	331
16.3. Класифікація та система параметрів оптрона	332
16.4. Діодні оптрони	335
16.5. Транзисторні, тиристорні та резисторні оптрони	337
16.6. Спеціальні оптрони	342
16.7. Схеми управління світловипромінюванням в оптроні.....	344
16.8. Схеми включення фотоприймачів оптрона.....	348

16.9. Включення оптронів на вхід операційного підсилювача	353
16.10. Захист оптрона від електричних перевантажень	354
<i>Контрольні запитання</i>	356
<i>Коментарі</i>	357

Розділ 17. Основи аналогової схемотехніки

17.1. Параметри та характеристики операційних підсилювачів	358
17.2. Інвертуючі та неінвертуючі операційні підсилювачі	359
17.3. Перетворювання напруги в струм і струму в напругу	363
17.4. Компаратори і датчики «вікна»	364
17.5. Суматори	367
17.6. Інтегратори і диференціатори	369
<i>Контрольні запитання</i>	371
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	371
<i>Коментарі</i>	372

Розділ 18. Логічні елементи

18.1. Діодні логічні елементи	373
18.2. Діодно – транзисторні логічні елементи	375
18.3. Тразисторно – транзисторні логічні елементи	376
18.4. Тразисторно – транзисторні логічні елементи з діодами і транзисторами Шоттки	381
18.5. Логічні елементи на МОН транзисторах	383
18.6. Логічні елементи на КМОН структурі	385
18.7. Швидкодія логічних елементів	388
18.8. Функціональні позначення логічних елементів	389
<i>Контрольні запитання</i>	392
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	392
<i>Коментарі</i>	392

Розділ 19. Генератори і таймери

19.1. Генератори	393
19.2. Таймери	409
<i>Контрольні запитання</i>	414
<i>Коментарі</i>	415

Розділ 20. Формувачі тривалості цифрових сигналів, одновібратори, перетворювачі рівнів, елементи затримки і індикації

20.1. Формувачі тривалості цифрових сигналів	416
20.2. Одновібратори	417
20.3. Перетворювачі рівнів	421
20.4. Елементи затримки	424

20.5. Елементи індикації	426
<i>Контрольні запитання</i>	429
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	430
<i>Коментарі</i>	430

Розділ 21. Комбінаційні пристрої

21.1. Дешифратори і шифратори.....	431
21.2. Мультиплексори і демультіплексори	435
21.3. Суматори	440
21.4. Компаратори	445
<i>Контрольні запитання</i>	447
<i>Коментарі</i>	447

Розділ 22. Пристрої із пам'яттю

22.1. <i>RS</i> – тригери	448
22.2. <i>D</i> – тригер.....	453
22.3. <i>T</i> – тригер	454
22.4. <i>JK</i> – тригери	456
22.5. Лічильники	459
22.6. Регістри.....	462
<i>Контрольні запитання</i>	464
<i>Коментарі</i>	465

Розділ 23. Програмуєми логічні матриці

23.1. Біполярні програмуєми логічні матриці.....	466
23.2. Програмуєми логічні матриці на МОН транзисторах	468
23.3. Схемотехніка застосування ПЛМ	469
<i>Контрольні запитання</i>	473
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	473
<i>Коментарі</i>	474

Розділ 24. Джерела живлення

24.1. Джерела живлення загального призначення.....	475
24.2. Регуліруєми джерела живлення	481
24.3. Стабілізовані джерела живлення.....	483
24.4. Джерела живлення з множенням напруги.....	490
24.5. Джерела живлення із захистом від закорочення.....	492
<i>Контрольні запитання</i>	493
<i>Задачі для самостійного розв'язування</i>	494
<i>Коментарі</i>	494

Література	495
-------------------------	-----