

бдл. 2
Б79

В. Ф. Болюх, В. Г. Данько, Є. В. Гончаров

**ОСНОВИ
ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ,
ЕЛЕКТРОНІКИ
ТА
МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ
ТЕХНІКИ**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

В. Ф. Болюх, В. Г. Данько, Є. В. Гончаров

**ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ,
ЕЛЕКТРОНІКИ
ТА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

За редакцією В. Г. Данька

Затверджено
редакційно-видавничою
радою НТУ «ХПІ»,
протокол № 2 від 24.05.2018 р.

Харків
Планета-Прінт
2019

УДК 621.3:621.38(075)
Б 79

Рецензенти:

Б. В. Клименко, д-р техн. наук, проф., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

В. Є. Плюгін, д-р техн. наук, проф., Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова;

Ю. В. Батигін, д-р техн. наук, проф., Харківський національний автомобільно-дрожній університет

Болюх В. Ф.

Б 79 Основи електротехніки, електроніки та мікропроцесорної техніки : навч. посіб. / В. Ф. Болюх, В. Г. Данько, Є. В. Гончаров; за ред. В. Г. Данько.; НТУ «ХПІ». – Харків : Планета-Прінт, 2019. – 248 с.

ISBN 978-617-7751-13-6

У навчальному посібнику розглянуто основи теорії електричних кіл постійного та змінного струму, основні поняття і закони магнітних кіл; розглянуто конструкцію, принцип дії та характеристики електротехнічних пристроїв (трансформаторів, електричних машин постійного і змінного струму); фізичні основи електронної техніки, будову і принцип дії основних напівпровідникових приладів, роботу основних електронних пристроїв, таких як джерела вторинного живлення, електронні підсилювачі, елементи імпульсної, цифрової і мікропроцесорної техніки.

Призначено для студентів електричних та неелектричних спеціальностей.

Іл. 209. Табл. 8. Бібліогр.; 28 назв.

ISBN 978-617-7751-13-6

УДК 621.3:621.38(075)
© В. Ф. Болюх, В. Г. Данько
Є. В. Гончаров, 2019 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	5
Розділ 1. ОСНОВИ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ.....	8
1.1. Загальні поняття електричних кіл.....	8
1.1.1. Основні функціональні елементи електричного кола	9
1.1.2. Загальні параметри функціональних елементів	9
1.1.3. Подання електричного кола у вигляді електричних схем.....	11
1.1.4. Геометричні поняття електричного кола.....	12
1.1.5. Умовно-позитивні напрямки електричних величин.....	12
1.2. Електричні кола постійного струму	13
1.2.1. Закони Ома і Кірхгофа у колі постійного струму.....	13
1.2.2. Еквівалентні перетворення.....	15
1.2.3. Розрахунок складних електричних кіл.....	17
1.2.4. Потужність у колі постійного струму	23
1.2.5. Джерело ЕРС у колі постійного струму.....	23
Розділ 2. ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ОДНОФАЗНОГО СИНУСОЇДНОГО ЗМІННОГО СТРУМУ.....	27
2.1. Параметри синусоїдного змінного струму	28
2.2. Середнє і діюче значення змінного струму	30
2.3. Отримання синусоїдного змінного струму.....	32
2.4. Подання синусоїдного змінного струму векторами і комплексними числами.....	33
2.5. R , L , C у колі змінного струму	35
2.6. Закони Ома й Кірхгофа в колі змінного струму.....	37
2.7. Послідовне з'єднання R , L , C	38

2.8.	Паралельне з'єднання R, L, C	40
2.9.	Баланс потужності у колі змінного струму	41
2.10.	Резонанс у колі змінного струму.....	42
Розділ 3. ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА		46
3.1.	Трифазне джерело ЕРС.....	46
3.2.	Підключення споживачів до трифазної лінії електропередачі	49
3.3.	Потужність у трифазному колі	53
Розділ 4. ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ.....		55
4.1.	Закони комутації	55
4.2.	Загальні принципи аналізу перехідних процесів.....	56
4.3.	Вмикання котушки індуктивності у коло постійного струму	57
4.4.	Вимикання котушки індуктивності з кола постійного струму	58
4.4.1.	Пряме вимикання	58
4.4.2.	Вимикання з розрядним резистором.....	60
4.5.	Підключення індуктивної котушки до джерела синусоїдної напруги.....	62
4.6.	Зарядка конденсатора	64
4.7.	Розрядка конденсатора на резистор	65
4.8.	Розрядка конденсатора на котушку індуктивності.....	65
Розділ 5. МАГНІТНЕ ПОЛЕ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЯХ		69
5.1.	Магнітне коло.....	69
5.2.	Магнітні властивості матеріалів.....	71
5.3.	Закони, пов'язані з магнітними полями.....	73
5.3.1.	Закон електромагнітної індукції.....	73
5.3.2.	Закон Ампера.....	74
5.4.	Класифікація магнітних кіл.....	75
5.5.	Аналогія між електричними і магнітними колами.....	76

5.6.	Принцип розрахунку магнітних кіл постійного струму.....	78
5.7.	Енергія магнітного поля	79
5.8.	Силова дія магнітного поля	80
5.8.1.	Правило лівої руки	80
5.8.2.	Силова взаємодія двох провідників зі струмом	80
5.8.3.	Сила тяжіння магніту.....	80
5.9.	Індукційна дія магнітного поля.....	81
5.10.	Котушка з осердям у колі змінного струму.....	82
5.11.	Втрати потужності в осерді котушки змінного струму.....	84
Розділ 6. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПРИСТРОЇ.....		87
6.1.	Дроселі.....	87
6.1.1.	Дросель з регульованим повітряним проміжком.....	87
6.1.2.	Дроселі насичення	89
6.2.	Електромагніти силові	90
6.3.	Комутаційні, пускорегулювальні та захисні апарати	91
6.3.1.	Контактори.....	92
6.3.2.	Реле захисні.....	93
6.3.3.	Повітряні автоматичні вимикачі.....	95
Розділ 7. ТРАНСФОРМАТОРИ.....		99
7.1.	Види трансформаторів	99
7.2.	Будова і принцип дії однофазного трансформатора.....	101
7.3.	Робота трансформатора при навантаженні.....	104
7.4.	Визначення параметрів спрощеної схеми заміщення трансформатора	106
7.4.1.	Дослід холостого ходу (неробочий режим)	106
7.4.2.	Дослід короткого замикання	107
7.4.3.	Раптове коротке замикання	108

7.5.	Експлуатаційні характеристики однофазного трансформатора.....	108
7.5.1.	Зовнішня характеристика.....	108
7.5.2.	Характеристика ККД.....	109
7.6.	Трифазні трансформатори.....	109
7.7.	Автотрансформатори.....	112
7.8.	Вимірювальні трансформатори.....	113
7.8.1.	Вимірювальний трансформатор струму.....	113
7.8.2.	Вимірювальний трансформатор напруги.....	115
Розділ 8.	ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ.....	118
8.1.	Види потужності в електричній машині.....	118
8.2.	Види електричних машин.....	119
Розділ 9.	ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ.....	121
9.1.	Будова та принцип дії машини постійного струму.....	121
9.2.	Способи збудження електричної машини постійного струму.....	125
9.3.	Втрати та ККД машини постійного струму.....	125
9.4.	Реакція якоря та комутація машини постійного струму.....	127
9.5.	Характеристики генераторів постійного струму.....	129
9.5.1.	Генератори з незалежним та паралельним збудженням.....	129
9.5.2.	Генератор зі змішаним збудженням.....	132
9.6.	Двигуни постійного струму. Саморегулювання.....	133
9.7.	Пуск двигуна постійного струму.....	134
9.8.	Регулювання обертів двигуна.....	134
9.9.	Робочі характеристики двигунів постійного струму.....	135
9.9.1.	Двигун з паралельним збудженням.....	136
9.9.2.	Двигун з послідовним збудженням.....	137
9.9.3.	Двигун зі змішаним збудженням.....	139

Розділ 10. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ЗМІННОГО СТРУМУ	143
10.1. Асинхронні електричні машини	145
10.2. Типи роторів асинхронного двигуна.....	147
10.3. Енергетична діаграма асинхронного двигуна	148
10.4. Синхронні електричні машини	153
Розділ 11. ЕЛЕКТРОНІКА	159
11.1. Напівпровідникові матеріали.....	160
11.2. Напівпровідникові прилади.....	162
11.2.1. Напівпровідникові резистори.....	163
11.2.2. Напівпровідникові діоди.....	165
11.2.3. Транзистори.....	168
11.2.4. Польові транзистори	171
11.2.5. <i>IGBT</i> -транзистори.....	172
11.2.6. Тиристори.....	173
Розділ 12. ДЖЕРЕЛА ВТОРИННОГО ЖИВЛЕННЯ	177
12.1. Випрямлячі.....	177
12.2. Однофазні некеровані випрямлячі.....	178
12.3. Трифазні некеровані випрямлячі	180
12.4. Згладжувальні фільтри.....	183
12.5. Ємнісний фільтр	183
12.6. Індуктивний фільтр	184
12.7. Стабілізатор напруги на стабілітроні	185
12.8. Керовані випрямлячі	185
12.9. Інвертори	187
Розділ 13. ЕЛЕКТРОННІ ПІДСИЛЮВАЧІ	191
13.1. Температурна стабілізація підсилювального каскаду.....	194
13.2. Режими роботи підсилювального каскаду.....	195

13.3. Амплітудно-частотні характеристики електронних підсилювачів	200
Розділ 14 ЕЛЕМЕНТНА БАЗА МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ.....	204
Розділ 15. ЕЛЕМЕНТИ ЦИФРОВОЇ І МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ.....	213
Розділ 16. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО МІКРОПРОЦЕСОРНУ ТЕХНІКУ	220
16.1. Загальні відомості про мікропроцесори	220
16.2. Структура мікропроцесора.....	222
16.3. Система команд мікропроцесора.....	225
16.4. Принципи побудови мікропроцесорних систем	228
16.5. Архітектура мікропроцесорів	232
16.6. Побудова мікропроцесорних систем з використанням мікропроцесорних комплектів	233
16.7. Загальні поняття про мікроЕОМ	236
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	240