

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до самостійного вивчення дисциплін

ІНФОРМАЦІЙНА ЕЛЕКТРОНІКА і
ЕЛЕКТРОННІ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНІ ПРИБОРИ

(для студентів усіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019

Методичні рекомендації до самостійного вивчення дисциплін «Інформаційна електроніка» і «Електронні перетворювальні пристрої» (для студентів усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; укладачі А. Г. Сосков, Н. О. Сабалаєва. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 22 с.

Укладачі: д-р техн. наук, проф. А. Г. Сосков,
канд. техн. наук, доц. Н. О. Сабалаєва

Рецензент

Я. Б. Форкун, кандидат технічних наук, доцент кафедри альтернативної електроенергетики та електротехніки Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою альтернативної електроенергетики та електротехніки, протокол № 6 від 16.01.2017.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1 Мета та завдання дисципліни.....	4
Розділ 2 Модуль «Інформаційна електроніка».....	5
ЗМ 1 Елементи та вузли напівпровідникових схем. Підсилювачі напруги змінного струму.....	6
ЗМ 2 Підсилювачі постійного струму.....	8
ЗМ 3 Імпульсні пристрої та основи будови цифрової техніки.....	9
Розділ 3 Модуль «Електронні перетворювальні пристрої»	11
ЗМ 1 Імпульсні пристрої та основи будови цифрової техніки.....	12
ЗМ 2 Перетворювальні пристрої. Випрямлячі. Регулятори (переривачі) змінного струму та інвертори.....	13
ЗМ 3 Електромагнітна сумісність. Вплив вентильних перетворювачів на мережу	15
Розділ 4 Задачі для самостійної підготовки.....	16
Список рекомендованої літератури	22

ВСТУП

Ці методичні вказівки підготовлені на базі робочих програм дисциплін «Інформаційна електроніка» та «Електронні перетворювальні пристрої», які вивчаються у межах вибіркової сертифікатної програми «Електроніка і мікропроцесорна техніка» для студентів, які навчаються за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Програма містить три поєднані за логікою вивчення дисципліни: «Інформаційна електроніка», «Електронні перетворювальні пристрої» і «Мікропроцесорна техніка».

РОЗДІЛ 1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисциплін «Інформаційна електроніка» та «Електронні перетворювальні пристрої» є формування знань із напівпровідникових приладів та пристроїв, їхніх інтегральних та корпусних виконань, методів їхнього розрахунку, способів технічної реалізації й застосування у системах керування різного призначення та статичних перетворювачах електричної енергії.

Завданням вивчення дисципліни є освоєння принципів будови типових електронних пристроїв інформаційної та енергетичної електроніки, методів їх розрахунку й сфер застосування.

Кінцевим результатом вивчення дисципліни є одержання вміння оцінювати техніко-економічну ефективність застосування електронних пристроїв, визначати їхні параметри, кваліфіковано формулювати завдання на розробку електронної апаратури й оцінювати її сумісність з іншими пристроями; вироблення уяви про принципи дії та методи розрахунку типових електронних пристроїв інформаційної та енергетичної електроніки.

Предметом вивчення дисципліни є фізичні процеси у напівпровідникових електронних приладах, принципи роботи аналогових і цифрових електронних пристроїв і окремих їхніх вузлів із позиції застосування в силовій перетворювальній техніці, системах автоматики, пов'язаних із конкретною виробничою діяльністю фахівця, а також принцип роботи й методи розрахунку типових пристроїв силової перетворювальної техніки.

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки бакалавра

Дисципліни «Інформаційна електроніка» та «Електронні перетворювальні пристрої» базуються на курсах вищої математики, фізики, теоретичних основ електротехніки, основ метрології та електричних вимірювань. Зі свого боку, вони є базисом для вивчення, мікропроцесорної техніки, обчислювальної техніки, релейного захисту та автоматики, автоматизованого електропривода, електричних апаратів, теорії автоматичного керування, світлових приладів, електротехнічних пристроїв світлотехнічних систем, енергетичної електроніки тощо.

РОЗДІЛ 2 МОДУЛЬ «ІНФОРМАЦІЙНА ЕЛЕКТРОНІКА»

Інформаційна електроніка складає основу електронно-обчислювальної, інформаційно-вимірювальної техніки та пристроїв автоматики. До неї належать електронні пристрої одержання, опрацювання та зберігання інформації, пристрої керування різними об'єктами та технологічними установками.

Нижче наведено опис і зміст самостійної роботи з дисципліни «Інформаційна електроніка» (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Опис навчальної дисципліни «Інформаційна електроніка»

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма	заочна форма
Кількість кредитів – 4	Вибіркова (сертифікатна)	Рік (роки) підготовки	
		2-й (1-й)*	2-й
		Семестр(и)	
		4-й (2-й)*	4-й
Загальна кількість годин – 120	Галузь знань 14 – Електрична інженерія	Лекції, год.	
Модулів – 1		34	6
Змістових модулів (ЗМ) – 3		Практичні, семінарські, год.	
		–	6
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 4,5	Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.	Лабораторні, год.	
		17	–
		Самостійна робота, год.	
		69	108
		Індивідуальні завдання	
Індивідуальне (науково-дослідне) завдання (ІЗ): контрольна робота (для заочної форми)	Освітній рівень: бакалавр	–	15
		Вид контролю	
		Диф. залік.	

* для денної форми навчання на основі ОКР «Молодший спеціаліст»

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 Елементи та вузли напівпровідникових схем. Підсилювачі напруги змінного струму

Тема 1.1 Вступ.

Роль курсу в системі освіти бакалавра-електрика. Місце електроніки та її значення в розвитку народного господарства України. Короткі відомості з історії розвитку електроніки.

Тема 1.2 Фізичні основи роботи напівпровідникових приладів.

Загальні відомості про напівпровідники та типи їхньої провідності. Фізичні основи роботи електронно-діркового переходу.

Тема 1.3 Напівпровідникові прилади.

Характеристики, параметри й області застосування напівпровідникових приладів. Напівпровідникові резистори. Напівпровідникові діоди. Будова і принцип дії біполярних транзисторів та динамічні режими їхньої роботи. Будова і принцип дії польових транзисторів та динамічні режими їхньої роботи. Будова і принцип дії тиристорів різних типів та динамічні режими їхньої роботи. Силові напівпровідникові модулі. Інтегральні мікросхеми і їх різновиди. Характеристики, області їхнього застосування.

Тема 1.4 Підсилювачі напруги змінного струму.

Основні параметри та характеристики підсилювачів змінного струму. Принципи будови підсилювачів. Основні режими їхньої роботи. Кола зміщення підсилювачів. Кола температурної стабілізації підсилювачів. Каскади попереднього підсилення на біполярних та польових транзисторах. Багатокаскадні підсилювачі з різними видами міжкаскадного зв'язку.

Після вивчення ЗМ 1 студент повинен знати:

- 1) що таке р-n перехід і його властивості;
- 2) принцип дії, головні параметри та характеристики напівпровідникових діодів, біполярних та польових транзисторів, різновидів тиристорів, області їх застосування;
- 3) елементарні положення процесу підсилення потужності електричного сигналу;
- 4) класифікацію підсилювачів, їхні головні параметри та характеристики;
- 5) схеми, принцип дії та методи розрахунку каскадів попереднього підсилення напруги змінного струму;
- 6) багатокаскадні підсилювачі: схеми, принцип дії, методи розрахунку;
- 7) області застосування підсилювачів напруги змінного струму.

Залікові запитання

1. Проаналізуйте процеси в електронно-дірковому переході.
2. Дайте оцінку головним властивостям електронно-діркового переходу у разі прямого та зворотного вмикання.
3. Наведіть класифікацію напівпровідникових приладів. Укажіть головні параметри та характеристики напівпровідникових діодів.
4. Поясніть будову та принцип дії біполярних транзисторів.
5. Проаналізуйте статичні ВАХ біполярних транзисторів при різних схемах вмикання.
6. Дайте оцінку головним режимам роботи біполярних транзисторів. Складені транзистори, одноперхідний транзистор.
7. Польові транзистори. Загальні відомості. Поясніть принцип дії транзисторів із керуючим р-n переходом та каналом n-типу.
8. Дайте стислу характеристику польових транзисторів з ізольованим затвором (МДН-транзисторам).
9. Дайте стислу характеристику СІТ-транзисторів, біполярних транзисторів з ізольованим затвором (БТІЗ).
10. Поясніть принцип дії, характеристики й головні параметри тиристорів.
11. Спеціальні типи тиристорів (симістори, двоопераційні тиристори, фототиристори, оптронні тиристори). Дайте стислий аналіз їхніх характеристик.
12. Дайте стислу характеристику електростатичних тиристорів і запірних тиристорів із МОН-керуванням (ГСТ-тиристори).
13. Дайте стислу характеристику інтегральних мікросхем (гібридних та напівпровідникових). Укажіть їхні головні переваги.
14. Підсилювачі. Наведіть загальні відомості про них і дайте класифікацію.
15. Укажіть головні параметри та характеристики підсилювачів та проаналізуйте роботу підсилювального каскаду зі спільним колектором (СК).
16. Проаналізуйте класи (режими) роботи підсилювачів та роботу підсилювального каскаду зі спільною базою (СБ).
17. Покажіть і проаналізуйте головні принципи будови підсилювачів.
18. Кола зміщення підсилювачів. Проаналізуйте їхню роботу.
19. Проаналізуйте роботу кіл температурної стабілізації режиму спокою підсилювачів.
20. Проаналізуйте роботу підсилювального каскаду зі спільним емітером (СЕ).
21. Проаналізуйте роботу підсилювальних каскадів зі СК (емітерного повторювача) і з СБ.

22. Проаналізуйте роботу підсилювального каскаду з СВ.
23. Поясніть, для чого застосовують зворотні зв'язки в підсилювачах.
24. Проаналізуйте роботу та призначення багатокаскадних підсилювачів з трансформаторними зв'язками.
25. Проаналізуйте роботу безтрансформаторних вихідних каскадів підсилення.

Після вивчення ЗМ 1 максимальний відсоток набраних балів становить 30 %. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля, виконати та захистити лабораторні роботи № 1 і 2.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 Підсилювачі постійного струму

Тема 2.1 Підсилювачі постійного струму.

Амплітудно-частотна характеристика підсилювачів постійного струму. Дрейф нуля. Безпосередній зв'язок у підсилювачах постійного струму та його особливості. Підсилювачі прямого підсилення.

Тема 2.2 Диференціальні підсилювальні каскади.

Схеми, принцип дії диференціальних підсилювальних каскадів та головні розрахункові співвідношення. Підсилювачі з подвійним перетворенням.

Тема 2.3 Операційні підсилювачі.

Будова, параметри, схема заміщення та основні характеристики. Електронні пристрої на операційних підсилювачах. Інвертувальний та неінвертувальний підсилювачі. Інтегруючий та диференціювальний підсилювачі. Підсилювач змінного струму з однополярним живленням. Прецизійний випрямляч.

Після вивчення ЗМ студент повинен знати:

- 1) сфери застосування підсилювачів постійного струму;
- 2) головні параметри та характеристики підсилювачів постійного струму;
- 3) типи підсилювачів постійного струму на біполярних транзисторах;
- 4) будова та властивості операційних підсилювачів;
- 5) типові електронні пристрої на операційних підсилювачах.

Залікові запитання

1. Поясніть, які проблеми виникають у разі підсиленні сигналів напруги постійного струму?
2. Укажіть головні особливості будови підсилювачів постійного струму.
3. Дайте загальну характеристику операційних підсилювачів (ОП).
4. Наведіть головні параметри та характеристики ОП.
5. Проаналізуйте роботу підсилювачів прямого підсилення.
6. Проаналізуйте роботу балансних підсилювачів постійного струму (ППС).

7. Проаналізуйте роботу диференційних ППС та підсилювачів із подвійним перетворенням.

8. Проаналізуйте роботу інвертувального, неінвертувального підсилювача на ОП.

9. Проаналізуйте роботу інвертувального суматора, інтегратора та диференціатора на ОП.

Після вивчення ЗМ 2 максимальний відсоток набраних балів становить 20 %. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля, виконати й захистити лабораторну роботу № 3.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 Імпульсні пристрої та основи будови цифрової техніки

Тема 3.1 Імпульсні пристрої.

Загальні відомості про імпульсні пристрої. Ключовий режим роботи біполярних транзисторів та операційних підсилювачів. Електронні ключі та найпростіші схеми формування імпульсів. Схема, принцип роботи, розрахунок і сфери застосування мультівібраторів. Схеми, принцип роботи, розрахунок і сфери застосування блокінг-генераторів.

Тема 3.2 Алгебра логіки.

Реалізація простих логічних функцій. Логічні елементи. Загальні відомості про тригери та їхнє призначення. Тригери на біполярних транзисторах. Тригери на логічних елементах (RS-тригер, тригер D-типу, тригер T-типу, JK-тригер).

Тема 3.3 Цифрові мікроелектронні пристрої.

Поняття про цифрові мікроелектронні пристрої. Реалізація складних логічних функцій. Дешифратори. Мультиплексори. Лічильники імпульсів. Регістри. Цифро-аналогові й аналого-цифрові перетворювачі. Мультівібратори і одновібратори на логічних елементах і тригерах. Арифметичні пристрої (суматори, напівсуматори, субстрактори). Множення та ділення двійкових багаторозрядних чисел.

Тема 3.4 Мікропроцесорні пристрої.

Структура мікропроцесора. Особливості його роботи й використання. Завдання та виконання програм мікропроцесорного пристрою. Програмовані логічні контролери.

Після вивчення ЗМ 3 студент повинен знати:

- 1) загальні відомості про імпульсні пристрої;
- 2) параметри імпульсів та імпульсної послідовності;
- 3) переваги імпульсних режимів порівняно з безперервними режимами;
- 4) найпростіші схеми формування імпульсів та типи електронних ключів;
- 5) сфери застосування та режими роботи мультівібраторів;
- 6) схеми мультівібраторів на біполярних транзисторах та на операційних підсилювачах, сфери їх застосування;

- 7) загальні відомості про тригери та сфери їх застосування;
- 8) принцип дії цифрових мікроелектронних пристроїв та сфери їх застосування;
- 9) мікропроцесорні пристрої: загальні поняття та структура; особливості роботи та використання мікропроцесора.

Залікові запитання

1. Дайте загальну характеристику імпульсних пристроїв. Укажіть головні параметри імпульсних сигналів та проаналізуйте найпростіші схеми формування імпульсів.

2. Проаналізуйте головні режими роботи мультівібраторів, укажіть їхні сфери застосування. Поясніть роботу мультівібратора на операційних підсилювачах у чекаючому режимі.

3. Проаналізуйте роботу одновібратора з колекторно-базовими зв'язками. Наведіть головні розрахункові співвідношення.

4. Проаналізуйте роботу мультівібратора з колекторно-базовими зв'язками у автоколивальному режимі. Наведіть головні розрахункові співвідношення.

5. Охарактеризуйте роботу мультівібраторів на операційних підсилювачах у автоколивальному режимі. Наведіть головні розрахункові співвідношення.

6. Охарактеризуйте роботу мультівібраторів на операційних підсилювачах у чекаючому режимі. Наведіть основні розрахункові співвідношення.

7. Проаналізуйте роботу блокінг-генератора у автоколивальний режимі.

8. Проаналізуйте роботу двотактного блокінг-генератора.

9. Проаналізуйте головні логічні функції та вкажіть логічні елементи, що їх реалізують.

10. Алгебра логіки. Дайте загальну характеристику. Запишіть головні тотожності.

11. Тригери. Дайте загальну характеристику; проаналізуйте роботу тригерів на логічних елементах (RS-тригер, D-тригер, T-тригер, JK-тригер).

12. Проаналізуйте будову та роботу мультівібраторів та одновібраторів на логічних елементах і тригерах.

13. Дайте загальну характеристику цифрових логічних пристроїв мікроелектроніки. Поясніть принципи будови лічильників імпульсів.

14. Дайте загальну характеристику регістрів, дешифраторів, мультиплексорів. Наведіть приклади їх застосування.

15. Проаналізуйте будову та принцип дії цифро-аналогових (ЦАП) і аналогово-цифрових (АЦП) перетворювачів.

Після вивчення ЗМ 1 максимальний відсоток набраних балів становить 20 %. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля виконати і захистити лабораторні роботи № 4, 5.

РОЗДІЛ 3

МОДУЛЬ «ЕЛЕКТРОННІ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ»

Енергетична електроніка вивчає перетворення електричної енергії та пристрої та системи перетворення електричної енергії середньої та великої потужності. Сюди належать перетворювачі змінного струму в постійний (випрямлячі), постійного струму в змінний (інвертори), перетворювачі частоти, регулятори тощо.

У таблиці 3.1 наведено зміст самостійної роботи за дисципліною.

Таблиця 3.1 – Опис навчальної дисципліни «Електронні перетворювальні пристрої»

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма	заочна форма
Кількість кредитів – 4	Вибіркова (сертифікатна)	Рік (роки) підготовки	
		3-й(1-й)*	3-й
		Семестр(и)	
		5-й(3-й)*	5-й
Загальна кількість годин – 120	Галузь знань 14 – Електрична інженерія	Лекції, год.	
Модулів – 1		15	6
		Практичні, семінарські, год.	
Змістових модулів (ЗМ) – 3		–	6
		Лабораторні, год.	
30	–		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 4,5	Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.	Самостійна робота, год.	
		75	108
Індивідуальне завдання: контрольна робота (для заочної форми)	Освітній рівень: бакалавр	Індивідуальні завдання	
		–	15
		Диф. залік.	

* для денної форми навчання на основі ОКР «Молодший спеціаліст».

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 Випрямлячі (некеровані та керовані).

Стабілізатори

Тема 1.1 Некеровані випрямлячі.

Загальні відомості та класифікація некерованих випрямлячів. Експлуатаційні параметри та характеристики випрямлячів. Робота однофазних і трифазних випрямлячів на активне навантаження. Аналіз роботи, розрахунок. Згладжувальні фільтри. Головні поняття про фільтри. Зовнішні характеристики випрямлячів.

Тема 1.2 Стабілізатори напруги.

Параметричні та компенсаційні стабілізатори. Стабілізатори струму. Індуктивно-ємнісні перетворювачі (схеми Бушера).

Тема 1.3 Керовані випрямлячі.

Методи та пристрої регулювання напруги постійного струму. Імпульсні методи регулювання (широотно-імпульсний, частотно-імпульсний, комбінаційний та фазо-імпульсний). Робота керованих випрямлячів на активне та активно-індуктивне навантаження.

Тема 1.4 Системи імпульсно-фазового керування (СІФК).

СІФК із горизонтальним і вертикальним керуванням. Будова типових вузлів СІФК із вертикальним керуванням. СІФК із цифровим керуванням приклади реалізації СІФК.

Після вивчення ЗМ 2 студент повинен знати:

- 1) загальні відомості та класифікацію випрямлячів, їхні експлуатаційні параметри і характеристики;
- 2) будову, принцип дії однофазних та трифазних випрямлячів, основні розрахункові співвідношення;
- 3) експлуатаційні параметри і характеристики керованих випрямлячів;
- 4) основні поняття про згладжувальні фільтри, їх класифікацію;
- 5) принцип роботи стабілізаторів напруги та струму;
- 6) особливості роботи керованих випрямлячів на активне та активно-індуктивне навантаження;
- 7) сфери застосування та принцип роботи систем імпульсно-фазового керування (СІФК) з горизонтальним, вертикальним і цифровим керуванням.

Залікові запитання

1. Дайте загальну характеристику випрямлячів, наведіть їх класифікацію.
2. Проаналізуйте роботу однофазних двопівперіодних схем випрямлячів при активному навантаженні (схема з нульовим виводом).
3. Проаналізуйте роботу однофазних двопівперіодних схем випрямлячів при активному навантаженні (мостова схема).

4. Проаналізуйте роботу трифазного випрямляча з нульовим виводом при активному навантаженні (схема Міткевича).

5. Проаналізуйте роботу трифазного мостового випрямляча при активному навантаженні (схема Ларіонова).

6. Дайте стислу характеристику головних типів пасивних згладжувальних фільтрів. Наведіть особливості роботи фільтрів.

7. Проаналізуйте роботу однофазних двопівперіодних схем випрямлячів на активно-індуктивне навантаження.

8. Дайте загальну характеристику стабілізаторів напруги. Проаналізуйте специфіку роботи параметричних стабілізаторів.

9. Дайте загальну характеристику стабілізаторів постійного струму. Наведіть схему компенсаційного стабілізатора, поясніть призначення його елементів і принцип дії.

10. Вкажіть методи регулювання напруги постійного струму та проаналізуйте їх.

11. Проаналізуйте роботу однофазного двопівперіодного керованого випрямляча з нульовим виводом при активному та активно-індуктивному навантаженні.

12. Дайте загальну характеристику та вкажіть призначення систем імпульсно-фазового керування (СІФК) та проаналізуйте роботу системи імпульсно-фазового керування з горизонтальним керуванням.

13. Проаналізуйте системи імпульсно-фазового керування з вертикальним та цифровим керуванням.

14. Проаналізуйте роботу та наведіть схему генератора лінійно-змінюваної напруги.

15. Наведіть приклади реалізації системи імпульсно-фазового керування (СІФК), вкажіть області їх застосування.

Після вивчення ЗМ 2 максимальний відсоток набраних балів становить 40 %. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля виконати і захистити лабораторні роботи № 6, 7.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 Регулятори. Автономні інвертори

Тема 2.1 Регулятори.

Однофазні й тиристорні регулятори змінного струму (активне та індуктивне навантаження). Побудови схем, аналіз роботи, розрахунок. Схеми запуску керованих напівпровідникових приладів у регуляторах.

Тема 2.2 Автономні інвертори.

Призначення та класифікація автономних інверторів. Схеми запуску керованих напівпровідникових приладів у регуляторах. Однофазний інвертор струму. Півмостовий однофазний інвертор струму. Інвертори напруги на

повністю керованих напівпровідникових приладах, ведені мережею. Приклади застосування інверторів із використанням мікроелектронних пристроїв.

Після вивчення ЗМ 2 студент повинен знати:

- 1) загальні відомості та класифікацію регуляторів;
- 2) будову схем, аналіз роботи, розрахунок регуляторів;
- 3) призначення схем запуску керованих напівпровідникових приладів в електронних ключах;
- 4) головні варіанти схем запуску тиристорів (симісторів);
- 5) призначення та класифікацію автономних інверторів;
- 6) будову й аналіз роботи інверторів напруги на повністю керованих елементах;
- 7) сфери застосування інверторів з використанням мікроелектронних пристроїв;
- 8) схему трифазного інвертора напруги та принцип його роботи;
- 9) інвертор, ведений мережею, його призначення.

Залікові запитання

1. Дайте загальну характеристику регуляторів та наведіть їхню класифікацію, проаналізуйте роботу різних схем силової частини однофазних регуляторів змінного струму при активному навантаженні.

2. Проаналізуйте роботу схем силової частини однофазних регуляторів змінного струму на активно-індуктивне навантаження.

3. Наведіть та проаналізуйте найбільш розповсюджені варіанти силових схем вмикання трифазних симетричних регуляторів змінного струму.

4. Вкажіть сфери застосування різних схем запуску керованих напівпровідникових приладів у регуляторах напруги. Проаналізуйте роботу цих схем.

5. Дайте загальну характеристику автономних інверторів, класифікацію та призначення, проаналізуйте роботу однофазних інверторів струму.

6. Проаналізуйте роботу півмостового однофазного інвертора напруги.

7. Проаналізуйте роботу інверторів напруги на повністю керованих напівпровідникових приладах при активному та активно-індуктивному навантаженні.

8. Проаналізуйте роботу випрямлячів з багатократним перетворенням.

Після вивчення ЗМ 2 максимальний відсоток набраних балів становить 15 %. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 Електромагнітна сумісність. Вплив вентильних перетворювачів на мережу

Тема 3.1. Електромагнітна сумісність.

Загальні відомості про електромагнітну сумісність. Коефіцієнт потужності вентильних перетворювачів та головні шляхи його зниження. Некеровані джерела реактивної потужності. Керовані джерела реактивної потужності.

Тема 3.2 Вплив вентильних перетворювачів на мережу.

Принцип керування параметрами змінного струму у чотирикватратних перетворювачах з імпульсною модуляцією. Регулювання реактивної потужності (силові активні фільтри). Регульований повний опір. Комбінований фільтр змінного струму.

Після вивчення ЗМ 2 студент повинен знати:

- 1) що таке електромагнітна сумісність;
- 2) що таке вхідний коефіцієнт потужності;
- 3) до яких втрат призводить робота вентильних перетворювачів з низьким коефіцієнтом потужності;
- 4) основні шляхи підвищення вхідного коефіцієнта потужності вентильних перетворювачів;
- 5) застосування керованих джерел реактивної потужності (активних фільтрів) для поліпшення електромагнітної сумісності;
- 6) принцип дії активних фільтрів;
- 7) у чому полягає керування електронними ключами в активних фільтрах методами широтно-імпульсної модуляції з високою частотою.

Залікові запитання

1. Проаналізуйте вплив перетворювальних пристроїв на мережу.
2. Дайте загальну характеристику електромагнітній сумісності. Чому є актуальними заходи з поліпшення електромагнітної сумісності.
3. Які основні шляхи підвищення вхідного коефіцієнта потужності вентильних перетворювачів. Дайте їм характеристику.
4. Як поліпшити коефіцієнт потужності вентильних перетворювачів за допомогою некерованих джерел реактивної потужності.
5. Поясніть загальний принцип дії активних фільтрів. Чому застосування БТІЗ у якості електронних ключів цих фільтрів.
6. Проаналізуйте роботу та вкажіть призначення інверторів, ведених мережею.
7. Наведіть приклади застосування інверторів із використанням мікроелектронних пристроїв керування.

Після вивчення ЗМ 3 максимальний відсоток набраних балів становить 15 %. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля виконати і захистити лабораторні роботи № 6, 7.

РОЗДІЛ 4 ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

Нижче наведено типові задачі, що дають змогу глибше вивчити теоретичний матеріал, представлений у модулях двох дисциплін.

ЗАДАЧА № 1

Визначте опори $R_{зз}$ зворотного зв'язку для інвертувального (рис. 4.1, а) і неінвертувального (рис. 4.1, б) підсилювачів на операційному підсилювачі (ОП), якщо опір $R_1 = 1,8$ кОм, вхідна напруга $U_{вх} = 10$ мВ, напруга на виході підсилювачів $U_{вих1} = -4,5$ В; $U_{вих2} = 5,5$ В. Знайти значення струму $I_{зз}$.

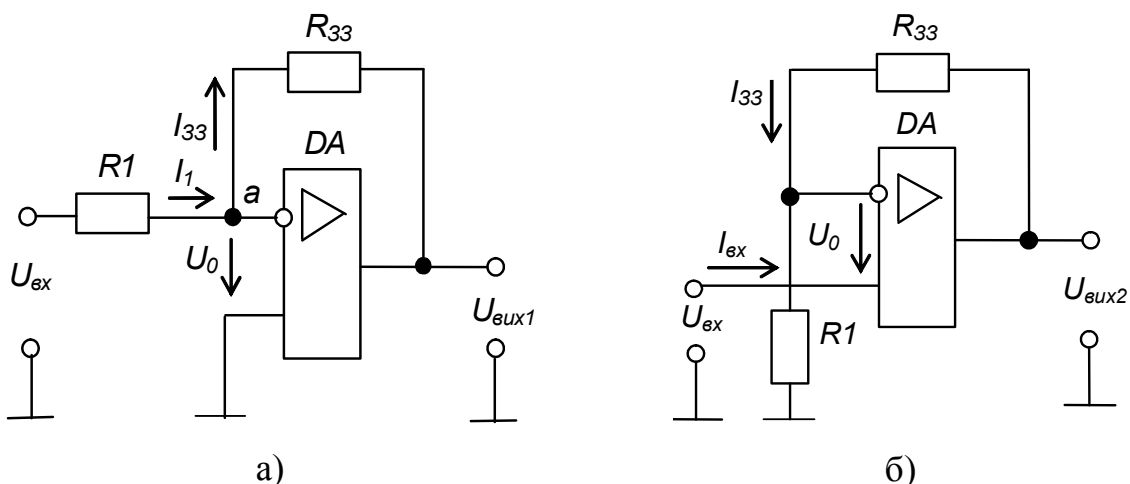


Рисунок 4.1 – Інвертувальний (а) і неінвертувальний (б) підсилювачі на ОП

ЗАДАЧА № 2

Визначте частоту коливань f симетричного мультівібратора (рис. 4.2). Знайдіть мінімальне значення базового струму, при якому біполярний транзистор переходить у режим насичення. Вказати контур, по якому забезпечується перезаряд конденсатора C_1 . Як зміниться частота коливань мультівібратора, якщо напруга живлення E_K зросте вдвічі? Вихідні дані для розрахунку в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку

E_K , В	$C_1 = C_2 = C$, мкФ	R_K , кОм	R_6 , кОм	$\beta_{ст}$
20	2	2	100	100

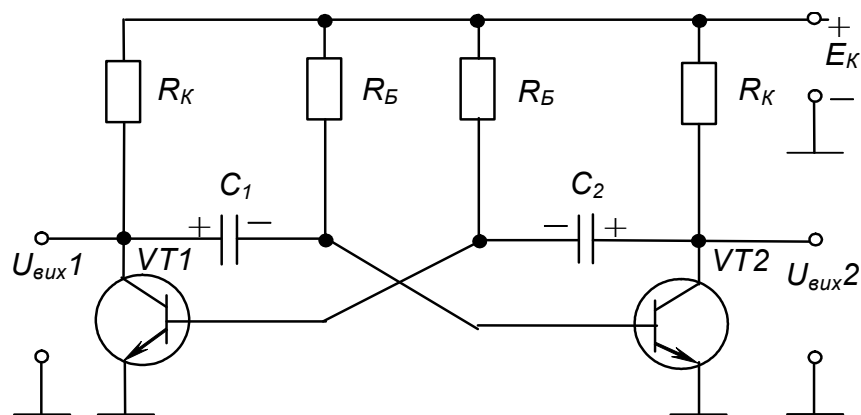


Рисунок 4.2

ЗАДАЧА № 3

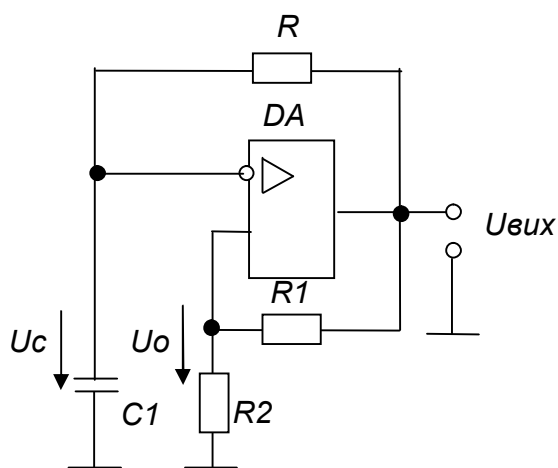


Рисунок 4.3

Визначте частоту коливань f симетричного мультівібратора на операційному підсилювачі (рис. 4.3) за вихідними даними з таблиці 4.2. Укажіть контур, по якому забезпечується перезаряд конденсатора C_1 , а також контур зворотного зв'язку. Як зміниться частота мультівібратора, якщо напруга живлення зросте у два рази, якщо ємність C_1 зменшиться вдвічі?

Таблиця 4.2 – Вихідні дані для розрахунку

$E_{жс}, В$	$C_1, мкФ$	$R1, кОм$	$R2, кОм$	$R, кОм$
10	0,1	39	82	10

ЗАДАЧА № 4

Визначте тривалість імпульсу, генерованого одновібратором (рис. 4.4) за вихідними даними з таблиці 4.3, укажіть контур, по якому забезпечується заряд конденсатора C_1 , покажіть також контур, який забезпечує запуск одновібратора. Як зміниться частота одновібратора, якщо напруга живлення зросте у два рази, і як вона зміниться, якщо ємність C_1 зменшиться вдвічі?

Таблиця 4.3 – Вихідні дані для розрахунку

$R, кОм$	$C1, мкФ$	$R1, кОм$	$R2, кОм$
12	0,1	100	120

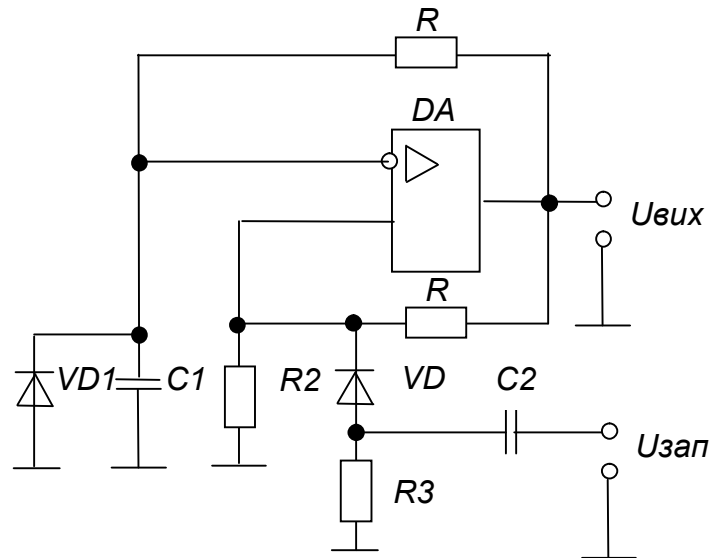


Рисунок 4.4

ЗАДАЧА № 5

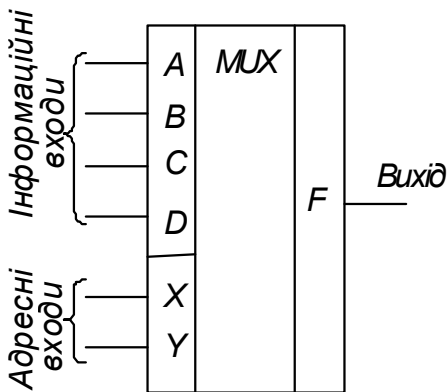


Рисунок 4.5

Логічна функція, що реалізується мультиплексором, схему якого наведено нижче, така: $F = Axу + B\bar{x}y + C\bar{x}\bar{y} + Dx\bar{y}$.

Наведіть таблицю істинності цього мультиплексора (рис. 4.5).

ЗАДАЧА № 6

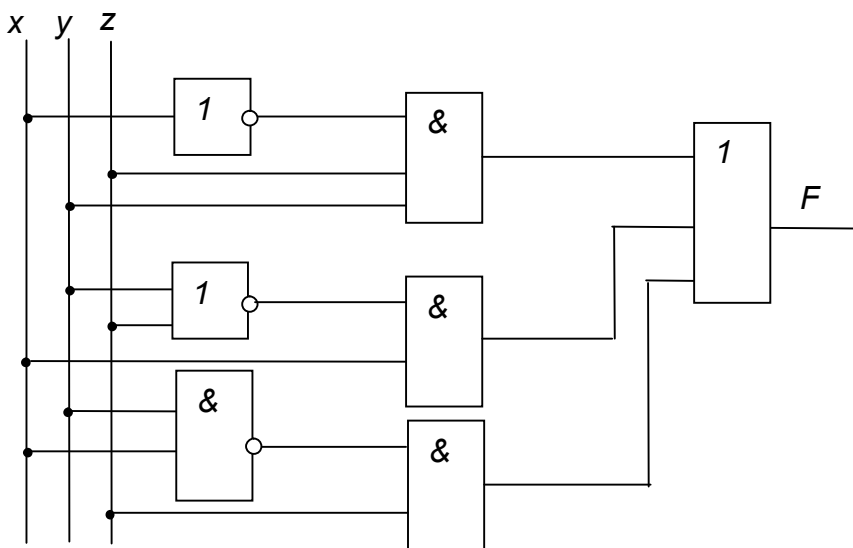


Рисунок 4.6

Запишіть логічну функцію F , на основі якої було реалізовано такий цифровий пристрій (рис. 4.6).

ЗАДАЧА № 7

Синтезуйте схему цифрового пристрою на логічних елементах, що реалізує логічну функцію:

$$F = \overline{\overline{xyz} + x(\overline{y+z}) + \overline{xyz}}$$

ЗАДАЧА № 8

Визначте необхідні параметри напівпровідникових діодів для випрямляча (рис. 4.7) і виберіть за допомогою таблиці 4.4 відповідний тип діода, якщо відомо, що в резисторі опір навантаження $R_H = 25 \text{ Ом}$, випрямлений струм $I_d = 2000 \text{ мА}$. Визначте також значення коефіцієнта пульсації випрямленої напруги. Знайдіть значення коефіцієнта трансформації трансформатора, підімкненого до мережі напругою $U_1 = 220 \text{ В}$ (вважати, що прямий опір діодів $R_{np} = 0$).

Таблиця 4.4 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри діода	Тип діода								
	Д7А	Д202	Д207	Д217	Д226Г	Д242Б	Д302	КД102В	К202Г
$I_{пр.ср.макс}, \text{ мА}$	300	400	100	100	300	5000	1000	100	1000
$U_{обр.макс.}, \text{ В}$	50	100	200	800	400	100	200	400	100

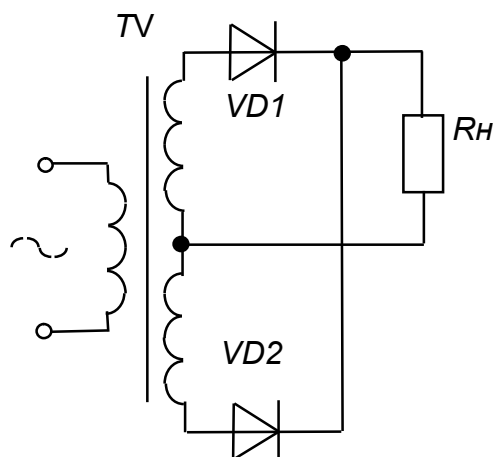


Рисунок 4.7

ЗАДАЧА № 9

Визначте необхідні параметри напівпровідникових діодів для випрямляча (рис. 4.8) і виберіть за допомогою таблиці 4.5 відповідний тип діода, якщо відомо, що опір навантаження $R_H = 25 \text{ Ом}$, випрямлений струм $I_d = 2000 \text{ мА}$. Визначте також значення коефіцієнта пульсації випрямленої напруги. Знайдіть

значення коефіцієнту трансформації трансформатора, підімкненого до мережі напругою $U_1 = 220$ В (вважати, що прямиий опір діодів $R_{np} = 0$).

Таблиця 4.5 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри діода	Тип діода								
	Д7А	Д202	Д207	Д217	Д226Г	Д242Б	Д302	КД102В	К202Г
$I_{ПР.СР.МАКС.}$, мА	300	400	100	100	300	5000	1000	100	1000
$U_{ОБР.МАКС.}$, В	50	100	200	800	400	100	200	400	100

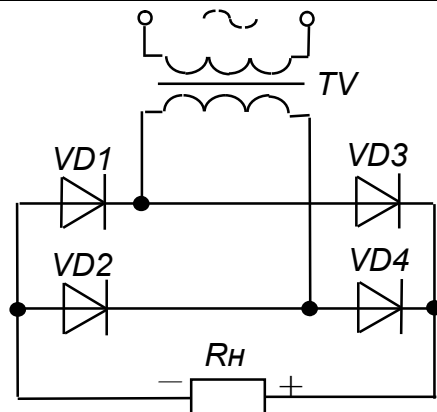


Рисунок 4.8

ЗАДАЧА № 10

Визначте необхідні параметри напівпровідникових діодів для випрямляча (рис. 4.9) і виберіть за допомогою таблиці 4.6 відповідний тип діода, якщо відомо, що опір навантаження $R_H = 600$ Ом, випрямлений струм $I_d = 75$ мА.

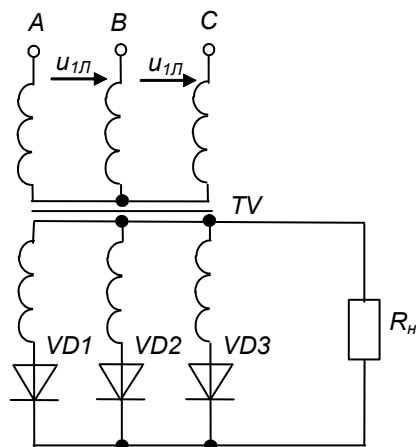


Рисунок 4.9

Визначте також значення коефіцієнта пульсації випрямленої напруги. Знайдіть значення коефіцієнта трансформації трансформатора, підімкненого до мережі напругою $U_{1л} = 380 \text{ В}$ (вважати, що прямиий опір діодів $R_{np} = 0$).

Таблиця 4.6 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри діода	Тип діода								
	Д7А	Д202	Д207	Д217	Д226Г	Д242Б	Д302	КД102В	К202Г
$I_{ПР.СР.МАКС.}, \text{ мА}$	300	400	100	100	300	5000	1000	100	1000
$U_{ОБР.МАКС.}, \text{ В}$	50	100	200	800	400	100	200	400	100

ЗАДАЧА № 11

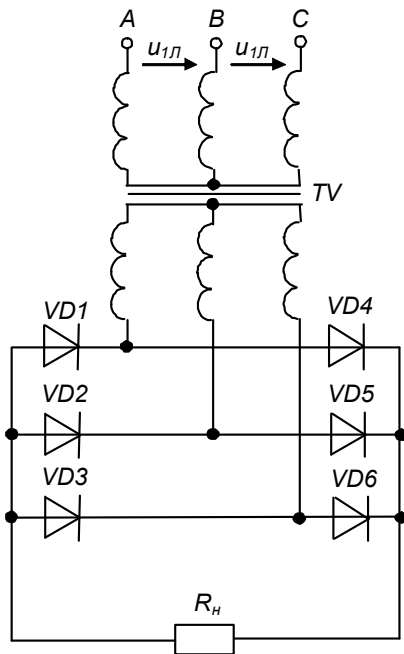


Рисунок 4.10

Визначте необхідні параметри напівпровідникових діодів для випрямляча (рис. 4.10) і виберіть за допомогою таблиці 4.7 відповідний тип діода, якщо відомо опір навантаження $R_{н} = 50 \text{ Ом}$, величина випрямленого струму $I_d = 1200 \text{ мА}$. Визначити також величину коефіцієнта пульсації випрямленої напруги. Знайти значення коефіцієнта трансформації трансформатора, підімкненого до мережі напругою $U_{1л} = 380 \text{ В}$ (вважати, що прямиий опір діодів $R_{np} = 0$).

Таблиця 4.7 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри діода	Тип діода								
	Д7А	Д202	Д207	Д217	Д226Г	Д242Б	Д302	КД102В	К202Г
$I_{ПР.СР.МАКС.}, \text{ мА}$	300	400	100	100	300	5000	1000	100	1000
$U_{ОБР.МАКС.}, \text{ В}$	50	100	200	800	400	100	200	400	100

Шкала оцінювання

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за ЄКТС
90 – 100	Відмінно	A
82 – 89	Добре	B
74 – 81		C
64 – 73	Задовільно	D
60 – 63		E
35 – 59	Незадовільно з можливістю повторного складання	FX
0 – 34	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням	F

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Підручники

1. Сосков А. Г. Промислова електроніка: теорія і практикум: Підручник / А. Г. Сосков, Ю. П. Колонтаєвський. – Київ : Каравела, 2013. – 496 с.
2. Колонтаєвський Ю. П. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум : навч. посібник; 2-е видання / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. – Київ : Каравела, 2004. – 432 с.
3. Колонтаєвський Ю. П. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник для студентів вищих навч. закладів / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков. – Київ : Каравела, 2009. – 384 с.
4. Руденко В. С. Основы промышленной электроники / В. И. Сенько, В. В. Трифонюк. – Київ : Высшая школа, 1985. – 400 с.
5. Горбачев Г. М. Промышленная электроника / Г. М. Горбачев, Е. В. Чаплыгин. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.

Методична література

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з промислової електроніки. Підсилюючі пристрої / Уклад. А. Г. Сосков, Ю. П. Колонтаєвський, О. Ф. Білоусов. – Харків, ХНАМГ, 2015. – 46 с.
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з промислової електроніки. Імпульсні та цифрові пристрої / Уклад. А. Г. Сосков, Ю. П. Колонтаєвський, О. Ф. Білоусов. – Харків, ХНАМГ, 2015. – 46 с.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з промислової електроніки. Перетворювальні пристрої / Уклад. А. Г. Сосков, Ю. П. Колонтаєвський, О. Ф. Білоусов. – Харків, ХНАМГ, 2016. – 46 с.

Виробничо-практичне видання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до самостійного вивчення дисциплін

ІНФОРМАЦІЙНА ЕЛЕКТРОНІКА і ЕЛЕКТРОННІ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

*(для студентів усіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка)*

Укладачі: **СОСКОВ** Анатолій Георгійович,
САБАЛАСВА Наталія Олегівна

Відповідальний за випуск *Я. Б. Форкун*

Редактор В. І. Шалда

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2017, поз. 236 М

Підп. до друку 20.08.2018 Формат 60×84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,0.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.