

Міністерство освіти і науки України

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Кафедра Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ
З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ»**

Одеса – 2024

УДК 621.37

Автори:

Воробйова О.М., кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Державного університету інтелектуальних технологій та зв'язку.

Альошина Л.О., викладач кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Державного університету інтелектуальних технологій та зв'язку.

Рецензенти:

Федорова К.Ю., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Цивільна інженерія та архітектура Одеського національного морського університету;

Марколенко П.Ю., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Фізико-математичних наук Державного університету інтелектуальних технологій та зв'язку.

*Рекомендовано до друку Навчально-методичною Радою
Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку
(протокол № 7 від 30 травня 2024 р.)*

Воробйова О.М., Альошина Л.О. Технічні засоби автоматизації: методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Одеса: ДУІТЗ, 2024. 27 с.

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів вищої освіти містять матеріал, який допоможе самостійно вивчити всі розділи навчальної програми з дисципліни «Технічні засоби автоматизації», перевірити свої знання, застосовувати їх при виконанні комплексного завдання, підготуватися до лабораторних, практичних занять та до іспиту.

При вивченні кожної теми дисципліни необхідно використовувати рекомендовану літературу. В кінці кожного розділу надані питання для самоперевірки знань, за допомогою відповідей на які можливо здійснити перевірку теоретичних знань, отриманих при самостійній роботі над розділами програми.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. Склад програми навчальної дисципліни та рекомендації з самостійного її вивчення.....	6
Тема 1. Етапи розвитку і принцип формування складу технічних засобів автоматизації.....	7
1.1. Основи поняття та визначення. Типові форми автоматизації.....	7
1.2. Методи стандартизації технічних засобів автоматизації. Уніфікація засобів автоматизації.....	7
Тема 2. Пристрої отримання інформації (давачі).....	8
2.1. Загальні характеристики давачів	8
2.2. Давачі з перетворенням активного опору.....	9
2.3. Давачі з перетворенням індуктивного типу	10
2.4. Ємнісні перетворювачі	10
2.5. Контактні давачі. Механічні контактні давачі Електроконтактні давачі.....	11
2.6. Генераторні давачі. Термопари. Магнітоіндукційні давачі (тахогенератори).....	12
Тема 3. Пристрої перетворення інформації та передачі каналами зв'язку	13
3.1. Підсилювач. Підсилювачі на біполярних транзисторах, підсилювачі на польових транзисторах	13
3.2. Операційні підсилювачі (ОП) – ідеальний підсилювач. Схеми підсилювача, компаратора, суматора на ОП	14
3.3. Підсилювач потужності. Транзисторний підсилювач з гальванічною розв'язкою. Тиристорний підсилювач. Магнітні підсилювачі. Електромашинні підсилювачі	16
Тема 4. Виконавчі механізми	17
4.1. Електродвигуни постійного та змінного струмів. Виконавчі пристрої та механізми на електричних двигунах (виконавчі механізми постійного струму. Реверсні механізми змінного струму).....	17
4.2. Електромеханічні виконавчі пристрої (ВП)	18
4.3. Електромагнітні виконавчі пристрої (ВП) (електромагнітні гальма, муфти, електромагнітні клапани)	20
4.4. Електромагнітні гальма, клапани	20
4.5. Електрогідравлічні та електропневматичні виконавчі механізми	21
Тема 5. Логічні пристрої автоматики	22
5.1. Перша група логічних перетворювачів. Електромагнітні реле. Конструкції та принцип дії. Енергетичні характеристики. Параметри. Контакти реле. Схеми іскрогасіння контактів. Поляризовані реле. Електромагнітні крокові шукачі	22

5.2. Друга та третя групи логічних перетворювачів	23
Друга група. Безконтактні логічні перетворювачі. Логічні схеми цифрової схемотехніки в автоматизації. Вибір мікросхем різних технологій виготовлення. Використання послідовних та комбінаційних пристроїв цифрової схемотехніки: тригери, регістри, шифратори, дешифратори, контактні та безконтактні електронні комутатори	23
Третя група. Програмовані логічні матриці. Мікроконтролери	23
Тема 6. Пристрої відображення інформації	25
6.1. Світлодіодні індикатори. Люмінесцентні індикатори. Рідиннокристалічні індикатори.	25
6.2. Матричні екрани. Відеотермінальні засоби	26

ВСТУП

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів допоможуть вивчити всі розділи навчальної програми з курсу «Технічні засоби автоматизації».

При вивченні питань необхідно використовувати рекомендовану літературу. В кінці кожного розділу надані питання для самостійної перевірки, за допомогою відповідей на які можливо здійснити перевірку теоретичних знань, отриманих при самостійній роботі над розділами програми.

Необхідно враховувати, що в кожному розділі є додаткові питання, вивчення яких допоможуть більш глибокому розумінню розглядуваних питань.

Метою викладання навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації» є забезпечення можливості вивчати елементи та пристрої отримання інформації з технологічного процесу, передачі цієї інформації по каналах зв'язку для обробки та формування команди управління виконавчими механізмами, самі виконавчі механізми, які базуються на останніх дослідженнях і можливостях технічних засобів автоматизації, що забезпечує тим самим одержування високих результатів в подальших задачах автоматизованих та автоматичних систем регулювання технологічними процесами на виробництві. Забезпечення базової підготовки здобувачів вищої освіти, яка необхідна для вивчення спеціальних дисциплін і наступного вирішування виробничих, проектних та дослідницьких задач. Формування системних знань та розвиток умінь щодо прийняття рішень та розробки систем автоматизації відповідно до кваліфікаційної характеристики бакалавра за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Основним завданням вивчення дисципліни «Технічні засоби автоматизації» є:

- сформувати у здобувачів вищої освіти системи понять, певної сукупності знань, умінь, навичок щодо принципів побудови, складу, характеристик і особливостях застосування технічних засобів автоматизації загальнопромислового і галузевого призначення, які дозволяють вирішувати задачі застосування технічних засобів для автоматизованих і автоматичних систем;

- сформувати у здобувачів вищої освіти принципи вибору необхідних засобів для реалізації систем керування технологічними процесами, використанням сучасних досліджень в області автоматизації,

- сформувати здатності виконувати вибір та налагодження технічних засобів для задач автоматизації з ціллю використання сучасних досліджень при проведенні автоматизації процесів та виробництв;

- сформувати необхідні знання для виконання обґрунтованого вибору технічних засобів автоматизації відповідно до їх призначення, умов експлуатації та технології.

Вимоги до компетенції визначаються галузевими стандартами вищої освіти України та освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів за спеціальностями 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Очікувані результати навчання

По завершенню навчання здобувачі першого (бакалаврський) рівня вищої освіти повинні продемонструвати навчальні досягнення, що корелюються з вимогами до загальних компетентностей (ЗК), спеціальних/фахових компетентностей (СК), а також програмних результатів навчання (ПРН), визначених вимогами ОПП «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» і Стандартом вищої освіти зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», а саме:

СК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ПРН7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПРН8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички діагностики і налагодження технічних і програмних засобів автоматизації та систем керування.

ПРН10. Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління та збору даних на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

1. СКЛАД ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ З САМОСТІЙНОГО ЇЇ ВИВЧЕННЯ

Програма навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації» викладається на третьому курсі. Увесь курс складається з шості тем та закінчується екзаменом. Кожна тема поділяється на підтеми або розділи. У кожному розділі достатньо широко розкриваються питання, які треба вивчати у даній темі. Тому треба ознайомитися з переліком тем, а у кожній темі з переліком підтем.

Тема 1. Етапи розвитку і принцип формування складу технічних засобів автоматизації.

1.1. Основи поняття та визначення. Типові форми автоматизації.

Загальні схеми типових форм автоматизації. Основні положення формування систем автоматизації.

1.2. Методи стандартизації технічних засобів автоматизації. Уніфікація засобів автоматизації

Уніфікація засобів автоматизації. Державна система промислових приладів і засобів автоматизації (ДСП).

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 3–11.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 4–10.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 2–4.
4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Що таке автоматичне управління?
2. Що таке система автоматизації?
3. Що таке об'єкт керування?
4. За якою функціональною схемою здійснюється автоматичний контроль?
5. Накресліть загальну схему часткового автоматичного контролю.
6. Яка схема автоматичного керування являє собою найбільш досконалий вид автоматизації?
7. Виконати самостійно задачу 1 (Тема 1). «Побудова функціональної схеми автоматичного регулювання параметрів технологічного процесу».

Додаткові питання

Д. 1. Які групи пристроїв утворюють систему автоматизації технологічного процесу?

Тема 2. Пристрої отримання інформації (давачі).

2.1. Загальні характеристики давачів.

Параметри давачів. Метрологічна характеристика. Принципи побудови давачів.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 13–14.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 11–14.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 8–11.
4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Що таке давач?
2. Основні вимоги. Які пред'являються до давачів?
3. Що таке вимірювальне перетворення?
4. На які класи підрозділяються пристрої отримання інформації?
5. Назвіть основні параметри давачів.
6. Характеристики давачів.
7. Виконати самостійно задачу 1 (Тема 2) «Розрахунок похибки вимірювального перетворювача».

Додаткові питання

Д. 1. Які поняття похибок вводять для вимірювальних перетворювачів?

2.2. Давачі з перетворенням активного опору.

Потенціометричні давачі. Основні конструкції. Характеристики та параметри потенціометричного давача.

Тензорезистори. Конструкції тензорезисторів. Чутливий елемент тензорезисторів. Встановлення тензорезисторів. Схема відімкнення тензорезисторних давачів.

Термометри опору. Діапазон вимірювальних температур. Чутливість металевих та напівпровідникових терморезисторів. Конструкція термометру опору.

Магніторезистори. Ефект. Який ефект покладено в основу виготовлення магнітоомічних перетворювачів або магніторезисторів. Принцип дії магніторезисторів. Залежність магнітної чутливості від форми перетворювача.

Фотоелементів з внутрішнім фотоефектом (фоторезистори). Який ефект покладено в основу виготовлення фоторезисторів. Основні характеристики фотоелементів. Схема увімкнення та конструкція фоторезисторів.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 15-27.

2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 14-17, 21–24.

3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 5–23.

4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Які типи давачів називають параметричними?
2. Назвіть типи параметричних давачів.
3. Поясніть роботу потенціометричного давача на прикладі електричного термометра.
4. Що таке тензорезистор?
5. Який ефект покладений в основу тензоперетворювача?
6. Що таке електричні термометри опору?
7. Дайте приклади використання термометра опору.

8. Який ефект покладений в основу магнітоомічних перетворювачів або магніторезисторів?

9. Поясніть принцип дії магніторезисторів.

10. Що таке фоторезистор? Який ефект покладений в основу роботи фотодавачів?

11. Виконати самостійно задачу 2 (Тема 2) «Розрахунок параметрів вихідного сигналу потенціометричного давача».

12. Виконати самостійно задачу 4 (Тема 2) «Розрахунок тензометричних давачів».

Додаткові питання

Д. 1. Назвіть основні переваги та недоліки потенціометричних давачів.

2.3. Давачі з перетворенням індуктивного типу.

Основний елемент індуктивних перетворювачів. Переваги та недоліки індуктивних перетворювачів.

Диференціальної-трансформаторні перетворювачі. Давач рівня з диференціальним трансформатором.

Магнітопружні перетворювачі. Конструкція магнітопружних перетворювачів. Магнітоанізатропний ефект. Магнітоанізатропні перетворювачі.

Безконтактні кінцеві вимикачі. Дві групи електронних пристроїв, які перетворюють кінцеве переміщення об'єкта у потенціальний сигнал.

Принципові електричні схеми безконтактних кінцевих вимикачів для обох груп перетворювачів.

2.4. Ємнісні перетворювачі.

Принцип дії ємнісного перетворювача. Застосування ємнісних перетворювачів. Ємнісний давач з сигнальним та вимірювальним перетвореннями.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 27–37.

2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 24–29.

3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 24–27.

4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Які типи давачів називають параметричними?
2. Поясніть принцип дії давача з перетворенням індуктивного типу.
3. Дайте приклад давача рівня з диференціальним трансформатором.
4. Поясніть принцип дії безконтактних кінцевих вимикачів.
5. Що таке ємнісний давач?

Додаткові питання

Д. 1. Виконати самостійно задачу 5 (Тема 2) «Розрахунок ємнісних давачів.».

2.5. Контактні давачі. Механічні контактні давачі. Електроконтактні давачі.

Механічні контактні давачі. Конструкції кінцевих вимикачів нажимної та повертальної дій. Діаграма робіт кінцевих вимикачів.

Конструкція та діаграма роботи мікроперемикача. Дискретні давачі переміщень. Мікроперемикач у складі давача тиску.

Електроконтактні давачі. Основний елемент електроконтактного давача. Схема підключення реле. Розрахунок схеми. Швидкодія.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 37–40.

2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. 140 с.

3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С.28–32.

4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Що таке контактний давач? Які перетворення виконуються у безконтактних давачів?
2. Що таке електроконтактний давач?
3. Як поділяються кінцеві вимикачі за конструктивними особливостями?
4. Наведіть діаграму роботи кінцевого вимикача.
5. Чим відрізняється конструкція мікроперемикача від кінцевого вимикача.
6. Наведіть діаграму роботи мікроперемикача.

Додаткові питання

Д. 1. Як працює мікроперемикач у складі давача тиску?

2.6. Генераторні давачі. Термопари. Магнітоіндукційні давачі (тахогенератори).

Термопари. Принцип дії. Основні властивості. Розрахунок термо-е.р.с. Характеристики деяких термопар.

Магнітоіндукційні давачі (тахогенератори). Магнітоіндукційний давач як давач швидкості.

Механічні, електричні та електронні давачі швидкості. Порівняльні характеристики. Застосування трьох груп пристроїв.

Тахогенератори постійного струму. Конструкція. Схемотехнічне зображення. Двофазні асинхронні тахогенератори. Конструкція. Принцип дії.

Синхронний тахогенератор змінного струму.

Давач Холла.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 40–50.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. 140 с.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 33–41.
4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Дайте приклади генераторних давачів.
2. Поясніть принцип дії термопари.
3. Яке явище покладено в основу роботи тахогенераторів?
4. Назвіть типи механічних давачів швидкості.
5. Основні переваги та недоліки тахометрів постійного струму.
6. Основні переваги та недоліки тахометрів змінного струму.
7. Що таке давач Холла та де він використовується?

Додаткові питання

Д. 1. Назвіть основні переваги та недоліки трьох типів тахогенераторів: механічних, електричних та електронних.

Тема 3. Пристрої перетворення інформації та передачі каналами зв'язку.

3.1. Підсилювач. Підсилювачі на біполярних транзисторах, підсилювачі на польових транзисторах.

Підсилювачі на біполярних транзисторах. Загальна структурна схема підсилювача. Основні технічні показники підсилювача. Багатоканальний підсилювач. Структурна схема підсилювача зі зворотним зв'язком.

Режими роботи підсилювальних елементів у схемі. Електронні підсилювачі на біполярному транзисторі. Діаграма роботи транзистора в режимах А, В, С. Трансформаторний та без трансформаторний двотактні вихідні підсилювачі.

Підсилювачі на польових транзисторах. Схеми підсилювачів. Двотактний підсилювач зі спільним стоком.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 50-67, 73–77.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 29–54.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 42–50.

4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Наведіть умовні позначення транзисторів типів $p-n-p$ та $n-p-n$
2. Наведіть схеми включення транзисторів $p-n-p$ та $n-p-n$ типів з СЕ.
3. Наведіть схеми включення транзисторів $p-n-p$ та $n-p-n$ типів з СБ.
4. Накресліть вхідні та вихідні ВАХ для схем з СБ та СЕ і поясніть їх хід.
5. Накресліть схему підсилювача на біполярному транзисторі з СЕ.
6. Дайте визначення режимів транзистора: активного, насичення та відсікання.
7. Поясніть вибір робочої точки для здійснення режиму А.
8. Наведіть діаграми роботи транзистора в режимах А, В, С.
9. Накресліть схему трансформаторного двотактного вихідного підсилювача.
10. Накресліть схему без трансформаторного двотактного вихідного підсилювача.

Додаткові питання

Д. 1. Виконати самостійно задачу 1 (Тема 3) «Розрахунок параметрів підсилювача з негативним зворотним зв'язком.

Д. 2. Виконати самостійно задачу 2 (Тема 3) «Розрахунок попереднього каскаду широкосмугового підсилювача на біполярному транзисторі.

3.2. Операційні підсилювачі (ОП) – ідеальний підсилювач.

Схеми підсилювача, компаратора, суматора на ОП.

Схеми на ОП: Приймач струму, близький до ідеального, як базовий елемент каскадів на ОП.

Інвертуючий та неінвертуючий підсилювачі. Підсилення, вхідний опір. Повторювач.

Обмежувачі рівнів. Інвертуючий та неінвертуючий суматори струмів та напруги, Інтегратор, диференціатор. Схеми. Епюри вихідних напруги

Компаратори. Типи. Принцип дії.

Мультивібратор на ОП. Схема, епюри, зміна частоти. Порівняльна характеристика мультивібраторів на БТ та ОП.

Джерела напруги, що керуються напругою і струмом. Джерела струму, що керуються напругою і струмом. Порівняльний аналіз завадостійкості підсилювачів напруги і струму.

Операційний підсилювач у режимі компаратора.
Регулювання у каскадах на ОП. Живлення ОП від одного і двох джерел.
Каскадне з'єднання ОП

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 77 – 88.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 48 – 54.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 43 – 48.
4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Накресліть схему інвертуючого та неінвертуючого підсилювачів. Поясніть функції кожного елемента схеми.
2. Виконати самостійно задачу 5 (тема 3). Розрахунок каскадів на операційних підсилювачах.
3. Накресліть схему повторювача на ОП
4. Накресліть схему інвертуючого суматора на ОП. Поясніть коли одна й та же схема може бути суматором струмів, а коли суматором напруги.
5. Накресліть схему інтегратора та диференціатора. Приведіть епюри вхідних та вихідних напруги.
6. Компаратор напруги однополярних та різноколірних вхідних сигналів
7. Накресліть схему мультівібратора
8. Амплітудні характеристики для інвертуючого підсилювача для схеми живлення від одного та двох джерел.
9. Накресліть схему інтегратора та диференціатора. Приведіть епюри вхідних та вихідних напруги.
10. Компаратор напруги однополярних та різноколірних вхідних сигналів
11. Накресліть схему мультівібратора.
12. Амплітудні характеристики для інвертуючого підсилювача для схеми живлення від одного та двох джерел.

Додаткові питання

- Д. 1. Накресліть епюри інвертуючого та неінвертуючого суматорів.

- Д. 2. Перемножувач напруги та дільник напруги на ОП.
Д. 3. Формувачі рівнів. Діаграма роботи. Придушення завад формувачем рівнів.
Д. 4. Поясніть способи балансування ОП.

3.3. Підсилювач потужності. Транзисторний підсилювач з гальванічною розв'язкою. Тиристорний підсилювач. Магнітні підсилювачі. Електромашинні підсилювачі.

Транзисторний підсилювач з гальванічною розв'язкою. Схема. Реалізація у схемі гальванічної розв'язки за допомогою оптотранзисторної пари. Керуючий елемент. Застосування.

Тиристорний підсилювач. Схема двоканального тиристорного підсилювача. Розрахунок параметрів схеми. Застосування.

Магнітні підсилювачі. Принцип дії. Зміна напруженості поля в осерді від величини постійної складової індукції. Паралельне з'єднання навантаження і дроселя. Переваги магнітних підсилювачів. Найпростіший магнітний підсилювач. Магнітний підсилювач на двох осердях. З паралельним та послідовним з'єднанням робочих обмоток. Однотактові магнітні підсилювачі. Диференціальний магнітний підсилювач. Магнітний підсилювач зі зворотним зв'язком.

Електромашинні підсилювачі. Схема та умовне позначення. Принцип роботи електромашинного підсилювача. Розрахунок коефіцієнта передачі електромашинного підсилювача.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 70-73, 93–115.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 54–66.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С.43–52.
4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Які схеми підсилювачів потужності Ви знаєте?
2. Накресліть схему транзисторного підсилювача з гальванічною розв'язкою та де їх використовують у системах автоматизації.

3. Які вихідні потужності забезпечує двоканальний тиристорний підсилювач?
4. Поясніть принцип дії магнітних підсилювачів.
5. Накресліть схему найпростішого магнітного підсилювача на одному осерді.
6. Накресліть схему магнітного підсилювача на двох осердях з паралельним з'єднанням обмоток. Які недоліки та переваги цієї схеми?
7. Накресліть схему магнітного підсилювача на двох осердях з послідовним з'єднанням робочих обмоток. Які недоліки та переваги цієї схеми?
8. Чому однотактні магнітні підсилювачі називають дросельними?
9. Які суттєві недоліки однотактових магнітних підсилювачів? Як їх можна зменшити?
10. Що таке двотактовий магнітний підсилювач? Які його переваги перед однотактовими?
11. Що таке електромашинний підсилювач? На чому основана його робота?
12. Завдяки чому в електромашинних підсилювачах забезпечується вихідна потужність 100 Вт...25 кВт?

Додаткові питання

- Д. 1. Порівняльні характеристики підсилювачів потужності за основними параметрами.
- Д. 2. Виконати самостійно задачу 3 (Тема3) «Розрахунок двокаскадного підсилювача потужності низької частоти на біполярному транзисторі».

Тема 4. Виконавчі механізми.

4.1 Електродвигуни постійного та змінного струмів. Виконавчі пристрої та механізми на електричних двигунах (виконавчі механізми постійного струму. Реверсні механізми змінного струму).

Електродвигуни постійного струму з незалежним збудженням. Схема включення. Характеристики електродвигуна постійного струму з незалежним збудженням.

Асинхронні електродвигуни змінного струму з короткозамкненою обмоткою ротора. Переваги та недоліки. Двофазний асинхронний двигун. Характеристики двофазного асинхронного двигуна.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 117–129.

2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 79–86.

3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 53–59.

4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Для чого застосовують виконавчі механізми у системах автоматизації?
2. Накресліть узагальнену схему виконавчого механізму, виконаного на основі електричного двигуна.
3. Що таке зона нечутливості електродвигуна?
4. Які переваги мають виконавчі механізми з двигунами змінного струму?
5. Як виконується реверсування трифазного електродвигуна?
6. Виконати самостійно задачі 1 (Тема 4) «Розрахунок параметрів електродвигунів постійного струму для виконавчих механізмів» та 3 (Тема 4) «Розрахунок параметрів електродвигунів змінного струму для виконавчих механізмів».

Додаткові питання

Д. 1. Приведіть схему включення та характеристики електродвигуна постійного струму з незалежним збудженням.

4.2. Електромеханічні виконавчі пристрої (ВП).

Виконавчі пристрої та механізми на основі електричних двигунів. Узагальнена структурна схема виконавчого механізму, виконаного на основі електричного двигуна.

Виконавчі пристрої та механізми на основі електричних двигунів постійного струму.

Структура виконавчого механізму МПК-13А-5. Електрична схема підключення.

Структура виконавчого механізму МП- 100М. Електрична схема підключення.

Виконавчі пристрої та механізми на основі електричних двигунів змінного струму.

Електрична схема однофазного виконавчого механізму МЕО-0,63. Виконавчий механізм шиферного заслону бункера-накопичувача. Принципова електрична схема керування шиферним заслоном. Реверсні механізми змінного струму).

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 117–129.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 83-86, 92–98.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 60–69.
4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Приведіть узагальнену структурну схему виконавчого механізму, виконаного на основі електричного двигуна.
2. Приведіть структуру виконавчого механізму МПК-13А-5.
3. Приведіть електричну схему підключення виконавчого механізму МПК-13А-5.
4. Приведіть структуру виконавчого механізму МП-100М.
5. Приведіть електричну схему підключення виконавчого механізму МП-100М.
6. Назвіть виконавчі пристрої та механізми на основі електричних двигунів змінного струму, які вивчали.
7. Виконати самостійно задачу 4 (Тема 4) «Розрахунок і вибір електродвигуна постійного струму з приводом для виконавчих механізмів.
8. Виконати самостійно задачу 2 (Тема 4) «Розрахунок робочих параметрів електродвигунів постійного струму з паралельним збудженням.

Додаткові питання

Д. 1. Виконати самостійно задачу 4 (Тема 4) «Розрахунок і вибір електродвигуна змінного струму для безперервної та тривалої роботи.

4.3. Електромагнітні виконавчі пристрої (ВП) (електромагнітні гальма, муфти, електромагнітні клапани).

Електромагнітний керуючий елемент.

Фракційні електромагнітні муфти з механічним зв'язком.
Електромагнітна з'єднувальна муфта.

Феропорошкові муфти. Спрощена схема конструкції електромагнітної феропорошкової муфти. Схема з реверсом.

Електромагнітна муфта зі зв'язком через магнітне поле. Конструкція. Принцип дії.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 129–134.

2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. 140 с.

3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 70–72.

4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Які види електромагнітних виконавчих механізмів ви знаєте?
2. Що таке електромагнітна муфта й де вона використовується?
3. Дайте класифікацію різних муфт за устроєм.
4. Що таке феропорошкова муфта?
5. За яким принципом працюють муфти зі зв'язком через магнітне поле?

Додаткові питання

Д. 1. Що таке електромагнітний керуючий елемент.

4.4. Електромагнітні гальма, клапани.

Конструкція та види електромагнітних гальм. Застосування. Переваги та недоліки.

Електромагнітні клапани. Застосування. Електромагнітний клапан паливопроводу.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 129–134.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. 140 с.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 73–75.
4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Для чого використовують електромагнітні гальма?
2. Дайте приклади найпростіших електромагнітних гальм.
3. Що таке електромагнітні клапани та де вони використовуються?
4. Як здійснюється включення та виключення електромагніту у електромагнітних гальм?
5. Приведіть спрощену структурну схему електромагнітного клапану паливопроводу.

Додаткові питання

- Д. 1. Що таке фрикційна стрічка? Де вона застосовується?
Д. 2. Що таке фрикційний диск? Де він застосовується?

4.5. Електрогідравлічні та електропневматичні виконавчі механізми.

Гідравлічні двигуни: гідравлічні циліндри двосторонньої дії; гідравлічні циліндри односторонньої дії.

Гідравлічні розподільники з електромагнітним керуванням.

Гідравлічні розподільники з електрогідравлічним керуванням.

Електропневматичні виконавчі механізми.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 134–141.

2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. 140 с.

3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 76–77.

4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. За яким принципом побудована робота електрогідравлічних виконавчих механізмів (ЕГВМ)?

2. Що таке ЕГВМ з дросельним регулюванням?

3. Що таке ЕГВМ з об'ємним регулюванням?

4. Що таке гідроциліндри та де вони використовуються?

5. Що таке гідравлічні мотори? З яких основних елементів вони складаються?

6. Яку роботу виконують гідравлічні розподільники з електромагнітним керуванням?

7. За яким принципом працюють електропневматичні виконавчі механізми?

Додаткові питання

Д. 1. Чим відрізняються електрогідравлічні та електропневматичні виконавчі механізми?

Тема 5. Логічні пристрої автоматики.

5.1. Перша група логічних перетворювачів.

Електромагнітні реле. Включення реле у схему. Конструкція та принцип дії. Енергетичні характеристики. Параметри. Контакти реле.

Схеми іскрогасіння контактів. Поляризовані реле. Електромагнітні крокові шукачі.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 142–155.

2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 101–106.

3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 77–79.

4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Які елементи відносяться до 1, 2 та 3-ї груп контактних та безконтактних логічних елементів автоматики?

2. Які типи електромагнітних реле Ви знаєте?

3. Поясніть конструкцію електромагнітного реле з повертальним якорем.

4. Які типи контактів зустрічаються в електромагнітному реле?

5. Назвіть три основних типи параметра працездатності контактів.

6. Назвіть часову характеристику реле.

7. Що таке поляризовані реле?

8. Що таке електромагнітні крокові шукачі? Як вони працюють? Де використовуються?

9. Виконати самостійно задачу 1 (Тема 5) «Розрахунок параметрів електромагнітних реле».

Додаткові питання

Д. 1. Приведіть схеми іскрогасіння контактів реле.

Д. 2. Чим відрізняються поляризовані та неполяризовані реле?

5.2. Друга та третя групи логічних перетворювачів.

Друга група. Безконтактні логічні перетворювачі. Логічні схеми цифрової схемотехніки в автоматизації.

Вибір мікросхем різних технологій виготовлення. Використання послідовних та комбінаційних пристроїв цифрової схемотехніки: тригери, регістри, шифратори, дешифратори, контактні та безконтактні електронні комутатори.

Третя група. Програмовані логічні матриці. Мікроконтролери. Мікропроцесори.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Технічні засоби автоматизації: навч. посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. С. 156–200.
2. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Методичні вказівки для практичних занять та виконання комплексного завдання з дисципліни «Технічні засоби автоматизації». Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. С. 106–140.
3. Ткачов В.В. Технічні засоби автоматизації»: навч. посібник. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2019. С. 77–79.
4. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Промислова електроніка» / О.М. Воробйова, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта, Л.О. Альошина. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 96 с.
5. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Промислова електроніка: навч. посібник. Ч. І. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2020. С. 171–301.
6. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Промислова електроніка: навч. посібник. Ч. ІІ. Одеса: ДУІТЗ, 2022. 28–79 с.

Питання для самоперевірки знань

1. Які сигнали називають цифровими?
2. Яка система числення називається двійковою?
3. Що таке логічна функція?
4. Що таке безконтактні реле?
5. Які елементи інтегральної схемотехніки найчастіше застосовують для побудови логічних автоматів малої та середньої складності?
6. У яких випадках слід застосовувати схемотехніку ТТЛ? У чому її переваги?
7. У яких випадках слід застосовувати КМОН-логіку? У чому її переваги?
8. Де застосовується тригер з діодом Шотткі?
9. Як здійснити узгодження роботи мікросхем ТТК- та КМОН-логік?
10. Дайте умовне позначення МС, найчастіше використовуваних у пристроях логічних автоматів.
11. Поясніть принцип дії комутаторів цифрових та аналогових сигналів.
12. Що таке цифровий компаратор та де він застосовується у пристроях автоматики?
13. Який тригер називається синхронним, а який асинхронним?
14. Як можна керувати тригерами?
15. Який вхід називається потенційним, а який вхід називають імпульсний?
16. Послідовні регістри – регістри зсуву. Застосування регістрів зсуву.
17. Паралельні регістри. Застосування регістрів пам'яті.
18. Шифратори. Схеми. Умовно-графічне позначення.

19. Дешифратори. Схеми. Умовно-графічне позначення.
20. Цифрові компаратори.
21. Програмування ПЛМ. Таблиця програмування.
22. Використання першого рівня M1 та другого рівня M2 дворівневої матриці для реалізації комбінаційної схеми.
23. Мікропроцесори (МП) – нова ера електроніки. Основні положення.
24. Медійні та мультимедійні МП. Узагальнена схема мікропроцесора:
25. Мікропроцесорний комплект. Мікроконтролер.
26. Виконати самостійно задачу 2 (Тема 5) «Безконтактне реле. Розрахунок логічних елементів різних технологій».
27. Виконати самостійно задачу 3 (Тема 5) «Розрахунок тригерних схем».
28. Виконати самостійно задачу 4 (Тема 5) «Двійкового-десяткові лічильники. Декаді з'єднання лічильників».
29. Виконати самостійно задачу 5 (Тема 5) «Програмовані логічні матриці».

Додаткові питання

- Д. 1. Які основні елементи входять у мікропроцесорний комплект?
- Д. 2. Функціонування мікропроцесорного комплекту або мікроконтролера.

Тема 6. Пристрої відображення інформації.

6.1. Світлодіодні індикатори. Люмінесцентні індикатори. Рідиннокристалічні індикатори.

Світлодіодні індикатори. Світлодіоди. Характеристики, параметри. Принцип дії. Схема включення світлодіода.

Лазери. Типи: газонаповнених, твердотілих та напівпровідникових лазерів. Принцип дії.

Люмінесцентні індикатори: електролюмінісцентні порошкові випромінювачі; електролюмінісцентні плівкові випромінювачі.

Рідиннокристалічні індикатори - тип згенерованого зображення на тонкій плоскій панелі. Принцип дії. Використання молекул рідкого кристала стержневидних. Властивість таких молекул рідкого кристала.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Промислова електроніка: навч. посібник. Ч. I. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2020. С. 100-111, 134–136.
2. Воробйова О.М., Іванченко В.Д. Основи схемотехніки: підручник. Одеса: Фенікс, 2009. С. 360–369.

Питання для самоперевірки знань

1. Накресліть схему включення світлодіода. Поясніть принцип дії.
2. Характеристики світлодіодів.
3. Порівняльна характеристика роботи газонаповнених, твердотілих та напівпровідникових лазерів.
4. Структура напівпровідникового лазера.
5. Принцип дії порошкового люмінесцентного індикатора
6. Принцип дії плівкового люмінесцентного індикатора.
7. Властивість стержневидних молекул рідкого кристала для виробництва рідиннокристалічних індикаторів.
8. Два типи рідиннокристалічних дисплеїв: пасивна і активна матриці.

Додаткові питання

- Д. 1. Порівняльні характеристики електролюмінесцентних порошкових та плівкових випромінювачів.
- Д. 2. Використання пасивних та активних матричних екранів.

6.2. Матричні екрани. Відеотермінальні засоби.

Матричні екрани. Два типи рідиннокристалічних дисплеїв: пасивна і активна матриці. Принцип дії.

Переваги та недоліки кожного типу. Використання пасивних та активних матричних екранів.

Відеотермінальні засоби.

Рекомендована література

1. Воробйова О.М., Флейта Ю.В. Промислова електроніка: навч. посібник. Ч. І. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2020. С. 100-111, 134–136.
2. Воробйова О.М., Іванченко В.Д. Основи схемотехніки: підручник. Одеса: Фенікс, 2009. С. 360–369.

Питання для самоперевірки знань

1. Два типи рідиннокристалічних дисплеїв: пасивна і активна матриці.
2. Порівняльні характеристики електролюмінесцентних порошкових та плівкових випромінювачів.
3. Види відеотермінальних засобів.

Додаткові питання

- Д. 1. Використання пасивних та активних матричних екранів.

Навчально-методичне видання

Олена Михайлівна Воробйова
Лариса Олексіївна Альошина,

**Методичні вказівки для самостійної роботи
здобувачів вищої освіти
з дисципліни
«Технічні засоби автоматизації»**