

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА  
КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ З КУРСУ  
"СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ В  
ЕЛЕКТРОПОБУТОВІЙ ТЕХНІЦІ"**

ХАРКІВ

2005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА  
КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ З КУРСУ  
"СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ В  
ЕЛЕКТРОПОБУТОВІЙ ТЕХНІЦІ"**

для студентів усіх форм навчання  
спеціальності 092206 "Електричні машини та апарати"  
спеціалізації 092206-04 "Електропобутова техніка"

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету  
протокол № 2 від 17.06.2005 р.

ХАРКІВ  
НТУ "ХПІ" 2005

Програма, методичні вказівки та контрольне завдання з курсу "Системи автоматичного керування в електропобутовій техніці" для студентів усіх форм навчання спеціальності 092206 "Електричні машини та апарати" спеціалізації 092206-04 "Електропобутова техніка" / О.Г. Середа, В.С. Лупіков – Харків: НТУ "ХП", 2005. – 33 с.

Укладачі:        О.Г. Середа  
                          В.С. Лупіков

Рецензент: Б.В. Клименко

Кафедра "Електричні апарати"

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Застосування електропобутових машин і приладів дозволяє значно підвищити продуктивність праці в домашньому господарстві. Масовий характер виробництва електропобутових машин і приладів, що відповідають сучасному рівню розвитку, вимагає удосконалювання їх конструкції і технології виготовлення, створення спеціальних ремонтних служб. Інженерно-технічним працівникам, що займаються розробкою, експлуатацією і ремонтом сучасних складних електропобутових машин і приладів потрібні систематизовані знання. Необхідно змінювати структуру виробництва електропобутових пральних машин у напрямку вдосконалення і модернізації автоматів і напівавтоматів з підвищеною частотою обертання при віджимі. Необхідно змінити структуру холодильників і морозильників, що випускаються, при збільшенні їх об'ємів і зниженні температур у морозильних відділеннях. Необхідно підвищувати комфортність пилососів. У нових розробках усе ширше використовується нова елементна база. Для її кваліфікованого обслуговування необхідні теоретичні знання з електроніки, а також практичний досвід роботи в цій галузі. Потрібно вивчати принципові схеми й описи роботи різних автоматичних пристроїв. Особлива увага приділяється налагодженню пристроїв, тому що це значно скорочує час на виготовлення і підвищує надійність при експлуатації.

Науково-технічний прогрес у конструюванні побутової електротехніки відбувається в двох напрямках: розширення асортименту і вдосконалення споживчих якостей електроприладів. Останні досягнення напівпровідникової технології мікропроцесорів забезпечили новий підхід до конструювання систем автоматичного керування електропобутовими машинами і приладами. Об'єднання мікропроцесора з пристроями пам'яті і вводу-виводу дозволили створити мікроконтролери, можливості яких на кілька порядків вище, ніж можливості електромеханічних командоапаратів при однаковій вартості.

На основі аналізу зразків складної електропобутової техніки, що випускається серійно, можна відзначити наступні переваги приладів з електронними системами керування: значне розширення функціональних

можливостей, економія електроенергії, підвищення точності виконання заданих функцій, можливість роботи в режимі діалогу «людина-машина», підвищення рівня уніфікації, технологічності і ремонтпридатності, зменшення трудомісткості виготовлення.

**Предметом** навчальної дисципліни є системи автоматичного керування (САК) електропобутовими приладами. Розрахунок елементів САК є основними питаннями, що розглядаються в курсі дисципліни.

**Мета** викладання дисципліни – дати студенту знання основних принципів проектування, розрахунку та конструювання систем автоматичного керування в електропобутових приладах.

**Задачі курсу** – вивчення типових схем систем автоматичного керування електропобутовими приборами, а також ознайомлення з правилами безпечного проведення електромонтажних робіт і налагодження елементів САК.

Навчальним планом з курсу "Системи автоматичного керування в електропобутовій техніці" для студентів денної форми навчання передбачено: лекції – 30 год, лабораторні заняття – 15 год, курсова робота “Розрахунок підсилюючого каскаду на біполярному транзисторі з температурною стабілізацією робочої точки” і дві контрольні роботи за матеріалами модулів.

У процесі роботи над курсом "Системи автоматичного керування в електропобутовій техніці" студенти заочної форми навчання самостійно вивчають усі розділи курсу за методичними вказівками і літературою, що рекомендується, і відповідають на питання для самоперевірки, а також виконують контрольне завдання.

На практичних заняттях студенти знайомляться з особливостями оформлення принципів електричних схем, правилами техніки безпеки під час налагодження систем автоматичного керування, правилами будови і характеристиками електропобутових пристроїв, опановують практичні навички роботи з електропобутовою технікою і налагодження підсилювачів і стабілізаторів.

На іспиті студенти повинні показати знання основних розділів курсу, методик розрахунку, процедур проведення електромонтажних робіт і робіт щодо налагодження систем автоматичного керування електропобутовими приборами.

Зараз відсутній підручник з курсу "Системи автоматичного керування в електропобутовій техніці". Перелік передбачених програмою питань базується на курсах "Основи електропобутової техніки", "Електропобутова техніка", "Проектування елементів електропобутової техніки". "Безконтактні елементи автоматики в електропобутовій техніці".

Виклад основних питань можна знайти в навчальних посібниках, наведених у розділі 2. Додаткова література дає можливість розширити відомості про досліджувані питання.

## **2. СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основний**

1. Бондарь Е.С., Кравцевич В.Я. Современные бытовые электроприборы и машины. – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.
2. Дробица Н.А. Автоматика в быту. – К: Техніка, 1984. – 71 с.
3. Лепаев Д.А. Устройство и ремонт бытовых электроприборов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 272 с.
4. Лепаев Д.А., Корхов Ю.М. Электрические аппараты бытового назначения: Учебник для техникумов. – М.: Высшая школа, 1970. – 286 с.
5. Лир Э.В., Петко И.В. Электробытовые машины и приборы: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Техника, 1990. – 270 с.
6. Подлесный И.И., Рубанов В.Г. Элементы систем автоматического управления и контроля: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – К.: Выща шк., 1991. – 461 с.
7. Привалов С.Ф. Электробытовые устройства и приборы: Справочник домашнего мастера. – СПб.: Лениздат, 1994. – 511 с.

### **Додатковий**

8. Борисов Е.Г. Малая бытовая электроника. – М.: Энергия, 1972. – 32 с.
9. Захаров В.К., Лыпарь Ю.И. Электронные устройства автоматики и телемеханики: Учебник для вузов. – 3-е изд, перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1984. – 432 с.
10. Королев Г.В. Электронные устройства автоматики: Учеб. пособие для учащихся техникумов спец. «Производство электронных и электрических средств автоматизации». – М.: Высшая шк., 1983. – 255 с.

11. Микроэлектронные устройства автоматики: Учеб. пособие для вузов / А.А. Сазонов, А.Ю. Лукичев, В.Т. Николаев и др.; под ред. А.А. Сазонова. – М.: Энергоатомиздат, 1991.- 384 с.

12. Преснухин Л.Н., Воробьев Н.В., Шашкевич А.А. Расчет элементов цифровых устройств. – М.: Высшая шк., 1991. – 527 с.

### **3. ПРОГРАМА КУРСУ**

#### **МОДУЛЬ 1**

#### **Функціональні та структурні схеми систем автоматичного керування**

(10 год.)

##### **Тема 1. Вступ**

Задачі курсу, його зв'язок з іншими дисциплінами. Історичний огляд у частині створення систем автоматичного керування (САК) і регулювання (САР) електропобутовими приладами. Сучасні тенденції розвитку САК і САР. Необхідність удосконалення конструкції і технології виготовлення електропобутових машин і приладів з електронною системою керування. Нормативні документи.

##### **Тема 2. Поняття системи автоматичного керування і регулювання**

Об'єкт керування. Види сигналів, що впливають на об'єкт керування. Кодування та декодування, модуляція та демодуляція сигналу. Регулятор. Задачі елементів САК. Операції, що виконують елементи САК. Мета і задачі автоматичного керування. Алгоритм керування.

##### **Тема 3. Класи систем автоматичного керування**

Класифікація систем автоматичного керування по виду автоматизації. Розімкнені та замкнуті САК. Необхідність зворотних зв'язків. Системи стабілізації. Системи програмного керування. Системи що стежать. Системи автоматичного керування при наявності додаткового джерела живлення.

##### **Тема 4. Класифікація систем автоматичного керування за функціональним призначенням**

Функціональні схеми систем автоматичного регулювання температури.

Завдання системі визначеного режиму роботи. Безперервні та дискретні САР. Функціональні схеми систем автоматичного регулювання стану. Завдання системі закону зміни впливу, що задає. Функціональні схеми систем автоматичного контролю. Сполучення спеціалізованих мікро ЕОМ з функціональними елементами безперервного типу. Аналого-цифрові, цифро-аналогові та частотно-цифрові перетворювачі.

#### **Тема 5. Узагальнена функціональна схема САК**

Призначення кожного функціонально-необхідного елемента. Особливості виконання, а також умови присутності чи відсутності елементів в залежності від характеру конкретної САК. Загальні питання реалізації принципів побудови САК і дослідження їх статичних і динамічних характеристик. Функціональний рівень проектування. Структурний рівень проектування. Уніфікація елементів САК і САР.

#### **Тема 6. Структурні схеми систем автоматичного керування**

Основні правила складання і перетворення структурних схем. Послідовне включення елементів. Паралельне включення елементів. Складання структурної схеми і визначення передатної функції системи в загальному виді. Структурна схема САР напруги джерела живлення. Структурна схема системи, що стежить. Структурні схеми САР швидкості обертання двигунів постійного і змінного струму. Перетворення структурної схеми.

#### **Тема 7. Математичні методи аналізу властивостей лінійних та лінеаризованих елементів САК**

Рівняння руху елемента. Методика складання диференційного рівняння руху. Передаточна функція елемента. Типові сигнали, що використовуються для визначення динамічних властивостей елементів САК. Часові динамічні характеристики елементів. Частотні характеристики елементів. Математичні моделі елементарних лінійних динамічних елементів. З'єднання елементів безперервного типу.

#### **Тема 8. Математичні методи аналізу властивостей нелінійних елементів САК**

Загальні властивості статичних характеристик. Типові статичні характеристики. Вібраційна лінеаризація статичних характеристик суттєво нелінійних елементів. Гармонічна лінеаризація нелінійності. Еквівалентний

комплексний коефіцієнт підсилення. Коефіцієнти гармонічної лінеаризації типових нелінійностей.

### **Тема 9. Математичні методи аналізу властивостей дискретних елементів САК**

Класифікація дискретних елементів по характеру квантування безперервного сигналу. Класифікація імпульсних елементів по засобу модуляції. Математичний опис імпульсного елемента. Передаточна функція дискретного елемента.

### **Тема 10. Проектування та технічна діагностика елементів та систем автоматичного контролю**

Етапи проектування. Автоматизація проектування. Задачі технічної діагностики. Діагностування цифрових елементів САК. Діагностування аналогових елементів САК.

## **МОДУЛЬ 2**

### **Принципові схеми систем автоматичного керування побутовими електроприладами**

(20 год.)

### **Тема 11. Універсальна електронна система автоматичного керування**

Ефективність використання машин і приладів з електронною САК. Мікроелектронна елементна база. Логічні інтегральні схеми. Ключові елементи логічних схем. Логічні функції. Мікроконтролер. Програмна реалізація функцій керування. Пристрої керування, пам'яті, вводу та індикації. Виконавчі механізми. Датчики. Пристрої формування імпульсів синхронізації. Блок живлення. Вимоги електромагнітної сумісності.

### **Тема 12. Схеми автоматичного керування частотою обертання приводних електродвигунів**

Керування частотою обертання асинхронних електродвигунів. Схема імпульсного регулювання. Схема фазового регулювання. Керування частотою обертання універсальних електродвигунів. Схема регулювання частоти обертання універсального електродвигуна для привода міксерів та швачних машин. Схема регулювання частоти обертання універсального електродвигуна

з керуванням часу робочого циклу. Керування частотою обертання електродвигунів постійного струму. Схема дискретного керування частотою обертання електродвигунів постійного струму з постійними магнітами для привода барабана автоматичних пральних машин. Схема плавного керування частотою обертання електродвигунів постійного струму для привода барабана автоматичної пральної машини в режимі прання. Схема плавного регулювання частоти обертання електродвигуна постійного струму зі збудженням від постійних магнітів, стабілізацією частоти обертання й обмеженням струму навантаження для регулювання частоти обертання барабана автоматичних пральних машин. Схема автоматичного керування регулятором частоти обертання гладильного валику.

### **Тема 13. Схеми автоматичного пуску і реверса приводних двигунів електропобутових приладів**

Схема безконтактного пуску однофазного асинхронного двигуна з пусковою обмоткою для запуску двигунів герметичних компресорів домашніх холодильників. Схема безконтактного реверса однофазного асинхронного електродвигуна.

### **Тема 14. Схеми автоматичного регулювання параметрів побутових приладів**

Автоматичне регулювання температури нагрівання електроковдр. Автоматичне регулювання температури нагрівання кавоварки. Автоматичне регулювання температури миючого розчину пральних і посудомийних машин. Комбінована схема для автоматичного регулювання температури і рівня миючого розчину пральних і посудомийних машин. Автоматичне регулювання процесу сушіння білизни. Напівпровідникова приставка для живлення побутових електроприладів. Сигнальна схема, що автоматично реагує на наближення чи дотик предметів. Схема автоматичного вимикання нагрівальних і освітлювальних приладів. Автоматична підтримка температури у побутових умовах при печатці на кольоровому фотопапері для одержання постійної температури реактивів при хімічній обробці фотопапера. Схема автоматичного керування СВЧ нагріванням при термічній обробці продуктів в процесі

разморозки, розігріву та виготовлення страв. Схема автоматичного керування часом при запіканні тостів. Електронна схема автоматичної підтримки обраного температурного режиму роботи гладильної машини і регулювання частоти обертання валика.

### **Тема 15. Монтаж елементів САК і САР**

Вибір комутаційних апаратів. Характеристики основних безконтактних елементів автоматики. Монтаж безконтактних апаратів керування. Монтаж пускорегулюючих пристроїв. Станції керування. Логічні елементи.

## **4. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ**

### **Модуль 1. Функціональні схеми систем автоматичного керування**

#### **Тема 1**

1. Які вимоги ставляться до сучасних електропобутових машин і приборів?
2. Які недоліки характерні для сучасних САК електропобутових машин і приладів?
3. Які вимоги ставляться до сучасних САК та САР?
4. У чому відмінність аналогових та цифрових САК? Дайте порівняльну характеристику.

#### **Тема 2**

5. У чому полягає принцип сумісності вхідних і вихідних сигналів?
6. Наведіть способи формування керуючих впливів.
7. Які операції з сигналом може виконувати регулятор?
8. У чому складається принципова відмінність керуючих схем регуляторів потужності при формуванні однополуперіодного і двухполуперіодного керуючих впливів?
9. Назвіть засоби передачі електричних сигналів.

#### **Тема 3**

10. Які завдання вирішує ЕОМ у замкнутому контурі керування?
11. Які види зворотних зв'язків застосовуються в САК?
12. Про які технологічні параметри можна одержати інформацію,

використовуючи системи автоматичного контролю.

13. Які функції виконує автоматична система стабілізації?
14. Які функції виконує автоматична система програмного керування?
15. Які функції виконує автоматична система стеження?
16. Які режими роботи застосовуються в САК.

#### **Тема 4**

17. Як здійснюється завдання режиму роботи автоматичній системі стабілізації температури?
18. Які функціонально-необхідні елементи входять до автоматичної системи регулювання стану?
19. Як виконується сполучення спеціалізованих мікро ЕОМ з функціональними елементами безперервного типу?
20. Дайте визначення наступним поняттям: цифровий пристрій, елемент цифрового пристрою, компонент елемента цифрового пристрою.
21. Які призначення й область застосування аналого-цифрових (АЦП), цифро-аналогових (ЦАП) і частотно-цифрових перетворювачів (ЧЦП)? Перелічіть типові вхідні і вихідні сигнали цих перетворювачів.
22. Який з методів АЦП забезпечує найбільшу перешкодозахищеність і чому?
23. Яке функціональне призначення й основні методи побудови ЧЦП?

#### **Тема 5**

24. Які вимоги ставляться до виконавчих елементів систем?
25. За якими ознаками класифікуються коригувальні елементи систем?
26. Укажіть призначення і наведіть класифікацію елементів завдання.
27. Наведіть приклади використання потенціометричних елементів завдання.
28. Для чого призначені елементи порівняння, і на які класи вони підрозділяються?
29. Наведіть схему пристрою порівняння двох однорозрядних чисел.
30. Який принцип дії комбінованих елементів порівняння?
31. Перелічіть основні принципи узгодження сусідніх елементів.

## **Тема 6**

32. У чому є різниця між функціональними і структурними схемами САК?
33. Від чого залежить вигляд передаточної функції?
34. У чому особливості структур квазістатических і динамічних елементів?
35. Які фактори впливають на вибір структурної схеми керуючого пристрою?
36. Як здійснюється програмна реалізація динамічних передатних функцій?

## **Тема 7**

37. Які властивості елементів відображають частотні характеристики?  
Проілюструвати на прикладах конкретних елементів.
38. За якими умовами коригувальний диференційний елемент здійснює диференціювання близьке до ідеального?
39. У яких межах частот робить інтегрування сигналу найпростіший інтегруючий елемент?
40. Поясніть призначення інтегро-диференціюючого елемента.
41. Які переваги мають коригувальні елементи на несучій частоті?
42. На якому принципі заснована робота коригувальних пристроїв з демодуляцією сигналу?
43. Для чого служать математичні моделі компонентів САК?

## **Тема 8**

44. У чому відмінність гармонійної лінеаризації від лінеаризації методом дотичної?
45. Якими способами може здійснюватися нелінійна корекція?
46. Якими властивостями повинен володіти псевдолінійний коригувальний елемент?
47. Як здійснюється компенсація істотних нелінійностей при застосуванні коригувальних елементів нелінійного типу?

## **Тема 9**

48. За якими ознаками і на які класи поділяються дискретні елементи систем?
49. На які типи поділяються дискретні логічні елементи, виконані у виді інтегральних мікросхем?

50. Який зв'язок між спектрами безперервного сигналу і відповідною йому гратчастою функцією?
51. Зробіть порівняльний аналіз дискретних логічних елементів по швидкодії, стабільності до завад, за рівнем споживаної потужності, по навантажувальній здатності.
52. На яких елементах можна реалізувати дискретні елементи завдання?

### **Тема 10**

53. У чому виявляється аналіз і синтез при проектуванні?
54. Охарактеризуйте види обмежень при проектуванні.
55. У чому відмінність функціонально-технічних вимог від експлуатаційних вимог до елементів систем?
56. Охарактеризуйте кожний з етапів загального алгоритму процесу проектування.
57. Як здійснюється вибір комплектуючих виробів систем автоматизації.
58. Як моделюються об'єкти керування?
59. Які засоби автоматизації конструювання?

## **Модуль 2. Принципові схеми систем автоматичного керування побутовими електроприладами**

### **Тема 11**

1. З яких функціональних блоків складається цифрова ЕОМ?
2. Які основні функції мікропроцесорів у керуючих пристроях?
3. У чому складаються переваги застосування спеціалізованих контролерів для керування локальними підсистемами?
4. Порівняйте переваги і недоліки шоститранзисторного і чотирьохтранзисторного елемента пам'яті ОЗУ на МДП-приборах.
5. Яка схемотехніка забезпечує максимальну швидкодію елемента пам'яті ОЗУ?
6. Що таке буферні підсилювачі і для чого вони використовуються?
7. Які існують типові структури інтегральних мікросхем

- напівпровідникових підсилювачів?
8. Що таке тригерний пристрій?
  9. Якими параметрами і характеристиками визначається робота тригера в статичному і динамічному режимі?
  10. Що таке елементарний осередок пам'яті?
  11. Чим визначаються активні сигнали на входах елементарних осередків пам'яті і тригера?
  12. Чому рівні  $U^0$  і  $U^1$  ТТЛ-елементів стали стандартними в цифрових пристроях?
  13. Якими характеристиками визначається можливість застосування крокового виконавчого двигуна з електронним комутатором?

## **Тема 12**

14. Чим відрізняється однополуперіодні та двохполуперіодні схеми живлення електропобутових приладів?
15. Чим визначається режим роботи схеми регулювання частоти обертання і спосіб її стабілізації для конкретного електропобутового приладу?
16. Які існують способи керування виконавчими електродвигунами змінного струму?
17. Поясніть принцип дії схеми імпульсного регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.
18. Як здійснюється зворотній зв'язок між схемою живлення та частотою обертання при автоматичному керуванні асинхронними двигунами?
19. Як здійснюється стабілізація частоти в схемі імпульсного регулювання частоти обертання асинхронних двигунів?
20. Поясніть принцип дії схеми фазного керування частоти обертання асинхронних двигунів.
21. Як здійснюється стабілізація частоти в схемі фазного регулювання частоти обертання асинхронних двигунів при зміні навантаження на валу?
22. Поясніть принцип дії схеми регулювання частоти обертання універсального електродвигуна для привода міксерів та швачних машин.
23. Як здійснюється стабілізація частоти обертання універсальних двигунів

- при зміні навантаження на валу?
24. Поясніть принцип дії схеми регулювання частоти обертання універсального електродвигуна з керуванням часу робочого циклу.
  25. На які класи підрозділяються виконавчі двигуни постійного струму?
  26. Наведіть і охарактеризуйте статичні і динамічні характеристики виконавчих двигунів постійного струму?
  27. У чому особливості безколекторних двигунів постійного струму?
  28. Як здійснюється імпульсне керування електродвигунами постійного струму?
  29. Поясніть принцип дії схеми дискретного керування частотою обертання електродвигунів постійного струму з постійними магнітами.
  30. Поясніть принцип дії схеми плавного керування частотою обертання електродвигунів постійного струму.
  31. Поясніть принцип дії схеми плавного регулювання частоти обертання електродвигуна постійного струму з стабілізацією частоти обертання й обмеженням струму навантаження.
  32. Поясніть принцип дії схеми керування безколекторним електродвигуном.
  33. Дайте порівняльну оцінку статичних і динамічних властивостей електродвигунів постійного і змінного струму.
  34. Поясніть принцип дії схеми автоматичного керування регулятором частоти обертання гладильного валику.

### **Тема 13**

35. Які вимоги ставляться до пускових обмоток однофазних асинхронних двигунів?
36. Як здійснюється підключення пускової обмотки однофазного асинхронного двигуна?
37. У чому полягає особливість характеристики терморегулятора в схемі пуску компресора побутового холодильника?
38. Поясніть принцип дії схеми безконтактного пуску однофазного асинхронного двигуна з пусковою обмоткою.
39. Які електропобутові прилади працюють в переривчасто-реверсивному режимі?
40. Поясніть принцип дії схеми безконтактного реверса однофазного асинхронного електродвигуна.
41. Для чого застосовується зустрічне включення обмоток?

### **Тема 14**

42. Поясніть принцип дії схеми автоматичного регулювання температури нагрівання електроковдр.
43. Поясніть принцип дії схеми автоматичного регулювання температури нагрівання кавоварки.
44. Поясніть особливості конструкції нагрівального елемента кавоварки.
45. Як здійснюється захист від мимовільного включення кавоварки?
46. Поясніть принцип дії схеми автоматичного регулювання температури миючого розчину пральних і посудомиючих машин.
47. Поясніть принцип дії комбінованої схеми автоматичного регулювання температури і рівня миючого розчину пральних і посудомиючих машин.
48. Яким чином встановлюється рівень робочої температури пральних і посудомиючих машин?
49. Яким чином встановлюється рівень миючого розчину при замочуванні, пранні і полосканні?

50. Поясніть принцип дії схеми автоматичного регулювання процесу сушіння білизни.
51. Як встановлюється рівень остаточної вологості білизни?
52. Поясніть принцип дії схеми напівпровідникової приставки для живлення побутових електроприладів.
53. Як здійснюється регулювання напруги у навантаженні?
54. Поясніть принцип дії сигнальної схеми, що автоматично реагує на наближення чи дотик предметів.
55. Схема автоматичного вимикання нагрівальних і освітлювальних приладів.
56. Автоматична підтримка температури у побутових умовах при печатці на кольоровому фотопапері для одержання постійної температури реактивів при хімічній обробці фотопапера.
57. Схема автоматичного керування СВЧ нагрівом при термічній обробці продуктів в процесі разморозки, розігріву та виготовлення страв.
58. Схема автоматичного керування часом при запіканні тостів.

### **Тема 15**

59. Яке додаткове обладнання необхідно використовувати при монтажі комутаційних апаратів автоматики і управління?
60. Які основні параметри безконтактних елементів автоматики потребують додаткового контролю і налагодження в період експлуатації?
61. Які основні принципи монтажу безконтактних апаратів керування?
62. Які засоби безпеки застосовують при монтажі пускорегулюючих пристроїв?
63. Наведіть методику налагодження станції керування.
64. Для чого здійснюється екранування логічних елементів?

## **5. ПРОГРАМА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

Навчальним планом передбачено 15 годин виконання лабораторних робіт. При виконанні лабораторної роботи студент повинен поглибити знання, які він отримав при вивченні теоретичного курсу.

***Перелік лабораторних робіт:***

- Лабораторна робота №1. “Дослідження системи автоматичного керування тостером”. Студент повинен дослідити фактори, що впливають на витримку часу при автоматичному випіканні тостів.
- Лабораторна робота №2. “Дослідження систем автоматичного керування частоти оберту двигуна побутової електродрілі”. Студент повинен дослідити фактори, що впливають на потужність двигуна електродрілі.
- Лабораторна робота №3. “Дослідження систем автоматичної зарядки автомобільних акумуляторів”. Студент повинен дослідити фактори, що впливають на величину середнього струму через акумуляторну батарею.
- Лабораторна робота №4. “Дослідження систем автоматичної стабілізації напруги та струму джерела живлення”. Студент повинен дослідити фактори, що впливають на коефіцієнт стабілізації параметричних та компенсаційних стабілізаторів.
- Лабораторна робота №5. “Дослідження систем автоматичного керування частоти обертання універсальних електродвигунів побутових приладів”. Студент повинен порівняти характеристики двигунів при живленні різними системами автоматичного керування.

## **6. КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ**

Навчальним планом передбачається виконання студентами денної та заочної форми навчання контрольної роботи. Нижче наводиться задача, що складає зміст контрольного завдання, і методичні вказівки до її розв’язання. Вихідні дані подані у вигляді таблиці варіантів. Зразок оформлення титульного листа контрольного завдання наведено у додатку А.

***Загальні положення стабілізації напруги живлення систем автоматичного керування.***

При проектуванні джерел живлення побутової електроапаратури ставляться високі вимоги до стабільності напруги живлення. Як повільні, так і швидкі коливання (пульсації) напруги живлення істотно змінюють режим і параметри електронних систем автоматичного керування.

Основні параметри стабілізаторів напруги:

1. Коефіцієнт корисної дії

$$\eta = \frac{P_n}{P_{ex}} = \frac{U_n \cdot I_n}{U_{ex} \cdot I_{ex}},$$

де  $P_n$  – потужність, що виділяється в навантаженні;  $U_n$ ,  $I_n$  – відповідно напруга і струм навантаження;  $P_{ex}$  – вхідна потужність;  $U_{ex}$ ,  $I_{ex}$  – відповідно напруга і струм на вході.

2. Коефіцієнт стабілізації

$$k_{CT} = \frac{\Delta U_{ex}}{U_{ex}} \bigg/ \frac{\Delta U_n}{U_n} \bigg|_{R_n=const},$$

де  $\Delta U_{ex}/U_{ex}$  – відносне збільшення напруги на вході;  $\Delta U_n/U_n$  – відносне збільшення напруги на виході.

3. Вихідний опір, що показує в скільки разів зміниться напруга на виході стабілізатора  $\Delta U_n$  при зміні струму навантаження

$$R_{вых} = \frac{\Delta U_n}{\Delta I_n} \bigg|_{U_{ex}=const}.$$

При живленні підсилювачів вихідний опір стабілізаторів приводить до появи паразитних зворотних зв'язків через джерело живлення, що викликають зміну параметрів підсилювачів і навіть самозбудження. Тому зниження вихідного опору стабілізаторів є важливою задачею.

Високу стабільність напруги живлення дозволяють одержати схеми стабілізаторів, що використовують елементи, вольтамперна характеристика (ВАХ) яких містить ділянку, де напруга слабо залежить від струму. Таку ВАХ має стабілітрон (рис. 1), що працює при зворотній нарузі в області пробою. Схема найпростішого параметричного стабілізатора напруги приведена на рис.

2.

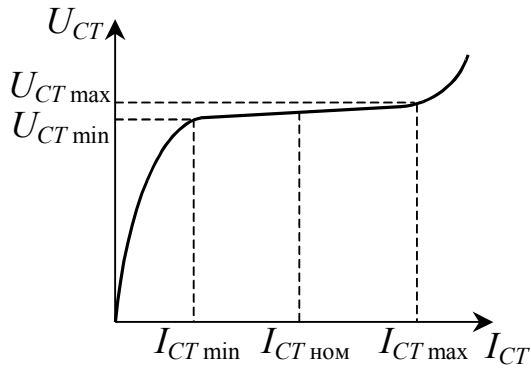


Рисунок 1 – ВАХ стабілітрона

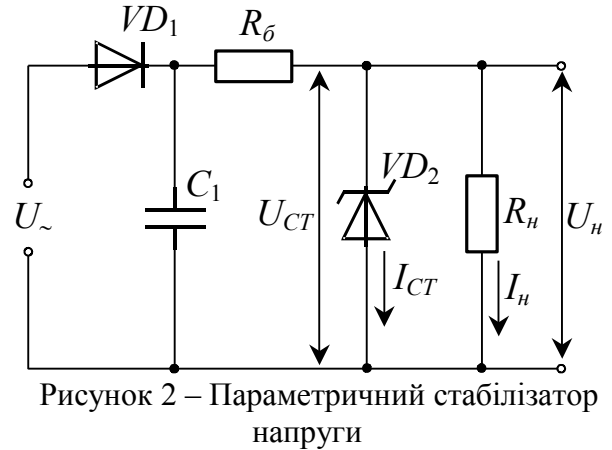


Рисунок 2 – Параметричний стабілізатор напруги

Властивості такого стабілізатора визначаються в основному параметрами стабілітрона  $VD_2$ . Коливання вхідної напруги або струму навантаження приводять тільки до зміни струму через стабілітрон  $I_{CT}$ , а напруга  $U_{CT}$  на стабілітроні, підключеному паралельно навантаженню  $R_н$ , залишається незмінною.

Вхідна напруга, що знімається з ємнісного фільтра  $C_1$ , розподіляється між баластовим резистором  $R_б$  і стабілітроном  $VD_2$ :

$$U_{вх} = U_{R_б} + U_{CT}, \quad (6.1)$$

де  $U_{R_б} = (I_{CT} + I_н) \cdot R_б$  – падіння напруги на резисторі  $R_б$  від протікання струмів стабілітрона  $I_{CT}$  і навантаження  $I_н$ .

Оскільки напруга на стабілітроні майже не залежить від струму стабілітрона в межах ділянки від  $I_{CT \min}$  до  $I_{CT \max}$ , збільшення вхідної напруги  $\Delta U_{вх}$  приблизно дорівнює збільшенню напруги  $\Delta U_{R_б}$  на резисторі  $R_б$ . Струм у навантаженні при цьому залишається постійним:

$$I_н = \frac{U_н}{R_н} = \frac{U_{CT}}{R_н}, \quad (6.2)$$

$$\Delta U_{вх} = \Delta U_{R_б} = \Delta I_{CT} \cdot R_б, \quad (6.3)$$

тобто при зміні вхідної напруги на  $\Delta U_{вх}$  струм стабілітрона зміниться на величину  $\Delta U_{вх} / R_б$ .

Припустимо, змінилося навантаження. Наприклад, зменшився опір резистора  $R_n$ , що привело до збільшення струму навантаження. Оскільки при незмінній вхідній напрузі повинне зберігатися постійність вхідного струму  $I_{ex} = I_{CT} + I_n = const$ , то збільшення струму  $I_n$  спричиняє зменшення на таке ж значення струму стабілітрона.

Вихідний опір параметричного стабілізатора визначається диференціальним опором стабілітрона  $R_\delta$  на робочій ділянці ВАХ:

$$R_{вых} = R_\delta = \frac{\Delta U_{CT}}{\Delta I_{CT}} ; \quad (6.4)$$

$$\Delta U_{CT} = \Delta I_{CT} \cdot R_\delta . \quad (6.5)$$

Вихідною напругою стабілізатора є напруга на стабілітроні  $U_n = U_{CT}$ , а зміна струму в навантаженні дорівнює зміні струму через стабілітрон  $\Delta I_n = \Delta I_{CT}$ . Тоді для коефіцієнта стабілізації отримаємо:

$$k_{CT} = \frac{\Delta I_{CT} \cdot R_\delta}{U_{ex}} \bigg/ \frac{\Delta I_{CT} \cdot R_\delta}{U_n} = \frac{U_n \cdot R_\delta}{U_{ex} \cdot R_\delta} . \quad (6.6)$$

З рівняння виходить, що з ростом  $R_\delta$  збільшується коефіцієнт стабілізації. Однак при заданих  $U_{ex}$ ,  $U_n$ ,  $I_n$ ,  $I_{CTном}$  опір баластового резистора визначається однозначно:

$$R_\delta = \frac{U_{ex} - U_n}{I_n + I_{CTном}} , \quad (6.7)$$

де  $I_{CTном}$  – номінальний струм стабілітрона.

Збільшити  $R_\delta$  можна за рахунок підвищення  $U_{ex}$ , але це приводить до зменшення коефіцієнта стабілізації. Тому значення  $k_{CT}$  параметричних стабілізаторів не перевищує 50. Для підвищення  $k_{CT}$  застосовують послідовне включення стабілітронів.

Параметричні стабілізатори напруги прості і надійні, однак мають істотні недоліки, головними з яких є неможливість регулювання вихідної напруги та малий коефіцієнт стабілізації при великих струмах навантаження.

Високу якість стабілізації напруги можна одержати при використанні компенсаційних стабілізаторів, що представляють собою САК, у якій фактичне

значення вихідної напруги порівнюється з заданим значенням еталонної (опорної) напруги. Виникаючий при цьому сигнал неузгодженості підсилюється і впливає на регулюючий елемент стабілізатора таким чином, щоб вихідна напруга прагнула повернутися до заданого рівня. Джерелом опорної напруги звичайно використовують параметричний стабілізатор, що працює з малими струмами навантаження.

Залежно від способу включення регулюючого елемента розрізняють компенсаційні стабілізатори послідовного та паралельного типів.

Структурна схема компенсаційного стабілізатора послідовного типу подана на рис. 3, а. У цій схемі регулюючий елемент  $PE$ , що включено послідовно з навантаженням, відіграє роль керованого баластового опору.

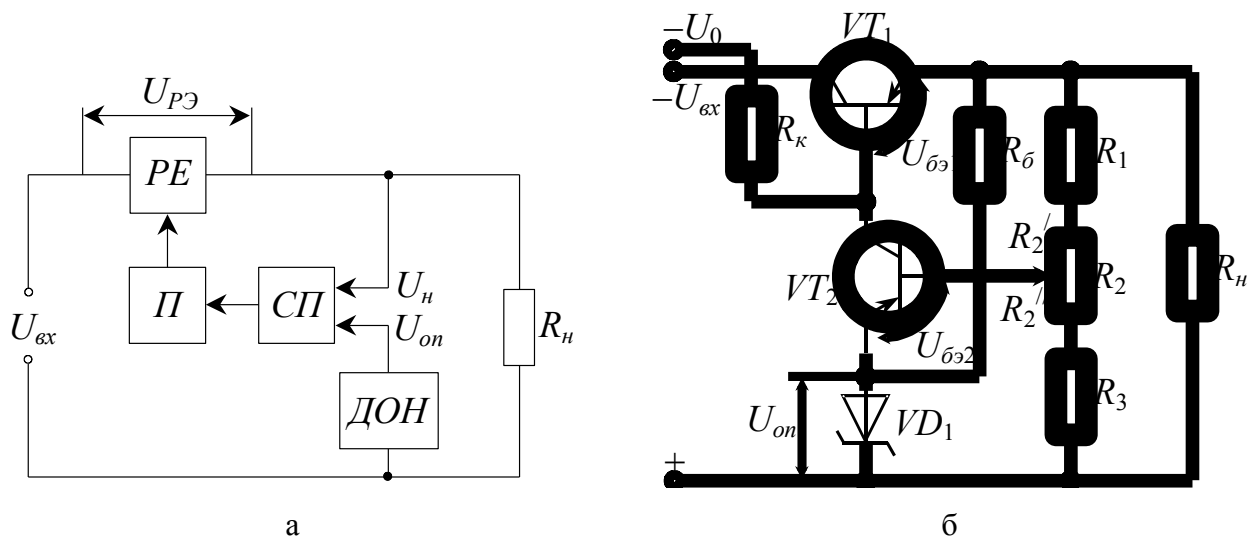


Рисунок 3 – Схеми компенсаційного стабілізатора послідовного типу:

а – структурна; б – принципова

Сигнал неузгодженості  $U_n - U_{on}$ , що формується схемою порівняння  $СП$ , надходить на вхід підсилювача постійного струму  $П$ , підсилюється і впливає на регулюючий елемент  $PE$ . При позитивному сигналі неузгодженості  $(U_n - U_{on}) > 0$  внутрішній опір  $PE$  зростає і падіння напруги на ньому  $U_{PE}$  збільшується. Оскільки  $PE$  і навантаження включені послідовно, то при збільшенні  $U_{PE}$  вихідна напруга зменшується і прагне до номінальної. При негативному сигналі неузгодженості  $(U_n - U_{on}) < 0$ , навпаки, внутрішній опір  $PE$  і падіння напруги на ньому зменшуються, що приводить до зростання вихідної напруги.

Принципова схема послідовного компенсаційного стабілізатора приведена на рис. 3, б. Роль регулюючого елемента в цій схемі відіграє транзистор  $VT_1$ . При збільшенні  $U_{вх}$  вихідна напруга зростає за абсолютною величиною, створюючи сигнал неузгодженості  $U_{б\partial 2}$  на вході підсилювача постійного струму, що виконано на транзисторі  $VT_2$ . Струм колектора  $VT_2$  зростає, а потенціал колектора стає більш позитивним щодо потенціалу корпусу. Напруга  $U_{б\partial 1}$  транзистора  $VT_1$  зменшується, що приводить до зростання внутрішнього опору транзистора  $VT_1$  і спадання напруги на ньому. Вихідна напруга при цьому зменшується, прагнучи до колишнього значення.

Для підвищення коефіцієнта стабілізації схеми резистор  $R_k$ , що визначає базовий струм регулюючого транзистора  $VT_1$ , підключається до стабільного джерела напруги  $U_0$ . При підключенні  $R_k$  до джерела вхідної напруги виникає зв'язок з виходу на вхід схеми, що зменшує коефіцієнт стабілізації.

Збільшення  $R_k$  підвищує коефіцієнт стабілізації, однак може привести до порушення умови нормальної роботи стабілізатора:

$$\Delta I_{\kappa 2} = -\Delta I_{\partial 1} . \quad (6.8)$$

Ця умова впливає з виразу

$$I_{\partial 1} + I_{\kappa 2} = I_{R_k} \approx \frac{E_0 - U_H}{R_k} = const .$$

Збільшення струму бази транзистора  $VT_1$  на величину  $\Delta I_{\partial 1}$  викликає зменшення на таку ж величину струму колектора  $\Delta I_{\kappa 2}$  транзистора  $VT_2$ .

Струм бази пов'язаний зі струмом навантаження співвідношенням

$$I_{\partial 1} \approx \frac{I_H}{h_{21\partial 1}} . \quad (6.9)$$

При збільшенні  $R_k$  струм  $\Delta I_{\partial 1}$  може виявитися більшим, ніж струм  $\Delta I_{\kappa 2}$  і порушити умову нормальної роботи стабілізатора. Якщо підвищити коефіцієнт посилення струму регулюючого елемента, наприклад, застосувавши складовий транзистор, то для забезпечення заданого струму буде потрібно менший струм бази. Це дозволяє збільшити опір  $R_k$  і підвищити коефіцієнт стабілізації при живленні бази регулюючого транзистора від джерела вхідної напруги.

Плавне регулювання вихідної напруги забезпечується за допомогою дільника напруги на резисторах  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , які включено у вихідний ланцюг стабілізатора. У цьому випадку

$$U_n = U_{on} + \left( I_{\beta 2} + \frac{U_{on}}{R_3 + R_2'} \right) \cdot (R_1 + R_2'). \quad (6.10)$$

Струм через дільник вибирають звичайно на порядок менше, ніж струм бази транзистора  $VT_2$ . Збільшення струму дільника недоцільно, тому що приводить до зменшення ККД схеми. Тоді

$$U_n \approx U_{on} \cdot \left( 1 + \frac{R_1 + R_2'}{R_3 + R_2'} \right). \quad (6.11)$$

Дільник напруги в схемі зменшує коефіцієнт стабілізації. Коефіцієнт стабілізації у схемі стабілізатора з дільником на виході записується як

$$k_{CT} = \frac{U_{on}}{U_{ex}} \cdot \frac{r_{\kappa 1}}{R_{\delta} + h_{11\beta 2}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_{\delta el}}{(1 + h_{21\beta 2}) \cdot R_{\delta} + h_{11\beta 2}}}, \quad (6.12)$$

де  $R_{\delta el} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{4}$ .

Структурна схема компенсаційного стабілізатора паралельного типу приведена на рис. 4. У цій схемі регулюючий елемент включений паралельно навантаженню  $R_n$ . Послідовно з ними включається баластовий резистор  $R_b$ .

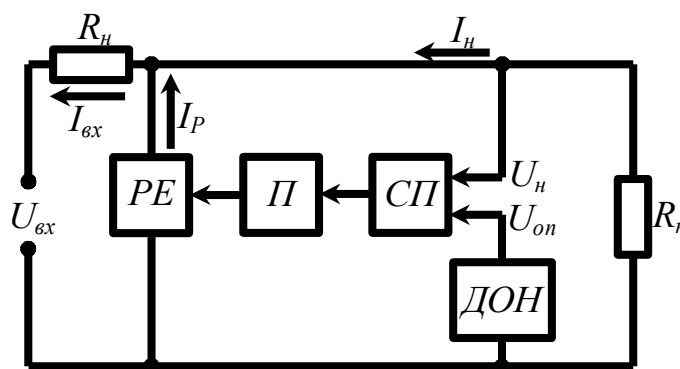


Рисунок 4 – Структурна схема компенсаційного стабілізатора паралельного типу

Сигнал неузгодженості  $U_n - U_{on}$ , сформований схемою порівняння СП, посилюється підсилювачем постійного струму П і впливає на регулюючий

елемент  $PE$ , змінюючи його струм таким чином, щоб забезпечити стабільність вихідної напруги  $U_n$ .

Коефіцієнт стабілізації компенсаційних стабілізаторів досягає декількох тисяч і залежить від коефіцієнта посилення підсилювача  $П$ . Однак при визначеному значенні коефіцієнта посилення схема стабілізатора самозбуджується.

**Мета завдання** – розрахунок компенсаційного стабілізатора напруги послідовного типу (рис. 3б). Вихідні данні до розрахунку наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Вихідні данні до розрахунку

Варіант	Вхідна напруга $U_{ex}, B$	Зміна вхідної напруги $\Delta U_{ex}, B$	Максимальний струм навантаження $I_{Hmax}, A$	Мінімальний коефіцієнт стабілізації	Напруга живлення базового кола регулюючого транзистора $E_0, B$	Межі плавного регулювання вихідної напруги, $B$
1	24	$\pm 2$	1,5	500	30	12 ÷ 16
2	9	$\pm 1,8$	1,0	600	12	3 ÷ 6
3	12	$\pm 1,5$	1,1	700	14	6 ÷ 9
4	14	$\pm 1$	2,0	800	24	6 ÷ 9
5	9	$\pm 1,2$	1,7	900	9	3 ÷ 6
6	16	$\pm 1,4$	1,3	1000	24	6 ÷ 9
7	12	$\pm 2$	1,2	500	16	3 ÷ 6
8	18	$\pm 1$	1,6	600	36	6 ÷ 9
9	14	$\pm 1,2$	1,4	700	24	6 ÷ 9
10	22	$\pm 1,8$	2,0	800	36	12 ÷ 16
11	36	$\pm 2$	2,2	900	42	20 ÷ 26
12	42	$\pm 1,8$	2,5	1000	42	20 ÷ 26
13	14	$\pm 1,5$	1,5	500	24	6 ÷ 9
14	18	$\pm 1$	1,7	600	36	9 ÷ 12
15	24	$\pm 1,2$	1,1	700	42	12 ÷ 16
16	22	$\pm 1,4$	1,9	800	36	12 ÷ 16
17	9	$\pm 2$	2,1	900	12	3 ÷ 6
18	16	$\pm 1$	1,7	1000	24	6 ÷ 9
19	14	$\pm 1,2$	1,8	1100	18	6 ÷ 9
20	36	$\pm 1,8$	1,0	1200	42	20 ÷ 26

### ***Розрахунок включає:***

- вибір і розрахунок параметрів регулюючого транзистора;
- вибір стабілітрона, що створює джерело опорної напруги регулюючого транзистора;
- вибір і розрахунок параметрів підсилювального транзистора;
- розрахунок параметрів баластового резистора;
- розрахунок резисторів дільника напруги;
- визначення коефіцієнта стабілізації;
- визначення параметрів складового регулюючого транзистора.

### ***Методика розрахунку***

1. Визначити максимальну напругу колектор-емітер регулюючого транзистора  $VT_1$ :

$$U_{к\epsilon 1 \max} = U_{\epsilon x} + \Delta U_{\epsilon x} - U_{н \min} = U_{\epsilon x \max} - U_{н \min} .$$

2. Знайти максимальну потужність, що розсіюється на транзисторі  $VT_1$ :

$$P_{к1 \max} = U_{к\epsilon 1 \max} \cdot I_{н \max} .$$

3. За результатами розрахунку вибрати транзистор  $VT_1$ , що задовольняє умовам:

$$U_{к\epsilon 1 \max} < U_{к \max \text{ доп}} ;$$

$$P_{к1 \max} < P_{к \max \text{ доп}} ;$$

$$I_{к1} \approx I_{н \max} < I_{к \text{ доп}} .$$

Для обраного транзистора за довідником визначити параметри:  $U_{к \max \text{ доп}} , I_{к \text{ доп}} , P_{к \max \text{ доп}} , h_{21\epsilon 1} , r_{к1} .$

4. Для створення опорної напруги  $U_{он}$  вибрати стабілітрон з параметром:

$$U_{СТ} = U_{он} \approx 5 \div 10 В .$$

Для обраного стабілітрона за довідником визначити параметри:  $I_{СТном} , R_{\delta} .$

5. Визначити максимальну напругу колектор-емітер підсилювального транзистора  $VT_2$ :

$$U_{кэ2\max} = U_{н\max} - U_{он} .$$

6. З умови  $U_{кэ2\max} < U_{к\max\dot{дон}}$  вибрати підсилювальний транзистор  $VT_2$  з високим коефіцієнтом підсилення струму:  $h_{21э2} = 110 \div 250$ .

7. Вважаючи, що  $I_{к2} \approx I_{э2} < I_{к2\dot{дон}}$ , знайти величину опору баластового резистора:

$$R_{\delta} = \frac{U_{нсп} - U_{он}}{I_{СТном} - I_{э2}},$$

де  $U_{нсп} = \frac{U_{н\max} + U_{н\min}}{2}$ .

8. З урахуванням співвідношень:

$$I_{б1} + I_{к2} = I_{Rк};$$

$$I_{б1\max} = \frac{I_{н\max}}{h_{21э1} + 1},$$

визначити опір  $R_к$ :

$$R_к = \frac{E_0 - U_{н\max}}{I_{б1\max} + I_{к2}}.$$

9. Знайти опори резисторів ділянки  $R_1, R_2, R_3$ .

Припускаючи, що движок потенціометра  $R_2$  знаходиться в крайнім верхнім положенні і вихідна напруга стабілізатора має задане за умовою мінімальне значення, при крайнім нижнім положенні движка вихідна напруга максимальна.

Тоді дійсні рівняння:

$$U_{н\min} - U_{он} = I_{дел} \cdot R_1;$$

$$U_{он} = I_{дел} \cdot R_3;$$

$$U_{н\max} - U_{он} = I_{дел} \cdot (R_1 + R_2),$$

де  $I_{дел}$  – струм ділянки.

Вважаючи, що  $I_{дел} = 20 \cdot I_{б2} = 20 \cdot \frac{I_{к2}}{h_{21э2}}$ :

$$R_1 = \frac{U_{н\min} - U_{он}}{I_{дел}};$$

$$R_2 = \frac{U_{нmax} - U_{он}}{I_{дел}} - R_1;$$

$$R_3 = \frac{U_{он}}{I_{дел}}.$$

10. Визначити коефіцієнт стабілізації за формулою:

$$k_{СТ} = \frac{U_{он}}{U_{вх}} \cdot \frac{r_{к1}}{R_{\partial} + h_{11\partial 2}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_{дел}}{(1 + h_{21\partial 2}) \cdot R_{\partial} + h_{11\partial 2}}},$$

де  $R_{дел} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{4}.$

11. Якщо отримане значення коефіцієнта стабілізації менше заданого, для підвищення коефіцієнта стабілізації в коло регулюючого елемента включається додатковий транзистор  $VT_1'$ , що утворить з  $VT_1$  схему складового транзистора. Струм колектора  $VT_1'$  дорівнює струму бази  $VT_1$ , тоді:

$$I_{\partial 1} = I'_{к1} = \frac{I_{н}}{h_{21\partial 1}}.$$

Транзистор  $VT_1'$  обирається з умов:

$$U'_{кдоп} > U_{вхmax} - U_{нmin};$$

$$I'_{к1} = \frac{I_{нmax}}{h_{21\partial 1}} < I'_{к1доп}.$$

Цим умовам задовольнить транзистор с параметрами:  $U'_{кдоп}$ ,  $I'_{кдоп}$ ,  $h'_{21\partial 1}$ .

12. При використанні складового транзистора коефіцієнт стабілізації збільшується в  $h'_{21\partial 1}$  раз. Тоді:

$$k'_{СТ} = k_{СТ} \cdot h'_{21\partial 1}.$$

**Оформлення результатів завдання.**

У звіті наводиться *титульний лист*, *завдання*, *опис принципової схеми* компенсаційного стабілізатору напруги послідовного типу, *розрахунок і результати розрахунку* коефіцієнта стабілізації компенсаційного стабілізатору напруги послідовного типу.

Додаток А

**ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА КОНТРОЛЬНОГО ЗАВДАННЯ**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

з курсу "Системи автоматичного керування в електропобутовій техніці"

Виконав студент	(підпис)	І. Б. Прізвище
Група	(№ групи)	
Варіант	(№ варіанта)	
Прийняв	(підпис)	І. Б. Прізвище

Рік

## ЗМІСТ

1. Загальні положення	3
2. Список літератури	4
3. Програма курсу	5
4. Питання для самоперевірки	10
5. Програма лабораторних занять	17
6. Контрольне завдання	18
Додаток А. Зразок титульного листа контрольного завдання	29

Навчальне видання

ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ З КУРСУ  
"СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ В ЕЛЕКТРОПОБУТОВІЙ ТЕХНІЦІ"  
для студентів всіх форм навчання спеціальності 092206 "Електричні машини та  
апарати" спеціалізації 092206-04 "Електропобутова техніка"

Укладачі: СЕРЕДА Олександр Григорійович  
ЛУПІКОВ Валерій Сергійович

Відповідальний за випуск Б.В. Клименко

Роботу рекомендував до видання В.І. Мілих

Редактор О.С. Самініна

План 2005 р., поз. /

Підп. до друку \_\_\_\_\_.05. р. Формат 60×84 1/16. Папір офісний.

Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Обл.-вид. арк. \_\_\_\_\_.

Наклад 100 прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ "ХПІ".  
Свідоцтво про державну реєстрацію № 116 від 10.07.2000 р.  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

---

Друкарня НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

---