

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Відокремлений структурний підрозділ Чернятинський фаховий коледж
Вінницького Національного аграрного Університету

Затверджую
Заступник директора
з навчальної роботи
« ____ » _____ 2021 р.

В.І. Білоус

Загальна електротехніка з основами автоматики

Методичні рекомендації для самостійної роботи
здобувачів освіти з дисципліни «Загальна
електротехніка з основами автоматики»
для спеціальності 208 «Агроінженерія»
денного та заочного відділень

Укладачі: Крешун А.І викладач вищої категорії, методист Чернятинського коледжу Вінницького НАУ
Стефанішен М.В. зав відділенням, викладач вищої категорії, методист Чернятинського коледжу Вінницького НАУ

Рецензенти: Мельник А.Л. викладач Чернятинського коледжу Вінницького НАУ

Рекомендації призначені для самостійного опрацювання тем передбачених навчальною програмою дисципліни «Загальна електротехніка з основами автоматичної» для здобувачів освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» денного та заочного відділень

Розглянуто і схвалено на засіданні циклової комісії дисциплін з Агроінженерії
Протокол №2 від 10 вересня 2021 року
Голова циклової комісії

Шульган В.В.

Загальні вказівки

Мета вивчення дисципліни “Загальна електротехніка з основами автоматики” – набуття теоретичних знань та практичних навичок з процесів, що проходять в електричних колах постійного і змінного струмів, засвоєння принципів дії і основних властивостей електричних машин і апаратів, електровимірювальних приладів, напівпровідникових приладів і їх використання в найпростіших аналогових схемах.

В результаті вивчення дисципліни здобувачі освіти повинні

знати:

- фізичні процеси, які проходять в лінійних електричних і магнітних колах, методи їх розрахунку;
- будову і принцип дії трансформаторів і машин, вимірювальних приладів, принцип роботи і конструкції електронних приладів, схеми електричних пристроїв, що застосовуються в автоматизації сільськогосподарського виробництва;
- системи автоматики і їх елементи, датчики, елементи теорії релейних систем автоматики;

вміти:

- розраховувати нескладні лінійні електричні кола,
- читати принципові схеми і вміти складати електричні кола, проводити налагодження і необхідні регулювання електричного обладнання.

Після ґрунтовного опрацювання програмного матеріалу треба виконати контрольну роботу, додержуючись таких вимог:

- виконувати роботу в окремому зошиті, акуратно, грамотно, залишаючи поля для вказівок рецензента;
- на обкладинці зошита написати назву дисципліни, шифр студента, варіант, прізвище, ім'я та по-батькові, домашню адресу;
- запитання та умови задач переписувати повністю;
- креслення і схеми виконувати, додержуючись позначень, які відповідають діючим державним стандартам;
- у кінці виконаної роботи подати перелік літератури, якою користувались під час виконання.

Контрольна робота складається з теоретичних і практичних завдань.

Одержавши після перевірки прорецензовану контрольну роботу, треба уважно прочитати рецензію, звернути увагу на всі зауваження викладача, проаналізувати свої помилки і доопрацювати матеріал. Якщо робота не зарахована, то її слід виконати повторно, враховуючи зауваження.

Навчальним планом передбачено також виконання лабораторних та практичних робіт.

Вступ

Зміст і завдання навчальної дисципліни її зв'язок з іншими дисциплінами. Місце навчальної дисципліни у підготовці техніка-механіка. Електрична енергія, її особливості та галузі застосування. Значення електрифікації у розвитку матеріально-технічної бази агропромислового виробництва, комплексної автоматизації сучасних технологічних і виробничих процесів.

Розділ 1 Загальна електротехніка

Тема 1.1 Електричне поле

Поняття про електричне поле. Закон Кулона. Напруженість електричного поля, потенціал і напруга, одиниці вимірювання. Провідники і діелектрики в електричному полі. Електрична ємність провідників. Конденсатор, його ємність і заряд. З'єднання конденсаторів та їх властивості. Енергія електричного поля.



Прочитайте: [Л-1] с.3-11

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Електричним полем називається особливий вид матерії, що оточує нерухомий електричний заряд, в якій на вміщенні пробні заряди діють електричні сили.

Електричний заряд і електричне поле є двома нерозривно зв'язаними формами матерії.

Електричне поле характеризується силовим впливом на заряджену частинку, розміщену в ньому.

Силовою характеристикою поля є напруженість електричного поля в даній точці:

$$E = \frac{F}{Q}, B$$

де F – сила, діюча на заряд, Н

Q - величина заряду, Кл

Відношення роботи сил електричного поля по переміщенню зарядженої частинки між двома точками до величини заряду частинки називається електричною напругою між цими точками.

Речовини, позбавлені вільних електронів не мають електронної провідності. Їх називають діелектриками.

Вільні електрони використовуються для створення електричного струму, тому всі речовини, які мають вільні електрони, називаються провідниками електричного струму першого роду. До них належать усі метали та їх сплави.

Розчини мають не електронну, а іонну провідність і називаються електролітами, або провідниками другого роду.

Система двох провідників, що має значну ємність при відносно малих розмірах, називається конденсатором.

Електрична ємність – це здатність тіла накопичувати електричні заряди при збільшенні його потенціалу до певного рівня.

Якщо відома напруга, до якої заряджене тіло і величина електричного заряду, то ємність можна визначити із співвідношення:

$$C = \frac{Q}{U}, \Phi$$

Електрична ємність вимірюється в фарадах.

Одна фарада – це дуже велика величина. Тому в практиці електричну ємність вимірюють кратними одиницями: мікрофарадами, нанофарадами, пікофарадами.

Приклад: Чому дорівнює ємність тіла, якщо його заряд дорівнює 0,001 Кл, а напруга 100 В.

Розв’язання: Ємність можна визначити за формулою:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{0,001}{100} = 0,00001 \Phi = 10 \text{ мк}\Phi$$

Запам’ятайте

Закон Кулона. Сила взаємодії двох точкових заряджених тіл прямо пропорційна добутку зарядів цих тіл і обернено пропорційна квадрату відстані між ними:

$$F_e = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi \cdot E_0 \cdot r^2}$$

де Q_1, Q_2 – електричні заряди, Кл ;

r – відстань між зарядженими тілами, м ;

E_0 – електрична стала, $E_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$.

Головною властивістю електричного поля є силовий вплив на електрично заряджену частину, причому сила впливу пропорційна заряду частини і не залежить від її швидкості.

Електричне поле нерухомих заряджених тіл при відсутності в них електричних струменів називається електростатичним.

Енергетичною характеристикою електричного поля в кожній точці є електричний потенціал.

Відношення потенціальної енергії зарядженої частини, яка знаходиться в певній точці електричного поля, до величини її заряду визначає потенціал електричного поля в цій точці:

$$\varphi = \frac{A}{Q}, \text{ В,}$$

де A -потенціальна енергія, Дж;

Q – величина заряду, Кл.

При послідовному з’єднанні конденсаторів еквівалентна напруга визначається так:

$$U = U_1 + U_2$$

де U_1, U_2 – спади напруг на окремих конденсаторах, В

При паралельному з'єднанні конденсаторів еквівалентна ємність конденсаторів дорівнює:

$$C = C_1 + C_2$$

де C_1, C_2 – ємності окремих конденсаторів.

Розв'язати задачу: Три конденсатори ємностями $C_1 = 47$ пФ, $C_2 = 18$ пФ, $C_3 = 75$ пФ з'єднані паралельно, і до них послідовно підключений конденсатор $C_4 = 75$ пФ. Визначити загальну ємність кола.

Завдання для самоконтролю

1. Що характеризує напруженість електричного поля?
2. Яка відмінність між пробивною напругою і електричною міцністю діелектрика?
3. Яку властивість провідника характеризує його ємність?
4. Чим визначається робоча напруга батареї конденсаторів при їх паралельному з'єднанні?
5. Порівняйте ємність кабелю і повітряної лінії на 1 км довжини. Яка з них більша і чому?

Тема 1.2 Лінійні електричні кола постійного струму

Електричне коло та його елементи. Умовні графічні позначення елементів електричного кола. Електричний струм провідності та його кількісна характеристика. Електричний струм у вакуумі, газах, напівпровідниках. Опір і провідність.

Джерела електричної енергії та їх електрорушійна сила (е.р.с.) Одержання електричної енергії з інших видів енергії.

Споживачі електричної енергії. Перетворення електричної енергії в інші види енергії.

Закон Джоуля-Ленца. Закони Ома. Робота і потужність електричного струму. Баланс потужностей.

Втрати напруги в лінії електропередачі.

Режим роботи електричного кола. Способи з'єднання споживачів. Розрахунок електричного кола з одним джерелом енергії.

Закони Кірхгофа та їх використання. Робота джерел живлення в режимах генератора і споживача.



Прочитайте: [Л-1] с. 11-40

Теоретичні відомості і методичні вказівки

При вивченні теми зверніть увагу на застосування законів постійного струму для розрахунку кіл постійного струму. З'ясуйте чи є робота джерела живлення зворотною (генератор – споживач).

Електричний струм – спрямоване переміщення зарядів. Сила струму визначається за формулою:

$$I = \frac{Q}{t}, A \text{ (ампер)}$$

де Q – кількість електрики, що проходить через поперечний переріз провідника, Кл;
 t – час, с.

На практиці застосовують кратні одиниці:

$$1\text{mA} = \frac{1}{1000} A \quad \text{та} \quad 1\text{мкА} = \frac{1}{10^6} A$$

Електрорушійною силою генератора називають відношення роботи, яку виконують в генераторі сторонні сили під час розподілу зарядів, до величини заряду, переміщеного під час цього розподілу.

За 1 вольт приймається така е.р.с., при якій на кожний кулон заряду, переміщеного в генераторі, сторонні сили витрачають роботу в 1 джоуль.

Електричне коло складається з джерел струму і приймачів енергії, які з'єднані між собою провідниками та різними апаратами, які забезпечують проходження електричного струму.

Приймачі електричної енергії – це різні пристрої, в яких електрична енергія перетворюється в інші види: механічну, теплову, світлову. Це: електричні двигуни, електричні нагрівні прилади, освітлювальні лампи і цілий ряд інших пристроїв, які називаються споживачами або електричним навантаженням.

Умовні графічні позначення застосовуються для позначення на електричних схемах електричних двигунів, освітлювальних приладів, пускової і захисної апаратури, іншого електричного обладнання.

До джерел струму відносять: електромашинні генератори, гальванічні елементи, акумулятори, термоелектрогенератори, сонячні батареї.

Опір – це величина, яка характеризує властивість ділянки електричного кола протидіяти проходженню струму і визначається відношенням напруги на цій ділянці до струму в ньому при відсутності на ділянці електрорушійної сили.

Величина, обернена опору, називається провідністю. Енергія, або робота за одиницю часу називається потужністю.

Запам'ятайте

Електричним колом називають сукупність пристроїв і об'єктів, які створюють шлях для електричного струму.

Відношення струму до площі поперечного перерізу провідника по якому протікає цей електричний струм називається густиною струму:

$$\delta = \frac{I}{S}, A/m^2$$

Оскільки в електротехніці переріз проводу вимірюють в мм², то і одиниця провідності визначається в А/мм².

Закон Ома для ділянки кола

Струм на ділянці кола прямо пропорційний напрузі на цій ділянці і обернено пропорційний його опору.

$$I = \frac{U}{R}$$

Закон Ома для повного кола

Струм кола прямо пропорційний електрорушійній силі джерела і обернено пропорційний сумарному опору кола.

$$I = \frac{E}{R + r}$$

I. Закон Кірхгофа

Алгебраїчна сума струмів, які сходяться в вузлі, дорівнює нулю.

$$\sum I_i = 0$$

II. Закон Кірхгофа

Алгебраїчна сума е.р.с. в будь-якому контурі електричного кола дорівнює алгебраїчній сумі спадів напруг на опорах цього контуру.

$$\sum E_i = \sum I_k \cdot R_k$$

Закон Джоуля-Ленца

Кількість теплоти, яка виділяється в провіднику, пропорційна квадрату сили струму, опору ділянки і часу проходження струму.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Величина опору залежить від матеріалу провідника, його довжини і площі поперечного перерізу.

$$R = \rho \frac{l}{S}, \text{ Ом}$$

де ρ – питомий опір матеріалу, Ом·м

l – довжина провідника, м

S – площа поперечного перерізу, мм²

Опір речовини залежить від температури:

$$R = R_0(1 + \alpha T), \text{ Ом}$$

де R_0 – опір провідника при 0⁰С.

α – температурний коефіцієнт опору;

T – температура провідника, ⁰С.

Величина електричної енергії джерела дорівнює сумі величин енергії, яка виділяється за цей же час на всіх ділянках кола.

Завдання для самоконтролю

1. Сформулюйте закон Ома для всього кола та його ділянки.
2. Чому при підвищенні температури опір провідників збільшується?
3. Напишіть формули для визначення роботи і потужності електричного струму. Назвіть одиниці їх вимірювання.

4. Наведіть приклади використання теплової дії струму в промисловості і побуті.
5. Сформулюйте перший і другий закони Кірхгофа.

Лабораторна робота

Дослідження послідовного, паралельного та змішаного з'єднання резисторів.

Практична робота

Розрахунок електричних кіл постійного струму.

Тема 1.3 Електромагнетизм

Магнітне поле та його характеристики. Феромагнітні речовини і їх намагнічування. Магнітні кола. Елементи магнітних кіл електричних машин, трансформаторів, електричних апаратів. Закон електромагнітної індукції. Перетворення механічної енергії в електричну і навпаки. Самоіндукція. Індуктивність соленоїда. Взаємоіндукція. Енергія магнітного поля. Вихрові струми.



Прочитайте: [Л-1] с. 40-50

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Вивчаючи тему, зверніть увагу на застосування магнітного поля в електричних машинах, електричних установках. Уясніть, де в сільськогосподарському виробництві може застосовуватись магнітне поле.

Джерелом магнітного поля є електричний струм. Між електричними і магнітними явищами існує нерозривний зв'язок. Електричне і магнітне поле – це лише різні прояви одного і того ж електромагнітного поля. Напрямок силових ліній поля визначають за правилом свердлика.

Правило свердлика:

Якщо ручку правої руки обернути по напрямку струму в витках, то поступальний рух свердлика покаже напрямок намагнічу вальної сили котушки зі струмом

Напрямок сили, що діє на провідник зі струмом, розміщений в магнітному полі, легко визначити за допомогою правила лівої руки.

Відношення $\frac{F}{I}$, що характеризує інтенсивність поля, називають магнітною індукцією поля і позначають буквою B .

$$B = \frac{F}{I \cdot \ell}, \text{ Тл}$$

Магнітна індукція є силовою характеристикою поля.

Здатність намагнічуватись і підсилювати зовнішнє магнітне поле – одна з властивостей феромагнітних матеріалів.

Приклад: Провідник довжиною $l = 6\text{ см}$ зі струмом $I = 50\text{ А}$ вміщено між полюсами магніту перпендикулярно до лінії магнітної індукції. Магнітний потік магніту $\Phi = 48\text{ мкВб}$. Розмір полюсів $60 \times 40\text{ мм}$. Визначити силу, яка діє на провідник.

Розв'язання

Визначаємо площу полюсів

$$S = 60 \times 40 = 2400\text{ мм}^2 = 0,0024\text{ м}^2;$$

Магнітна індукція поля

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{0,000480}{0,0024} = 0,02\text{ Тл}$$

Сила, яка діє на провідник

$$F = B \cdot I \cdot \ell \cdot \sin \alpha = 0,2 \cdot 50 \cdot 0,06 \cdot 1 = 0,06\text{ Н}$$

Запам'ятайте

Головною властивістю магнітного поля є силова дія на рухома електричне заряджену частину, при чому сила впливу пропорційна добутку заряду частинки та її швидкості.

Закон Ампера

Сила взаємодії двох елементів струму прямо пропорційна добутку цих елементів струму і обернено пропорційна квадрату відстані між ними:

$$\Delta F_M = \frac{M_0 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot \sin \alpha}{4\pi r^2}, \text{ Н}$$

де ΔF_M – елементарна магнітна сила, Н

A – елемент струму, А·м

r – відстань між елементами струму, м

α – кут між напрямками дії сили

M_0 – магнітна стала, $M_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ Гн/м}$

Магнітна індукція – векторна величина, чисельно рівна відношенню сили, що діє на заряджену частинку, до добутку заряду і швидкості частинки, якщо напрямок швидкості такий, що ця сила максимальна.

Магнітний потік визначається за формулою:

якщо $\alpha = 0$, $B = \text{const}$:

$$\Phi = B \cdot S, \text{ Вб (вебер)}$$

Якщо якщо $\alpha \neq 0$, $B = \text{const}$:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha, \text{ Вб (вебер)}$$

Величина власної індуктивності дорівнює відношенню потокозчеплення самоіндукції елемента електричного кола до струму в ньому:

$$L = \frac{\Psi}{I}, \text{ Гн}$$

де Ψ – потокозчеплення, Вб

I – струм, А

Розв'язати задачу

Визначити індуктивність соленоїда завдовжки 200 мм, який намотано на картонний каркас діаметром 50 мм (400 витків).

Завдання для самоконтролю

1. Що таке магнітна індукція і що вона характеризує?
2. Чим відрізняється магнітна індукція від напруженості магнітного поля?
3. У чому суть явища електромагнітної індукції?
4. У чому полягає правило Ленца?
5. Поясніть причину виникнення вихрових струмів у сталевих осердях електричних машин і трансформаторів. Який вплив цих струмів?
6. В чому суть намагнічування феромагнітних матеріалів?
7. Опишіть порядок розрахунку магнітного кола.

Тема 1.4 Основні поняття про змінний струм

Змінний струм Галузі застосування та переваги синусоїдального струму промислової частоти.

Принцип дії найпростішого генератора змінного струму. Основні параметри, які характеризують синусоїдальні функції: миттєве, амплітудне, діюче значення струму, е.р.с., напруги, початкова фаза, зсув по фазі, період, частота. Зображення синусоїдальних величин часовими і векторними діаграмами.



Прочитайте: [Л-1] с. 50-56

Теоретичні відомості та методичні вказівки:

З'ясуйте, завдяки яким особливостям змінний струм знайшов широке застосування в усіх галузях сільського господарства. Зверніть увагу на процеси, що відбуваються в генераторі змінного струму.

Змінними називають е.р.с., струми і напруги, які змінюються з часом. В електроенергетиці найбільше застосування отримав змінний струм, який змінюється в часі по синусоїдальному закону.

Рівняння синусоїдальних величин:

$$e = E_m \sin \omega t \pm \varphi_0; \quad i = I_m \sin \omega t \pm \varphi_0; \quad u = U_m \sin \omega t \pm \varphi_0.$$

Основними характеристиками змінного струму є:

e, i, u – миттєві значення,

E_m, U_m, I_m – амплітудні значення;

T - період – найменший інтервал часу, на протязі якого миттєві значення періодичного електричного струму повторюються, с.

f - частота - величина, обернена періоду, Гц:

ω – кутова швидкість, рад/с

φ – фаза - аргумент синусоїдального величини, який відраховується від точки переходу струму через нульове значення до додатного значення.

φ_0 – початкова фаза значення фази синусоїдального струму в початковий момент часу.

Векторною діаграмою називають сукупність радіус – векторів, які зображують синусоїдальні функції часу. Векторна діаграма дозволяє шляхом простих геометричних побудов провести додавання синусоїдальних функцій. Розрахунки за допомогою зображень векторів прості і наочні, але вони мають суттєвий недолік – обмежену точність.

Комплексні зображення дозволяють співставити простоту і наочність векторних діаграм з можливістю проведення точних аналітичних розрахунків.

Запам'ятайте

Щоб характеризувати теплову та електродинамічну дію синусоїдного струму, запроваджено поняття діючого значення синусоїдного струму.

Діючим значенням синусоїдного струму є значення такого постійного струму, що виробляє еквівалентну змінному теплову чи механічну дію.

Діюче значення синусоїдної величини є середньоквадратичне значення цієї величини за період і у $\sqrt{2}$ разів менше за її амплітудне значення

$$I = I_m / \sqrt{2} ; U = U_m / \sqrt{2} ; E = E_m / \sqrt{2} .$$

Завдання для самоконтролю

1. Дайте визначення змінного струму.
2. Назвіть сфери застосування змінного струму в сільському господарстві.
3. Як працює генератор змінного струму?
4. Назвіть параметри, які характеризують синусоїдальні функції.
5. Для чого застосовують часові і векторні діаграми?

Тема 1.5 Однофазні електричні кола

Особливості електричних кіл змінного струму. Коло змінного струму з активним опором. Коло з індуктивністю. Коло з ємністю.

Нерозгалужене коло синусоїдального струму з активним опором, індуктивністю і ємністю. Векторні діаграми.

Трикутник напруг, опорів і потужностей. Коефіцієнт потужності. Частотні характеристики кола з резистором, індуктивністю і ємністю. Резонанс напруг, умови його виникнення та застосування. Коло синусоїдального струму з паралельним з'єднанням резистора, котушки індуктивності, конденсатора. Векторна діаграма. Зсув фаз між напругою і струмом до розгалуження. Резонанс струмів, умови його виникнення і практичне значення. Компенсація реактивної потужності.



Прочитайте: [Л-1] с. 57-70

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Вивчаючи тему, зверніть увагу на способи і значення компенсації реактивної потужності.

При послідовному з'єднанні активного опору, індуктивності і ємності у випадку коли $U_L=U_C$, виникає явище резонансу напруги.

Резонанс струмів виникає при паралельному ввімкненні індуктивних і ємнісних опорів. При резонансі $X_L=X_C$, тому $I_L=I_C$, а $I = I_a$

Резонанс використовується в фільтрах і при побудові резонансних контурів. Широко використовується резонанс в радіотехніці.

В техніці явище резонансу використовується для збільшення коефіцієнту потужності. Для цього паралельно обмотці електродвигуна вмикають конденсатор. Його ємність підбирається таким чином, щоб в колі наступав резонанс струмів.

Трикутники опорів та трикутники провідності будують перетворенням векторних діаграм.

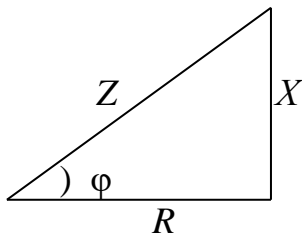


Рис.1

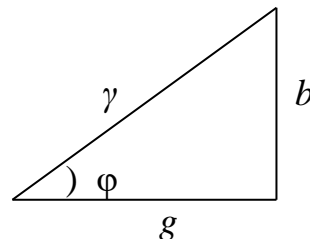


Рис.2

Для трикутника опорів (рис.1) мають місце співвідношення:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi$$

$$X = Z \cdot \sin \varphi$$

$$\varphi = \arctg \frac{X}{R}$$

а для трикутника провідності (рис.2)

$$\gamma = \sqrt{g^2 + b^2}$$

$$g = \gamma \cos \varphi$$

$$b = \gamma \sin \varphi$$

$$\varphi = \arctg \frac{b}{g}$$

Кут φ (зсуву фаз між струмом та напругою) однаковий у цих трикутниках, тобто ці трикутники подібні.

Трикутник потужностей має вигляд:

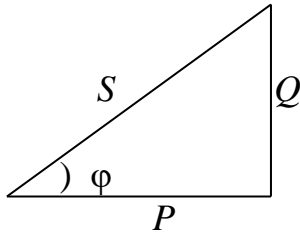


Рис.3

Цей трикутник дає співвідношення

Повна потужність: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, ВА

Активна потужність: $P = S \cos \varphi$, Вт

Реактивна потужність $Q = S \sin \varphi$, Вар

Запам'ятайте

Активна потужність визначається співвідношенням $P = S \cos \varphi$. У цьому виразі $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності. Він характеризує ступінь використання електричної енергії. Тому дуже важливим постає питання підвищення коефіцієнта потужності.

Чим менше реактивна потужність, яка виробляється компенсуючими пристроями, встановленими поблизу від приймачів, тим вище коефіцієнт потужності.

Завдання для самоконтролю

1. В яких колах виникає резонанс напруг, а в яких резонанс струмів і де він застосовується?
1. Що таке реактивна потужність?
2. Що таке коефіцієнт потужності. Чому приєднання конденсаторної батареї збільшує коефіцієнт потужності підприємств?
3. Що таке компенсація зсуву фаз і як її досягти?

Лабораторна робота

Дослідження нерозгалуженого та розгалуженого кола синусоїдального струму з активним опором, індуктивністю та ємністю.

Тема 1.6 Трифазні електричні кола

Трифазні кола. Одержання симетричної трифазної системи е.р.с. у трифазному генераторі. Часові і векторні діаграми. З'єднання обмоток генератора в зірку і трикутник. Фазні і лінійні напруги та їх співвідношення. Симетричний і несиметричний режими роботи трифазного кола при з'єднанні споживачів зіркою. Роль нульового проводу. Потужність трифазного кола. Режими електричних кіл: номінальний, холостого ходу, робочий, короткого замикання.



Прочитайте: [Л-1] с. 70-78

Теоретичні відомості та методичні вказівки

При обертанні ротора трифазного генератора його магнітний потік, перетинаючи провідники обмотки фаз, наводить в них рівні по амплітуді синусоїдально змінні е.р.с. Завдяки тому, що обмотки зміщено по колу статора одна відносно одної, е.р.с., які наводяться в них, зсунуті в часі на $1/3$ періоду. Така система е.р.с. називається симетричною.

Трифазна система електричних кіл, в якій окремі фази електричне з'єднані між собою називається трифазним колом.

Для спрощення системи електропостачання споживачів енергії кінці обмоток трифазних генераторів з'єднують разом, а початки обмоток з'єднують до проводів, які ідуть до споживачів електричної енергії. Такий спосіб називається з'єднання «зіркою».

При з'єднанні обмоток генератора зіркою кінці фаз з'єднують в один спільний вузол, який називається нейтраллю або нейтральною точкою генератора. Провідники, які з'єднують початки фаз обмоток генератора і струмоприймача, називають лінійними.

При з'єднанні фаз обмотки трифазного генератора «трикутником» з'єднують в одну точку початки і кінці відповідних фаз. При цьому нейтрального провідника немає.

Запам'ятайте

Трифазною системою називається сукупність трьох електричних кіл, в яких діють три однакові синусоїдальні електрорушійні сили зсунуті по фазі на кут $\frac{2\pi}{3}$ радіана.

Трифазна чотири провідна система дозволяє одночасно приєднувати до мережі як трифазні (на 380 В), так і однофазні (на 220 В) споживачі енергії. Нульовий провід дозволяє підтримувати у споживачів, розрахованих на фазну напругу, однакові напруги в кожній фазі.

Обмотки фаз генератора переважно з'єднують зіркою, оскільки у випадку порушення симетрії е.р.с. в обмотці, з'єднаній трикутником, вже під час холостого ходу виникнуть струми, які викличуть нагрівання обмоток і відповідне збільшення втрат енергії.

Фазною називають напругу між початком і кінцем кожної фази, а лінійною – між початками двох фаз.

Активна потужність симетричного трифазного приймача

$$P = 3 P_{\phi} = 3 I_{\phi} U_{\phi} \cos \varphi = \sqrt{3} U_{л} I_{л} \cos \varphi$$

Реактивна потужність

$$Q = 3 Q_{\phi} = 3 U_{\phi} I_{\phi} \sin \varphi = \sqrt{3} U_{л} I_{л} \sin \varphi, \text{ВА}_p$$

Повна потужність

$$S = 3 S_{\phi} = \sqrt{3} U_{л} I_{л}, \text{ВА}$$

Коефіцієнт потужності трифазних приймачів:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}}$$

При з'єднанні зіркою $I_L = I_\phi$; $U_L = \sqrt{3}U_\phi$

При з'єднанні трикутником $I_L = \sqrt{3}I_\phi$; $U_L = U_\phi$

Якщо до трифазної системи з'єднано 3 різних по потужності і характеру споживачів систему, в кожній фазі і в кожному лінійному проводі протікатиме струм різної сили з різним зсувом фаз, а по нульовому проводу потече струм, рівний геометричній сумі струмів трьох фаз. Така система називається несиметричною.

Однофазні споживачі електроенергії при отриманні живлення від трифазної системи можуть бути з'єднані в трикутник. В цьому випадку лінійні напруги будуть рівні $U_L = U_\phi$, а лінійні струми в $\sqrt{3}$ разів більше (в 1,73 рази), ніж струми в кожній із трьох фаз при симетричному навантаженні. При такому з'єднанні всі однофазні споживачі повинні бути розраховані на номінальну лінійну напругу.

Завдання для самоконтролю

1. Чим була викликана необхідність розробки трифазних кіл і чому вони отримали широке практичне застосування?
2. Чому в нейтральний провід не вмикають запобіжник?
3. Що таке напруга між нейтраліями. Як її визначити?
4. Як здійснюється підвищення коефіцієнта потужності симетричних трифазних приймачів?

Лабораторна робота

Дослідження трифазної системи при з'єднанні споживачів зіркою.
Дослідження трифазної системи при з'єднанні споживачів трикутником.

Тема 1.7 Електричні вимірювання

Методи вимірювання. Похибки при вимірюванні. Класифікація електровимірювальних приладів. Прилади магнітоелектричної, електродинамічної, електромагнітної і індукційної систем. Вимірювання струмів, напруг, опорів, потужності і енергії. Розширення меж вимірів. Вимірювання неелектричних величин електричними методами.



Прочитайте: [Л-1] с. 79-115

Теоретичні відомості і методичні вказівки

Вивчаючи тему, зверніть увагу на класифікацію приладів за стійкістю до механічного впливу, оскільки ця класифікація є важливою для вибору приладів, які застосовуються на сільськогосподарських машинах.

Вимірювання – процес порівняння вимірювальної фізичної величини з величиною такого ж роду, прийнятою за одиницю.

До засобів вимірювання відносять: міри, вимірювальні прилади, вимірювальні перетворювачі.

Міра – це засіб вимірювання, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру. Розрізняють міри однозначні, багатозначні, набори мір, а за призначенням міри робочі і зразкові.

Електричним вимірювальним приладом називають пристрій, призначений для вимірювання різних електричних величин.

Прилади безпосередньої оцінки мають шкалу, проградуєвану в одиницях вимірювальної величини.

Прилади порівняння призначені для порівняння вимірюваної величини з мірою.

Прилади класифікують:

- за призначенням;
- за принципом дії;
- за ступенем точності;
- за родом струму;
- за ступенем захищеності від зовнішніх полів;
- за стійкістю до механічних дій;
- за умовами експлуатації;
- за габаритними розмірами

Задача

Під час вимірювання напруги вольтметром класу точності 0,5, розрахованим на напругу 300 В, він показав 200 В. Визначити, в яких межах перебуває дійсне значення вимірюваної напруги.

Розв'язання

Абсолютна похибка, яку може дати прилад

$$\Delta U = \frac{0,5 \cdot 300}{100} = 1,5 \text{ В}$$

Дійсне значення вимірюваної напруги $U_d = 200 \pm 1,5 \text{ В}$, тобто дійсне значення напруги лежить в межах 198,5-201,5 В.

Якщо така точність виявиться недостатньою, то для вимірювання слід використати прилад вищого класу точності.

Розв'язати задачу

Під час вимірювання напруги цим самим вольтметром він показав 20 В. Визначити границі дійсного значення напруги.

Запам'ятайте

Прямі вимірювання дають результат (вимірювану величину) безпосередньо з досліду.

Непрямі вимірювання безпосередньо вимірювану величину не дають. Її знаходять розрахунком, використовуючи результат прямих вимірювань допоміжних величин, з якими шукана величина пов'язана відомою залежністю.

З ряду причин результат вимірювань завжди в тій чи іншій мірі відрізняється від самої вимірюваної величини, тому для точного визначення вимірювальної величини A треба до результатів вимірювання A_0 додати деяку величину δ_A , яку називають похибкою:

$$A = A_0 + \delta_A$$

Похибки вимірювання поділяються на 3 класи: 1-систематичні, 2-випадкові, 3 - помилки.

Завдання для самоконтролю

1. Як здійснюється заспокоєння рухомої частини приладів магнітоелектричної системи?
2. Чому у ватметрах не використовуються механізми магнітоелектричної, електромагнітної і електростатичної систем?
3. Як утворюється обертаючий момент у приладах індукційної системи?
4. Чим відрізняється логометр від інших вимірювальних приладів?

Лабораторна робота

Дослідження однофазного та трифазного лічильника активної енергії.

Тема 1.8 Трансформатори

Принцип дії і будова трансформатора. Параметри, які характеризують роботу трансформатора: е.р.с. обмоток, коефіцієнт трансформації. Режими роботи трансформатора. Втрати енергії в трансформаторі. Трифазні та спеціальні трансформатори: зварювальні, вимірювальні струму і напруги, автотрансформатори, поворотні. Котушки запалювання з розімкнутим і замкнутим магнітопроводами систем запалювання автомобілів.



Прочитайте: [Л-1] с. 116-125

Теоретичні відомості і методичні вказівки

Вивчаючи тему зверніть увагу на роботу і застосування зварювальних трансформаторів, які застосовують для ремонту сільськогосподарських машин.

Трансформатори здійснюють трансформацію струмів і напруг, забезпечуючи економічну передачу та розподіл енергії. При збільшенні напруги за допомогою трансформаторів збільшується пропускна здатність ЛЕП, зменшується струм і втрати потужності в її проводах. Важлива властивість трансформаторів - можливість передачі енергії при відсутності електричного зв'язку між обмотками.

Трансформатором називають статичний електромагнітний апарат, призначений для перетворення однієї (первинної) системи змінного струму в іншу (вторинну), яка має в загальному випадку інші характеристики, зокрема, іншу напругу і інший струм.

Трансформатори дуже поширені у зв'язку з необхідністю передачі електричної енергії на значні відстані.

Трансформатори, призначені для підвищення напруги, називають підвищувальними, а для зниження напруги – знижувальними.

Трансформатори поділяють на однофазні і трифазні.

За призначенням розрізняють такі трансформатори:

а) силові – для перетворення електроенергії для живлення силового і освітлювального навантаження;

б) спеціальні – для живлення струмоприймачів спеціального призначення (електропечі, електрозварювання тощо);

в) вимірювальні – для під'єднання вимірювальних приладів;

г) автотрансформатори – для перетворення напруги в невеликих межах у лабораторіях, при пуску в хід двигунів змінного струму, для побутових та інших потреб.

Режими роботи трансформаторів:

- холостий хід;
- номінальний режим;
- робочий режим;
- режим короткого замикання.

Холостим ходом називають такий режим, при якому до первинної обмотки трансформатора подається номінальна напруга при номінальній частоті, а вторинна обмотка розімкнена і струм у ній дорівнює нулю.

Номінальний режим - робота трансформатора в умовах, для яких він розрахований і виготовлений. Характеризується номінальною напругою, струмом і потужністю. Ці дані вказуються на щитку трансформатора.

Робочий режим, або режим навантаження – це робота з навантаженням, величина якого дещо відрізняється від номінального.

Режим трансформатора, при якому вторинна обмотка замикається на коротко, а до первинної обмотки підведена номінальна напруга називається режимом короткого замикання.

Паралельною роботою називають роботу двох або кількох трансформаторів на загальні шини, при чому їх первинні обмотки під'єднані до загальної первинної мережі, а вторинні – до загальної вторинної мережі.

Запам'ятайте

Обмотку, до якої підводять енергію змінного струму, називають первинною, а від якої відводять – вторинною, незалежно від того, якої напруги ця обмотка: вищої або нижчої. Всі величини, що відносяться до первинної або вторинної обмотки, називають відповідно первинними або вторинними і позначають індексами 1 або 2.

Принцип дії трансформатора базується на законі електромагнітної індукції.

Коефіцієнтом трансформації трансформатора називають відношення напруги на затискачах первинної обмотки трансформатора до напруги на затискачах його вторинної обмотки при холостому ході.

Завдання для самоконтролю

1. Від чого залежить коефіцієнт трансформації трансформатора і як це пояснити?
2. Що може трансформувати трансформатор?
3. Яке призначення масла в баці потужного силового трансформатора?
4. Для чого застосовують автотрансформатори?

Розв'язати задачу

Напруга первинної обмотки 120 В, напруга вторинної обмотки 240 В, величина струму первинної обмотки 5А. Знайдіть величину струму у вторинній обмотці.

Лабораторна робота

Дослідження режимів роботи однофазного трансформатора.

Тема 1.9 Електричні машини постійного струму

Машини постійного струму: будова і принцип дії. Зворотність електричних машин постійного струму. Характеристики генераторів постійного струму. Способи пуску в хід та регулювання частоти обертання якоря двигуна постійного струму.



Прочитайте: [Л-1] с. 125-134

Теоретичні відомості і методичні вказівки

Зверніть увагу на використання машин постійного струму в автотракторному обладнанні.

Електричні двигуни постійного струму часто використовують як виконавчі елементи систем автоматичного регулювання, а спеціальні генератори застосовують як підсилювачі електричних сигналів керування і як тахогенератори – датчики швидкості обертання.

Генератори низької напруги (6-12 В) застосовують для живлення електролітичних ванн (струми до 10000 А), зарядки акумуляторних батарей, високоякісного зварювання (напруги 20-70 В). Машини постійного струму входять до складу автомобільного, судового і літакового електрообладнання, дорожніх машин.

Недоліки машин постійного струму: при певних несприятливих умовах щітки можуть іскрити, що знижує надійність роботи і вимагає нагляд і догляд за машиною. Таку машину неможливо використовувати у

вибухонебезпечних середовищах. Колектор ускладнює експлуатацію і збільшує вартість порівняно з безколекторною машиною змінного струму. Крім того, для живлення двигунів постійного струму необхідне додаткове обладнання – генератори постійного струму або випрямлячі.

Будова машини постійного струму.

Станина являє собою сталевий циліндр, в середині якого укріплено основні полюси магнітної системи з котушками обмотки збудження. Між основними знаходяться додаткові полюси зі своїми котушками. Станину машини відливають або згортають в циліндр з товстої листової сталі і зварюють по шву. Полюси роблять із м'якої сталі або набирають з сталевих пластин. До торців станини прикріплені підшипникові щити з підшипниками, в яких обертається вал якоря. На щиті з боку колектора встановлено щіткотримачі зі щітками. Якір представляє собою сталевий барабан. Для зменшення втрат на вихрові струми під час перемагнічування його набирають з дисків електротехнічної сталі товщиною 0,5 мм. Провідники обмотки, з'єднані між двома найближчими пластинами, утворюють секцію обмотки.

Обмотки мають декілька десятків секцій, стільки ж і колекторних пластин. На корпусі машини є коробка з клемми, куди виведено кінці обмотки якоря і обмотки збудження. Збудження магнітного поля в генераторах створюється або струмом від незалежного джерела, постійними магнітами або від якоря самого генератора (самозбудження). Генератори постійного струму можуть бути з незалежним, паралельним, послідовним і змішаним збудженням.

Регулювання швидкості обертання двигунів постійного струму здійснюється трьома способами: 1-реостатним (змінюючи за допомогою реостата сумарного опору кола якоря); 2-полюсним (змінюючи магнітні потоки полюсів за допомогою реостата збудження); 3-якірним (змінюючи напругу, яка підводиться до якоря двигуна).

Запам'ятайте

Переваги двигунів постійного струму: вони допускають плавне регулювання швидкості обертання простими способами і мають кращі пускові якості – розвивають більший пусковий момент при відносно невеликому струмі. Тому їх широко застосовують як тягові двигуни на електротранспорті.

Машини постійного струму є зворотними: вони можуть працювати як генераторами так і двигунами.

Завдання для самоконтролю

1. Чому полюси і станину машини постійного струму виконують з товстої листової сталі, а якір набирають з тонких дисків?
2. Чим відрізняються обмотки збудження машин, що мають різні способи збудження?
3. Чому пусковий реостат після пуску двигуна необхідно вивести?
4. Чи можна виконувати реверсування двигунів паралельного і послідовного збудження зміною полярності напруги джерела живлення?

Лабораторна робота

Дослідження електричного двигуна постійного струму з паралельним збудженням.

Тема 1.10 Електричні машини змінного струму

Асинхронне і синхронне обертання магнітного поля. Будова і принцип дії асинхронних двигунів. Обертовий момент і його залежність від ковзання. Робочі характеристики і коефіцієнт корисної дії асинхронного двигуна. Модифікація та коротка характеристика асинхронних двигунів сільськогосподарського призначення.

Синхронні машини: будова та принцип дії. Застосування синхронних машин у сільськогосподарському виробництві. Використання електричних машин постійного і змінного струму в автотракторному електрообладнанні.



Прочитайте: [Л-1] с. 134-147

Теоретичні відомості і методичні вказівки

Вивчаючи тему зверніть особливу увагу на способи регулювання швидкості обертання двигунів.

Обертвим називають поле з постійною магнітною індукцією, яке безперервно обертається у просторі. Якщо всередину поля вмістити замкнений виток, то обертове поле, перетинаючи його, індукватиме в ньому електрорушійну силу, а оскільки виток замкнений, по ньому потече струм, напрям якого визначається правилом правої руки. На контур почне діяти сила, яка змусить його обертатись.

Якщо в двигуні швидкість обертання ротора співпадає зі швидкістю обертання магнітного поля, то такі двигуни називаються синхронними.

В асинхронних двигунах швидкість обертання ротора не співпадає зі швидкістю обертання магнітного поля.

Відношення відносної швидкості поля до синхронної, виражене у відсотках, називають ковзанням ротора і приймають як величину, що характеризує ступінь відставання ротора від поля

$$S = \frac{n_1 - n}{n_1} \cdot 100\%$$

Практично ковзання ротора асинхронних двигунів становить 4-6%.

Принцип дії асинхронних двигунів базується на двох явищах: утворення робочого обертового магнітного поля струмами в обмотці статора і впливі цього поля на струми, індуквані в короткозамкнених витках ротора.

Коефіцієнт корисної дії двигуна

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

де P_2 – корисна потужність на валу, Вт.

P_1 - електрична потужність, споживана двигуном з мережі, Вт.

Регулювання швидкості двигуна – процес керування швидкістю двигуна при заданому (незмінному) моменті навантаження.

Регулювання може бути ступеневим або плавним в залежності від властивостей двигуна і прийнятого способу регулювання.

Асинхронні машини як правило використовують як двигуни.

Синхронні двигуни застосовують в приводах великої потужності.

На великих підстанціях електроенергетичних систем керування встановлюють спеціальні синхронні машини, які працюють в режимі холостого ходу і які віддають в мережу тільки реактивну потужність, яка необхідна для асинхронних двигунів. Ці машини називають синхронними компенсаторами.

Запам'ятайте

Асинхронні двигуни, як і всі електричні машини, мають властивість саморегулювання. Вона полягає в тому, що при зміні протидіючого моменту, який створюється робочим механізмом, автоматично змінюється обертовий момент машини і відновлюється порушена рівновага моментів на валу (незалежно від причини його порушення).

Механічною характеристикою називають залежність швидкості або частоти обертання ротора від електромагнітного моменту.

Робочі характеристики показують залежність експлуатаційних параметрів машини від потужності на валу двигуна. До цих параметрів відносять струм, активну потужність, коефіцієнт корисної дії, частоту обертання ротора і коефіцієнт потужності двигуна.

Завдання для самоконтролю

1. За якої умови виникає пульсуюче магнітне поле?
2. За яких умов виникає обертове магнітне поле?
3. Який принцип дії асинхронного електродвигуна?
4. Який принцип дії синхронного електродвигуна?
5. Від чого залежить синхронна частота обертання?
6. Як змінити напрям обертання магнітного поля обмотки статора?
7. Чому дорівнює ковзання ротора при пуску і обертанні із синхронною швидкістю?
8. Чому двигун з короткозамкненим ротором не розвиває крутний момент при пуску, не зважаючи на значний пусковий струм?

Лабораторна робота

Схеми пуску асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором, однофазного двигуна. Пуск трифазного двигуна в однофазному режимі.

Розділ 2 Основи автоматики

Тема 2.1 Іонні прилади тліючого розряду. Неонові лампи



Неонові лампи. Стабілітрони. Цифрові індикатори.

Прочитайте: [Л-4] с. 38-42

Теоретичні відомості та методичні вказівки:

Робота іонних приладів ґрунтується на явищі електричного розряду в газі. Пригадайте, що таке електричний розряд у газі та його види.

Характерна властивість неонові лампи полягає в тому, що в полях високої частоти ці лампи світяться без підключення електродів до джерел живлення, оскільки е.р.с. потрібна для утворення розряду в газі, створюється електромагнітним полем високої частоти. У лампі утворюється високочастотний розряд. Ця особливість неонових ламп зумовила їх переважне застосування як індикаторів напруги в радіоапаратурі.

Стабілітрон – іонний стабілізатор напруги – застосовують у мережах постійного струму, коли напругу на навантаженні треба підтримувати незмінною.

Цифровий індикатор тліючого розряду дістав поширення в обчислювальній техніці, вимірювальних пристроях. Він являє собою багато електродний прилад тліючого розряду. У такого індикатора не один, а десять катодів, кожному з яких надано форму якоїсь цифри (від 0 до 9). Оскільки в режимі тліючого розряду газ біля катода світиться, то при поданні напруги до анода й одного з катодів у приладі засвічується відповідна цифра.

Запам'ятайте

Газорозрядний стабілітрон, на відміну від кремнієвого, стабілізує значно вищі постійні напруги. Їх також можна з'єднувати послідовно.

Завдання для самоконтролю

1. В якому режимі звичайно працює неонові лампа?
2. Скільки елементів має цифровий індикатор тліючого розряду?
3. Назвіть сфери застосування стабілітронів.
4. Які протікають процеси в газовому середовищі іонних приладів.

Тема 2.2 Напівпровідникові діоди

Структура напівпровідників. Власна та домішкова провідність напівпровідників. Електронно-дірковий (n-p) перехід і його властивості. Вольт-амперна характеристика n-p переходу. Будова та технологія виготовлення n-p переходів у діодах. Різновиди діодів за функціональними ознаками. Характеристики і параметри напівпровідникових діодів.



Прочитайте: [Л-1] с. 153-166

Теоретичні відомості та методичні вказівки:

Вивчаючи тему необхідно спочатку ознайомитись з конструкцією приладу того чи іншого типу, розглянути способи його включення в схему, принцип дії, можливості практичного застосування. Слід звернути увагу на особливості умовних графічних позначень діодів і систему їх маркування.

Основна властивість діодів – одностороння провідність, тобто здатність пропускати струм тільки в одному напрямку. Окрім випрямних діодів промисловість випускає інші типи: високочастотні і надвисокочастотні – використовуються як випрямлячі на великих і над великих частотах, імпульсні – призначені для роботи в імпульсних режимах, варикапи – для використання залежності ємності р-п переходу від зворотної напруги, стабілітрони і стабістори – для стабілізації напруги, тунельні – для генерації і підсилення електричних сигналів, надвисокочастотні, обернені – для випрямлення сигналів надвисокої частоти з використанням зворотної гілки вольт-амперної характеристики, шумові використовуються як джерела шуму заданої спектральної щільності в певному діапазоні частот, змішувальні – для перетворення високочастотних сигналів в сигнали проміжної частоти, модуляторні – для модуляції високочастотного сигналу та інші.

Для того, щоб знати як працюють різні напівпровідникові прилади, необхідно добре вивчити процеси, які відбуваються в області р-п переходу та його властивості за відсутності зовнішньої напруги, і при подачі зовнішньої напруги на р-п перехід, зробити висновок про односторонню провідність.

Запам'ятайте

При з'єднанні напівпровідників р-типу з напівпровідниками п –типу виникає р-п перехід.

Властивості р-п переходу, процеси, які виникають у цій області напівпровідника під дією різних факторів, впливають на роботу напівпровідникових приладів.

Напівпровідникові прилади – це прилади, які мають один р-п перехід та 2 виводи. Залежно від призначення діоди поділяються на випрямні, низькочастотні, у яких площинні р-п переходи, та високочастотні, які мають точкові р-п переходи, варикапи, світлові діоди, стабілітрони, фотодіоди та ін.

Завдання для самоконтролю

1. Що називають напівпровідниковим діодом?
2. За якими конструктивними ознаками поділяють р-п переходи?
3. За якими технологічними ознаками розподіляють р-п переходи?
4. Для чого використовують випрямляючі діоди?
5. Які діоди використовують в швидкодіючих мікросхемах?

Лабораторна робота
Дослідження напівпровідникового діода.

Тема 2.3 Транзистори

Біполярний транзистор. Його будова, принцип дії. Схеми вмикання транзисторів, підсилювальні властивості транзистора. Польові транзистори: основні визначення, будова та принцип дії. Характеристики і параметри, застосування транзисторів.



Прочитайте: [Л-1] с. 167-176

Теоретичні відомості та методичні вказівки

У результаті вивчення цієї теми потрібно знати конструктивні особливості біполярних транзисторів структури р-п-р і п-р-п, їх роботу, схеми вмикання, сфери застосування.

Особливу увагу треба звернути на вивчення польових транзисторів, знати їх переваги над біполярними. Потрібно засвоїти умовні позначення і систему маркування транзисторів.

В залежності від чергування типів зон напівпровідників структура біполярного транзистора може бути р-п-р або п-р-п.

Біполярним транзистором називають напівпровідниковий прилад з двома взаємодіючими переходами і з трьома або більше виводами, підсилювальні властивості якого обумовлено явищем інжекції і екстракції неосновних носіїв заряду. Біполярні транзистори працюють на використанні носіїв обох знаків – електронів і дірок, внаслідок чого вони і отримали назву “біполярні”.

Запам'ятайте

Транзистори, завдяки керуючій дії бази в біполярних транзисторах чи затвору в польових транзисторах, використовуються для підсилення або генерування електричних сигналів.

Завдання для самоконтролю

1. Що називається біполярним транзистором?
2. Поясніть підсилювальні властивості кожної зі схем вмикання транзистора.
3. Назвіть основні переваги польових транзисторів над біполярними.
4. Які типи транзисторів вам відомі?
5. Де використовують транзистори?

Лабораторна робота
Дослідження транзисторів .

Тема 2.4 Тиристори

Будова та принцип дії. Параметри і характеристики. Різновиди тиристорів: диністор, триністор, симістор. Галузь застосування. Системи позначень напівпровідникових приладів.



Прочитайте: [Л-1] с. 176-181

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Для керування потужними навантаженнями застосовують напівпровідникові прилади – тиристори (керовані діоди). Вони мають чотиришарову структуру типу p-n-p-n і три електроди: анод, катод і керуючий електрод. Якщо тиристор відкритий, його опір малий, а сила струму в колі анод-катод визначається опором навантаження. Значення струму не повинно перевищувати номінального. За номінальним струмом визначають тип тиристора, а тому цей струм позначений на корпусі тиристора. Перевести тиристори з непровідного стану в провідний можна не тільки збільшенням напруги зовнішнього джерела, а й збільшенням струму одного з еквівалентних транзисторів. Для цього в тиристорах використовують керуючий електрод.

Запам'ятайте

Диністор – це електронний ключ, який може подавати або припиняти подачу енергії в навантаження, а триністор, крім того регулювати кількість енергії, яка підводиться до навантаження, і таким чином регулювати потужність струму в навантаженні.

Завдання для самоконтролю

1. Чим відрізняється тиристор від транзистора?
2. Які види тиристорів вам відомі?
3. Як можна перевести тиристор із відкритого стану в закритий?
4. Назвіть сфери застосування триністорів і диністорів.
5. Яка властивість тиристорів дозволяє використовувати їх в сферах безконтактних перемикачів (реле)?
6. Поясніть структуру і принцип дії тиристора.

Тема 2.5 Фотоелектричні прилади

Загальні відомості про види фотоефектів. Фотоелектричні напівпровідникові прилади: фотодіоди, фототранзистори, фототиристори, фоторезистори.

Оптоелектронні напівпровідникові прилади: світловий діод, оптопари. Системи позначень фотоелектричних і оптоелектронних приладів.



Прочитайте: [Л-1] с. 91-102

Теоретичні відомості та методичні вказівки

При вивченні даної теми слід звернути особливу увагу на види фотоефектів (зовнішній і внутрішній, фотогальванічний), основні параметри і характеристики фотоелектричних приладів, схеми їх включення і особливості роботи в різних режимах. Треба також знати практичне застосування цих приладів.

Оптоелектронні прилади – це прилади, що використовують для своєї роботи електромагнітне випромінювання оптичного діапазону.

Оптрони складаються з оптичних випромінювачів і фотоприймачів. Оптичним випромінювачем може бути світловий діод. Світлові діоди виготовляють з арсеніду галію, фосфіду галію, карбіду кремнію та інших напівпровідників. Випромінювання світла р – n переходом світлового діода відбувається в результаті рекомбінації основних носіїв зарядів в області р – n переходу при подачі на нього невеликої прямої напруги (2...6 В).

Фотоприймачами можуть бути фоторезистори, фотодіоди, тощо. Залежно від виду фотоприймача розрізняють діодні, транзисторні, резисторні, тиристорні оптрони.

Електричний струм можна отримати за допомогою напівпровідників без будь-якого зовнішнього джерела енергії, використовуючи безпосередньо енергію світла. Прилади, призначені для цієї мети, називають фотоелементами. Принцип побудови таких фотоелементів полягає в наступному: між металевим електродом і напівпровідником утворюють шар, що запирає, а на поверхню напівпровідника наносять тонкий шар металу.

Використання напівпровідникових фотоелементів в схемах телекерування, автоматики, сигналізації створює великі зручності, оскільки при цьому джерела постійного струму не потрібні.

Запам'ятайте

В оптронах використовується основна особливість оптоелектроніки – відсутність електричного зв'язку між вхідним і вихідним колом і однонаправленість сигналів. Високий опір між виходом і входом оптронної пари дозволяє низьким вхідним напругам керувати високими вихідними напругами (до сотень кіловат). Швидкодія оптронів досягає $10^{-8} \dots 10^{-9}$ с.

Оптрони використовують для передачі сигналів із одного електричного кола в інше, між якими не повинно бути прямого електричного зв'язку підсилення сигналів та в багатьох інших випадках і пристроях.

Завдання для самоконтролю

1. Що називають фотоелектричним приладом?
2. В чому полягає зовнішній та внутрішній фотоефекти?
3. Як працює фоторезистор? В яких режимах може працювати фото діод?
4. Що називають оптоелектронним напівпровідниковим приладом?
5. Що називають випромінюючим діодом (світло діодом)?

Тема 2.6 Елементи пасивні та мікромініатюрного виконання

Пасивні елементи електричних кіл. Резистори, їх різновиди, основні характеристики і параметри. Конденсатори, їх різновиди, основні характеристики і параметри. Котушки індуктивності, трансформатори. Характеристика трансформаторів за їх функціональним призначенням: силові, вихідні, для узгодження та імпульсні.

Мікромініатюризація елементної бази електронних схем. Інтегральні мікросхеми (ІС). Різновиди інтегральних схем. Технологія виготовлення (ІС). Пасивні й активні компоненти.



Прочитайте: [Л-1] с. 190-206

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Резистори – елементи електричного кола, призначені для використання їх електричного опору.

Конденсатори – елементи електричного кола, призначені для використання їх ємності.

Широко використовуються електричні кола, що містять котушки індуктивності та конденсатори (коливальні контури) і які працюють у режимі резонансу. У радіоелектронній апаратурі (РЕА) широко використовуються трансформатори живлення, вихідні та трансформатори для узгодження, а також імпульсні трансформатори.

Трансформатори живлення РЕА називають силовими трансформаторами. Вони забезпечують необхідну величину напруги живлення РЕА і входять до складу випрямлячів.

Вихідні трансформатори призначені для узгодження повного вихідного опору каскаду електронної апаратури з повним опором навантаження. Трансформатори для узгодження узгоджують вихідні і вхідні опори різних каскадів РЕА, передають електричні сигнали між каскадами.

Інтегральною мікросхемою називають мікроелектронний виріб, який виконує певну функцію перетворення і обробки сигналу і має високу щільність монтажу електричне з'єднаних елементів і розглядається як єдине ціле. Основною перевагою інтегральних схем є малі габаритні розміри, маса і підвищена надійність

Запам'ятайте

Пасивні елементи електроніки надзвичайно поширені, вони забезпечують необхідні режими роботи активних елементів (транзисторів, електровакуумних приладів) на постійному і змінному струмах.

Коливальні контури працюють у режимі резонансу, забезпечують роботу радіоприймальних і радіо передавальних пристроїв.

Напівпровідникові резистори широко використовують у системах автоматики як датчики різних величин.

Завдання для самоконтролю

1. Що називають мікроелектронікою?
2. Що називається інтегральною мікросхемою?
3. Як можна класифікувати інтегральні мікросхеми за конструктивно-технологічними ознаками?
4. Як можна виготовити резистор, конденсатор і індуктивність в інтегральних схемах?
5. Як виготовляють активні елементи і компоненти інтегральних схем?

Тема 2.7 Електронні випрямлячі

Загальні відомості про засоби електроживлення, випрямлячі: однопівперіодні і двопівперіодні, мостові, трифазні. Керовані випрямлячі.

Фільтри для гладження і стабілізатори постійної напруги. Інвертори. Використання інтегральних схем в джерелах живлення. Хімічні джерела живлення.



Прочитайте: [Л-1] с. 206-223

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Перед вивченням цієї теми необхідно повторити будову і роботу випрямних діодів, стабілітронів, тиристорів.

При вивченні схем випрямлячів необхідно накреслити кожен з них і показати шляхи проходження струму, з'ясувати всі переваги і недоліки, визначити галузі застосування.

Вивчаючи перетворювачі енергії, слід звернути увагу на перетворювачі променевої, хімічної, теплової енергії в електричну.

Напруга в електромережі залежить від навантаження, підключеного до неї, а тому величина її змінюється, що може значно погіршити роботу вузлів РЕА. Для забезпечення сталої величини напруги живлення РЕА використовуються стабілізатори напруги (струму).

Джерела електроживлення поділяють на первинні і вторинні. Первинні джерела здійснюють перетворення неелектричних видів енергії в електричну. Джерела вторинного електроживлення являють собою засоби, які забезпечують електропостачанням самостійні прилади або окремі кола електронної апаратури. Процес перетворення змінної напруги мережі в постійну називається випрямленням, а пристрої, за допомогою яких відбувається це перетворення – випрямляючими. Випрямлячі поділяють на некеровані і керовані. За допомогою некерованих випрямлячів отримують випрямлену напругу незмінної величини. Їх використовують для живлення більшості електронних пристроїв. Для живлення багатьох пристроїв необхідно змінювати (регулювати) випрямлений струм, або напругу, що здійснюють за допомогою керованих випрямлячів, виконаних, як правило, на тиристорних схемах. В залежності від числа фаз джерела випрямленої напруги розрізняють однофазні і багатофазні випрямлячі.

Для зворотного перетворення напруги постійного струму в змінну застосовують перетворювачі або інвертори.

Для стабілізації напруги постійного струму використовують стабілізатори, виконані на інтегральних мікросхемах.

Для живлення переносних електронних пристроїв використовують хімічні джерела напруги.

Приклад.

Скласти схему однопівперіодного випрямляча, якщо $P_n=300$ Вт, $U_n=20$ В. Використати діод Д242 А.

Розв'язання

1. З довідника виписуємо параметри діода

$$I_{\text{доп}}=10 \text{ А.}$$

$$U_{\text{зв}} = 100 \text{ В.}$$

2. Визначаємо струм споживача та струм діода

$$I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{300}{20} = 15 \text{ А}$$

Для однопівперіодної схеми

$$I_d=I_n=15 \text{ А}$$

3. Визначаємо напругу, що діє на діод в несповідний період

$$U_d=3,14 \cdot U_n=3,14 \cdot 20 = 63 \text{ В}$$

4. Перевіряємо діод за умовами:

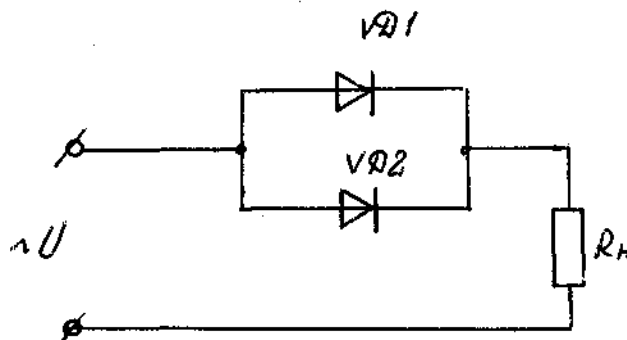
$$U_{\text{зв}} \geq U_d, \quad I_{\text{доп}} \geq I_d$$

$$100 \text{ В} > 63 \text{ В} \quad 15 \text{ А} \leq 10 \text{ А} - \text{умова не виконується.}$$

Щоб виконати умову по струму, з'єднуємо два діода паралельно, тоді

$$I_{\text{доп}} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ А} > 15 \text{ А} - \text{умова виконана.}$$

5. Складаємо схему випрямляча



Запам'ятайте

Від правильного вибору типу випрямляча в значній мірі залежить нормальна робота радіоелектронної апаратури, споживана нею потужність з електромережі.

Залежно від виду вентиля випрямлячі бувають електронні: на напівпровідникових діодах, тиристорні, та на іонних приладах.

Від кількості випрямлених півперіодів змінного струму, випрямлячі бувають однопівперіодні та двопівперіодні.

Завдання для самоконтролю

1. В чому полягає різниця між керованими і некерованими випрямлячами?
2. Для чого застосовують фільтри для гладження?
3. Як працюють випрямлячі з помножувачем напруги?
4. Що називають електронним стабілізатором напруги?
5. Як працює компенсаційний стабілізатор напруги?
6. Що називають інвертором?
7. Назвіть електрохімічні джерела електричного струму?

Лабораторна робота

Дослідження різних схем випрямлячів.

Практична робота

Розрахунок випрямлячів.

Тема 2.8 Загальні відомості про системи і елементи автоматики

Види і призначення автоматичних систем. Автоматичні системи з розімкнутим колом дії: система регулювання, система пошуку. Загальні властивості елементів автоматичних схем. Функціональні елементи: сприймальний (вимірjuвальний), керуючий, виконавчий, керований об'єкт.



Прочитайте: [Л-1] с. 224-238

Теоретичні відомості та методичні вказівки:

Вивчаючи тему, зверніть увагу на те, що вибір того чи іншого принципу побудови автоматичної системи залежить від її призначення, характеру зміни задаючого і збурюючого впливу, можливості отримання інформації про параметри системи, стабільності параметрів керованого об'єкта і елементів керуючого пристрою.

Зверніть увагу на зворотні зв'язки в системах автоматики. Ознайомтесь з функціональними, структурними і принциповими схемами автоматики.

У сільськогосподарському виробництві багато процесів і об'єктів підлягають автоматизації. У кожному з керованих процесів є об'єкт автоматичного керування і керована величина, яка характеризує фізичні властивості об'єкта і є його показником.

За принципом дії автоматичні системи поділяються на програмні, стабілізуючі і слідкуючі.

За характером алгоритму керування системи автоматики поділяють на розімкнені і замкнені.

За способом передачі і перетворення керуючої дії, яка забезпечує нормальне проходження технологічного процесу, автоматичні системи діляться на безперервні і дискретні.

Важливе місце в роботі системи автоматики мають зворотні зв'язки, оскільки вони визначають основні закони роботи і принципи побудови автоматичних систем керування.

Зворотний зв'язок – це зв'язок, по якому інформація про стан керованого об'єкта передається з виходу системи на її вхід. Якщо вплив зворотного зв'язку, який надходить на вхід системи, співпадає зі знаком задаючого впливу, то його називають додатнім. В протилежному випадку мова іде про від'ємний зворотній зв'язок.

Сукупність керованого об'єкта і автоматичного керуючого пристрою, взаємодіючих між собою у відповідності з алгоритмом керування, називають автоматичною схемою керування.

Технічний пристрій, призначений для автоматичного підтримання постійного значення показників процесу регулювання або зміни цих показників по будь – якому необхідному закону, називають автоматичним регулятором.

Поєднання об'єкта регулювання з автоматичним регулятором називають автоматичною системою регулювання.

Впливом в автоматичній системі називають взаємодію між автоматичною системою і зовнішнім середовищем або однією її частиною на іншу, при якому в ній відбуваються зміни. Розрізняють внутрішні і зовнішні впливи.

Підтримання керованої величини в певних межах або зміни її по заданому закону в процесі роботи системи може бути виконано як по розімкненому, так і по замкненому циклу керування.

При керуванні за розімкнутим циклом вплив, який потрапляє на керуючий пристрій від задавача, не є функцією результату цього впливу на об'єкт – він задається оператором.

При замкненому циклі система працює, якщо з'єднати її вихід з керуючим пристроєм так, щоб на нього весь час надходило два впливи – з задавача і з виходу керованого об'єкта.

Таким чином, в даній системі існує вплив не тільки керуючого пристрою на об'єкт, але і об'єкта на керуючий пристрій.

Запам'ятайте

Із всіх операцій керування технологічним процесом, об'єднаних визначенням автоматичної системи керування, найбільшу цікавість для практичного використання представляють операції по підтриманню або зміні цих показників по будь-якому необхідному закону. Ці операції отримали назву регулювання.

Завдання для самоконтролю

1. Як класифікують системи автоматичного керування?
2. Назвіть елементи автоматичних систем і опишіть їх властивості.
3. Наведіть приклад системи пошуку.
4. Наведіть приклади використання замкнених і розімкнених систем.
5. Поняття та класифікація зворотного зв'язку.

Тема 2.9 Датчики систем автоматики

Загальні відомості. Генераторні і параметричні перетворювачі. Резистивні, індуктивні, ємнісні, фотоелектричні датчики, датчики рівня, датчики кутової швидкості і положення, датчики температури. Датчики забезпечення роботи систем двигунів внутрішнього згорання і систем автоматизації роботи сільськогосподарських машин і агрегатів.



Прочитайте: [Л-1] с. 239-264

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Вивчаючи тему, необхідно звернути особливу увагу на будову і роботу датчиків п'єзо, швидкості, рівня, температури, як таких, що широко застосовуються на сільськогосподарській техніці.

Датчики, які застосовуються в сучасних системах автоматики, класифікують за різними ознаками: фізичній природі вхідних і вихідних величин, принципу дії і конструктивному виконанню. В залежності від фізичної природи вхідної величини датчики поділяють на датчики електричних величин (струму, напруги, потужності, частоти) і датчики неелектричних величин (температури, тиску, швидкості, рівня). За видом енергії вихідної величини датчики поділяють на електричні і неелектричні. Електричні датчики за принципом дії поділяють на параметричні, в яких вхідні величини перетворюються в вихідні параметри електричних кіл і генераторні, в яких енергія вхідної величини перетворюється на енергію електричного вихідного сигналу – ЕРС.

Неелектричні датчики поділяють на механічні, пневматичні та інші.

За характером зміни вихідного сигналу в часі розрізняють датчики безперервної дії, які видають сигнал безперервно, і дискретної дії, у яких значення вихідного сигналу в певні проміжки часу дорівнює нулю.

В основі будь-якої системи автоматичного контролю, регулювання і керування лежить інформація про стан і хід технологічних процесів, які проходять в об'єктах, про стан робочих речовин і функціонування обладнання. Цю інформацію у вигляді значень окремих фізичних величин отримують за допомогою відповідних технічних пристроїв, які називають вимірювальними перетворювачами – датчиками. Датчики поділяються на перетворювачі неелектричних величин на електричні та перетворювачі електричних величин на неелектричні. Найбільш поширені перетворювачі неелектричних величин на електричні. Це пояснюється тим, що датчики встановлюють безпосередньо на керованому об'єкті, який може бути віддалений від керуючого пристрою.

Запам'ятайте

Основними параметрами, які характеризують датчик є чутливість та інерційність.

Чутливість датчика представляє собою відношення змінення вихідної величини до зміни вхідної.

Інерційність датчика відображає деяке запізнення в вимірюванні значення керованої величини, яке може бути обумовлено масою деталей, тепловими властивостями, індуктивністю, ємністю та іншими параметрами самого датчика.

Завдання для самоконтролю

1. З яких елементів складається датчик?
2. Поясніть конструкцію і дайте характеристику контактним датчикам.
3. Поясніть конструкцію і принцип дії терморезисторів. Вкажіть їх переваги, недоліки, та галузь застосування.
4. Що таке сельсини і де їх застосовують?

Лабораторна робота

Дослідження різних типів датчиків.

Тема 2.10 Програмні пристрої, задавачі і елементи порівняння

Програмні пристрої і реле часу. Задавачі. Елементи порівняння: потенціометричні схеми порівняння двох напруг, мостові схеми порівняння, магнітні порівнювальні пристрої, порівнювальні пристрої слідкуючих систем.



Прочитайте: [Л-1] с. 264-270

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Вивчаючи тему необхідно спочатку ознайомитись з будовою, принципом роботи програмних пристроїв, реле часу, задавачів і елементів порівняння. Треба також знати практичне застосування цих пристроїв в сільському господарстві.

Програмні пристрої, магнітні елементи порівняння призначені для автоматизації вмикання і вимикання електрифікованих установок за часом.

У будь-якій замкненій автоматичній системі є задавач – елемент, що встановлює задане значення регульованої величини. Це значення називають установкою регулятора.

Задаючі пристрої представляють собою пристрої, за допомогою яких в систему автоматики подається задаючий вплив. Як задавачі використовують потенціометри, сельсини, обертові трансформатори.

Елементи порівняння призначені для виявлення неузгодженості між заданим і фактичним значенням регульованої величини і видачі керуючого сигналу регулятора

Реле витримки призначено для створення певної часової затримки при передаванні сигналу від одного елемента автоматики до іншого.

Програмне реле (пристрій) являє собою різновид реле витримки часу і звичайно дає можливість задавати декілька незалежних, відносно великих затримок часу.

Реле витримки часу виготовляють з електричними, механічними, пневматичними, гідравлічними та іншими пристроями сповільнення, які реагують на сигнали постійного або змінного струму.

Для створення витримок часу від сотих часток секунди до десятків хвилин в електричних схемах електронної автоматики широко застосовують конденсаторні реле витримки часу.

У реле з механічним пристроєм сповільнення, витримка часу створюється за допомогою часового механізму або синхронних електродвигунів.

Порівнювальний пристрій систем автоматики порівнює фактичне значення керованих величин з заданими значеннями і при їх неузгодженості видає первинний сигнал в систему керування з метою усунення неузгодженості.

Запам'ятайте

Задаючи пристрої за характером вихідного сигналу можна поділити на два основних класи: аналогові і цифрові. Аналогові, в свою чергу, поділяють на безперервні і дискретні. Дискретність може бути як по часу, так і по значенню вихідного сигналу.

Як порівнюючі пристрої застосовують мостові схеми, нуль – індикатори, дифманометри. На функціональних і алгоритмічних структурних схемах задавачі і порівнювальні пристрої зазвичай зображують спільно і називають порівняльним органом.

Завдання для самоконтролю

1. Що називається задавачем?
2. Що таке час спрацювання реле і як класифікують реле за часом спрацювання?
3. Поясніть принцип дії і будову реле часу типу 2РВМ?
4. Які порівняльні елементи ви знаєте?
5. Поясніть призначення програмних пристроїв.

Тема 2.11 Виконавчі елементи і реле автоматики

Загальні відомості про виконавчі елементи автоматики, їх класифікація. Електричні виконавчі елементи: електродвигуни постійного і змінного струму, електромагнітні пристрої системи пуску та подачі палива двигунів внутрішнього згорання і систем автоматичного водіння сільськогосподарських машин. Реле: електромагнітні нейтральні і поляризовані, електронні, геркони, електронні ключі.



Прочитайте: [Л-1] с. 270-293

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Виконавчі елементи – це кінцеві ланки автоматичних керуючих пристроїв, які безпосередньо, або через керуючий орган діють на об'єкт керування і змінюють керовану величину в заданому напрямку.

Реле – пристрій, в якому при досягненні певного значення вхідної величини вихідна величина змінюється стрибком – вихідні контакти або замикаються - в керуючому колі з'являється струм (напруга), або розмикаються.

Найширше у схемах автоматики застосовують електромагнітні нейтральні реле постійного і змінного струму, які не реагують на зміну полярності вхідного сигналу і мають невелику чутливість. Цих недоліків не мають електромагнітні поляризовані реле.

При автоматизації технологічних процесів часто треба забезпечувати певну витримку часу при ввімкненні або вимкненні різних виконавчих органів і необхідну тривалість процесу. Ці функції виконують реле часу. Будь-яке реле часу складається з 3 основних пристроїв: вхідного, пристрою затримки сигналу і вихідного пристрою. Пристрій затримки сигналу може бути виконаний з використанням різних принципів дії: електричного, механічного, пневматичного, термічного, гідравлічного.

Запам'ятайте

Основними показниками, які характеризують регулюючі властивості виконавчих механізмів, є коефіцієнт підсилення по потужності, підсилення на виході механізму, лінійні або тягові переміщення, частота обертання. Електромагнітні виконавчі механізми дискретної дії використовують для керування різного роду регулюючими і запірними клапанами, вентилями, золотниками. За видом руху виконавчого органа елементи поділяють на прямохідні, електромагнітні з прямолінійним рухом і електромагнітні муфти з обертаючим рухом.

Електродвигунні виконавчі механізми складаються з двигуна, редуктора і гальма. Сигнал керування одночасно подається на двигун і гальмо. При цьому двигун розгальмовується і приводить в рух робочий орган. При знятті сигналу двигун вимикається, а гальмо зупиняє рух робочого органа.

Завдання для самоконтролю

1. Поясніть принцип дії і конструкцію електромагнітного реле постійного струму.
2. Що таке час спрацювання реле і як класифікуються реле за часом спрацювання?
3. Поясніть принцип дії і конструкцію поляризованого реле.
4. Як можна змінити витримку часу реле?

Тема 2.12 Підсилювальні елементи систем автоматики

Загальні відомості. Класифікація та параметри підсилювачів. Напівпровідникові і магнітні підсилювачі.



Прочитайте: [Л-1] с. 293-313

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Підсилювачем називається технічний пристрій, який призначений для збільшення потужності сигналу за рахунок енергії додаткового джерела живлення. Щоб зрозуміти роботу багато каскадних підсилювачів, необхідно спочатку вивчити призначення і принцип дії окремих типових каскадів підсилення струму, напруги, потужності на транзисторах.

Важливо знати схеми і розуміти режими роботи транзисторів.

У резонансних підсилювачах навантаженням транзистора є коливальний контур, тому частотна характеристика підсилювача має різко виражений резонансний характер.

При вивченні підсилювачів постійного струму слід з'ясувати причини нестабільності рівня вихідної напруги (дрейф нуля). Слід також з'ясувати роль зворотних зв'язків у підсилювачах, їх вплив на роботу і якісні показники підсилювачів.

Запам'ятайте

Найпоширеніша група підсилювачів – це підсилювачі звукової частоти. Основними параметрами цих підсилювачів є:

- коефіцієнт підсилення за напругою $K_u = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}}$
- коефіцієнт підсилення за потужністю $K_p = \frac{P_{\text{вих}}}{P_{\text{вх}}}$
- чутливість – це така мінімальна напруга вхідного сигналу, за якої на виході отримують номінальну вихідну потужність $U_{\text{вх min}}$.
- номінальна вихідна потужність – це така максимальна потужність вихідного сигналу, за якої спотворення вихідного сигналу не перевищують допустимих значень P_n .

Підсилювачі радіочастот відрізняються від підсилювачів звукових частот видом навантаження. У підсилювачів звукових частот навантаженням є найчастіше резистор. У підсилювачах радіочастот – це коливальний контур.

Підсилювачі постійного струму можуть бути прямого підсилення, з перетворенням частоти, балансні, диференційні.

Завдання для самоконтролю

Розв'язати задачу. Визначити коефіцієнт підсилення транзисторного підсилювача, якщо вхідна потужність $P_{\text{вх}} = 10$ Вт, вихідна потужність $P_{\text{вих}} = 100$ Вт.

1. Назвіть переваги двотактних схем підсилювачів над однотоактними.
2. Яку роль в роботі магнітного підсилювача грає підмагнічування його осердя постійним струмом?
3. Чому магнітні підсилювачі великої потужності виготовляються на феромагнітному осерді із трансформаторної сталі, а для підсилення слабких сигналів використовують осердя із залізонікелевих сплавів (пермалоїв)?
4. Яку роль відіграє зворотний зв'язок в магнітному підсилювачі?
5. Назвіть причини нестабільності рівня вихідної напруги підсилювачів на трансформаторах.

Лабораторна робота

Дослідження підсилювачів низької частоти.

Тема 2.13 Елементи теорії релейних систем автоматики. Логічні елементи

Основні поняття і визначення теорії релейних систем автоматики. Аналітичний запис структури й умов роботи. Основні записи алгебри логіки. Безконтактні логічні керуючі елементи. Мінімізація релейних систем. Тригери і регістри. Основні види логічних схем.



Прочитати: [Л-1] с. 313-331

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Основою теорії релейних систем є математичний апарат алгебри логіки, або Булева алгебра. Будь-яку складну схему автоматики, користуючись алгеброю логіки, можна записати математично, не зображуючи її графічно. Такий запис дозволяє проаналізувати роботу схеми, спростити її без порушення працездатності, зменшити кількість елементів схеми до можливого мінімуму.

Мінімізація схем – це зменшення кількості числа елементів схеми з метою її спрощення та підвищення експлуатаційної надійності.

Будову, принцип роботи, схеми підключення безконтактних логічних елементів вивчіть за рекомендованою літературою. Зверніть увагу на використання логічних пристроїв в інтегральних мікросхемах.

Для переводу десяткових чисел у будь – яку систему потрібно послідовно ділити десяткове число на основу системи, в яку переводять (записують лише цілими числами) до тих пір, аж поки не отримають частку, меншу за основу системи, в яку це число переводять.

Тригерами називають пристрої, які мають два стійких стани і перехід із одного стану в інший відбувається під дією вхідних сигналів. Тригери можуть виготовлятися на транзисторах, на логічних елементах в інтегральному

виконанні, а також випускаються як готові вироби у вигляді мікросхем. Залежно від способу запису інформації тригери поділяють на асинхронні, з 2 інформаційними входами, і синхронні, в яких є ще один синхронізуючий вхід. Виходів у тригера завжди 2, сигнали на яких протилежного рівня (на одному високий – логічна 1, а на другому – низький – логічний (0)). Один із входів називають прямим, а інший – інверсним.

На основі тригерів виготовляють інші цифрові пристрої – регістри, лічильники, дільники та ін.

Приклад. Перевести число 26 з десяткової системи числення в двійкову

$$\begin{array}{r}
 26 \overline{) 2} \\
 \underline{0} 13 \\
 1 6 \\
 0 3 \\
 1 1
 \end{array}$$

Таким чином, аналогом числа 26 буде в двійковій системі буде 11010

Запам'ятайте

Логічні елементи – надзвичайно поширені електронні пристрої. На їх основі будують операційні пристрої ЕОМ, їх використовують у безконтактних схемах автоматики, інших цифрових пристроях.

Вивчаючи основні закони алгебри логіки пам'ятайте, що формули алгебри контактних схем відображають не кількість співвідношення, а стан елементів.

Дії над числами різних систем виконуються за тими ж правилами, що і над десятковими.

Завдання для самоконтролю

1. Наведіть назви і формальні записи основних логічних перетворень.
2. Дайте визначення тригера. Що називають синхронним, асинхронним тригером?
3. Що називають прямим двійковим кодом числа?
4. Що називається регістром?
5. Поясніть роботу найпростішого двійкового лічильника.
6. Дайте визначення дешифратора.

Розв'язати задачу

Подати у двійковій системі числа 29 і 28.

Тема 2.14 Об'єкти регулювання і регулятори

Сільськогосподарські об'єкти керування. Функції регулятора. Класифікація регуляторів. Статичні й астатичні регулятори. Регулятори пропорційної дії. Регулятори інтегральної дії. Регулятори пропорційно-інтегральної дії.



Прочитайте: [Л-1] с. 332-346

Теоретичні відомості та методичні вказівки

Вивчаючи матеріал, зверніть увагу на статичні і динамічні характеристики об'єктів керування. З'ясуйте, що таке самовирівнювання, чому воно може бути додатним і від'ємним.

Промисловість випускає регулятори, які можна класифікувати за наступними ознаками: керованій величині, використовуваній енергії, конструктивному виконанню, принципу керування, алгоритму керування, керуючому впливу на об'єкт і закону керування. За видом керованої величини розрізняють регулятори швидкості, температури, напруги, освітленості, потужності, тиску, рівня і т.ін.

За видом використовуваної енергії розрізняють регулятори прямої і непрямой дії.

За конструктивним виконанням розрізняють регулятори приладні, апаратні і агрегатні.

Приладні регулятори мають вимірювальний пристрій, який одночасно видає сигнал на вимірювальний пристрій, який реєструє значення контрольованої величини і сигнал керування. До них відносять електронні потенціометри або автоматичні мости, вимірювальні логометри. В регуляторах апаратного типу виробляється тільки керуючий сигнал. Основні вузли регуляторів – вимірювальний блок і електронний пристрій, який формує закони керування. Вимірювальний блок сприймає сигнали від первинних приладів і задавача, підсилює їх і формує уніфікований сигнал, який подає на вхід електронного керуючого пристрою. Електронний пристрій включає електронний підсилювач і пристрій з релейним або аналоговим виходом при застосуванні від'ємних зворотних зв'язків.

Інтегральний регулятор реалізує інтегральний закон керування і характеризується тим, що будь – якому положенню керуючого органа, тобто будь – якому навантаженню, відповідає задане значення керованої величини. Якщо в автоматичній системі з таким регулятором відбудеться відхилення керованої величини від заданого значення, керуючий орган буде переміщуватись до тих пір, поки він не повернеться до заданого значення.

Технічні об'єкти називають керованими об'єктами. Вони характеризуються фізичними величинами, які в процесі керування намагаються зберегти незмінними, або змінювати за певним законом – алгоритмом керування.

Керуючий пристрій автоматичної системи регулювання називається регулятором. За видом дії регулятори поділяються на регулятори перервної (релейної) і неперервної дії. Виконавчі органи регуляторів релейної дії можуть бути тільки у кількох фіксованих положеннях. У регуляторах безперервної дії виконавчі органи можуть займати багато проміжних положень.

Залежно від закону регулювання регулятори релейної дії поділяються на регулятори дво- і три позиційної дії, а регулятори безперервної дії – на

регулятори пропорційної (П- регулятори), інтегральної (І – регулятори) і пропорційно-інтегрально-диференційної дії (ПІД – регулятори).

Запам'ятайте

Властивості об'єктів здійснюють суттєвий вплив на весь процес керування і тому під час аналізу роботи автоматичної системи їх необхідно враховувати. До основних властивостей об'єктів керування відносять статичну і динамічну характеристики, акумулюючу здатність, самовирівнювання, запізнення процесу в об'єкті, час розгону об'єкта.

Автоматична система керування забезпечить заданий алгоритм функціонування, якщо регулятор вибраний вірно і його параметри налагоджені на відповідний режим роботи. Основна функція регулятора полягає в тому, щоб виявити відхилення керованої величини від заданого значення, підсилити це відхилення і перетворити в переміщення виконавчого механізму або в керуючий сигнал керуючого органа об'єкта керування.

Завдання для самоконтролю:

1. Що таке об'єкт керування?
2. Назвіть основні властивості об'єктів керування.
3. Які переваги і недоліки релейного двопозиційного регулювання?
4. Чим відрізняється терморегулятор ПТР-3 від терморегулятора ПТР-2?
5. Назвіть переваги й недоліки інтегральних і пропорційно-інтегральних регуляторів?

Тема 2.15 Запам'ятовуючі пристрої

Способи вводу і виводу інформації. Принцип дії електронно-обчислювальних машин.



Прочитати: [Л-1] с. 347-352

Теоретичні відомості і методичні вказівки

У логічних схемах і електронних цифрових обчислювальних машинах широко застосовуються так звані запам'ятовуючі пристрої, призначені для зберігання інформації у вигляді двійкових кодів. Отже, це пристрої, які можуть перебувати в одному з двох стійких станів (тригери, ферит-транзисторні комірки тощо).

Звичайно до складу ЕОМ входять: зовнішній запам'ятовуючий пристрій із значною ємністю пам'яті і внутрішній (оперативний) запам'ятовуючий пристрій. В оперативний запам'ятовуючий пристрій записується тільки та інформація, яка потрібна для розв'язання конкретної задачі, а в зовнішній – інформація, яка може знадобитися в майбутньому для розв'язання інших задач. Дані, що потрібні для розв'язання чергової задачі, переписуються з зовнішнього запам'ятовуючого у внутрішній (за командою оператора).

Вивчаючи матеріал, зверніть увагу на способи вводу і виводу інформації та принципи роботи електронних обчислювальних машин.

ЕОМ поділяють на цифрові, в яких інформація подається в дискретній формі, і аналогові, в яких інформація подається в неперервній формі. Цифрові ЕОМ називають також комп'ютерами.

ЕОМ оперує також із зовнішніми пристроями: дисплеєм, датчиками, друкуючими пристроями. З'єднані блоки і вузли ЕОМ між собою і зовнішніми пристроями системою шин.

Шина багатожильний кабель, яка може передавати інформацію в одному напрямі або в обох залежно від призначення.

У пам'яті ЕОМ зберігається і програма, і дані. В ролі елемента пам'яті може використовуватись регістр, номер комірки якого називають адресою. За кожною адресою знаходиться в пам'яті одне n – розрядне слово.

Запам'ятайте

Пристрій вводу інформації призначений для вводу програми, вихідних даних завдань в ЕОМ. Це може бути дисплей з клавіатурою, зовнішні запам'ятовуючі пристрої, датчики.

Пристрої виводу інформації призначені для виводу результатів розв'язання задач у зручному вигляді для сприйняття людиною – у вигляді чисел, текстів, малюнків, графіків, таблиць. Такими пристроями можуть бути дисплеї, друкуючі пристрої (принтери).

Основним операційним пристроєм ЕОМ є процесор, в якому виконуються математичні, логічні та інші операції. Якщо процесор виконаний на одній чи на кількох мікросхемах, його називають мікропроцесором.

Завдання для самоконтролю

1. Що використовують для записування інформації в зовнішніх запам'ятовуючих пристроях?
2. У чому полягають переваги оперативних запам'ятовуючих пристроїв на сегнетоелектриках порівняно з оперативними запам'ятовуючими пристроями на феритах?
3. Які основні вимоги ставляться до оперативних запам'ятовуючих пристроїв?
4. Для чого призначені пристрої вводу і виводу ЕОМ?

Рекомендована література

1. Левченко Т.В., Хоменко В.В., Стефанішен М.В. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник.-К.:Аграрна освіта,2010.-358с.
2. Паначевний Б.І., Свергун Ю.Ф. Загальна електротехніка: теорія і практикум.-К.:Каравела,2003. - 440с.
3. Мурзін В.К. Загальна електротехніка.-Полтава.:Кременчук,2001.-324с.
4. Коруд В.І., Гатола О.С., Малиновський С.М. Електротехніка: Підручник.-Львів: Магнолія, 2008. - 447с.
5. Дмитрієв В.Т. Електротехніка і мікросхемотехніка. Навчальний посібник.-Львів: Афіна,2004.-175с.
6. Казидуб О.Г. Основи електротехніки і мікропроцесорної техніки: Навчальний посібник. НМЦ,2004. – 175с.
7. Квітка С.О., Яковлев В.Ф., Нікітіна О.В. Електротехніка і мікросхемотехніка. Навчальний посібник.-К.: Аграрна освіта, 2010.-329с.
8. Евдокимов Ф.Е. Общая электроника. – М.: Высшая школа, 1987.
9. Колонтаєвський Ю.П. Промислова електротехніка та мікросхемотехніка. Теорія і практикум: Навчальний посібник:-К.: Каравела,2004 - 437с.
10. Бородин Н.Ф. Автоматизация технологических процессов: Учебник.-М.: Колос, 2004-344с.:ил.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Для розв'язування задачі 1 треба знати закон Ома для електричного кола і перший закон Кірхгофа; вивчити методику визначення загального опору кола при змішаному з'єднанні резисторів; ознайомитися з розв'язуванням прикладу.

Приклад 1. Визначити загальний опір кола відносно затискачів СД (рис.1), а також струми в кожному резисторі. Величини резисторів $R_2=5$ Ом, $R_3=15$ Ом, $R_4=30$ Ом, $R_5=6$ Ом. До затискачів СД прикладена напруга $U_{CD} = 40$ В.

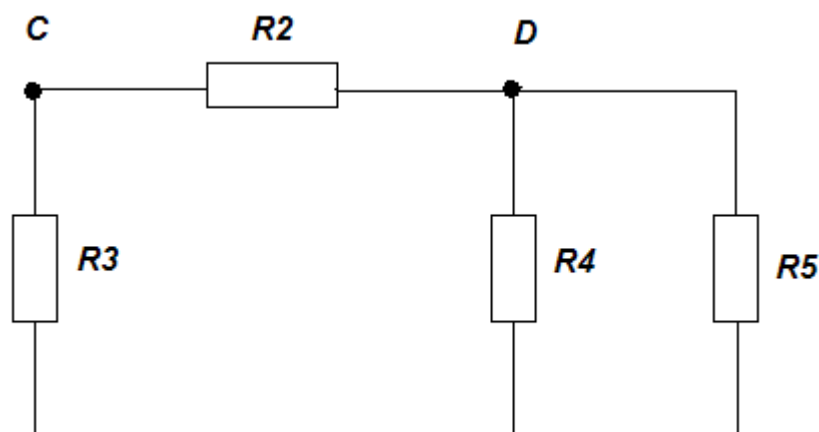


Рис. 1

Розв'язування

1. Визначаємо загальний опір кола відносно затискачів СД.

Резистори R_4 і R_5 з'єднані паралельно, тому їхній еквівалентний опір становить:

$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{30 \cdot 6}{30 + 6} = 5 \text{ Ом}$$

Резистори $R_{4,5}$ і R_3 з'єднані послідовно, тому

$$R_{4,5,3} = R_{4,5} + R_3 = 5 + 15 = 20 \text{ Ом.}$$

Резистори $R_{4,5,3}$ і R_2 з'єднані паралельно, тому

$$R_{CD} = \frac{R_{4,5,3} \cdot R_2}{R_{4,5,3} + R_2} = \frac{20 \cdot 5}{20 + 5} = 4 \text{ Ом}$$

2. Знаходимо струми, які проходять по кожному резистору.

Резистор R_2 увімкнено паралельно до затискачів СД, тому

$$I = \frac{U_{CD}}{R_2} = \frac{40}{5} = 8 \text{ А}$$

Резистор $R_{4,5,3}$ також увімкнено паралельно до затискачів СД, тому

$$I_{4,5,3} = I_3 = \frac{U_{CD}}{R_{4,5,3}} = \frac{40}{20} = 2A$$

Напруга на резисторах R_4 і R_5

$$U_{4,5} = U_{CD} - I_3 R_3 = 40 - 2 \cdot 15 = 10V.$$

Струми в резисторах R_4 і R_5

$$I_4 = \frac{U_{4,5}}{R_4} = \frac{10}{30} = 0,33A$$

$$I_5 = \frac{U_{4,5}}{R_5} = \frac{10}{6} = 1,67A$$

Робимо перевірку

$$I_3 = I_4 + I_5 = 0,33 + 1,67 = 2A.$$

Загальний струм, що йде від затискача C джерела,

$$I = \frac{U_{CD}}{R_{CD}} = \frac{40}{4} = 10A$$

Цей струм повинен дорівнювати сумі струмів I_2 та I_3 .

$$I = I_2 + I_3 = 8 + 2 = 10A$$

Задача розв'язана правильно.

Приклад 2. Трифазний трансформатор має номінальну потужність $S_H = 400$ кВА, номінальні первинна і вторинна напруги $U_{1H} = 6000$ В і $U_{2H} = 400$ В. Втрати становлять: в сталі $P_{ст} = 1900$ Вт; в міді $P_M = 8000$ Вт. Визначте первинний і вторинний струми, к.к.д. при коефіцієнті потужності $\cos = 0,85$, якщо від трансформатора споживається потужність $P_2 = 255$ кВт.

Розв'язування

1. Коефіцієнт навантаження трансформатора дорівнює відношенню дійсної потужності P_2 до активної потужності при номінальному навантаженні

$$K_H = \frac{P_2}{S \cdot \cos\varphi} = \frac{255}{400 \cdot 0,85} = 0,75$$

2. Струми в обмотках при $K_H = 0,75$:

$$I_1 = \frac{k_H S_H}{\sqrt{3} U_{1H}} = \frac{0,75 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000} = 28,9A$$

Номінальні $I_2 = \frac{k_n S_H}{\sqrt{3} U_{2H}} = \frac{0,75 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 433 \text{ A}$ струми обмоток становлять:

$$I_1 = \frac{S_H}{\sqrt{3} U_{1H}} = \frac{400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000} = 38,6 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{S_H}{\sqrt{3} U_{1H}} = \frac{400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 6000} = 578 \text{ A}$$

3. К.к.д. трансформатора при $K_H = 0,75$ і $\cos \varphi = 0,85$:

$$\eta = \frac{K_n \cdot S_H \cdot \cos \varphi \cdot 100}{K_n \cdot S_H \cdot \cos \varphi + P_{cm} + K_n^2 \cdot P_m} = \frac{0,75 \cdot 400 \cdot 0,85 \cdot 100}{0,75 \cdot 400 \cdot 0,85 + 1,9 + 0,75^2 \cdot 8} = 97,4\%$$

Перед розв'язуванням задачі про асинхронні двигуни необхідно опрацювати теоретичний матеріал за підручником і розглянути приклад.

Приклад 3. Асинхронний двигун з короткозамкненим ротором має величини: номінальна потужність $P_H = 7$ кВт, номінальна напруга $U_H = 380$ В, число обертів $n_H = 1460$ об/хв, к.к.д. $\eta_H = 0,89$, $\cos \varphi = 0,84$, кратність пускового струму $\frac{I_n}{I_H} = 6$, перевантажувальна здатність $\frac{M_M}{M_H} = 1,6$

Визначити споживану потужність, номінальний і максимальний моменти, пусковий струм, номінальне ковзання.

Розв'язування

1. Споживана потужність:

$$P_1 = \frac{P_H}{\eta_H} = \frac{7}{0,89} = 7,87 \text{ кВт}$$

2. Номінальний момент:

$$M_H = 9565 \frac{P_H}{n_H} = 9565 \frac{7}{1460} = 46 \text{ Нм}$$

3. Максимальний момент:

$$M_M = 1,6 M_H = 1,6 \cdot 46 = 74 \text{ Нм.}$$

4. Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 1000}{\sqrt{3} U_H \eta_H \cos \varphi} = \frac{7 \cdot 1000}{1,7 \cdot 380 \cdot 0,89 \cdot 0,84} = 14,2 \text{ A}$$

5. Пусковий струм:

$$I_n = 6 I_H = 6 \cdot 14,2 = 85,2 \text{ A.}$$

6. Номінальне ковзання:

$$s_H = \frac{n_1 - n_H}{n_1} \cdot 100\% = \frac{1500 - 1460}{1500} \cdot 100 = 2,67\%$$

При $n_H = 1460$ об/хв. частота обертання поля становить $n_1 = 1500$ об/хв.

Перед розв'язуванням **задачі 4** необхідно опрацювати теоретичний матеріал за підручником, ознайомитись з методичними вказівками та розглянути типовий приклад.

Методичні вказівки до розв'язування задачі 4

Метою розрахунку випрямляча є вибір випрямних діодів, схеми випрямляча та розрахунок вторинної напруги і потужності трансформатора. Вихідною величиною для розрахунку випрямляча є потужність споживача P_H і напруга, при якій він працює U_H . При наявності цих даних є можливість визначити струм споживача:

$$I_H = \frac{P_H}{U_H},$$

Далі необхідно підібрати діоди з таким допустимим струмом через діод, щоб виконувалась умова:

- для однопівперіодного випрямляча: $I_{\text{дон}} > I_H$;

- для двопівперіодного з середньою точкою трансформатора і

мостового:

$$I_{\text{дон}} > 0,5 I_H;$$

- для трифазного: $I_{\text{дон}} > I_H/3$.

При виборі діодів необхідно врахувати зворотну напругу $U_{зв}$, яка діє на діод в непровідний період.

Так, для однопівперіодного і двопівперіодного з середнім виводом трансформатора

$$U_{зв} = 3,14 U_H;$$

- для мостового $U_{зв} = 1,57 U_H$;

- для трифазного $U_{зв} = 2,09 U_H$.

Діод підходить для побудови схеми за умови $U_{зв.макс} > U_{зв}$.

Залежно від схеми випрямляча, необхідно вибрати напругу вторинної обмотки трансформатора U_2 . Так для:

- однопівперіодного випрямляча $U_2 = 2,22 \cdot U_H$;

- для двопівперіодного з середнім виводом трансформатора і

мостового

$$U_2 = 1,11 \cdot U_H;$$

- трифазного $U_2 = 0,9 \cdot U_H$.

Далі необхідно знайти типову (габаритну) потужність трансформатора:

- для однопівперіодного випрямляча $P_{mp} = 3,09 \cdot P_H$;

- для двопівперіодного з середньою точкою $P_{mp} = 1,48 \cdot P_H$;

- для мостового $P_{mp} = 1,23 \cdot P_H$;

- для трифазного $P_{тр} = 1,34 \cdot P_n$.

Для підвищення надійності приладів і пристроїв, в яких використовуються діоди, не бажано застосовувати їх при максимальних режимах, при тих значеннях, які передбачені в технічних умовах на даний напівпровідниковий прилад.

Рекомендується обмежувати робочі струми і напруги значеннями, які не перевищують 70% максимально допустимих згідно з технічними умовами на даний тип діодів. Ці рекомендації стосуються до використання будь – яких напівпровідникових приладів (діоди, транзистори, тиристори).

Наприклад, для діода КД202Б:

- максимально допустимий прямий струм $I_{макс} = 3,5\text{А}$;
- максимально допустима зворотна напруга $U_{зв.макс} = 50\text{В}$.

Значення прямого струму і зворотної напруги, при яких діод буде працювати тривалий час становитиме:

$$I_{доп} = 0,7 I_{макс} = 0,7 \cdot 3,5 = 2,45\text{ А};$$

$$U_{зв} = 0,7 U_{зв. макс} = 0,7 \cdot 50 = 35\text{ В}.$$

Отже, для схем випрямлячів необхідно використовувати знайдені значення параметрів.

Для засвоєння методики розрахунку випрямляча необхідно розглянути декілька прикладів.

Приклад 4. Розрахувати випрямляч за мостовою схемою. Задано струм навантаження $I_n = 2\text{ А}$, при нарузі $U_n = 15\text{ В}$. Поясніть порядок розрахунку і накресліть схему випрямляча.

Розв'язування

1. Струм споживача задано $I_n = 2\text{ А}$.
2. Напруга, що діє на діод в неспровідний період:
 $U_{зв} = 1,57 \cdot U_n = 1,57 \cdot 15 = 23,6\text{ В}$.
3. Перевіримо можливість використання діода КД202Б. Параметри діода КД202Б з врахуванням коефіцієнта 0,7:
 $I_{доп} = 2,45\text{ А}; \quad U_{зв.макс} = 35\text{В}$.

Діод повинен задовольняти вимогам випрямляча:

- а) струм, який проходить через діод $I_d = 0,5 \cdot I_n = 0,5 \cdot 2 = 1\text{ А}$ – цю умову діод задовольняє тому, що $I_{доп} = 2,45\text{ А} > I_d = 1\text{ А}$;
 - б) зворотна напруга, яка прикладена до діода $U_{зв макс} = 35\text{ В} > U_{зв} = 23,6\text{ В}$ – цю умову діод також задовольняє.
4. Визначаємо напругу вторинної обмотки трансформатора: $U_2 = 1,11 U_n = 1,11 \cdot 15 = 16,65\text{В}$.
 5. Габаритна потужність трансформатора:

$$P_{тр} = 1,23 P_n;$$

$$P_H = I_H \cdot U_H = 2 \cdot 15 = 30 \text{ Вт};$$

$$P_{\text{тр}} = 1,23 \cdot 30 = 37 \text{ Вт}.$$

Схема випрямляча наведена на рис.2

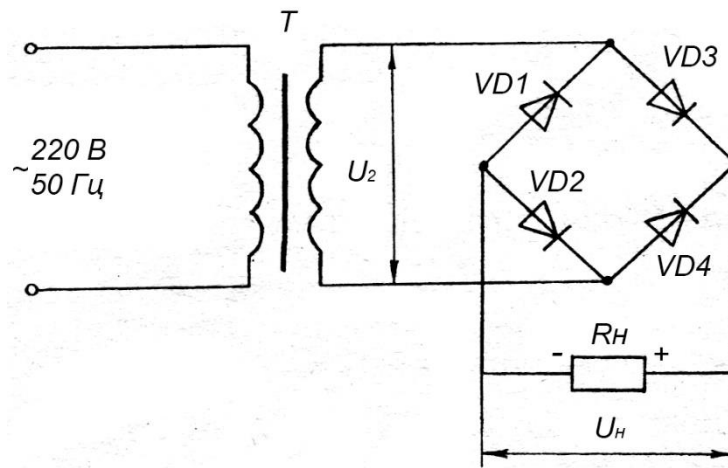


Рис.2

Приклад 5. Двопівперіодний випрямляч із середньою точкою повинен живити споживач постійним струмом. Потужність споживача $P_H = 120$ Вт при напрузі $U_H = 40$ В.

Виберіть один із трьох типів рекомендованих діодів: КД202А, Д245Б, Д248Б і поясніть порядок вибору діодів. Накресліть схему випрямляча.

Розв'язування

1. Визначаємо струм споживача і струм, який проходить через діод

$$I_H = \frac{P_H}{U_H} = \frac{120}{40} = 3 \text{ А} \quad I_D = 0,5 I_H = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ А}$$

2. Напруга, що діє на діод в неспровідний період:

$$U_{\text{зв}} = 3,14 U_H = 3,14 \cdot 40 = 125,5 \approx 126 \text{ В}.$$

З таблиці 10 виписуємо параметри рекомендованих діодів.

Тип діода	$I_{\text{макс.}}, \text{ А}$	$U_{\text{зв.макс.}} \text{ В}$	$U_{\text{зв.доп.}} \text{ В}$
КД202А	3	50	35
Д245Б	5	300	210
Д248Б	5	600	420

$$U_{\text{зв.доп}} = 0,7 \cdot U_{\text{зв.макс}}$$

Діод повинен задовольняти вимогам:

а) $I_{\text{доп}} > I_D = 1,5 \text{ А}$ – цю умову задовольняють всі три діоди з врахуванням коефіцієнту запасу по струму 0,7:

- для діодів Д245Б і Д248Б: $I_{\text{доп}} = I_{\text{макс}} \cdot 0,7 = 5 \cdot 0,7 = 3,5 \text{ А};$

- для діода КД202А: $I_{\text{доп}} = 3 \cdot 0,7 = 2,1 \text{ А};$

б) по зворотній напрузі для схеми випрямляча задовольняють діоди Д245Б і Д248Б, тому, що

$$\text{Для діода Д245Б} - U_{зв.доп.} = 210\text{В} > U_{дзв} = 126\text{ В};$$

$$\text{Для діода Д248Б} - U_{зв.доп} = 420\text{ В} > U_{дза} = 126\text{ В}.$$

Остаточно вибираємо для двопівперіодного випрямляча із середньою точкою діоди типу Д248Б, для яких: $I_{доп} = 3,5\text{А} > I_{д} = 1,5\text{А};$

$$U_{зв.доп} = 210\text{В} > U_{зв} = 126\text{ В}.$$

3. Визначаємо напругу вторинної обмотки трансформатора:

$$U_2 = 1,11 \cdot U_H = 1,11 \cdot 40 = 44,4\text{В}.$$

6. Габаритна потужність трансформатора: $P_{тр} = 1,48 \cdot P_H = 1,48 \cdot 120 = 177,6 \approx 178\text{ Вт}.$

Схема випрямляча наведена на рис.3

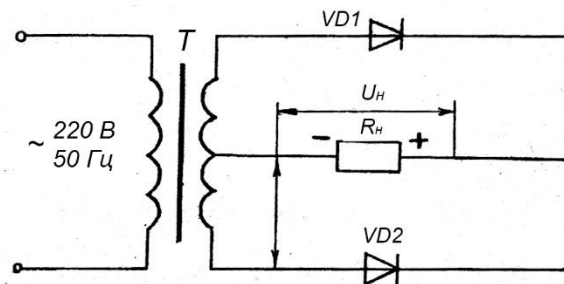


Рис.3

Приклад 6. Для живлення постійним струмом споживача потужністю $P_H = 20\text{ Вт}$, при напрузі $U_H = 400\text{ В}$ необхідно зібрати схему однопівперіодного випрямляча. Для цього виберіть один із трьох типів діодів КД102А, Д218, Д222 і поясніть порядок розрахунку. Накресліть схему випрямляча.

Розв'язування

1 Визначаємо струм споживача:

$$I_H = \frac{P_H}{U_H} = \frac{20}{400} = 0,05\text{ А}$$

Струм через діод в однопівперіодному випрямлячі дорівнює струму споживача:

$$I_D = I_H = 0,05\text{ А}.$$

2 Напруга, що діє на діод в непровідний період:

$$U_{зв} = 3,14 \cdot U_H = 3,14 \cdot 400 = 1256\text{ В}$$

Параметри діодів:

	$I_{\text{макс}}, \text{ А}$	$U_{зв.макс}, \text{ В}$	$U_{зв.доп.}, \text{ В}$
КД102А	0,1	300	210

Д218	0,1	1000	700
Д222	0,4	600	420

$$U_{зв.доп} = 0,7 \cdot U_{зв.макс}$$

3.Перевіряємо діоди за умовами вибору :

а) $I_{доп} > I_d = I_n = 0,05 \text{ А}$ – цю умову задовольняють всі три діоди з врахуванням коефіцієнта 0,7.

Для діодів КД102А і Д218:

$$I_{доп} = 0,7 I_{макс} = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ А};$$

- для діода Д222: $I_{доп} = 0,7 \cdot 0,4 = 0,28 \text{ А}$.

б) за зворотною напругою для однопівперіодного випрямляча найбільш підходить діод Д218 за умови, якщо два діоди з'єднати послідовно, тоді

$$2 \cdot U_{зв.доп} = 2 \cdot 700 = 1400 \text{ В} > U_{зв} = 1256 \text{ В}.$$

Остаточнo вибираємо два діоди Д218.

4.Визначаємо напругу вторинної обмотки трансформатора:

$$U_2 = 2,22 \cdot U_n = 2,22 \cdot 400 = 888 \text{ В}.$$

5.Габаритна потужність трансформатора:

$$P_{тр} = 3,09 \cdot P_n = 3,09 \cdot 20 = 61,8 \text{ Вт}.$$

Схема випрямляча наведена на рис.4

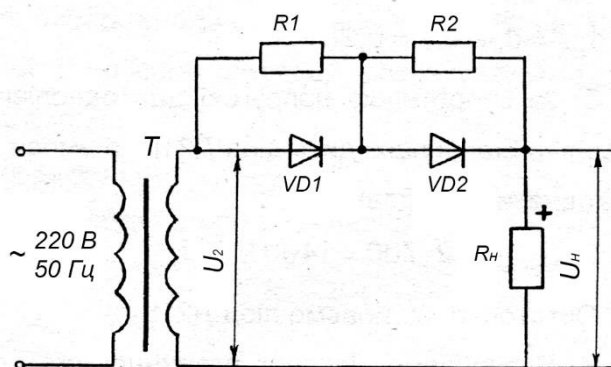


Рис.4

Приклад 7. Трифазний однопівперіодний випрямляч повинен живити споживач потужністю $P_n=150\text{Вт}$, при напрузі $U_n=30\text{В}$. Виберіть один із трьох типів рекомендованих діодів та поясніть порядок розрахунку. Накресліть схему випрямляча. Діоди типів: Д302, Д304, Д305

Розв'язування

1 Визначаємо струм споживача і струм діода

$$I_H = \frac{P_H}{U_H} = \frac{150}{30} = 5A \quad I_D = \frac{I_H}{3} = \frac{5}{3} = 1,67A$$

2 Зворотна напруга, що діє на діод в непровідний період

$$U_{ЗВ} = 2,1 \cdot U_H = 2,1 \cdot 30 = 63В.$$

3. Параметри діодів

	$I_{\text{макс}}, A$	$U_{\text{ЗВ макс}}, B$	$U_{\text{ЗВ доп}}, B$
Д302	1	200	140
Д304	3	100	70
Д305	6	50	35

$$U_{\text{ЗВ, доп.}} = U_{\text{ЗВ, макс}} \cdot 0,7, \quad I_{\text{доп.}} = I_{\text{макс}} \cdot 0,7.$$

4. Діоди повинні задовольняти вимогам:

а) $I_{\text{доп.}} > I_D = 1,67A$

- для діода Д302: $I_{\text{доп.}} = 1 \cdot 0,7 = 0,7 A < I_D = 1,67 A$;
- для діода Д304: $I_{\text{доп.}} = 3 \cdot 0,7 = 2,1 A > I_D = 1,67 A$ – умова виконується;
- для діода Д305: $I_{\text{доп.}} = 6 \cdot 0,7 = 4,2 A > I_D = 1,67 A$ – умова виконується.

Б) по зворотній напрузі для трифазного випрямляча підходять діоди Д302 і Д304, так як

- для діода Д302: $U_{\text{ЗВ, доп.}} = 140 B > U_{\text{ДЗВ}} = 63 B$;
- для діода Д304: $U_{\text{ЗВ, доп.}} = 70 B > U_{\text{ДМ}} = 63 B$.

Остаточно вибираємо діоди Д304, які задовольняють вимогам за струмом і за напругою: $I_{\text{доп.}} = 2,1A > I_D = 1,67 A$; $U_{\text{задоп.}} = 70 B > U_{\text{ЗВ}} = 63 B$.

5. Визначаємо напругу вторинної обмотки трансформатора:

$$U_2 = 0,9 U_H = 0,9 \cdot 30 = 27В.$$

7. Габаритна потужність трансформатора: $P_{\text{тр}} = 1,34 \cdot P_H = 1,34 \cdot 150 = 201 \text{ Вт}$.

Схема випрямляча наведена на рис.5

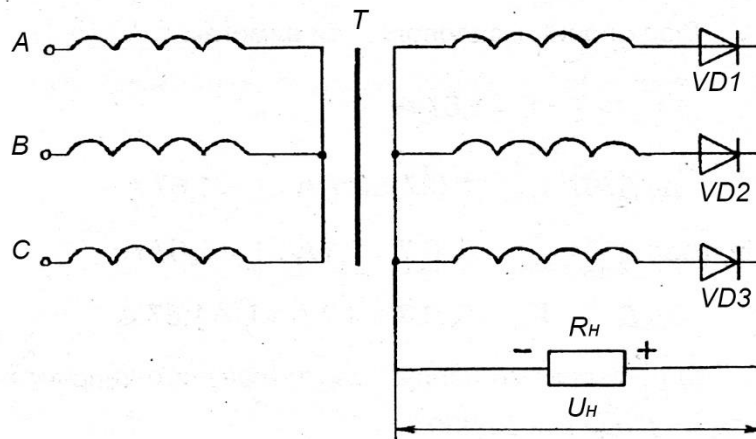


Рис.5

Питання та задачі контрольної роботи

Задача 1

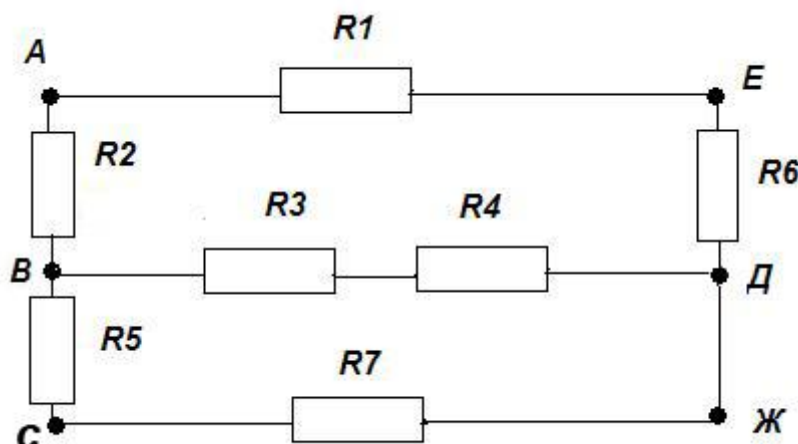


Рис.6

Коло, схема якого представлена на рисунку, під'єднане до джерела постійного струму. Визначити еквівалентний опір кола, струм і напругу в усіх вітках. Правильність розв'язання задачі перевірте складанням балансу потужності. Внутрішній опір джерела вважати рівним нулю. Вихідні дані для задачі наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 Вихідні дані до задачі 1

№ варіант	Параметри кола							Додатковий параметр	Затиска чі
	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R ₃ , Ом	R ₄ , Ом	R ₅ , Ом	R ₆ , Ом	R ₇ , Ом		
1.	10	2	8	4	3	5	1	U _{AB} =50 В	AB
2.	20	3	2	4	10	5	8	P ₄ =42 Вт	AC
3.	4	6	3	5	8	12	50	U _{CD} =120 В	CD
4.	7	6	10	8	4	20	4	P ₃ =30 Вт	BD
5.	4	2	5	2	10	20	10	P ₁ =42 Вт	AC
6.	10	1	2	4	30	20	5	P ₂ =255 Вт	AE
7.	7	5	20	8	6	10	2	U _{BD} =60 В	BD
8.	2	4	10	5	7	8	15	U _{AC} =120 В	AC
9.	8	15	1	3	6	10	2	P ₂ =60 Вт	AC
10.	56	2	3	5	50	10	12	P _{заг} =729 Вт	AE
11.	15	1	5	5	12	20	10	U _{BD} =42 В	BD
12.	10	4	4	6	5	10	2	U _{BC} =60 В	BC
13.	3	5	2	4	6	3	4	U _{AB} =50 В	AB
14.	7	6	10	12	4	15	15	P ₃ =30 Вт	СЖ
15.	2	4	8	10	3	5	6	P ₆ =25 Вт	BD
16.	4	6	8	9	10	7	5	U ₅ =12 В	BC
17.	5	6	4	2	3	7	8	I ₂ = 6А	AC
18.	8	9	10	2	3	4	5	I ₆ = 3А	ВГ
19.	10	7	5	9	6	8	3	U ₃ =21 В	AB

20.	12	3	4	10	8	7	6	$U_3=21\text{ В}$	АБ
21.	3	6	5	4	8	2	3	$U_4=25\text{ В}$	BC
22.	1	6	5	4	8	2	3	$U_6=8\text{ В}$	AC
23.	7	8	3	4	6	2	5	$I_4=5\text{ А}$	BC
24.	10	2	7	3	4	1	8	$U_7=16\text{ В}$	СЖ
25.	5	3	4	8	2	10	1	$U_{AB}=40\text{ В}$	AB
26.	6	7	6	10	4	5	5	$I_3=3,5\text{ А}$	AC
27.	6	7	2	4	10	3	6	$P_1=24\text{ Вт}$	ВЖ
28.	11	2	4	6	11	30	16	$U_4=1\text{ В}$	СЖ
29.	8	1	5	4	41	3	4	$P_5=10\text{ Вт}$	AE
30.	4	6	4	8	2	10	3	$I_4=0,5\text{ А}$	ВД
31.	10	5	1	3	8	2	4	$P_2=15\text{ Вт}$	AC
32.	2	3	8	10	8	6	1	$U_3=30\text{ В}$	ВД
33.	2	10	8	6	10	2	4	$I_5=3\text{ А}$	ЕЖ
34.	2	5	4	7	9	6	2	$P_4=26\text{ Вт}$	ВД
35.	4	6	2	4	6	2	8	$U_5=40\text{ В}$	AE
36.	3	4	8	7	6	5	2	$I_3=8\text{ А}$	ВГ
37.	4	9	7	2	6	5	4	$P_7=16\text{ Вт}$	ВГ
38.	9	8	7	10	4	5	6	$U_1=18\text{ В}$	BE
39.	3	5	2	10	8	4	7	$U_1=15\text{ В}$	AB
40.	2	5	9	4	7	6	3	$U_3=16\text{ В}$	ДЕ
41.	3	6	5	4	8	2	1	$U_6=8\text{ В}$	AC
42.	3	2	5	7	6	8	4	$U_6=16\text{ В}$	AB
43.	4	2	8	6	3	7	5	$P_3=45\text{ Вт}$	BE
44.	3	6	5	8	9	2	7	$U_4=9\text{ В}$	AC
45.	7	9	1	6	2	3	4	$P_4=24\text{ Вт}$	BC
46.	1	2	3	5	7	4	2	$U_6=12\text{ В}$	BE
47.	9	4	6	7	5	8	3	$P_1=20\text{ Вт}$	ДЕ
48.	10	8	4	2	5	6	7	$P_2=40\text{ Вт}$	BC
49.	3	8	7	9	6	4	5	$P_7=25\text{ Вт}$	ДЕ
50.	6	1	4	5	3	2	8	$U_6=8\text{ В}$	AC

Задача 2
(Варіанти 1-10)

Для обігріву приміщення майстерні встановили обігрівач напругою $U=220\text{ В}$. Необхідно розрахувати струм нагрівача I , кількість тепла, виділеного нагрівачем Q ; потужність нагрівача P і енергію W , яку споживає нагрівач за час роботи t . Вихідні дані для до задачі наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 Вихідні дані до задачі 2

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Час роботи нагрівача t , год.	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1,0	1,5	2,0
Опір нагрівного елемента R , Ом	36	88	36	88	36	36	88	36	88	36

Задача 2
(Варіанти 11-20)

В електрообладнанні насосної станції вийшов із ладу вольтметр з межею вимірювання напруги 600 В. В наявності є вольтметр з опором 15000 Ом, але він не підходить за параметрами. Ввімкнути його можна за допомогою додаткового опору, який необхідно розрахувати. Накреслити схему його підключення до вольтметра. Вихідні дані для до задачі наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 Вихідні дані до задачі 2

№ варіанта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Номінальна напруга вольтметра, В	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550

Задача 2
(Варіанти 21-30)

В трифазну чотири провідну мережу з діючим значенням лінійної напруги $U_{л} = 380$ В включені лампи розжарювання потужністю 60 Вт кожна. Кількість ламп в фазах задана в таблиці 4. Визначити струм кожної лампи, фази, нейтрального проводу та повну споживану потужність.

Таблиця 4 Вихідні дані до задачі 2

№ варіанта	Кількість ламп в фазах, n		
	A	B	C
21	1	3	5
22	4	6	8
23	7	9	2
24	10	19	12
25	5	14	9
26	6	10	7
27	9	13	15
28	3	4	6
29	8	11	10
30	2	5	11

Задача 2

(Варіанти 31-50)

Трифазний трансформатор встановили для живлення споживачів тракторної бригади. Трансформатор характеризується наступними параметрами :

- номінальна потужність S_N ;
- номінальні напруги $U_{ном1}, U_{ном2}$;
- втрати в сталі $P_{ст}$;
- втрати в міді P_M ;
- коефіцієнт навантаження трансформатора K_H ;
- коефіцієнт потужності $\cos\varphi$.

Визначити:

- а) споживану від трансформатора потужність ;
- б) номінальні струми в обмотках та струми при фактичному навантаженні ;
- в) коефіцієнт трансформації ;
- г) ККД трансформатора при фактичному навантаженні .

Таблиця 5 Вихідні дані до задачі 2

Варіант	Тип трансформатора	$S_{ном},$ кВА	Напруга обмоток, кВ		Втрати потужності кВт		Коефіцієнт навантаження K_H	$\cos\varphi$
			6	0,23				
31	ТМ-25/6;10	25	6	0,23	0,13	0,69	0,70	0,92
32	ТМ-40/6;10	40	6	0,23	0,175	1,0	0,75	0,86
33	ТМ-63/6;10	63	6	0,23	0,24	1,47	0,9	0,85
34	ТМ-100/6;10	100	6	0,23	0,33	2,27	0,69	0,91
35	ТМ-160/6;10	160	6	0,23	0,51	3,1	0,74	0,85
36	ТМ-250/6;10	250	6	0,23	0,74	4,2	0,89	0,84
37	ТМ-400/6;10	400	6	0,23	0,95	5,5	0,65	0,93
38	ТМ-630/6;10	630	6	0,23	1,31	7,6	0,7	0,94
39	ТМ-1000/6;10	1000	6	0,23	2,45	12,2	0,75	0,95
40	ТМ-1600/6;10	1600	6	0,23	3,3	18,0	0,8	0,92
41	ТМ-25/6;10	25	10	0,23	0,13	0,69	0,76	0,9
42	ТМ-40/6;10	40	10	0,23	0,175	1,0	0,7	0,87
43	ТМ-63/6;10	63	10	0,23	0,24	1,47	0,85	0,94
44	ТМ-100/6;10	100	10	0,23	0,33	2,27	0,75	0,89
45	ТМ-160/6;10	160	10	0,23	0,51	3,1	0,69	0,86
46	ТМ-250/6;10	250	10	0,23	0,74	4,2	0,84	0,93
47	ТМ-400/6;10	400	10	0,23	0,95	5,5	0,7	0,95
48	ТМ-630/6;10	630	10	0,23	1,31	7,6	0,75	0,92
49	ТМ-1000/6;10	1000	10	0,23	2,45	12,2	0,8	0,93
50	ТМ-1600/6;10	1600	10	0,23	3,3	18,0	0,65	0,94

Задача 3

Для ремонту електроустановки придбали електричний двигун, технічні дані якого вказані в таблиці.

Необхідно розрахувати: потужність, споживану електродвигуном із мережі – P_1 , номінальний момент – $M_{ном}$, максимальний момент – M_{max} , пусковий момент – $M_{п}$, номінальний струм – $I_{ном}$, пусковий струм – $I_{п}$. Розшифруйте умовне позначення електродвигуна. Напряга живлення – 380 В, для стригальної машинки – 36 В. Вихідні дані для до задачі наведені в таблиці 6.

Таблиця 6 Вихідні дані до задачі 3

№ варіанта	Вид електроустановки	Марка електродвигуна	$P_{ном}$, кВт	n_2 , об/хв	$\eta_{ном}$ %	$\cos\varphi$	$\frac{I_n}{I_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ком}}$	$\frac{M_n}{M_{ком}}$
1	Привод сепаратора	АИРР180S4	22	1430	90,5	0,81	6,5	2,2	2,1
2	Привод стригальної машинки	АД 120 У2	0,12	2790	62	0,80	4,0	2,4	1,8
3	Привод кормороздавача	АИР112М4У2	5,5	2900	87,5	0,88	7,5	2,2	2,0
4	Привод свердлильного верстата	4АМ901 А8У3	0,75	700	70	0,66	6,8	1,7	1,6
5	Привод вентилятора пневмотранспортера	4А100L2СУ1	5,5	1410	80	0,83	6,0	2,2	2,0
6	Привод транспортера ТСН-160	АИР100L4	4	1450	85	0,84	7,0	2,2	2,0
7	Привод транспортера ТСН-3,0Б	АИР90L4	2,2	1450	81	0,83	6,5	2,2	2,1
8	Привод вентилятора	АИР80А8/4СУ2	2,2	900	67	0,78	4	1,6	1,4
9	Привод заглибного насоса	ПЭДВ 2,8-140	2,8	2850	74,5	0,82	6	2	1,6
10	Привод вентилятора	4АПА 80 А6У2	0,55	930	65	0,65	4,0	2,2	2,0
11	Привод подрібнювача кормів	4АМ160S6У2	11	2930	88	0,90	7,5	2,2	1,8
12	Привод транспортера кормороздавача	АИР112М4У2	5,5	1450	85,5	0,86	7,0	2,2	2,0
13	Привод кран-балки	4АМ 90 У3	2,2	1410	80	0,83	6,0	2,2	2,0
14	Привод дробарки	4АМ 80В6УПУ3	1,1	2850	77,5	0,87	5,5	2,2	2,0
15	Привод транспортера	4А132S4СУ1	5,5	1450	86	0,85	7,0	2,8	1,6
16	Привод завантажувального шнека мийки	4АИ100L6У2	2,2	2880	83	0,87	6,5	2,2	2,0
17	Привод вентилятора калорифера	АИР 90L4У2	2,2	1455	81	0,83	6,5	2,2	2,0
18	Привод насоса	4А5090У2А6	0,6	900	65	0,65	4,0	2,2	2,0
19	Привод УВУ-60	АИР100L4БСУ2	4,0	1400	85	0,84	7,0	2,2	2,0
20	Привод вентилятора	АИР 90L4СУ3	2,2	1420	81	0,83	6,5	2,2	2,0
21	Привод компресора	АИРВ112А2БФ	3,0	2940	77	0,83	5,5	2,2	2,0
22	Привод вентилятора УВС	4АМ160S4У1	15	1425	78	0,79	5	2,0	1,8
23	Привод дробарки	4АМР180М4СУ1	30	1430	81	0,67	6	2,2	2,0
24	Привод шнека	4АМ80В6СУ1	1,1	920	78	0,78	5	2	1,8
25	Привод конвеєра	АИР63А6У3	0,18	910	66	0,77	4	2,2	2,0
26	Привод бункера	4АМ112А6СУ1	3	900	67	0,78	5	2	1,7
27	Привод дробарки	4АМ180М2УПУ3	30	2890	84	0,80	7	2,2	2,0
28	Привод змішувача кормів	4АМ132S6БСУ1	5,5	900	80	0,65	5	2,2	2,0
29	Привод насоса	4АМ112М6У3	5,5	930	78	0,72	5	2	1,8
30	Привод дробарки	АИР100L2У3	5,5	2880	78	0,67	5,5	2	1,8
31	Привод вентилятора	4АА71А6У2	0,37	940	80	0,77	4	2	1,6

32	Привод скреперної установки	4AM80A4CY1	1,1	1420	77	0,67	4	2,2	2,0
33	Привод дробарки	4AM100L6Y2	30	900	74	0,79	7	2,2	1,8
34	Привод токарного верстата	AIP132M4Y3	7,5	1450	87	0,87	7,5	2,2	2,0
35	Привод зерноочисної машини	AIP112M4Y3	5,5	1430	85	0,86	7,0	2,2	2,0
36	Привод подрібнювача кормів	4AM200L6Y2	30	900	75	0,8	6	2,2	2
37	Привод паливного насоса	4AM71A2УПУ3	0,75	2890	85	0,78	5,5	2	1,8
38	Привод шнека ИКМ-Ф-10	4AM100S4Y2	3	1440	88	0,76	5	2,2	2,0
39	Привод свердлильного верстата	AIP90A4Y3	2,2	1400	81	0,83	6,5	2,2	2,1
40	Привод подрібнювача	4AM180S4Y2	22	1430	80	0,67	5	2	1,6
41	Привод мийної машини	AIP160M8Y3	7,5	725	87	0,75	5,5	1,6	2,4
42	Привод дезинфекц. установки	4AM100B2Y3	4,0	2880	86	0,89	7,5	2,0	2,2
43	Привод подрібнювача	4AM250M4Y2	90	1410	75	0,77	5,5	2,2	2,0
44	Привод установки ОПФ-1	AIP112M4Y3	5,5	1430	85	0,86	7,0	2,0	2,2
45	Привод транспортера ТЛК-20	AIP100M4Y3	3,0	1410	82	0,83	7,0	2,0	2,2
46	Привод барабана	4AM160S6Y2	11	910	78	0,67	5	2	1,8
47	Привод транспортера ТПК-15	AIP250S4Y3	75	1480	94	0,88	7,5	1,7	2,5
48	Привод змішувача СМ-1,7	4AM90L4Y2	2,2	1400	81	0,83	6,5	2,1	2,2
49	Привод шнека -запарника	4AM100S4Y2	3,0	980	82	0,83	5	2,0	2,2
50	Привод змішувача кормів	4AM132M6BCY1	7,5	920	82	0,67	5	2,2	2,0

Задача 4 (Варіанти 1-10)

Скласти схему однопівперіодного випрямляча, який повинен живити споживач потужністю P_n при напрузі U_n . Тип діода та вихідні дані взяти згідно варіанта з таблиці 7.

Таблиця 7 Вихідні дані до задачі 4

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип діода	D217	D215Б	D304	D232Б	D205	D233	D209	D244А	D226	КД202А
P_n , Вт	40	150	100	200	60	300	20	200	30	40
U_n , В	24	50	42	200	110	200	110	36	110	12

Задача 4 (Варіанти 11-20)

Розрахуйте мостовий випрямляч для зарядки акумуляторної батареї напругою $U_n = 12$ В. Ємність батареї становить 182 А·год. Поясніть порядок вибору діодів та накресліть схему випрямляча. Дані для задачі візьміть із таблиці 8. Виберіть один із трьох типів рекомендованих діодів. Параметри діодів наведені в табл. 12.

Таблиця 8

Вихідні дані до задачі 4

№ вар	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тип діода	Д215А Д231 Д234	Д224 Д214Б Д302	КД202Н Д243 Д214А	Д242 Д303 Д224А	Д226 Д231Б Д243	Д7Г Д217 Д242Б	Д242А Д215 Д222	Д302 Д244Б Д205	Д214 Д243Б Д224Б	Д214А Д221 Д245Б

Задача 4

(Варіанти 21-30)

Скласти схему двопівперіодного випрямляча з виведеною середньою точкою трансформатора, який має живити споживач потужністю P_n , при напрузі U_n . Тип діода та вихідні дані взяти згідно варіанта з таблиці 9. Параметри діодів наведені в табл. 11.

Таблиця 9 Вихідні дані до задачі 4

№ варіанта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P_n , Вт	300	150	20	30	70	100	100	450	100	300
U_n , В	24	42	24	110	110	110	36	110	12	12
Тип діода	Д234	Д302	Д214А	Д243	Д245Б	Д222	Д205	Д224Б	Д242Б	Д224А

Задача 4

(Варіанти 31-40)

Складіть схему мостового випрямляча. Використовуючи заданий тип діодів, визначіть допустиму потужність споживача, якщо значення випрямленої напруги U_n (В) задано. Параметри діодів наведені в табл. 12.

Таблиця 10 Вихідні дані до задачі 4

№ варіанта	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Тип діода	Д214А	Д211	Д244Б	Д7Г	Д215Б	Д233	Д302	Д248Б	Д226	КД202А
U_n , В	42	250	36	110	70	220	60	220	24	12

Задача 4

(Варіанти 41-50)

Трифазний випрямляч, зібраний на трьох діодах, повинен живити споживач постійним струмом. Потужність споживача P_n при напрузі U_n . Виберіть один із трьох типів діодів, параметри яких наведені в таблиці 12. Поясніть, на основі чого зроблений вибір і накресліть схему випрямляча. Дані для свого варіанта візьміть із таблиці 11.

Таблиця 11

Вихідні дані до задачі 4

Номер варіанта	Тип діода	P_H , Вт	U_H , В
41	Д242 Д226А Д224	450	20
42	Д231Б Д242А Д221	350	80
43	КД202А Д215Б Д205	140	140
44	Д243А Д233Б Д217	600	200
45	Д305 Д302 Д222	120	35
46	Д224 Д214Б Д207	100	30
47	Д215А Д234Б Д218	80	50
48	Д232 КД202Н Д222	800	200
49	Д244А Д7Г Д210	50	50
50	Д226 Д244 Д304	200	50

Таблиця 12

Технічні параметри напівпровідникових діодів

Тип діода	$I_{\text{макс}}, \text{А}$	$U_{\text{зв макс}}, \text{В}$	Тип діода	$I_{\text{макс}}, \text{А}$	$U_{\text{зв макс}}, \text{В}$
Д7Г	0,3	200	Д231	10	300
Д205	0,4	400	Д231Б	5	300
Д207	0,1	200	Д232	10	400
Д209	0,1	400	Д232Б	5	400
Д210	0,1	500	Д233	10	500
Д211	0,1	600	Д233Б	5	500
Д214	5	100	Д234Б	5	600
Д214А	10	100	Д242	5	100
Д214Б	2	100	Д242А	10	100
Д215	5	200	Д242Б	2	100
Д215А	10	200	Д243	5	200
Д215Б	2	200	Д243А	10	200
Д217	0,1	800	Д243Б	2	200
Д218	0,1	1000	Д244	5	50
Д221	0,4	400	Д244А	10	50
Д222	0,4	600.	Д244Б	2	50
Д224	5	50	Д302	1	200
Д224А	10	50	Д303	3	150
Д224Б	2	50	Д304	3	100
Д226	0,3	400	Д305	6	50

Таблиця 13. Питання до контрольної роботи

№ вар	Питання
1	Назвіть будову, принцип дії і сфери застосування індуктивних вимірювальних перетворювачів. Чому вони не використовуються при роботі на постійному струмі?
2	Дайте визначення датчиків. Наведіть класифікацію датчиків, які з них застосовуються в сільському господарстві?
3	Назвіть сфери застосування і дайте коротку характеристику принципу роботи резистивних, ємнісних, індуктивних і фотодатчиків.
4	Дайте визначення інтегральної мікросхеми. Назвіть класифікацію мікросхеми. Назвіть сфери застосування інтегральних мікросхем.
5	Назвіть різновиди програмних пристроїв. Опишіть їх роботу, призначення.
6	Назвіть виконавчі елементи систем автоматики. Які основні характеристики мають виконавчі елементи? Наведіть класифікацію і застосування виконавчих елементів автоматики.
7	Дайте визначення і наведіть класифікацію реле автоматики. Назвіть властивості електронних реле. Що таке струм спрацювання і відпускання електромагнітного реле?
8	Назвіть особливості релейних систем автоматики. Наведіть класифікацію релейних систем. Які основні задачі вирішують при вивченні релейних систем автоматики?
9	Дайте визначення алгебри логіки. Поясніть, що означає стан схеми "0", "1". Поясніть чому вони не є числами а є символами стану.
10	Що таке регістр електронної обчислювальної машини? Як здійснюється ввід і вивід інформації в ЕОМ?
11	Дайте визначення запам'ятовуючих пристроїв. Наведіть приклади запам'ятовуючих пристроїв. Поясніть роботу запам'ятовуючих пристроїв.
12	Накресліть узагальнену структурну схему електронних обчислювальних машин. Поясніть принцип роботи електронних обчислювальних машин.
13	Дайте визначення об'єкту керування. Наведіть приклади сільськогосподарських об'єктів керування. Назвіть властивості керованих об'єктів.
14	Накресліть схему об'єкта із самовирівнюванням. Поясніть його роботу.
15	Накресліть схему об'єкта без самовирівнювання. Поясніть його роботу.
16	Дайте визначення підсилювача. Наведіть класифікацію підсилювачів. Якими параметрами характеризується підсилювач? Які підсилювачі застосовуються у сільському господарстві?
17	Накресліть схему магнітного підсилювача. Поясніть його роботу. Наведіть переваги таких підсилювачів.

№ вар	Питання
18	Накресліть схему і опишіть роботу трьохфазного випрямляча, який застосовується в тракторах і автомобілях для випрямлення струму генератора.
19	Накресліть схему зарядки акумулятора і поясніть принципи її роботи.
20	Накресліть схему параметричного стабілізатора напруги. Поясніть його роботу.
21	Накресліть структурну схему перетворювача напруги. Поясніть його роботу. Назвіть сфери застосування перетворювачів.
22	Накресліть схеми вмикання біполярних транзисторів. Поясніть особливості кожної зі схем.
23	Накресліть схему компенсаційного стабілізатора напруги. Поясніть його роботу.
24	Як класифікують системи автоматики? Назвіть елементи автоматичних систем і опишіть їх властивості.
25	Дайте визначення і класифікацію зворотного зв'язку.
26	Описати будову напівпровідників, навести їх електричні властивості, пояснити фізичну суть проходження електричного струму в напівпровідниках.
27	Пояснити суть електронної і діркової електропровідності напівпровідників. Описати вплив домішок на їх провідність.
28	Пояснити механізм електропровідності власних і домішкових напівпровідників.
29	Навести структурну схему електронно-діркового переходу і пояснити фізичні процеси, які відбуваються в ньому при прямому і зворотному підключенні.
30	Описати будову напівпровідникових діодів і принцип випрямлення ними змінного струму.
31	Накреслити вольт-амперну характеристику напівпровідникового діода і описати всі ділянки цієї характеристики. Навести приклади маркування напівпровідникових діодів.
32	Навести схеми послідовного і паралельного з'єднання напівпровідникових діодів; пояснити призначення цих схем. Пояснити призначення і правила вибору величин шунтуючих і додаткових опорів.
33	Пояснити будову, принцип роботи і сфери використання біполярних транзисторів.
34	Описати будову польових транзисторів, принцип їх роботи і сфери застосування. Навести умовні графічні позначення і приклади маркування польових транзисторів.
35	Накреслити схему підсилювача на транзисторі з спільним емітером і пояснити призначення кожного елемента схеми. Пояснити роботу кола температурної стабілізації при зменшенні температури оточуючого середовища.

№ вар	Питання
36	Накреслити схему каскаду підсилювача напруги низької частоти з ланкою $R_e C_e$ емітерної температурної стабілізації. Яке призначення елементів схеми?
37	Пояснити будову, принцип роботи і вольт-амперні характеристики тиристора. Навести умовні позначення тиристорів і приклади маркування та сфери застосування.
38	Описати будову, принцип роботи і сфери застосування фото резисторів.
39	Накреслити умовні позначення фотодіодів, описати їх будову, принцип роботи і сфери застосування.
40	Накреслити умовне позначення фототранзистора, описати будову, принцип роботи і сфери застосування.
41	Пояснити будову і принцип роботи світлодіодів. Накреслити умовне позначення і назвати сфери застосування фото діодів.
42	Пояснити будову оптрона і принцип його роботи. Накреслити умовні позначення оптрона, назвати сфери його застосування.
43	Накреслити ємнісний фільтр. Пояснити принцип його роботи і сферу застосування. Як впливає зменшення частоти живлючої напруги на роботу фільтра?
44	Накреслити схему і пояснити принцип дії індуктивно-ємнісного фільтра.
45	Навести класифікацію і пояснити призначення випрямлячів змінного струму. Поясніть роботу складових частин випрямляча.
46	Опишіть основні вимоги до згладжуючих фільтрів. Наведіть схеми, які можна використовувати як згладжуючі фільтри і поясніть їх роботу.
47	Накресліть схему транзисторного згладжуючого фільтра і поясніть призначення елементів схеми і принцип згладжування пульсацій.
48	Накреслити умовне позначення і описати принцип роботи і будову неонові лампи. Назвіть сфери її застосування.
49	Поясніть будову і принцип роботи тиратрона з холодним катодом. Накресліть умовне позначення тиратрона і назвіть сфери застосування.
50	Поясніть будову і принцип дії цифрового індикатора. Назвіть сфери його застосування.