

**МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**



**ЖИТОМИРСЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

ВИКОНАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ

методичні вказівки з дисципліни «Інженерна і комп'ютерна графіка»
для студентів напряму підготовки – бакалавр, галузь знань 15 «Автоматизація
та приладобудування», спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології»

Затверджено на засіданні науково-
методичної ради ЖДТУ

Протокол № 3 від «23» 2017 р.

Житомир
2017

Методичні вказівки для студентів напрямку підготовки – бакалавр, галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування», спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – Житомир : ЖДТУ, 2017. – 60 с.

Розробник: д.пед.н., проф. Райковська Г.О.

Рецензенти: д.т.н., проф. Подчашенський Ю.О., к.т.н., доц. Морозов А.В.,
к.т.н., доц. Громовий О.А.

Методичні вказівки з дисципліни «Інженерна і комп'ютерна графіка» призначені для організації та проведення практичних робіт, вивчення і набуття практичних навичок, пов'язаних із розробкою електричної конструкторської документації відповідно до стандартів ЄСКД, для студентів освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» факультету інформаційні технології ЖДТУ. Вони містять короткі теоретичні відомості, методичні поради з виконання графічної роботи, індивідуальні завдання.

Розглянуто і рекомендовано на засіданні кафедри загальноінженерних дисциплін
Протокол № 2 від «15» вересня 2016 р.

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Загальні поняття про схеми	5
2	Вимоги і правила виконання електричних принципових схем	6
2.1	Вимоги до графічного оформлення електричних принципових схем	7
2.2	Умовні графічні позначення елементів на електричних схемах	10
2.3	Позиційні літерно-цифрові позначення в електричних схемах	12
2.4	Оформлення переліку елементів	16
2.5	Послідовність читання схем	17
	Запитання для перевірки знань	17
3	Графічна робота – «Схема електрична принципова»	18
3.1	Мета графічної роботи	18
3.2	Завдання	18
3.3	Методичні поради	18
	Список джерел інформації	22
	Додатки	23
ДА	Індивідуальні варіанти завдань (структурна схема пристрою)	24
ДБ	Умовні графічні позначення в електричних схемах	54
ДВ	Стандарти ЄСКД «Позначення умовні графічні в електричних схемах»	59

ВСТУП

Під час вивчення роботи різного електроустаткування, верстатів, механізмів, при їх налагодженні, ремонті, або монтажі часто виникає потреба вияснення лише принципового зв'язку між окремими складовими частинами та елементами устаткування без уточнення його конструктивних особливостей. Для цього і призначаються різні схеми: електрична, гідравлічна, кінематична та інші.

Під час читання схеми можна легко і швидко зрозуміти саме основне – принцип дії машини, пристрою або установки.

Схема є конструкторським документом, на якому показано у вигляді умовних зображень або позначень складові частини виробу (установки) і зв'язки між ними. У технічних документах, що розроблюються при проектуванні, експлуатації і дослідженні електричних машин та трансформаторів, застосовують усі типи і види схем. Так, на стадіях ескізного і технічного проектування розробляють структурні і функціональні схеми, а на стадії робочого проектування розробляють принципові схеми, з'єднань, підключення, загальні та схеми розташування.

Усі схеми в сукупності мають містити відомості, що достатні для проектування, експлуатації, контролю і ремонту виробу. Між схемами одного комплекту здійснюється однозначний зв'язок за допомогою літерно-цифрових позиційних позначень. Він необхідний для швидкого відшукування тих самих елементів або пристроїв, що входять у різні схеми.

З розвитком електротехнічної промисловості, ускладненням конструкції електричних машин, приладів, установок значно збільшився потік технічної документації: креслень, схем, текстових документів. З'явилися системи автоматизованого проектування, нові види документів: програми, алгоритми, креслення і схеми. Питання розробки, оформлення та оборотності технічної документації виростають в серйозні проблеми, які торкаються також і навчального процесу.

Правила виконання і оборотності технічної документації регламентуються існуючими системами державних стандартів (ЄСКД, ЄСТД та інших).

1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО СХЕМИ

Номенклатура схем, що входить до комплексу конструкторської документації визначається розробником в залежності від складу і особливостей виробу. Кількість типів схем повинна бути мінімальною, але в сукупності утримувати повний об'єм відомостей, необхідних для проектування, виготовлення, монтажу, експлуатації і ремонту виробу.

Схемою називають конструкторський документ, на якому показані у вигляді умовних позначень складові частини виробу і зв'язки між ними.

Схемами користуються в багатьох галузях промисловості як робочою конструкторською документацією при монтажі виробів радіотехніки і радіоелектроніки, електричних мереж, в інструкціях з експлуатації та ремонту, для пояснення принципу дії різних пристроїв їх налаштування і регулювання, усунення неполадок, розрахунках виробів і в багатьох інших випадках.

Згідно ГОСТ 2.701–2008 схеми залежно від елементів, що входять до складу виробу і зв'язків між ними, розділяються на наступні види, які позначаються прописними літерами:

Е	електричні	С	комбіновані
Г	гідравлічні	В	вакуумні
П	пневматичні	Х	газові
К	кінематичні	А	автоматизації
Л	оптичні	Є	ділення

Залежно від основного призначення схеми поділяються на наступні типи, що позначаються цифрами:

1	структурні	6	загальні
2	функціональні	7	розташування
3	принципові	8	інші
4	з'єднань	0	об'єднані
5	підключення		

Перераховані типи схем можна розділити на дві основні групи:

- схеми, що відображають хід робочого процесу в пристрої з більш-менш детальним роз'ясненням засобів, які забезпечують необхідний процес (1, 2, 3);
- схеми, що відображають взаємне розташування окремих частин пристрою, а також наявність і характер зв'язку між ними (4, 5, 6, 7).

2. ВИМОГИ І ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ

У даному методичному посібнику детально розглянемо виконання принципової електричної схеми, так як вона є найповнішою електричною схемою виробу, на якій зображають: усі електричні елементи та пристрої, необхідні для здійснення й контролю електричних процесів; усі електричні зв'язки між ними, а також електричні елементи, якими закінчуються вхідні й вихідні ланцюги.

Принципові електричні схеми призначені для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи.

На принципових електросхемах за допомогою умовних позначень зображуються пристрої і лінії зв'язків між окремими елементами, блоками і модулями.

На схемі міститься наступна інформація:

- умовне зображення принципу дії функціональних вузлів;
- пояснювальні написи;
- частини окремих елементів;
- діаграми переключення контактів;
- перелік використовуваних в даній схемі пристроїв.

Принципові схеми повинні бути максимально наочними, зручними для читання і найкращим чином відображати логіку розвитку процесу у виробі. Все це досягається дотриманням наступних умов:

- елементи, що спільно виконують будь-які функції (функціональні групи), слід на схемах групувати поблизу один від одного;
- елементи усередині функціональних груп слід розташовувати так, щоб конфігурація ланцюгів була простою (щоб кількість зломів і перетинів ліній була найменшою);
- функціональні групи елементів слід розташовувати на схемі в послідовності, що відповідає розвитку процесу зліва направо;
- всі додаткові і допоміжні функціональні ланцюги (елементи і зв'язки між ними) треба, як правило, виводити зі смуги зайнятої основними ланцюгами.
- схеми викреслюються для виробів, що знаходяться у відключеному, тобто в знеструмленому положенні.

Правила виконання схем встановлюють ГОСТ 2.701-2008 і ГОСТ 2.702-84, перелік умовних графічних позначень подано у ГОСТ 2.721-74 – ГОСТ 2.756-76. У курсі інженерної графіки не передбачається вивчення правил, що пов'язані зі розробкою електричних схем.

2.1. Вимоги до графічного оформлення схем

Схеми виконуються згідно ГОСТ 2.702-84 без дотримання масштабу, дійсне просторове розташування елементів або не враховується взагалі, або враховується приблизно.

Лінії електричного зв'язку на принциповій схемі носять умовний характер і не є зображенням реальних дротів.

Лінії зв'язку між елементами схеми розташовують тільки горизонтально або вертикально і вони повинні мати найменшу кількість зломів і взаємних перетинів.

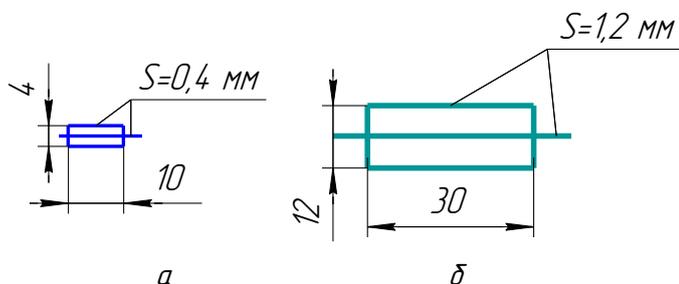
Стандарт ГОСТ 2.701-2008 встановлює товщину ліній зв'язку від 0,2 до 1 мм залежно від формату схеми і розмірів графічних позначень. Товщина, що рекомендується, від 0,3 до 0,4 мм.

Електричні елементи зображуються умовними графічними позначеннями (УГП). Товщина лінії зв'язку дорівнює товщині ліній умовного графічного позначення (УГП).

Відстань між двома паралельними лініями зв'язку – не менше 3 мм, а між окремими графічними зображеннями – не менше 2 мм.

На вільному полі схеми розміщують діаграми, таблиці, текстові вказівки.

При виконанні ілюстративних принципових електричних схем на великих форматах допускається всі позначення пропорційно збільшувати (рис.1).



а – у натуральну величину з товщиною ліній 0,4 мм, що рекомендується;
б – у пропорційному збільшенні (наприклад, у 3 рази)

Рис. 1. Зображення елемента схеми

Для виділення особливих або важливих елементів, а також для вписування в них пояснюючих написів і знаків схеми, допускається розміри УГП збільшувати.

Для компактності схеми, а також при великій насиченості схеми умовними графічними позначеннями, допускається всі позначення пропорційно зменшувати: при цьому провіт між двома сусідніми лініями УГП повинен бути не менше 1,0 мм.

З метою більшої наочності зображення на принциповій електричній схемі

дозволяється переміщення елементів схеми на полі кресленика без порушення принципів побудови самої схеми.

Для спрощення схеми допускається декілька електрично не пов'язаних ліній зв'язку зливати в лінію групового зв'язку, як показано на рис. 2. Розміри таблиці з'єднувача ГОСТ не регламентує. Від задіяних контактів з'єднувача X1, що ліворуч, йдуть лінії зв'язку, які мають власну нумерацію, вони злиті умовно в одну лінію (потовщену). У міру потреби від цієї лінії відводять дроти, наприклад 1, 2, 7, 8, підключені до з'єднувача X2, (наприклад, вилки), що контактує із з'єднувачем X5 (наприклад, з розеткою) пристрою А2. У його таблиці в графі – «Адреса» написано: X1:1...X:10. Напис X1:1 означає, що дріт 1 пов'язує з'єднувач X2 із з'єднувачем X1, а саме з його контактом 1. Цифри 1,2,5,6 позначають контакти з'єднувача X2 – X5, підключені до ланцюгів Корпус +300В та ін. Порядок розташування контактів в схемі визначається зручністю читання схеми. У графі – «Конт.» записують номер контакту з'єднувача, в графі – «Ланцюг» – характеристику ланцюга.

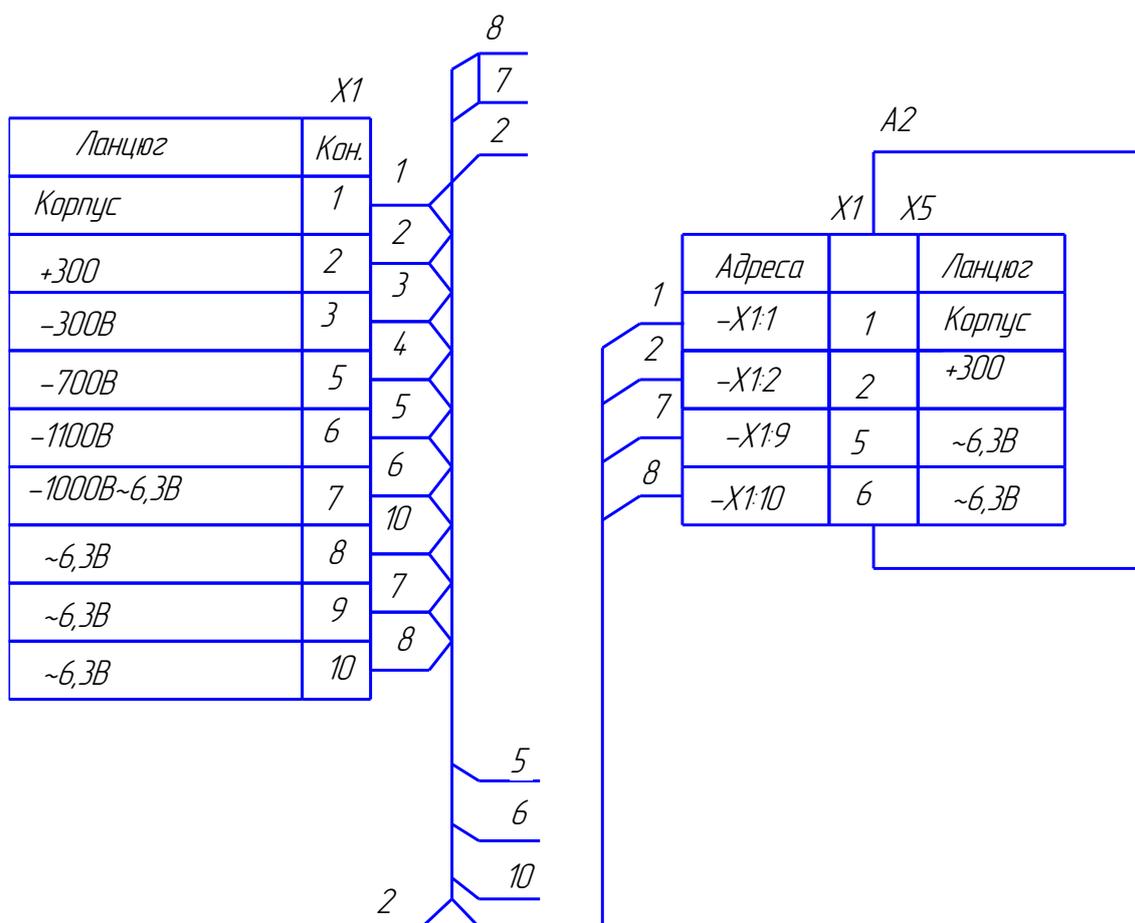


Рис. 2. Оформлення контактів (таблиці) вхідних і вихідних елементів-з'єднувачів

Характеристики вхідних і вихідних ланцюгів виробу, а також адресу їх зовнішніх підключень рекомендується записувати в таблиці, що розміщується замість УГП вхідних і вихідних елементів – роз’ємів, плат і так далі (рис. 3).

Кон.	Ланцюг	Адреса
1	$f=0,3...3\text{кГц}; R_H=6000\ \text{Ом}$	=A1-X1:1
2	$U_{\text{вих}}=0,5; R_H=600\ \text{Ом}$	=A1-X1:2
3	$U_{\text{вих}}=+60\text{В}; R_H=600\ \text{Ом}$	=A1-X1:3
4	$U_{\text{вих}}=+20\text{В}; R_H=600\ \text{Ом}$	=A1-X1:4

Рис. 3. Характеристики вхідних і вихідних ланцюгів виробів

У графі «Конт.» указують позначення (номери) контактів елементів.

Кожній таблиці привласнюється позиційне позначення елемента, замість якого вона поміщена. Позиційне позначення записується над таблицею. Розміри таблиці довільні.

На рис. 4 наведено приклад електричної принципової схеми стабілізатора напруги.

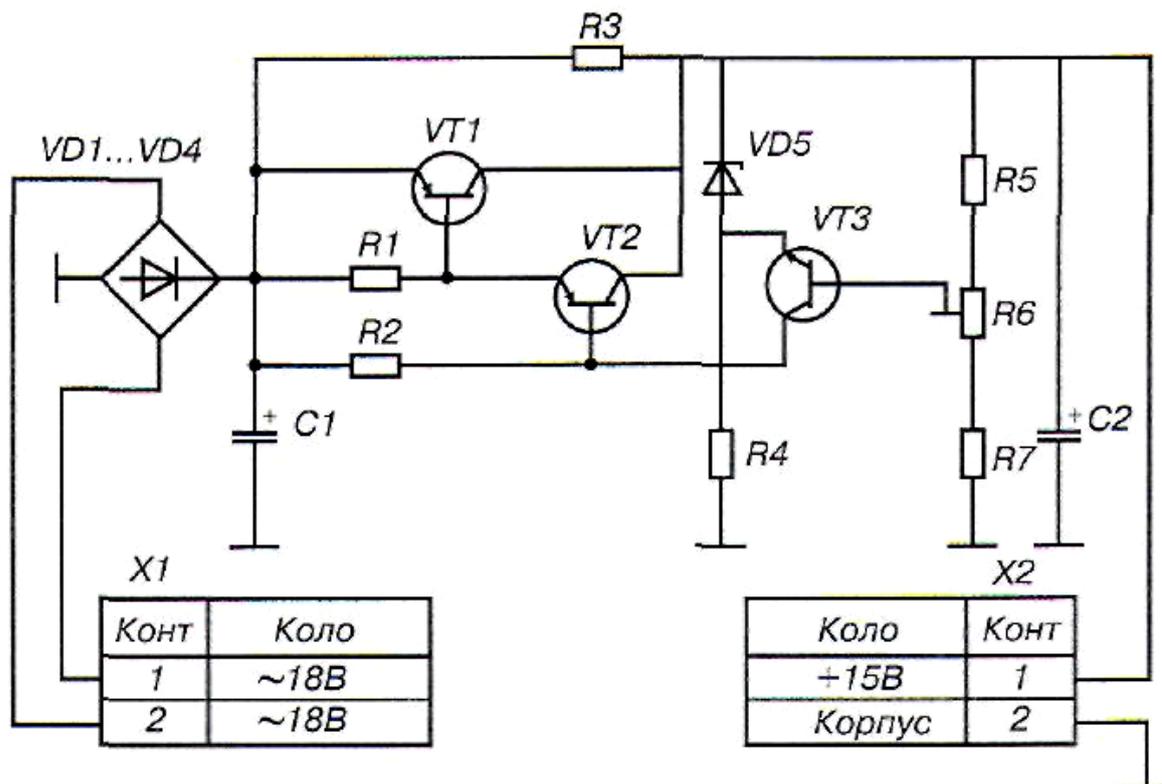


Рис. 4. Схема електрична принципова

Текстова інформація на схемах може мати наступну форму запису:

- умовні літерно-цифрові позначення (за ГОСТ 2.710);
- найменування елементів, сигналів, функціональних груп та інше;
- суцільний текст, наприклад: технічні вимоги, пояснення;
- текст, розбитий на графи, наприклад: таблиці, перелік елементів.

На схемі для кожного пристрою або елемента повинні бути вказані: найменування, тип і позначення документа, на основі якого вони прийняті.

Ці дані записують:

- біля графічних зображень (для елемента, позначеного умовним графічним позначенням, найменування не вказують);
- усередині прямокутника, якщо він застосований для позначення елемента або пристрою;
- у таблиці переліку елементів.

Текстові дані, що належать до ліній, орієнтують паралельно горизонтальним ділянкам відповідних ліній. При великій щільності схеми допускається вертикальна орієнтація даних.

2.2. Умовні графічні позначення елементів на електричних схемах

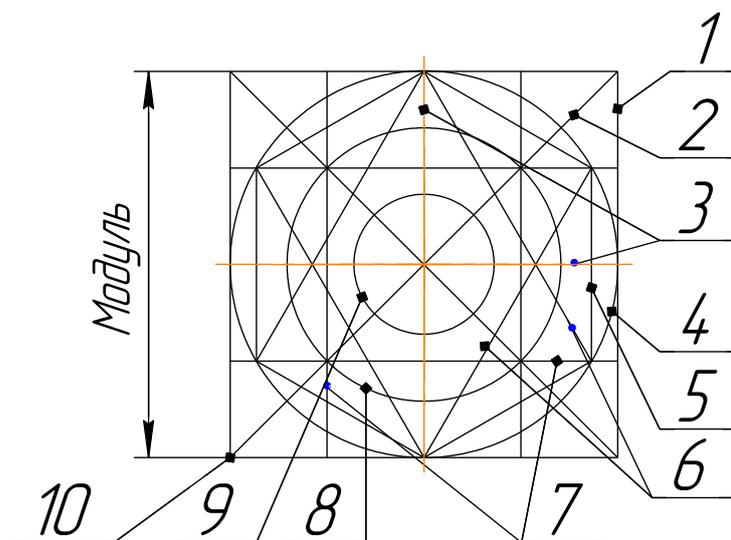
Умовні графічні позначення (УГП) елементів на електричних схемах встановлюють стандарти – ГОСТ 2.721-74 – ГОСТ 2.756-76. Умовні графічні позначення є засобом передачі інформації щодо функції і будови схем, а також про її функціональні властивості елементів і пристроїв.

Крім стандартизованих УГП, на схемах допускається застосовувати нестандартні позначення, побудовані на основі стандартних. З них тільки нестандартні позначення на схемах пояснюють.

Розміри умовних графічних позначень електричних елементів визначаються ГОСТ витяги з яких наведені в додатку 2.

Елементи, розміри яких в стандартах не встановлені, позначають так, як вони виконані в ГОСТ.

Для забезпечення одноманітності УГП, а також для простоти їх побудови слід застосовувати основну фігуру (рис. 5). Під основною фігурою розуміється така геометрична форма, яка за допомогою допоміжних елементів робить можливим визначення пропорцій графічних символів і є сіткою ліній, що містить прості геометричні елементи. Прості геометричні елементи основної фігури квадрати, кола, трикутники, прямі лінії – повинні бути зв'язані між собою не тільки геометрично, але і математичними співвідношеннями.



- 1 – основний квадрат з довжиною сторін, рівною модулю;
- 2 – діагональний хрест;
- 3 – хрест середніх ліній;
- 4 – основний круг діаметром, рівним модулю;
- 5 – шестикутник в основному крузі;
- 6 – два рівносторонніх трикутника в основному крузі;
- 7 – растрові лінії з відстанню, рівною 1/4 модуля;
- 8 – круг діаметром, рівним 2/2 модуля;
- 9 – круг діаметром, рівним 2/4 модуля;
- 10 – точка початку координат.

Рис. 5. Модуль основної фігури

УГП виконують за допомогою основної фігури так, щоб було можливе застосування простих геометричних елементів.

Для створення форм конкретних УГП прості геометричні елементи використовуються або в цілому або їх окремі частини. У разі потреби можна використовувати діагоналі основного квадрата. Основну фігуру можна повертати на 90°. Розмір УГП визначається модулем основної фігури. Як модуль приймається довжина сторони основного квадрата, яку вибирають з ряду, приведеного в таблиці 1. Цим забезпечується узгодження умовних позначень з розміром шрифту.

Таблиця 1

Перелік модулів основної фігури

Модуль, мм	Відношення товщини до модуля	Товщина лінії, мм
5	1/20	0,25
7		0,358
10	1/28	0,50
14		0,70
20		

Розміри УГП, а також товщину їх ліній роблять однаковою на всіх схемах даного виробу.

Розташовують умовні графічні позначення елементів на схемах так, як вони зображені в стандартах або поверненими на кут, кратний 90° . Допускається повертати УГП на кут, кратний 45° порівняно зі зображенням, наведеним в стандарті, або зображати його дзеркально поверненим, якщо у відповідних стандартах відсутні спеціальні вказівки.

Зображають елементи на схемах **суміщеним і рознесеним способами**. При *суміщеному способі* (рис. 6, а) складові частини елементів або пристроїв показуються на схемі в безпосередній близькості один до одного; *при рознесеному* (рис. 6, б) – в різних місцях для більшої наочності. При зображенні на схемі елементу рознесеним способом позиційне позначення елементу проставляють біля кожної складової частини.

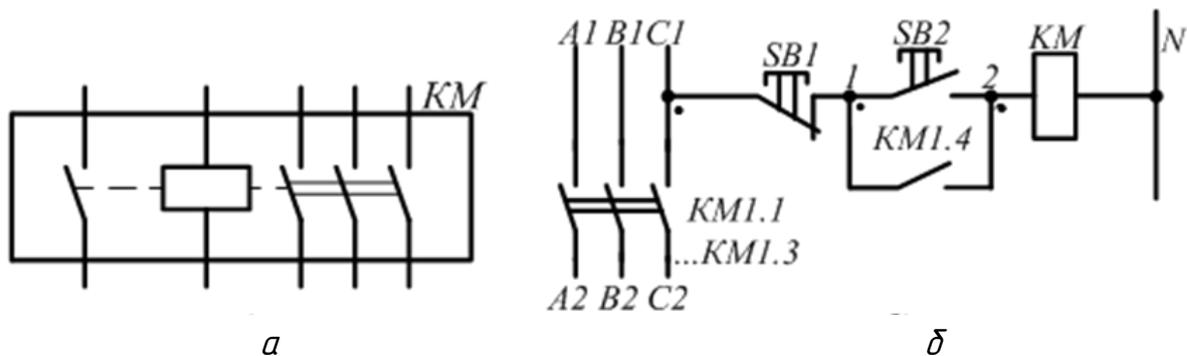


Рис. 6. Способи зображення елементів схеми
(а - суміщений спосіб, б – рознесений спосіб)

2.3. Позиційні літерно-цифрові позначення на електричних схемах

Для однозначного визначення елементів, що входять до складу виробу і зображених на схемі, кожному елементу або пристрою схеми привласнюють літерно-цифрове позиційне позначення згідно ГОСТ 2.710-81.

Умовні графічні позначення не відображають дійсні розміри елементів, що позначаються, а тільки визначають їх вигляд (тип).

Позиційне позначення в загальному випадку складається з трьох частин. У першій частині указують вид елементу (пристрої) однією або декількома літерами, наприклад, R – резистор, C – конденсатор (для уточнення виду елементу допускається застосовувати двохбуквений код, наприклад, для напівпровідникового приладу діоду – VD); у другій частині – порядковий номер елементу або пристрою в межах даного виду, наприклад: R1, R2 ..., R6; C1, C2..., C5; у третій частині допускається вказувати відповідне функціональне

призначення, наприклад С2І – конденсатор С2, що використовується як інтегруючий (таблиця 2).

Позиційні позначення елементам (пристроям) привласнюють починаючи з одиниці в межах групи елементів (пристроїв) з однаковими позиційними позначеннями, згідно послідовності розташування елементів на схемі, рахуючи зверху вниз і в напрямі зліва направо.

Цифри порядкових номерів і їх буквені позиційні позначення виконують одним розміром шрифту.

Позиційні позначення проставляють поряд з умовними графічними позначеннями елементів з правого боку або над ними. При зображенні на схемі елементу рознесеним способом позиційне позначення вказують біля кожної складової частини.

За наявності у виробі декількох однакових елементів, з'єднаних паралельно, допускається замість зображення всіх гілок паралельного з'єднання зображати тільки одну гілку, вказавши їх кількість за допомогою позначення відгалуження. Біля графічного позначення елементу вказують позиційні позначення всіх елементів, що входять у ці з'єднання. У перелік елементи записують в один рядок. На рис. 7, а) показано декілька паралельних однакових елементів, а на рис. 7, б) – умовне зображення.

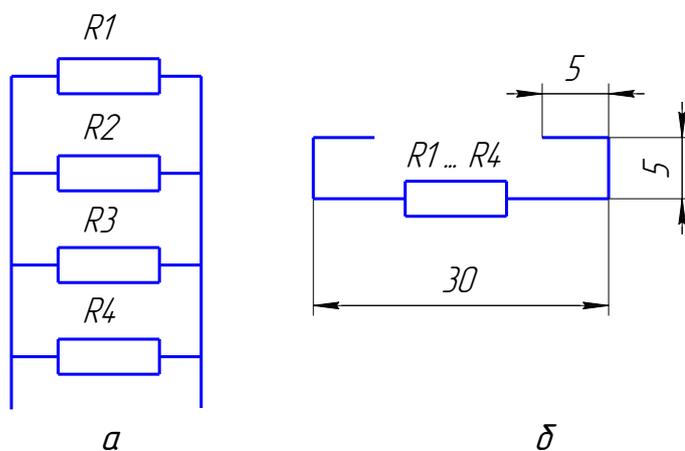


Рис. 7. Зображення паралельного з'єднання однакових елементів
(а – дійсне, б – умовне)

Таблиця 2

Літерні коди найбільш поширених електричних елементів та пристроїв (ГОСТ 2.710-81)

Літерний код	Група видів елементів	Приклади видів елементів	Дволітерний код
А	Пристрої (загальне позначення)	Підсилювачі, прилади телекерування, лазери	
В		Гучномовець	ВА
		Магнітострикційний елемент	ВВ

	Перетворювачі неелектричних величин в електричних (окрім генераторів і джерел живлення) або навпаки, аналогові або багаторозрядні перетворювачі або датчики для вказівки або вимірювання	Детектор іонізуючих випромінювань	BD
		Сельсин-приймач	BE
		Телефон (капсуль)	BF
		Сельсин-датчик	BC
		Тепловий датчик	BK
		Фотоелемент	BL
		Мікрофон	BM
		Датчик тиску	BP
		П'єзоелемент	BQ
		Датчик частоти обертання (тахогенератор)	BR
		Звукознімач	BS
		Датчик швидкості	BV
		C	Конденсатори
D	Схеми інтегральні, мікрозбірки	Схема інтегральна аналогова	DA
		Схема інтегральна цифрова, логічний елемент	DD
		Пристрої зберігання інформації	DS
		Пристрій затримки	DT
E	Елементи різні (освітлювальні пристрої, нагрівальні елементи)	Нагрівальний елемент	EK
		Лампа освітлювальна	EL
		Піропатрон	ET
F	Розрядники, запобіжники, пристрої захисні	Дискретний елемент захисту по струму миттєвої дії	FA
		Дискретний елемент захисту по струму інерційної дії	FP
		Запобіжник плавкий	FU
		Дискретний елемент захисту за напругою, розрядник	FV
G	Генератори, джерела живлення, кварцові осцилятори	Батарея	GB
H	Пристрої індикаційні і сигнальні	Прилад звукової сигналізації	HA
		Індикатор символний	HG
		Прилад світлової сигналізації	HL
L	Котушки індуктивності, дроселі	Дросель люмінесцентного освітлення	LL
K	Реле, контактори, пускачі	Реле струмове	KA
		Реле вказівне	KH
		Реле електротеплове	KK
		Контактор, магнітний пускач	KM.
		Реле часу	KT
		Реле напруги	KV
M	Двигуни постійного і змінного струму	Амперметр	PA
P	Прилади, вимірювальне устаткування	Лічильник імпульсів	PC
		Частотомір	PF
		Лічильник активної енергії	PI
		Лічильник реактивної енергії	PK
		Омметр	PR
		Прилад, що реєструє	PS
Годинник, вимірник часу дії	PT		

	<i>Примітка.</i> Поєднання PE застосовувати не допускається.	Вольтметр	PV
		Ватметр	PW
Q	Вимикачі і роз'єднувачі в силових ланцюгах (енергопостачання, живлення устаткування і т. д.)	Вимикач автоматичний	QF
		Короткозамикач	QK
		Роз'єднувач	QS
R	Резистори	Терморезистор	RK
		Потенціометр	RP
		Шунт вимірник	RS
		Варістор	RU
S	Пристрої комутаційні в ланцюгах у правління, сигналізації і вимірниках	Вимикач або перемикач	SA
		Вимикач кнопковий	SB
		Вимикач автоматичний	SF
		Вимикачі, що спрацьовують від різних дій:	
	<i>Примітка.</i> Позначення SF застосовують для апаратів, що не мають контактів силових ланцюгів	рівня	SL
	тиску	SP	
	положення (шляховий)	SQ	
	частоти обертання	SR	
	температури	SK	
T	Трансформатори, автотрансформатори	Трансформатор струму	TA
		Електромагнітний стабілізатор	TS
		Трансформатор напруги	TV
U	Пристрої зв'язку Перетворювачі електричних величин в електричні	Модулятор	UB
		Демодулятор	UR
		Дискримінатор	UI
		Перетворювач частотний інвертор, генератор частоти, випрямляч	UZ
V	Прилади електровакуумні і напівпровідникові	Діод, стабілітрон	VD
		Прилад електровакуумний	VL
		Транзистор	VT
		Тиристор	VS
W	Лінії і елементи СВЧ Антени	Відгалужувач	WE
		Короткозамикач	WK
		Вентиль	WS
		Трансформатор, неоднорідність, фазообертач	WT
		Аттенуатор	WU
		Антенa	WA
X	З'єднання контактні	Токоз'ємник, контакт що ковзає	XA
		Штир	XP
		Гніздо	XS
		З'єднання розбірне	XT
		З'єднувач високочастотний	XW
Y	Пристрої механічні з електромагнітним приводом	Електромагніт	YA
		Гальмо з електромагнітним приводом	YB
		Муфта з електромагнітним приводом	YC

		Електромагнітний патрон або плита	УН
Z	Пристрої крайові, фільтри. Обмежувачі	Обмежувач	ZL
		Фільтр кварцовий	ZO

2.4. Таблиця переліку електричних елементів

На принциповій схемі має бути таблиця переліку всіх елементів, що входять до неї. Таблицю щодо форми і розмірів виконують за рис. 8, 9. Її розміщують або на самій схемі, або на окремих форматах. Елементи записують у таблицю за окремими групами, тобто спочатку резистори, потім конденсатори і т. д. У межах кожної групи елементи слід записувати в послідовності зростання їх порядкових номерів.

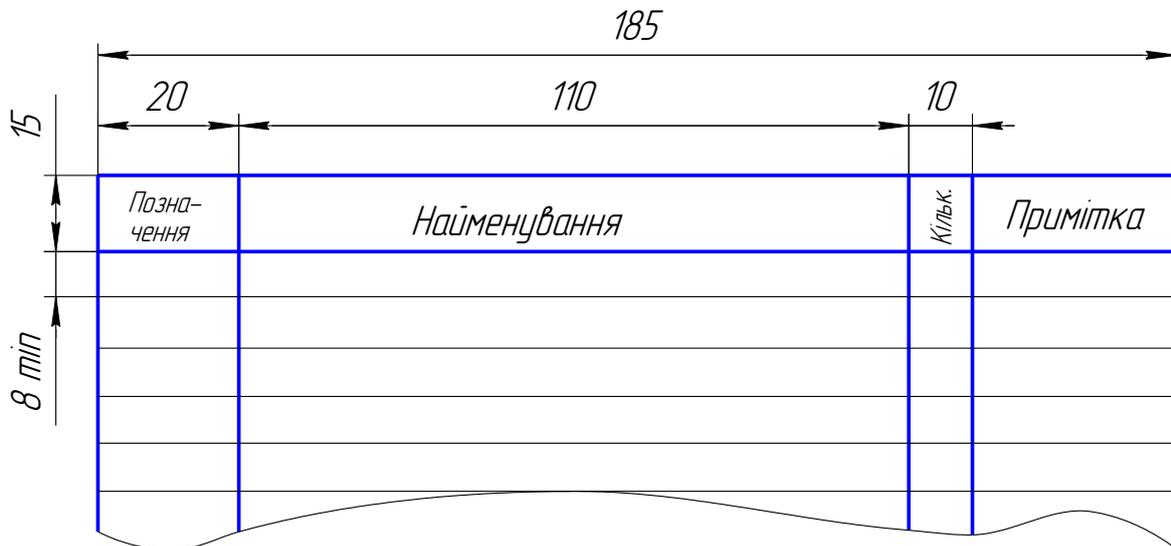


Рис. 8. Таблиця переліку електричних елементів

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
	<i>Конденсатори</i>		
C1, C2	КМ-5а-Н90-0,5 мкФ ОЖО 460.043 ТУ	2	
C3 ... C5	КМ50-12а-103-200 мкФ ОЖО 464.079 ТУ	3	
001	Блок кремн. КЦ407А ТТЗ 362.146 ТУ	1	
EL1	Лампа ТН-2	1	
	<i>Резистори</i>		
R1	МПТ-2,0-4,3 кОм+10%B ОКО 467.180 ТУ	1	
R2	МПТ-0,5-4,3 кОм+10%B ОКО 467.180. ТУ	1	

Рис. 9. Приклад заповнення переліку елементів

2.5. Послідовність читання схем

Схеми читають повністю – від початку до кінця, коли зображений пристрій або система розглядаються або вивчаються вперше, і вибірково, коли схема вже знайома, а розглядається тільки окрема її частина (змінена, модифікована) для уточнення окремих елементів, їх зв'язків і характеристик.

При читанні схеми можна виділити наступні основні операції:

1. Загальне ознайомлення зі схемою. Встановлення з умовних зображень та позначень її елементів видів і типів, до яких відноситься дана схема. Це виконується майже миттєво, швидким оглядом схеми.

2. Ознайомлення зі всіма елементами схеми з їх зображень і позначень. Досвідчений фахівець бачить за всіма цими умовностями не окремі позначки, а конкретні деталі, готові вироби, прилади, зв'язки з їх характеристиками і принципами роботи.

3. Визначення точних найменувань і позначень всіх елементів, уточнення їх характеристик. Для цього використовується специфікація, а також умовні літерні позначення на самій схемі.

4. Повне з'ясування принципу роботи всього пристрою і призначення всіх його елементів шляхом послідовного визначення зв'язків між ними.

В такій послідовності весь процес читання проходить як одне ціле, незалежно від виду і типу схеми.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАТЬ

1. Який конструкторський документ називається схемою?
2. Назвіть типи схем.
3. Назвіть види схем.
4. Який документ називають схемою електричною принциповою?
5. Яку товщину ліній рекомендується використовувати для зображень умовних графічних позначень елементів на схемах?
6. Яку товщину ліній рекомендується використовувати для зображення ліній електричного зв'язку?
7. Який порядок літерно-цифрового позиційного позначення елементів на схемах?
8. Де розміщується літерно-цифрове позначення елемента на схемі?
9. Де рекомендується розміщувати перелік елементів до схеми електричної принципової?
10. З яких граф складається перелік елементів?
11. У якому порядку записують елементи в таблиці переліку елементів?
12. Які особливості заповнення основного напису переліку елементів?

3. ГРАФІЧНА РОБОТА – «СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА»

3.1. Мета графічної роботи

Вивчити загальні вимоги щодо виконання схеми електричної принципової виробу; набути навичок в зображенні електричних елементів і пристроїв, а також в їх літерно-цифровому позначенні, оформленні таблиці переліку електричних елементів відповідно до стандартів ЄСКД.

3.2. Завдання

Кожному студенту видається індивідуальне завдання (Додаток 1) за варіантом (номер варіанта визначається за порядковим номером в журналі академічної групи). Завдання містить малюнок структурної схеми на якому елементи позначені не знаками їх умовних зображень, а прямокутниками з порядковим номером елемента в списку їх переліку (список розташований внизу структурної схеми).

Структурна схема визначає основні функціональні частини виробу (машини, пристрою, установки), їх призначення і взаємозв'язки і служить для загального ознайомлення з виробом. На структурній схемі розкривається не принцип роботи окремих функціональних частин виробу, а тільки взаємодія між ними. Тому складові частини виробу зображують спрощено, у вигляді прямокутників довільної форми.

Студенту необхідно визначити елемент і його умовне графічне позначення, тобто провести розкодування електричної схеми.

3.3. Методичні поради

Після розкодування схеми треба виконати креслення електричної принципової схеми (рис. 10) , елементи якої слід з'єднати між собою лініями зв'язку так, як це показано в завданні. Необхідно пам'ятати, що елементи схеми мають визначену кількість відгалужень (це також відображено в завданні).

При виконанні електричної принципової схеми необхідно правильно зробити підключення елементів. Для елементів, які мають два відгалуження, може мати принципове значення напрям підключення елемента до схеми. Це стосується полярних (плюс, мінус) елементів, напівпровідникових діодів, полярних конденсаторів і т.ін. Тому в завданні, для розуміння, біля прямокутників поставлені знаки «+» і «-», які відповідають плюсовому і мінусовому відводам елемента.

Для неполярних елементів, які мають два відгалуження, підключення до схеми не викликає труднощів.

Для трансформаторів і котушок, які мають відгалуження, обмотка у прямокутнику завдання зображена у вигляді прямої лінії, від якої робляться відгалуження.

Після виконання креслення схеми її елементи необхідно позначити так, щоб кожному елементу схеми відповідало його літерно-цифрове позиційне позначення.

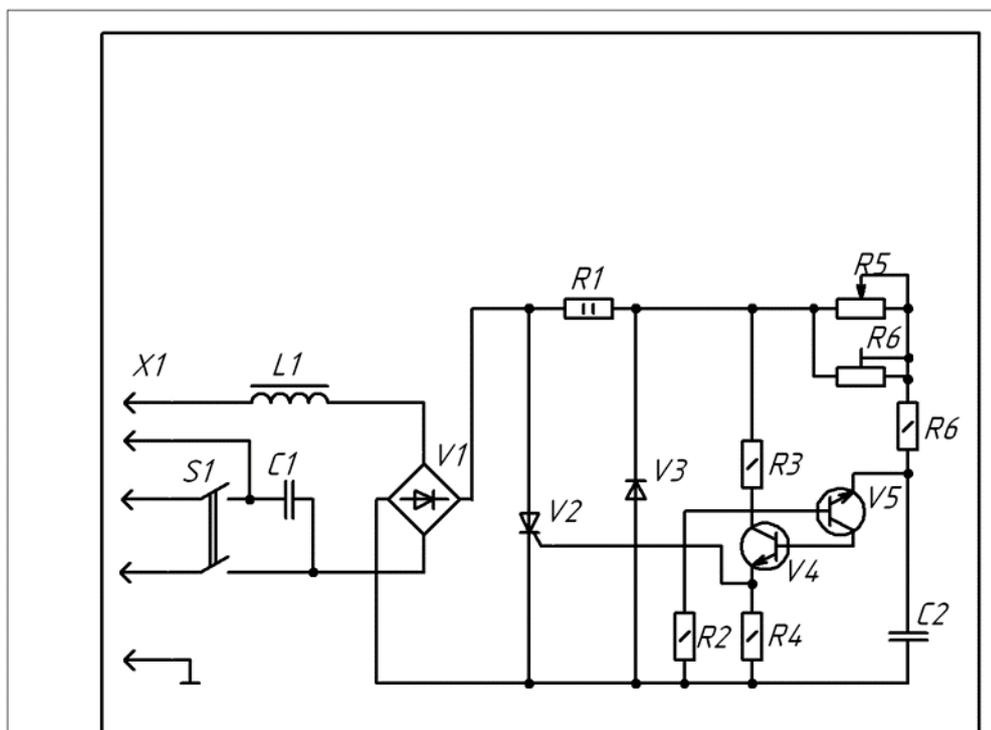


Рис. 10. Приклад електричної принципової схеми

Дані про елементи, які зображені на схемі виробу, записують в перелік. Зв'язок між умовними графічними позначеннями і переліком елементів здійснюється через позиційне позначення.

Перелік розміщують на першому аркуші схеми або виконують у вигляді самостійного документа на аркуші формату А4 з основним написом для текстових документів по ГОСТ 2.104-68. В основному напису переліку під найменуванням виробу, для якого складений перелік, роблять напис «Перелік елементів» шрифтом, на один-два порядки менше того, яким записано найменування виробу. У відповідній графі основного напису вказують шифр «П» переліку і шифр схеми, наприклад, П301 – перелік принципової схеми.

Перелік елементів оформляють у вигляді таблиці, яка заповнюється зверху вниз. На першому аркуші схеми, перелік розташовують над основним написом на відстані не менше 12 мм від нього (рис. 11).

	Поз. обозна- чення	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. прил. №		<i>Конденсатори</i>		
	C1	КБГ-0,5x400В	1	
	C2	МБГ-0,1x20В	1	
	L1	Дросель	1	
Справ. №		<i>Резистори МЛТ ГОСТ 7113-77</i>		
		<i>Резистори ППЗ ГОСТ 5574-73</i>		
	R1	МЛТ-2-20кОм±10%	1	
	R2	МЛТ-0,25-10кОм±10%	1	
	R3	МЛТ-0,25-2кОм±10%	1	
	R4	МЛТ-0,25-6,8кОм±10%	1	
	R5	ППЗ-43-100кОм±10%	1	
	R6	ППЗ-40-47кОм±10%	1	
R7	МЛТ-0,25-1кОм±10%	1		
Подп. и дата	S1	Выключач 2П1Н	1	
		<i>Напівпровідники</i>		
Встан. инв. №	V1	Діод КД105Б	4	
	V2	Тиристор триодний КУ202К	1	
	V3	Діод Д814Д	1	
	V4	Транзистор КТ315А	1	
	V5	Транзистор КТ361В	1	

Рис. 11. Таблиця переліку елементів

Продовження переліку розміщують ліворуч від основного напису, повторюючи головку таблиці. В графах переліку вказують такі дані:

- у графі «Поз. позначення» – позиційне позначення елемента, виробу або функціональної групи;
- у графі «Найменування» – найменування елемента у відповідності з документом, на основі якого він застосований і позначення цього документа (основний конструкторський документ, ГОСТ, ТУ);
- у графі «Кіл.» – кількість однакових елементів;
- у графі «Примітка» – технічні дані елемента, які не містяться в його найменуванні.

Порядок запису елементів до переліку наступний:

- елементи записують по групах (видах) в алфавітному порядку літерних позиційних позначень. Якщо на схемі використовують позиційні позначення зі літер латинського і українського алфавітів, то в переліку спочатку записують елементи з позиційними позначеннями, складеними із літер латинського алфавіту, а потім – із літер українського алфавіту;
- в межах кожної групи елементи розташовують у порядку зростання їх номерів. Для внесення змін рекомендується залишати декілька незаповнених стрічок між окремими групами елементів або між елементами у великій групі;
- для скорочення переліку допускається однотипні елементи з однаковими параметрами, які мають на схемі послідовні порядкові номери, записувати в перелік однією стрічкою, записуючи у відповідну графу тільки позиційне позначення з найменшим і найбільшим порядковими номерами (наприклад, R1...R5, C8...C12);
- при записі однотипних елементів допускається не повторювати в кожному рядку найменування елемента, а записувати його у вигляді заголовка до відповідного розділу. Заголовок підкреслюють тонкою суцільною лінією;
- якщо параметри елементів вибирають при регулюванні виробу, то на схемі і в переліку їх позначають зірочкою (C1*), а на полі схеми розміщують зноску.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Александров К. К. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
2. Межгосударственные стандарты. Единая система конструкторской документации. Основные положения. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 344 с.
3. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. ГОСТ 2.721-74 ... 2.758-81. – М. : Изд-во стандартов, 1985.
4. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан; Під ред. В. Є. Михайленка. – К. : Вища школа, 2000. – 342 с.
5. Мілих В. І. Електротехніка та електромеханіка : навч. посіб. / В. І. Мілих. – К. : Каравела, 2005. – 376 с.
6. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов, Б. К. Клоков, В. П. Морозкин, Б. Ф. Токарев ; под ред. И. П. Копылова. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2002. – 757 с.
7. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры : Справочник / Э. Т. Романычева, А. К. Иванова, А. С. Куликов и др. ; Под ред. Э. Т. Романычевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1989. – 448 с.
8. Райковська Г. О. Нарисна геометрія та інженерна графіка: навч. посіб. / Г. О. Райковська. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – 292 с.
9. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / Под общей ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. – М. : Энергоатомиздат, 1988, 1989. – Т. 1. – 456 с.; Т. – 688 с.

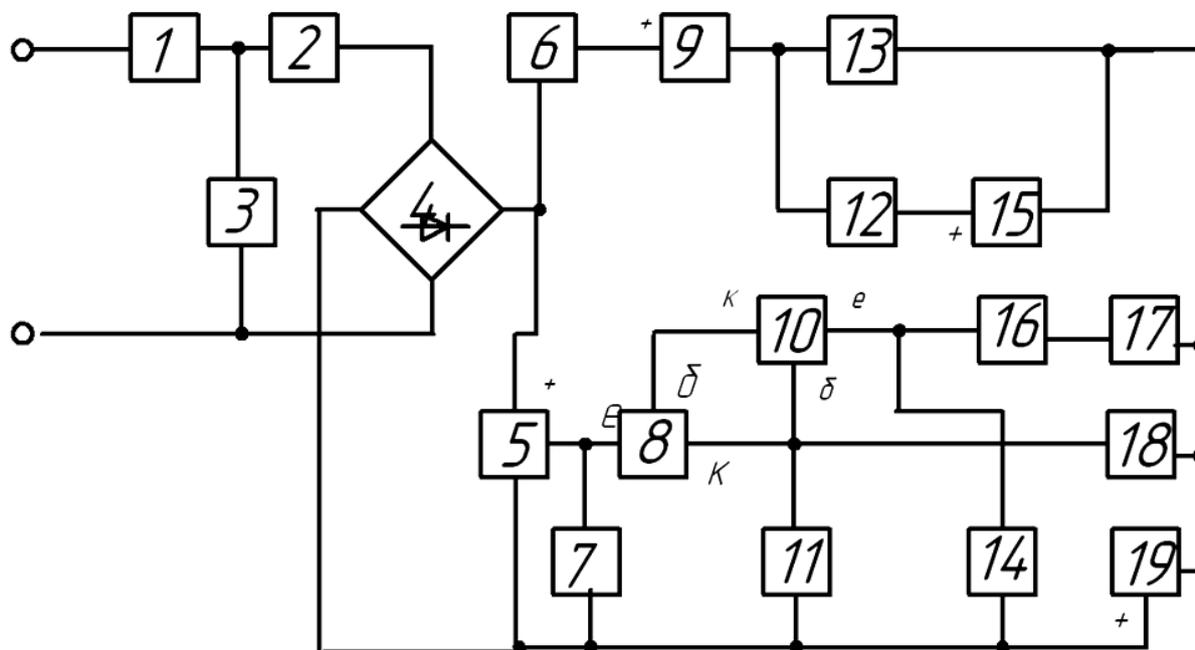
ДОДАТКИ

Додаток 1

ІНДИВІДУАЛЬНІ ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

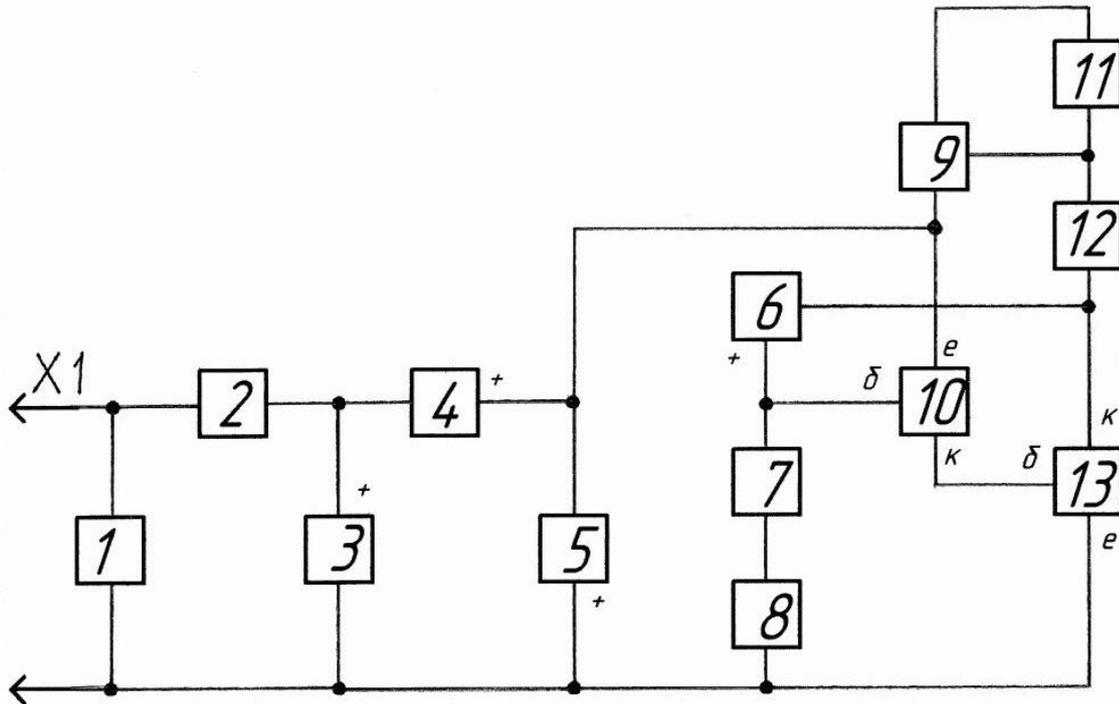
1

Світлорегулятор



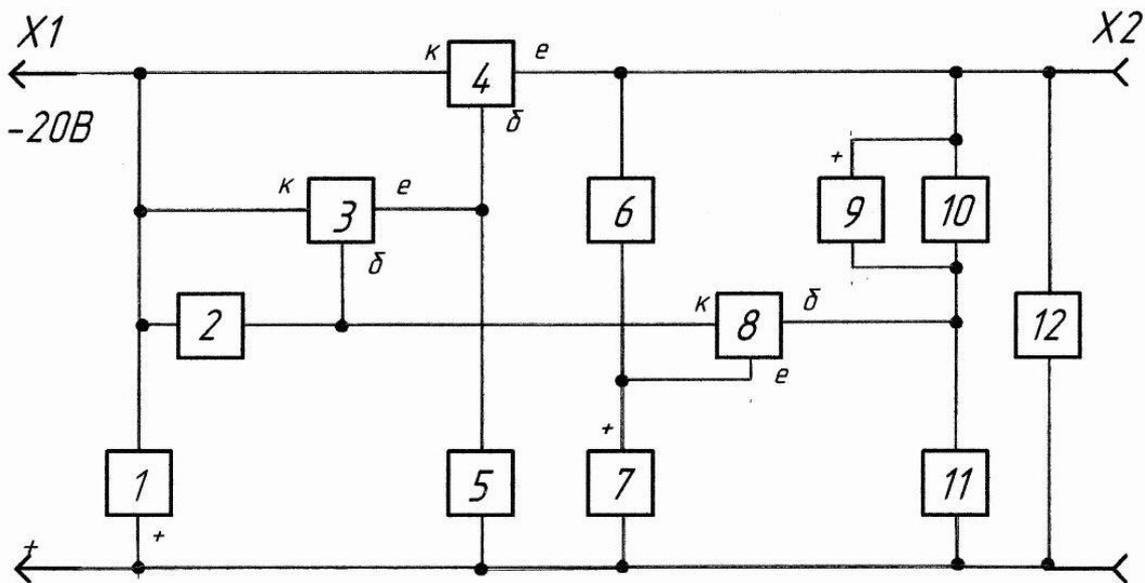
Перелік елементів схеми

- 1- лампа накаливу освітлювальна 220 В 300 Вт;
- 2- котушка індуктивності з феромагнітним сердечником;
- 3- конденсатор постійної ємності БМТ 0,1-300 В \pm 20%;
- 4- однофазна мостова випрямна схема, КД 202 К;
- 5- тиристор тріодний, КУ 202 К;
- 6- резистор постійний, МЛТ-1,0-62 кОм \pm 10%;
- 7- резистор постійний, МЛТ-0,125-1 кОм \pm 10%;
- 8- транзистор (типу NPN), КТ 315 Б;
- 9- діод, Д 226 Б;
- 10-транзистор (типу PNP), КТ 203 Б;
- 11-резистор постійний, МЛТ-0,125-10 кОм \pm 10%;
- 12-резистор постійний, МЛТ-0,5-510 \pm 10%;
- 13- вимикач однополюсний;
- 14-конденсатор постійної ємності,МБМ-0,5-160 В \pm 10%;
- 15-конденсатор електролітичний,ЕТО-2-20,0 \times 400 В \pm 20%;
- 16-резистор постійний, МЛТ-0,125-360 \pm 10%;
- 17-резистор змінний, СПЗ-7,5кОм \pm 20%;
- 18-резистор постійний, МЛТ-0,125-2,2кОм \pm 10%;
- 19-стабілітрон, Д814В.



Перелік елементів схеми:

- 1- резистор постійний, МЛТ-0,5-1М Ω \pm 10%;
- 2- конденсатор постійної ємності, МБГО-1,0 \times 600В;
- 3- стабілітрон, Д813;
- 4- діод, Д226Б;
- 5- конденсатор електролітичний, К50-6-500,0 \times 15 В;
- 6- конденсатор електролітичний, К50-6-10,0 \times 15В;
- 7- резистор постійний, МЛТ-0,125-33к Ω \pm 10%;
- 8- резистор змінний, СП-0,4-330к Ω \pm 20%;
- 9- конденсатор електролітичний, К50-6-10,0 \times 15В;
- 10-транзистор (тип NPN), МП112;
- 11-комутаторна лампа, 6В (60МА);
- 12-головка динамічна, 0,25ГД-10;
- 13-транзистор (тип PNP), П201Е.

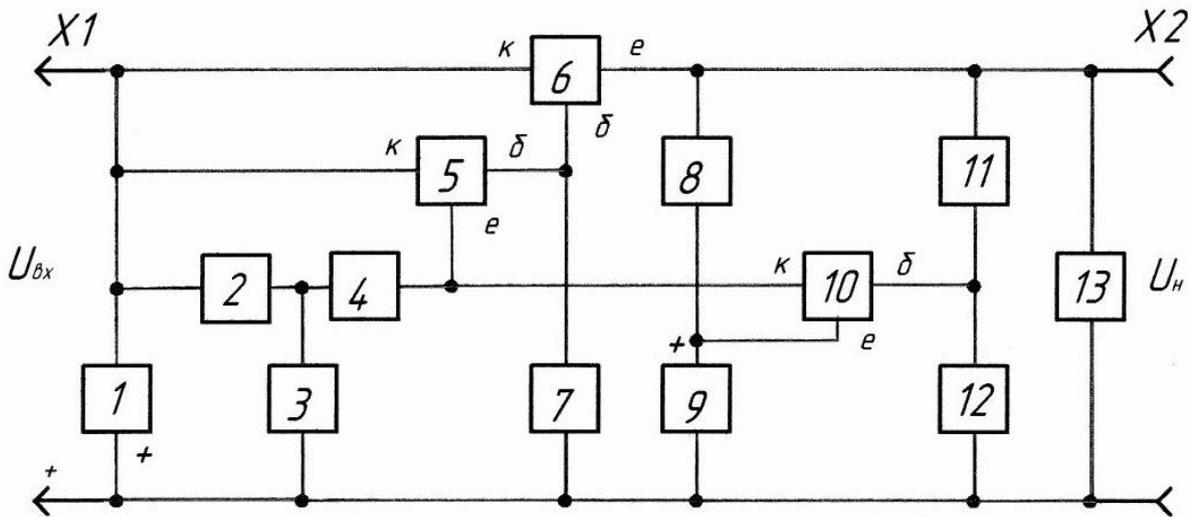


Перелік елементів схеми:

- 1- конденсатор електролітичний, К50-3Б-300,0×30В;
- 2- резистор постійний, МЛТ-0,5-51кОм±10%;
- 3- транзистор (тип PNP), П213Б;
- 4- транзистор (тип PNP), МП42;
- 5- резистор постійний, МЛТ-0,5-5,1кОм±10%;
- 6- резистор постійний, МЛТ-0,5-750±10%;
- 7- стабілітрон, Д808;
- 8- транзистор (тип PNP), МП42;
- 9- діод, КД105Б;
- 10- резистор постійний, МЛТ-0,5-560±10%;
- 11- резистор постійний, МЛТ-0,5-680±10%;
- 12- опір навантаження (R_H).

4

Стабілізатор напруги

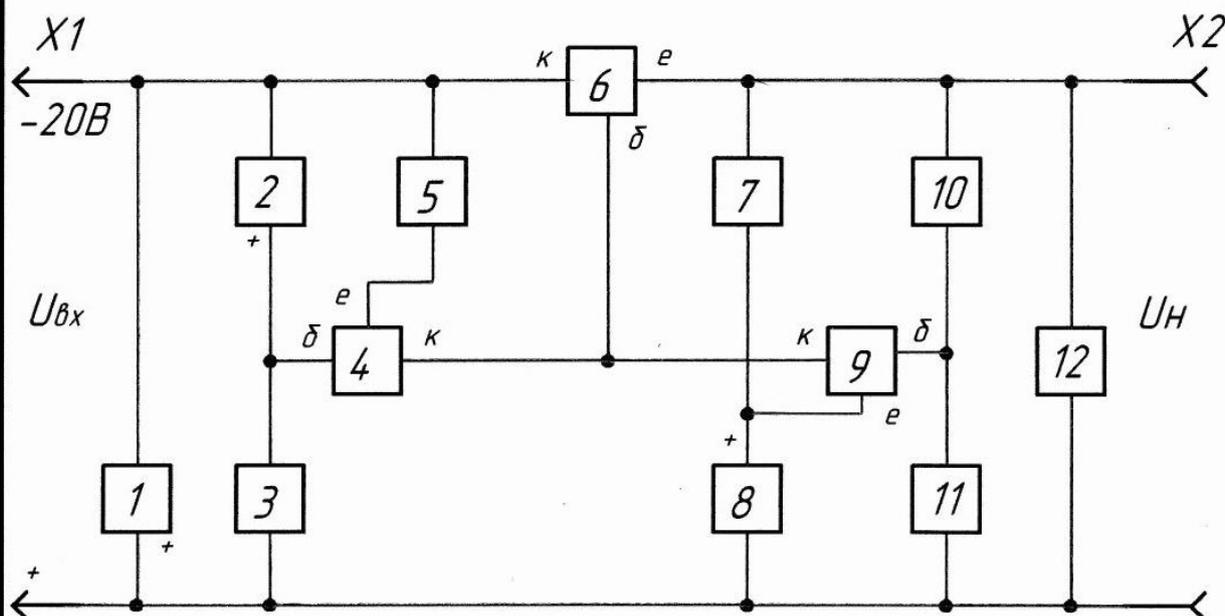


Перелік елементів схеми:

- 1- конденсатор електролітичний, К50-3Б-300,0×30В;
- 2- резистор постійний, МЛТ-0,5-330±10%;
- 3- конденсатор електролітичний, К50-6-50,0×30В;
- 4- резистор постійний, МЛТ-0,5-750±10%;
- 5- транзистор (типPNP), МП42;
- 6- транзистор (типPNP), П213Б;
- 7- резистор постійний, МЛТ-0,5-5,1кОм±10%;
- 8- резистор постійний, МЛТ-1,0-750±10%;
- 9- стабілітрон, Д808;
- 10-транзистор (типPNP), МП42;
- 11-резистор постійний, МЛТ-0,5-560±10%;
- 12-резистор постійний, МЛТ-0,5-680±10%;
- 13-опір навантаження (R_H).

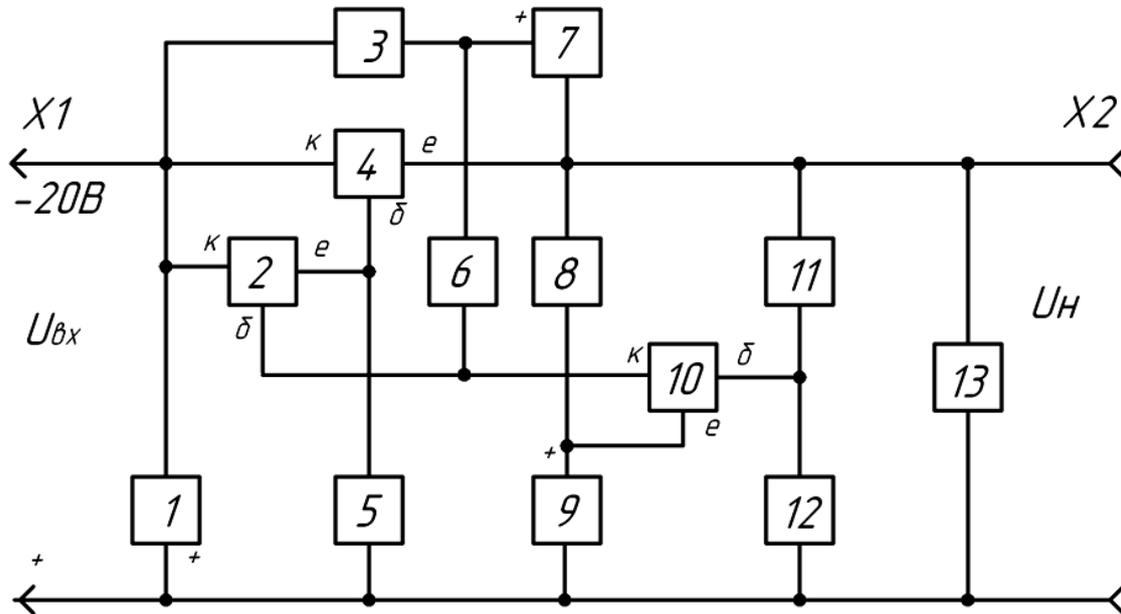
5

Стабілізатор напруги



Перелік елементів схеми:

- 1- конденсатор електричний, К50-3Б-300,0x30В;
- 2- стабілітрон, Д808;
- 3- резистор постійний, МЛТ-0,5-820±10%;
- 4- транзистор (тип NPN), МП38;
- 5- резистор постійний, МЛТ-0,5-130±10%;
- 6- транзистор (тип PNP), П213Б;
- 7- резистор постійний, МЛТ-0,5-750±10%;
- 8- стабілітрон, Д808;
- 9- транзистор (тип PNP), МП42;
- 10- резистор постійний, МЛТ-0,5-560±10%;
- 11- резистор постійний, МЛТ-0,5-680±10%;
- 12- опір навантаження (Rн).

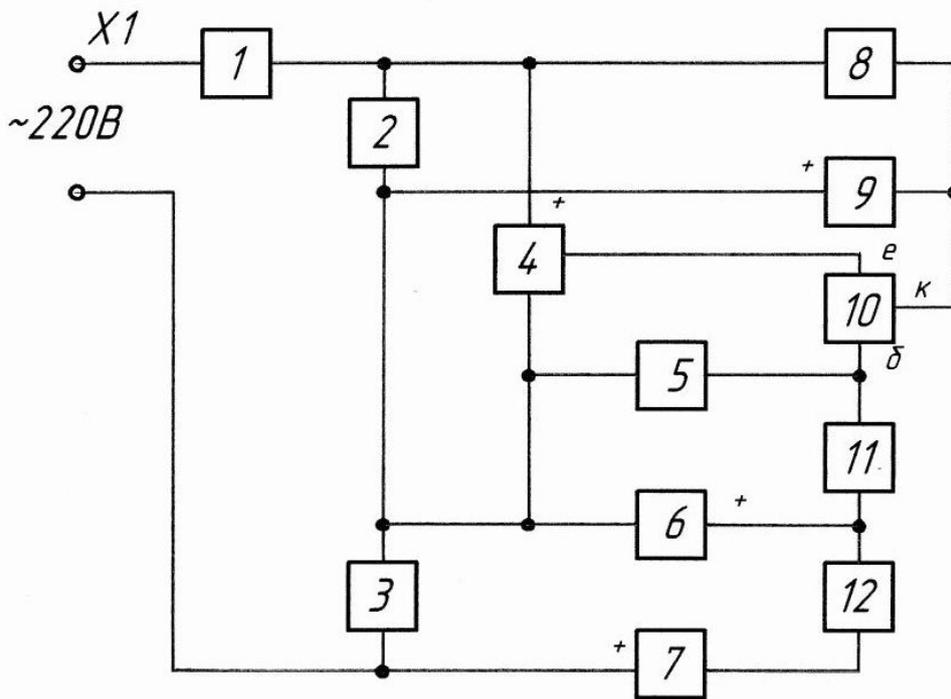


Перелік елементів схеми:

- 1- конденсатор електролітичний, К50-3Б-300,0×30В;
- 2- транзистор (типPNP), МП42;
- 3- резистор постійний, МЛТ-0,5-680±10%;
- 4- транзистор (типPNP), П213Б;
- 5- резистор постійний, МЛТ-0,5-5,1кОм±10%;
- 6- резистор постійний, МЛТ-0,5-2,7кОм±10%;
- 7- стабілітрон, Д808;
- 8- резистор постійний, МЛТ-0,5-750±10%;
- 9- стабілітрон, Д808;
- 10-транзистор (тип PNP), МП42;
- 11-резистор постійний, МЛТ-0,5-560±10%;
- 12-резистор постійний, МЛТ-0,5-680±10%;
- 13-опір навантаження (R_H)

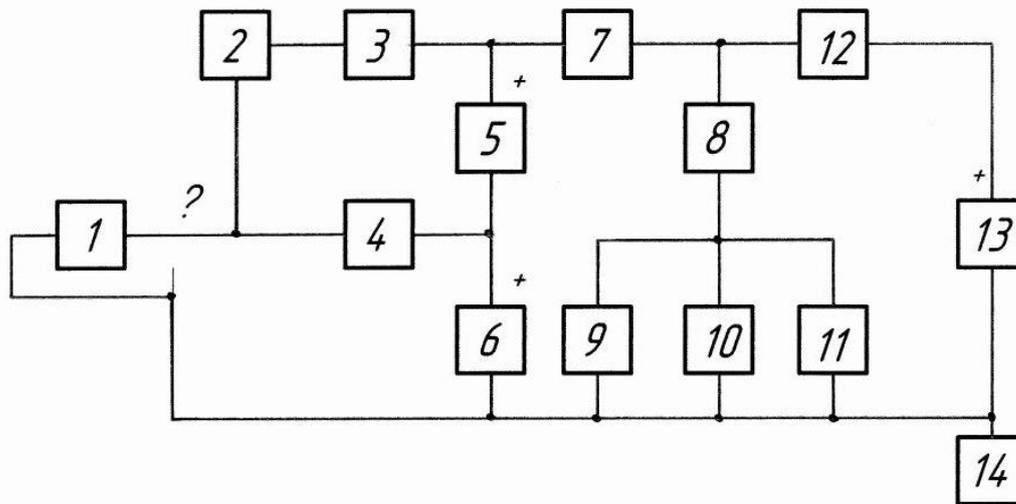
7

Реле вмикання освітлювальних ламп



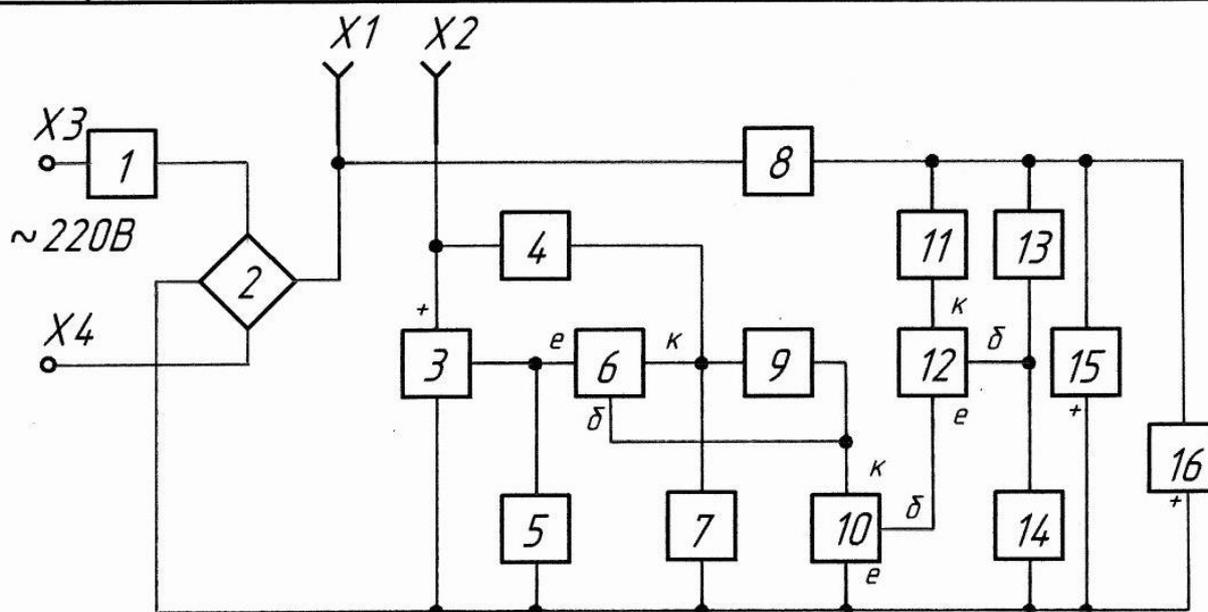
Перелік елементів схеми:

- 1- вимикач 2П1Н, 250В (6А);
- 2- діод, КД202К;
- 3- лампа освітлювальна, (220В×60Вт);
- 4- тиристор тріодний, КУ202Н;
- 5- резистор постійний, МЛТ-0,25-30кОм±10%;
- 6- конденсатор електrolітичний, К52-1-150,0×16В;
- 7- діод, КД105Б4
- 8- резистор постійний, МЛТ-2-2,7кОм±10%;
- 9- стабілітрон, Д814А;
- 10- транзистор (тип NPN), КТ603Б;
- 11- резистор постійний, МЛТ-0,25-15кОм±10%;
- 12- резистор постійний, МЛТ-0,25-100кОм±10%.



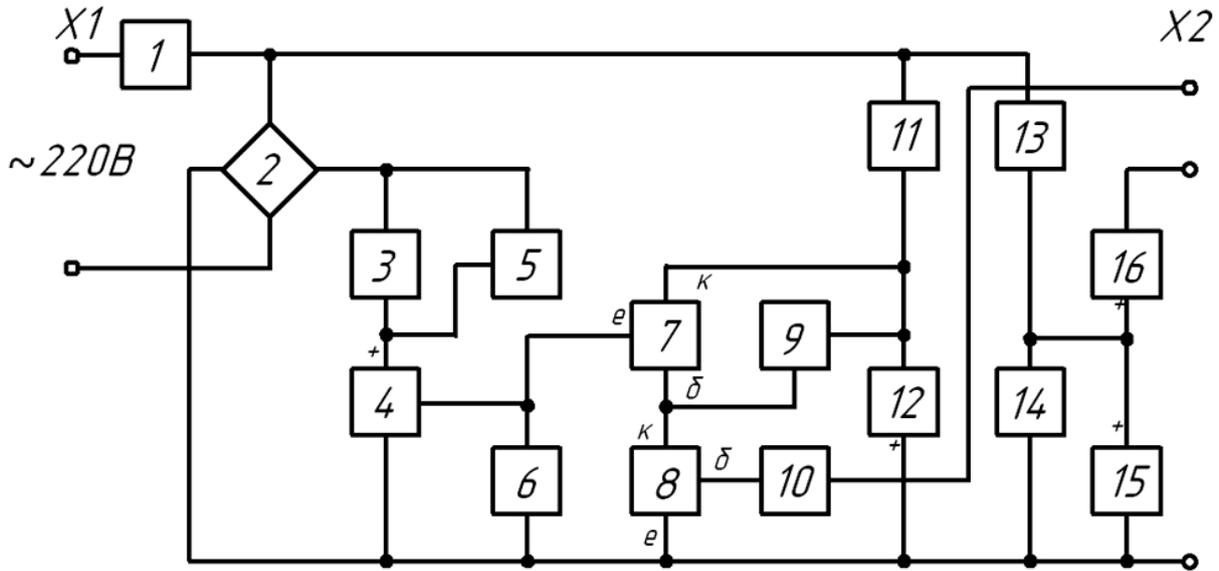
Перелік елементів схеми:

- 1- терморезистор, КМТ-4, 7кОм;
 - 2- резистор постійний, МЛТ-0,5-7,5кОм±10%;
 - 3- резистор змінний, СП5-2-1кОм;
 - 4- прилад показуючий (мікроамперметр на 50μА);
 - 5- стабілітрон, Д814А;
 - 6- стабілітрон, Д814А;
 - 7- резистор постійний, МЛТ-0,25-56±10%;
 - 8- вимикач кнопочний, КН1;
 - 9,10,11- лампа накаливання освітлювальна, 6В (0,02А);
 - 12-контакт замикаючий;
 - 13-джерело живлення (батарея 3336Л);
 - 14-корпус приладу (позначити за ГОСТ 2.751-73).
- Знак ?-ділянку кабеля між блоками 1 і 4 позначити, як кабель коаксіальний за ГОСТ 2.751-73.



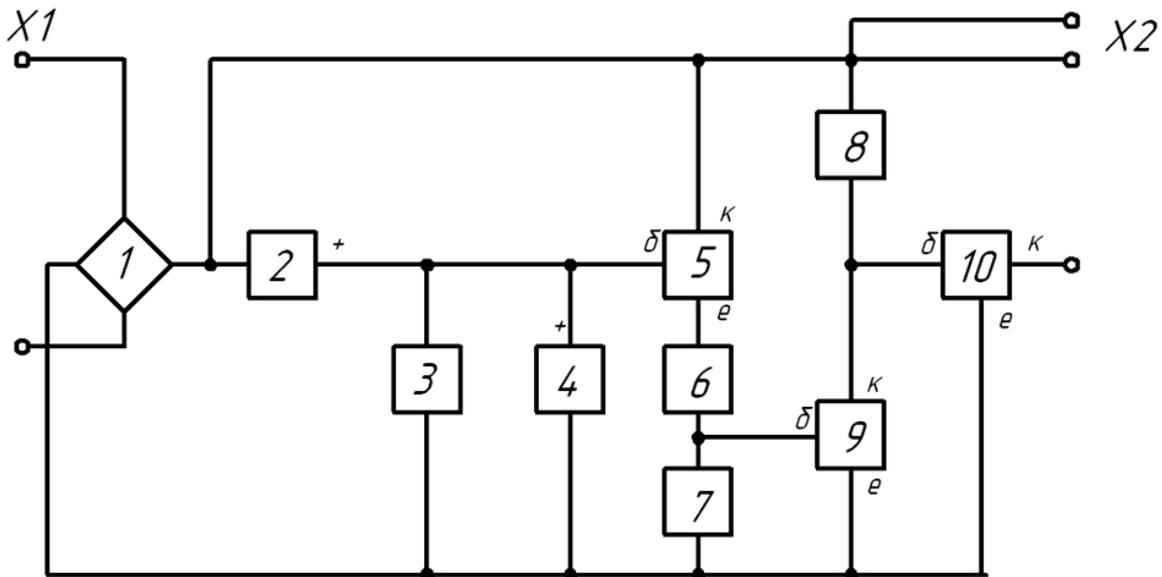
Перелік елементів схеми:

- 1- плавкий запобіжник на 2А;
- 2- однофазний мостовий випрямляч, КД202Н;
- 3- тиристор триодний, КУ202К;
- 4- резистор постійний, МЛТ-2-24кОм±10%;
- 5- резистор постійний, МЛТ-0,25-1,5кОм±10%;
- 6- транзистор (тип NPN), КТ312Б;
- 7- стабілітрон, Д814А;
- 8- резистор постійний, МЛТ-2-30кОм±10%;
- 9- резистор постійний, МЛТ-0,25-5,6кОм±10%;
- 10-транзистор (типNPN), КТ312Б;
- 11-резистор постійний, МЛТ-0,25-75кОм±10%;
- 12-транзистор (типNPN), КТ312Б;
- 13-терморезистор, ММТ-51кОм;
- 14-резистор змінний, ППЗ-40-20кОм;
- 15-стабілітрон, Д814Д;
- 16-конденсатор електролітичний, К50-6-100,0×16В.



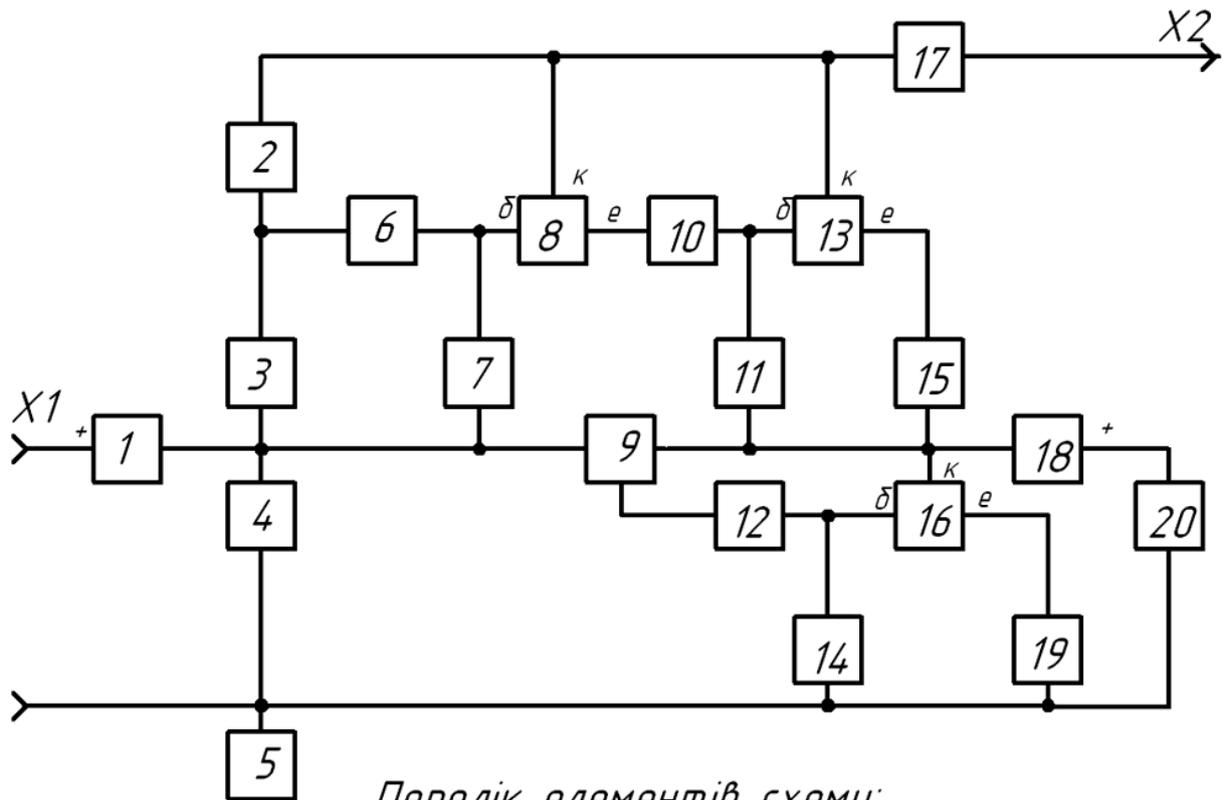
Перелік елементів схеми:

- 1- вимикач кнопочний, КМ1-1;
- 2- однофазний мостовий випрямляч, КД202Ж;
- 3,5-лампа накаливання освітлювальна, 220В×100Вт;
- 4- тиристор триодний, КУ202К;
- 6- резистор постійний, МЛТ-0,125-1,5кОм±10%;
- 7,8-транзистор (типNPN), КТ316Б;
- 9,10-резистор постійний, МЛТ-0,25-5,1кОм±10%;
- 11,13-резистор постійний, МЛТ-2-24кОм±10%;
- 12,14-стабілітрон, Д814А;
- 15- конденсатор електролітичний, К50-6-150,0×16В;
- 16- діод, КД103Б.



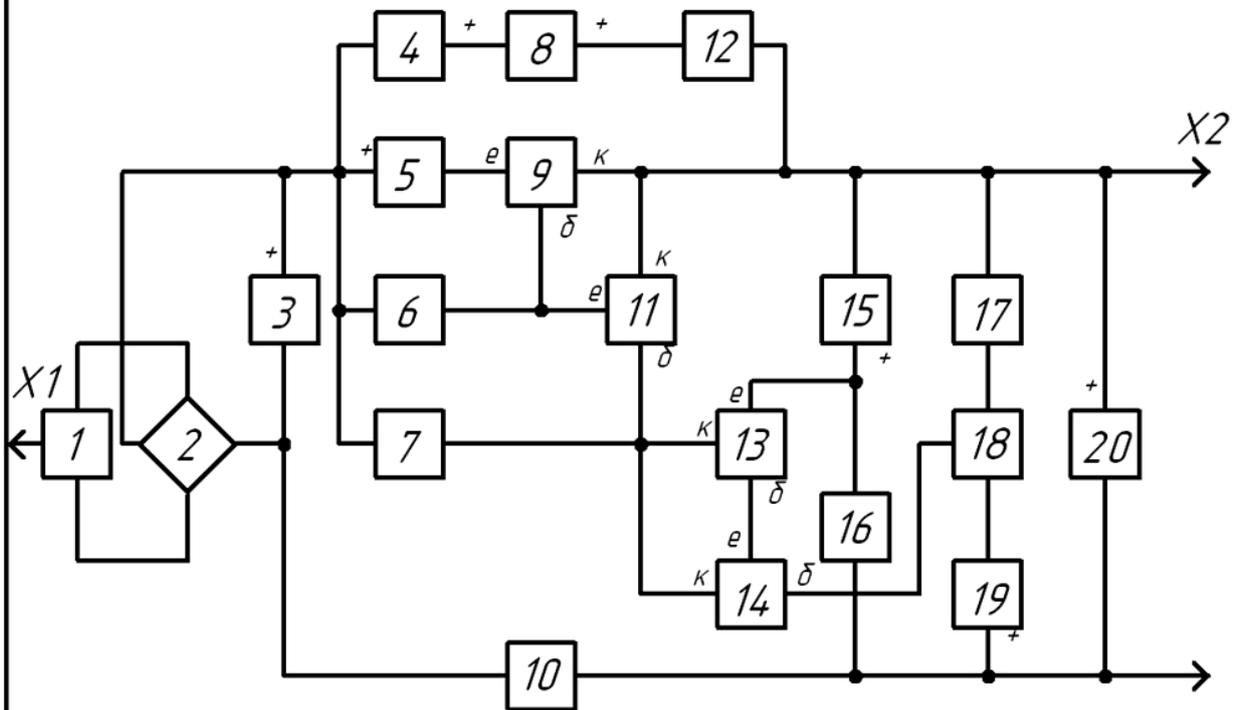
Перелік елементів схеми:

- 1- однофазний мостовий випрямляч, КД202А;
- 2- конденсатор електролітичний, К50-6-220,0×16В;
- 3- резистор постійний, МЛТ-0,25-130кОм±10%;
- 4- діод, КД509А;
- 5- транзистор (типPNP), МП42Б;
- 6- резистор постійний, МЛТ-0,25-2,4кОм±10%;
- 7- резистор постійний, МЛТ-0,25-750±10%;
- 8- резистор постійний, МЛТ-2-75±10%;
- 9- транзистор (типPNP), ГТ403Б;
- 10-транзистор (типPNP), П217Б.



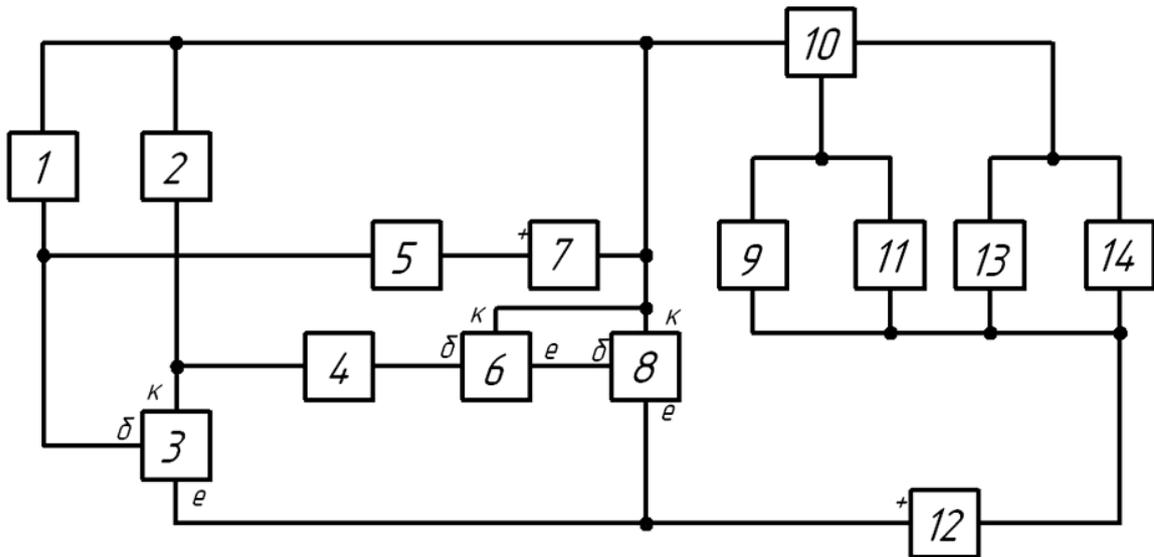
Перелік елементів схеми:

- 1- конденсатор електролітичний, К50-6-10,0×10В;
- 2,4-резистор постійний, МЛТ-1-3кОм±10%;
- 3,11,14-діод, Д223;
- 5- корпус приладу по ГОСТ 2.751-73;
- 6- резистор змінний, СП4-3-470±10%;
- 7- терморезистор, ММТ-8-470;
- 8- транзистор (тип PNP), ГТ402;
- 9- транзистор (тип NPN), ГТ404;
- 10,12-резистор постійний, МЛТ-0,5-100±10%;
- 13- транзистор (тип PNP), ГТ408;
- 15,19-резистор постійний, МЛТ-0,5-3±10%;
- 16- транзистор (тип PNP), ГТ804;
- 17- запобіжник плавкий на 0,5А;
- 18- конденсатор електролітичний, К50-6-200,0×25В;
- 20- головка динамічна, 1ГД-28.



Перелік елементів схеми:

- 1- трансформатор однофазний з феромагнітним сердечником, двохмоточний по ГОСТ 2.723-68;
- 2- однофазний мостовий випрямляч, Д206;
- 3- конденсатор електролітичний, К50-6-2000,0×50В;
- 4,8,19-стабілітрон, Д810;
- 5- діод, Д303;
- 6- резистор постійний, МЛТ-0,25-100±10%;
- 7- резистор постійний, МЛТ-0,25-1кОм±10%;
- 9- транзистор (типPNP), П217В;
- 10-запобіжник плавкий на 1А;
- 11-транзистор (тип PNP), П214Б;
- 12-резистор постійний, МЛТ-0,25-20±10%;
- 13,14-транзистор (типNPN), МП37Б;
- 15-стабілітрон, Д808;
- 16-резистор постійний, МЛТ-0,25-2,7кОм±10%;
- 17-резистор постійний, МЛТ-0,25-510±10%;
- 18-резистор змінний, ППЗ-40-680±10%;
- 20-конденсатор електролітичний, К50-6-200,0×50В.

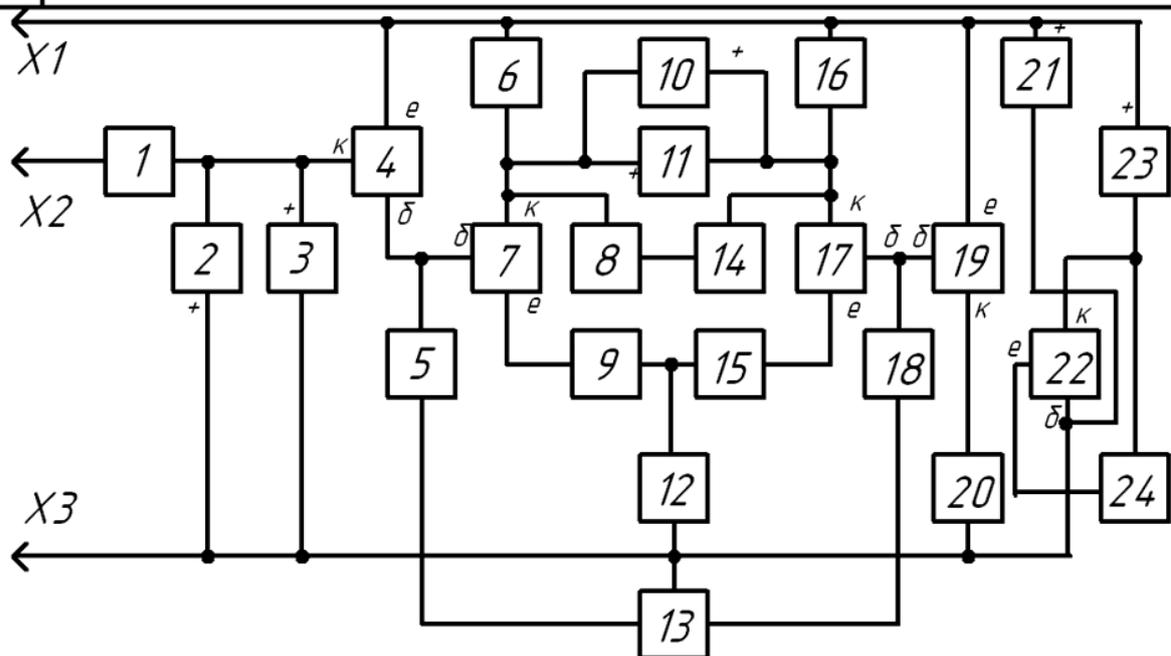


Перелік елементів схеми:

- 1- резистор постійний, МЛТ-0,5-6,8кОм±10%;
- 2- резистор постійний, МЛТ-0,5-100±10%;
- 3,6-транзистор (типPNP), МП39;
- 4- резистор постійний, МЛТ-0,5-75±10%;
- 5- резистор постійний, МЛТ-0,5-2кОм±10%;
- 7- конденсатор електролітичний, ЕТО-2-20,0×15В;
- 8- транзистор (тип PNP), П213Б;
- 9,11,13,14-лампа накаливання освітлювальна (6В×12Вт);
- 10-перемикач, ЗПЗНПМ;
- 12-джерело живлення (батарея), 6В×12Ач.

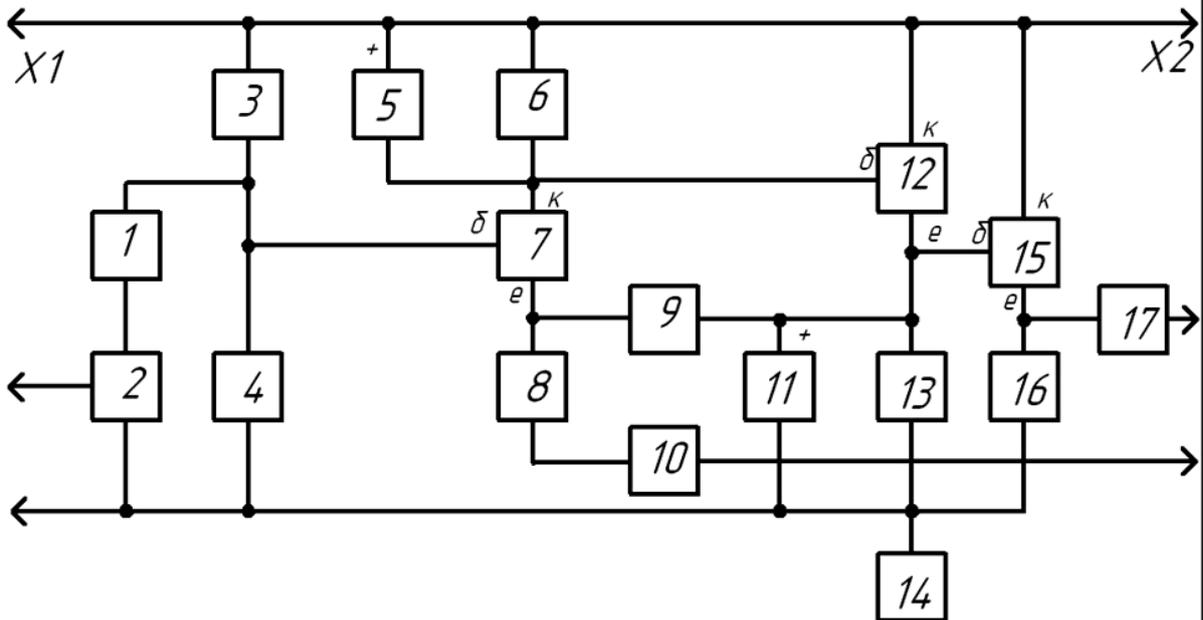
16

Авометр



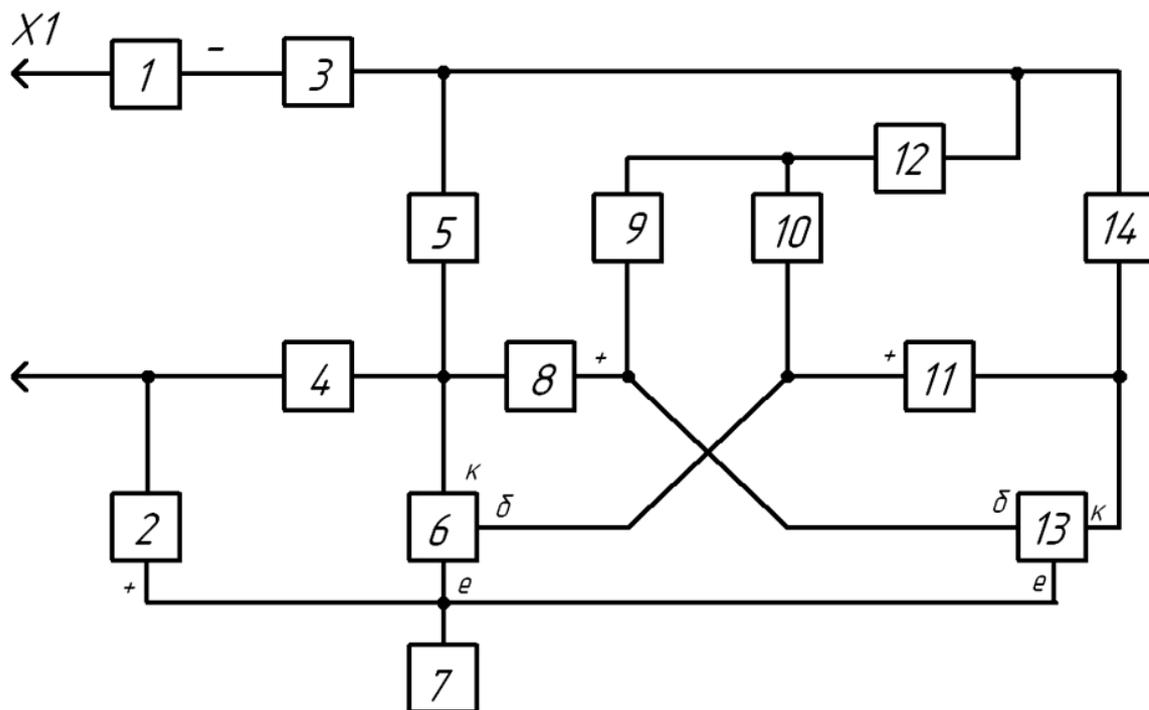
Перелік елементів схеми:

- 1,20-резистор, МЛТ-0,125-4,3МОм±10%;
- 2,3,10,11- діод, Д223;
- 4,19,22- транзистор польовий, КП103К;
- 5,18- резистор, МЛТ-0,125-7,5кОм±10%;
- 6,16- резистор, МЛТ-0,125-7,5кОм±10%;
- 7,17- транзистор (тип PNP), МП116;
- 8- прилад показуючий, мікроамперметр М1690А;
- 9,15- резистор, МЛТ-0,125-330±10%;
- 12- резистор, МЛТ-0,125-3,3кОм±10%;
- 13- резтор змінний, СП5-1-4,7кОм±5%;
- 14- резистор змінний, СП5-2-220±5%;
- 21- стабілітрон, Д814А;
- 23- джерело живлення (батарея гальванічна 3336Л);
- 24- резистор, МЛТ-0,125-100-±10%.



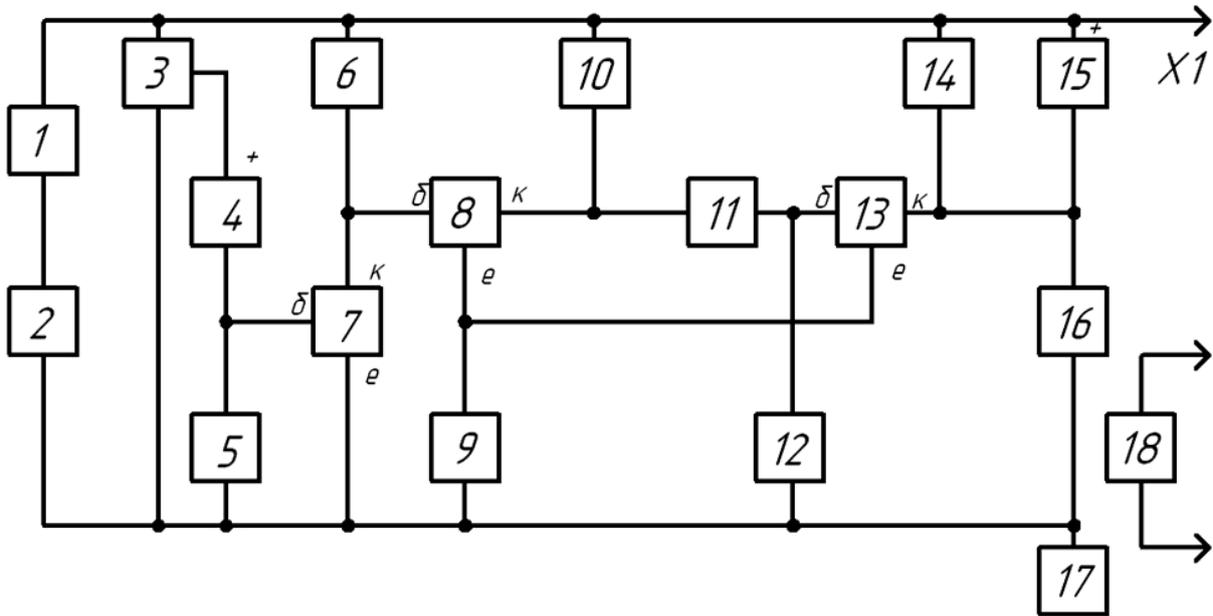
Перелік елементів схеми:

- 1- резистор, МЛТ-0,125-1,5мОм±10%;
- 2- резистор змінний, СПО-2-10кОм±10%;
- 3- резистор, МЛТ-0,125-75кОм±10%;
- 4- резистор, МЛТ-0,125-24кОм±10%;
- 5,11-діод, Д103;
- 6- резистор, МЛТ-0,125-15кОм±10%;
- 7,12,15- транзистор (тип PNP), МП40;
- 8- резистор, МЛТ-0,125-5,6кОм±10%;
- 9- конденсатор, КМ-6-0,015×25В;
- 10- резистор змінний, ППЗ-1кОм±10%;
- 13,16- резистор, МЛТ-0,125-6,8кОм±10%;
- 14- корпус приладу по ГОСТ 2.751-73;
- 17- конденсатор, КМ-6-0,01×25В.



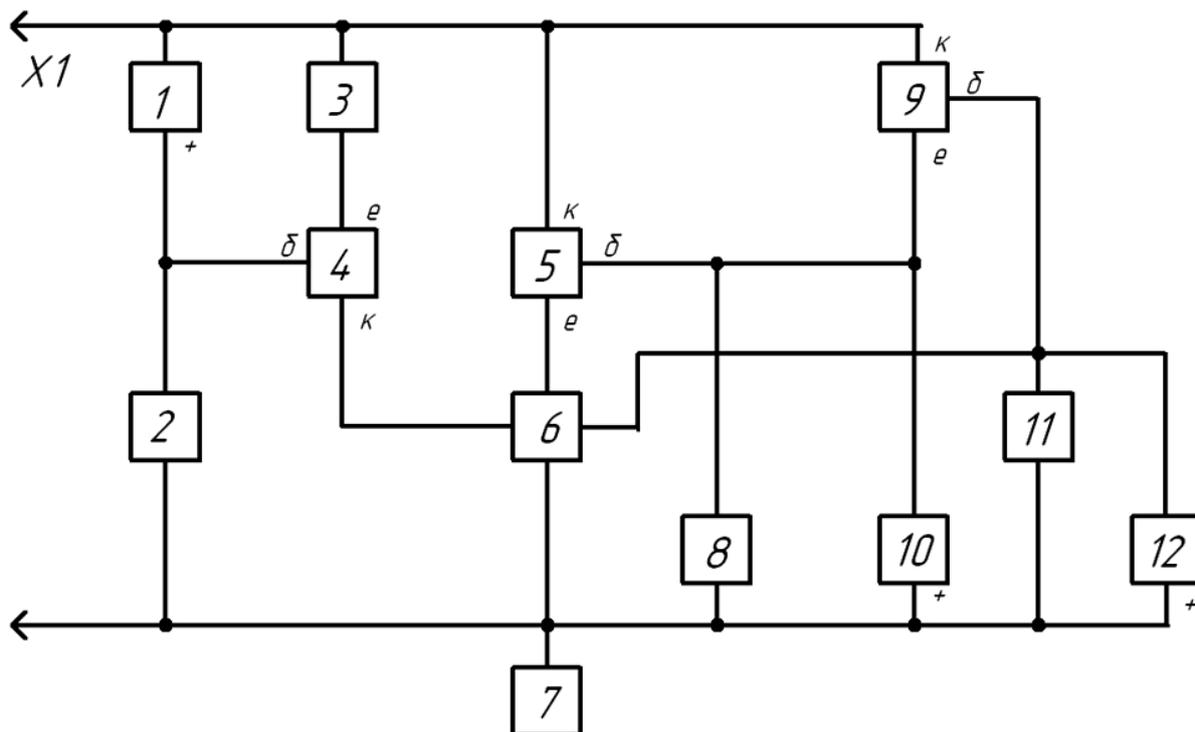
Перелік елементів схеми:

- 1- елемент гальванічний, СЦС-1,5×0,25;
- 2- конденсатор електролітичний, К53-6А-1,0×15В;
- 3- вимикач кнопочний, МП1Н;
- 4- резистор, МЛТ-0,25-22кОм±10%;
- 5,14- резистор, МЛТ-0,25-10кОм±10%;
- 6,13- транзистор (тип PNP), МП42Б;
- 7- корпус приладу по ГОСТ 2.751-73;
- 8,11- конденсатор електролітичний, К50-6-2,0×50В;
- 9,10- резистор, МЛТ-0,25-22кОм±10%;
- 12- резистор змінний, СПЗ-1б-47кОм.



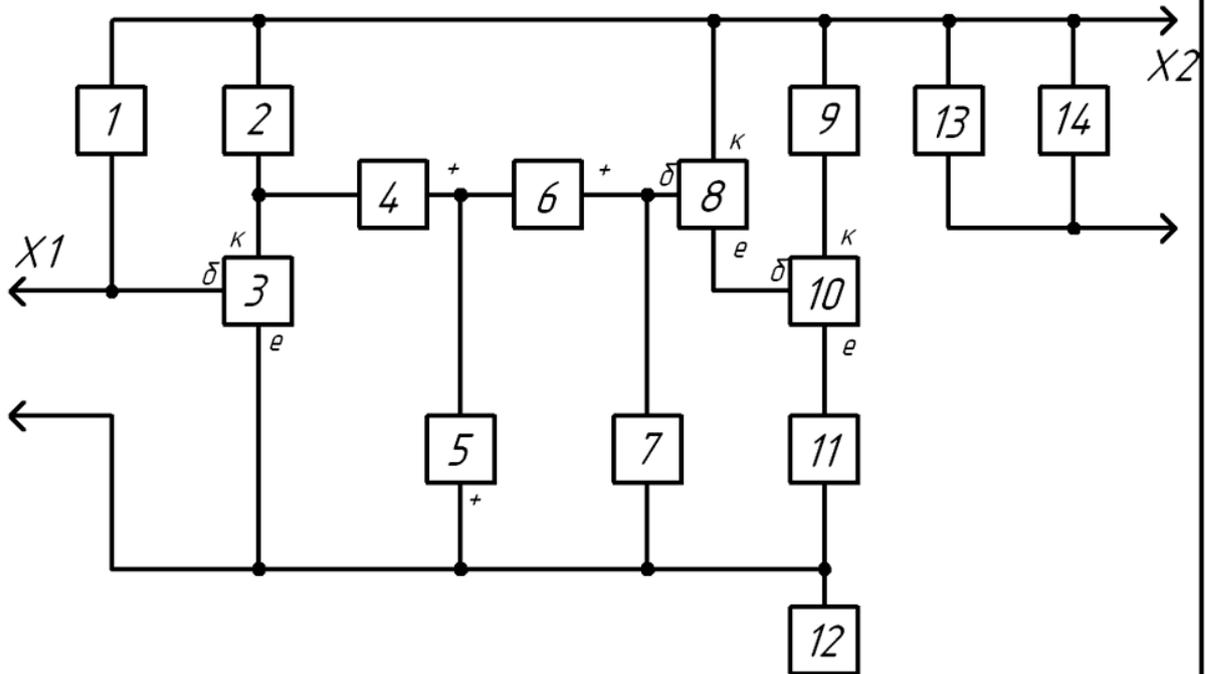
Перелік елементів схеми:

- 1- лампа накаливання освітлювальна, 2,5В×0,2А;
- 2- резистор, МЛТ-2-51±10%;
- 3- резистор змінний, СПО,4-3,3кОм;
- 4- фотодіод, ФДЗ;
- 5,12- резистор, МЛТ-0,125-12кОм±10%;
- 6- резистор, МЛТ-0,125-20кОм±10%;
- 7,8,13- транзистор (типPNP), МПЗ9;
- 9- резистор, МЛТ-0,125-820±10%;
- 10-резистор, МЛТ-0,125-30±10%;
- 11-резистор, МЛТ-0,125-2,7кОм±10%;
- 14-обмотка реле, РЕС-32;
- 15-діод, Д226Б;
- 16-замикаючий контакт реле 14;
- 17-корпус пристрою по ГОСТ2.751-73;
- 18-розмикаючий контакт реле 14.



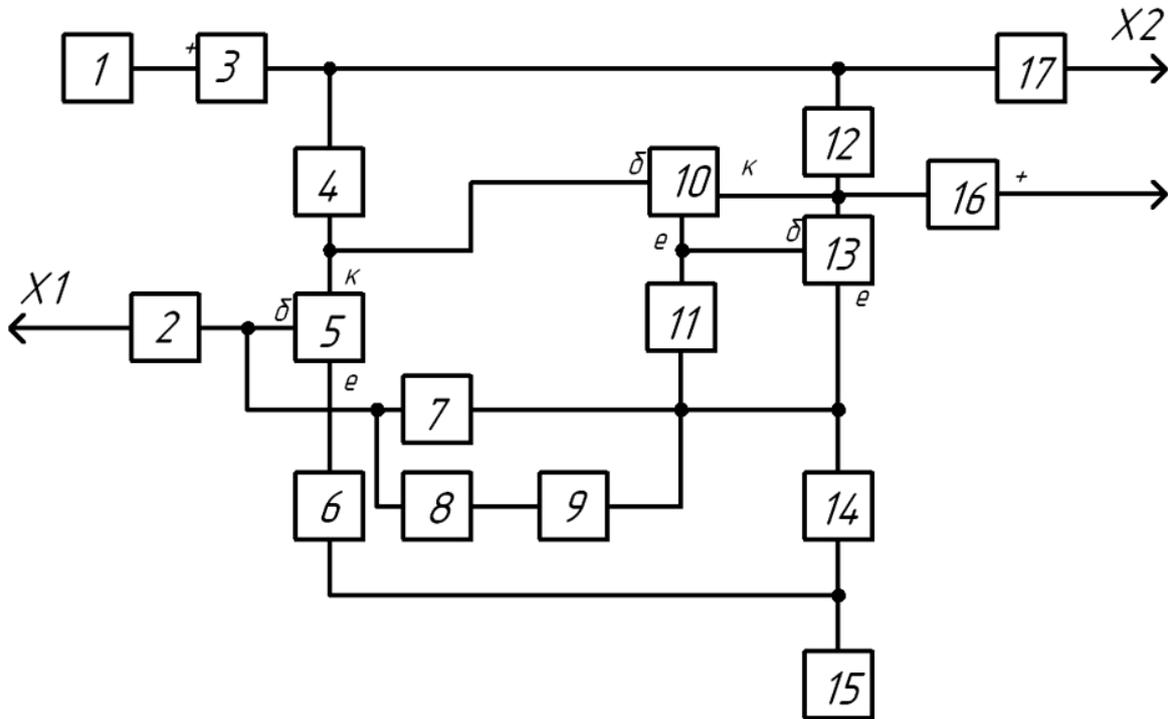
Перелік елементів схеми:

- 1- діод, Д226Б;
- 2- резистор, МЛТ-0,25-6,8кОм±10%;
- 3- резистор, МЛТ-0,25-1,2кОм±10%;
- 4- транзистор (типNPN), МП36А;
- 5- транзистор (типPNP), П201;
- 6- двигун постійного струму із збудженням від постійного магніту, М1;
- 7- корпус пристрою по ГОСТ2.751-73;
- 8- резистор, МЛТ-0,25-10кОм±10%;
- 9- транзистор (типPNP), МП39;
- 10-конденсатор електролітичний, К50-6-5,0×10В;
- 11-резистор, МЛТ-0,25-100кОм±10%;
- 12-конденсатор електролітичний, К50-6-2,0×10В.



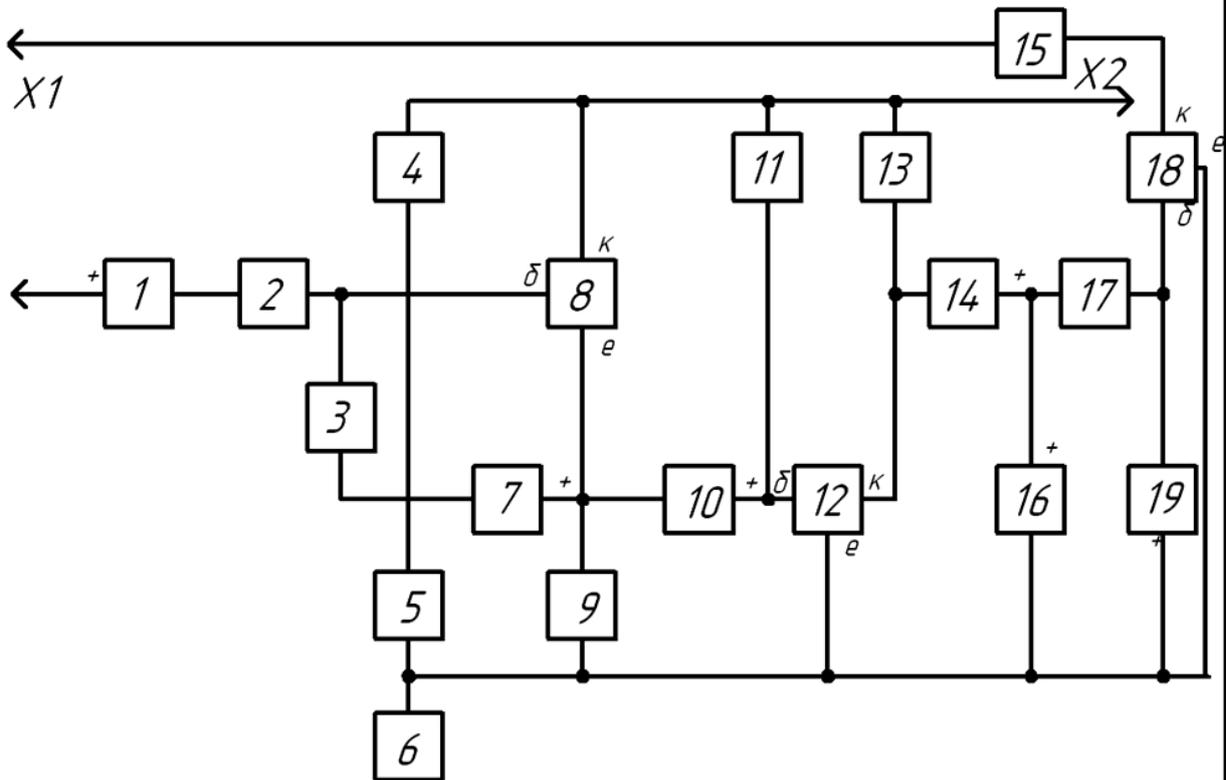
Перелік елементів схеми:

- 1- резистор, МЛТ-0,125-100кОм±10%;
- 2- резистор, МЛТ-0,125-210кОм±10%;
- 3,8,10-транзистор (тип PNP), ГТ109А;
- 4- конденсатор електролітичний, К50-6-5,0×10В;
- 5,6-діод, Д220;
- 7- конденсатор електролітичний, К50-6-30,0×15В;
- 9- реле (обмотка), РЕС-15;
- 11-резистор, МЛТ-0,125-620±10%;
- 12-корпус пристрою по ГОСТ2.751-73;
- 13-замикаючий контакт реле 9;
- 14-вимикач кнопочний, 2П1Н.



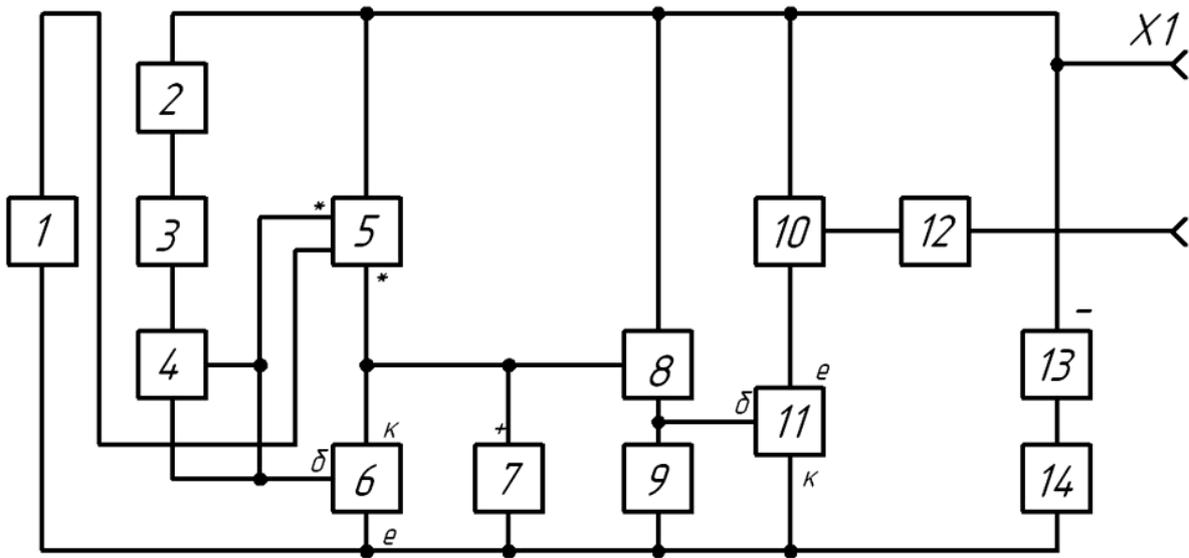
Перелік елементів схеми:

- 1,15-корпус пристрою по ГОСТ 2.751-73;
- 2- конденсатор, МБМ-0,05×160В;
- 3- конденсатор електролітичний, К50-6-5-,0×15В;
- 4- резистор, МЛТ-0,25-100кОм±10%;
- 5,10,13- транзистор (типNPN), КТ316Е;
- 6- резистор, МЛТ-0,25-300±10%;
- 7- резистор, МЛТ-0,25-560кОм±10%;
- 8- резистор, МЛТ-0,25-4,3кОм±10%;
- 9- конденсатор, КСО-2-2200×250В;
- 11-резистор, МЛТ-0,25-3,6кОм±10%;
- 12-резистор, МЛТ-0,25-4,3кОм±10%;
- 14-резистор, МЛТ-0,25-910±10%;
- 16-конденсатор електролітичний, К50-6-1,0×15В;
- 17-резистор, МЛТ-0,25-7,5кОм±10%.



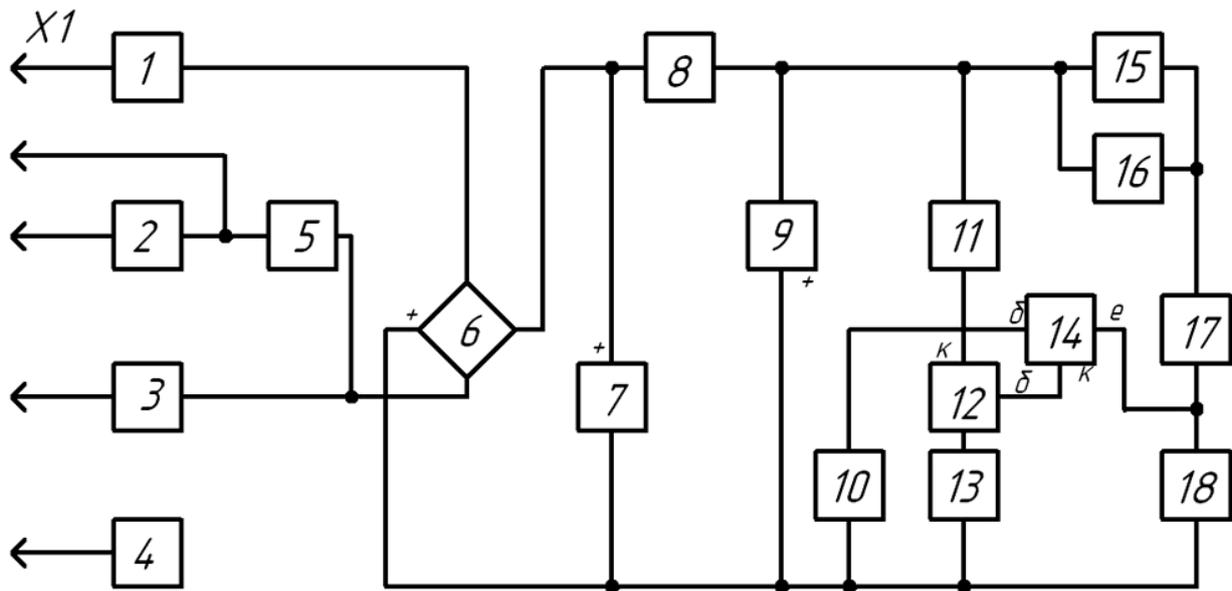
Перелік елементів схеми:

- 1,14-конденсатор електролітичний, К50-6-1,0×12В;
 2,3-резистор, МЛТ-0,25-100кОм±10%;
 4- резистор, МЛТ-0,25-150кОм±10%;
 5- резистор, МЛТ-0,25-270кОм±10%;
 6- корпус приладу по ГОСТ 2.751-73;
 7,10-конденсатор електролітичний, К50-6-5,0×12В;
 8,12,18-транзистор (типPNP), МП40Б;
 9- резистор, МЛТ-0,25-27кОм±10%;
 11-резистор, МЛТ-0,25-300кОм±10%;
 13-резистор, МЛТ-0,25-5,1кОм±10%;
 15-резистор, МЛТ-0,25-75±10%;
 16,17-діод,Д9Б;
 19-конденсатор електролітичний, К50-6-10,0×12В.



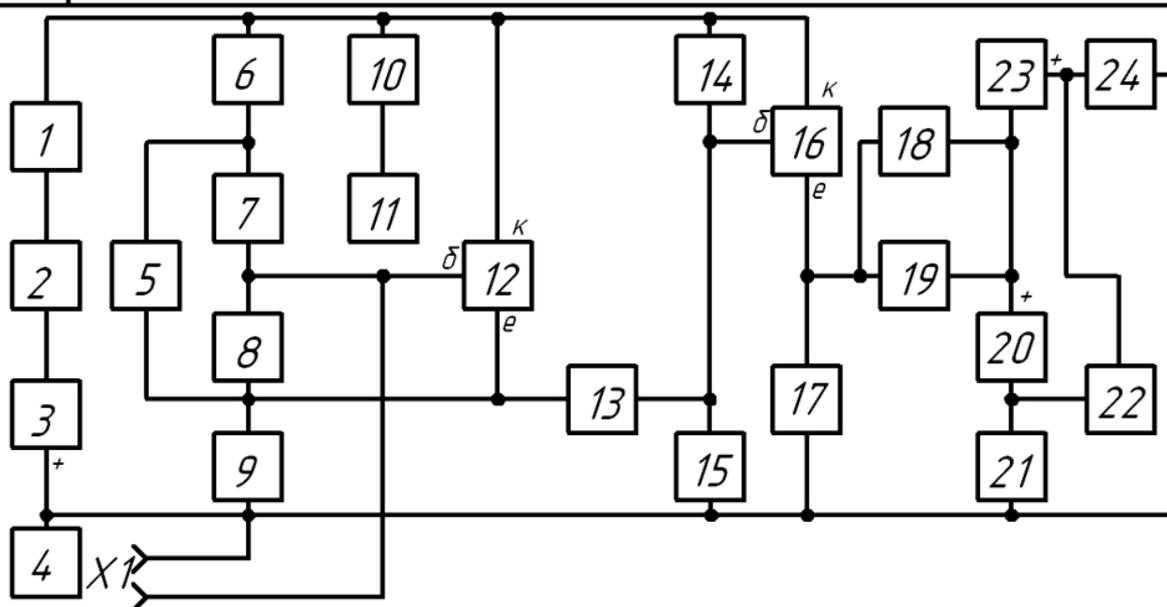
Перелік елементів схеми:

- 1- конденсатор, КСО-1-1000±2%;
- 2- резистор змінний, СП4-1-3,3МОм±20%;
- 3- резистор, МЛТ-0,25-2,7кОм±10%;
- 4- резистор змінний, СП-0,4-100кОм±20%;
- 5- трансформатор напруги, однофазний двоходмоточний з феромагнітним сердечником, Тр.1;
- 6,8-транзистор (типPNP), МП42А;
- 7- діод, Д9Б;
- 9- резистор, МЛТ-0,25-1кОм±10%;
- 10-резистор змінний, СП-04-680±20%;
- 11-транзистор (тип NPN), МП37Б;
- 12-вимикач, МПН-1;
- 13-елемент гальванічний, РЦ-53-1,5×0,34Ач;
- 14-вимикач кнопочний, КН-1.



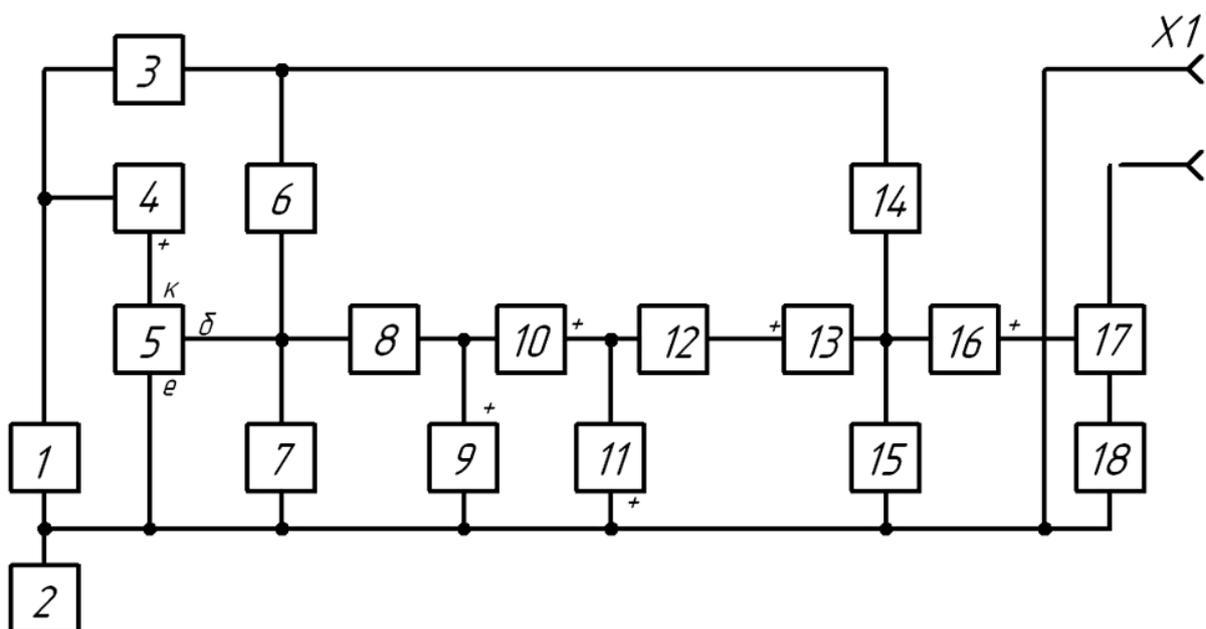
Перелік елементів схеми:

- 1- котушка індуктивності з феромагнітним сердечником, $L1$;
- 2,3- вимикач суміщений, 2П2Н (220В×6А);
- 4- корпус пристрою по ГОСТ 2.751-73;
- 5- конденсатор, КБГ-0,5×400В;
- 6- однофазний мостовий випрямляч, КД105Б;
- 7- тиристор діодний з керуванням по катоду, КУ202Б;
- 8- резистор, МЛТ-2-20кОм±10%;
- 9- діод, Д814Д;
- 10-резистор, МЛТ-0,5-10кОм±10%;
- 11-резистор, МЛТ-0,5-2кОм±10%;
- 12-транзистор (тип NPN), КТ315Б;
- 13-резистор, МЛТ-0,5-6,8кОм±10%;
- 14-транзистор (тип NPN), КТ361В;
- 15-резистор змінний, ПББЕ-3-100кОм±20%;
- 16-резистор змінний, СП5-2-47кОм±5%;
- 17-резистор, МЛТ-1-1кОм±10%;
- 18-конденсатор, КБГ-0,1×400В.



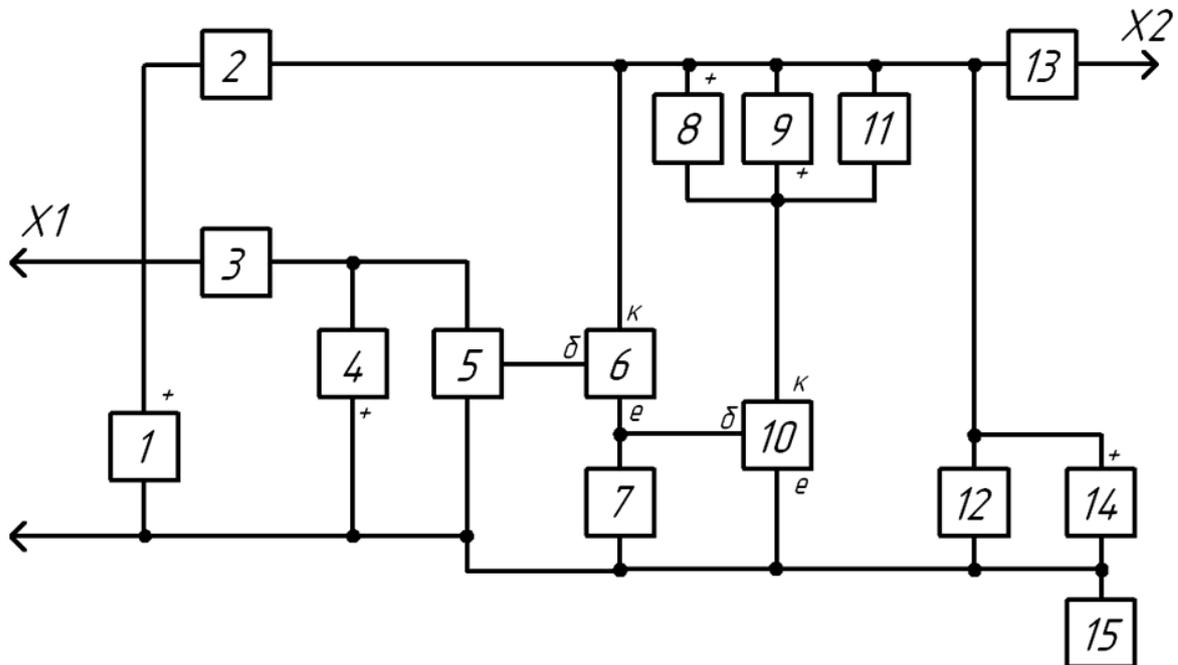
Перелік елементів схеми:

- 1- резистор, МЛТ-0,125-680±10%;
- 2- вимикач кнопочний, (Кн.1), 2П1Н;
- 3- елемент гальванічний, батарея 3336Л;
- 4,11-корпус пристрою по ГОСТ 2.751-73;
- 5- конденсатор, КД-6800×100В;
- 6,7-резистор, МЛТ-0,125-300кОм±10%;
- 8,15-резистор, МЛТ-0,125-68кОм±10%;
- 9- резистор, МЛТ-0,125-30кОм±10%;
- 10-конденсатор, КМ-0,015×50В;
- 12,16-транзистор (типPNP), ГТ308Б;
- 13-конденсатор, КД-3000×100В;
- 14-резистор, МЛТ-0,125-82кОм±10%;
- 17-резистор, МЛТ-0,125-6,8кОм±10%;
- 18-конденсатор, КД-6×100В;
- 19-резистор, МЛТ-0,125-2кОм±10%;
- 20,23-діод, Д18;
- 22-прилад показуючий, мікроамперметр М4207;
- 21,24-конденсатор, КМ-6-0,033×50В.



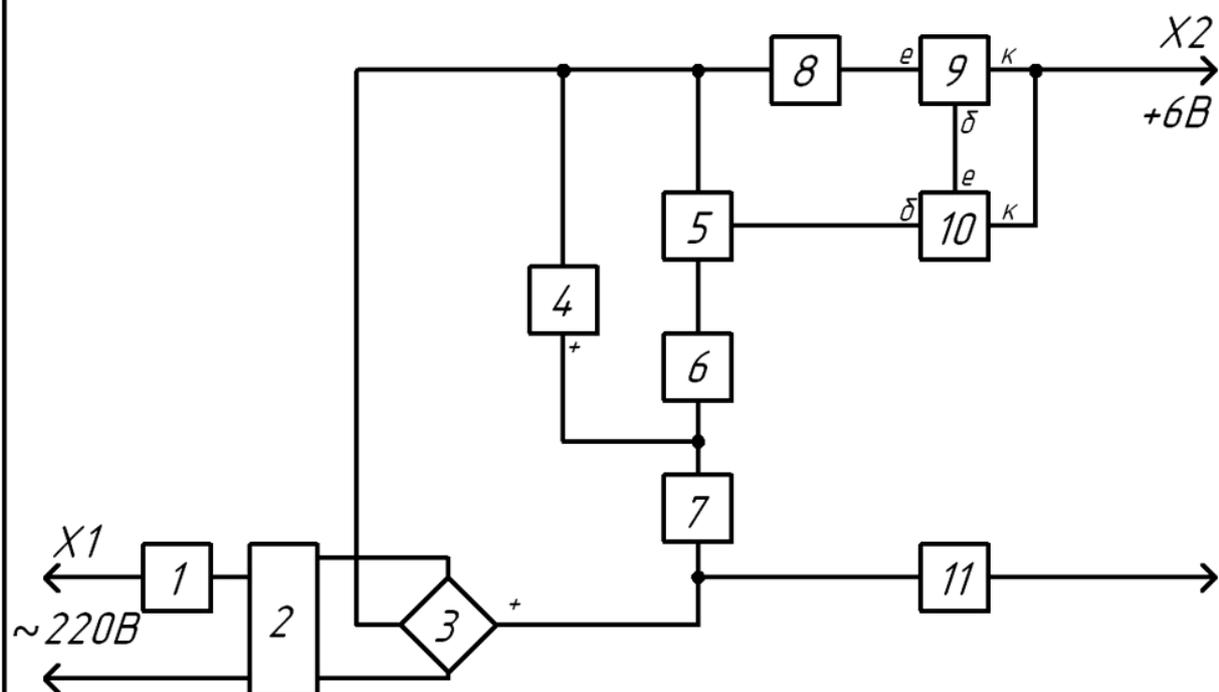
Перелік елементів схеми:

- 1,15-резистор, МЛТ-0,25-1кОм±10%;
- 2- корпус приладу по ГОСТ 2.751-73;
- 3- резистор, МЛТ-0,25-18кОм±10%;
- 4,9,16-конденсатор електролітичний, К50-6-100,0×6В;
- 5- транзистор (типPNP), МП42Б;
- 6- резистор, МЛТ-0,25-150кОм±10%;
- 7- резистор, МЛТ-0,25-4,3кОм±10%;
- 8- резистор змінний, СП5-2-10кОм±5%;
- 10,11- діод, ГД507А;
- 12-резистор, МЛТ-0,25-2кОм±10%;
- 13-конденсатор електролітичний, К50-6-50,0×6В;
- 14,17-резистор, МЛТ-0,25-1,8кОм±10%;
- 18-резистор змінний, СП-0,4-2,2кОм±20%.



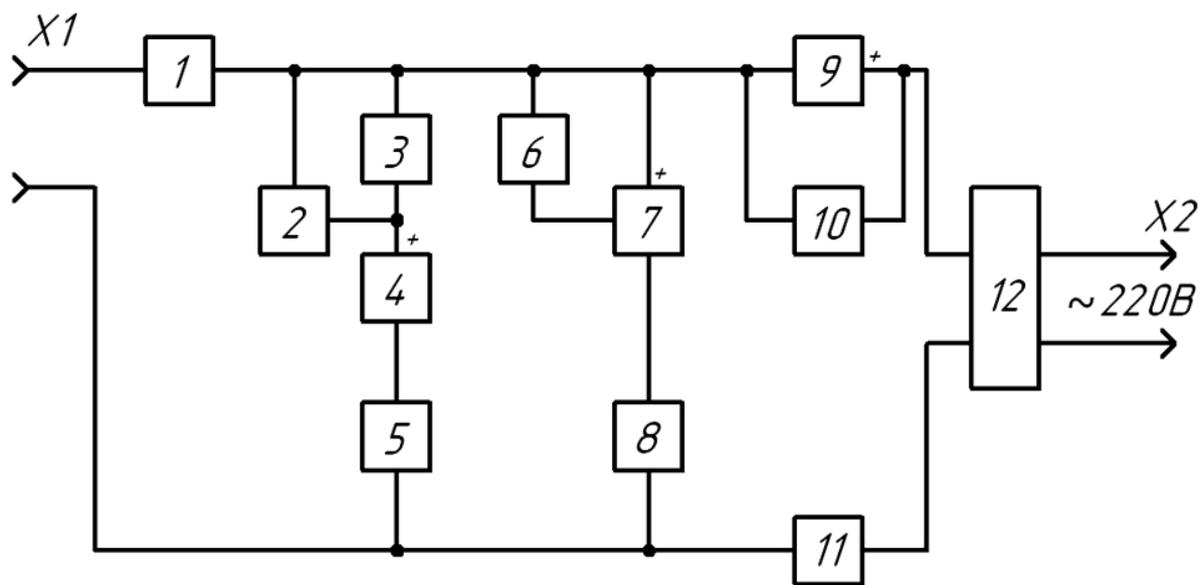
Перелік елементів схеми:

- 1- конденсатор електролітичний, К50-6-10,0×12В;
- 2- резистор, МЛТ-0,125-150±10;
- 3- конденсатор, КТ-1Е-10±10%;
- 4,8,9- діод, КД103А;
- 5- резистор змінний, СП-04-510кОм±20%;
- 6,10- транзистор (типNPN), КТ315Г;
- 7- резистор, МЛТ-0,125-10кОм±10%;
- 11-прилад показуючий, мікроамперметр М41;
- 12-конденсатор, БМ-2-0,1±10%;
- 13-вимикач кнопочний, Кн.1, 2П1Н;
- 14- конденсатор електролітичний, К50-6-15,0×12В;
- 15- корпус приладу по ГОСТ 2.751-73.



Перелік елементів схеми:

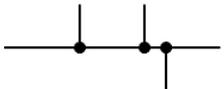
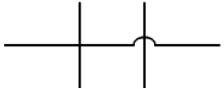
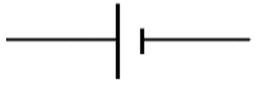
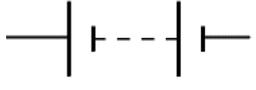
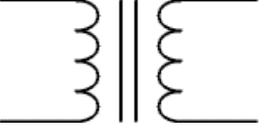
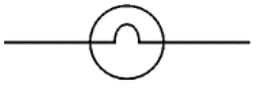
- 1- запобіжник плавкий на 5А;
- 2- трансформатор однофазний двообмоточний з феромагнітним сердечником, Тр.1;
- 3- випрямляч однофазний мостовий, Д242Д;
- 4- стабілітрон, Д814А;
- 5- резистор змінний, СПО-2-470±20%;
- 6,7- резистор, МЛТ-0,5-200±10%;
- 8- резистор, МЛТ-0,5-1±10%;
- 9- транзистор (типPNP), МП41А;
- 10-транзистор (типPNP), МП25А;
- 11-прилад показуючий, амперметр М5-2.

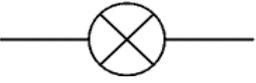
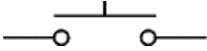
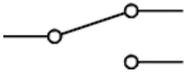
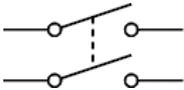


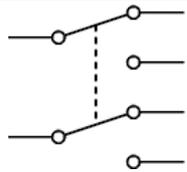
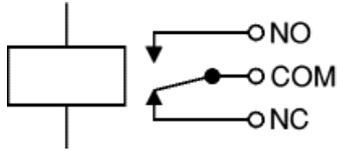
Перелік елементів схеми:

- 1- розмикаючий контакт реле 8 по ГОСТ 2.755-74;
- 2- замикаючий контакт реле 8 по ГОСТ 2.755-74;
- 3- резистор, МЛТ-1-1кОм±10%;
- 4- конденсатор електролітичний, ЕГЦ-500,0×25В;
- 5- лампа накаливання освітлювальна, 12В×0,25Вт;
- 6- резистор змінний, ППЗ-4,7кОм±20;
- 7- тиристор тріодний з управлінням по катоду, КУ201А;
- 8- обмотка реле, РС-10;
- 9- діод, Д7А;
- 10-резистор, МЛТ-2-1кОм±10;
- 11-резистор дротяний, ПКВ-5-75±10;
- 12-трансформатор однофазний двообмоточний з феромагнітним сердечником, Тр.1.

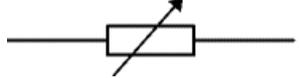
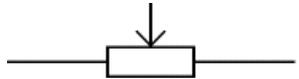
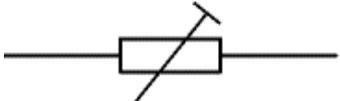
УМОВНІ ГРАФІЧНІ ПОЗНАЧЕННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМАХ

Дроти та їх з'єднання		
Компонент	Символ	Пояснення
Дроти		З'єднання, загальний символ.
Дроти приєднані		Точка з'єднання (з'єднання Т-типу, з крапкою альтернативне зображення)
Дроти не приєднані		Гніздовий контакт
Джерела живлення		
Компонент	Символ	Пояснення
Осередок		Постачання електричної енергії: ліворуч – позитивно (+). праворуч – негативне (-).
Батарея		Постачання електричної енергії. Акумулятор більше однієї клітинки. Ліворуч позитивно (+).
Постійного струму		Постачання електричної енергії. DC = Direct Current, завжди тече в одному напрямку.
Змінного струму		Постачання електричної енергії. AC = змінний струм, раз у раз змінюючи напрям.
Запобіжник		Безпека пристрою, якщо струм, що протікає через нього перевищує вказане значення буде «удар».
Трансформатор		Дві котушки дроти з'єднані залізним сердечником. Трансформатори використовуються для активізації змінної напруги (збільшення або зменшення). Енергія передається між котушками за допомогою магнітного поля в сердечнику.
Заземлення (Земля)		Підключення до землі. Для багатьох електронних схем це 0V (нуль вольт) джерела живлення.
Пристрої виводу		
Компонент	Символ	Пояснення
Лампа (освітлення)		Перетворює електричну енергію в світло. Цей символ використовується для лампи освітлення, наприклад, фари автомобіля.

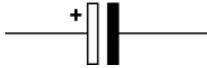
Лампа (індикатор)		Перетворює електричну енергію в світло. Цей символ використовується для лампи, яка є одним з показників, наприклад, світловий індикатор на приладовій панелі автомобіля.
Нагрівач		Перетворює електричну енергію в тепло.
Двигун		Перетворює електричну енергію в кінетичну енергію (рух).
Дзвінок		Перетворює електричну енергію в звук.
Зумер		Перетворює електричну енергію в звук.
Індуктор (Котушки, соленоїдний)		Моток дроту, який створює магнітне поле, коли струм проходить через нього, може мати залізне ядро всередині котушки. Використовується в якості перетворювача електричної енергії в механічну.
Комутатори		
Компонент	Символ	Пояснення
Кнопковий перемикач (Push-To-мейкера)		Кнопковий перемикач дозволяє току текти тільки тоді, коли натиснута кнопка.
Кнопковий перемикач (для вимикання натиснути)		Цей тип кнопкового перемикача в нормальному положенні закритий, відкритий у вимкненому стані тільки при натисканні кнопки.
Включення-виключення (Перекидний)		SPST = Один полюс, Single Throw. «Включення-виключення» дозволяє току текти тільки тоді, коли він знаходиться в закритому положенні.
2-позиційний перемикач (SPDT)		SPDT = Один полюс, Double Throw. 2-смуговий перемикач спрямовує потік струму до одного з двох маршрутів у залежності від своєї позиції. Деякі перемикачі SPDT у центральному положенні вихідні та описуються як «вкл-викл-на».
Подвійний вимикач (DPST)		DPST = Подвійний полюс, Single Throw. Подвійний вимикач, який часто використовується для перемикачання у мережі електроенергії.

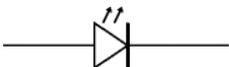
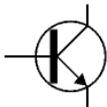
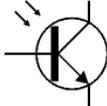
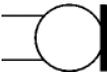
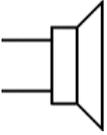
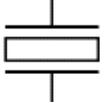
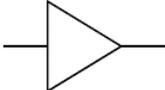
Реверсивний перемикач (DPDT)		DPDT = Подвійний полюс, Double Throw. Цей комутатор може бути підключений як до заднього перемикача для двигуна. Деякі DPDT перемикачі мають центральне положення OFF.
Реле		З електричним приводом перемикання, наприклад, 9В ланцюг акумулятор підключений до котушки може перемикатися – 230В змінного струму ланцюга. NO = нормально відкритий, COM = Common, NC = нормально закритий.

Резистори

Компонент	Символ	Пояснення
Резистор		Резистор обмежує потік струму, наприклад, для обмеження струму, що проходить через світлодіод. Резистор з конденсатором у стрічці ланцюга.
Змінний резистор (Реостат)		Змінний резистор з 2-ма контактами (реостат), як правило, використовується для управління струмом. Наприклад, регулювання яскравості лампи, швидкості обертання двигуна, а також коригування витрат заряду в конденсаторі.
Змінний резистор (Потенціометр)		Змінний резистор з 3-ма контактами (потенціометр), як правило, використовується для контролю напруги. Він може бути використаний як датчик перетворення позиції в електричний сигнал.
Змінний резистор (Preset)		Змінний резистор (пресетів) працює з маленькою викруткою або аналогічним інструментом.

Конденсатори

Компонент	Символ	Пояснення
Конденсатор		Конденсатор зберігає електричний заряд. Використовується конденсатор з резистором в ланцюгу. Він також може бути використаний як фільтр для блокування сигналів постійного струму.
Конденсатор, поляризовані		Конденсатор зберігає електричний заряд. Використовується конденсатор з резистором в ланцюгу. Він також може бути використаний як фільтр для блокування сигналів постійного струму.
Конденсатор змінної ємності		Змінної ємності використовується в радіо-тюнері.

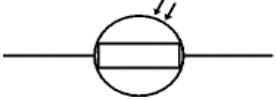
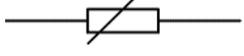
Триммер конденсатор		Цей тип змінної ємності (триммер) працює з маленькою викруткою або аналогічним інструментом.
Діоди		
Компонент	Символ	Пояснення
Діод		Пристрій, який дозволяє току текти в одному напрямку.
Індикатор Світлодіодах		Перетворювач, який перетворює електричну енергію в світло.
Стабілітрон		Спеціальний діод, який використовується для підтримки фіксованої напруги через термінали.
Фотодіод		Світлочутливий діодів.
Транзистори		
Компонент	Символ	Пояснення
Транзистор NPN		Транзистор підсилює потік. Він може бути використаний з іншими компонентами, щоб зробити підсилювач чи комутації каналів.
Транзистор PNP		Транзистор підсилює потік. Він може бути використаний з іншими компонентами, щоб зробити підсилювач або комутації каналів.
Фототранзистор		Світлочутливий транзистор.
Аудіо та радіо пристроїв		
Компонент	Символ	Пояснення
Мікрофон		Перетворювач, який перетворює звук в електричну енергію.
Навушник		Перетворювача, який перетворює електричну енергію в звук.
Гучномовець		Перетворювач, який перетворює електричну енергію в звук.
Piezo перетворювача		Перетворювач, який перетворює електричну енергію в звук.
Підсилювач (Загальне позначення)		Схема підсилювача з одним входом.

Антенa (Антени)		Пристрій, призначений для прийому і передачі радіосигналів. Він також відомий як антени.
--------------------	---	--

Вимірювальні прилади і осцилограф

Компонент	Коло Символ	Пояснення
Вольтметр		Вольтметр використовується для вимірювання напруги.
Амперметр		Амперметр використовується для вимірювання струму.
Гальванометр		Використовується для вимірювання малих струмів, як правило, 1 мА або менше.
Омметр		Використовується для вимірювання опору.
Осцилограф		Осцилограф використовується для відображення форми електричних сигналів і може бути використаний для вимірювання напруги.

Датчики (пристрої вводу)

Компонент	Символ	Пояснення
LDR		Перетворювач, який перетворює яскравість світла. LDR = Світло резистора
Термістор		Перетворює температуру тепла на опір (електричні властивості).

Стандарти ЄСКД «Позначення умовні графічні в електричних схемах»

ГОСТ 2.721-74	Позначення умовні графічні в схемах. Позначення загального використання
ГОСТ 2.722-68	Машини електричні
ГОСТ 2.723-68	Котушки індуктивності, дроселі, трансформатори, автотрансформатори і магнітні підсилювачі
ГОСТ 2.765-68	Пристрої комутуючі
ГОСТ 2.726-68	Струмозійомники
ГОСТ 2.727-68	Розрядники, запобіжники
ГОСТ 2.728-74	Резистори, конденсатори
ГОСТ 2.729-68	Прилади електровимірювальні
ГОСТ 2.730-73	Прилади напівпровідникові
ГОСТ 2.731-81	Прилади електровакуумні
ГОСТ 2.732-68	Джерела світла
ГОСТ 2.735-68	Антени
ГОСТ 2.741-68	Прилади акустичні
ГОСТ 2.742-68	Джерела струму електрохімічні
ГОСТ 2.751-73	Електричні зв'язки, дроти, кабелі і шини
ГОСТ 2.755-74	Пристрої комутаційні і контактні з'єднання
ГОСТ 2.758-81	Сигнальна техніка
ГОСТ 2.414-75	Правила виконання креслень джгутів, кабелів і дротів
ГОСТ 2.415-68	Правила виконання креслень виробів з електричними обмотками
ГОСТ 2.417-78	Правила виконання креслень печатних плат
ГОСТ 2.413-81	Правила виконання конструкторської документації виробів, які виготовляються із застосуванням електричного монтажу

**Методичні вказівки для студентів напрямку підготовки – бакалавр, галузь знань
15 «Автоматизація та приладобудування», спеціальність 151 «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології» із дисципліни «Інженерна графіка»**

Розробник: д.пед.н., проф. Райковська Г.О.

Редакційно-видавничий відділ
Житомирського державного технологічного університету

Підписано до друку 23.02.2017 р. Формат 60x84/ 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Таймс: New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 3,49
Наклад 30 прим.

Житомирський державний технологічний університет
10005, м. Житомир, вул. Чуднівська 103