

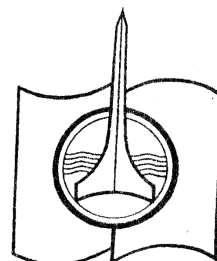


Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО  
ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ, ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ ТА  
МАШИНОЗНАВСТВА**



**02-05-38**

## ***МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ***

***та варіанти завдань до виконання індивідуальних графічних робіт  
з навчальної дисципліни „Інженерна графіка” (Розділ „Електричні  
кола і електромагнітні схеми”) для студентів за напрямом  
підготовки 6.050701 „Електротехніка та електротехнології”***

Рекомендовано методичною  
комісією інституту  
автоматики, кібернетики та  
обчислювальної техніки  
Протокол № 8 від 02.07.2015р.

**Рівне 2015**



Методичні вказівки та варіанти завдань до виконання індивідуальних графічних робіт з навчальної дисципліни „Інженерна графіка” (Розділ „Електричні кола і електромагнітні схеми”) для студентів за напрямом підготовки 6.050701 „Електротехніка та електротехнології”

**Упорядники:** Кондратюк О.М., к.т.н., ст. викладач

**Відповідальний за випуск:** М.М. Козяр, д-р пед. наук, проф., завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства.

### Л і т е р а т у р а

1. Годик Е.И., Лысянский В.М. и др. Техническое черчение. К.: Вища школа, 1983.
2. Хаскин А.М. Черчение, К.: Вища школа, 1979.
3. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. Л.: Машиностроение, 1983.
4. Бутасов Б.В. Строительное черчение и рисование, М.: Стройиздат, 1981.

© Кондратюк О.М., 2015

© НУВГП, 2015



## ВСТУП

Одне із основних завдань курсу «Інженерна графіка» полягає в тому, щоб навчити студентів правильному використанню креслень, можливості розуміння і викладання технічних рішень і задумок. Отримати навички користування стандартами та довідковими матеріалами, вірно виконати і „прочитати” креслення або малюнок.

Вивчення розділу „Електричні кола і електромагнітні схеми” значну увагу приділяє умовним позначенням і зображенням на кресленні, а також приведенні методичні рекомендації щодо їх виконання.

Даний розділ курсу інженерної графіки складається із самостійної роботи студентів з підручниками, стандартами ЄСКД, виконання графічних робіт, практичних робіт та курсу лекцій.

Ці знання, уміння і навички необхідні при вивченні загально-інженерних і спеціальних дисциплін, а також в практичній інженерній діяльності.

### КРЕСЛЯРСЬКІ ІНСТРУМЕНТИ ТА МАТЕРІАЛИ

Для виконання графічних робіт потрібно мати такі креслярські інструменти і матеріали: креслярську дошку, рейшину, кутники, вимірювальні лінійки, лекала, креслярський папір формату А4, А3, готовальню, креслярські олівці твердості Т, ТМ, М, Н, НВ, F, В.

### ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

Всі креслення повинні бути обмежені рамками. Зовнішня рамка визначається розмірами форматів. Її виконують суцільною тонкою лінією. Внутрішня рамка, яка визначає робочу частину аркуша, віддалена від зовнішньої лівої сторони на 20 мм, а від всіх інших сторін на 5 мм. Внутрішня рамка виконується основною суцільною товстою лінією. У правому нижньому кутку формату розміщується основний напис. На рис. 1 показано приклад оформлення рамкою креслярського листа, на рис. 2 – основний напис на кресленні.

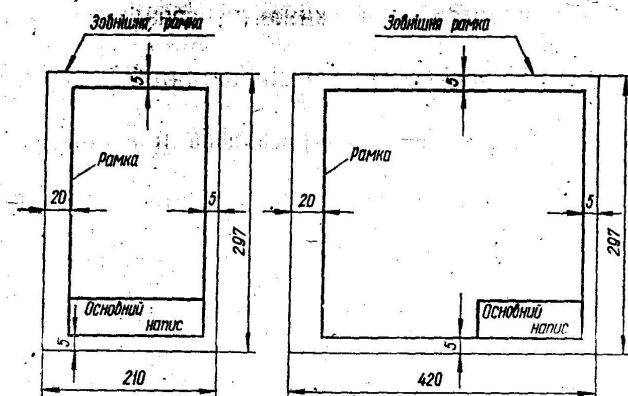


Рис. 1. Розміри форматів А4 та А3 та розташування на них основних написів

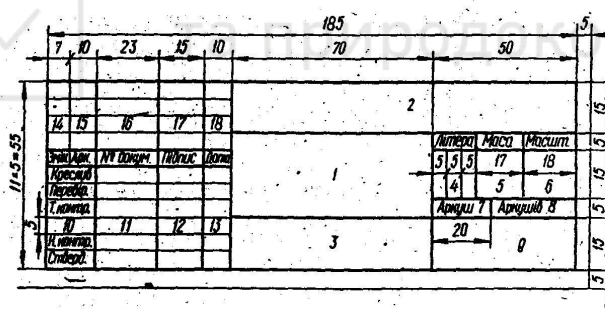


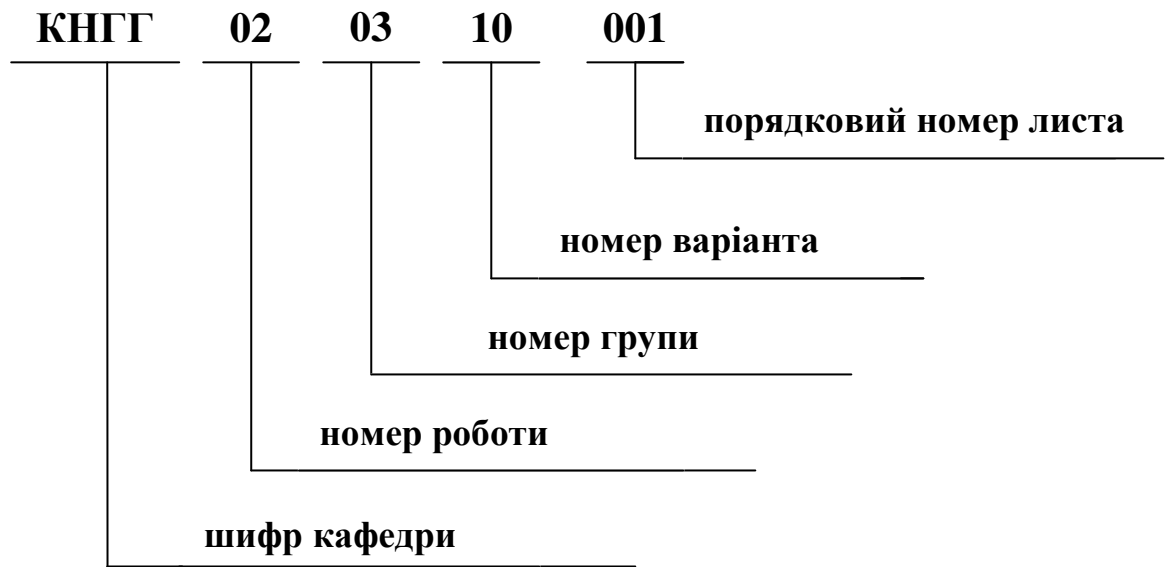
Рис. 2. Основний напис на технічних кресленнях

В графах основного напису вказують: 1 – назва роботи або виробу; 2 – позначення креслення; 3 – позначення матеріалу деталі; 4 – літера (Н – навчальне креслення; Т – технічний проект; Е – ескізний проект; О – серійне або масове виробництво і т.д.); 5 – маса виробу; 6 – масштаб креслення; 7 – порядковий номер аркуша; 8 – загальна кількість аркушів; 9 – скорочена назва навчального закладу; 10 – аббревіатура підписання документа; 11 – прізвище осіб, підписавших документ; 12, 13 – підписи і дата підписання документа; 14...18 – в навчальній практиці їх не заповнюють.





В графі 2 – позначення креслення, потрібно виконати за формою:



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Електричні та електросилові кола і обладнання показують у вигляді схем та виконуються окремо. При необхідності зображення електричних, електросилових, контрольних кіл, електричних і електромагнітних схем можна поєднати з планами, кресленнями каркасів, корпусів.

На графічному кресленні із колами чи схемою приводять перелік обладнання або специфікації, де показують умовні позначення і дають текст, який пояснює ці позначення, а також вказують одиниці вимірювання і кількість виробів. На графічному кресленні рекомендується розміщати експлікацію планів, каркасів, корпусів.

**Схеми** – це креслення, на яких в вигляді умовних позначень або зображень показані частини виробів і зв'язок між ними. В склад схеми можуть входити елементи, пристрої і функціональні групи.

**Елементи** – частини схеми, які виконують у виробі певні функції (трансформатор, резистор і т.і.).



**Пристрій** – сукупність елементів, які є єдиною конструкцією (блок, плата і т.і.).

**Функціональна група** - сукупність елементів, які виконують в виробі певну функцію, але не об'єднанні і єдину конструкцію.

В залежності від основного призначення схеми поділяються на наступні типи: структурні – 1, функціональні – 2, принципова – 3, монтажні – 4, підключення – 5, загальні – 6, розміщення – 7.

**Принципова (повна) схема** визначає повний склад елементів виробу, зв'язок між ними і дає детальну уяву про принцип роботи пристрою.

**Основні вимоги до виконання схем (ГОСТ 2.701-76):**

1. Схеми виконують без дотримання масштабу і дійсного просторового розміщення складових частин виробу. Число схем повинно бути мінімальним, але достатнім для проектування, виготовлення, налаштування, регулювання і експлуатації виробу.
2. На схемах використовують стандартні графічні умовні позначення. При необхідності використовують нестандартні позначення деяких елементів, даючи відповідні пояснення.
3. Досягати найменшого числа зломів і перетинів ліній зв'язку.
4. Елементи виробу, які входять в певні функціональні групи або пристрої, допускається виділяти на схемах тонкими штрих-пунктирними лініями і вказувати назву цих груп.
5. На схемах допускається розміщувати різні технічні дані, які характеризують схему в цілому і окремих її елементів. Цю інформацію розміщують біля графічних позначень, або на вільному місці поля креслення, або над основним написом.
6. Дозволяється виконувати схему на декількох форматах або дві схеми на одному форматі.

На принциповій електричній схемі показують всі електричні елементи необхідні для здійснення і контролю виробу заданих електричних процесів,



вказують електричні зв'язки між елементами, якими закінчуються вхідні і вихідні ланцюги. Вироби показують у виключеному стані (ГОСТ 2.702-75).

Графічні позначення електричних елементів на схемах виконують за ГОСТ 2.721-74...2.756-76. Деякі з цих позначень наведено в таблицях 1,2. При необхідності більшість із них допускається креслити в дзеркальному зображенні, а також повертати на кут тотожний  $90^{\circ}$ .

Застосовують два методи зображення на схемах умовних позначень:

**сумісний** – частини схеми викреслюють близько одна від одної;

**рознесений** – елементи та обладнання розміщують в різних місцях схеми так, щоб окремі ланцюги показати найбільш наочно.

Кожний елемент повинен мати позиційне позначення, яке складається із буквеного коду і порядкового номеру.

**Буквенний код** (одна або дві прописні букви латинського алфавіту) вказує вид елемента або пристрою: С – конденсатор; D – елемент логічний підвісний; F – запобіжний елемент або пристрій; G – генератор, джерело живлення; K, KP – реле електромагнітне, пошукач, контактор; L – катушка індуктивності, дросель; M – електродвигун однофазний, трьохфазний, постійного струму і т.і.; P, PA, PU – прилад і пристрій вимірювання; R – резистор постійний, перемінний, підстрічний і ін.; S – пристрій комутаційний (вимикач, перемикач, кнопка); T – трансформатор, автотрансформатор; V – прилад електровакуумний і напівпровідниковий (електронна лампа, діод, транзистор і ін.); X – пристрій з'єднання (гніздо, зажим, роз'єм).

Порядковий номер позиційного позначення призначають відповідно до послідовного розміщення елементів на схемі (зверху вниз, зліва направо), починаючи з одиниці в межах групи елементів з однаковим буквеним кодом (C1, C2, C3...; R1, R2, R3...). В цифрову частину позиційного позначення може входити і умовний номер частини пристрою, якщо ця частина показана на схемі рознесеним методом. Порядковий і умовний номер розділяють точкою (секція 1, перемикач S6 – S6.1; контактна група 5, реле K10 – K10.5).



Позиційне позначення проставляють разом з умовним графічним, праворуч або над ним.

Дані про всі елементи схеми записують в таблицю (рис. 3, рис. 4), які розміщують над основним написом. Елементи записують групами в алфавітному порядку буквеного коду позиційного позначення. В межах кожної групи елементи розміщують за зростанням номерів.

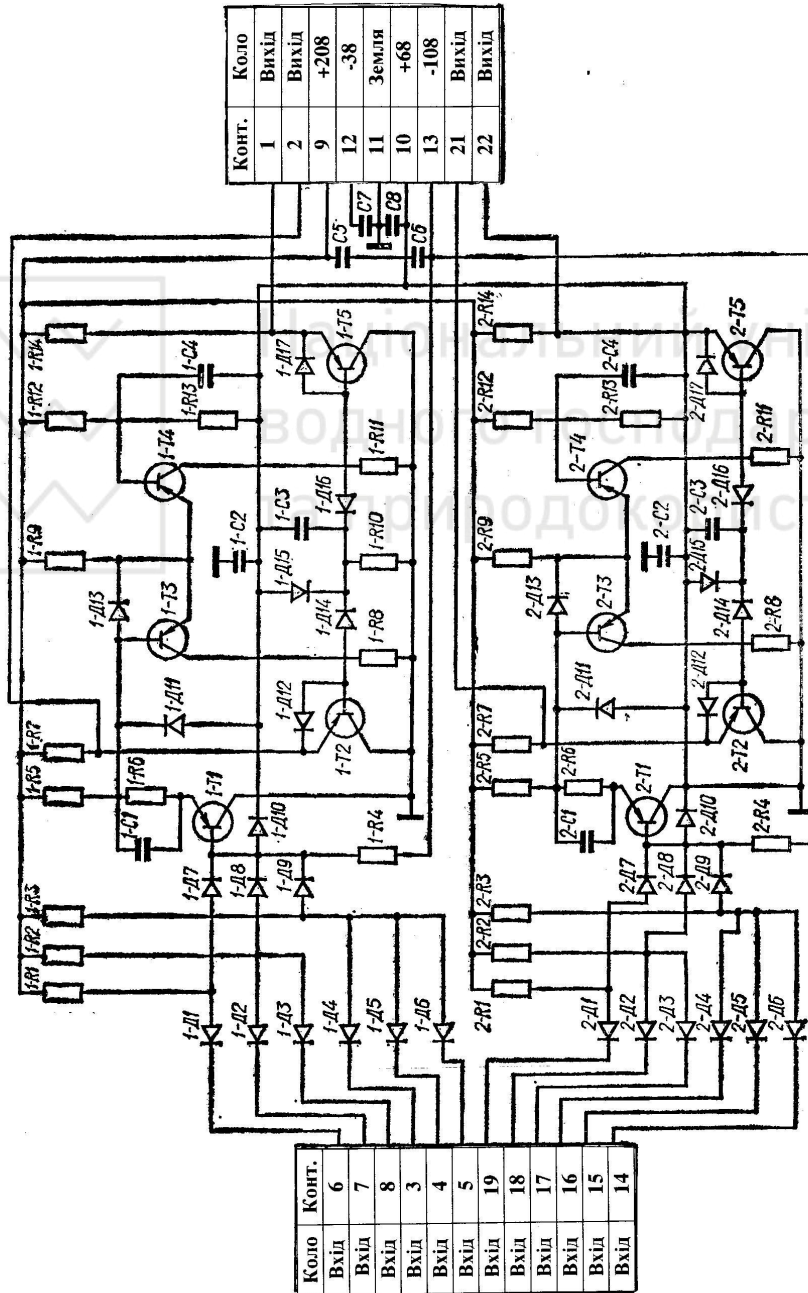


Рис. 3

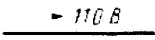

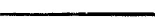






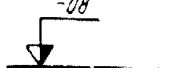


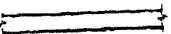










15  
8...10

Познач.	Найменування	Кіл.	Примітки
R1...R3	Резистор МТ-0,25-5,6к±5%-Б ГОСТ7113-66	6	
R4	" МТ-0,25-10к±5%-Б "	2	
R5	" МЛТ-0,5-2,4к±5% "	2	
R6	" МЛТ-0,25-510±5% "	2	
R7	" МТ-0,25-6,2к±5%-Б "	2	
R8	" МЛТ-0,25-560±5% "	2	
R9	" МЛТ-0,25-11к±5% "	2	
R10	" МЛТ-0,25-510±5% "	2	
R11	" МЛТ-0,25-560±5% "	2	
R12	" МЛТ-0,25-3к±5% "	2	
R13	" МЛТ-0,25-100±5% "	2	
R14	" МТ-0,25-6,2±5%-Б "	2	
C1	Конденс. КТ-1а-М1300-150±10%-10ЖО.4600247У	2	
C2	КЛС-1Е-а-Н70-6800 <sup>+80</sup> / <sub>-20</sub> % ДЖО.460.031ТУ	2	
C3	КЛС-1Е-а-Н70-3300 <sup>+30</sup> / <sub>-20</sub> % ДЖО.460.031ТУ	2	
C4	КЛС-1Е-а-Н70-3300 <sup>+50</sup> / <sub>-20</sub> % ДЖО.460.031ТУ	2	
C5...C8	КПМ-3-Н-22000 <sup>+80</sup> / <sub>-20</sub> % ДЖО.460.044ТУ	4	
Д1...Д6	Діод напівпровідниковий Д10БТТ3.362.000ТУ	12	
Д7...Д9	" " Д10АТТ3.362.000ТУ	6	
Д10	" " Д10БТТ3.362.000ТУ	2	
Д11	" " Д10БТТ3.362.000ТУ	2	
Д12	" " Д311ТТ3.362.000ТУ	2	
Д13	" " Д10АТТ3.362.000ТУ	2	
Д14	" " Д311ТТ3.362.000ТУ	2	
Д15	" " Д10АТТ3.362.000ТУ	2	
Д16	" " Д10БТТ3.362.000ТУ	2	
Д17	" " Д10АТТ3.362.000ТУ	2	
20	110	10	



Таблиця 1. Умовні позначення елементів обладнання електросилових кіл

Найменування	Позначення	Найменування	Позначення
<u>Лінія проводки :</u> Загальне позначення		радіомовлення	
ланцюг постійного струму напругою 110 В		телебачення	
ланцюг трифазного струму частотою 50 Гц, напругою 6000 В	<u>3 · 50 Гц 6000 В</u>	мережі аварійного і охоронного освітлення	
ланцюг змінного струму частотою 50 Гц, напругою 6000 В, виконана кабелем ААБЗх120 по стіні	<u>~50 Гц 5000 ААБЗх120 по стіні</u>	напругою 36 В і нижче	
<u>Лінія :</u> заземлення, занулення		Проводка гнучка	
ланцюгів управління		Проводка в трубах (труба, що прокладається приховано - в бетоні, підлозі, ґрунті і т.п. - з вказівкою відмітки заставляння)	
Лінія троллейная		однополюсний	
Канал кабельний		двополюсний	
Траншея кабельна		Розетка штепсельна: загальне позначення	
Колодязь кабельний		здвоєна або дві окремі розетки	
<u>Проводка вертикальна:</u>		слабкого струму (загальне позначення)	
йде на вищу відмітку або приходить з вищої відмітки		Світильник з лампами розжарювання: підвісний	





Найменування	Позначення	Найменування	Позначення
Йде на нижчу відмітку або приходить з нижчої відмітки		настінний	
Коробка освітлювальна		стельовий	
Щит, пульт, ящик з апаратурою (комутаційні, управління і т.п.): загальне позначення		вбудований	
Шитий, пульт розподільний		Світильник з люмінесцентними лампами: підвісний	
Щиток групового освітлення: робітника		настінний	
Аварійного		стельовий	
<u>Вимикач:</u> загальне позначення		вбудований	
Лінія з люмінесцентних світильників		Табло на один сигнал для вивозу персоналу	
Світильник з лампою ДРЛ		Апарат телефонний для зв'язку: адміністративно- господарський	
Пржектор		міський	
Світильник сигнальний (сигнал про початок роботи конвейєра, сигнал аварійної обстановки і т.д.)		міжміський	



Таблица 2. Умовні позначення елементів електричних, електромагнітних схем і рекомендовані графічні розміри обладнання

<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор переменный</p>	<p>Резистор переменный с замыкающим контактом</p>	<p>Резистор подстроечный</p>
<p>Резисторы нелинейные: терморезистор и варистор</p>	<p>Конденсатор постоянной емкости</p>	<p>Конденсатор переменной емкости (КПЕ)</p>	<p>Сдвоенный блок КПЕ</p>
<p>Конденсаторы проходной и опорной</p>	<p>Катушка индуктивности, дроссель (L3 - с отводами)</p>	<p>Трансформатор с тремя обмотками и электростатическим экраном</p>	<p>Стабилитрон (VD8 - двуханодный)</p>
<p>Диод Шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикап (VD11)</p>	<p>Катушка, дроссель с магнитопроводом (L7 - с медным)</p>	<p>Диод, диодный мост</p>	<p>Транзистор однопереходный</p>
<p>Варикапная матрица</p>	<p>Дроссель с магнитопроводом (L7 - с медным)</p>	<p>Транзистор р-п-п</p>	<p>Транзистор р-п-р</p>





<p>Транзистор полевой с р-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с изолированным затвором и р-каналом</p>	<p>Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом</p>	<p>Фоторезистор</p>	<p>Фото- и светодиод</p>	<p>Фототранзистор</p>
<p>Оптрон резисторный</p>	<p>Оптрон диодный</p>	<p>Оптрон тиристорный</p>	<p>Оптрон транзисторный</p>	<p>Триод</p>	<p>Двойной триод</p>
<p>Пентод</p>	<p>Контакт замыкающий (выключатель)</p>	<p>Контакт размыкающий</p>	<p>Контакт переключающий</p>	<p>Геркон</p>	<p>Переключатель 2ПЗН</p>
<p>Переключатель 6П1Н</p>	<p>Переключатель 3П2Н (среднее положение нейтральное)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом)</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные с возвратом в исх. положение повторным нажатием</p>	<p>Штырь и гнездо разъёмного соединителя (XW1-XW4 - коаксиального)</p>	<p>Вилка и розетка разъёмного соединителя</p>



<p>Штепсель и гнездо телефонные</p> <p>XS1 60°</p> <p>XP1</p> <p>XP2</p> <p>XS2</p>	<p>Контакты разборного и неразборного соединений</p> <p>XT1</p> <p>XT2</p> <p>XT3</p> <p>XT4</p> <p>Ø1,5...2</p> <p>Ø1,5...2</p>	<p>Переключатель контактная</p> <p>S1</p>	<p>Реле электромагнитное</p> <p>K1.1</p> <p>K1.2</p> <p>12</p>	<p>Реле поляризованное</p> <p>K2</p> <p>K3</p> <p>K2.1</p> <p>K3.1</p>	<p>Микрофон</p> <p>BM1 или BM3</p> <p>BM2</p> <p>BM4</p>
<p>Телефон (BF5 – головной)</p> <p>BF1</p> <p>BF2</p> <p>BF3</p> <p>BF4</p> <p>BF5</p>	<p>Головка громкоговорителя</p> <p>BA1</p> <p>BA2</p>	<p>Головка магнитная</p> <p>BS1</p> <p>BS2</p> <p>BS3</p>	<p>Головки стереофонических электромагнитного и пьезоэлектрических звукоусилителей</p> <p>BS4</p> <p>BS5</p>	<p>Гидрофон (ультразвуковой передатчик-приемник)</p> <p>BS5</p>	<p>Резонатор кварцевый, пьезокерамический</p> <p>ZQ1</p> <p>ZQ2</p> <p>ZQ3</p>
<p>Приборы электроизмерительные</p> <p>PA1</p> <p>PA2</p> <p>PA3</p> <p>PV1</p>	<p>Коллекторный электродвигатель постоянного тока</p> <p>M1</p>	<p>Электродвигатель асинхронный</p> <p>M2</p>	<p>Элемент гальванический, аккумуляторный, батарея элементов</p> <p>G1</p> <p>G2</p> <p>GB1</p>	<p>Лампы накаливания осветительная (EL1) и сигнальная (HL1, HL2)</p> <p>EL1</p> <p>HL1</p> <p>HL2</p>	<p>Лампы тлеющего разряда и газоразрядная осветительная</p> <p>EL1</p> <p>HL1</p> <p>HL2</p>
<p>Датчик Холла</p> <p>B1</p> <p>Токвые выводы</p> <p>L1</p> <p>L2</p>	<p>Антенны электрическая и магнитные</p> <p>WA1</p> <p>WA2</p> <p>WA3</p>	<p>Соединение с общим проводом (корпусом), заземление</p>	<p>Ответвления линий электрической связи</p>	<p>Экранированные линии связи</p>	<p>Экран группы элементов</p>



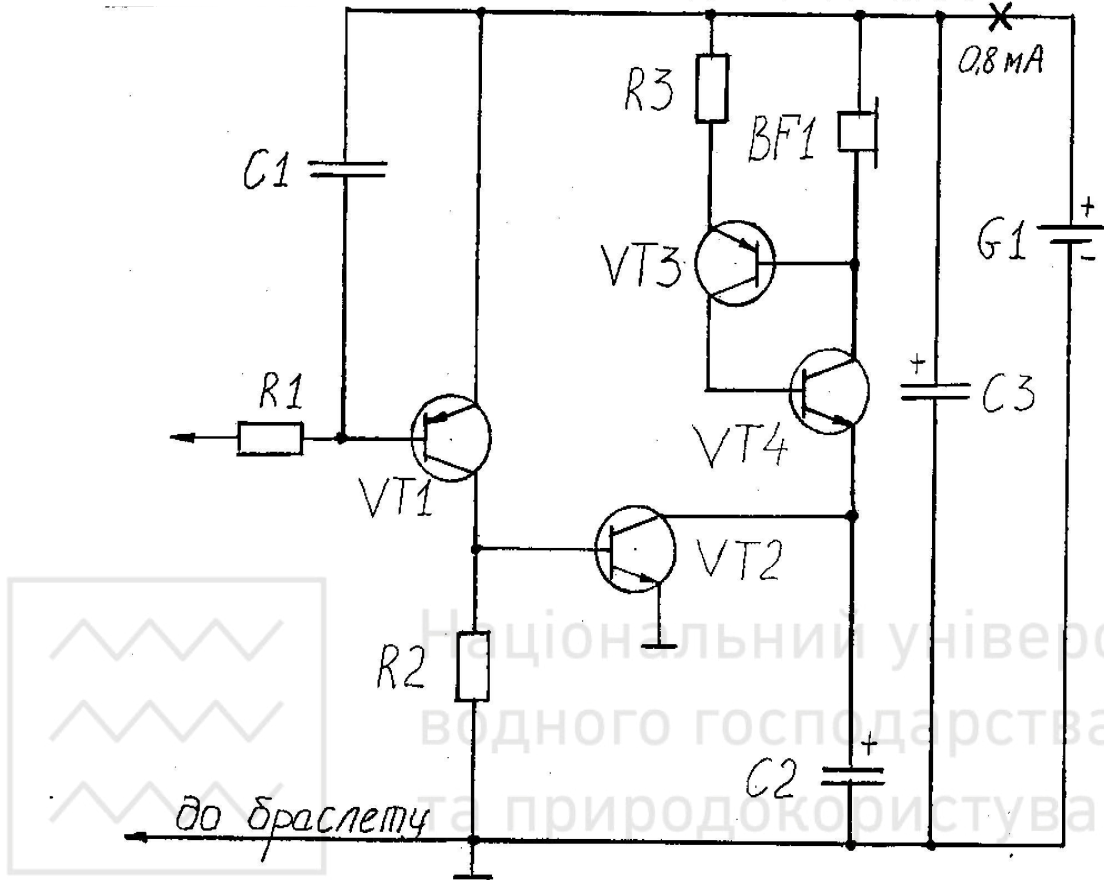
<p>Кабель коаксиальный</p>	<p>Линии электрической связи, выполненной скрученными проводами</p>	<p>Линия электрической связи, выполненная гибким проводом</p>	<p>Линия групповой связи</p>	<p>Усилитель операционный</p>	<p>Компаратор КР554СА3 DA3</p>
<p>Таймер КР1006ВИ1 DA4</p>	<p>Элементы логические</p>	<p>Элементы логические</p>	<p>D-триггер DD8.1</p>	<p>Индикатор цифровой</p>	<p>Набор резисторов DR1</p>
<p>Датчики неэлектрических величин</p>	<p>Микросхемный стабилизатор напряжения</p>	<p>Коммутатор электронный</p>	<p>Усилитель</p>	<p>Аттенуаторы с постоянным и регулируемым затуханием</p>	<p>Генератор</p>
<p>Преобразователь</p>	<p>ФНЧ (Z1), ФВЧ (Z2), полосовой (Z3) и режекторный (Z4) фильтры</p>	<p>Линии задержки: общее обозначение (DT1), с средоточенными (DT2) и распределенными (DT3) параметрами</p>	<p>Направление передачи сигнала</p>	<p>Поток цифровых данных</p>	<p>Линии механической связи элементов</p>





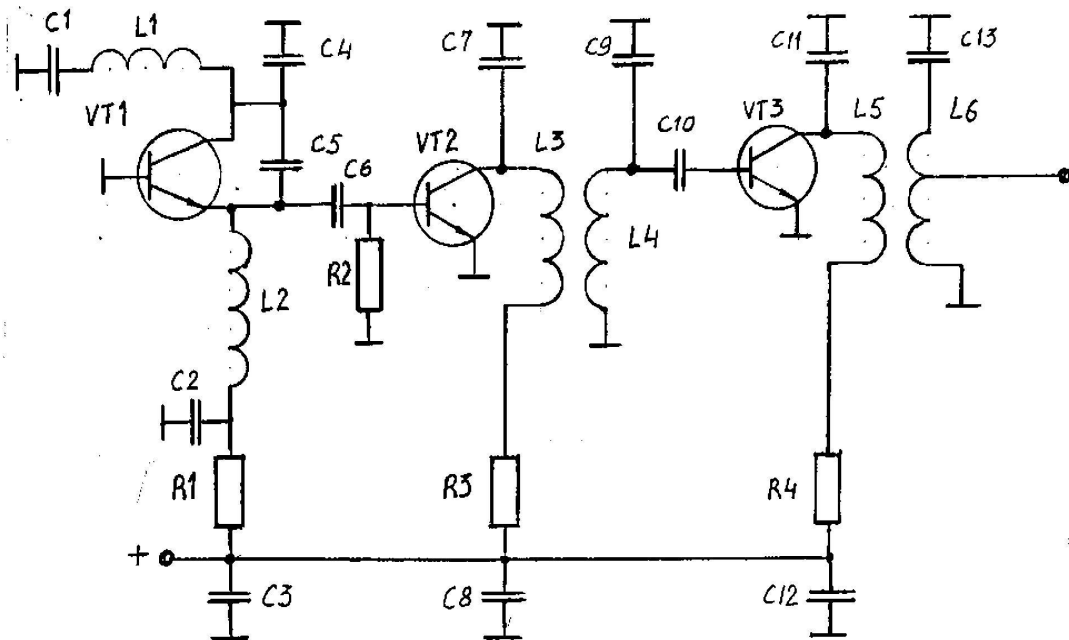
Варіанти індивідуальних завдань до виконання графічних робіт  
електричних схем

Варіант 1



Індикатор - браслет

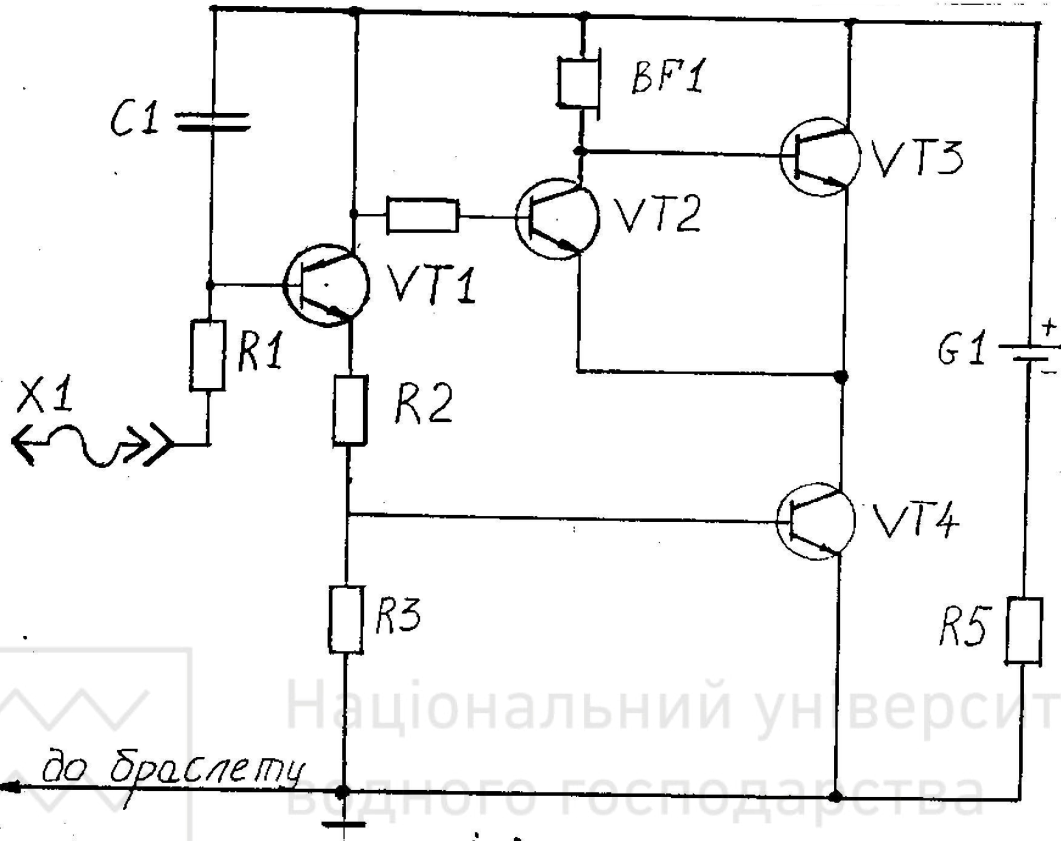
Варіант 2



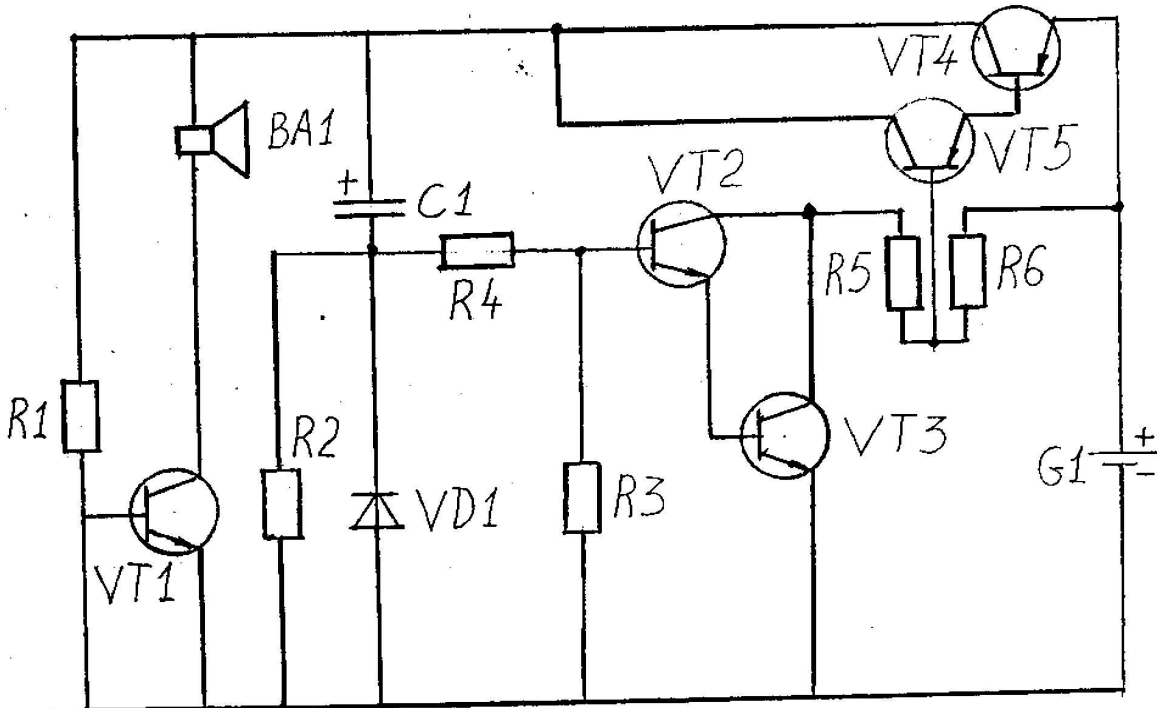
Гетеродин



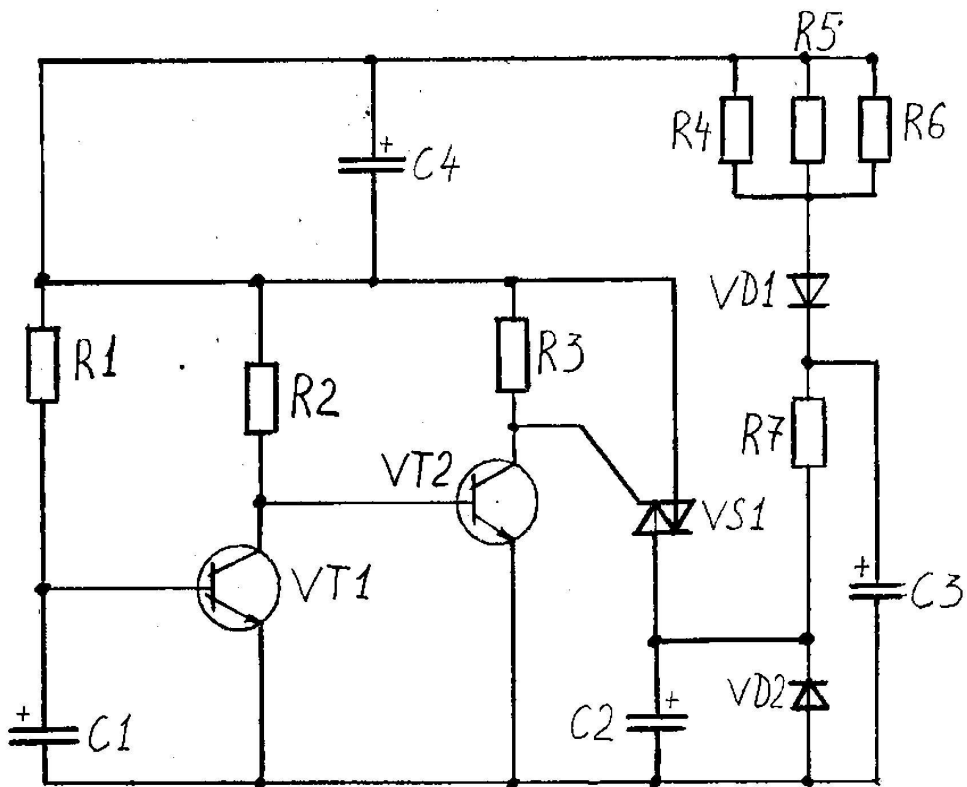
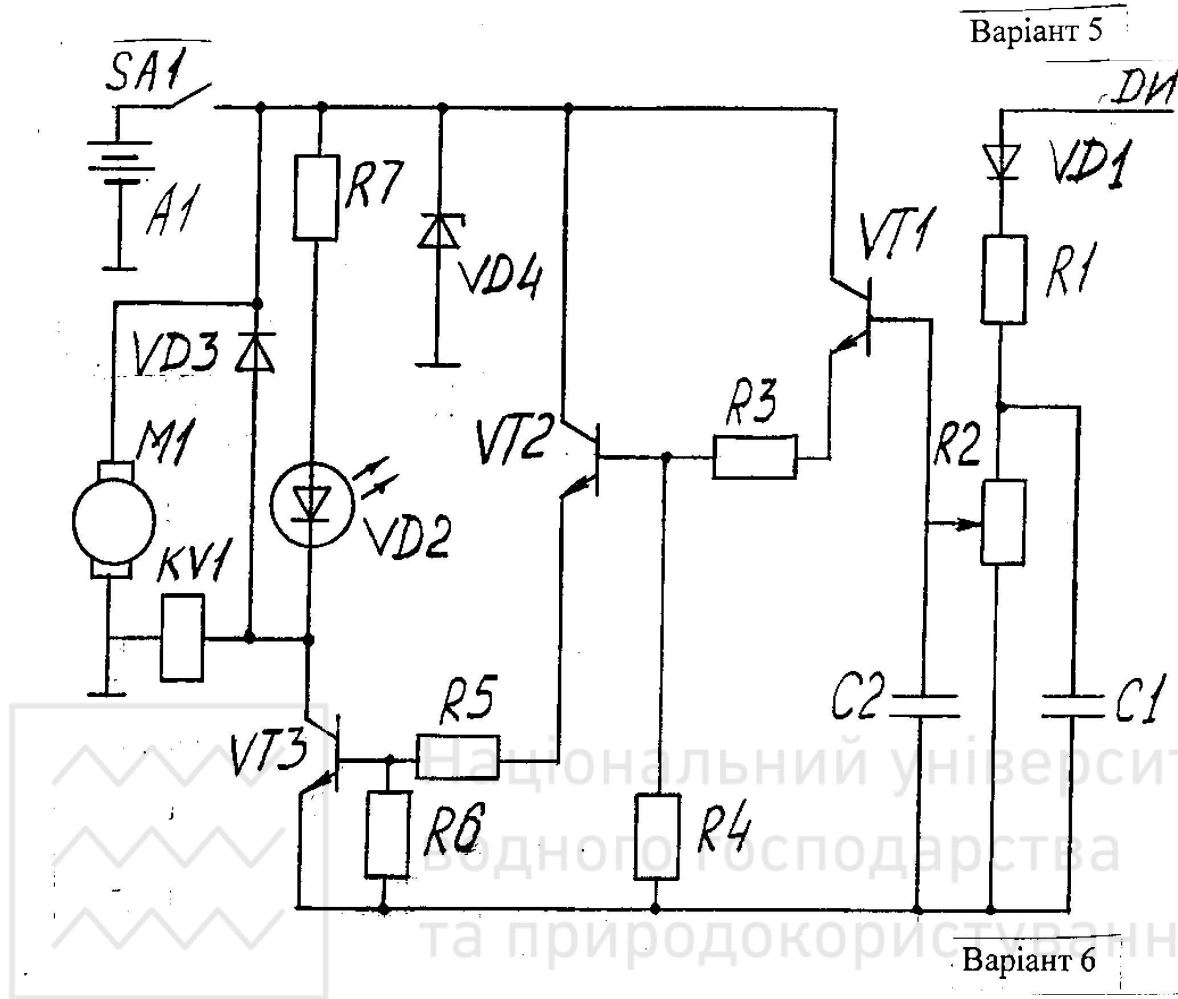
Варіант 3



Варіант 4

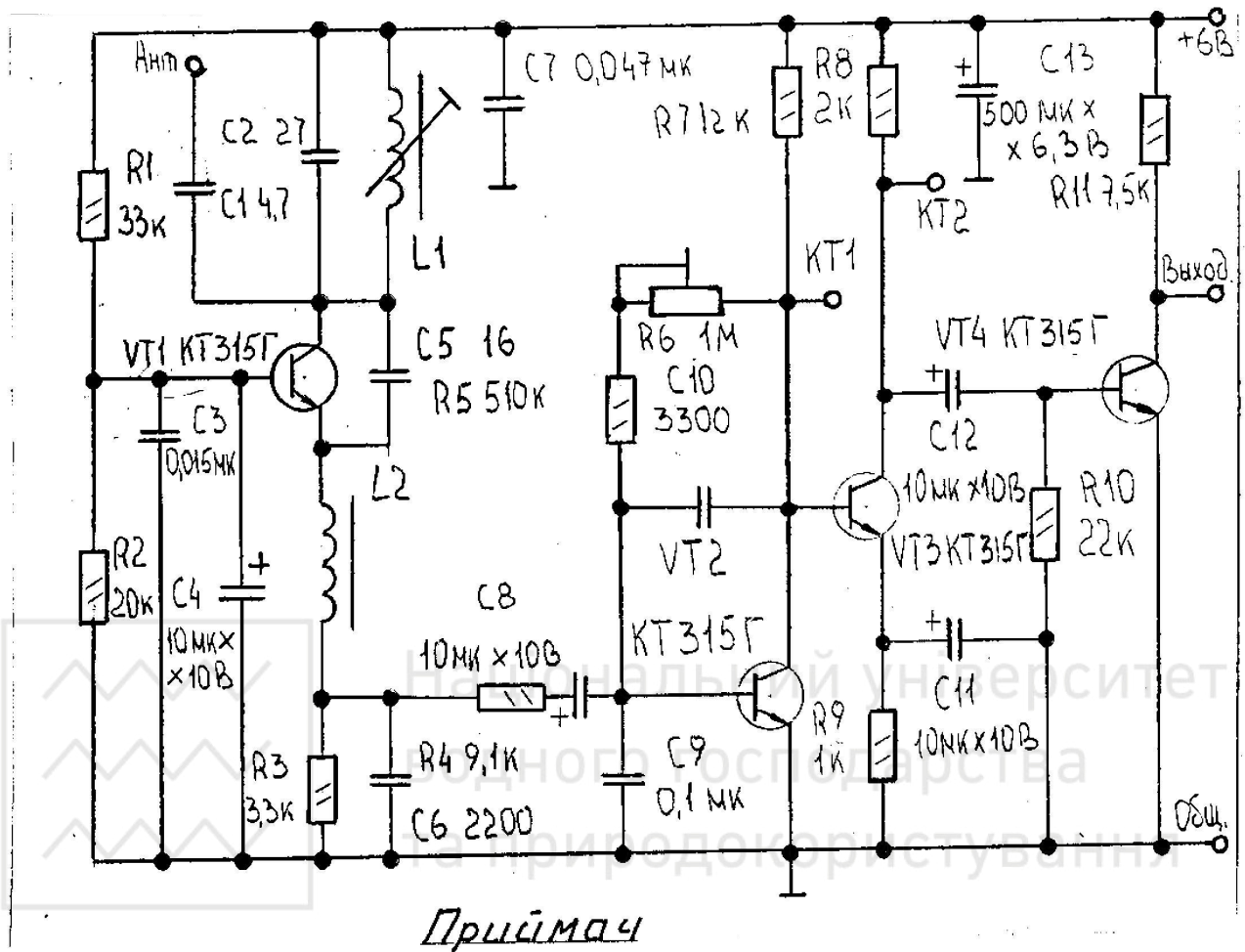


двохтональний дзвінок

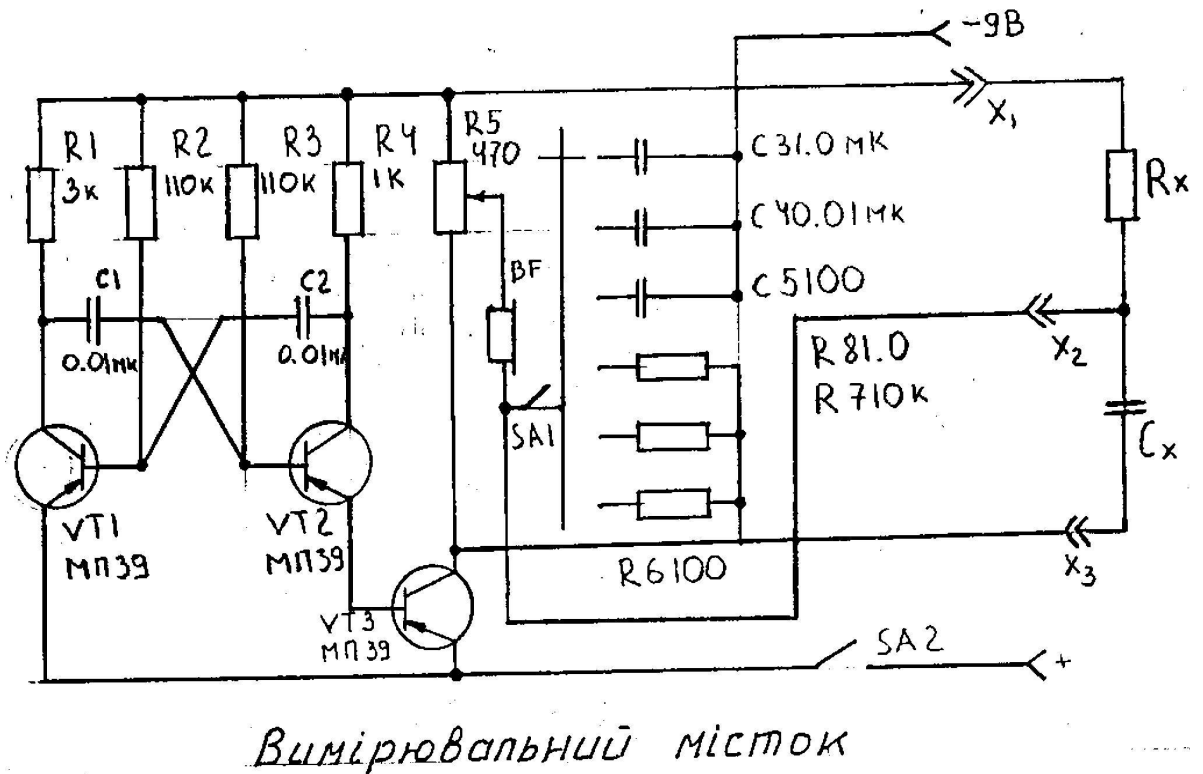




Варіант 7

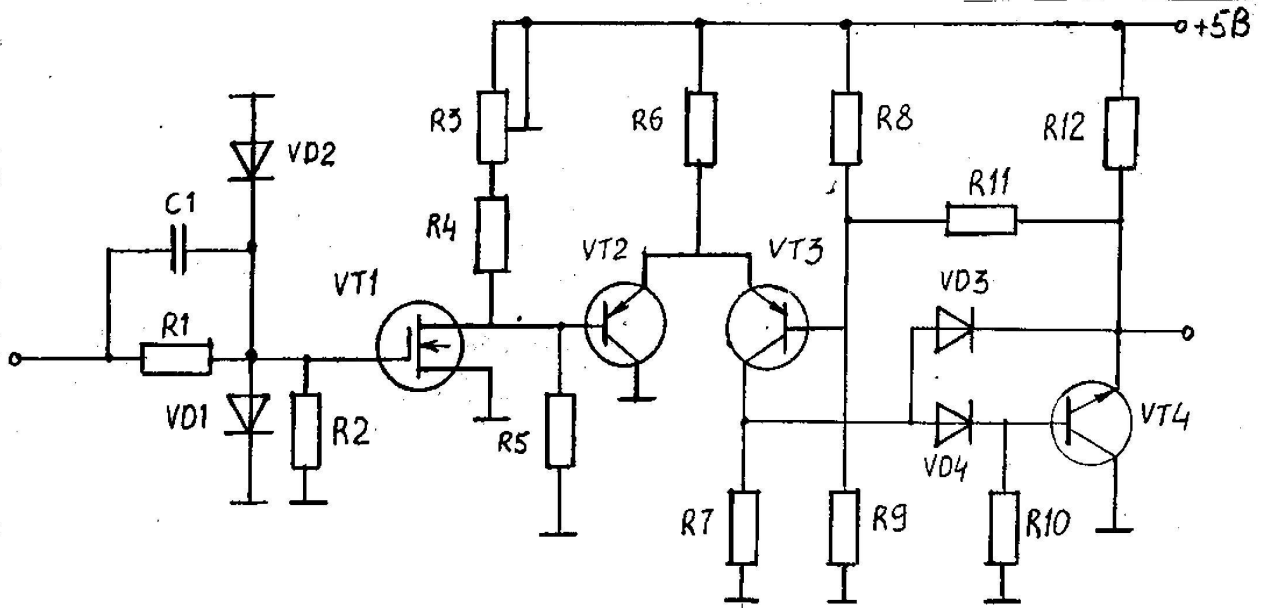


Варіант 8

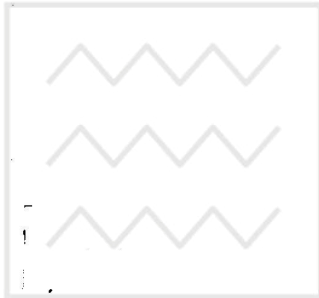




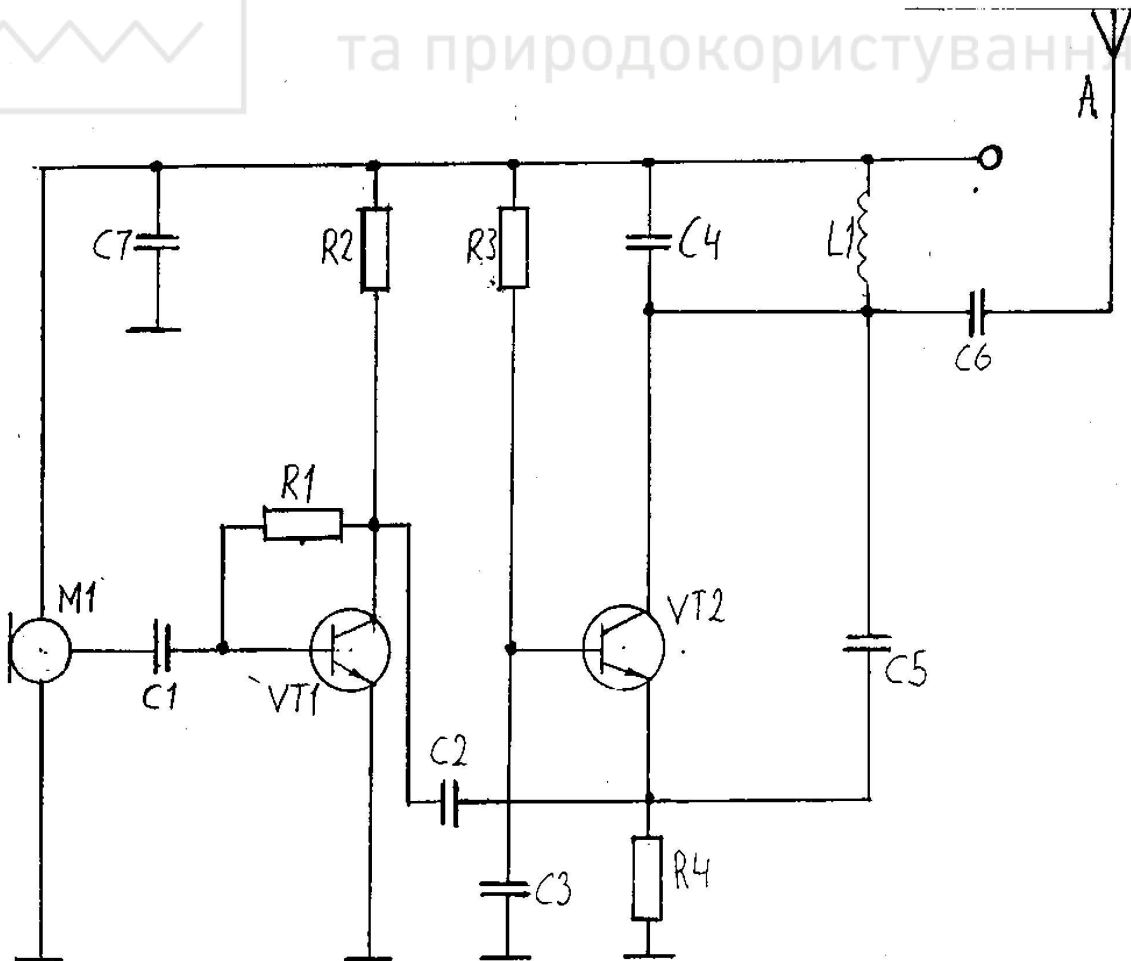
Варіант 9



*Підсилювач*



Варіант 10

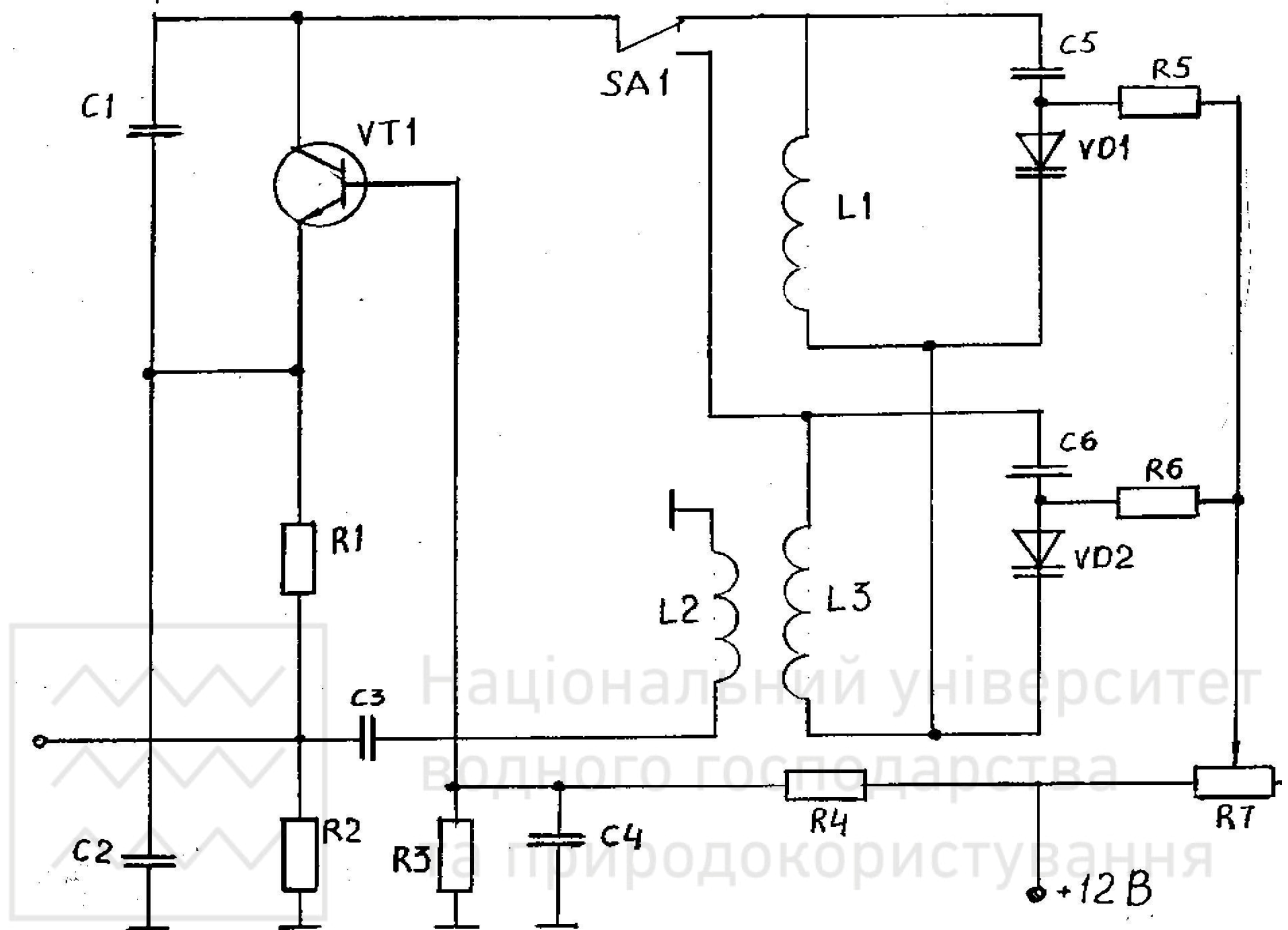


*Радіопередавач*



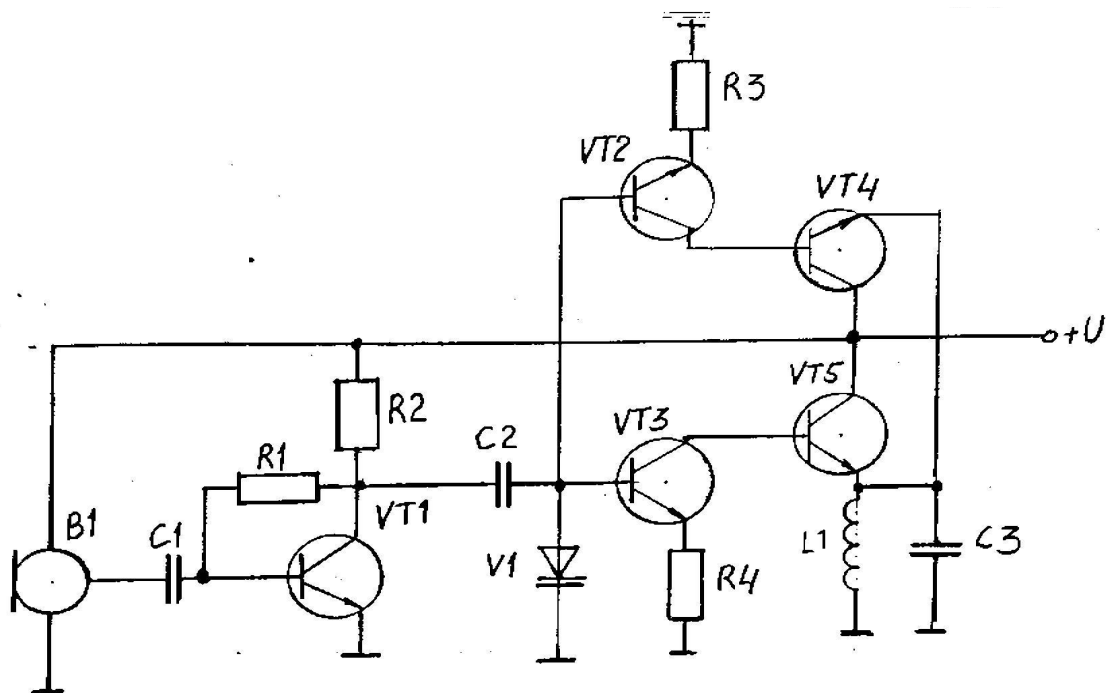


Варіант 11



Гетеродин

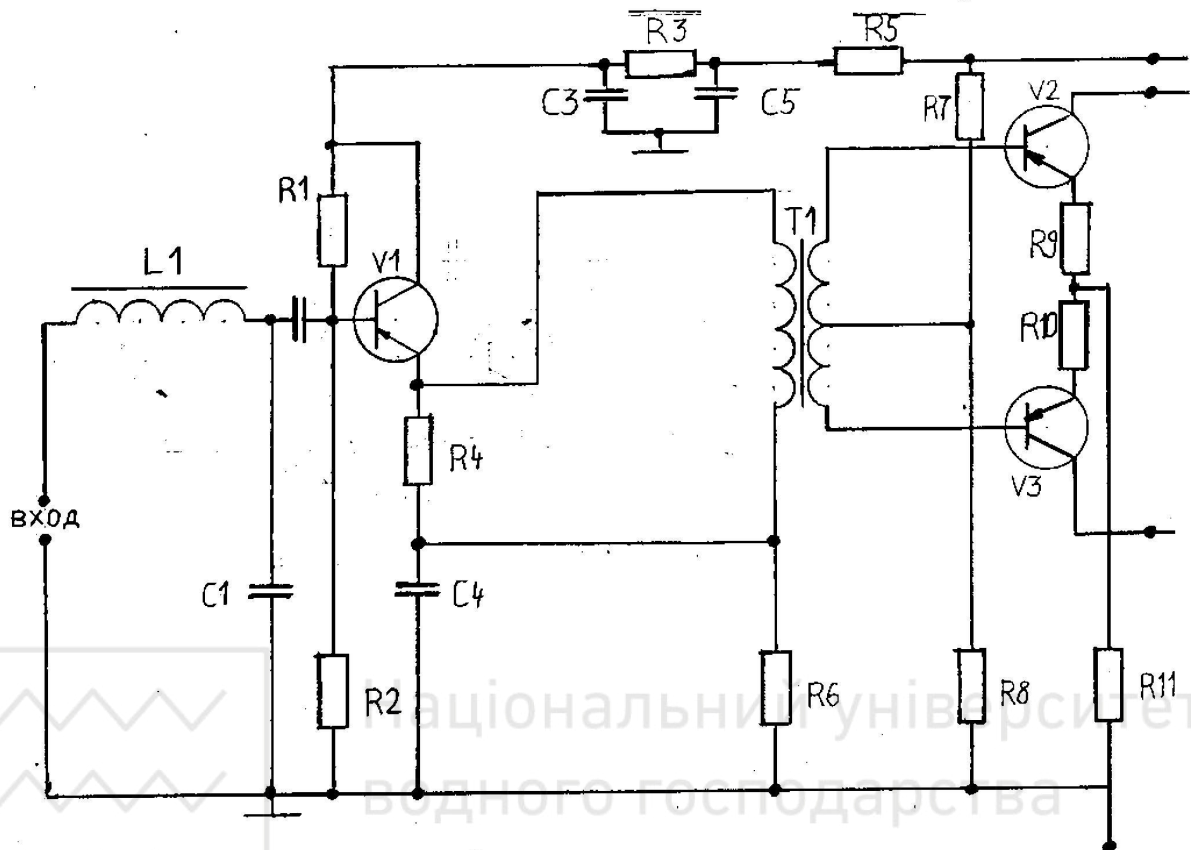
Варіант 12



Радіомікрофон

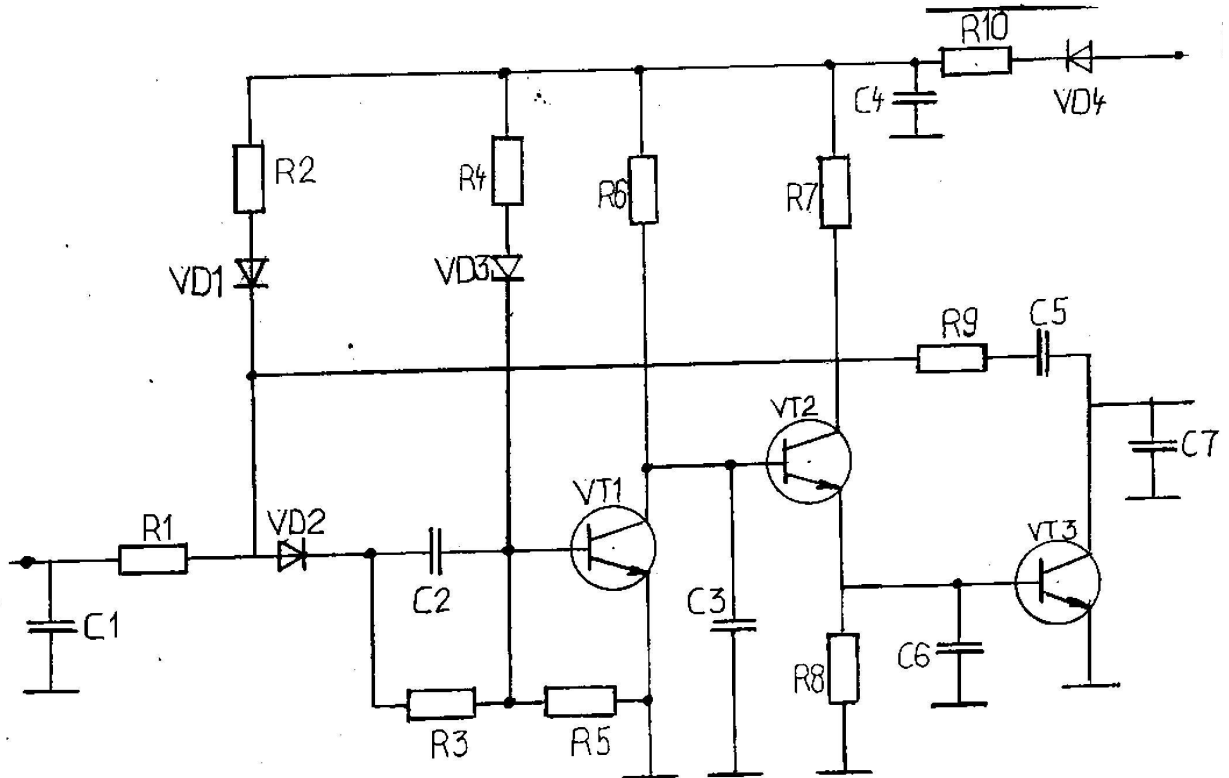


Варіант 13



*Підсилювач низьких частот*

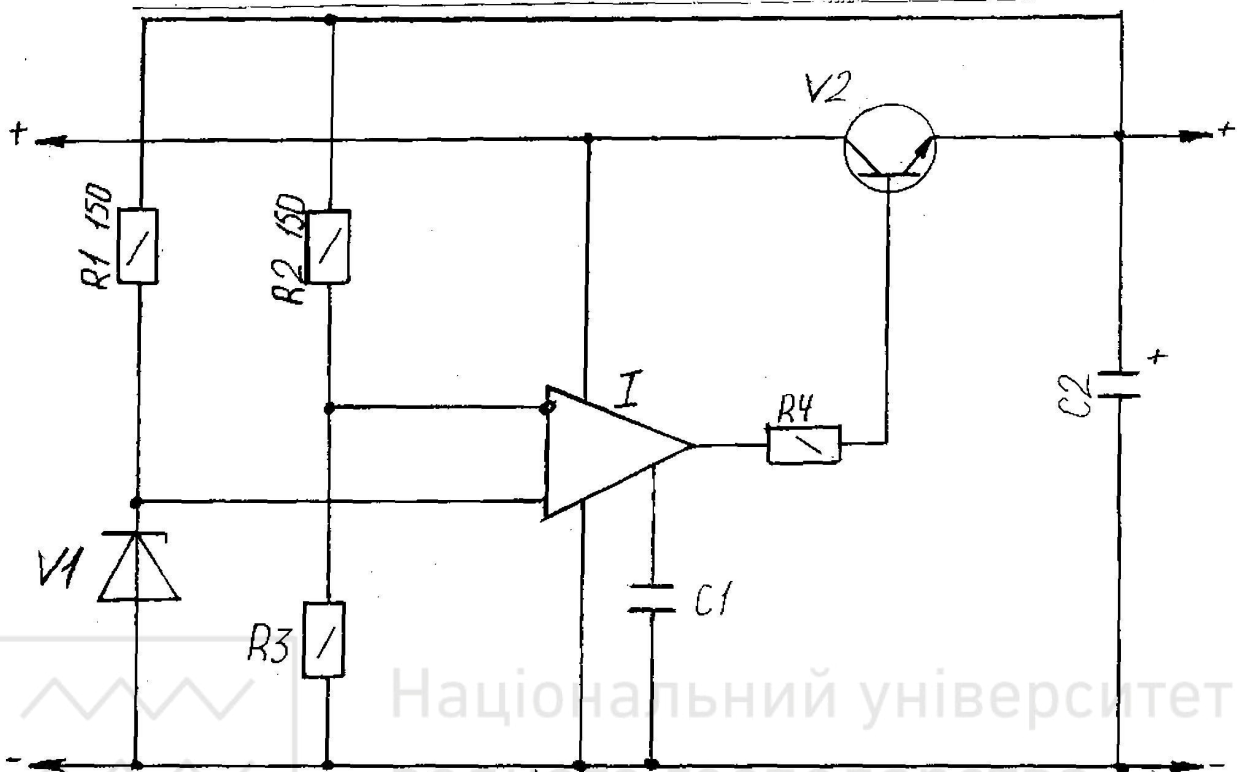
Варіант 14



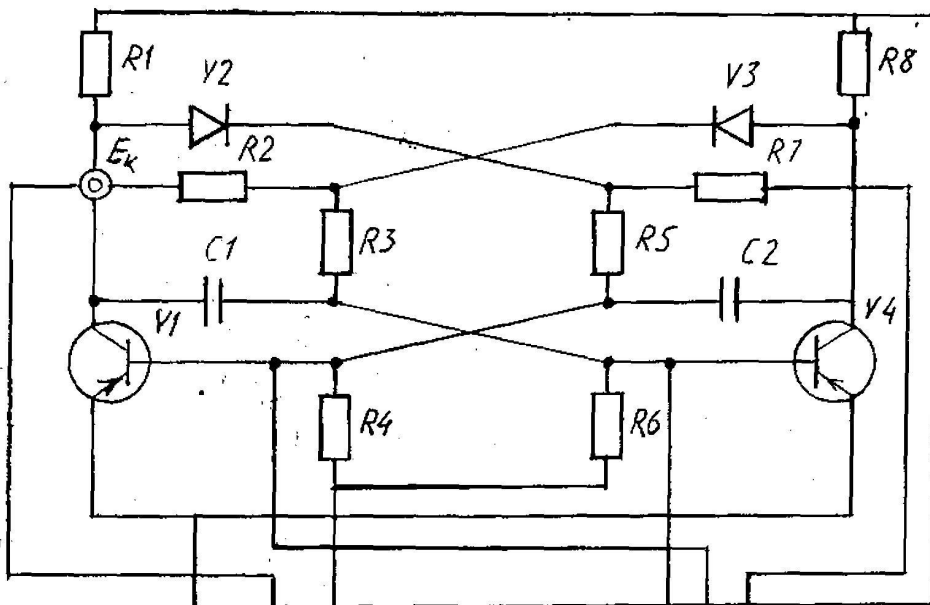
*Підсилювач низьких частот*



Варіант 15



Стабілізатор



Коло	Конт.
Корпус	1
-6,38	3
Вихід	5
+6,36	6

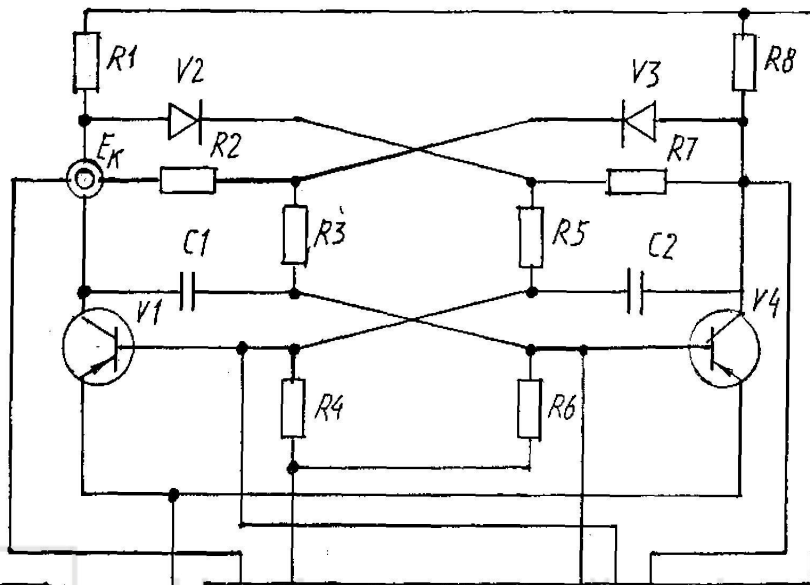
Конт.	Коло
11	Вхід 1
12	Вхід 11
13	Вихід 2

$E_K$  - КОНТАКТ КОНТРОЛЬНИЙ

Тригер статичний



Зразок



КОЛО	Конт
КОРПУС	1
-6,38	3
Вихід 1	5
+6,36	6

Конт	КОЛО
11	Вхiд 1
12	Вхiд 11
13	Вхiд 2

Ek-контр. точка.

Поз.	Найменування	Кільк	Примітки
R1, R8	Резистор МТ-0,125-620±5% ГОСТ 7113-66	2	620 Ом
R2, R7	Резистор МТ-0,125-5,1к±5% ГОСТ 7117-66	2	5,1 кОм
R4, R6	Резистор МТ-0,125-15к±5% ГОСТ 7113-66	2	15 кОм
R3, R5	Резистор МТ-0,125-750±5% ГОСТ 7113-66	2	750 Ом
C1, C2	Конденсатор ДЖ0.460.043 ТУ	2	Змінний
V2, V3	Діод германієвий ДІ8ТТ3.362.016 ТУ	2	
V1, V4	Транзистор ІТ308БЖК3.362.120.ТУ	2	

КНГІМГ

Зм	Арк	№ док. ум	Підпис	Дата	Схема електрично принципова	Літера	Маса	Масштаб
Розроб		Данчирюк						
Перевір		Кондратюк						
Т.контр								
Н.контр								
Затверд								

АРКУШ 1 АРКУШІ В 1

РДТУ