

Лабораторна робота № 15

ПІДСИЛЮВАЧ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мета роботи: дослідити властивості підсилювача постійного струму (ППС) на транзисторах (з безпосереднім зв'язком) і на операційному підсилювачі (ОП)

Опис досліджуваної схеми

До складу лабораторної установки входять лабораторний стенд, мультиметр ВР-II, осцилограф СІ-55.

На рисунку 15.1 наведено принципову електричну схему лабораторного стенду. Підсилювач постійного струму на транзисторах (з безпосереднім зв'язком) являє собою трикаскадну схему підсилення. В перших двох каскадах застосовані паралельні балансні підсилювачі. Третій каскад з поділеним навантаженням зв'язаний з виходом другого потенціометричним зв'язком.

Вхідний сигнал подається на одну з баз першого каскаду. В коло другої бази підключено змінний опір для узгодження входу каскаду з еквівалентним опором джерела сигналу. Емітери транзисторів паралельних балансних каскадів з'єднані опорами R_1 і R_2 , призначеними для балансування каскадів в режимі спокою, а в режимі підсилення - для попередження можливого замикання одного з транзисторів.

Загальноемітерні опори в обох каскадах (R_{E1} і R_{E2}) сприяють підвищенню стабільності схеми, оскільки вони створюють від'ємний зворотний зв'язок по відношенню до зміни суми емітерних струмів обох транзисторів, підтримуючи її постійною.

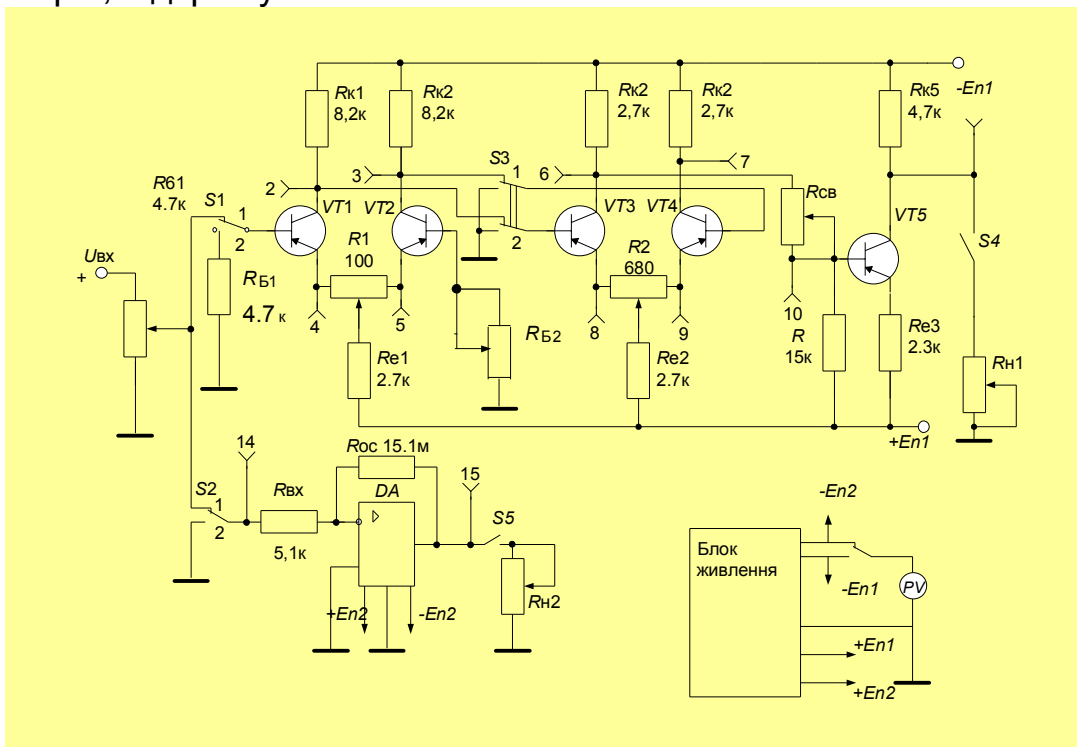


Рис. 15.1

Симетричний вхід першого каскаду забезпечує компенсацію дрейфу нуля. Вихідна напруга першого каскаду подається між базами другого. Підсилений сигнал знімається з одного із колекторів другого каскаду, що погіршує стабільність схеми за рахунок некомпенсованого дрейфу нуля, і крізь коло зв'язку ($R_{св.}; R$) подається на вхід третього каскаду. Наявність третього підсилюючого каскаду ($VT5$) підвищує стабільність схеми за рахунок зворотного зв'язку, який компенсує потенціал на колекторі $VT3$. Підбір режимів базового та емітерного кіл транзисторів вихідного каскаду забезпечує роботу підсилювача на лінійній ділянці амплітудної характеристики. Однак наявність кола зв'язку між другим та третім каскадами знижує коефіцієнт підсилення взагалі.

ППС на ОП застосовано у стенді для порівняння з аналогічними параметрами ППС на транзисторах. В ППС на ОП зібрано за схемою інвертуючого підсилювача.

Примітка. На передній панелі стенду з відповідними написами розміщені:

- тумблер «СЕТЬ» для ввімкнення стенду;
індикатор для контролю включення;
- тумблер "S1", для підключення ППС на транзисторах до джерела сигналу або до корпусу;
- тумблер "S2" для підключення ППС на ОП до джерела сигналу або до корпусу;
- тумблер "S3" для підключення другого каскаду ППС на транзисторах до виходу першого або до корпусу;
- тумблер "S4" (R_H^1) для підключення кола навантаження ППС на транзисторах;
- тумблер "S5" (R_H^2) для підключення кола навантаження ППС на ОП;
- тумблер "S6" ($E_{п1} - E_{п2}$) для підключення вимірюючого приладу до кола живлення ППС;
- ручка регулятора " $U_{вх}$ " для вимірювання рівня вхідного сигналу;
- ручки регуляторів " $-E_{п1}$ ", " $-E_{п2}$ " для зміни напруг живлення;
- ручки регуляторів " R_H^1 ", " R_H^2 " для зміни опорного навантаження ППС на транзисторах і на ОП відповідно;
- ручка регулятора " $R_{св.}$ " для зміни опорного кола зв'язку між другим і третім каскадами;
- ручка регулятора " R_B^2 " для узгодження каскаду з внутрішнім опором джерела сигналу;
- ручки регуляторів " $R1$ ", " $R2$ " для зміни міжемітерних зв'язків першого і другого каскадів відповідно;
- вольтметр " $-E_{п1}$ ", " $-E_{п2}$ " для вимірів напруг живлення;
- контрольні гнізда.

Домашнє завдання

1. Вивчити принцип роботи, параметри і характеристики ППС на транзисторах з безпосереднім зв'язком і на ОП [1; 2; 3; 4; 9].

2. Визначити вхідний, вихідний опори та коефіцієнт підсилення підсилювача.

Робоче завдання

А. Дослідження ППС на транзисторах (рис. 15.1).

1. Знайти коефіцієнт підсилення ППС за напругою.

2. Знайти режим спокою підсилювача.

3. Знайти дрейф нуля.

4. Зняти амплітудну характеристику підсилювача.

Б. Дослідження ППС на ОП.

1. Знайти коефіцієнт підсилення за напругою.

2. Знайти дрейф нуля.

3. Зняти амплітудну характеристику інвертуючого ОП при $R = \infty$

4. Знайти вхідну напругу зміщення нуля $U_{зм.0} = \Delta U_{вих} / K_0$

Методичні вказівки

1. Визначення коефіцієнта підсилення ППС на транзисторах за напругою:

а) ручкою регулятора " $-E_{п1}$ ", за вмонтованим вольтметром встановити напругу 12,8 В;

б) ручки регуляторів " $R_{св.}$ ", " $R_{в2}$ " та " $R_{н1}$ " встановити в крайнє праве, " $R2$ " – в середнє положення. Ручку регулятора " $U_{вх}$ " встановити в крайнє лівє положення. Перемикачі " $S1$ " та " $S3$ " та встановити в положення "1", перемикач " $S4$ " – в положення $R_{н1}$;

в) ручкою регулятора " $R1$ " зробити балансування підсилювача, добиваючись мінімального абсолютного значення показів вольтметра;

г) встановити ручку регулятора " $U_{вх}$ " в крайнє праве положення. Зовнішнім вольтметром виміряти вихідну напругу в гніздах "II" і " \perp ";

д) зовнішнім вольтметром виміряти вхідну напругу в гніздах "I" і " \perp ";

е) розрахувати коефіцієнт підсилення.

2. Визначення режиму спокою підсилювача:

а) провести виміри потенціалів колекторів, баз, емітерів всіх транзисторів відносно корпусу;

б) знайти для всіх транзисторів різниці потенціалів і струми спокою.

3. Визначення дрейфу нуля:

а) збалансувати підсилювач аналогічно п. 1а - 1б;

б) виміряти вихідну напругу на гніздах "I1" і "⊥" при зміні напруги " $E_{\Pi 1}$ ":
$$\Delta U_{\text{вих}} = U_{\text{вих}} / (E_{\Pi} = E_{\text{НОМ}}) - U_{\text{вих XX}} / (E_{\Pi} = E_{\text{НОМ}} + 10\%)$$
. Відносний дрейф знаходять за формулою $\delta_{\text{др}} = \Delta U_{\text{вих}} / U_{\text{вих}} (E_{\Pi} = E_{\text{НОМ}})$.

4. Визначення коефіцієнтів підсилення ОП за напругою:

а) ручкою регулятора " $E_{\Pi 2}$ " за вмонтованим вольтметром встановити напругу 12,8 В (як ОП застосовується схема КР544УД2А);

б) перемикач "S2" встановити в положення "I", а перемикач "S5" – в положення "I". Ручки регуляторів " $U_{\text{вх}}$ " та " $R_{\text{н} 2}$ " встановити у крайнє праве положення;

в) зовнішнім вольтметром провести виміри вхідної напруги в гніздах "I4" та "⊥" і вихідної напруги в гніздах "I5" та "⊥";

г) розрахувати коефіцієнт підсилення.

5. Визначення дрейфу нуля:

а) початкове положення ручок і перемикачів - аналогічно п. 4б, крім ручки " $U_{\text{вх}}$ ". Ручку регулятора " $U_{\text{вх}}$ " встановити в крайнє ліве положення;

б) зовнішній вольтметр підключити до гнізд "I5" та "⊥";

в) визначити дрейф нуля при зміні напруги живлення " $E_{\Pi 2}$ ".

Контрольні запитання

1. Що таке дрейф нуля і які причини обумовлюють його у ППС на транзисторах?

2. Засоби зменшення дрейфу нуля.

3. Які схеми використовуються при побудові ППС на транзисторах?

4. Наведіть схеми диференціальних ППС на транзисторах.

5. Поясніть принцип дії інвертуючого ОП при підсиленні позитивних і негативних вхідних сигналів.

6. Який вигляд має зворотний зв'язок у підсилювачах при підключенні опору між виходом та інверсним входом лінійної інтегральної схеми?

7. Які одновні припущення і спрощення приймаються при аналізуванні ОП?

8. Визначте коефіцієнт передачі підсилювача при $R_{\text{вх}} = 10 \text{ кОм}$ і $R_{\text{ос}} = 260 \text{ кОм}$.

9. Чи залежить коефіцієнт передачі підсилювача від амплітуди вхідного сигналу?

10. Призначення, параметри вхідний і вихідний опори, коефіцієнт підсилення, ширина смуги і частотний діапазон, синфазна напруга і напруга зсування, характеристики і застосування ОП.