

Лабораторна робота № 14

ШИРОКОСМУГОВИЙ ПІДСИЛЮВАЧ

Мета роботи: дослідити широкосмуговий підсилювач методом перехідних та частотних характеристик, вивчити причини частотних спотворень та методи корекції амплітудно-частотної характеристики підсилювачів в області низьких та високих частот.

Опис досліджуваної схеми

До складу лабораторної установки входить: універсальний лабораторний стенд, змінний модуль №14, генератор імпульсів Г5-54, генератор гармонічного сигналу Л-30, вхідний та вихідний вольтметри В3-38 (В3-13), осцилограф С1-55, мультиметр ВР-11.

На рис 14.1 приведена принципова схема досліджуваного підсилювача з перемикаємими компонентами кіл низькочастотної та високочастотної корекції. У роботі досліджується двокаскадний *RC*- підсилювач, зібраний на біполярних транзисторах *VT1*, *VT2*. Вхідний сигнал подається на підсилювач з генератора прямокутних імпульсів Г5-54 або з генератора сигналів Л-30. Міжкаскадний зв'язок, а також зв'язок з джерелом сигналу і навантаженням здійснюється через роздільні конденсатори *C1*, *C9*, *C10*.

Вхідний та вихідний каскади виконані за схемою зі спільним емітером /*CE*/ із завданням робочої точки фіксованим потенціалом бази і колами емітерної стабілізації. У підсилювачі використовується метод низькочастотної корекції АЧХ за допомогою частотозалежного навантаження ($R3 - C2, C3, C4$); і два методи високочастотного коригування: частотно-залежне навантаження ($L1, L2, L3$) і частотозалежний зворотний зв'язок ($R6 - C6, C7, C8$).

Сигнал на виході першого каскаду може досліджуватись шляхом вмикання вольтметра *PV2* або осцилографа до гнізд $XS2$ і $XS20(\perp)$.

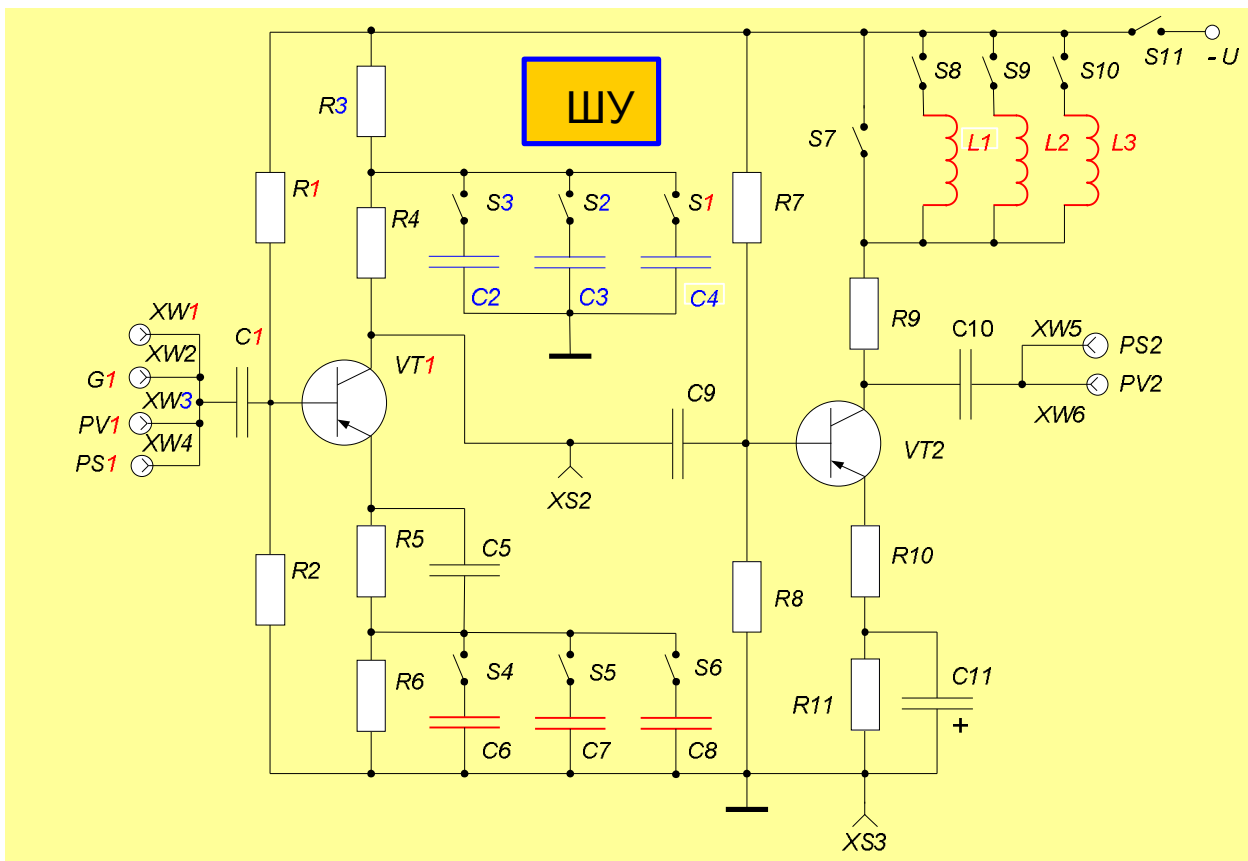


Рис. 14.1

Домашнє завдання

1. Визначити причини лінійних спотворень в RC - підсилювачах в областях високих і низьких частот (малих та великих тривалостей), вивчити основні способи корекції АЧХ, їх вплив на вид АЧХ та форму вихідного імпульсу RC - підсилювача [1; 2;3;9].

2. Записати вираз і обчислити коефіцієнти підсилення напруги K_U кожного каскаду і двокаскадного RC - підсилювача в області середніх частот при підключених конденсаторах C_8 в емітерному і C_4 в колекторному колах транзистора VT_1 (перемикач S_7 замкнутий, $R_{\Gamma} = 50 \text{ Ом}$, $R_H = \infty$).

Робоче завдання

А. Дослідження широкосмугового RC підсилювача без корекції АЧХ.

1. Зняти і побудувати у напівлогарифмічному масштабі нормовану АЧХ двокаскадного RC - підсилювача $K/K_0 = F(f)$ ($U_{\text{BX}} = 10 \text{ мВ}$, $R_{\Gamma} = 50 \text{ Ом}$, $R_H = \infty$). Визначити коефіцієнт підсилення напруги K_U у діапазоні середніх частот (S_7 замкнутий).

2. Визначити тривалість переднього $t_{\Phi 1}$ і заднього $t_{\Phi 2}$ до фронтів імпульсу, а також відносний спад вершини імпульсу при подачі на вхід імпульсів прямокутної форми ($U_{\text{BX}} = 10 \text{ мВ}$, $t_I = 10 \text{ мкс}$). Форму імпульсу намалювати.

Б. Дослідження широкосмугового RC - підсилювача в області низьких частот (великих тривалостей).

1. Зняти і побудувати нормовані АЧХ підсилювача при різних значеннях конденсаторів коригуючого кола $R3-C2, C2, C4$ ($U_{BX} = 10$ мВ, $R_T = 50$ Ом).

2. Визначити відносний спад вершини імпульсу для трьох значень коригуючого конденсатора. Форму імпульсу (позитивної полярності) намалювати ($U_{BX} = 10$ мВ, $t_I = 10$ мкс).

В. Дослідження широкосмугового RC - підсилювача в області високих частот (малих тривалостей).

1. Зняти і побудувати нормовану АЧХ підсилювача при використанні ВЧ- корекції методом частотозалежного від'ємного зворотного зв'язку для трьох значень $C_{КОР}(C1, C2, C3)$ ($U_{BX} = 10$ мВ, $R_T = 50$ Ом).

2. Зняти і побудувати нормовану АЧХ підсилювача при використанні ВЧ- корекції методом частотозалежного навантаження для трьох значень $L_{КОР}(L1, L2, L3)$ ($U_{BX} = 10$ мВ, $R_T = 50$ Ом).

3. Визначити тривалості переднього і заднього фронтів імпульсу для тих самих значень емітерного конденсатора. Намалювати форму імпульсу на виході, підсилювача.

4. Дослідити вплив коригуючої індуктивності на тривалість переднього і заднього фронтів вихідного імпульсу підсилювача. Намалювати форму імпульсів.

5. Сформулювати основні висновки по роботі.

Методичні вказівки

А. Спотворення АЧХ в області низьких частот обумовлені падінням напруг низькочастотного сигналу на роздільних конденсаторах, а також погіршенням нейтралізації від'ємного зворотного зв'язку (ВЗЗ) конденсаторами кола емітерної стабілізації.

Спотворення АЧХ в області високих частот смуги, пропускання досліджуваного підсилювача зв'язані з наявністю паразитних ємностей монтажу, ємностей колекторних переходів та залежністю параметрів транзисторів від частоти.

1. Нормована АЧХ знімається і будується відповідно до п. 5 методичних вказівок до лабораторної роботи № 11.

2. Тривалість переднього і заднього фронтів визначають на рівнях 0,1 і 0,9 амплітуди імпульсів. Для визначення еквівалентної сталої часу аперіодичного лінійного кола за перехідною характеристикою потрібно виміряти інтервал часу від початку імпульсу (нульовий рівень) до рівня $0,95U_m$, що відповідає інтервалу $t_{\Phi} \approx 3\tau_{В.екв.}$

Відносний спад вершини імпульсу при $t_I \ll t_{\Phi} \approx 3\tau_{В.екв.}$ визначається за співвідношенням

$$\delta = \frac{\Delta U_{ВИХ}}{U_{ВИХ}} \approx \frac{t_I}{\tau_{I.екв.}}$$

де $\Delta U_{\text{ВХ}}$ – спад вихідної напруги за час t_1 .

Б. Використання частотозалежного навантаження першого каскаду, повний опір якого підвищується при зменшенні частоти від $R4$ (якщо $X_{\text{Скор}}=0$) до $(R3+R4)$ (якщо $X_{\text{Скор}}=\infty$), дозволяє отримати підняття АЧХ в області НЧ. Це поліпшує рівномірність підсилення гармонічних складових широкосмугового сигналу на НЧ і забезпечує зменшення спотворень форми складного сигналу (для присутнього сигналу зменшується спад вершини імпульсу).

1. Нормовані АЧХ знімаються і будуються для вмикаємих конденсаторів $C2, C3, C4$.

2. При подачі на вхід підсилювача прямокутного імпульсу від генератора Г5-54 або Л-30 потрібно намалювати форму вихідних імпульсів при вмикаємих по черзі $C2, C3, C4$. Нуль на рисунку повинен відповідати лінії розгортки осцилографа при $U_{\text{ВХ}} = 0$.

3. Визначення $f_{\text{Н.гр.}}$ за АЧХ здійснюється знаходженням частоти, на якій $K(f)/K_0 = 0.707$.

За видом вихідного імпульсу $f_{\text{і.ад.}}$ знаходять так: проводять дотичну до експоненти, яка є плоскою частиною вершини імпульсу, у точці початку спаду. Після цього знаходять точку перетинання дотичної з віссю часу t . Отриманий інтервал від точки дотикання до точки перетинання $\tau_{\text{і.ад.}}$. Тоді залишається знайти

$$f_{\text{Н.гр.}} = \frac{\omega_{\text{Н.гр.}}}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\tau_{\text{Н.екв}}}$$

В. Для корекції АЧХ в області ВЧ використовується як частотно-залежне навантаження, так і частотнозалежний ВЗЗ. При застосуванні частотнозалежного навантаження підйом АЧХ забезпечується зростанням повного опору колекторного кола $VT2$ за рахунок зростання $X_L = \omega L$. Підйом АЧХ при використанні частотнозалежного ВЗЗ забезпечується ослабленням дії зворотного зв'язку за рахунок шунтування резистора $R6$ (місцевий послідовний ВЗЗ за струмом) конденсаторами $C6, C7$ або $C8$. Для ефективною корекції потрібно, щоб на середній частоті $L_{\text{КОР}}$ та $C_{\text{КОР}}$ задовольняли умови:

$$\omega_0 L_{\text{КОР}} \ll R9; \frac{1}{\omega_0 C_{\text{КОР}}} \gg R6$$

1. Нормовані АЧХ знімаються і будуються для вмикаємих по черзі конденсаторів $C6, C7, C8$ та індуктивностей $L1, L2, L3$ ($S7$ - розімкнутий).

2. Тривалості переднього і заднього фронтів імпульсу визначають від початку фронту до рівня 0,95 асимптотичного значення. Тоді $t_{\Phi} \approx 3\tau_{\text{В.екв}}$ або $f_{\text{Г.гр.}} \approx 3/(2\pi t_{\Phi})$.

Контрольні запитання

1. Чим обумовлені спотворення АЧХ RC - підсилювачів в областях НЧ та ВЧ?
2. Який вид мають НЧ та ВЧ спотворення на формі прямокутного імпульсу на виході RC - підсилювача?
3. Які методи використовують для корекції АЧХ?
4. У чому полягає принцип НЧ- корекції АЧХ та форми імпульсів?
5. Поясніть принципи НЧ- корекції АЧХ використанням частотозалежних зворотних зв'язків?
6. У чому полягає умова оптимальної корекції?
7. Поясніть метод корекції АЧХ на НЧ та ВЧ за допомогою частотозалежного навантаження.