

противления активного элемента и шунтирующего сопротивления  $R_w$ ;

$$\tau_k = \frac{1}{\alpha_k} = \frac{2Q_{эKB}}{\omega_p}$$

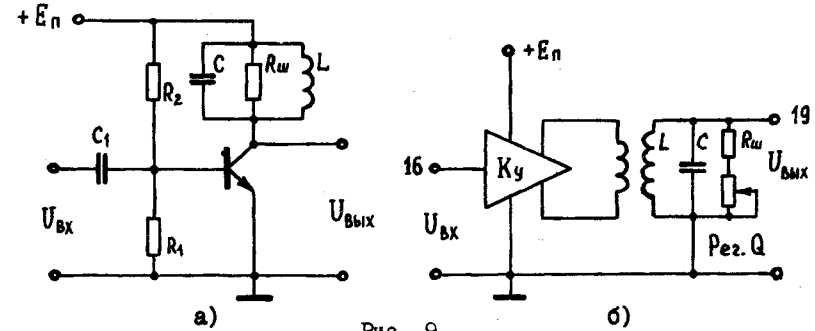


Рис. 9

В лабораторном макете резонансный усилитель реализован на микросхеме 235 УВ1,  $Q_{эKB}$  определяется подбором сопротивления  $R_w$  (рис. 9, б).

#### Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя задание (с.18).
2. Прежде чем приступить к выполнению задания, ознакомьтесь с общими указаниями (с.3) и описанием макета.

#### Перечень и содержание заданий

1. Исследовать влияние добротности контура на характеристики усилителя и на форму выходного сигнала:
  - а) определить основные параметры АЧХ:  $K_o$  – максимальный коэффициент усиления,  $f_p$  – резонансная частота,  $\Delta f_n$  – полоса пропускания при двух значениях добротности контура  $Q_{min}$  и  $Q_{max}$ ;
  - б) снять импульсные характеристики усилителя при двух значениях добротности контура  $Q_{min}$  и  $Q_{max}$ ;
  - в) оценить влияние добротности контура на форму выходного радиоимпульса при двух различных длительностях входного сигнала.
2. Исследовать влияние расстройки несущей частоты сигнала на форму выходного сигнала.

Измерить основные параметры выходного радиоимпульса:  $\tau_f$  – длительность фронта огибающей;  $\tau_c$  – длительность спада огибающей;  $T_s$  и  $F_s = 1/T_s$  – период и частоты биений;  $E_y$  – амплитуда импульса

### РЕЗОНАНСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Цель работы – экспериментальное исследование характеристик резонансного усилителя, изучение прохождения радиосигнала и колебаний с непрерывной амплитудной модуляцией через усилитель.

#### Вводные замечания

Упрощенная схема резонансного усилителя приведена на рис.9,а.

Передачная функция  $K(i\omega)$  и импульсная характеристика  $g(t)$  усилителя определяются соотношениями:

$$K(i\omega) = - \frac{K_{max}}{1 + i \frac{2\Delta\omega}{\omega_p} Q_{эKB}}$$

$$g(t) = G_{max} e^{-t/\tau_u} \cos \omega_p t, \quad \Delta t \geq 0,$$

где  $\Delta\omega = \omega - \omega_p$ ;  $Q_{эKB} = Q \frac{G_w}{G_i + G_w}$  – добротность контура усилителя, вычисленная с учетом шунтирующего действия внутреннего со-

в установленном режиме. Опыт провести при следующих значениях несущей частоты сигнала:  $f_1 = f_p$ ,  $f_2 = f_p \pm \Delta f_n$ .

3. Снять зависимость коэффициента демодуляции ( $D = \frac{M_{\text{вых}}}{M_{\text{вх}}}$ ) от частоты модуляции входного сигнала.

### Варианты заданий

№ 1 - Ia, 2, 3.

№ 2 - Ib, 2, 3.

№ 3 - Ic, 2, 3.

### Методические указания по выполнению заданий

#### Определение параметров АЧХ

Для определения параметров АЧХ необходимо:

а) собрать лабораторную установку (рис. 10);

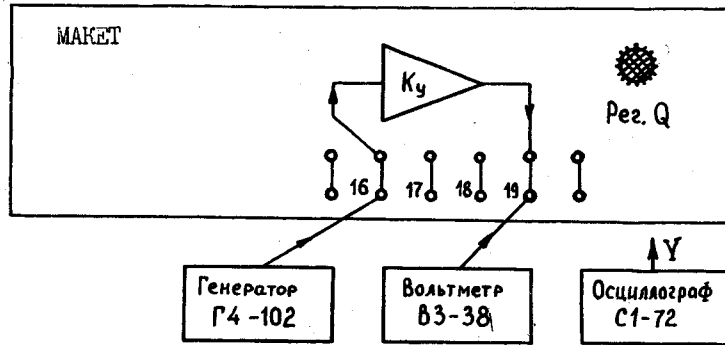


Рис. 10

б) установить  $Q = Q_{\text{max}}$ . При  $U_{\text{вх}} = 0,1 \dots 0,2$  В, перестраивая частоту генератора Г4-102 вблизи резонансной частоты усилителя (ориентировочное значение  $f_p$  указано на макете), уточнить значения  $f_p$  и определить значения  $f_H$  и  $f_B$  на уровне  $0,7 U_{\text{вых. max}}$  ( $f_H$  и  $f_B$  - нижняя и верхняя граничные частоты полосы пропускания:  $\Delta f_n = f_B - f_H$ ). Для более точного определения  $f_p$ ,  $f_H$  и  $f_B$  желательно использовать нониус шкалы генератора Г4-102;

в) измерить  $K_0 = U_{\text{вых max}} / U_{\text{вх}}$  ( $U_{\text{вых}}$  и  $U_{\text{вх}}$  измерять вольтметром), вычислить  $\Delta f_n$  и  $Q = f_p / \Delta f_n$ ;

г) повторить опыт при  $Q = Q_{\text{min}}$ .

Определение цены деления нониусной шкалы генератора:

а) по грубой шкале генератора установить ближайшее к  $f_p$  целое значение частоты  $f_1$  и замерить показание нониусной шкалы (в делениях);

б) перестроить частоту до другого целого значения частоты  $f_2$  и определить, на сколько делений при этом изменились показания нониуса;

в) цена деления нониуса  $\frac{|f_1 - f_2|}{\Delta N}$ , где  $\Delta N$  - разность показаний нониуса.

Пример. Частоте 120 кГц соответствует показание - 25 делений нониуса. При перестройке частоты от 120 кГц до 130 кГц пришлось повернуть шкалу нониуса на один целый оборот (100 делений) плюс еще 30 делений, т.е.  $\Delta N = 130$  дел. Цена деления  $\frac{130 - 120}{130} = 0,0707 \frac{\text{кГц}}{\text{дел}}$ .

#### Снятие импульсной характеристики

Для снятия импульсной характеристики  $g(t)$ :

а) собрать лабораторную установку (рис. 11);

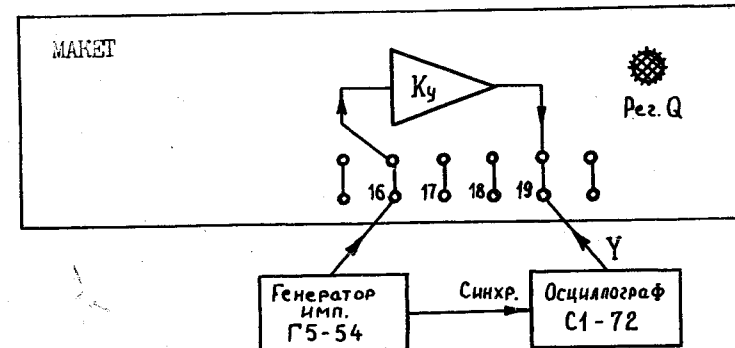


Рис. 11

б) установить следующие параметры входного импульса, имитирующего  $\delta$ -функцию: полярность - отрицательная, длительность  $\tau_u = 0,1 \dots 0,3$  мкс, амплитуда  $E_u = 1-5$  В, частота повторения  $F = 0,5 \dots 1$  кГц;

в) зарисовать (в одном масштабе времени) входной импульс и два отклика  $g_1(t)$  и  $g_2(t)$  при добротностях контура усилителя  $Q_{\text{min}}$  и  $Q_{\text{max}}$  соответственно;

г) измерить с помощью осциллографа резонансную частоту  $f_p = \frac{1}{T}$ , где  $T$  - период колебания, постоянные времена  $\tau_{\kappa 1}$  и  $\tau_{\kappa 2}$  (при  $Q_{min}$  и  $Q_{max}$ ), учитывая, что импульсная характеристика резонансного усилителя  $g(t) = G(t) \cos(2\pi f_p t + \varphi_0)$ , где  $G(t) = G_{max} e^{-t/\tau_{\kappa}}$  - огибающая характеристики;

$$G(t)_{t=\tau_{\kappa}} = G_{max} e^{-1}, e^{-1} \approx 0,37;$$

д) вычислить величины  $Q_{min}$  и  $Q_{max}$ , учитывая, что  $Q = \frac{f_p}{\Delta f_n}$ , где  $\Delta f_n = \frac{1}{\pi \tau_{\kappa}}$  - полоса пропускания.

#### Наблюдение формы радиоимпульсов на выходе усилителя

Для наблюдения необходимо:

а) собрать лабораторную установку (рис. 12);

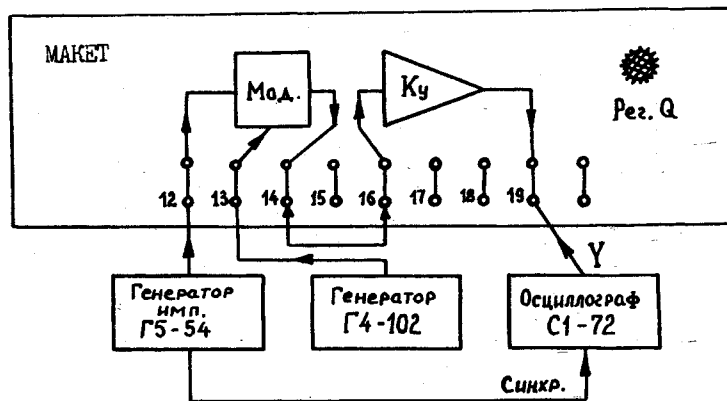


Рис. 12

б) проводить опыты при двух значениях длительности модулирующих импульсов  $\tau_{u1} = 250 \dots 300$  мкс,  $\tau_{u2} = 900 \dots 1000$  мкс. Амплитуда модулирующих импульсов  $E = 2 \dots 10$  В, скважность  $q = 3 \dots 5$ ;

в) установить амплитуду колебания генератора Г4-102 такую, чтобы амплитуда радиоимпульса на выходе модулятора  $E_m = 0,1 \dots 0,2$  В. Измерения проводить с помощью осциллографа;

г) зарисовать (в одном масштабе времени) осциллограммы входного и выходного импульсов.

д) измерить с помощью осциллографа параметры выходного сигнала:  $\tau_p, \tau_c, F_s, E_{уст}$ . Примерный вид огибающих выходных радиоимпульсов при  $f = f_p$  и  $f \neq f_p$  приведен на рис. 13, а, б.

Значение несущей частоты должно быть равным резонансной частоте  $f_p$  либо равным величине, указанной в задании. Для правильной установки частоты необходимо уточнить величину  $f_p$  и определить полосу пропускания усилителя  $\Delta f_n$  (в задании 2), а контроль проводить по осциллографу.

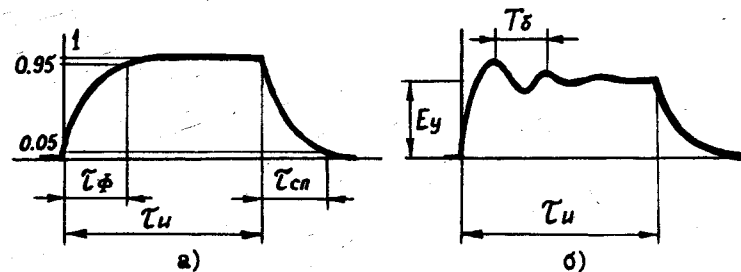


Рис. 13

Снятие зависимости коэффициента демодуляции от частоты модуляции

Для снятия зависимости  $D(F_m) = \frac{M_{вых}}{M_{max}}$  необходимо:

а) собрать лабораторную установку (рис. 14);

б) установить амплитуду несущей частоты на входе усилителя  $A_0 = 0,1 \dots 0,2$  В. После установки частоты  $f = f_p$  по лимбу генератора Г4-102 ( $f_p$  указана на макете) построить частоту до резонанса, контроль - по осциллографу;

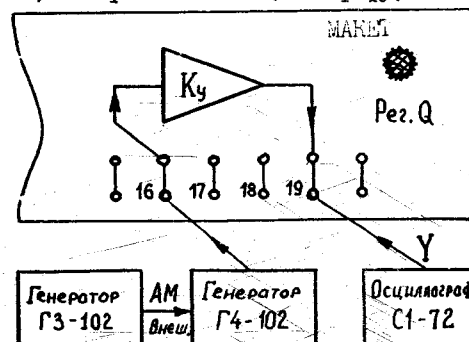


Рис. 14

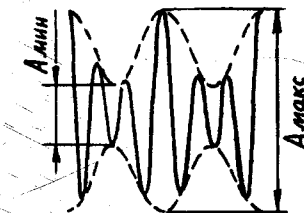


Рис. 15

в) перевести генератор Г4-102 в режим внешней модуляции от генератора Г3-102 и установить глубину модуляции  $M_{вх} = 0,7 \dots 0,9$ , используя для этого плавную регулировку выходного напряжения генератора низкой частоты и дискретную регулировку "глубина модуляции" генератора высокой частоты. Измерение  $M_{вх}$  и  $M_{вых}$  проводить с помощью осциллографа (рис. 15), используя формулу

$$M = \frac{A_{max} - A_{min}}{A_{max} + A_{min}} ;$$

г) построить в линейном масштабе экспериментальную и теоретическую зависимости  $D(F_m)$ . Для расчета  $D(F_m) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2Q}{f_p}\right)^2 F_m^2}}$  определить добротность контура  $Q$ .

При снятии зависимости  $D(F_m)$  изменять частоту модуляции  $F_m$  от 20 Гц до значения  $F_m$ , при котором  $M_{вых}$  уменьшится до величины  $0,2 M_{вх}$ . Контролировать постоянство  $M_{вх}$  с помощью осциллографа, подключая его на вход усилителя.