

МАЛОШУМЯЩИЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

М. С. АЛЕЙНИКОВ, С. А. ГРАЧЕВ, Е. П. КОЛЬЦОВ, К. Л. ПЕСТЕРЕВ,
В. С. ТИТОВ

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры
приборов и устройств систем автоматики)

Малошумящий электронный усилитель предназначен для усиления сигналов фотоприемников видимого и инфракрасного диапазонов частот излучения.

Известно [1], что основной характеристикой фотоприемника является величина удельной обнаружительной способности

$$D^* = \frac{\sqrt{A \cdot \Delta f}}{P_n}, \quad (1)$$

где:

A — освещаемая площадь фоточувствительной поверхности приемника,

Δf — полоса пропускания, в которой измеряются шумы,

P_n — минимальная обнаруживаемая мощность сигнала (пороговая мощность).

Кроме того, обнаружительная способность приемника зависит от напряжения шума на выходе усилителя и чувствительности приемника, эта зависимость описывается выражением

$$D^* = \frac{\sqrt{A}}{N_f} \cdot R_\omega, \quad (2)$$

где N_f — среднеквадратичное напряжение шума на частоте в единичной полосе пропускания.

R_ω — интегральная чувствительность приемника.

Напряжение шума связано с коэффициентом и величиной выходного напряжения усилителя. Эта связь описывается формулой (3)

$$N_f = \frac{1}{g_{\max}} \cdot \sqrt{\frac{U^2}{\Delta f}}, \quad (3)$$

где

$g_{\max}$ — максимальный коэффициент усиления избирательного усилителя,

U — величина выходного напряжения усилителя.

Зависимость интегральной чувствительности приемника от частоты измерения в простейшем случае имеет вид:

$$R_{\omega} = \frac{R_0}{\sqrt{1 + (2\pi f_c \tau)^2}}, \quad (4)$$

где

R_0 — интегральная чувствительность приемника на нулевой частоте,

f_c — частота измерения (модуляции),

τ — постоянная времени,

Подставляя (3) и (4) в (2), получим

$$D^* = \frac{g_{\max} \sqrt{A \Delta f} \cdot R_0}{\sqrt{U^2} \cdot \sqrt{1 + (2\pi f_c \tau)^2}}. \quad (5)$$

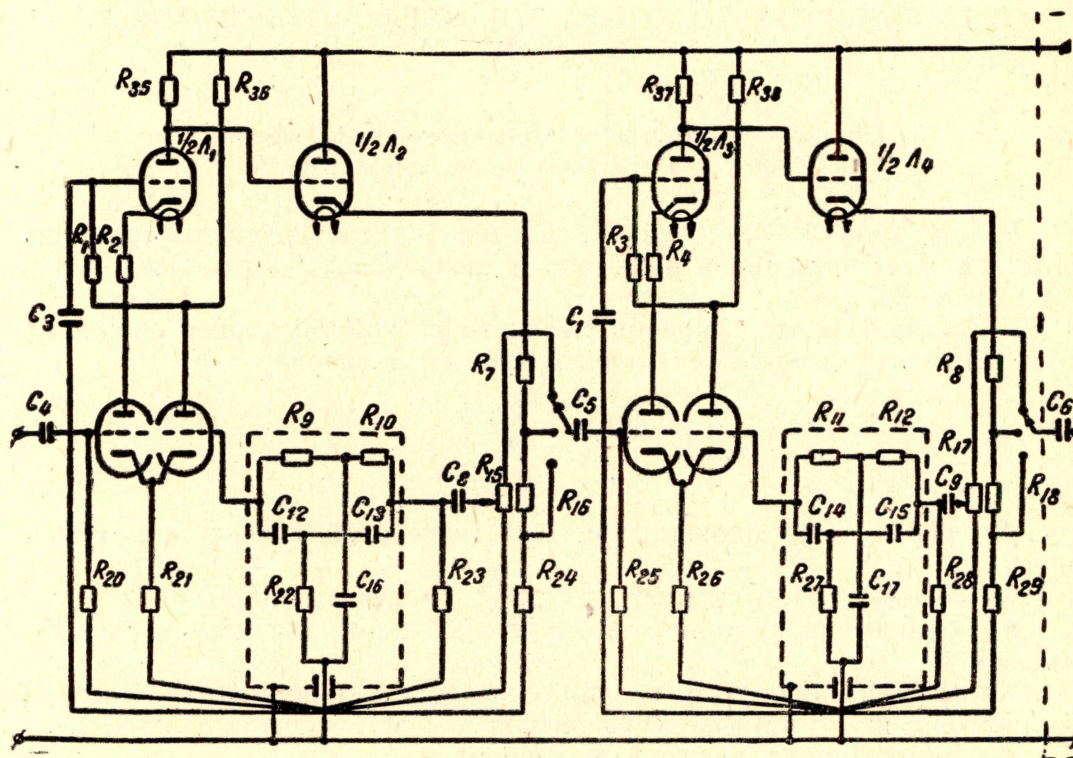


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя

Приравнявая правые части выражения (1) и (5), будем иметь

$$P_n = \frac{U \sqrt{1 + (2\pi f_c \tau)^2}}{g_{\max} \cdot R_0}. \quad (6)$$

R_{ω} обычно берется в относительных единицах, т.е. в (6) $R_0 = 1$. Тогда

$$P_n = \frac{U \cdot \sqrt{1 + (\omega \tau)^2}}{g_{\max}}. \quad (7)$$

Из (1), (3), (7), задавая величину напряжения на выходе усилителя и минимальную мощность сигнала, подлежащего измерению, и зная величину обнаружительной способности D^* , среднеквадратичное напряжение шума N_f и постоянную времени приемника (из паспортных данных), можно определить частоту измерения (модуляции), коэффициент усиления и полосу пропускания избирательного усилителя.

Нами разработан усилитель для усиления сигналов от фоторезисторов, темновое сопротивление которых лежит в пределах $30 \div 150 \text{ ком}$, среднеквадратичное значение собственных шумов не превышает $5 \cdot 10^{-6} \text{ в}$, а постоянная времени лежит в пределах $3 \div 5 \text{ мк/сек}$.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1. Коэффициент усиления усилителя составляет 120 дб в полосе пропускания от 4 до 60 Гц при частоте измерения (модуляции) 600 Гц. Собственные шумы усилителя не превышают 10^{-6} в . Для уменьшения шумов применен высокостабилизированный источник питания. Зависимость выходного напряжения источника питания от входного приведена на рис. 2. Схема усилителя выполнена на трехкаскадной схеме с отрицательной обратной связью, на лампах 6Н17Б. Применение ламп указанного типа дает возможность уменьшить габариты по сравнению с имеющимися подобного типа усилителями, выполненными на лампах 6Н2П, 6Н1П [2].

Кроме того, для уменьшения шума и влияния нестабильности выпрямителя введена фильтрация анодного напряжения в первом каскаде усилителя, что позволяет снизить требования к коэффициенту стабилизации источника питания, при сохранении характеристик чувствительности и коэффициента усиления усилителя. Частотная характеристика усилителя приведена на рис. 3.

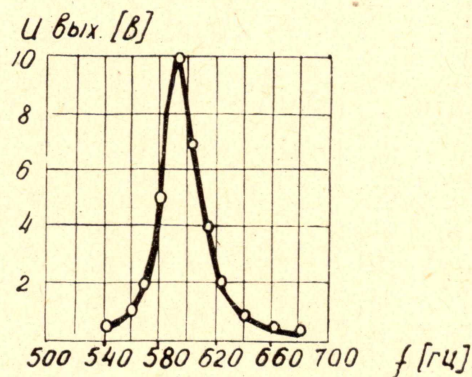


Рис. 2. Зависимость выходного напряжения стабилизированного источника питания от входного

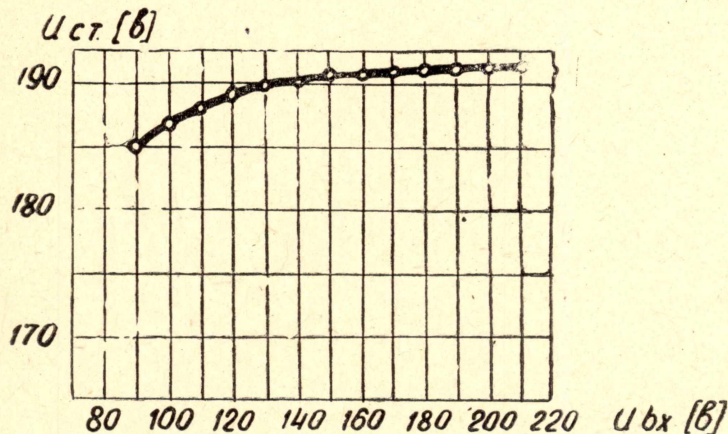


Рис. 3. Частотная характеристика данного усилителя

Подобного типа усилители легко могут переходить в режим генерации. Для устранения этого явления Т-образные мосты, стоящие в цепи отрицательной обратной связи, необходимо экранировать.

Требования к экранировке фильтров рекомендованы в [3]. При частоте 600 Гц и полосе 5 Гц получен коэффициент усиления 5×10^7 при неизменной чувствительности усилителя. Усилитель обеспечивает регулировку коэффициента усиления как плавно, так и ступенчато.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ж. Шоль, И. Марфан и др. Приемники инфракрасного излучения. Изд. «Мир», 1969.
 2. Н. А. Соболева, А. Г. Берковский и др. Фотоэлектронные приборы, Изд. «Наука», 1962 г.
 3. Е. В. Кучис. Узкополосный электронный усилитель. ПТЭ № 2, 74, 1960.
-