

Министерство высшего и среднего специального образования
РСФСР

Ордена Трудового Красного Знамени
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

Препринт № 62



НИРФИ

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСИЛИТЕЛЕЙ
С ЗАЗЕМЛЕННОЙ СЕТКОЙ
ВО ВХОДНЫХ КАСКАДАХ КВ ПРИЕМНИКОВ

В.Д.Красильников

Горький - 1974 г

В работе показана возможность применения в диапазоне КВ усилителя с заземленной сеткой со слабой реактивной связью входного контура с лампой.

Приведены экспериментальные результаты по забитию, перекрестной и взаимной модуляции.

In the paper the possibility is shown of using SW amplifier with a grounded grid with weak reactive coupling of the input circuit with tube.

The experimental results of suppression, crossed and mutual modulation are presented.

При уровнях мешающих напряжений в антенне порядка десяти и более вольт основным усилительным элементом в КВ диапазоне, обеспечивающим работу радиоприемного устройства при допустимых нелинейных искажениях принимаемого сигнала, являются электронные лампы. Малый уровень нелинейных искажений обычно достигается выбором типа лампы и введением возможно более глубокой отрицательной обратной связи (ООС) при минимальной потере чувствительности. В работе [1] показано, что усилитель с заземленной сеткой благодаря 100%-ой ООС по току имеет значительно больший динамический диапазон по взаимной модуляции, чем усилитель с общим катодом, однако при необходимости получения высокой чувствительности из-за значительного шунтирования входного контура входным сопротивлением усилителя ($\sim \frac{1}{S}$, где S - крутизна лампы) происходит снижение его избирательности. Преимущество глубокой ООС можно реализовать с малой потерей избирательности, если использовать слабую реактивную (нешумящую) связь (рис.1) через $X_{\text{г}}$ входного контура с лампой. Однако из-за паразитных параметров ($C_{\text{кн}}$ - емкость катод - подогреватель, $C_{\text{гк}}$ - емкость сетка-

-катод, C_m - емкость монтажа) на высоких частотах КВ диапазона происходит значительное увеличение коэффициента шума, вызванное уменьшением сопротивления схемы слева от 2-2 для шумовых составляющих анодного тока. Поэтому для создания возможно большего сопротивления для шума лампы параллельно катод-сетка включается реактивность X_2 , со знаком противоположным X_1 . На рис.2 приведена эквивалентная шумовая схема входного усилителя по схеме рис.1, где g_A - активная проводимость антенны, приведенная к точкам I-I, g_{k_1} и b_{k_1} - активная и реактивная проводимости входного контура в т. I-I, b_1 - реактивная проводимость элемента связи; g_{k_2} , b_{k_2} и g_{b_k} , b_{b_k} - активные и реактивные проводимости корректирующей реактивности и лампы по схеме с общим катодом, g_3 - проводимость гасящего сопротивления экранной сетки лампы. При выполнении неравенств $S \gg g_{k_2} + g_{b_k} + g_3$ и $S \gg b_1$ (случай глубокой ОС) сопротивление справа от I-I

$$Z_{1-1} = \frac{1}{g_{k_1} + j(b_{k_1} + b_1)}, \quad (1)$$

а условие резонанса входной цепи $b_{k_1} + b_1 = 0$. Добротность входной цепи с учетом влияния g_A и пересчитанной к т. I-I активной входной проводимости усилителя - §

$$Q = \frac{Q_{k_1}}{1 + \frac{g_A}{g_{k_1}} \left(1 + \frac{g_0}{S}\right)}, \quad (2)$$

где $g_0 = b_1^2 / g_A$, Q_{K_1} - собственная добротность входного контура. Из рис. 2 на основании [2] коэффициент шума при резонансе с учетом шума нагрузки g_H определяется выражением:

$$F = 1 + \frac{g_{K_1}}{g_A} + \left(1 + \frac{g_{K_1}}{g_A}\right) \cdot \frac{hg_{b_x} + g_{K_2} + g_3}{g_0} + R_{ш} \cdot g_0 \cdot \left[1 + \frac{1}{g_0} \left(1 + \frac{g_{K_1}}{g_A}\right) (g_{b_x} + g_{K_2} + g_{b_x})\right]^2 + \frac{R_{ш}}{g_0} \left(1 + \frac{g_{K_1}}{g_A}\right)^2 \cdot (b_1 + b_2 + b_{b_x})^2 + \frac{g_H}{g_0} \cdot \left(1 + \frac{g_{K_1}}{g_A}\right)^2 \quad (3)$$

h - коэффициент входного шума лампы, $R_{ш}$ - шумовое сопротивление лампы.

Предпоследний член в (3) обращается в нуль, если:

$$b_1 + b_2 + b_{b_x} = 0. \quad (4)$$

Из рис. 2 следует, что проводимость на частоте сигнала слева от 2-2

$$\dot{Y}_{2-2} = g_{K_2} + g_{b_x} + g_3 + \frac{b_1^2}{g_A + g_{K_1}} + j(b_1 + b_2 - b_{b_x}) \quad (5)$$

Сравнивая (4) и (5) видим, что выполнение условия (4) эквивалентно созданию параллельного резонанса для

\dot{Y}_{2-2} , и следовательно, максимального сопротивления для шумовых составляющих анодного тока.

Знак b_2 должен быть противоположен знаку $b_1 + b_{b_x}$, и для выполнения условия (4) в диапазоне частот ω должна быть переменной, что приводит к усложнению входной цепи. Поэтому целесообразно добиться равенства (4)

Для получения возможно большей величины $U_{\text{пор}A}$, необходимо уменьшать g_{ω} , что имеет место при уменьшении β_1 , однако брать β_1 , меньше $(1 + 2) \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{ом}}$ нецелесообразно, так как при этом трудно получить необходимое усиление по мощности для обеспечения чувствительности приемника в целом при сохранении устойчивости усилителя.

Определим порядок величин, входящих в формулу (II) для лампы 6Ж52П ($S = 55 \frac{\text{ма}}{\text{в}}$) на частоте

$f_0 = 30$ МГц при $f_{\text{ср}} = 25$ МГц, коэффициенте перекрытия $k = 1,4$, ориентировочной величине

$$\beta_1 = 2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{ом}}, \quad g_{\text{н}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{ом}} \quad \text{и} \quad F = 10.$$

При добротности корректирующей индуктивности

$$\sim 100 \text{ получим } g_{\omega} = 2,8 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{ом}} \quad \text{и} \quad g_0 = 1,4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{ом}}.$$

При $R_{A_0} = 75 \Omega$ и частоте помехи $\omega_{\text{п}}$ получим:

$$U_{\text{пор}A} \approx 25 U_{\text{пор}} \sqrt{1 + \left[\left(\frac{\omega_{\text{п}}}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega_{\text{п}}} \right) \cdot \frac{Q_{\text{к}1}}{2} \right]^2}.$$

Величина допустимого мешающего напряжения на согласованной с антенной нагрузке равна:

$$U'_{\text{пор}A} = \frac{U_{\text{пор}A}}{2} \approx 12,5 \cdot U_{\text{пор}} \sqrt{1 + \left[\left(\frac{\omega_{\text{п}}}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega_{\text{п}}} \right) \cdot \frac{Q_{\text{к}1}}{2} \right]^2}.$$

Для $\omega_{\text{п}} \sim \omega_0$ $U'_{\text{пор}A} \sim 12,5 U_{\text{пор}}$.

При $\frac{\omega_{\text{п}} - \omega_0}{\omega_{\text{п}}} \sim 0,1$ и $Q_{\text{к}1} = 100$ $U'_{\text{пор}A} \sim 125 U_{\text{пор}}$.

Для случая $\beta_2 \sim 0$ $U'_{\text{пор}A}$ снижается приблизительно в 2 раза. При $\beta_1 = 2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{ом}}$ сг. жение добротности за

счет входного сопротивления усилителя, вычисленное по (2), не превышает 1%.

Экспериментальная проверка проводилась на лампе 6Ж52П на частотах 2,5 МГц и 25 МГц при $F = 10$ и показала удовлетворительное совпадение с теорией. Измеренная величина $U_{\text{пор}}$ по забитию и перекрестной модуляции - 0,45 в и 0,15 в ($m_{\text{пер}} \sim 3\%$), что соответствовало уровню мешающих напряжений при 10% расстройке - 152 + 154 дБ и 142 + 144 дБ ($m = 30\%$) относительно 1 мкВ. Динамический диапазон усилителя по взаимной модуляции на частоте 2,5 МГц - 100 дБ (относительно 1 мкВ).

На основании расчетов и эксперимента можно заключить, что описанная схема имеет достаточно высокие характеристики по забитию и перекрестной модуляции и может быть использована во входных каскадах приемников КВ диапазона с одноконтурной входной цепью, работающих при больших уровнях мешающих сигналов (до 40+50 вольт при 10% расстройке). При этом усилительная лампа практически не ухудшает избирательности входной цепи.

Для реализации высоких параметров схемы необходимо использовать лампы с большой крутизной, малым шумовым сопротивлением, малой $\dot{Y}_{\text{ак}}$ и возможно большим раствором амплитудной характеристики. При уровне мешающих напряжений порядка нескольких вольт возможно построение подобных схем на транзисторах.

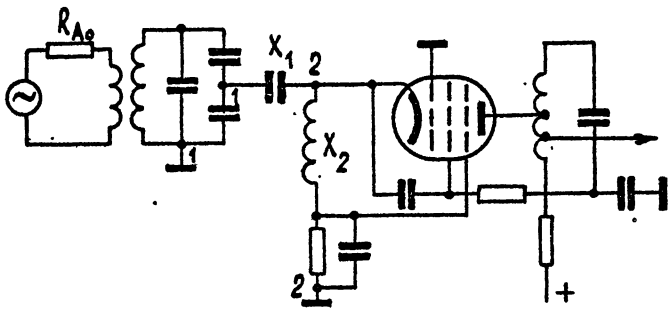


Рис. 1.

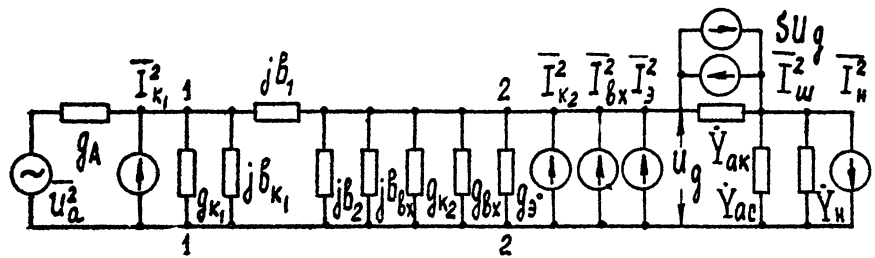


Рис. 2. °

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. С.А.Сергеевич. Динамический диапазон усилителей радиочастоты (УРЧ) с общим катодом и общей сеткой.
"Вопросы радиоэлектроники", серия - Общетеχνическая, 1970, выпуск 16 (МРП).
2. В.И.Сяфоров. Радиоприемные устройства. Воениздат 1954 г.
3. С.В.Перцов, К.А.Шуцкой. Усилители радиочастоты.
Изд-во "Энергия" 1969 г.