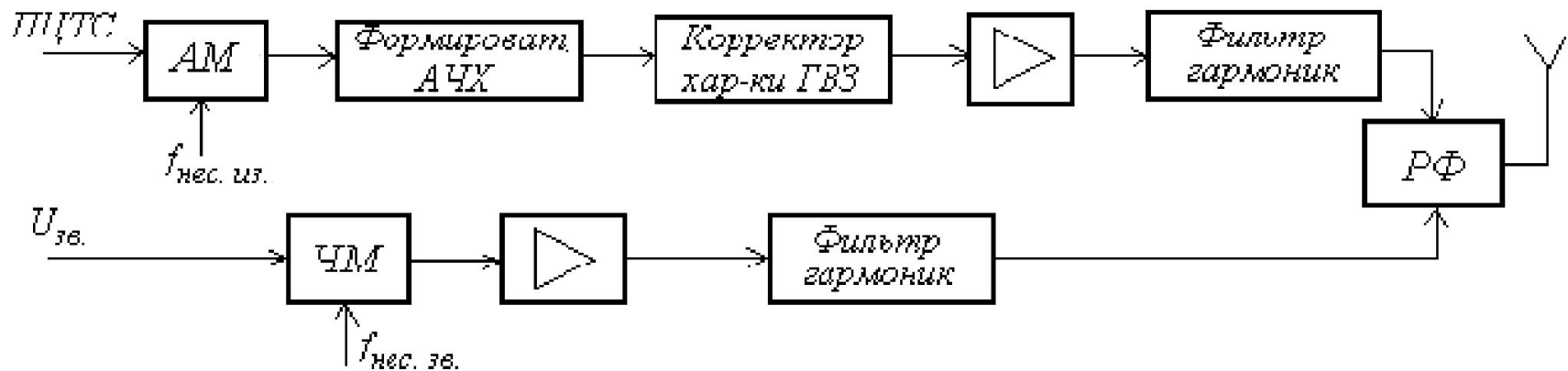


Радиопередающие устройства

Лекция последняя

Структурная схема передатчика с отдельным усилением сигналов изображения и звукового сопровождения (модуляция на низком уровне мощности на выходной частоте)



Передатчик сигнала изображения с модуляцией на ПЧ

452

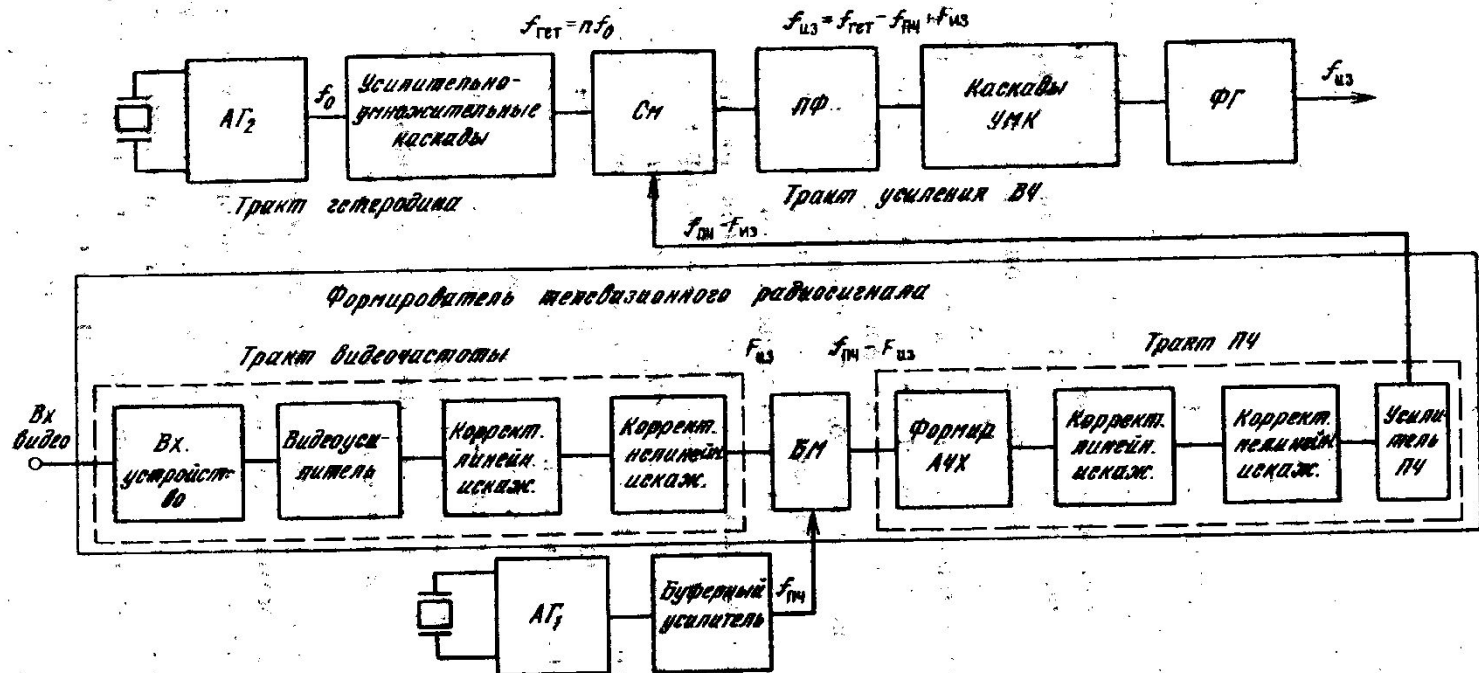


Рис. 9.7. Структурная схема передатчика сигналов изображения с модуляцией на промежуточной частоте

Совместная работа передатчиков изображения и звукового сопровождения

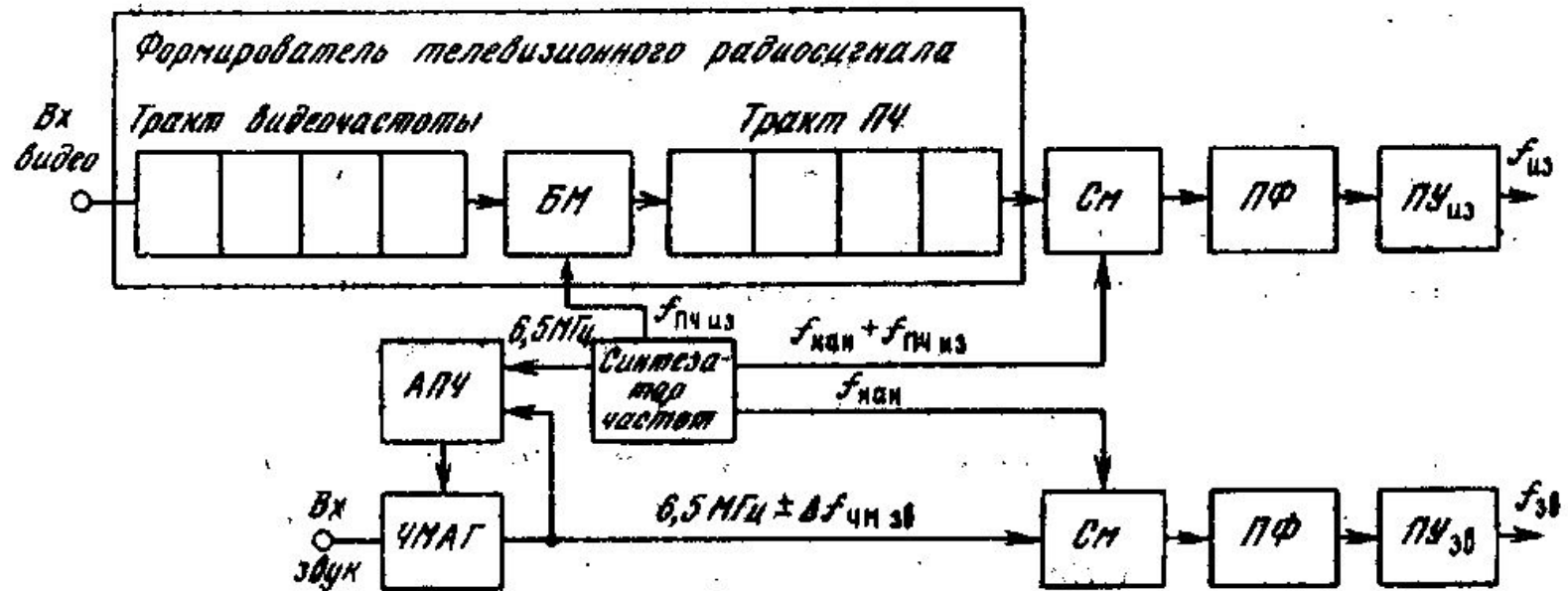
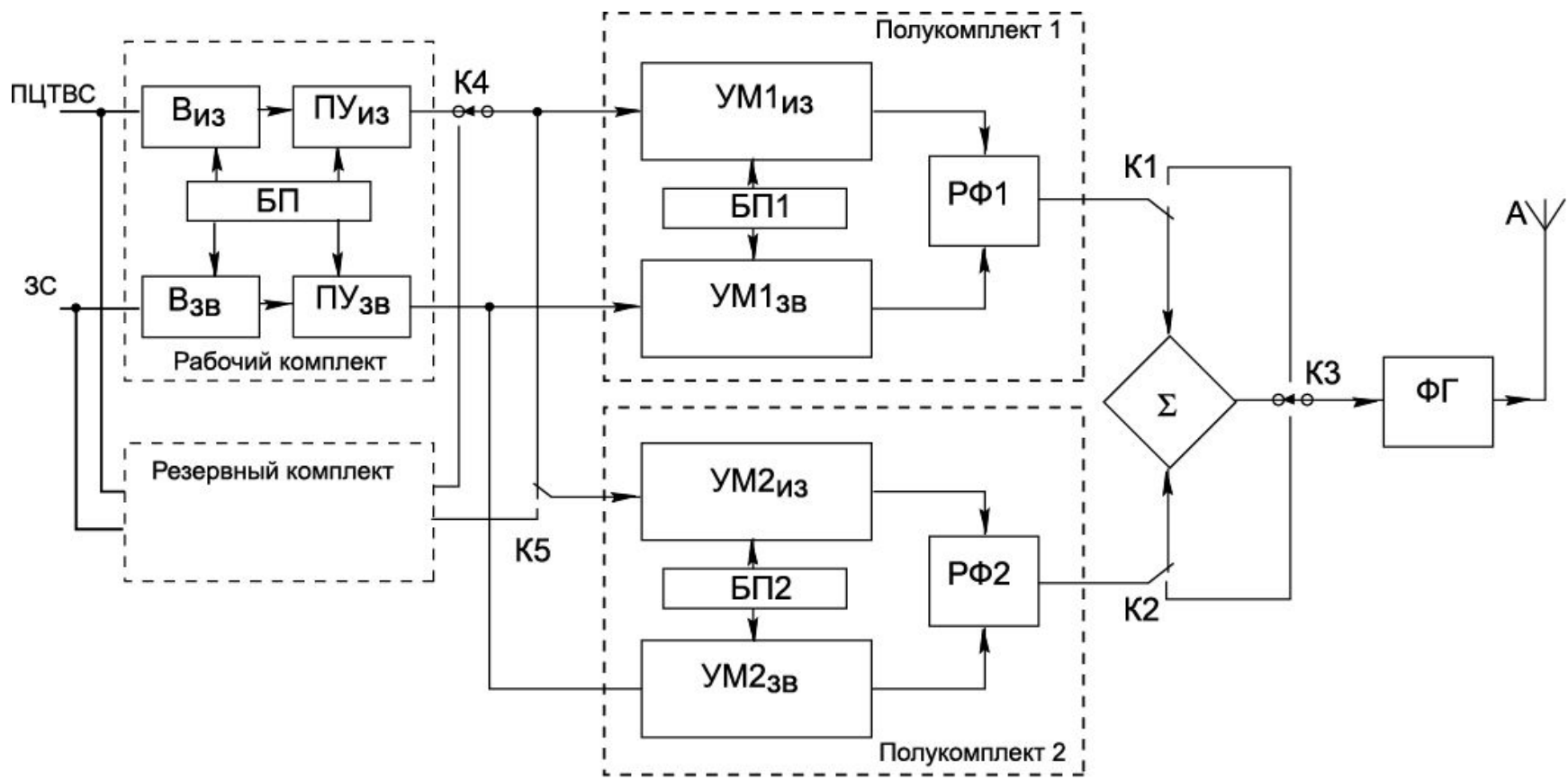
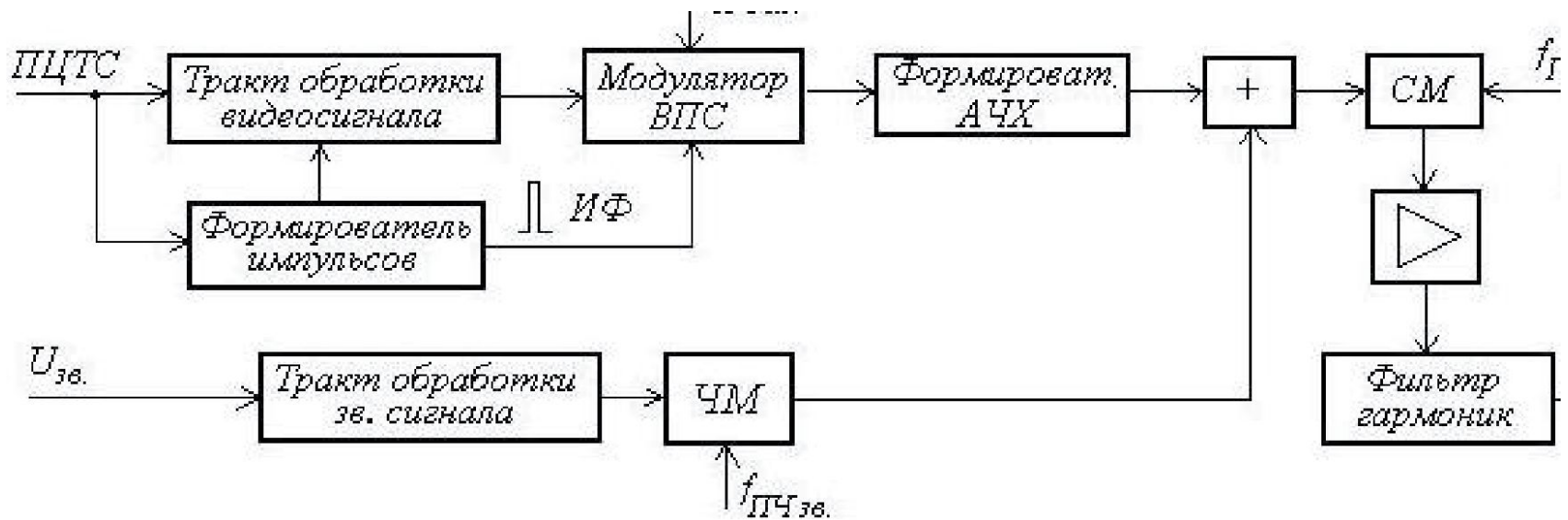


Рис. 9.8. Структурная схема возбуждителя-модулятора телевизионной РТС (первый вариант)

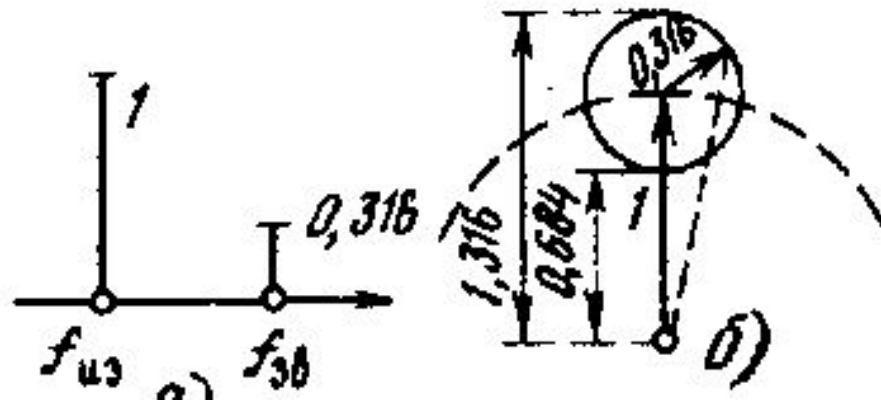
Резервирование ТВРС



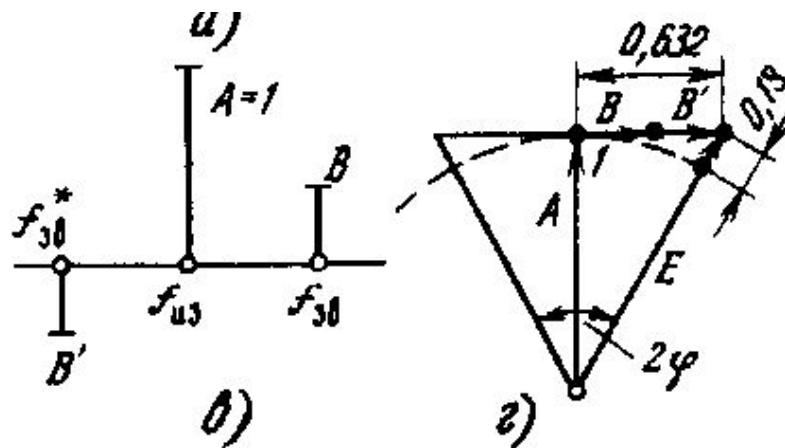
Передатчик с совместным усилением сигналов изображения и звука



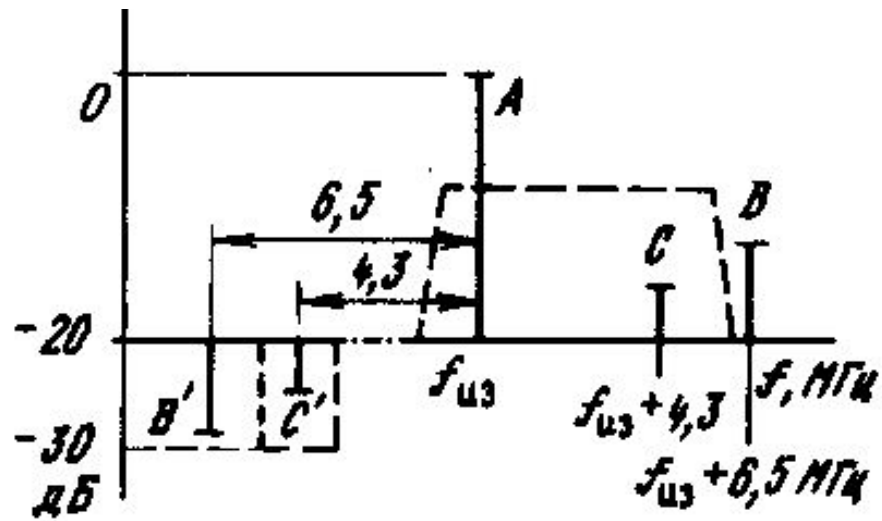
Совместное усиление сигналов изображения и звукового сопровождения



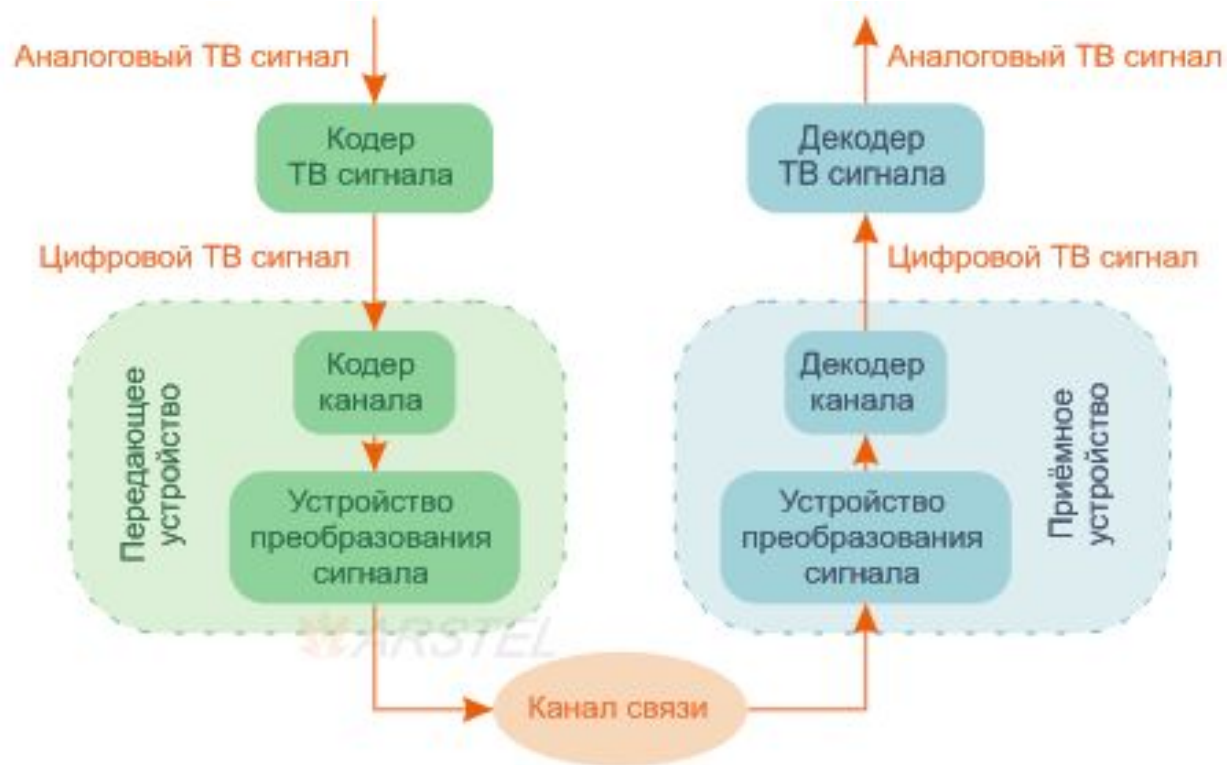
Устранение биений при совместном усилении сигналов



Устранение биений и комбинационных составляющих в спектре телевизионного сигнала



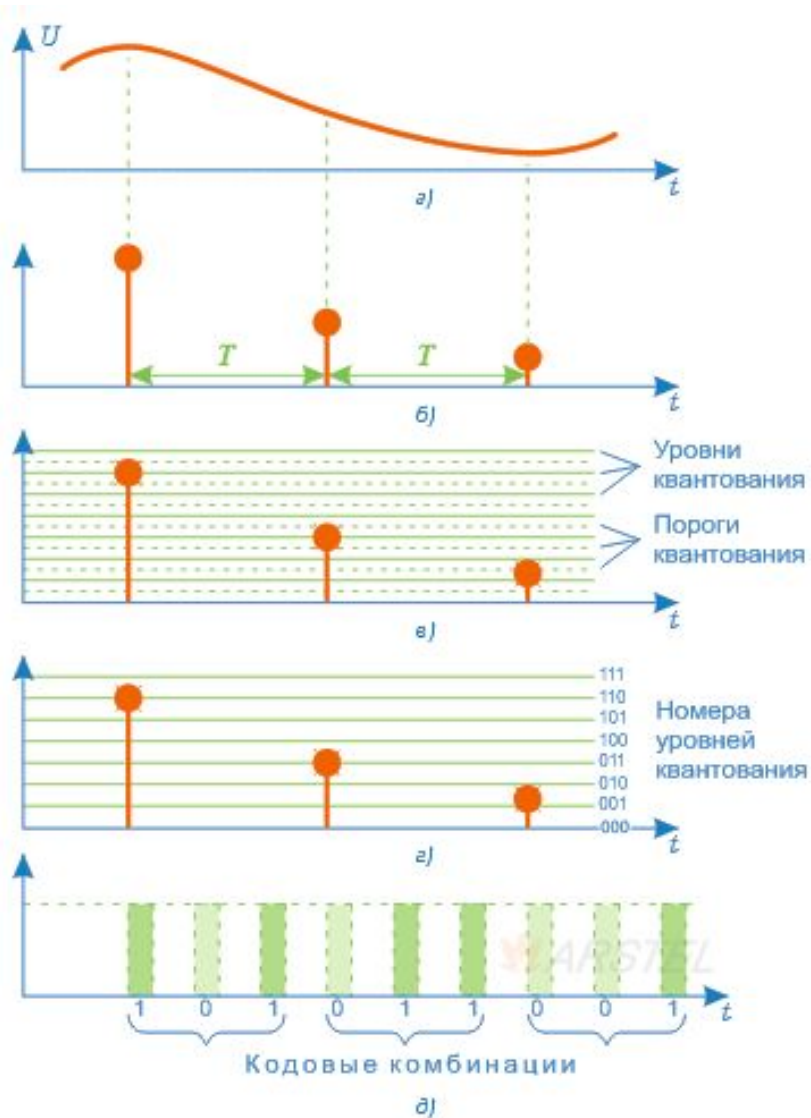
Цифровое телевизионное вещание



Цифровое кодирование телевизионного сигнала

- Кодирование телевизионного сигнала включает в себя три этапа:
- Дискретизация (по времени)
- Квантование (по уровню)
- Кодирование (цифровое представление отобранных уровней)

Кодирование телевизионного сигнала



Цифровой видеосигнал

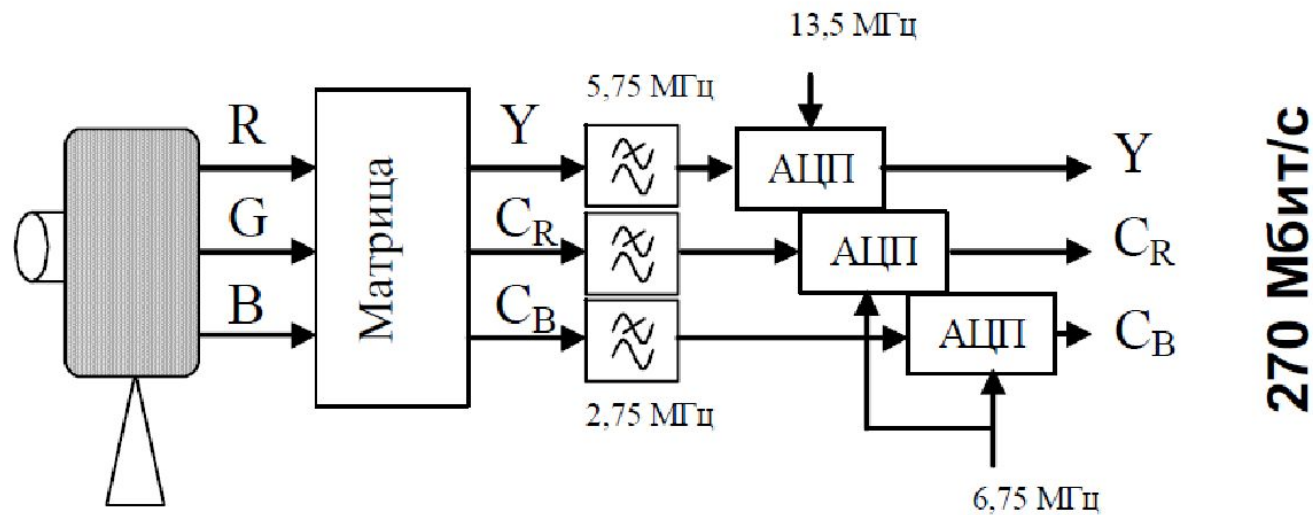


Рис. 9.1 — Преобразование аналоговых телевизионных сигналов в цифровые

Избыточность телевизионного сигнала

- Статистическая избыточность – вызвана корреляционными связями и предсказуемостью между элементами сигнала в одной строке, в смежных строках и соседних кадрах. Эта избыточность может быть устранена без потери информации, а исходные данные могут быть полностью восстановлены.

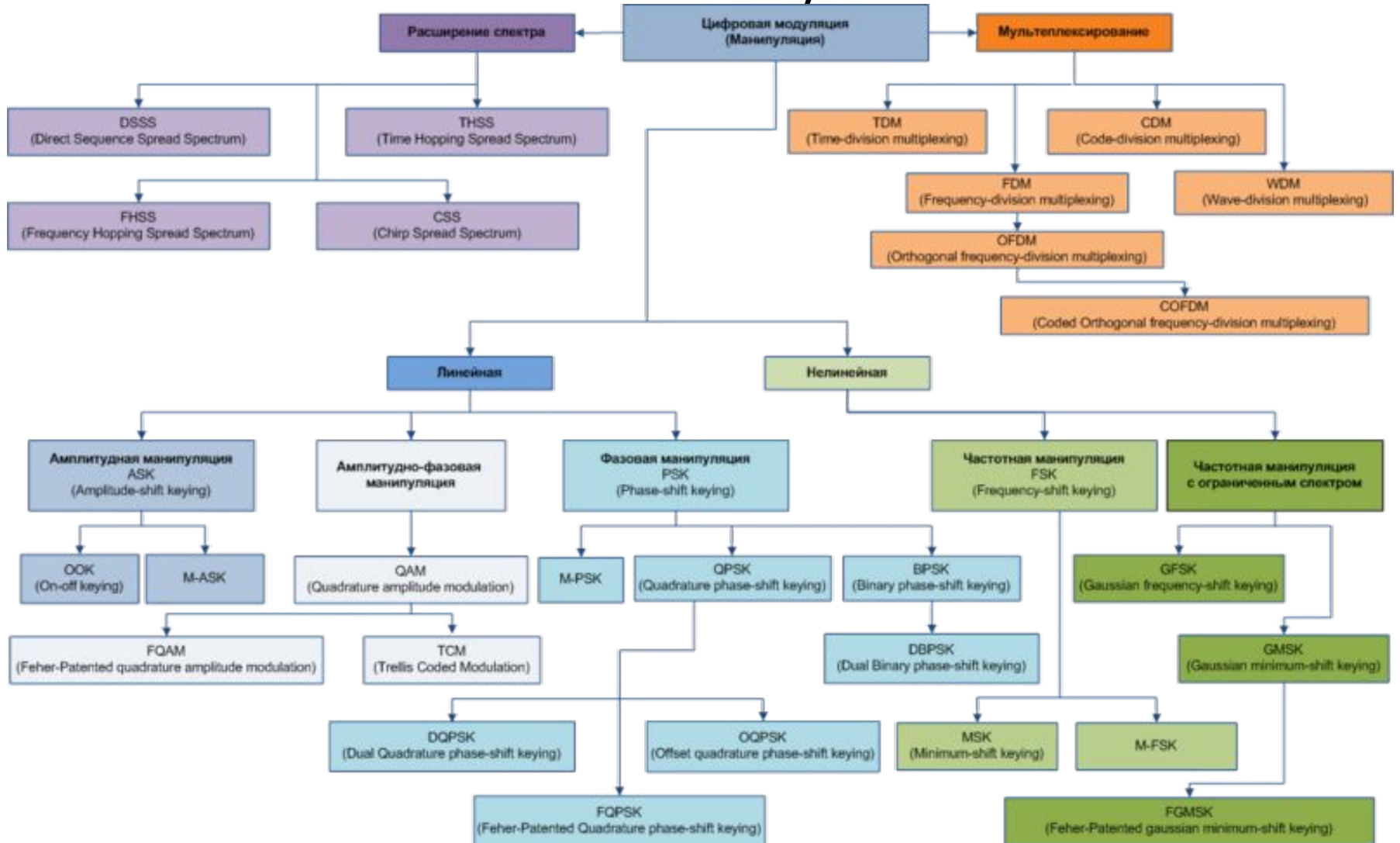
Избыточность телевизионного сигнала

- Визуальная избыточность – заключается в той части информации, которая не воспринимается глазом человека (например цветовая разрешающая способность зрения примерно в 4 раза ниже, чем яркостная). Ее можно устранить с частичной потерей данных, мало влияющих на качество воспроизводимого изображения.

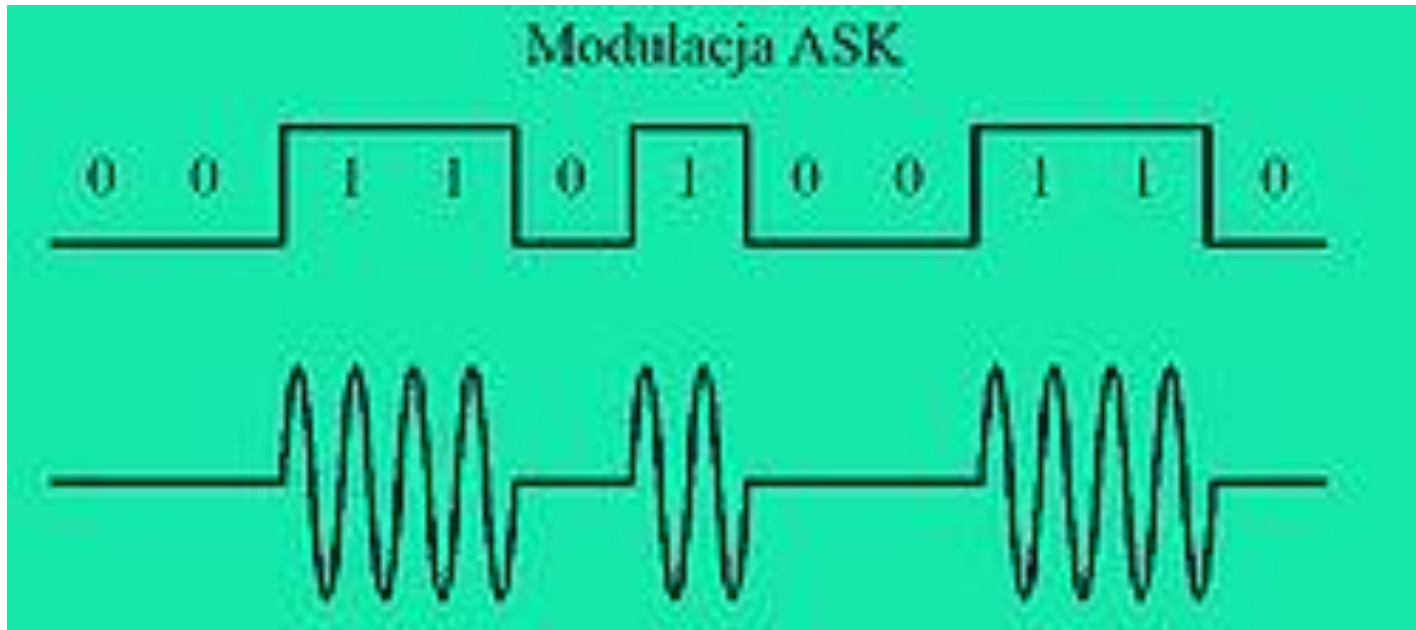
Избыточность телевизионного сигнала

- Структурная избыточность определяется законом разложения телевизионного изображения и связана со способом передачи телевизионного сигнала. Например, передаются постоянные по форме сигналы гашения, которые нет необходимости передавать в цифровом сигнале. Устранение этих сигналов позволяет уменьшить объем цифрового потока примерно на 23%.

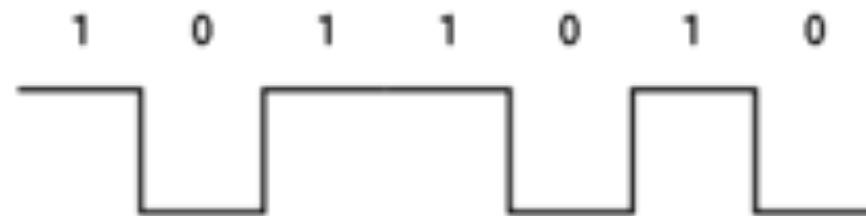
Цифровые методы модуляции (кодер канала)



Амплитудная манипуляция (ASK)



Фазовая манипуляция (PSK)



Двоичный код PRN

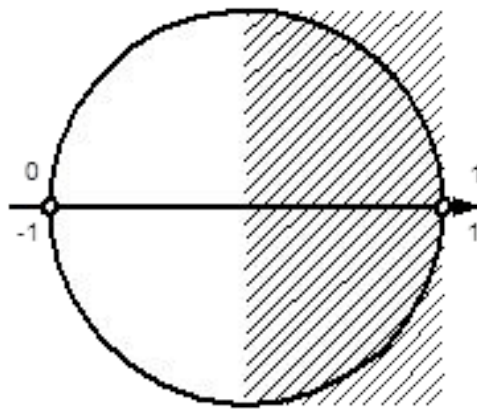


Несущая

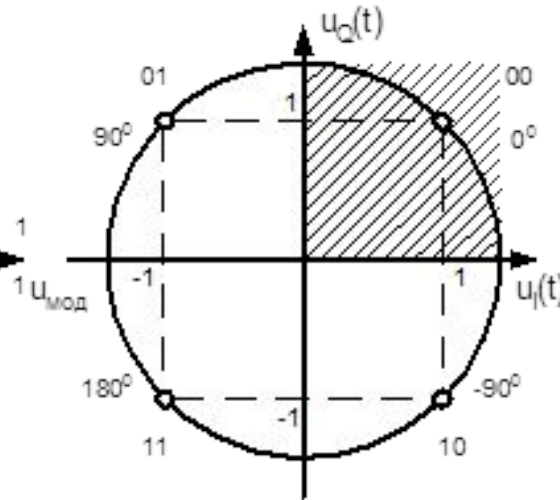


BPSK модулированный сигнал

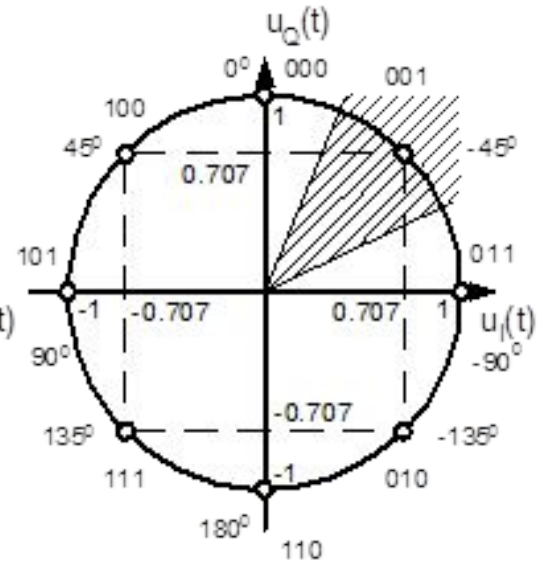
Различные виды фазовой манипуляции



M=2

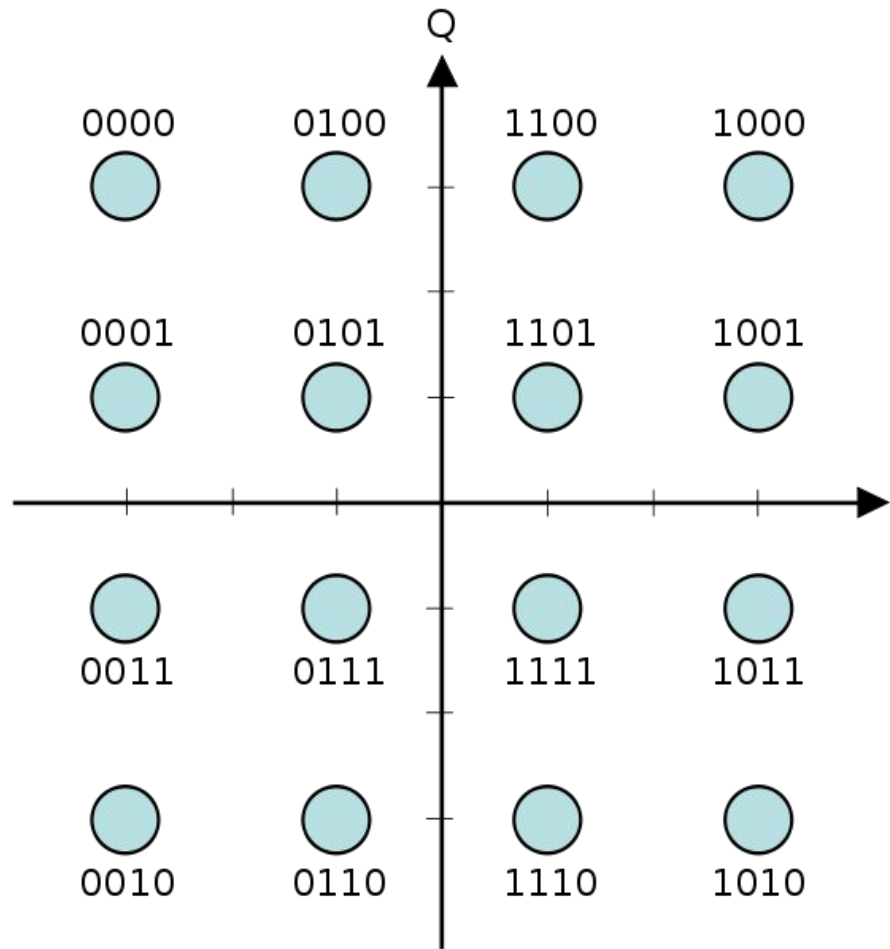


M=4

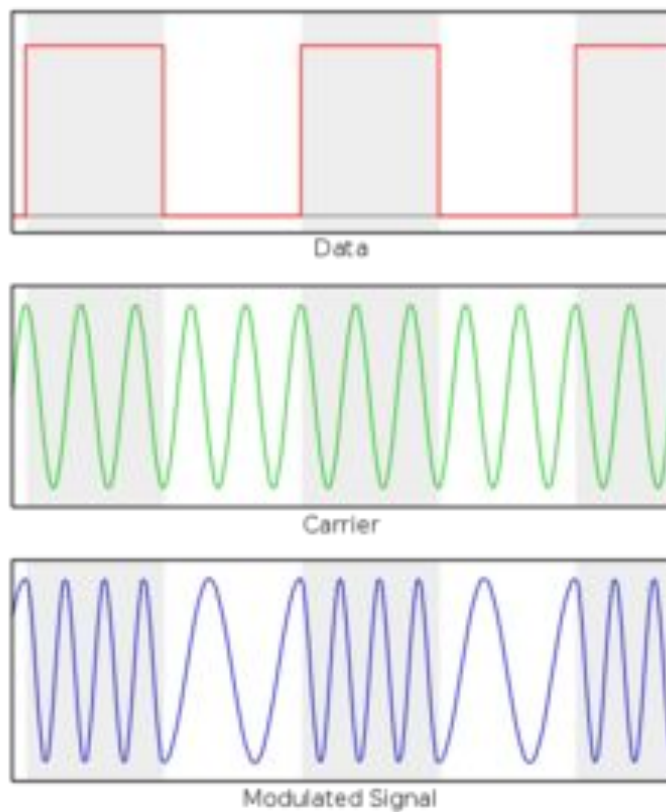


M=8

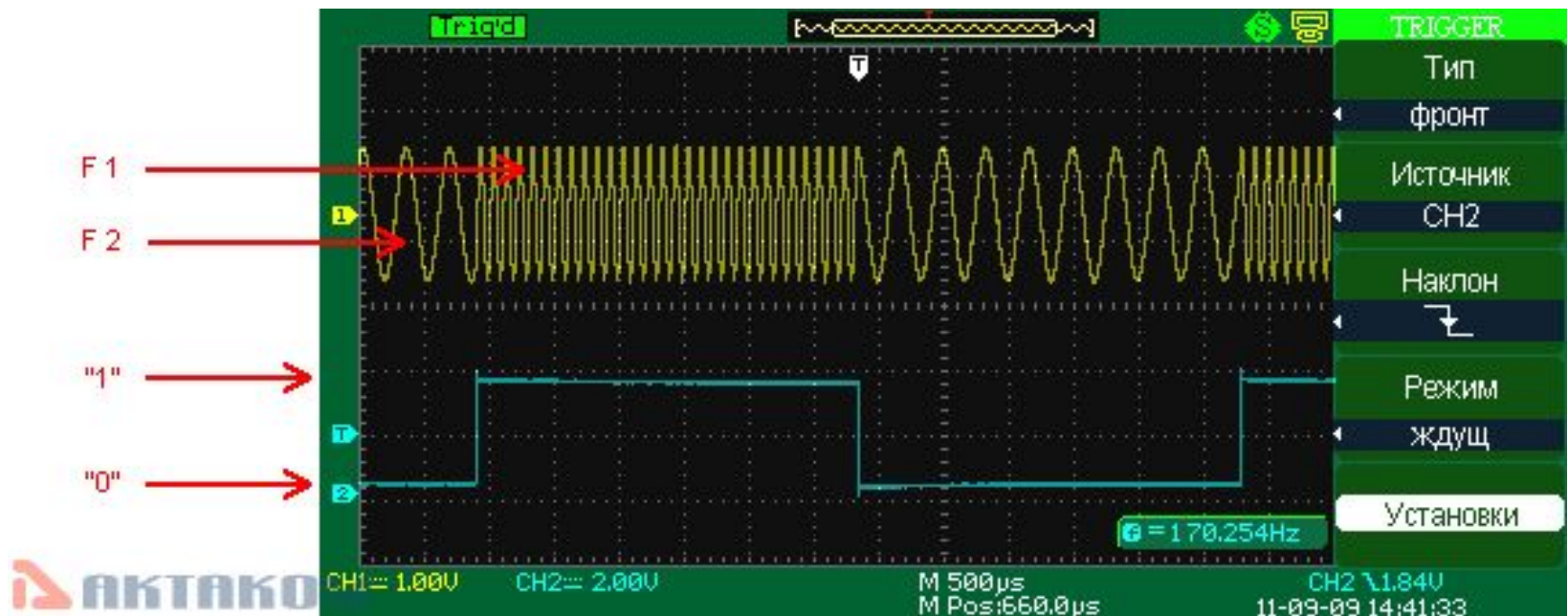
Амплитудно-фазовая модуляция (QAM)



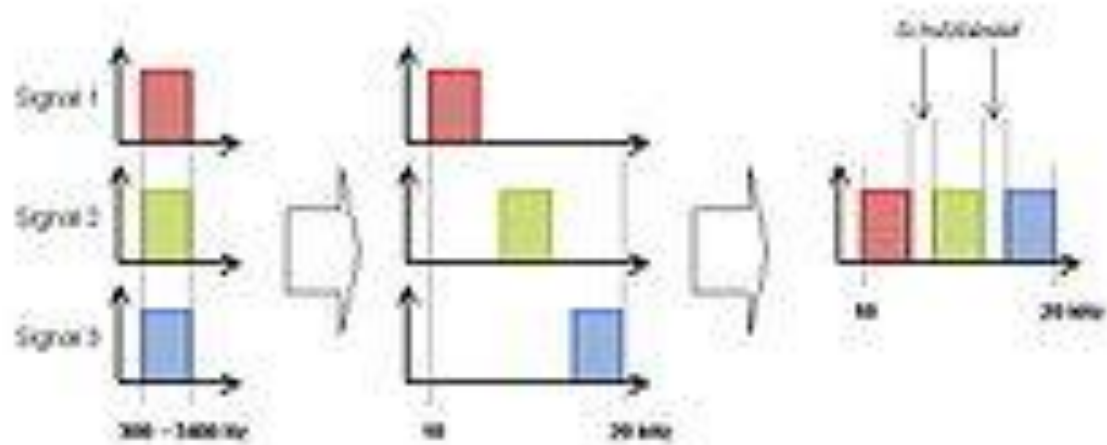
Частотная манипуляция



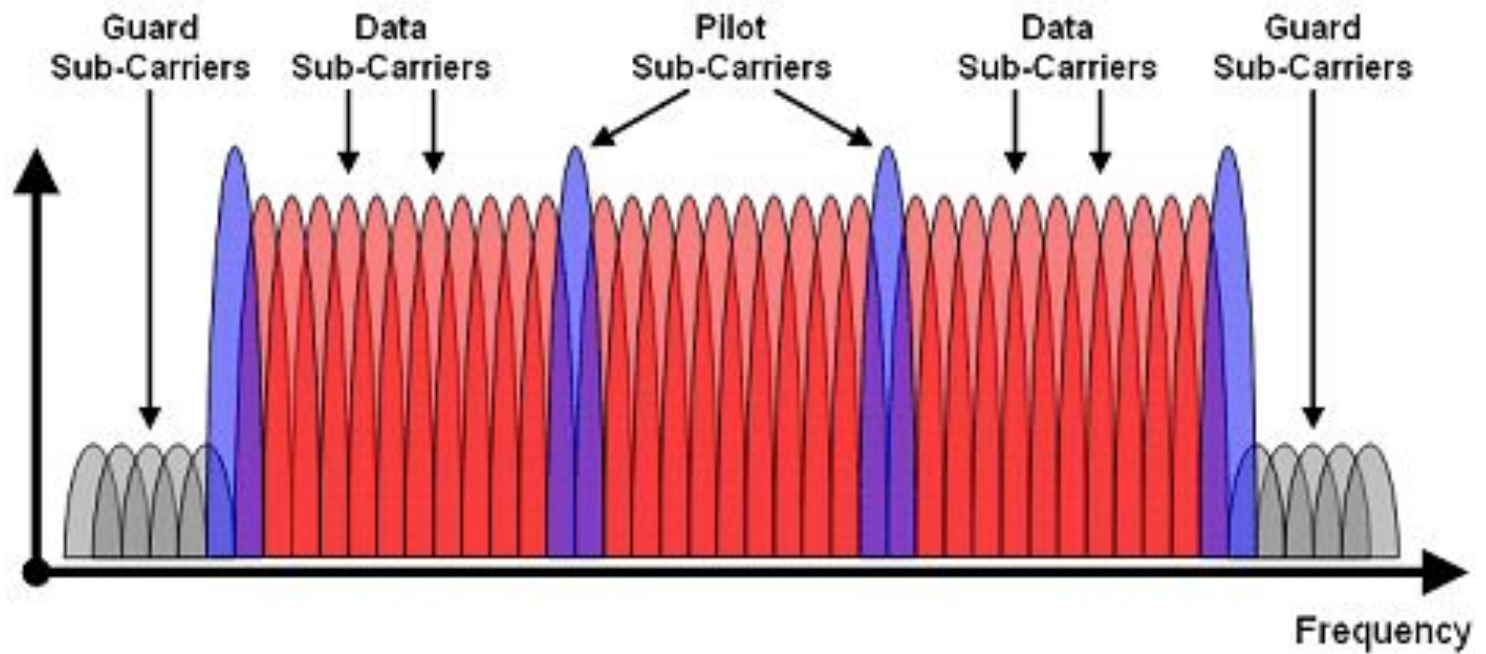
Частотная манипуляция



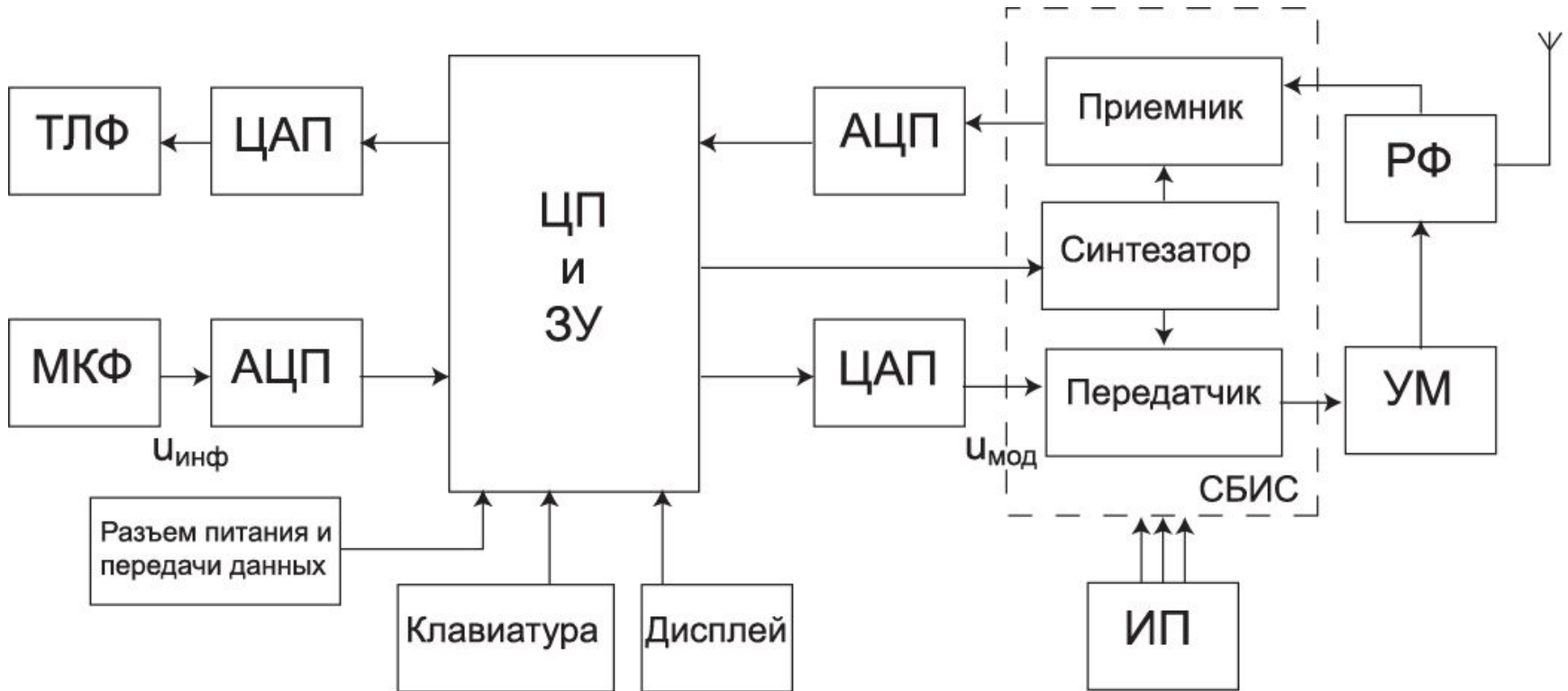
Мультиплексирование (FDM)



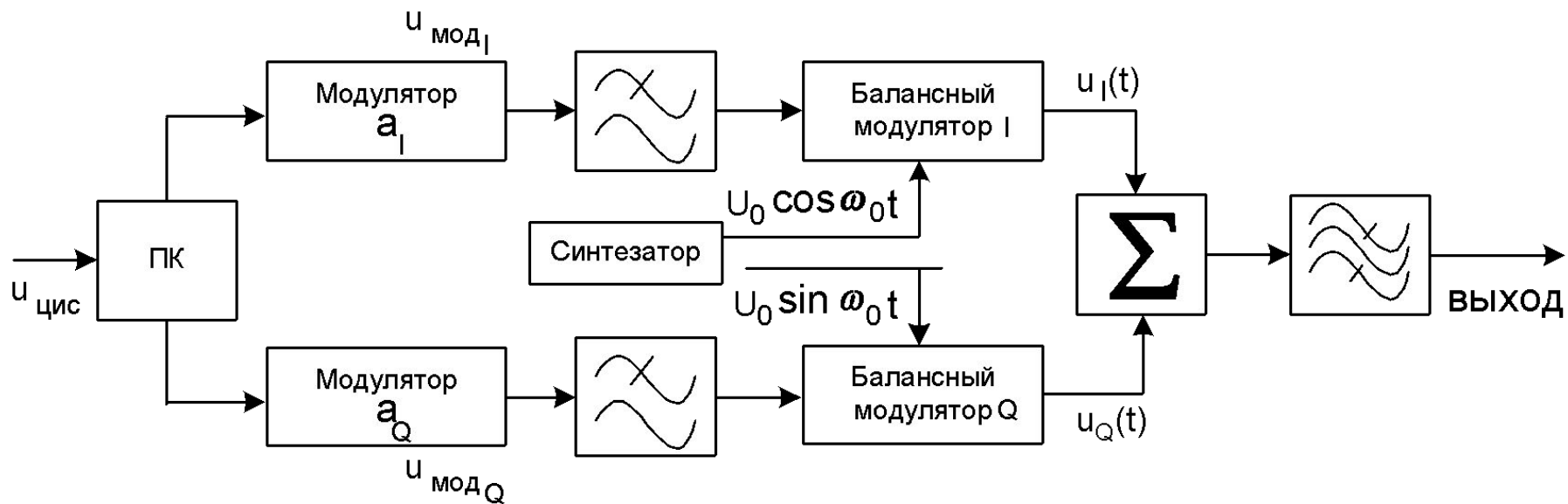
Мультиплексирование (OFDM)



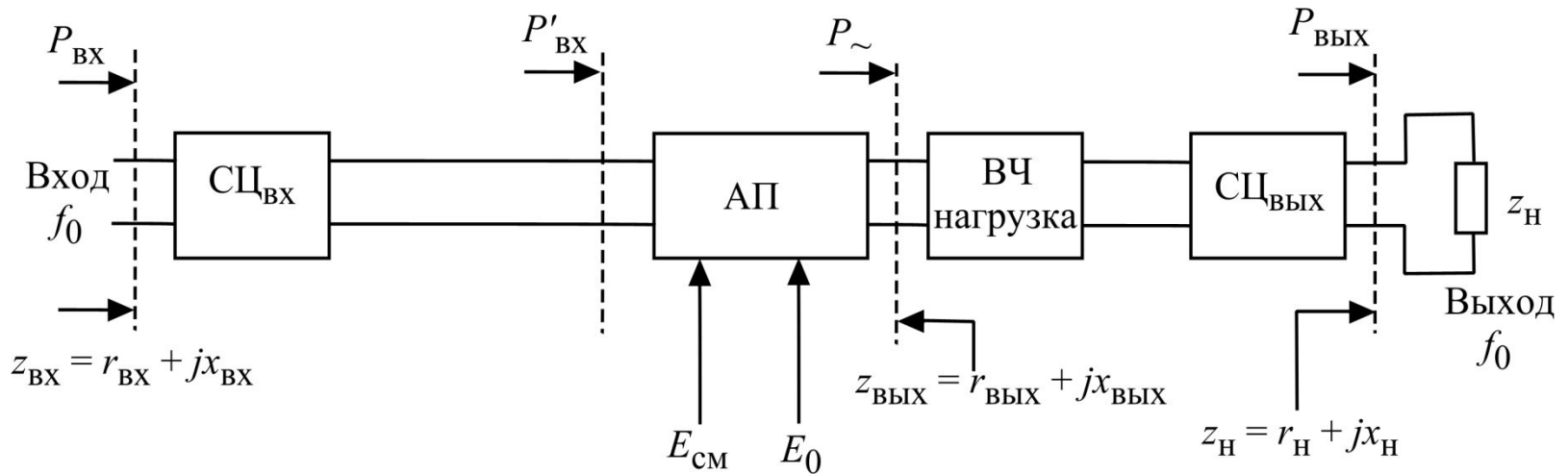
Структура мобильной станции



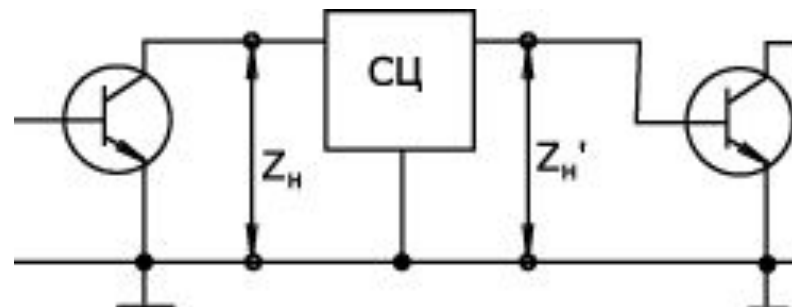
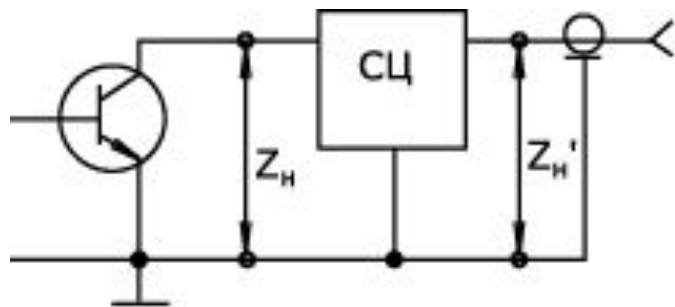
Структурная схема квадратурного модулятора



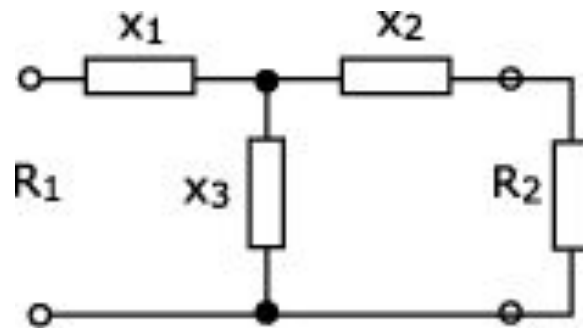
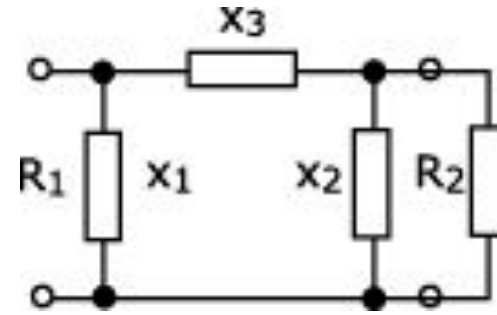
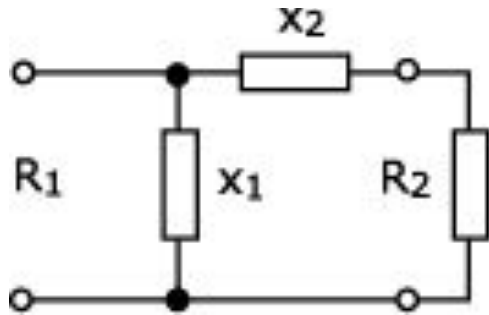
Оптимизация параметров усилителей МОЩНОСТИ

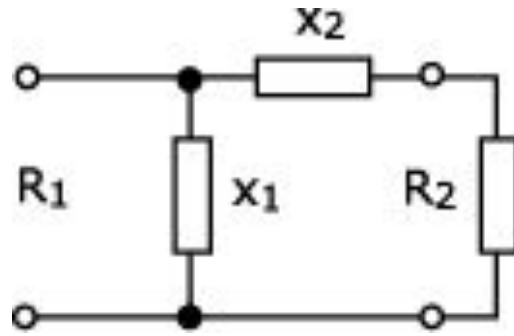


Согласующие цепи в усилителях мощности



Обобщенные схемы цепей связи в виде Г-, П- и Т-образных реактивных четырехполюсников





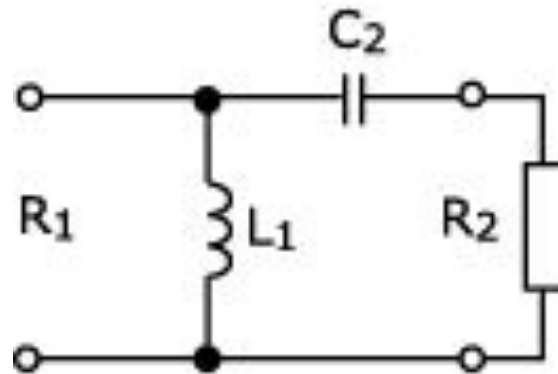
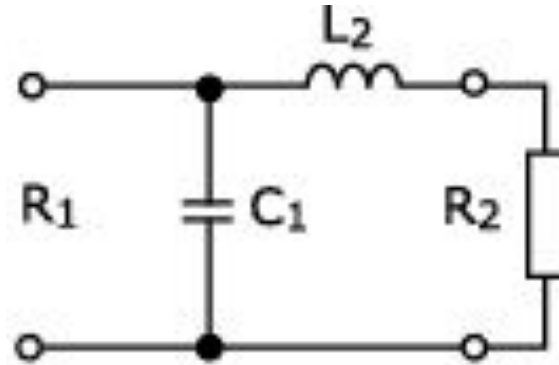
$$\mathbf{Z}_2 = R_2 + jx_2; \quad \mathbf{Y}_2 = \frac{1}{R_2 + jx_2} = \frac{R_2 - jx_2}{R_2^2 + x_2^2}$$

$$\mathbf{Y}_{\text{ex}} = \mathbf{Y}_2 + \frac{1}{jx_1} = \frac{1}{R_1}$$

если $R_1 = \frac{R_2^2 + x_2^2}{R_2} = R_2(1 + Q^2), \quad x_1 = -\frac{(R_2^2 + x_2^2)}{x_2} = -x_2(1 + Q^{-2}),$

где $Q = \frac{|x_2|}{R_2} = \frac{R_1}{|x_1|} \quad Q = \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}$

Две возможные схемы Г-звена типа фильтра нижних и верхних частот



Амплитудно-частотные характеристики
Г-трансформатора, нагруженного на сопротивление R_2 при
разных значениях отношения R_1/R_2

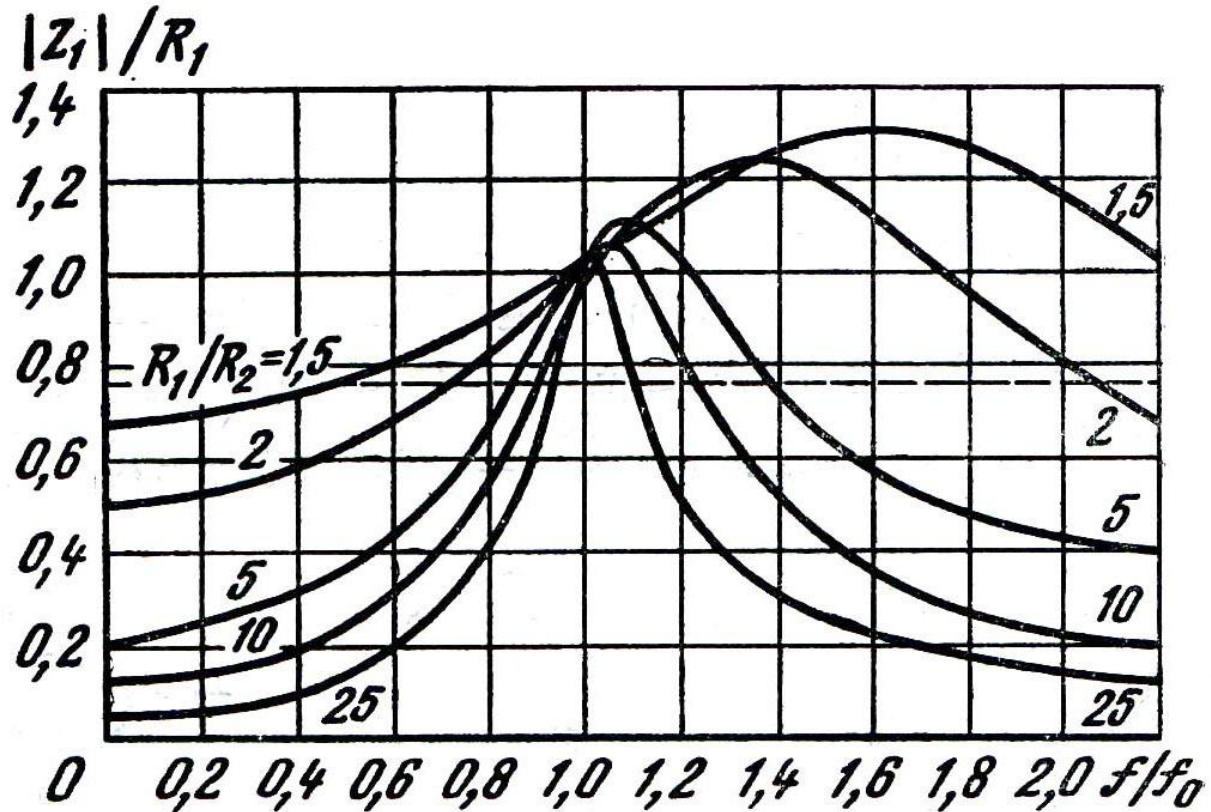
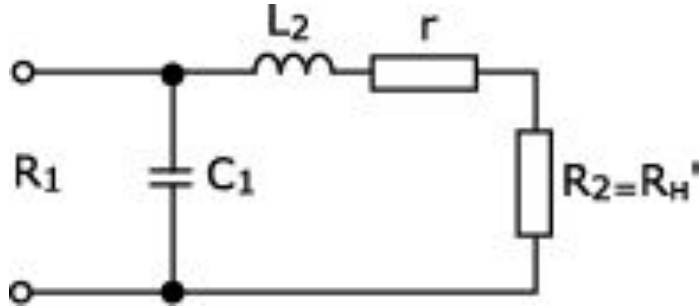


Схема Г-звена типа фильтра нижних частот с сопротивлением потерь в индуктивности



$$\eta_{\text{СЦ}} = \frac{P'_H}{P_1}$$

$$P_1 = P'_H + P_r = 0,5I_H^2(R_2 + r)$$

$$\eta_{\text{СЦ}} = \frac{R_2}{R_2 + r} = 1 - \frac{r}{R_2 + r}$$

$$r = \frac{\omega_0 L}{Q_{xx}}, \quad R_2 + r = \frac{\omega_0 L}{Q}$$

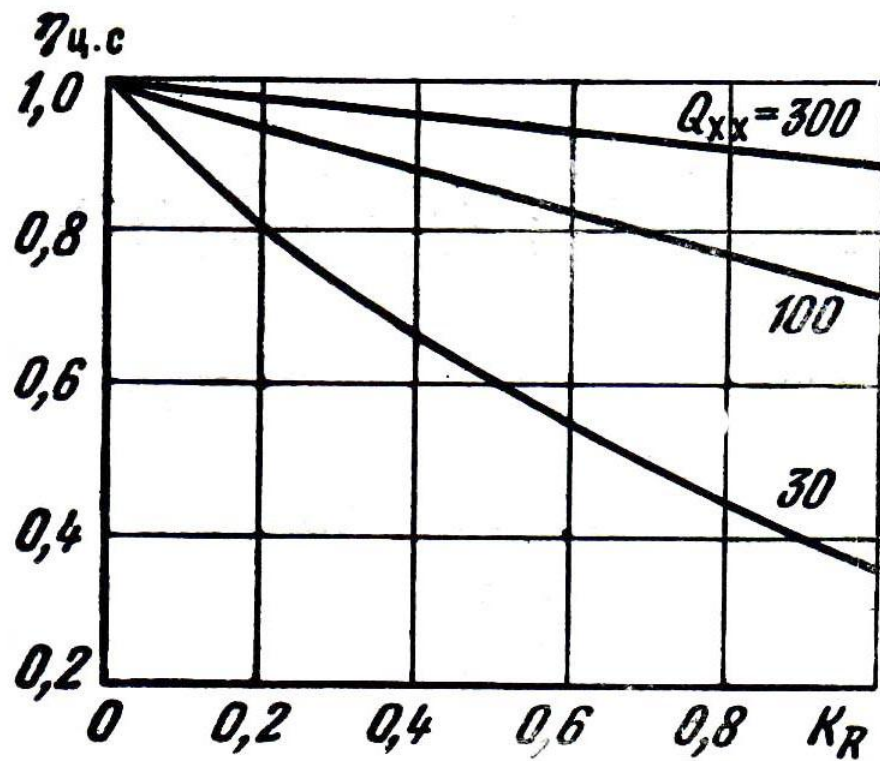
$$\eta_{\text{СЦ}} = 1 - \frac{Q}{Q_{xx}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{R_1}{R_2 + r} - 1} \Big|_{\frac{R_1}{R_2 + r} \geq 10} \approx \sqrt{\frac{R_1}{R_2 + r}}$$

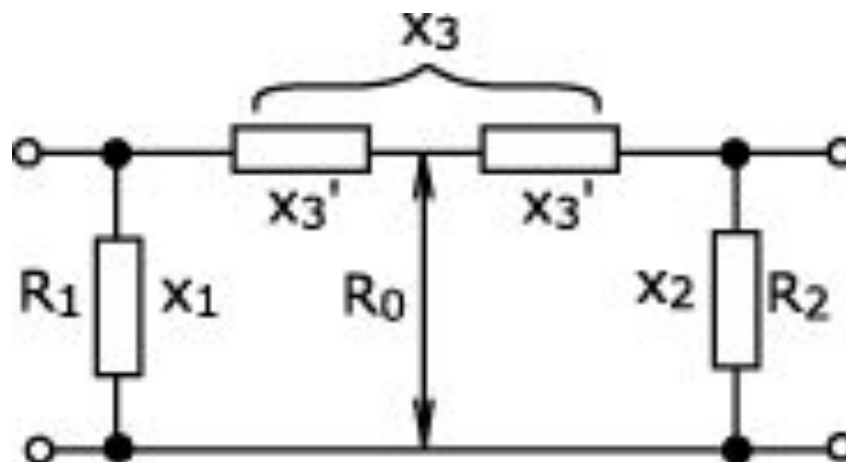
$$\eta_{\text{СЦ}} = 1 - \frac{K_R}{Q_{xx}} \sqrt{\eta_{\text{СЦ}}} \Rightarrow \frac{K_R}{Q_{xx}} = \frac{1 - \eta_{\text{СЦ}}}{\sqrt{\eta_{\text{СЦ}}}}$$

$$\text{где } K_R = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

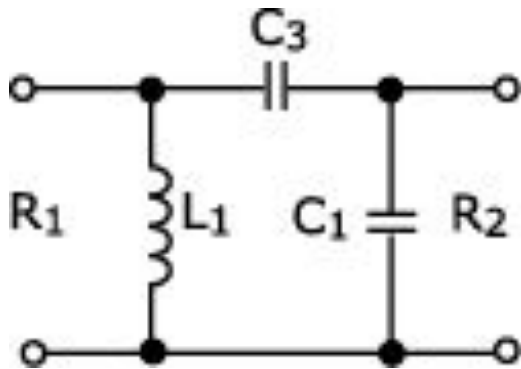
Зависимость КПД цепи связи в виде Г-звена от коэффициента трансформации



Соединение двух Г-звеньев с образованием П-образной цепи



П-образные цепи связи и формулы для расчета их элементов

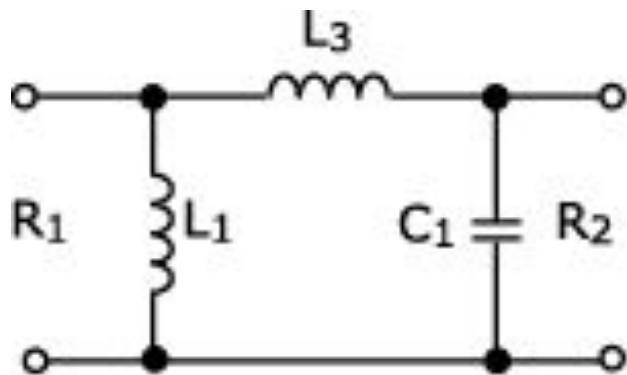


$$\omega L_1 = R_1 / Q_1; \quad \omega C_1 = Q_2 / R_2$$

$$\omega C_3 = \frac{(1 + Q_2^2)}{[R_2 (Q_1 - Q_2)]};$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{R_1}{R_2} (1 + Q_2^2) - 1}$$

Величиной Q_2 задаются. Условие реализуемости трансф-ра $Q_2^2 > \frac{R_2}{R_1} - 1$

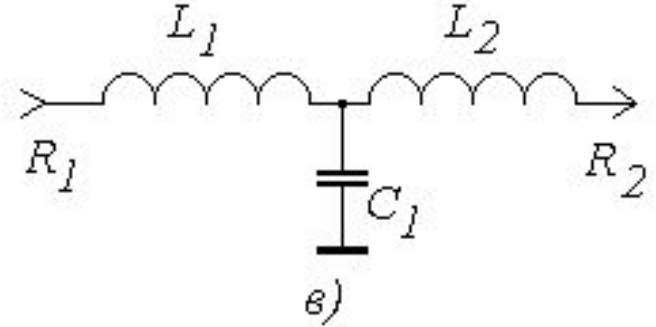
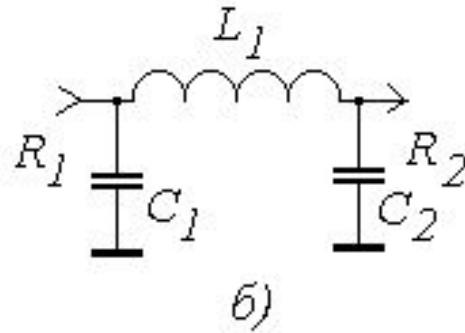
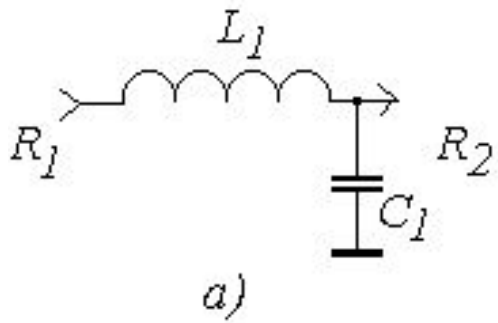


$$\omega L_1 = R_1 / Q_1; \quad \omega C_1 = Q_2 / R_2$$

$$\omega L_3 = \frac{R(Q_2 - Q_1)}{(1 + Q_2^2)};$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{R_1}{R_2} (1 + Q_2^2) - 1}$$

Простейшие звенья цепей согласования (для $R_2 > R_1$)



$$L_1 = \frac{\sqrt{R_1(R_2 - R_1)}}{2\pi f}$$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi f R_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2 - R_1}}}$$

$$L_1 = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{2\pi f}$$

$$C_1 = C_2 = \frac{1}{2\pi f \sqrt{R_1 R_2}}$$

Принципиальные схемы транзисторных УМ

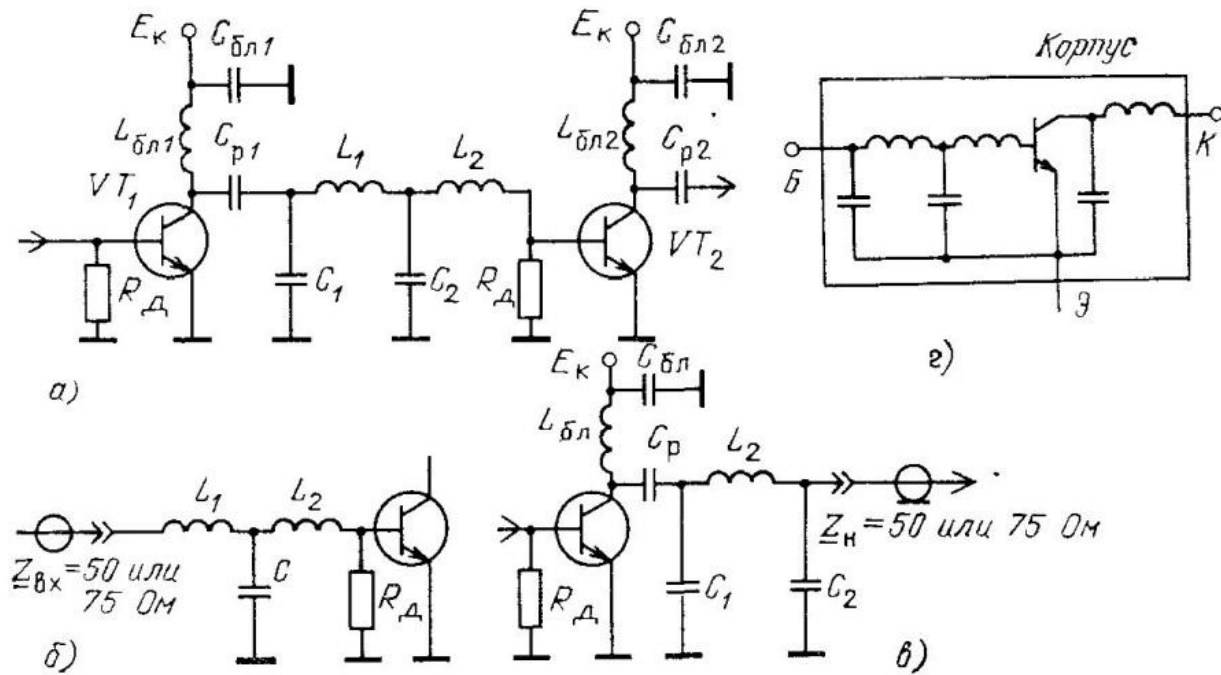
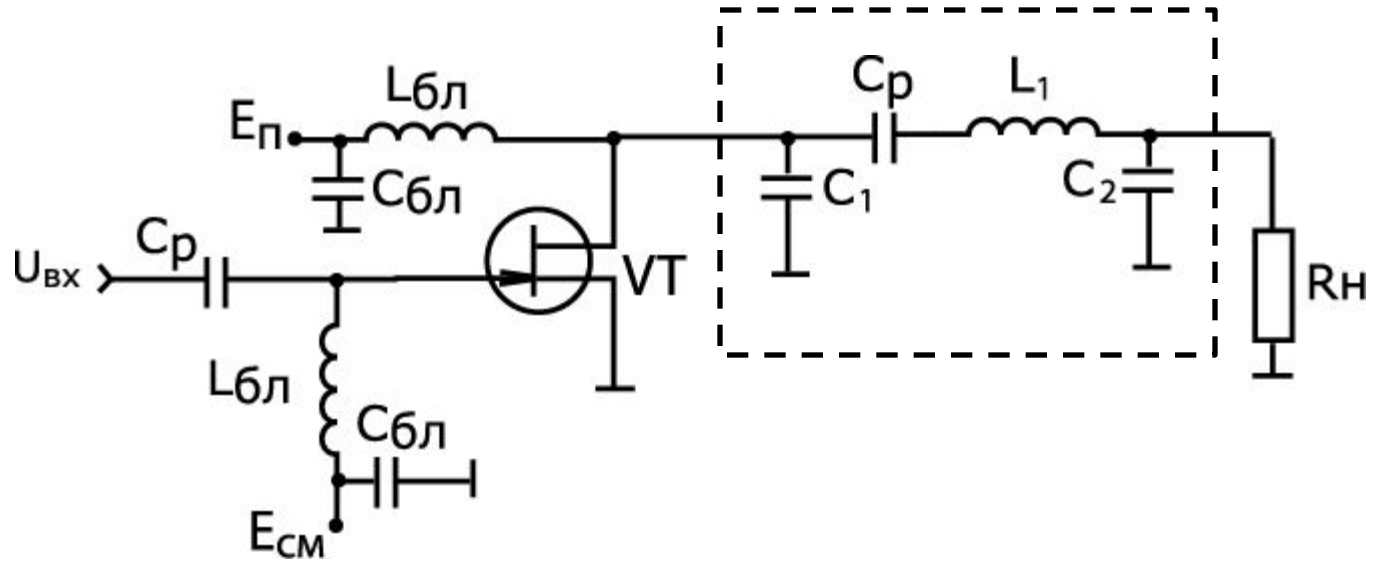
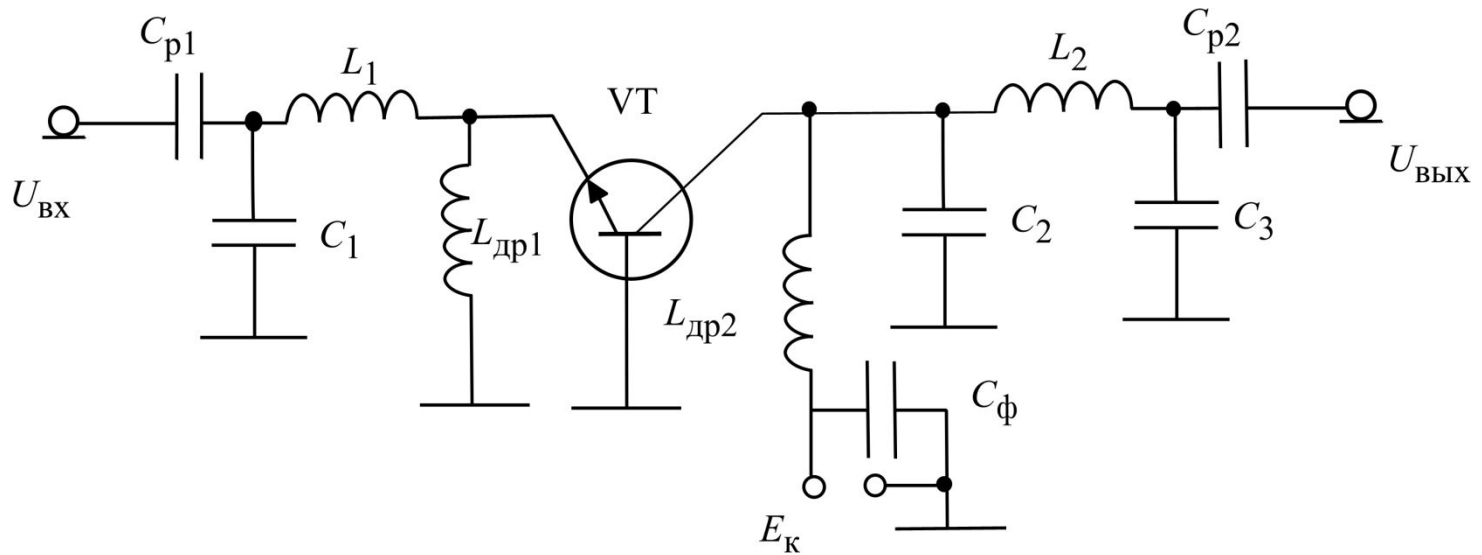


Рис. 3 10. Схемы межкаскадных цепей транзисторных генераторов

Типовая схема усилителя мощности ВЧ на ПТ



УМ по схеме с общей базой



Согласование сопротивлений

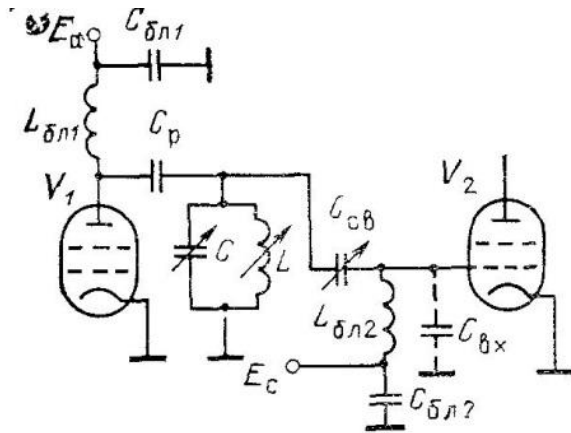
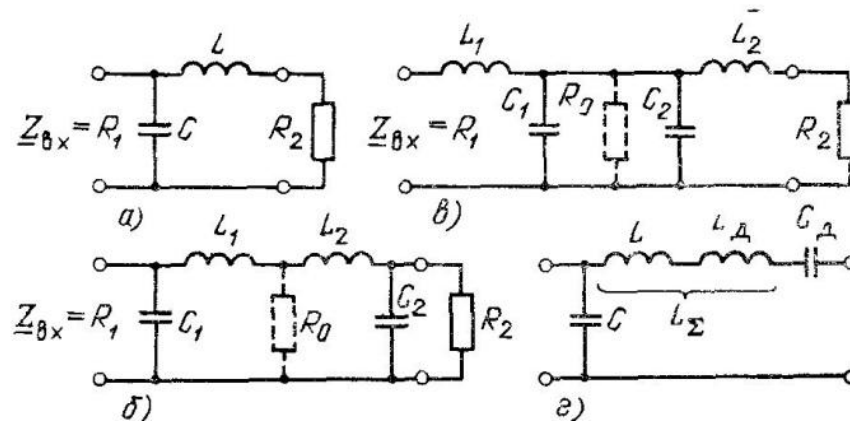


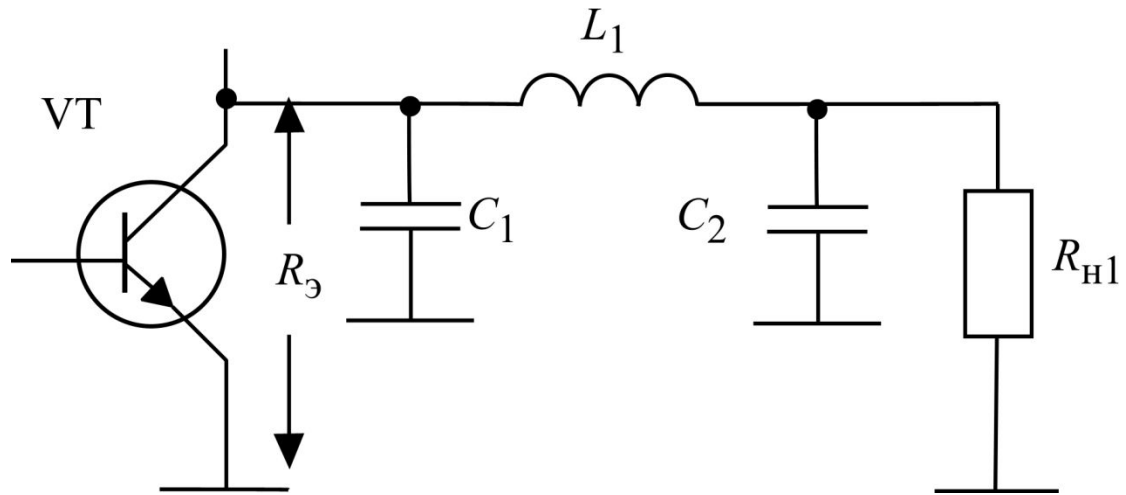
Рис 38. Схема межкаскадной цепи ламповых генераторов

Рис. 3.9. Согласующие цепочки на реактивных LC-элементах:

а — Г-цепочка; б — Т-цепочка; в — П-цепочка, г — Г-цепочка с увеличенной индуктивностью



Фильтрация высших гармоник



Расчетные соотношения

Обратимся к фильтрации высших гармоник. Мощность первой гармоники $P_{\text{ВЫХ}}$ выделяется в нагрузке $R_{\text{Н1}}$ (антенне). Пренебрегая потерями мощности в контуре, можно принять, что $P_{\text{ВЫХ}} \approx P_1$.

Ток первой гармоники на выходе транзистора

$$I_{\text{К1}} = S U_{\text{ВХ}} \gamma_1(\theta),$$

в нагрузке

$$I_{\text{Н1}} = \sqrt{\frac{2P_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{Н1}}}}.$$

Коэффициент передачи тока по первой гармонике

$$K_{I1} = \frac{I_{\text{Н1}}}{I_{\text{К1}}} = \frac{\sqrt{\frac{2P_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{Н1}}}}}{I_{\text{К1}}}. \quad (1.56)$$

Расчетные соотношения

Для каждой из высших гармоник коллекторный ток $I_{Kn} = SU_{\text{ВХ}} \gamma_n(\theta)$.

Ток в нагрузке

$$I_{Hn} \leq \sqrt{\frac{2P_{\text{доп}}}{R_{Hn}}},$$

где $P_{\text{доп}}$ - допустимая мощность n -й гармоники, R_{Hn} - активная часть сопротивления антенны (фидера) на n -й гармонике.

Аналогично

$$K_{In} = \frac{I_{Hn}}{I_{Kn}} = \frac{\sqrt{\frac{2P_{\text{доп}}}{R_{Hn}}}}{I_{Kn}}. \quad (1.57)$$

Определим требуемый коэффициент фильтрации n -й гармоники

$$\Phi_n = \frac{I_{H1}/I_{Hn}}{I_{K1}/I_{Kn}} \geq \frac{\gamma_n(\theta)}{\gamma_1(\theta)} \sqrt{\frac{P_{\text{ВЫХ}}}{P_{n \text{ доп}}}} \sqrt{\frac{R_{Hn}}{R_{H1}}}. \quad (1.58)$$

Результаты расчета

или

$$\Phi_{\text{П-КОНТ } n} \geq \frac{\gamma_n(\theta)}{\gamma_1(\theta)} \sqrt{\frac{P_{\text{ВЫХ}}}{P_{n \text{ ДОП}}}} \sqrt{\frac{R_{\text{Н}n} R_{\text{Н}1}}{Z_{\text{Н}n}}}. \quad (1.65)$$

Рассмотрим следующий пример.

Исходные данные:

$$P_{\text{ВЫХ}} = 20 \text{ Вт}, P_{n \text{ ДОП}} = 1 \text{ мВт}, \gamma_1(90^\circ) = 0,5; \gamma_2(90^\circ) = 0,212.$$

Сопротивления $R_{\text{Н}1}$, $|Z_{\text{Н}n}|$ и $R_{\text{Н}n}$ могут значительно различаться, но для простоты оценки положим их равными, тогда

$$\Phi_{\text{П-КОНТ } 2} \geq \frac{0,212}{0,5} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4}{1}} = 59.$$

Коэффициент фильтрации при $n = 2$

$$\Phi_{\text{П-КОНТ } 2} = n^2 \left(n - \frac{1}{n}\right) Q = 60.$$

Элементы согласующих систем на объемных резонаторах

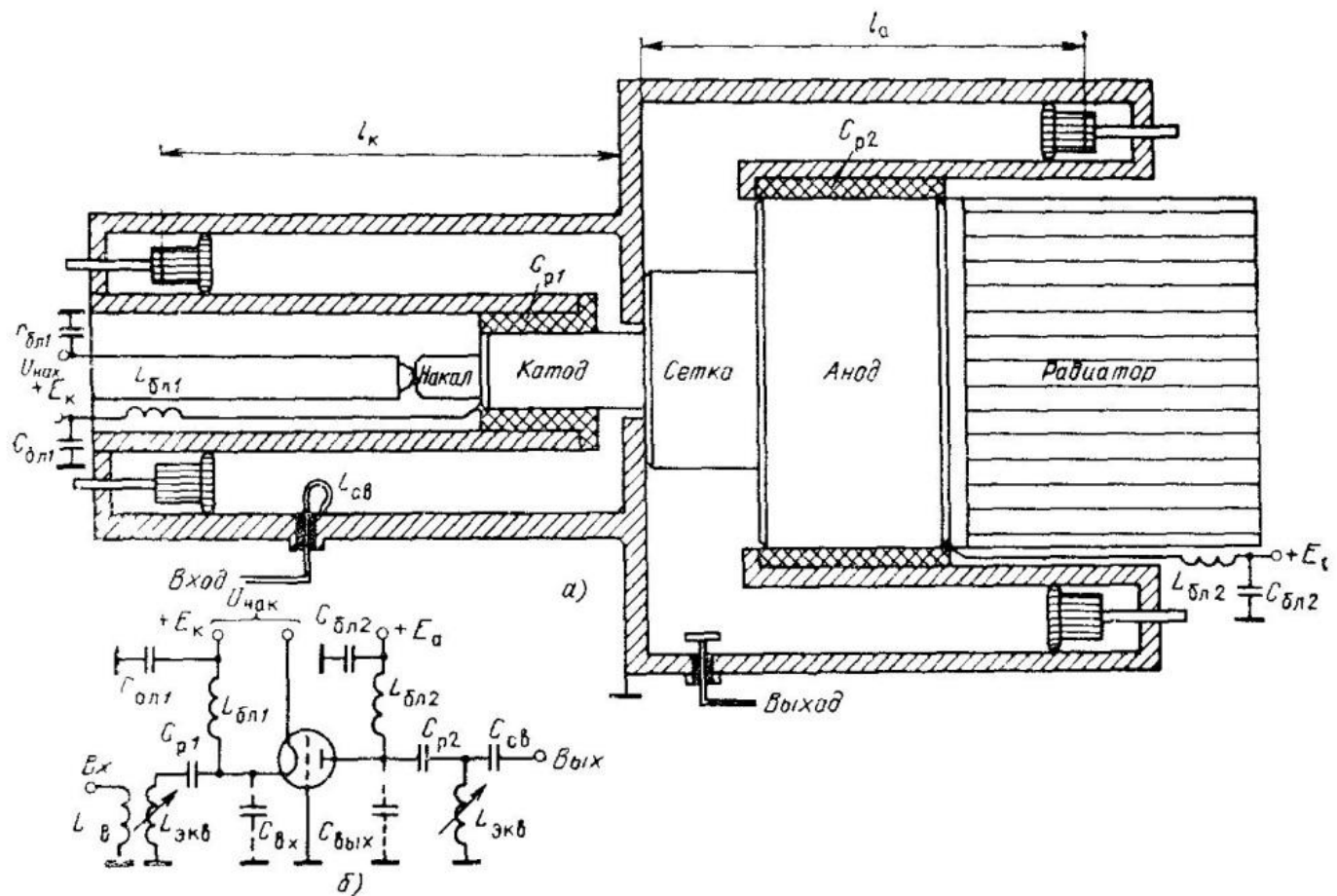
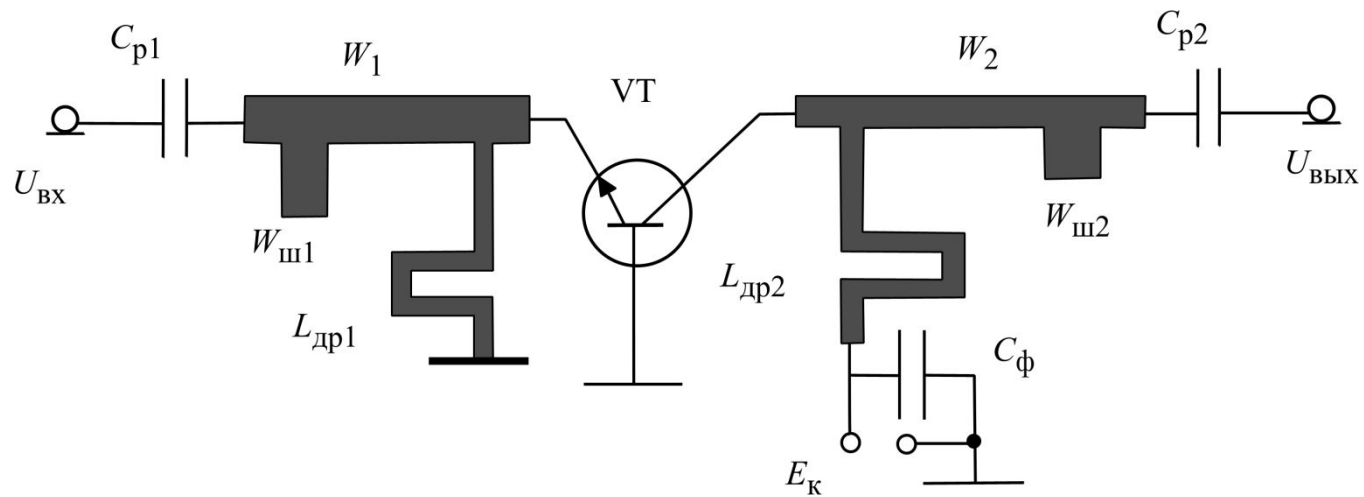
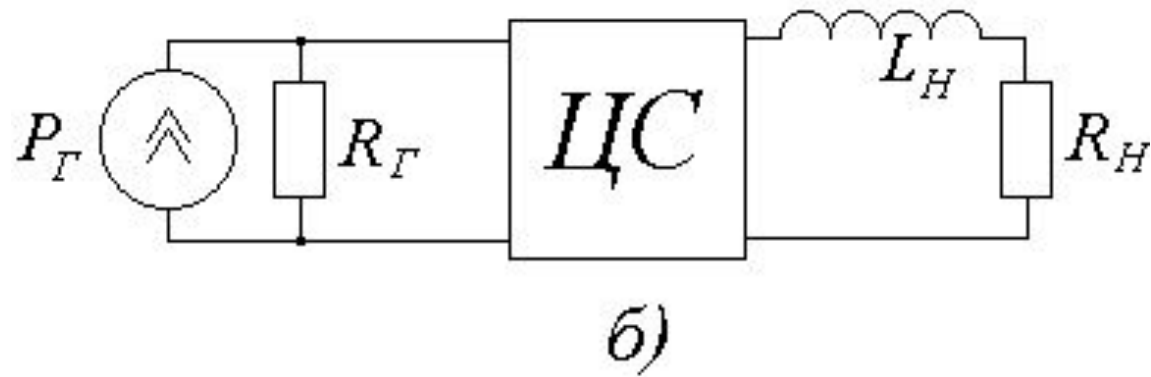
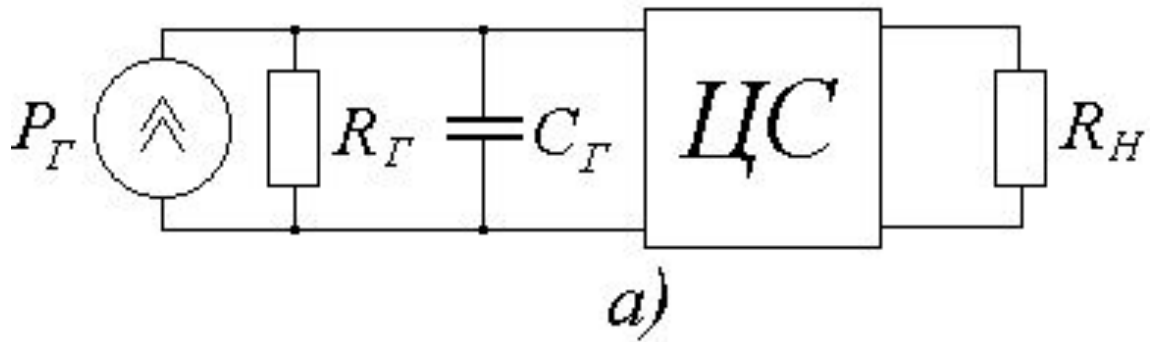


Рис 313 Эскиз конструкции (а) и эквивалентная схема СВЧ генератора на металлокерамическом триоде (б)

Конструктивная реализация УМ на ПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЯХ



Широкополосные цепи согласования



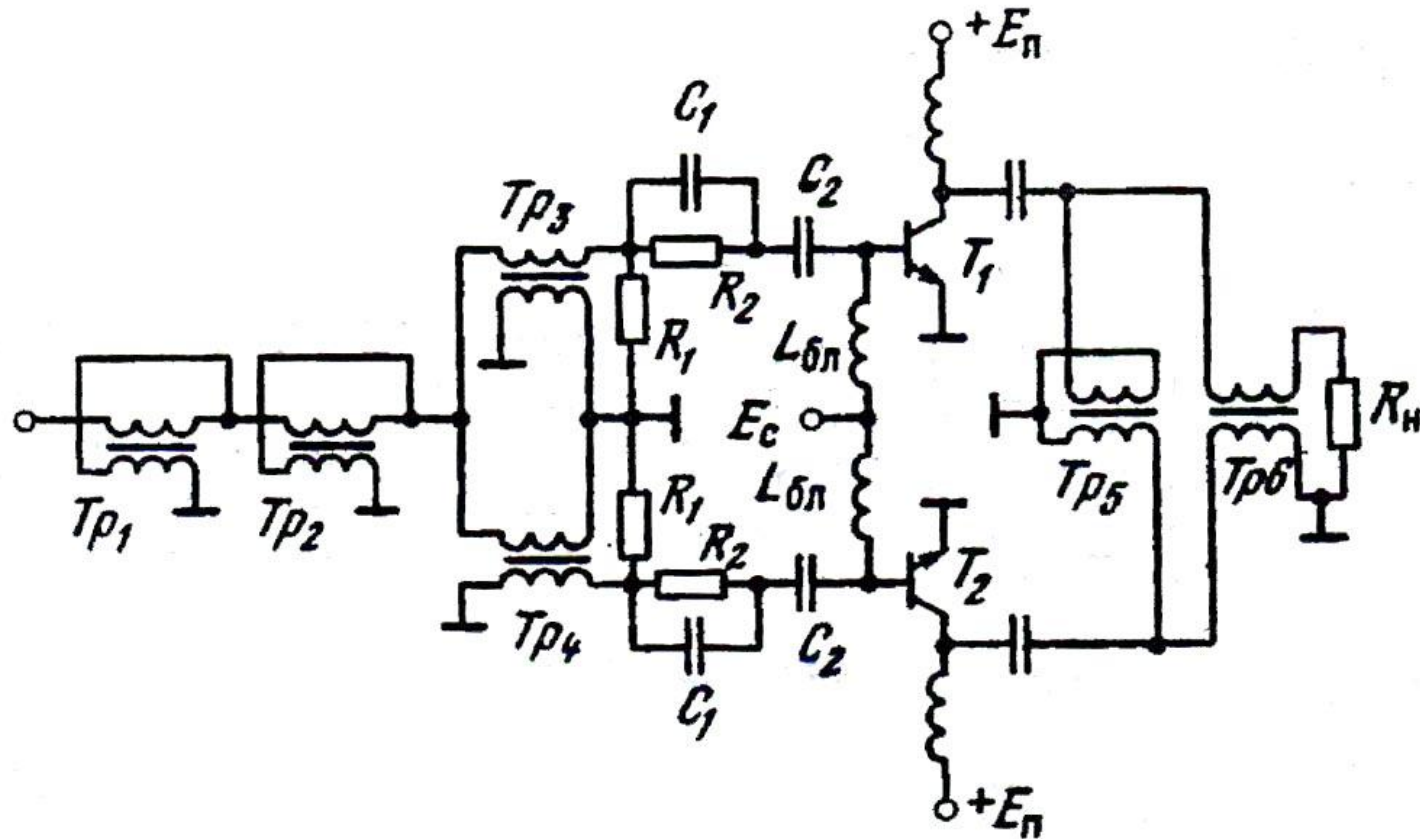
$$P_z = P_n + P_{omp}$$

$$1 = \frac{P_n}{P_z} + \frac{P_{omp}}{P_z} = |t|^2 + |\Gamma|^2$$

$$|\Gamma| = \frac{Z_z - Z_n}{Z_z + Z_n}$$

$$b_s = 10 \lg \left(\frac{1}{|t|^2} \right)$$

Схема двухтактного широкополосного усилителя с ТЛ
для диапазона 3...30 МГц



Трансформаторы типа длинной линии

