Входные цепи

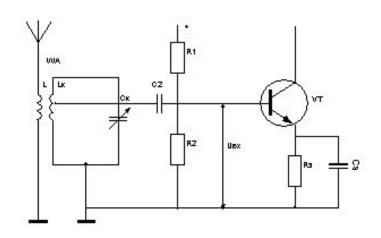
ВЦ – это цепи приемника, связывающие антенну с первым усилительным или преобразовательным прибором – активным элементом (АЭ или АП).

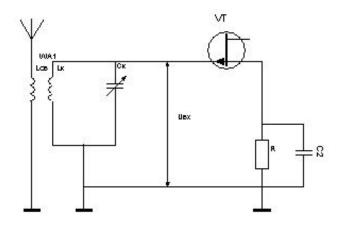
Основным назначением ВЦ являются:

- 1. передача полезного сигнала от антенны ко входу превого АЭ приемника
- 2. предварительная фильтрация помех на частотах побочных каналов приема.

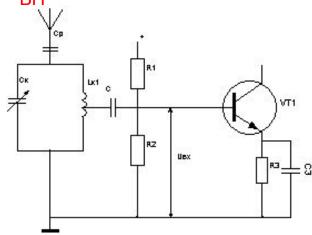
Обычно ВЦ – это пассивный четырехполюсник, содержащий один или несколько *резонаторов*, в частности, - *колебательных контуров*, настроенных на частоту принимаемого сигнала.

Одноконтурные входные цепи

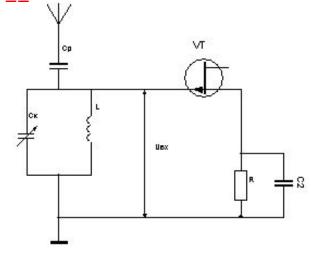




С трансформаторной связью на БП

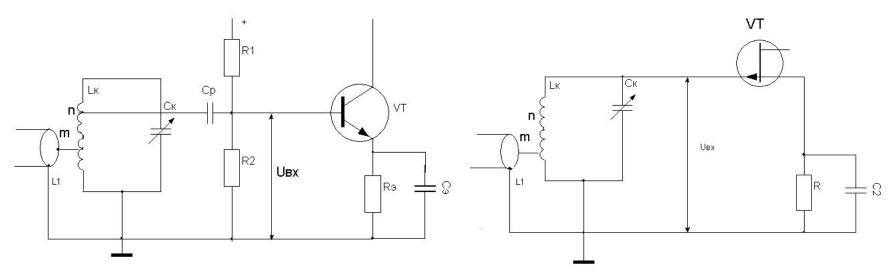


С трансформаторной связью на



С емкостной связью на БП С емкостной связью на ПТ

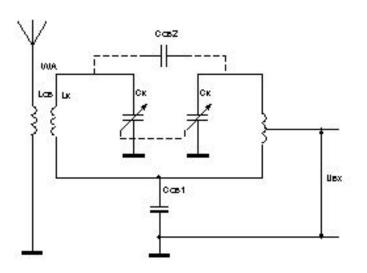
Одноконтурные входные цепи



С автотрансформаторной связью на БП

С автотрансформаторной связью на

Двухконтурная входная



Связь первого контура с антенной – трансформаторная.

Связь между контурами – внутриемкостная через конденсатор $C_{\text{св1}}$ и внешнеемкостная – через конденсатор $C_{\text{св2}}$

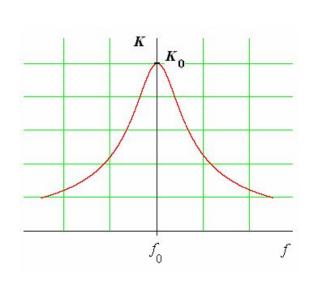
Двухконтурная ВЦ позволяет повысить селективность (избирательность), т.е. получить

Основные электрические характеристики входных цепей (ВЦ)

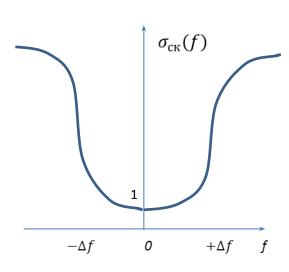
1. Коэффициент передачи напряжения, который определяется отношением напряжения сигнала на входе первого АЭ приемника (Uвх) к ЭДС в антенне E_A , а в случае магнитной (ферритовой) антенны - к напряженности поля сигнала:

$$K = \frac{U_{\text{BX}}}{E_{\text{A}}}.$$

- Полоса пропускания П ширина области частот с допустимой неравномерностью коэффициента передачи.
- 3. Избирательность (селективность) $\sigma(f)$, характеризующая уменьшение коэффициента передачи от напряжения при заданной расстройке K(f) по сравнению с резонансным значением K_0 и определяемая:



$$\sigma(f) = \frac{K_0}{K(f)}.$$



4. Теоретическая характеристика избирательности входной цепи:

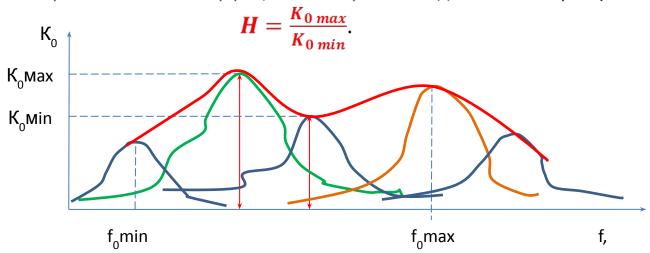
$$\sigma=~10\lg (1+\xi^2)$$
, где $\xi=Q_{\scriptscriptstyle 9}\left(rac{f}{f_0}-rac{f_0}{f}
ight)-$ обобщенная рассстройка по частоте.

5. Перекрытие заданного диапазона частот. Входная цепь должна обеспечивать возможность настройки на любую частоту заданного диапазона настройки приемника. При этом показатели (коэффициент передачи напряжения, полоса пропускания, избирательность) не должны заметно меняться.

Диапазон рабочих частот характеризуется коэффициентом перекрытия диапазона k_{\perp} :

$$\boldsymbol{k}_{\mathrm{A}} = \frac{f_{0 max}}{f_{0 min}} .$$

6. Неравномерность резонансного коэффициента передачи в диапазоне перестройки Н:



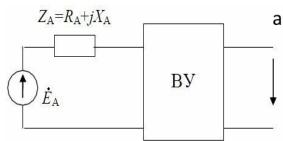
7. Постоянство параметров ВЦ при изменении параметров антенны и АЭ. Фто важно при ненастроенных антеннах, которые вносят в ВЦ активное и реактивное сопротивления.

Активное сопротивление приводит к расширению полосы пропускания и ухудшению избирательности. Реактивное – к изменению настройки ВЦ.

Эквиваленты приемных антенн

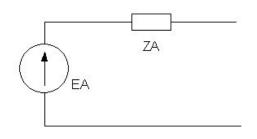
Приемная антенна — эквивалентный генератор ЭДС E_A или тока I_A .

Внутреннее сопротивление генератора ЭДС содержит активную R_A и реактивную jX_A составляющие:



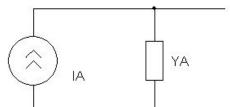
$$\dot{U}_2 = \dot{U}_{\mathrm{BX_A\Pi}}$$

$$Z_A = R_A + jX_A$$



ЭДС эквивалентного генератора ${\it E}_A = {\it \epsilon}_{\it C} h_{\rm Д}$, где ${\it \epsilon}_{\it c}$ – напряженность электрической составляющей поля сигнала в точке приема, $h_{\it L}$ – высота (или длина) антенны.

Параметры эквивалентного генератора тока определяются выражением :



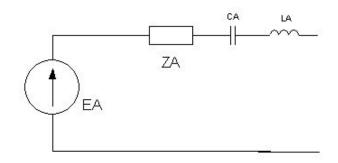
$$I_A = \frac{E_A}{Z_A} = E_A Y_A,$$

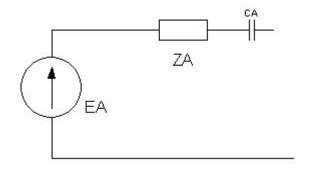
где $Y_A = \frac{1}{Z_A} = G_A + j B_A$ - комплексная проводимость антенны,

и соответственно
$$G_{\rm A}=rac{R_A}{|Z_A|^2}$$
 и $B_A=rac{X_A}{|Z_A|^2}$ — активная и реактивная составляющие проводимости антенны.

• Сопротивление ненастроенной антенны Z_A зависит от частоты, так как антенна представляет собой цепь с распределенными параметрами.

Если размеры антенны невелики по сравнению с длиной волны (размеры антенны меньше, чем длина волны), то схема замещения антенны выглядит последовательное соединение L_A , C_A и R_A .





В диапазонах СЧ и НЧ $\omega L_A \ll \frac{1}{\omega C_A}$, поэтому индуктивностью можно пренебречь. Тогда эквивалент антенны будет содержать только C_Δ и R_Δ :

В диапазоне СВЧ вместо ЭДС или тока рассматривается номинальная мощность антенны, так как при наличии трансформирующих элементов напряжение и ток изменяются, а мощность остается постоянной. Номинальная мощность антенны пропорциональна ее действующей площади $S_{\!\scriptscriptstyle \rm I\!\!\! I}$:

$$m{P}_{ ext{HOM}} = rac{m{arepsilon}_{ ext{C}}^2}{120\pi} m{S}_{ ext{Д}} m{\eta}_{ ext{A}}$$
, $\eta_{ ext{A}}$ - к.п.д. антенны

Перекрытие диапазона частот

Для плавной перестройки контура в заданном диапазоне частот необходимо изменять индуктивность или емкость или то и другое одновременно.

Параметры контура:

первичные параметры: L, C, r.

вторичные параметры: резонансная частота: $w_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$ $f_0 = \frac{w_0}{2\pi}$

$$\varpi_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

$$f_0 = \frac{\boldsymbol{\varpi}_0}{2\pi}$$

характеристическое сопротивление контура: $ho = rac{1}{\omega_0 C_{\scriptscriptstyle K}}$ или $ho = \omega_0 L_{\scriptscriptstyle K}$;

или:
$$ho=arpi_0L=rac{1}{arpi_0C}=\sqrt{rac{L}{C}}$$

затухание контура:
$$m{d}_{ ext{K}} = rac{r}{
ho} = m{r}m{\omega}_0 m{C}_{ ext{K}}$$
 или $m{d}_{ ext{K}} = rac{r}{
ho} = rac{r}{m{\omega}_0 m{L}_{ ext{K}}}$.

$$d_{\mathrm{K}} = \frac{r}{\rho} = \frac{r}{\omega_0 L_{\mathrm{K}}}$$

добротность контура:

$$Q = \frac{\rho}{r} = \frac{\varpi_0 L}{r} = \frac{1}{r \cdot \varpi_0 C} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad Q = \frac{f_0}{\Delta F}$$

$$Q = \frac{f_0}{\Lambda F}$$

Резонансное сопротивление контура

$$R_{K} = \rho \cdot Q = \varpi_{0} L \cdot Q = \frac{Q}{\varpi_{0} C} = Q \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Резонансная проводимость контура

$$g_{\kappa} = \frac{1}{\rho \cdot Q} = \frac{1}{\varpi_0 L \cdot Q}$$

Комплексная проводимость контура

$$y_{K} = g_{K}(1+j\xi)$$
 $\xi = Q\left(\frac{\varpi}{\varpi_{0}} - \frac{\varpi_{0}}{\varpi}\right)$

Теоретическая характеристика избирательности входной цепи:

$$\sigma=~10\lg(1+\xi^2)$$
, где $\xi=Q_{\mathfrak{g}}\left(\frac{f}{f_0}-\frac{f_0}{f}\right)$ — обобщенная расстройка по частоте

При настройке контура переменной индуктивностью его параметры резко меняются по диапазону, что нежелательно.

При настройке конденсатором сопротивление контура пропорционально частоте и сопровождается менее резкими изменениями свойств контура, поэтому контуры обычно настраивают изменением емкости.

При настройке емкостью коэффициент перекрытия диапазона $k_{\rm A}=rac{f_{0\,max}}{f_{0\,min}}=\sqrt{rac{{
m C}_{max}}{C_{min}}}.$

Как правило, $k_{\scriptscriptstyle \Pi} \leq 3$.

Если приемник должен работать в широком диапазоне частот, то диапазон разбивают на поддиапазоны.

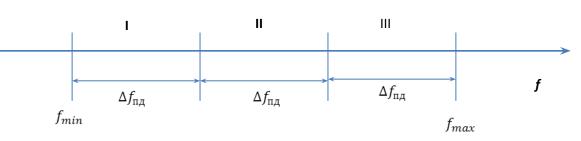
а. Диапазон разбивается на одинаковые поддиапазоны (разбиение с постоянным частотным интервалом):

$$f_{i max} - f_{i min} = \Delta f_{\pi \pi} = const;$$

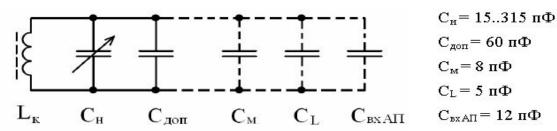
$$k_{\Pi \square} = \frac{f_{i max}}{f_{i min}} = \frac{f_{i min} + \Delta f_{\Pi \square}}{f_{i min}} = \mathbf{1} + \frac{\Delta f_{\Pi \square}}{f_{i min}};$$

Коэффициент перекрытия $k_{пд}$ уменьшается при переходе к верхним поддиапазонам. Для этого в контуры включают добавочные конденсаторы, уменьшающие влияние емкости Ск на частоту настройки. Достоинство такого разбиения на поддиапазоны является одинаковая плотность настройки (число станций на деление шкалы) во всех поддиапазонах.

Число поддиапазонов:
$$N_{\Pi extsf{I}} = rac{f_{0\,max} - f_{0\,min}}{\Delta f_{\Pi extsf{I}}}$$



Пример:



Определить
$$f_{0 \text{ max}}$$
, если $f_{0 \text{ min}}$ =3 М Γ ц

$$C_{\kappa} = C_{H} + 60 + 8 + 5 + 12 = C_{H} + 85 \text{ m}\Phi$$

$$C_{\kappa \, min} = 15 + 85 = 100 \, \, \pi \Phi$$
 $C_{\kappa \, max} = 315 + 85 = 400 \, \, \pi \Phi$

$$K_{\rm ZI} = \sqrt{\frac{C_{\rm K\,max}}{C_{\rm K\,min}}} = \sqrt{\frac{400}{100}} = 2$$
 $f_{0\,\,{
m max}} = f_{0\,\,{
m min}}\,K_{\rm ZI} = 3\,*\,2 = 6\,\,{
m M}\Gamma_{
m II}$

б. разбиение с постоянным коэффициентом перекрытия:

$$k_{\Pi \Pi} = \frac{f_{0i max}}{f_{0i min}} = const.$$

Тогда коэффициент перекрытия всего диапазона $k_{\rm д}=k_{\rm \Pi J}^{N_{\rm \Pi J}}$, где $N_{\rm \Pi J}=\frac{lgk_{\rm д}}{lg_{k_{\rm \Pi J}}}$ – требуемое число поддиапазонов.

При этом способе требуется меньшее число поддиапазонов, поэтому он более экономичен.

Частотное перекрытие каждого поддиапазона:

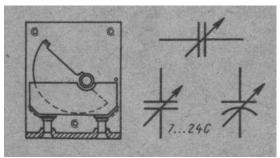
$$\Delta f_{\Pi \Pi} = f_{0i \, max} - f_{0i \, min} = k_{\Pi \Pi} f_{0i \, min} - f_{0i \, min} = (k_{\Pi \Pi} - 1) f_{0i \, min}.$$

Таким образом, следует, что с увеличением частоты $f_{0i \ min}$ возрастает частотное перекрытие данного поддиапазона и, следовательно, возрастает плотность настройки (число станций на деление шкалы).

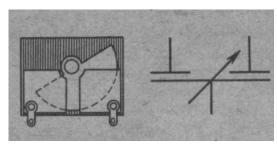
Можно комбинировать эти два способа (<mark>a</mark> и б).

Электронная настройка

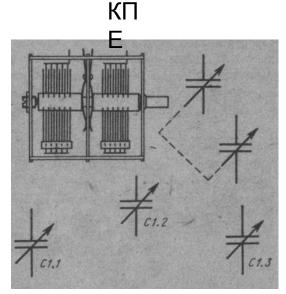
Вместо громоздких механических блоков конденсаторов переменной емкости (КПЕ) применяют варикапы- это малые размеры, механическая надежность, простота управления



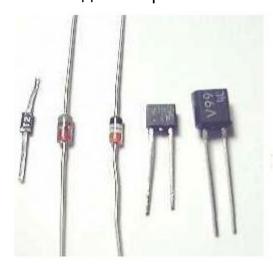
Дифференциальный конденсатор



Керамический подстроечный конденсатор(КПК)



ΚП



Варикап Ы



Вольт-фарадная характеристика варикапа

Варикап – это полупроводникоавый диод, который способен изменять свою ёмкость в зависимости от приложенного обратного напряжения. Варикапы предназначены для применения в качестве элементов с электрически управляемой ёмкостью в схемах перестройки частоты колебательного контура, деления и умножения частоты, частотной модуляции, управляемых фазовращателей и др.

Варикапы используются, в основном, в радиоприёмных узлах телевизоров, приёмников и радиотелефонов для настройки на частоту передатчика

$$I = CU\omega = U/Xc$$

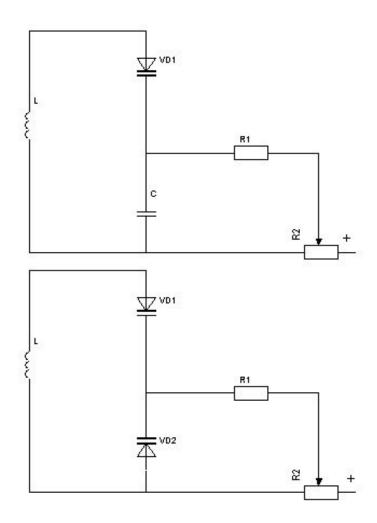
где С - ёмкость конденсатора, Ф,

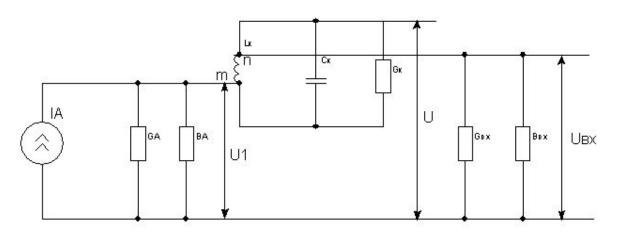
U - напряжение, В,

Хс - ёмкостное сопротивление цепи, Ом,



где f - частота переменного тока, Γ ц.





Эквивалентная схема входной

цепи Здесь антенно-фидерная цепь представлена генератором тока $I_A = \frac{E_A}{Z_A}$ с проводимостями G_A и B_A ,

где соответственно $G_{\rm A}=rac{R_A}{|Z_A|^2}$ - активная составляющая, при $R_A=R_{
m aht}+R_{
m cB}$, и $B_A=rac{X_A}{|Z_A|^2}$, при $X_A=X_{
m aht}+X_{
m cB}$, - реактивная составляющая проводимости антенны.

Вход первого АЭ приемника вместе с цепями смещения представлен проводимостью $Y_{\rm BX} = \frac{1}{Z_{\rm BX}} = G_{\rm BX} + B_{\rm BX}.$

Автотрансформаторное подключение контура к антенной цепи и ко входу АЭ с коэффициентами трансформации $m=\frac{U_1}{U}$ и $n=\frac{U_{\rm BX}}{U}$.

Комплексный коэффициент передачи $\dot{K} = \frac{U_{\text{BX}}}{\dot{E}_A} = \frac{mnR_3}{Z_A(1+i\xi)}$,

$$\dot{K} = \frac{U_{\text{BX}}}{\dot{E}_A} = \frac{mnR_9}{Z_A(1+j\xi)}$$

где $\xi=Q_{\mathfrak{g}}\Big(rac{f}{f_{\mathfrak{g}}}-rac{f_{\mathfrak{g}}}{f}\Big)$ - обобщенная расстройка контура, $R_{\mathfrak{g}}$ - сопротивление эквивалентного входного контура.

Коэффициенты *m* и *n* влияют на работу цепи. Если уменьшить коэффициент т, то генератор (антенна) слабее будет возбуждать контур, аналогично влияние изменений коэффициента п.

Коэффициент передачи ВЦ К максимален при одинаковом шунтировании контура как со стороны антенны, так и со стороны входа следующего каскада,

т.е. когда
$$m^2 G_A = n^2 G_{\rm BX}$$
 .

Условие согласования цепи антенны со входом приемника:

$$m^2G_A = G_K + G_{BX}$$

Входные цепи с настроенными антеннами

Коэффициент передачи ВЦ \hat{K} имеет максимальное значение при согласовании антенны с фидером, а фидера со входом приемника. При этом в фидере нет режима бегущей волны. Согласование фидера со входом приемника и получение заданного затухания достигаются выбором коэффициентов трансформации m и n:

$$n_c = \sqrt{\frac{d_9 - 2d_K}{2\rho G_{BX}}};$$

при
$$D=rac{d_3}{d_{
m K}}$$
 , $n_{
m C}=\sqrt{rac{D-2}{2}rac{G_{
m K}}{G_{
m BX}}}$;

Резонансный коэффициент передачи при согласовании определяется выражением:

$$K_{0c} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{R_A G_{BX}} \frac{D - 2}{D}}$$