

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева

И С С Л Е Д О В А Н И Е В Х О Д Н Ы Х
Ц Е П Е Й Р А Д И О П Р И Е М Н И К А

Лабораторная работа 2

Куйбышев 1982

УДК 621.396.62

Приведены общие сведения о структуре и основных электрических характеристиках входных цепей радиоприемников. Кратко рассмотрены схемы одноконтурных входных цепей с ненастроенной антенной. Дано описание лабораторного макета, порядок выполнения работы, а также требования к составлению отчета и контрольные вопросы для защиты работы.

Рекомендуется студентам специальности 0701.

Составитель Л.И. К а л а к у т с к и й

Утверждена редакционно-издательским
советом института

Ц е л ь р а б о т ы: ознакомление со схемным построением и основными характеристиками входных цепей (ВЦ) РПрУ; исследование схем ВЦ РПрУ с ненастроенной антенной.

I. СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЦ РПрУ

I.1. О б щ и е с в е д е н и я

Входная цепь связывает антенно-фидерную систему со входом первого активного каскада радиоприемного устройства (например с усилителем радиочастоты, преобразователем частоты).

Основными функциями ВЦ являются:

предварительная частотная селекция принимаемого сигнала, т.е. выделение полезного сигнала из совокупности различных э.д.с., наводимых в антенне;

передача энергии полезного сигнала на вход первого активного каскада с наименьшими потерями и искажениями.

ВЦ включает частотно-избирательную систему и элементы связи с антенной и входом каскада. В зависимости от диапазона частот в качестве избирательных систем могут применяться различные виды колебательных контуров с сосредоточенными параметрами, а также коаксиальные, полосковые или объемные резонаторы. В супергетеродинном приемнике ВЦ совместно с усилителем радиочастоты образует преселектор, обеспечивающий частотную избирательность приемника по дополнительным каналам приема.

1.2. Основные электрические характеристики ВЦ

Основными характеристиками ВЦ являются:
коэффициент передачи:

$$K = \frac{U_{\text{вых}}}{E_{\alpha}},$$

где $U_{\text{вых}}$ - напряжение сигнала на выходе ВЦ;
 E_{α} - э.д.с., наводимая в антенне полем сигнала или э.д.с. генератора, эквивалентного антенне;

если несущая частота сигнала равна частоте настройки ВЦ, т.е. $f_c = f_0$, то $K = K_0$, где K_0 - резонансный коэффициент передачи ВЦ;

диапазон рабочих частот $f_{\text{мин}} \dots f_{\text{макс}}$;
избирательность ВЦ (дБ)

$$S_{\text{ВЦ}}^f = 20 \lg \frac{K_0}{K_f},$$

где K_f - коэффициент передачи ВЦ на частоте f , на которой определяется величина избирательности ВЦ;

полоса пропускания ВЦ, определяемая как ширина резонансной характеристики ВЦ по уровню 3 дБ.

К ВЦ приемников дециметровых и более длинных волн предъявляются следующие основные требования:

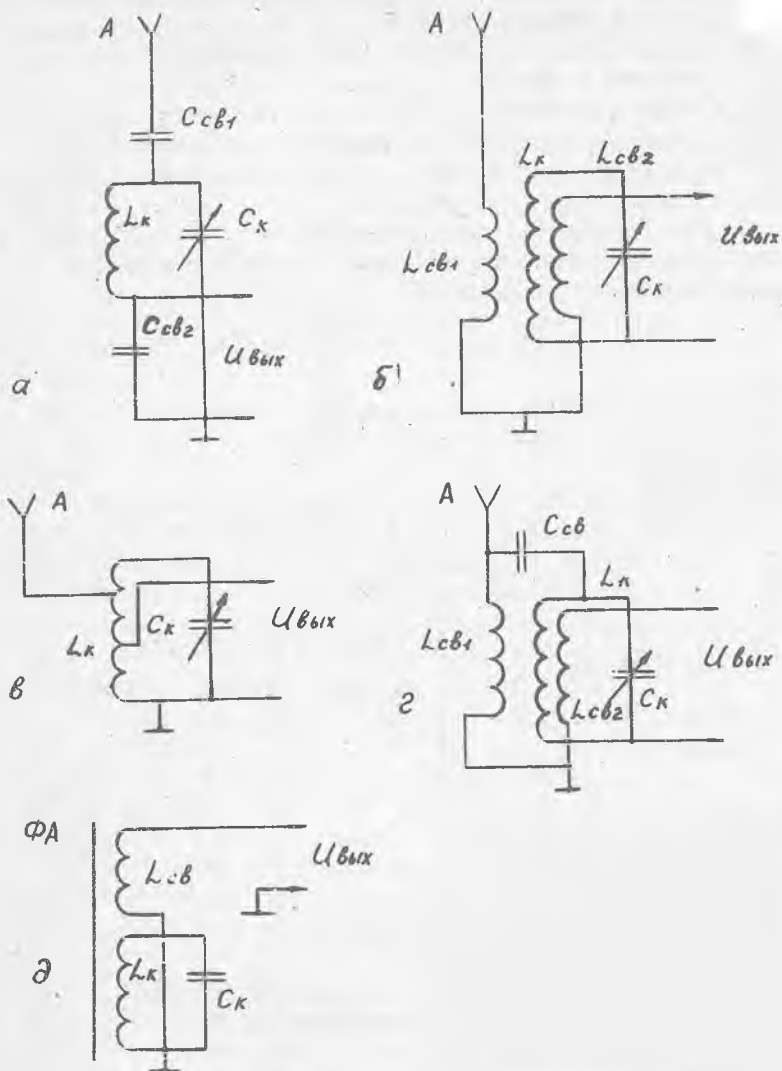
обеспечение заданного коэффициента передачи во всем диапазоне рабочих частот;

обеспечение необходимой частотной избирательности по дополнительным каналам приема при заданной величине полосы пропускания;

слабое влияние изменения параметров антенны и первого активного элемента каскада на характеристики ВЦ.

1.3. С х е м ы В Ц

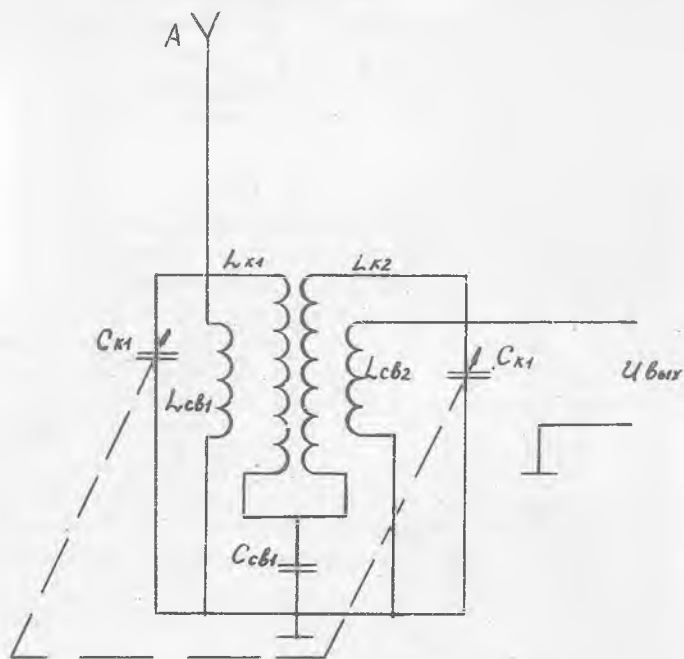
Схемы ВЦ классифицируют по числу контуров, виду связи первого контура с антенной, виду связи с активным элементом, способу перестройки, конструктивным признакам и т.д. На рис. 1 изображены схемы одноконтурных ВЦ, предназначенных для работы с не настроенной антенной:



Р и с. 1. Схемы одноконтурных ВЦ с неастроеной антенной

- а - схема с внешнеемкостной связью с антенной и внутриемкостной - с активным элементом;
- б - схема с индуктивной связью как с антенной, так и с активным элементом;
- в - схема с двойной автотрансформаторной связью;
- г - схема с комбинированной (индуктивно-емкостной) связью с антенной и индуктивной - с активным элементом;
- д - схема с ферритовой антенной.

На рис. 2 изображена схема двухконтурной ВЦ с индуктивной и внутриемкостной связью между контурами, в которых с антенной и активным элементом - индуктивная.



Р и с. 2. Схема двухконтурной ВЦ

Одноконтурные ВЦ являются наиболее конструктивно простыми, обладают высоким коэффициентом передачи, просты в настройке, соче-

дают малую неравномерность коэффициента передачи по диапазону с удобством перестройки. Однако полоса пропускания одноконтурных ВЦ изменяется при перестройке по диапазону, а избирательность быстро падает с повышением частоты.

Многоконтурные ВЦ позволяют получить высокую избирательность при форме резонансной характеристики, обеспечивающей наименьшие искажения принимаемого сигнала. Поэтому они применяются в высококачественных приемниках, работающих часто на фиксированной частоте.

1.4. Характеристики одноконтурных ВЦ с ненастроенной антенной

Для диапазонной ВЦ с ненастроенной антенной вид связи контура ВЦ с антенной существенно влияет на результирующие характеристики.

Внешнеемкостная связь с антенной может обеспечить достаточно большой коэффициент передачи и высокую избирательность, но ее применение приводит к большой неравномерности резонансного коэффициента передачи при перестройке по диапазону. Эта неравномерность может вызвать изменение чувствительности приемника при его перестройке. Поэтому данный тип ВЦ применяется в приемниках с узким диапазоном рабочих частот.

Индуктивная связь с антенной используется в режиме удлинения, т.е. когда $f_{0A} < f_{0мин}$, где f_{0A} — резонансная частота антенной цепи, или в режиме укорочения, когда $f_{0A} > f_{0макс}$. Наибольшее распространение получил режим удлинения, при котором коэффициент передачи имеет малую неравномерность. В режиме укорочения резонансный коэффициент передачи изменяется пропорционально квадрату частоты. Общий недостаток индуктивной связи — пониженная избирательность на частотах, близких к резонансной частоте антенной цепи.

Комбинированная индуктивно-емкостная связь с антенной сложнее в настройке, но обеспечивает малую неравномерность при достаточно высоких величинах коэффициента передачи и избирательности.

Связь контура ВЦ с активным элементом может быть частотно-зависимой, например внутриемкостной. При внутриемкостной связи коэф-

Коэффициент передачи от контура к активному элементу уменьшается с ростом частоты. Поэтому такую связь целесообразно сочетать с внешнеемкостной связью контура с антенной или с индуктивной — в режиме укорочения. При связях контура ВЦ с антенной, обеспечивающих малую неравномерность коэффициента передачи по диапазону, выгодно использовать частотно-независимую связь контура с активным элементом, например индуктивную. Недостаток индуктивной связи заключается в падении избирательности ВЦ на частотах, соответствующих резонансу паразитного контура, образованного индуктивностью связи и входной емкостью активного элемента.

Величина связи контура ВЦ с ненастроенной антенной и активным элементом определяет величину активных и реактивных проводимостей, вносимых в контур. Поэтому величина связи определяется допустимым ухудшением избирательности ВЦ и сдвигом частотного диапазона.

2. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ МАКЕТА

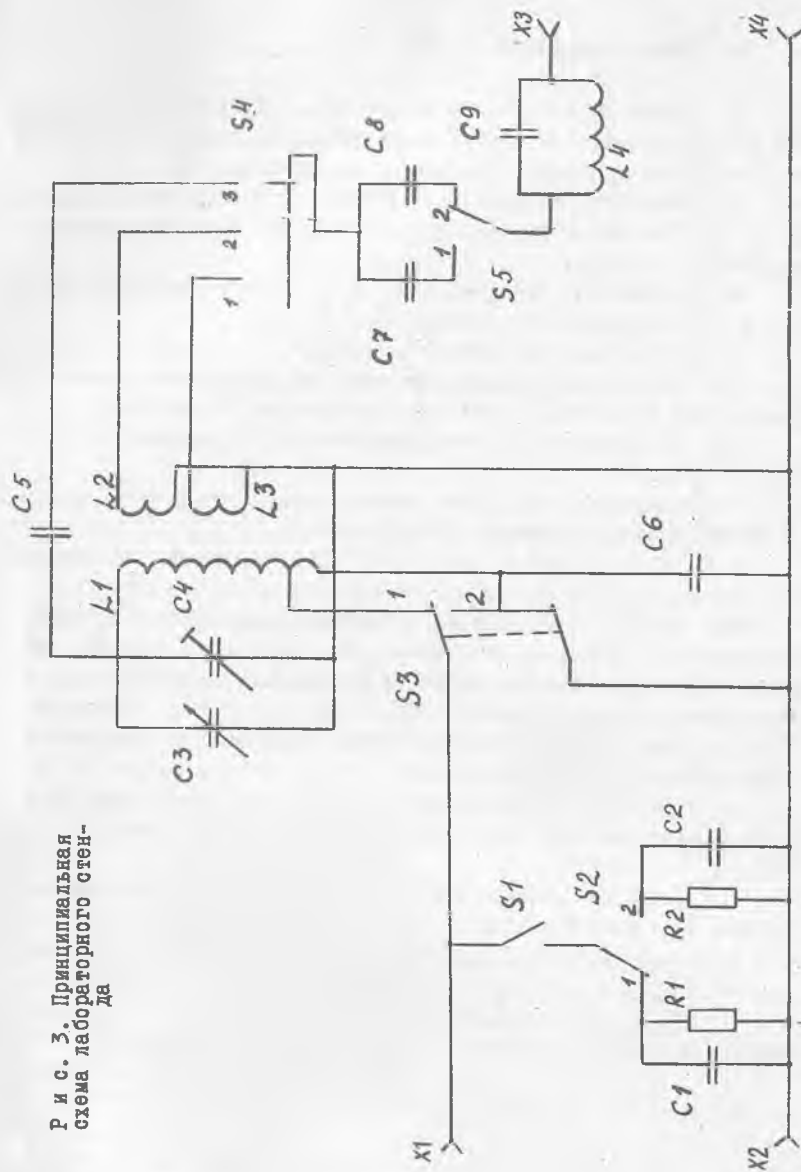
Принципиальная схема макета ВЦ показана на рис. 3. В качестве эквивалента антенны используется генератор сигналов, подключаемый к клеммам X3, X4 макета, и емкость C7 (C8). Переключение емкостей C7, C8, осуществляемое переключателем S5, имитирует смену антенны.

Одноконтурная ВЦ содержит перестраиваемый контур L1, C3, C4. Переключатель S4 обеспечивает следующие варианты связи контура с антенной: внешнеемкостную с помощью конденсатора C5; индуктивную в режиме укорочения или удлинения с помощью катушек связи L2, L3.

Переключатель S3 обеспечивает либо автотрансформаторную с помощью отвода от катушки L1, либо внутреемкостную с помощью конденсатора C6 связь контура ВЦ с нагрузкой (активным элементом). Переключатель S1 служит для включения или выключения внутренней нагрузки C1, R1 или C2, R2 (в зависимости от положения переключателя S2), имитирующей вход активного элемента. Фильтр L4, C9 установлен в схеме ВЦ для обеспечения избирательности по каналу прямого прохождения промежуточной частоты.

Диапазон рабочих частот макета составляет приблизительно 500–1500 кГц. При выполнении работы милливольтметр и осциллограф подключаются к клеммам X1, X2.

Р и с. 3. Принципиальная
схема лабораторного стен-
да



3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Выбрать для исследования две схемы ВЦ, обеспечивающие малую неравномерность резонансного коэффициента передачи по диапазону. Дальнейшие указания относятся к каждой схеме ВЦ.

2. Определить зависимость резонансного коэффициента передачи ВЦ от частоты при ее перестройке по диапазону при подключенной внутренней нагрузке.

2.1. Установить переключатель $S1$ в положение "Вкл." $S2-1$, $S3$, $S4$ - в зависимости от выбранной схемы ВЦ, $S5-1$.

2.2. Установить переменный конденсатор $C3$ в положение I.

2.3. Перестраивая генератор сигналов, определить значение резонансной частоты ВЦ и выходного напряжения на резонансе.

2.4. Последовательно устанавливая $C3$ в положение I-5, повторить п. 2.3.

3. Определить зависимость полосы пропускания и избирательности ВЦ при ее перестройке по диапазону.

3.1. Настроить ВЦ на частоту $f_{\text{омин}}$, установив $C3$ в положение, определенное в п. 3.2.

3.2. Перестраивая генератор сигналов, определить значение выходного напряжения на резонансе; увеличивая (или уменьшая) частоту генератора, измерить резонансную характеристику ВЦ, т.е. зависимость выходного напряжения ВЦ от частоты сигнала. Измерения проводить до уровня 20 дБ относительно напряжения на резонансе, зафиксировав не менее 10 точек.

3.3. Построить резонансную характеристику ВЦ. Определить полосу пропускания ВЦ и избирательность по зеркальному каналу приема ($f_{\text{лр}} = 465$ кГц).

3.4. Настроить ВЦ на среднюю частоту диапазона и выполнить требования п. 3.2, 3.3.

3.5. Настроить ВЦ на частоту $f_{\text{о макс}}$ и выполнить требования п. 3.2, 3.3.

4. Определить влияние смены емкости антенны и нагрузки на характеристики ВЦ.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Наименование и цель работы.
2. Принципиальная схема макета.
3. Перечень используемых приборов с указанием их основных данных.
4. Таблицы с результатами измерений.
5. Графики зависимостей, определенных в п. 3, 2 (см. порядок выполнения работы).
6. Выводы о полученных результатах и их сопоставлении с теорией.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Какие варианты связи контура ВЦ с антенной и транзистором обеспечивают наибольшую равномерность зависимости резонансного коэффициента передачи от частоты?
2. В чем заключаются основные функции ВЦ?
3. Получите выражение для коэффициента передачи обобщенной схемы ВЦ.
4. Получите выражение для коэффициента передачи входной цепи (для любой схемы) без излишней детализации, пользуясь выражением для коэффициента передачи обобщенной схемы ВЦ.
5. Покажите, какие факторы влияют на избирательность входной цепи.
6. Изобразите схемы входных цепей и объясните назначение элементов.
7. Изобразите эквивалентные схемы входных цепей.
8. Какую связь контура с транзистором целесообразно выбрать при: индуктивной связи с антенной в режиме удлинения; индуктивной связи с антенной в режиме укорочения; внешнеемкостной связи с антенной?
9. Что такое резонансная частота антенной цепи и как она определяется?
10. Из каких условий определяется степень связи ВЦ с активным элементом?
11. Чем объясняются побочные максимумы резонансной характеристики ВЦ?

12. Объясните вид резонансной характеристики ВЦ при больших расстройках.

13. Получите выражение, определяющее выбор степени связи контура ВЦ с антенной.

14. Как изменяются характеристики ВЦ при перестройке в пределах диапазона?

Л и т е р а т у р а

1. Радиоприемные устройства / Под ред. В.И.Сифорова. М.: Советское радио, 1974, с. 32-37, 52-56.
2. Ч и с т я к о в Н.И., С и д о р о в В.М. Радиоприемные устройства. М.: Связь, 1974, с. 68-84.
3. Радиоприемные устройства / Под ред. Н.В.Боброва. М.: Советское радио, 1974, с. 37-46, 54-59.

Составитель Лев Иванович Калакутский

ИССЛЕДОВАНИЕ ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ РАДИОПРИЕМНИКА

Лабораторная работа 2

Редактор Л. С о к о л о в а
Техн. редактор Н. К а л е н ю к
Корректор Е. Ф и л и п о в а

Подписано к печати 30.12.82 г. Формат 60x84¹/₁₆ .
Бумага оберточная белая. Оперативная печать.
Усл.п.л. 0,69. Уч.-изд.л. 0,6. Тираж 300 экз.
Заказ № 1099 Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Областная типография имени В.П.Мяги,
г. Куйбышев, ул. Венцака, 60.