

Е. СОЛОДОВНИКОВ,
350020, г. Краснодар, ул.
Коммунаров, 272 — 7.

БЛОК УКВ-ИП-2 НА ДИАПАЗОН 100...108 МГц

Ламповый блок УКВ-ИП-2 использовался во многих радиовещательных приемниках и ламповых и лампово-полупроводниковых телевизорах (тракт звука). Это обусловлено одной и той же промежуточной частотой 6,5 МГц в обоих блоках, что позволяет их унифицировать. Большой парк старой техники вызывает желание радиолюбителей как-то использовать старое "железо" в своих разработках. Например, в статье [1] описана схема УКВ-приемника на основе этого блока. Однако прием осуществляется только в диапазоне УКВ-1 (65,8...74 МГц). Для диапазона 100...108 МГц стандартных отечественных блоков УКВ нет. Предлагаю переделку серийного блока УКВ-ИП-2 с диапазона частот 65.8-74 МГц на диапазон частот 100-108 МГц.

Принципы построения УКВ-блоков на лампе 6НЗП относятся к уровню техники середины 50-х годов. При создании этих блоков решались задачи снижения стоимости и получения высоких эксплуатационных показателей (разумеется, по меркам того времени) а также пригодности их для массового тиражирования.

Блок УКВ строился на двойном триоде с емкостной или индуктивной настройкой. На первом триоде выполнялся УВЧ по схеме с заземленной промежуточной точкой, а на втором — совмещенный гетеродин-пре-

образователь частоты и УПЧ. Несмотря на внешнюю простоту схем, явления, происходящие в них, весьма сложны, и без детального анализа трудно получить тот уровень параметров, который эти схемы могут обеспечить. В журнале "Радио" схема этого блока неоднократно публиковалась в составе радиовещательных приемников в модернизированном [2, 3] и в первоначальном [4] вариантах. Наиболее подробно принципы действия УКВ-блоков на лампах описаны в [5]. Схемы модификаций блока УКВ-ИП-2 и схема блока УКВ-ИП-6,5 приведены в [6], там же имеется более или менее сносное описание принципов их действия, однако недостаточно точное и подробное. В настоящее время указанные источники труднодоступны для радиолюбителей, а принципы действия рассматриваемых блоков уже давно забыты. В связи с этим автор полагает, что необходимо привести хотя бы краткое описание их работы.

На рис.1 приведена полная схема наиболее распространенного модифицированного блока УКВ-ИП-2. Буквы "ИП" означают, что он с индуктивной настройкой, выполненный на печатной плате. Цифра "2" свидетельствует, что преобразование частоты производится на второй гармонике гетеродина в диапазоне 71,8-80 МГц. Гетеродин же работает в диапазоне

первоначальном исполнении. Схема первого каскада (УВЧ) совпадает с приведенной на рис.1. Это так называемая схема с заземленной промежуточной точкой в индуктивной или, в данном случае, в емкостной ветви колебательного контура. При этом гармоники гетеродина, проникающие на вход, подавляются лучше, чем в схеме с заземленной точкой в индуктивной ветви. Эта схема представляет собой комбинацию схем включения активного элемента (вакуумного триода) с общей сеткой (ОС) и общим катодом (ОК), поскольку одна часть сигнала относительно заземленной точки подается на сетку, а другая — в противофазе — на катод. Выбор положения заземленной точки позволяет увеличить входное сопротивление каскада по сравнению с каскадом УВЧ по схеме с ОС, а также получить большую устойчивость, чем в усилителе по схеме ОК. Кроме того, с целью нейтрализации обратной связи через проходные емкости триода и уменьшения просачивания сигнала гетеродина на вход блока УКВ, используется мостовая схема в состоянии баланса. Обратные связи через междуэлектродные емкости анод-сетка (C_{ac}) и анод-катод (C_{ak}) компенсируются с помощью нейтрализующей емкости C_4 , включенной в плечо моста (рис.3)

35.9-50 МГц. На рис.2 приведена часть схемы блоков УКВ-ИП-2 и УКВ-ИП-6,5 в

Рис. 1

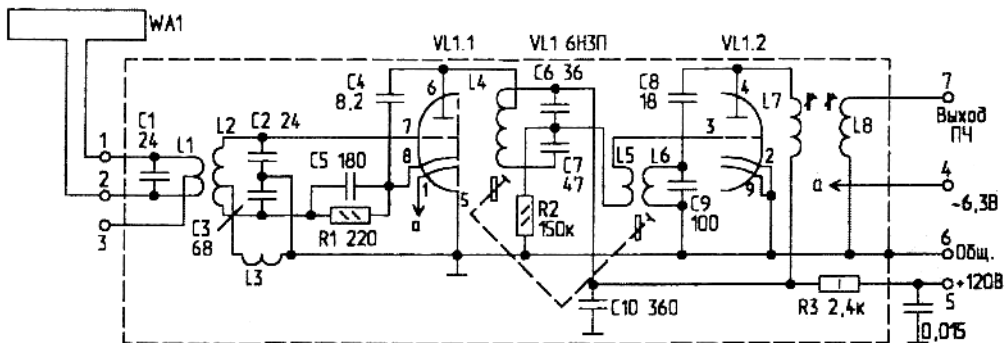


Рис. 2

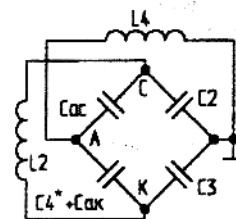
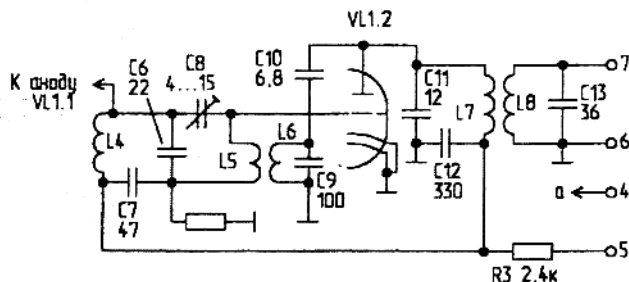


Рис. 3

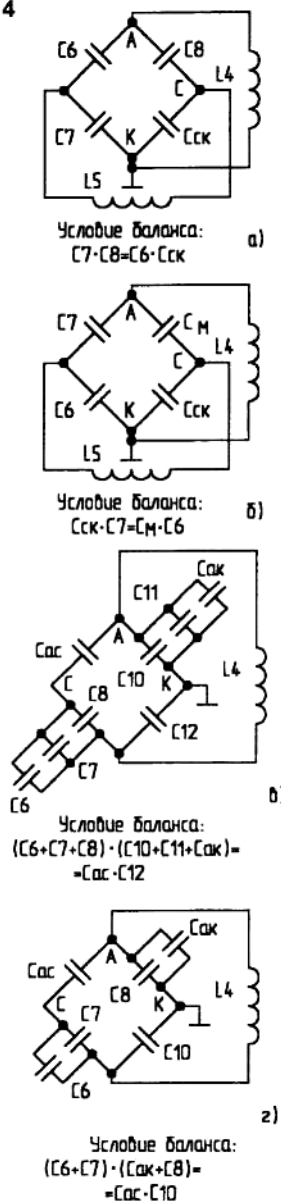
параллельно емкости $C_{ак}$. Остальные плечи моста образованы конденсаторами C_2, C_3 (рис.1), в последовательном включении образующими емкость контура. Когда мост сбалансирован, т.е. правильно выбрана емкость нейтрализации C_4 , взаимная связь между входным и анодным контурами будет устранена.

Для достижения максимальной чувствительности нужно получить наибольший возможный коэффициент передачи входной цепи, что обеспечивается при выполнении условий оптимальной связи, когда затухания, вносимые в контур антенны и лампы, одинаковы. Однако для получения высокой реальной чувствительности необходимо также выполнить условие согласования по шумам, выражающееся в том, чтобы сопротивление антенны, приведенное к участку сетка-катод, имело определенную величину. Как правило, эти условия не совпадают, и поэтому выбирают компромиссное решение. Схема с промежуточной заземленной точкой в то время наиболее полно удовлетворяла всему комплексу требований к УКВ-блоку простой и компактной конструкции на одной лампе. И достигалось это соответствующим выбором величины связи с антенной и соединением точки сеточного контура с общим проводом.

Индуктивности L_1 и L_2 входных широкополосных контуров выполнены как элементы печатной платы, что и обеспечивает необходимую для получения широкой полосы пропускания (8 МГц) низкую добротность контуров. Эти контура настроены на середину диапазона УКВ-1 (70 МГц).

Преобразователь частоты блока УКВ должен иметь высокий коэффициент передачи, большое входное сопротивление, малое излучение напряжения гетеродина, минимальное значение коэффициента шума. В преобразователе частоты на триоде (в отсутствие специальных мер) возникает отрицательная обратная связь через проходную емкость лампы, уменьшающая коэффициент передачи преобразователя. Кроме того, подключение трех контуров (сигнального, гетеродинного и промежуточной частоты) всего лишь к трем электродам лампы преобразователя, при одновременном сохранении независимости настройки и малом паразитном излучении гетеродина, оказывается возможным благодаря применению схем сбалансированных ВЧ-мостов. Гетеродин при этом собирается по схеме с индуктивной связью

Рис. 4



и с включением контура в анодную цепь, с развязкой по постоянному току при помощи конденсатора.

Индуктивность контура ПЧ L_7 (рис.1) служит одновременно дросселем в схеме параллельного питания гетеродина. Автоматическое смещение обеспечивается RC-цепью в сеточной цепи.

Схема второго каскада блока содер-

Позиционное обозначение	Величина емкостей, пФ, в диапазонах	
	65,8...74 МГц	100...108 МГц
C1	24	8
C2	24	8
C3	68	24
C6	36	12
C7	47	16
C9	100	51

жит два балансных моста. Первый мост служит для развязок контуров гетеродина и анодного контура частоты сигнала. Схемы этих мостов, в зависимости от модификации блока и условия баланса, приведены на рис.4а — для блоков УКВ-ИП, УКВ-ИП-6,5, УКВ-ИП-2 в первоначальном исполнении, и на рис.4б — для модернизированного блока УКВ-ИП-2.

Второй балансный мост служит для компенсации снижения усиления по ПЧ из-за действия отрицательной обратной связи, возникающей за счет проходной емкости лампы $C_{ак}$. Схемы этих мостов показаны на рис.4в и рис.4г. Поскольку в одном каскаде имеются две балансные схемы, он стал называться двойным балансным каскадом с совмещенным гетеродином- смесителем.

Мост ПЧ практически всегда немного разбалансируют изменением емкости конденсатора $C_{Ю}$ (рис.1) или C_{12} (рис.2), так чтобы вводимая положительная обратная связь оказалась бы несколько больше отрицательной обратной связи по промежуточной частоте. При этом коэффициент усиления преобразователя возрастает. Сигнал ПЧ выделяется контуром ПЧ. Связь между контурами ПЧ — индуктивная, и выбирается меньше критической.

В балансных мостах УВЧ и гетеродина обоих исполнений есть особенности. Так, в первом случае (рис.2) имеется подстроечный конденсатор C_8 , при помощи которого осуществляется балансировка моста. Во втором случае (рис.1) этот конденсатор исключен, и в этом плече моста оказывается включенной емкость монтажа ($C_м$). Кстати, на печатной плате она весьма стабильна по величине от экземпляра к экземпляру. Кроме того, в блоке УКВ-ИП-2 применено преобразование на второй гармонике гетеродина. И в связи с этим необходимость в наличии балансного моста отпала. Катушка 1.5 через параллельно включенные конденсаторы C_6, C_7 заземлена. Хотя мост, по сути дела, остался, но он уже не балансный, и существенной роли в блоке УКВ-ИП-2 не играет.

Для того чтобы перестроить УКВ-блок в новый диапазон частот, необходимо изменить настройки двух контуров во входной цепи. Это L_1, C_1 и C_2, C_3, L_2 (рис.1). Необходимо также изменить настройку анодного (перестраиваемого) контура C_6, C_7, L_4 и настройку контура гетеродина C_9, L_6 . Причем перестраивать контура придется только за счет изменения ем-

кости этих контуров, поскольку индуктивности L1 и L2 выполнены печатным способом, а индуктивности L4 и L6 — это сдвоенный вариометр, которым осуществляется настройка в пределах принимаемого диапазона сигналов. Для перерасчета значений емкостей контуров используем методику, изложенную в [7]. Поскольку частота настройки входных контуров изменяется приблизительно в 1,7 раза (с 70 до 104 МГц), изменение емкости контура будет пропорционально квадрату изменения частоты, и это приблизительно в 3 раза. Частота настройки гетеродина изменится с 38 МГц до 55 МГц (приблизительно в 1,5 раза). Емкость изменяется при этом приблизительно в 2 раза.

Значения емкостей конденсаторов приведены в таблице. Для гетеродина желательно взять меньшую емкость, например 39 пФ, и параллельно ей подсоединить подстроечный конденсатор емкостью 4...15 пФ. Так намного удобнее выставлять среднюю частоту в диапазоне перестройки гетеродина. Если на первом телевизионном канале есть вещание, следует частоту гетеродина взять ниже частоты сигнала.

Что же произойдет при такой перестройке в описанных узлах блока? Волновое сопротивление возрастет, и, в связи с этим, возрастет входное сопротивление блока. Балансировка моста УВЧ при этом не нарушится, поскольку емкости конденсаторов С2, С3 изменяются одинаковым образом, и находятся они в смежных плечах моста. Однако с ростом частоты входное сопротивление лампы падает, а волновое сопротивление входных контуров увеличивается. Это означает изменение согласования по шумам в сторону от оптимального. Кроме того, нет возможности довести связь между входными контурами до оптимальной. Однако добротности контуров все равно малы, и полоса пропускания оказывается достаточной.

Мост УВЧ и гетеродина при согласованном изменении емкостей конденсаторов С6, С7 также не будет разбалансирован. А вот мост ПЧ будет разбалансирован относительно прежнего состояния за счет изменения суммарной емкости конденсаторов С6, С7. При необходимости его можно будет заново сбалансировать для получения большего усиления за счет изменения емкости конденсатора С10 (С 12).

Приступая к переделке блока УКВ, нужно прежде всего попытаться угадать новинку схему блока, поскольку, как уже

отмечалось, существует много его модификаций. Возможно, придется нарисовать схему по готовому блоку. И при этом нужно обязательно записать емкости конденсаторов, которые будут заменяться, и их местоположение. Прежде всего следует «оживить» блок (до переделки). Автору как-то встретилась достаточно обычная в старой аппаратуре неисправность, когда блок УКВ был полностью цел, но не работал. А заработал он после того как были пропаяны заново все пайки с нижней стороны печатной платы.

Подстроечный конденсатор для контура гетеродина нужно взять типа КТ4-21, или же подобный ему по конструкции и размерам, тогда он может быть легко установлен на свободном месте между панелькой лампы и вариометром. На стороне проводников как раз есть свободное место, и близко расположены нужные цепи.

При переделке сложнее всего очистить от фиксирующей краски цилиндры вариометра. Это нужно сделать очень аккуратно, чтобы не повредить как саму ось из полистирола, так и нанесенную на нее резьбу, по которой перемещаются настроечные цилиндры. Каждый вариометр состоит из двух отдельных цилиндров разного размера, находящихся на оси с резьбой, по которой их можно передвигать и тем самым регулировать пределы перестройки. Сдвигая и раздвигая их, в дальнейшем производят укладку диапазонов и сопряжение настроек контуров.

Частоту гетеродина лучше всего, конечно, установить по частотомеру, а если его нет, это можно сделать по принимаемым в данной местности радиостанциям.

Настройку и сопряжение контуров очень удобно выполнять при помощи измерителя АЧХ или самодельного ГКЧ с осциллографом. Можно, конечно, и при помощи какого-нибудь генератора сигналов. Однако если приборов нет, то вполне прилично можно настроить контура блока и по уровням принимаемых сигналов.

Переделанный автором таким способом блок УКВ-ИП-2 работает вполне удовлетворительно без дополнительных балансировок мостов. Хорошо заметно только возрастание входного сопротивления блока. Это позволяет хорошо принимать в Краснодаре 10 вещательных программ на несимметричный вибратор в виде куска монтажного провода длиной 1 м. Причем входы оказались неравноценны.

Большой уровень сигнала имеет место при подключении такой антенны к выводу 2 блока.

Аналогичным образом может быть переделан и блок УКВ-ИП-6,5, впрочем, как и другие ламповые и транзисторные блоки УКВ. При этом нужно только внимательно разобраться в схеме блока, а также в его конструкции. Все другие ламповые блоки УКВ (за исключением УКВ-ИП-2А) имеют промежуточную частоту 8,4 МГц. А из двух таких блоков и тракта звука может быть собран двухдиапазонный приемник. Необходимо только решить проблему переключения антенны и выхода ПЧ. Накал переключать не стоит, а анодное напряжение можно коммутировать тумблером. Антенну можно переставлять вручную, а вот переключение ПЧ, по мнению автора, лучше производить с помощью дополнительного суммирующего каскада УПЧ.

Для такого приемника может быть взята и полностью ламповый тракт звука. Нужно только иметь в виду, что с ним чувствительность приемника будет меньше. Поэтому следует увеличить усиление по ПЧ с помощью дополнительных каскадов усиления.

При соединении тракта звука и блока УКВ нужно обязательно подстроить контуры ПЧ в блоке УКВ и на входе тракта звука. Поскольку эти блоки не предназначены для совместной работы, при их соединении контура всегда оказываются расстроенными.

В заключение автор просит всех, воспользовавшихся рекомендациями и сведениями, приведенными в данной статье, прислать ему свои отзывы. Очень интересно узнать, понадобились ли подробные сведения об устройстве и работе столь старой техники, и возникла ли необходимость полной оптимизации настройки блока с целью получения максимально возможных параметров блока УКВ.

Литература

1. Радио, 1999, N2, С.20.
2. Радио, 1971, N7, С.31.
3. Радио, 1972, N11, С.38.
4. Радио, 1966, N2, С.40
5. Айнбиндер И.М. Вопросы теории и расчета УКВ-каскадов радиовещательного приемника. — М.: Госэнергоиздат, 1958.
6. Алексеев Ю.П. Блоки УКВ на лампах и транзисторах. — М.: Энергия, 1972.
7. Токаревский Ю. Упрощенный перерасчет колебательного контура. — Радио, 1971, N8, С.54-55.