

ПРИСТАВКА К ОСЦИЛЛОГРАФУ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ КРИВЫХ

Регулировку резонансных усилителей значительно облегчает визуальное наблюдение их частотных характеристик, т. е. кривых, выражающих зависимость напряжения $U_{\text{вых}}$ на выходе исследуемого устройства от частоты f входного сигнала, уровень которого $U_{\text{вх}}$ поддерживается неизменным.

Принцип получения резонансных кривых на экране осциллографа достаточно прост. Представим себе, что мы располагаем гетеродином, частота которого периодически изменяется в некоторых пределах относительно средней частоты f_0 (такие генераторы называют генераторами качающейся частоты ГКЧ). Присоединим этот гетеродин к входу приемника и будем изменять его частоту в таких пределах, чтобы перекрывалась частота настройки приемника. Тогда напряжение на нагрузке детектора приемника будет появляться всякий раз, когда частота ГКЧ совпадет с частотой настройки приемника. Подведем теперь напряжение с нагрузки детектора к вертикальному входу осциллографа, а частоту напряжения развертки осциллографа синхронизируем с периодом изменения частоты ГКЧ. В этом случае на экране появится изображение резонансной кривой приемника (рис. 1).

Пусть частота ГКЧ периодически изменяется от $f_0 - \Delta f_0$ до $f_0 + \Delta f_1$. Синхронно с этим изменением перемещается по горизонтальной оси и луч осциллографа. Тогда каждому положению светящейся точки соответствует определенная частота, которая в этот момент создается ГКЧ. Например, когда луч находится в левом положении (точка 1) — частота равна $f_0 - \Delta f_1$, в середине экрана (точка 2) — f_0 , в крайнем правом положении (точка 3) — частота достигает максимального значения $f_0 + \Delta f_1$. Все это повторяется периодически с частотой развертки.

Рассмотрим несколько схем простых приставок для наблюдения резонансных кривых усилителей промежуточной частоты, пользуясь которыми, можно более качественно настроить УПЧ.

На рис. 2 приведена простейшая приставка, в которой в качестве ГКЧ используется гетеродин приемника. Качание частоты гетеродина осуществляется с помощью полупроводникового диода $D1$, выполняющего функции варикапа. Этот диод в запертом состоянии можно уподобить конденсатору, обкладками которого служат зоны с проводимостью n и p типов, а диэлектриком — рабон их раздела. Емкость такого конденсатора, зависящая от величины запирающего напряжения, через конденсатор $C1$ подключается параллельно гетеродиной секции блока переменных конденсаторов приемника.

В приставке источником запирающего напряжения является элемент B типа «316». Постоянная составляющая обратного тока диода замыкается по цепи: $+B$, левое плечо переменного резистора $R3$, развязывающий резистор $R1$, диод $D1$, $B1$, $-B$. Для получения частотной модуляции на запертый диод $D1$ подается так называемое модулирующее, в нашем случае пилообразное, напряжение, которое снимается или со специального выхода осциллографа или, если его нет, с горизонтальных пластин электронной трубки. Для получения линейной модуляции амплитуда пилообразного напряжения не должна превышать напряжения записывания (1–1,2 В).

Наибольшее отклонение частоты от среднего значения — девиация частоты — регулируется переменным резистором $R3$. Конденсаторы $C1$, $C2$ разделяют цепи питания диода, гетеродина и горизонтальных пластин осциллографа по постоянному току.

Конструктивно приставка оформляется в виде шупа, в корпусе которого монтируются детали $C1$, $R1$, $D1$. Остальные детали размещаются на задней стенке осциллографа и соединяются с шупом отрезком коаксиального кабеля.

Упрощенная схема подключения приставки к транзисторному супергетеродинному приемнику показана на рис. 3. До присоединения приставки все фильтры в цепи преобразователя $T1$ (ФПЧ) и УПЧ с помощью ГСС с включенной модуляцией предварительно настраиваются на промежуточную частоту либо по максимуму напряжения на нагрузке $R4$ детектора $D1$, либо по наибольшей громкости на выходе приемника. В этом случае входные цепи от базы транзистора $T1$ должны быть отключены. Затем присоединяют приставку: выводы «а», «б» — к контуру гетеродина $L1$, $C3$; вывод «в» — к горизонтальным пластинкам или к клемме пилообразного напряжения осциллографа. Вертикальный вход осциллографа «у» подключают параллельно нагрузке детектора — резистору $R4$. Девиация частоты гетеродина, а следовательно, и промежуточной частоты зависит от емкости контура гетеродина, поэтому ручку конденсатора $C3$ приемника надо устанавливать в положение, соответствующее минимальной емкости (на CB или DB диапазонах).

После подключения приставки к выведенной переменного резистора $R3$ изменением частоты ГСС добиваются приема сигнала с частотной модуляцией. Усиление осциллографа и уровень сигнала от ГСС регулируют таким образом, чтобы исключить ограничение усиливаемого сигнала. Выключив затем модуляцию в ГСС, переменным резистором $R3$ (см. рис. 2) регулируют величину девиации частоты таким образом, чтобы на экране осциллографа получить удобную для наблюдения резонансную кривую тракта УПЧ. Для калибровки горизонтальной линии развертки по час-

тоте надо сместить установленную частоту ГСС на несколько килогерц и отметить смещение изображения на экране. Зная частоту в точке максимума кривой и масштаб по горизонтальной оси, можно определить частоту на любом участке резонансной кривой, а следовательно, и полосу пропускания УПЧ.

С помощью такой простой приставки можно судить о симметрии резонансной кривой, подобрать оптимальную связь между контурами. Если требуется определить резонансную кривую одного фильтра, остальные контуры нужно зашунтировать резисторами величиной в несколько килоом. Приставка может быть использована и для контроля чувствительности со входа преобразователя частоты. При наблюдении резонансной кривой частота развертки осциллографа не должна превышать 25–50 Гц.

В другой приставке для наблюдения резонансных кривых (рис. 4) с целью получения частотной модуляции используется эффект изменения емкости перехода коллектор — база транзистора $T1$ в зависимости от напряжения на базе. Генератор высокой частоты собран по схеме с общей базой и с емкостной обратной связью на транзисторе $T1$. Частота колебаний равна 232,5 кГц. Она определяется индуктивностью катушки $L1$, ее собственной емкостью, а также емкостью перехода коллектор — база транзистора, которая изменяется под действием пилообразного напряжения, поступающего от выходного каскада развертки осциллографа. Это напряжение через выключатель $B1$, резистор $R6$ и конденсатор $C5$ поступает на базу n , называемая с частотой генератора горизонтальной развертки (обычно до 50–60 Гц), вызывает частотную модуляцию с девиацией частоты 232,5–20 кГц. Используя эту гармоника этого генератора (имеющую частоту 465 кГц) и более высокие гармоники, можно настраивать не только УПЧ со стандартной промежуточной частотой, но и другие резонансные радиоустройства. Режим работы генератора по постоянному току определяется делителем, образованным резисторами $R3$, $R4$. Питание приставки производится от осциллографа (см. листовку № 115).

Напряжение с выхода приставки подается на вход преобразователя частоты приемника (колебания гетеродина должны быть сорваны). Уровень сигнала, подаваемого на вход преобразователя, можно изменить переменным резистором $R1$. Резистор $R2$ служит для уменьшения реакции нагрузки на частоту ЧМ генератора. Для наблюдения резонансной кривой напряжение с нагрузки детектора, как и в предыдущем случае, должно быть подано на вертикальный вход осциллографа.

Автор этой приставки (Б. Минин) смонтировал ее в экране от фильтра ПЧ приемника «Турист» как самостоятельный блок осциллографа. Гнездо $Гн1$, ручку переменного резистора $R1$ и выключатель $B1$ он вывел на верхнюю панель осциллографа. В качестве катушки $L1$ можно использовать катушку индуктивности от входного контура приемника диапазона длинных волн.

Настройка и налаживание этой простой приставки сводятся к подбору резисторов $R3$ и $R5$ по устойчивому генерированию в нужном диапазоне частот и индуктивности катушки $L1$.

Если требуется получить частотную метку на наблюдаемой резонансной кривой, достаточно одновременно с выходным напряжением приставки на вход преобразователя приемника подать напряжение от ГСС. При равенстве частот обоих генераторов на наблюдаемой резонансной кривой появляется метка нулевых биений. Перестраивая ГСС в пределах диапазона работы приставки, можно определить частоту на любом участке наблюдаемой резонансной кривой радиоустройства.

На рис. 5 приведена принципиальная схема приставки к осциллографу для визуальной настройки усилителей промежуточной частоты видеоканала телевизоров. Качание частоты в этой приставке, разработанной В. Горбенко, Е. Горбенко и В. Мирноным, осуществляется периодическим изменением режима питания туннельного диода $D2$. Приставка питается от накальной обмотки силового трансформатора лампового осциллографа. Выпрямитель собран на диоде $D1$. Фильтр образован резистором $R1$ и конденсаторами $C1$, $C2$. Режимы работы туннельного диода $D2$ определяется резисторами $R2$, $R3$, а частота колебаний — индуктивностью катушки $L1$, собственной емкостью диода $D2$ и напряжением на нем.

Пулсации напряжения на конденсаторе сглаживающего фильтра $C1$ имеют пилообразную форму, так как конденсатор $C1$ быстро заряжается через диод $D1$ и сравнительно медленно разряжается через цепи, нагружающие выпрямитель. Эти пульсации управляют частотой колебаний. При необходимости среднюю частоту генератора можно изменять, перемещая ферритовый сердечник катушки $L1$. Для уменьшения зависимости частоты генерации и линейности частотной шкалы ГКЧ от нагрузки, подключаемой к ГКЧ, на выходе последнего включен делитель $R5$ – $R8$ (его лучше заменить буферным каскадом с делителем). Гнездо $Гн1$ используется при настройке резонансных контуров, а с гнезда $Гн2$ или $Гн3$ сигнал подается на вход настраиваемого усилителя (УПЧ) изображения. Девиация частоты зависит от амплитуды пульсаций напряжения на конденсаторе $C1$. Емкость этого конденсатора подбирают такой, чтобы обеспечить одновременное перекрытие частоты от 22 до 42 МГц. Чтобы

получить удобный для наблюдения масштаб изображения по горизонтали, регулируют усиление канала горизонтального отклонения осциллографа.

В приставке используется один из простейших способов получения скользящей частотной метки. Он заключается в следующем. На транзисторе Т1 собран высокочастотный генератор, частоту которого можно изменять с помощью конденсатора С5 в пределах от 22 до 42 МГц. Напряжение с выхода этого генератора подается через конденсатор С7 на детектор, собранный на диоде Д3 и подключенный к выходу настраиваемого усилителя ПЧ изображения. С помощью детектора выделяется сигнал биений между частотами генератора качающейся частоты и генератора частотной метки. В результате на изображении частотной характеристики, наблюдаемой на экране осциллографа, выделяется характерная частотная метка.

Так как в описываемой конструкции не приняты меры для срыва генерации во время обратного хода луча горизонтальной развертки, то в правой части экрана осциллографа может появиться повторное изображение частотной характеристики. Оно занимает примерно 15% длины горизонтальной развертки и регулировкой смещения по горизонтали может быть выведено за пределы трубки.

Конструктивно приставка выполнена в виде двух малогабаритных пробников. В одном размещается генератор качающейся частоты, во втором — детектор и генератор частотной метки. Корпуса пробников, если они выполняются из оргстекла, с внутренней стороны надо оклеить медной фольгой. Такое конструктивное оформление пробников позволяет подключать их к настраиваемому узлу короткими проводами длиной не более 2—3 см.

Катушка L1 намотана без каркаса на оправке диаметром 3 мм, в один слой виток к витку проводом ПЭЛ 0,7 и имеет 16—20 витков. Внутри катушки расположен сердечник из феррита 600НН диаметром 2,8 мм и длиной 12 мм. Если желательно

менять среднюю частоту ГЧЧ, необходимо предусмотреть возможность плавного перемещения указанного сердечника. Катушка L2 намотана на каркасе диаметром 8 мм (от телевизора «Рекорд») в один слой виток к витку и содержит 10 витков провода ПЭЛШО 0,25 мм. Сердечник катушки — типа СЦР-1.

Для градуировки генератора частотной метки, конденсатор С5 которого имеет шкалу настройки, на вход детектора (квезда Гн4, Гн5) необходимо подать через резистор 3—10 кОм сигнал с ГСС. При разносте частот ГСС и генератора частотной метки на экране электронно-лучевой трубки осциллографа будут наблюдаться нулевые биения. Если генератор меток работает вне требуемого диапазона, необходимо изменить индуктивность катушки L2 с помощью сердечника либо более тщательно подобрать число витков этой катушки. В дальнейшем эта приставка была значительно усовершенствована авторами за счет некоторого усложнения схемы (см. журнал «Радио», 1968, № 8, с. 34). Тем радиолюбителям, которые заинтересованы вопросами, связанными с особенностями налаживания отдельных схем приставок, областями их применения, рекомендуем ознакомиться со следующей литературой:

Сонин В., Сонин Е. Приборы для визуальной настройки радиолюбительской аппаратуры (МРБ, вып. 483). М., «Энергия».

Леонтьев В. Генератор качающейся частоты (на лампах, диапазон 350—600 кГц). — «Радио», 1965, № 12, с. 49—52 и с. 4 вкладки.

Бражонас А. Генератор качающейся частоты (средние частоты 465 кГц, и 6,5 МГц, выполнен на лампах). — «Радио», 1968, № 6, с. 49—51 и с. 4 вкладки.

Сидоренко В. Генератор качающейся частоты (на лампах, диапазон 320—590 кГц). — «Радио», 1973, № 6, с. 36—39 и 3-я страница обложки.

Кондратьев Е. ГЧЧ на транзисторах (диапазон 0,15—100 МГц). — «Радио», 1973, № 12, с. 49—51 и с. 4 вкладки.

