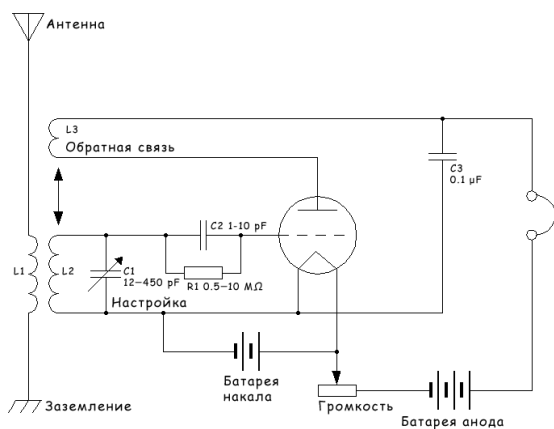


РРПУ "Мечта"

Введение.

На данный момент существует большое число различных схем регенеративных приемников,

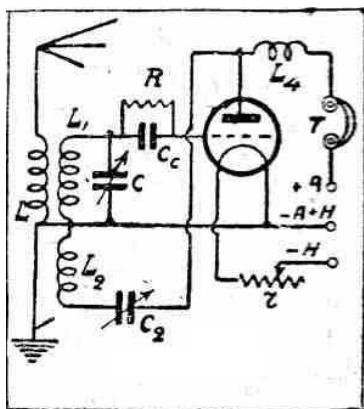


которые можно разделить по типам организации положительной обратной связи и задания режима активного элемента. Исторически, первым регенеративным приемником был регенератор с индуктивной обратной связью, изобретенный Армстронгом. По сути, большинство регенеративных приемников строятся и сегодня по этой схеме. Детектирование было сеточным, при помощи цепочки R1 C1. Конденсатор C2 заряжался через диод катод-сетка, в результате чего на его правой обкладке возникал отрицательный заряд, пропорциональный напряжению на контуре L2C1 и этот отрицательный

заряд создавал на сетке постоянное (но пульсирующее) напряжение, которое прикрывало лампу и менялось в соответствии с законом модуляции колебаний контура. Этот эффект достигался за счет разрядки C2 через резистор R1. Время разряда подбиралось таким образом, чтобы напряжение успевало изменяться при частоте модуляции до нескольких кГц. Очевидно, что колебания на несущей частоте в несколько сотен кГц этим конденсатором сглаживались. Напряжение на конденсаторе, менявшееся с частотой модуляции, управляло током лампы и усиливалось ей. Кроме НЧ напряжения, возникавшего на сетке лампы за счет выпрямления колебаний диодом катод-сетка, заряжавшим конденсатор C2, на сетку попадала так же переменная составляющая с контура, имевшая частоту колебаний контура. Она тоже усиливалась лампой, и проходя по катушке связи, наводила в контуре ЭДС, которая совпадала по частоте и фазе с собственными колебаниями контура. Если наводимая ЭДС была достаточно велика, возникали автоколебания. Если же нет, то наведенная ЭДС частично компенсировала потери в контуре, что не приводило к генерации, но увеличивало амплитуду колебаний, которые возникали под действием внешних факторов, например напряжения на зажимах подключенной к контуру антенны. Колебания, наводимые в контуре антенной, управляя током лампы и усиливаясь ей, снова попадали в контур через катушку связи и сами себя поддерживали. При этом наблюдались весьма интересные эффекты, как сужение полосы пропускания контура, рост его активного характеристического сопротивления до величин 5 - 10 МОм и прочие, останавливаться на которых не будем.

По сути, любой генератор синусоидальных колебаний, в который введена регулировка уровня колебаний, может быть регенератором. Надо отметить, что далеко не всегда регулировка уровня колебаний достигается изменением обратной связи, как это сделано в схеме Армстронга. В схеме Армстронга, ЭДС наводимая катушкой связи L3, буквально зависит от расстояния между катушкой связи L3 и катушкой контура. При этом можно не влиять на другие параметры схемы для управления величиной колебаний в контуре и мерой компенсации потерь в нем. Но существуют другие способы управления балансом энергии колебаний в контуре. Например, это можно осуществить изменением крутизны (режима) лампы при изменении температуры катода лампы. Это делалось при помощи регулировочного резистора в цепи накала. Любые изменения режима лампы влияют на ее усиление и величину различных эквивалентных сопротивлений/проводимостей, которые подключены к контуру и тоже могут воздействовать на баланс энергии в контуре.

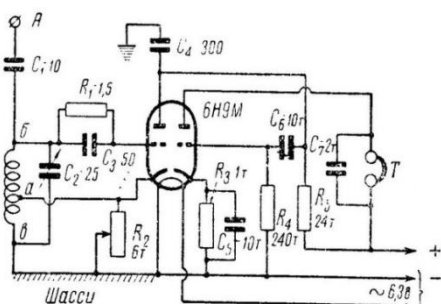
Для работы в качестве регенеративного приемника, схемы регулировки баланса энергий



контура должны удовлетворять условию плавности подхода к режиму возбуждения. Колебания не должны возникать взрывом, сразу достигая больших величин. Не должно наблюдаться гистерезиса, то есть положение элемента регулировки, в котором возникает генерация, должно совпадать с положением в котором она гаснет. Все это накладывало ограничения на схемотехнику и особенности технической реализации регенераторов. Для плавного управления величиной, поступающей через катушку обратной связи энергии и упрощения конструкции, Шнелль и Рейнарц предложили схему с использованием конденсатора в цепи катушки ПОС. В последствии она так и называлась - схема

Рейнарца. Конденсатор C2, в данном случае, изменял свое реактивное сопротивление и тем самым влиял на ток в катушке связи L2. Эта схема использована в массово повторенном регенеративном приемнике Ромаса Зерниса LY3CU. Естественно, L2 и C2 в этой схеме образуют последовательный контур с собственной резонансной частотой, что имеет негативные последствия. Эти последствия особенно сильно себя проявляют, если делается попытка изготовления приемника с широкой полосой обзора в несколько мегагерц.

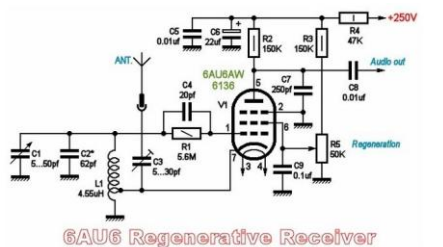
Известна так же схема Егорова, в которой управление добротностью контура производится



с помощью подключенного к контуру переменного резистора. Надо сказать, что эта схема удачна во многих отношениях, она технологична, не содержит дефицитных переменных конденсаторов, очень слабо влияет на частоту собственных колебаний контура, не имеет гистерезиса, паразитных резонансов, обеспечивает плавность подхода к режиму генерации. Элемент регулировки не находится под высоким напряжением. Довольно странно, что она не получила широкого распространения, подобно другим

схемам. Надо отметить, что Сергей Беленецкий US5MSQ, использовал в своем приемнике, имеющем заслуженную репутацию отлично работающего устройства, именно схему Егорова.

Другие схемы управления режимом через напряжение на аноде, экранной сетке или напряжением смещения можно упомянуть для полноты картины. Экзотические способы



управления балансом энергии в контуре, например с использованием транзитронного эффекта или туннельного эффекта, а так же иных, использующих отрицательное дифференциальное сопротивление, интересны с теоретической точки зрения, но имеют большое количество "подводных камней", которые делают их использование в регенераторах крайне затруднительным.

Общие недостатки рассмотренных регенераторов.

Все выше перечисленные типы регенераторов в десятках различных модификаций и технических реализаций были выполнены автором за истекшие 15 лет. И надо отметить, что ни

один из них не был мной признан удовлетворительно работающим. Возможно, дело было в завышенных требованиях к устройству. Чтобы было ясно, к чему я стремился, приведу их.

1. Простота схемы. Минимум деталей.
2. Отсутствие непредсказуемых эффектов в работе.
3. Технологичность.
4. Высокая чувствительность порядка единиц микровольт и селективность.
5. Широкая полоса обзора, чтобы минимальным числом катушек и переключателей перекрыть максимальную полосу частот.
6. Независимость работы от перестройки в широкой полосе частот.
7. Возможность приема AM и SW/SSB.
8. Приятный звук.

Ни одна из собранных мной схем не удовлетворяла и половине этих требований. По мере набора статистики и опыта разработки приемников этого типа появились некие общие для них минусы, которые сильно портили ощущение от работы аппаратов.

Первое явление, которое обратило на себя внимание, было возникновение различных эффектов прерывистой генерации. Цепочка сеточного детектора очень коварная штука, а она используется повсеместно. Ее коварство заключается в том, что у нее есть некая постоянная времени, которая зависит Бог знает от каких величин и процессов, кроме, собственно, значений сопротивления и емкости. На пороге генерации, она может породить (что и делает) прерывистую генерацию, меняя положение рабочей точки лампы, которое зависит от напряжения на конденсаторе сеточного детектора. В свою очередь это напряжение зависит от величины колебаний, а она от огромной кучи факторов. Проявляется это явление в виде рева, свиста, писка, скрежета на некоторых участках диапазона, меняется в зависимости от типа и года изготовления лампы, номиналов и типов деталей (тип диэлектрика - керамика, слюда, стекло, тип резистора - ВС, МЛТ, ТВО), погодных условий, анодного напряжения и прочего. Стало очевидно, что схема не должна содержать никаких элементов, которые могут влиять на режимы лампы и имеют "память". Никаких цепей сеточного детектирования (они же сеточного смещения), цепей катодного автоматического смещения с емкостным шунтированием. Уровень колебаний в контуре по возможности не должен никак влиять на режимы активного элемента.

Второе явление - УВЧ паразиты.

В регенераторах он носит особо злокозненный характер. Я не имею ввиду мультипликативную помеху от ВЧ колебаний, которые пролазят в выпрямитель и там с частотой 50-100 Гц коммутируются открывающимися и закрывающимися диодами выпрямительного моста. И уж конечно не беру в расчет наводки 50-100 Гц от плохой экранировки и неудачной разводки. Я имею ввиду нечто, похожее на УВЧ паразитные колебания на частотах порядка десятков мегагерц, очень небольшой величины, но обладающее чудовищной проникающей способностью. Особенно этому эффекту подвержены конструкции на распространенной лампе 6НЗП. Величина эффекта зависит от положения рук оператора на расстоянии до полуметра, и не устраняется никакими блокировочными конденсаторами и прочими стандартными мерами борьбы с наводками и УВЧ-паразитами. Побороть это явление удалось установкой антипаразитных резисторов 20 - 50 Ом на сеточные и анодные выводы ламп, включением блокировочных емкостей на выводы накала, и резисторов формирующих среднюю точку накала. Изловить эти колебания мне ни разу не удавалось ни на анализатор спектра, ни на имеющиеся бытовые приемники, но все указывает на то, что это именно УВЧ-паразиты.

Третье явление - фон 100 Гц.

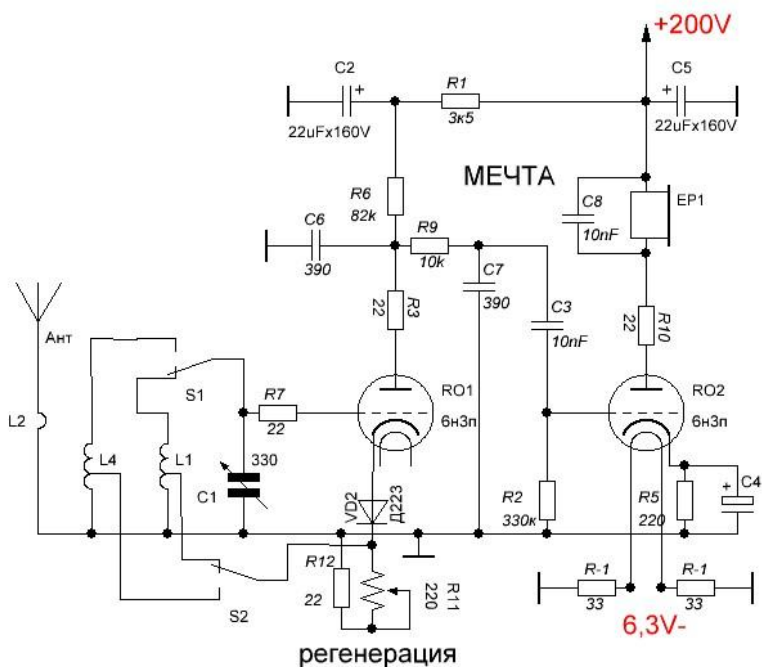
Использование цепи сеточного детектора подразумевает высокое входное сопротивление участка сеточной цепи, который ловит любые емкостные наводки с великим удовольствием. Способ устранения - либо экранировка - разводка, либо устранение сеточного детектора как элемента схемы.

Четвертое явление - самовозбуждение на НЧ.

Регенераторы - приемники в которых основное усиление происходит как правило на низкой частоте. Микрофонные эффекты, любые наводки с выхода на вход, механические связи через корпус на сетки и аноды входных ламп, все это имеет место и если нет желания с этим бороться - стоит избегать громкоговорящего приема. Я не говорю, что это невозможно, просто могут быть проблемы.

В результате сбора и анализа различных проблем в работе регенеративных РПУ, с учетом личного опыта, была разработана схема, которая в значительной степени свободна от перечисленных недостатков.

Регенератор "Мечта"



В приемнике применена схема управления балансом энергии, предложенная Егоровым. Сеточное детектирование заменено анодным. Таким образом удалось избавиться от воздействия напряжения сеточного детектора на режим работы лампы. Анодное детектирование происходит за счет нелинейности анодной характеристики лампы и не влияет на режим лампы так сильно, как сеточное. Кроме того, анодный детектор работает практически без тока сетки (до момента появления положительного напряжения на сетке относительно катода) и почти не нагружает контур. Когда возникает генерация, ток сетки плавно ограничивает амплитуду колебаний в контуре, не позволяя им приобрести значительный размах, но не влияет на режим лампы. Сетка

лампы замкнута по постоянному току и низкой частоте на землю через ничтожную индуктивность катушки контура. Это устраняет участок сеточной цепи с высоким сопротивлением и делает нечувствительным входную цепь регенератора к наводкам по НЧ. Смещение на лампу подается через диод. Это позволяет избавиться от резистора с потерями в нем и необходимостью шунтировать его конденсатором, который создает условия для возникновения различных явлений, связанных с изменением режима лампы по причине изменения анодного тока. Напряжение на открытом диоде 0,5 В и оно практически не зависит от тока через лампу. Дифференциальное сопротивление открытого диода невелико, и по этому он практически не создает потерь в цепи обратной связи. Этим 0,5 В вполне достаточно для работы регенератора до порога регенерации с максимальной добротностью. Двух триодов хватает (1 баллон 6Н3п), чтобы комфортно слушать в режиме генерации сигналы с уровнем единицы микровольт. В режиме регенерации сигнал ГСС с АМ при уровне 10 мкВ принимается на 3 балла. С двумя катушками приемник перекрывает частоты от 2 до 18 МГц. При этом его свойства не зависят от частоты во всем диапазоне перестройки. Никаких "неожиданностей" свойственных работе регенераторов, я пока не заметил. Рабочий режим стабилизированный падением на диоде и невозможность его изменить колебательными процессами в контуре, очень положительно сказались на устойчивости работы устройства.