

Фильтр между трансивером и усилителем мощности

Фильтрации излучаемых передающими устройствами сигналов уделяется всё больше и больше внимания. Излучение сигналов на частотах, отличающихся от рабочей, можно расценить, по аналогии с дорожным движением, как выезд на встречную полосу из-за негабаритности транспортного средства.

С одной стороны, как радиолюбители, так и профессионалы применяют на выходе передатчиков фильтры нижних частот (ФНЧ) с целью подавления только гармонических составляющих. С другой стороны, в погоне за уменьшением габаритов, а значит, и экономией конструктивных материалов производители передающей аппаратуры создают все новые и новые “шедевры”—трансиверы, которые или имеют самые простые фильтры на выходе передатчиков, или не имеют их вовсе. В последнем случае, расчёт делается на подключение внешних фильтрующе-согласующих устройств — различного рода тюнеров, которые или выпускаются отдельно, опционально, или не выпускаются для конкретного трансивера вовсе.

При желании увеличить мощность выходного сигнала передатчика, радиолюбитель изготавливает или приобретает усилитель мощности, который имеет в своём составе только ФНЧ (например, в виде выходного П-контура). Такой фильтр в известной степени подавляет гармоники основного сигнала, а сам усилитель усиливает весь спектр сигнала, который поступает на него с трансивера. Следовательно, подавление гармонических составляющих, которые обусловлены нелинейностью каскадов, как в трансивере, так и в усилителе мощности, уменьшается. Другие составляющие, частоты которых находятся ниже частоты среза ФНЧ усилителя мощности (от гетеродинов, компонентов промежуточных частот, гармоник и биений между ними), поступая на него, усиливаются и проходят в антенну. Резонансная, хорошо согласованная на рабочей частоте антенна частично подавляет нежелательные спектральные составляющие, которые становятся, однако, причиной помех в ближней зоне.

В настоящее время, кроме “пролезающих” на выход трансивера наводок гетеродинов и их гармоник, в составе выходного сигнала трансивера имеются также и “цифровые” флуктуации от различного рода цифровых “примочек” (шкал, формирователей, делителей, DSP, от введенных в трансивер при совместном использовании с компьютером шумовых составляющих).

Таким образом, для защиты эфира от “подготовительных” вспомогательных сигналов необходимо иметь на выходе передающей аппаратуры не только ФНЧ, но и ФВЧ с общей полосой прозрачности, в идеале равной полосе излучаемого сигнала: для SSB — 2,4 кГц, для CW — 50—100 Гц, для AM — 6 кГц, для ЧМ — 10—15 кГц. Поскольку такие полосы пропускания на выходе передающих устройств обеспечить на практике не представляется возможным (да ещё с учетом перестройки такой полосы по диапазонам), следует на выходе, например, трансивера установить полосовой фильтр, который обеспечит не только подавление вредных составляющих сигнала, но и согласование выхода передатчика трансивера с антенной или со входом усилителя мощности. При этом, основной сигнал будет очищен и от гармоник, и от шумовых составляющих, более низкочастотных, чем полезный выходной сигнал. Поскольку полосовой фильтр обладает, в

зависимости от добротности реактивных элементов его составляющих, определенной полосой пропускания, то, либо во всем поддиапазоне частот, либо в требуемой его части настройку фильтра и согласование можно не изменять.

Полосовой фильтр можно изготовить, как по схеме с индуктивной связью, что более желательно, так и по схеме с автотрансформаторной связью. На рис.1 приведена схема фильтра с индуктивной связью для использования на УКВ, на рис. 2 — с автотрансформаторной связью для применения на УКВ.

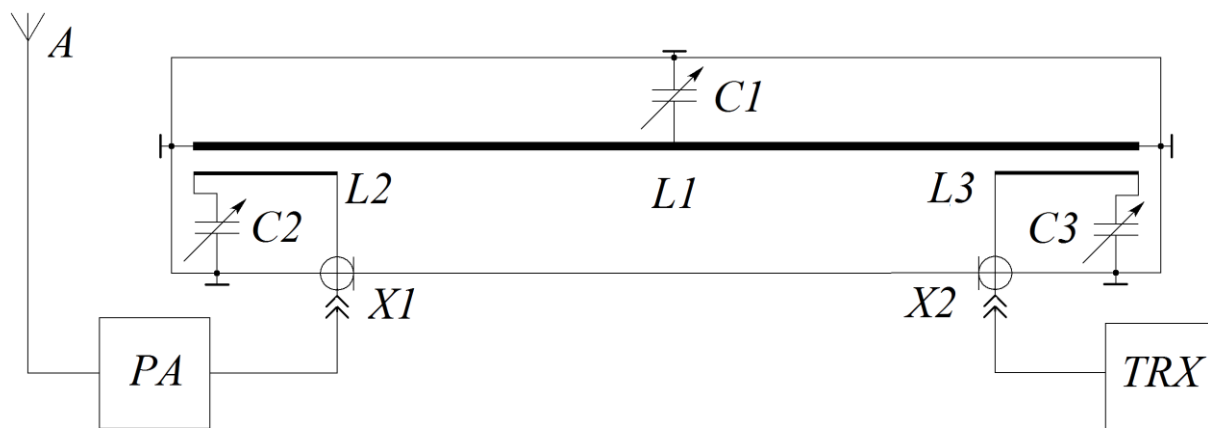


Рис. 1. Полосовой фильтр на основе полуволнового коаксиального резонатора с индуктивной связью. Схема принципиальная электрическая

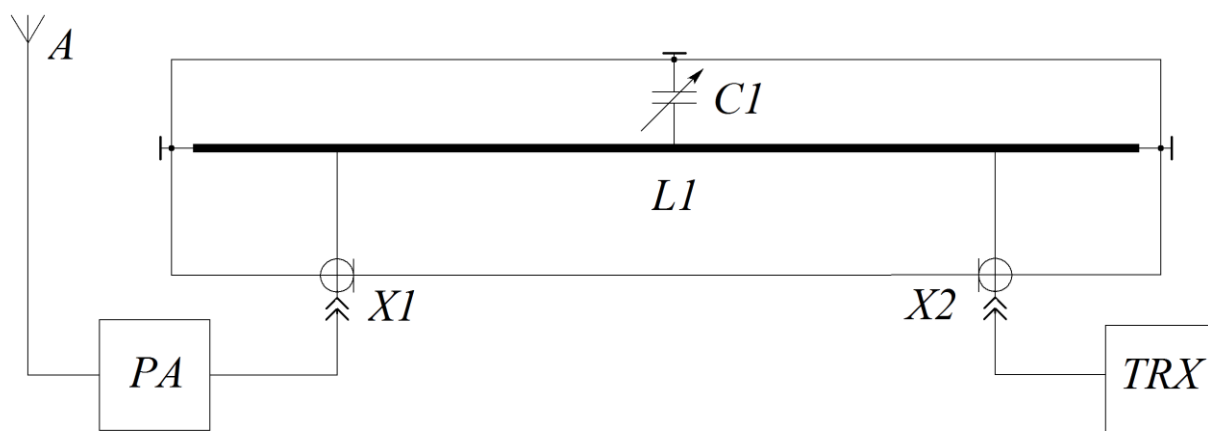


Рис. 2. Полосовой фильтр на основе полуволнового коаксиального резонатора с автотрансформаторной связью. Схема принципиальная электрическая

На УКВ, для улучшения параметров фильтра, следует вместо катушек применять резонаторы (на более низких частотах — спиральные, на более высоких — коаксиальные). По аналогии с УКВ, на КВ можно применять как спиральные резонаторы, так и обычные катушки. На рис. 3 приведена схема полосового фильтра с катушками связи, на рис.4 — с автотрансформаторной связью. Фильтры с катушками связи позволяют обеспечить согласование без вскрытия резонаторов, а фильтры с автотрансформаторной связью при согласовании требуют перемещения отводов для входа и выхода по виткам катушки L1 (рис.4), или по центральному проводнику коаксиального резонатора (рис.2).

Настройку фильтра и согласование по входу и выходу можно производить простым методом с помощью ГСС и ВЧ вольтметра, но нагляднее всего провести её с помощью измерителя частотных характеристик (например, X1-48). Полосовой фильтр — симметричное устройство, поэтому вход и выход можно менять местами.

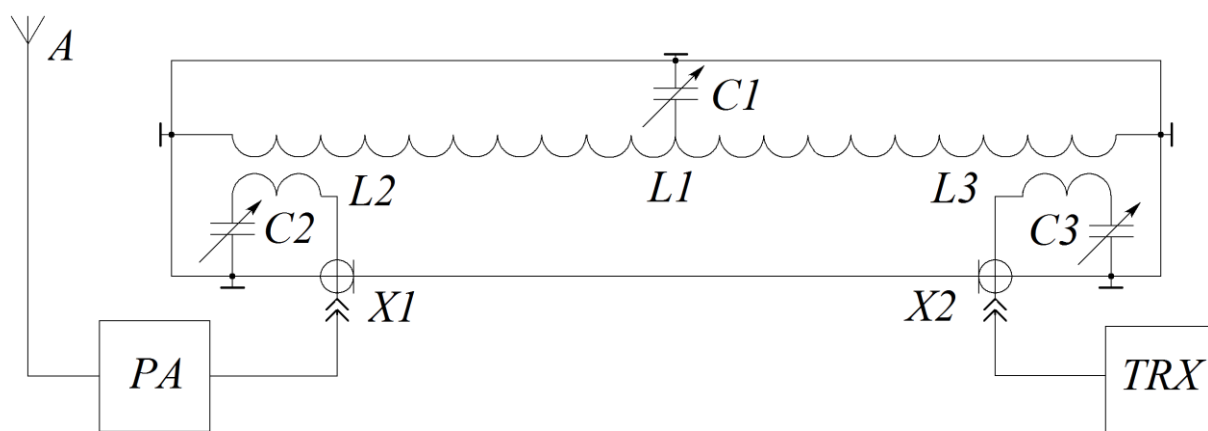


Рис. 3. Полосовой фильтр на основе полуволнового спирального резонатора с индуктивной связью. Схема принципиальная электрическая

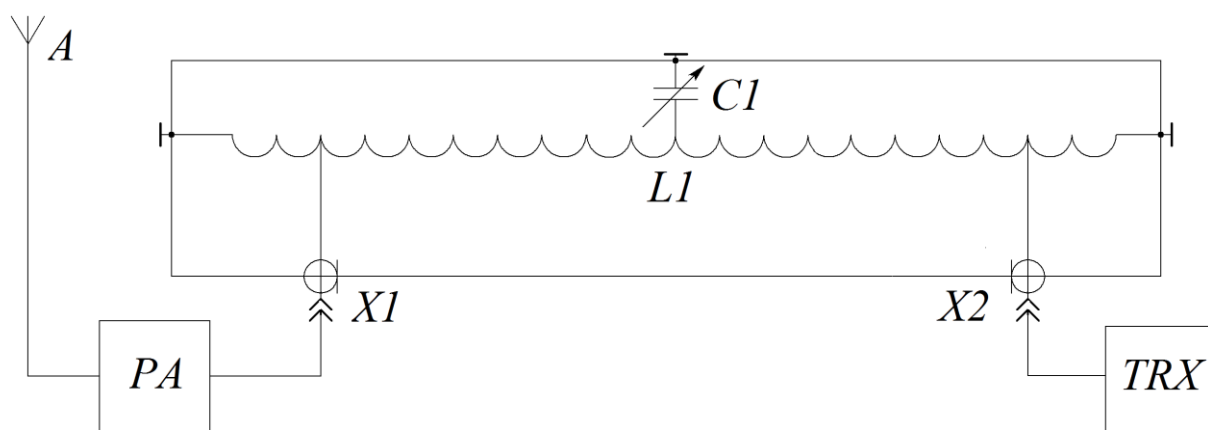


Рис. 4. Полосовой фильтр на основе полуволнового спирального резонатора с автотрансформаторной связью. Схема принципиальная электрическая

Конденсатор $C1$ (КПЕ или подстроечный конденсатор с воздушным диэлектриком) предназначен для настройки полуволнового резонатора (в идеале) на рабочую частоту, излучаемую передатчиком, в реальности — на среднюю частоту полосы пропускания фильтра, ширина которой зависит от соотношения $L1/C1$ и степени нагрузки этого контура через индуктивную (с помощью последовательных контуров $L2-C2$ и $L3-C3$ — рис.1 и 3) или автотрансформаторную связь с ним, через отводы от $L1$ (рис.2 и 4).

На экране ЭЛТ X1-48 видна характеристика ПФ, влияние на неё подстроечных элементов ($C1—C3$) и нагрузки.

Резонатор, конечно же, имеет большую физическую длину, но нет худа без добра — это обстоятельство позволяет отнести УМ от трансивера, что снижает напряженность электромагнитного поля в месте нахождения оператора, у трансивера. Благодаря этому

улучшается экологическая обстановка на рабочем месте и повышается устойчивость всей радиопередающей системы к наводкам, самовозбуждению и т.д.

Применение подобных фильтров на входе и выходе усилителя мощности позволит излучать в эфир узкий спектр сигнала, снизить вероятность появления TVI и VCI, а также более эффективно использовать ресурсы усилителя мощности. В самом деле, если подать сигнал с трансивера, особенно, не имеющего на выходе тюнера, то выходная мощность подключенного к нему усилителя будет больше без полосового фильтра, даже в том случае, если мы учтём затухание в фильтре и добавим мощности раскачки с трансивера для компенсации затухания. Это происходит потому, что часть выходной мощности приходится на “посторонние” составляющие спектра передатчика, которые при отсутствии полосового фильтра беспрепятственно проходят на вход усилителя и усиливаются. Очистив спектр передатчика с помощью ПФ, освободившийся “резерв” можно использовать по назначению, т.е. для увеличения выходной мощности передатчика (“раскачки”) на рабочей частоте.

Если полосовой фильтр используется не только на входе усилителя мощности, но и на выходе (что весьма желательно), то следует обратить особое внимание на детали фильтра, точнее, их пригодность для применения в таком фильтре. Так, например, конденсатор переменной емкости С1, установленный в месте максимума напряжения на контуре, в зависимости от выходной мощности усилителя и добротности резонатора (катушки) должен иметь зазор между пластинами 3—10 мм. Очень важен надежный контакт с общим проводом по концам у катушки L1, т.к. в этом месте контура имеет место максимум тока, поэтому диаметр провода катушки L1 должен быть достаточно большим.

Оптимальную настройку полосового фильтра, включенного между трансивером и усилителем мощности, можно зафиксировать по максимальному отклонению стрелки измерителя анодного тока УМ, или индикатора тока антенны, или по максимальной яркости свечения неоновой лампочки, расположенной непосредственно у антенного выхода фильтра или усилителя мощности.

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень