

Виктор Беседин (UA9LAQ)
г. Тюмень
E-mail: ua9laq@mail.ru

Использование ЭМФ в аппаратуре связи

Далее, речь пойдёт не о тех ЭМФ (электро-механических фильтрах), которые всего более известны коротковолновику (например, применявшиеся в тракте трансивера UW3DI, – на частоту 500 кГц, или немецкие ЭМФ на частоту 200 кГц), а о низкочастотных ЭМФ, на частоты в участке 1300...2000 Гц ФЭМ-I-T-1 (приёмных) и ФЭМ-I-T-2 (генераторных), например, применяемых в системах персонального вызова в таких радиостанциях, как КАМА-П, КАМА-С, КАМА-Р, КАМА-РМ. Полоса пропускания таких ЭМФ составляет порядка 9...20 Гц, что достаточно для фильтрации телеграфных и цифровых сигналов, снижения уровня шумов в РЧ тракте. Есть тут, правда, свои нюансы: столь узкополосные фильтры склонны к подзваниванию, что снижает разборчивость сигналов, фильтры с такой областью применения выполняются довольно грубыми и требуют больших уровней сигналов. Как и в большинстве других ЭМФ, на их входе и выходе имеются катушки индуктивности, фильтры, как правило, симметричны, но рассмотрим прохождение сигнала в одном направлении. Сигнал, поданный на катушку возбуждения, заставляет вибрировать стальной механический резонатор, помещённый в магнитный зазор сердечника катушки с тем большей

силой, чем частота возбуждения ближе к собственной резонансной частоте сердечника (явление резонанса). Сердечник имеет вид качели (коромысло) и закреплён механически в центральной нейтральной зоне, меньше всего влияющей на вынужденные колебания сердечника, на их затухание. Второе плечо сердечника вибрируя, приводит к выработыванию электрической энергии с резонансной для коромысла частотой в выходной катушке ЭМФ. Этот сигнал подаётся дальше для усиления и обработки. Резонансное коромысло выполняется из высококачественной твёрдой стали, которая изначально обладает и некоторой намагниченностью.

Небольшое отступление от темы: в любом случае, для повышения частотной избирательности и повышения динамического диапазона, узкополосные фильтры нужно устанавливать в антенную цепь, на входе радиоприёмного устройства. В данном случае, это – не получится, поскольку ЭМФ – низкочастотные и резонируют намного ниже самого низкочастотного радилюбительского диапазона. Остаётся применить метод переноса входных сигналов на промежуточную частоту (здесь: низкую звуковую частоту ЭМФ), затем, обратно – в любительский диапазон и использовать имеющуюся приёмную аппаратуру, значительно повысив,

за счёт приставки, её селективность. Проще говоря, необходимо между антенной и приёмником установить приставку, использующую метод Юзвинского. Приставка должна иметь УРЧ с небольшим коэффициентом усиления и входным узкополосным устройством, два смесителя и один общий гетеродин – **рис. 1**.

Сигнал, например, в диапазоне 1,8 МГц из антенны поступает на входной полосовой фильтр (возможно, перестраиваемый), выделяется им и подаётся на усиление в УРЧ, усиленный сигнал поступает на смеситель, на другой порт смесителя поступает напряжение с гетеродина с частотой, отличной от частоты входного сигнала на величину частоты ЭМФ, пройдя ЭМФ, сигнал биений между напряжением входного сигнала и напряжением гетеродина (сразу или через дополнительный усилитель) подаётся на второй смеситель, точнее, по сути дела, – модулятор, на второй порт которого подаётся напряжение всё с того же гетеродина. В результате: "просеянный" ЭМФ входной сигнал поступает на вход базового радиоприёмника, в том же диапазоне, где происходит его окончательная обработка. В дополнение к такой "скелетной" схеме, описанной выше, следует отметить, что избирательность устройства возрастает лишь по соседнему каналу и снижается уровень



Рис. 1. Блок-схема "гетеродинирования" по методу Юзвинского

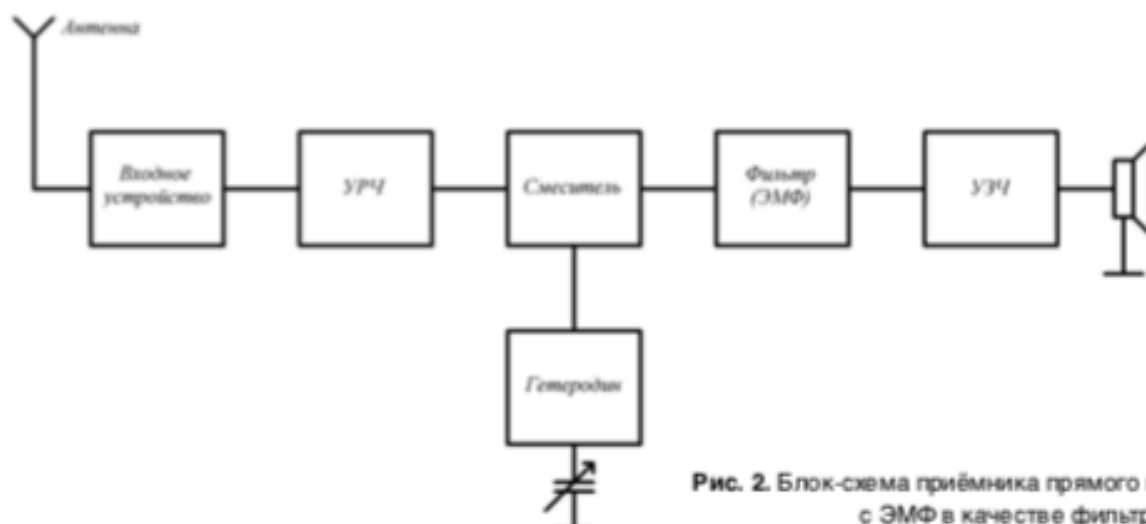


Рис. 2. Блок-схема приёмника прямого преобразования с ЭМФ в качестве фильтра

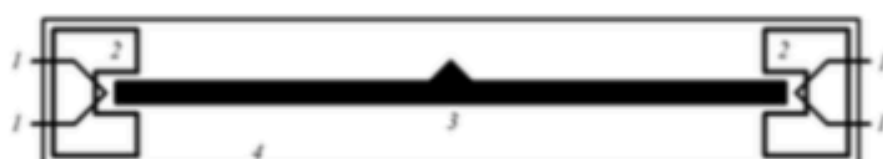


Рис. 3. Эскиз 3Ч ЭМФа в разрезе:

1-1 – катушки возбуждения; 2 – сердечники катушек возбуждения с магнитными зазорами; 3 – коромысло резонатора с точкой опоры; 4 – корпус ЭМФ

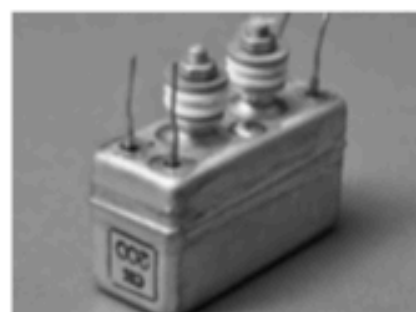


Рис. 4. Фото низкочастотного ЭМФ

шумов, исчезает перегрузка основного приёмника внеполосными сигналами, однако, динамический диапазон по забитию зависит от входного устройства, его способности подавлять внеполосные сигналы, нужен индивидуальный подбор напряжений гетеродина на каждом смесителе и коэффициентов усиления вспомогательных усилителей. Без УРЧ, фактически, имеющий ту же частоту, что и принимаемый и выделяемый входным устройством сигнал гетеродина приставки, может быть обнаружен за счёт излучения в антенну, далеко от размещения такого приёмного устройства, правда, можно рассмотреть возможность применения смесителей, работающих на гармониках, где сигнал гетеродина вдвое ниже принимаемого сигнала и эффективно подавляется входным устройством.

Для эксперимента можно создать приёмник прямого преобразования с ЭМФ в качестве частото-

избирательного элемента. Жаль, что ЭМФ изготавливаются на довольно высокие 3Ч частоты (минимальная частота ЭМФ, встретившаяся автору, составляет 1300 с лишним Гц, максимальная – выше 1900 Гц) – принимать некомфортно. Другое дело, если бы такие фильтры изготавливались на частоты 400...1000 Гц и по технологии для слабых сигналов.

Но, что имеем, то – имеем. Для диапазона 14 МГц изготавливаем УРЧ, далее идёт диодный смеситель на диодах с расширенной адаптивной зоной напряжений гетеродина, на выходе смесителя установлен 3Ч ЭМФ, с выходной катушки которого сигнал поступает на УЗЧ с большим коэффициентом усиления. Этот экспериментальный приёмник показывает, насколько грубо выполнен такой 3Ч ЭМФ: стоит подать на ЭМФ сигнал большей амплитуды, как эффективность приёмного устройства повышается. Такие ЭМФ очень хорошо

работают в 3Ч генераторах синусоидальных колебаний, из-за узкополосности ЭМФ такие генераторы генерируют сигналы с мизерным наличием гармоник, их частота строго фиксирована, примерно, как у кварцевых резонаторов на более высоких частотах. Для исключения "микрофонного эффекта" низкочастотные ЭМФ монтируются на платы из изоляционного материала (стеклотекстолит толщиной 1,5 мм) с помощью резиновых амортизаторов. Повышения выходного напряжения с ЭМФ можно добиться, настраивая возбуждающие катушки на частоту резонанса коромысла и согласовывая ЭМФ по входу и выходу. Точная подстройка резонаторов в ЭМФ производится на заводе с помощью лазерных инструментов и алмазных шлиф-дисков.

