

ПОЛОСОВОЙ АКТИВНЫЙ ФИЛЬТР РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Известно, что наличие нелинейных искажений в активных фильтрах обусловлено в основном двумя факторами, а именно: нелинейностью проходных характеристик усилительных элементов и величиной добротности полюсов реализуемых передаточных функций. Эти факторы неизбежны, и ситуацию можно улучшить только на этапе реализации с привлечением структурного подхода к синтезу усилительного звена активного фильтра (АФ).

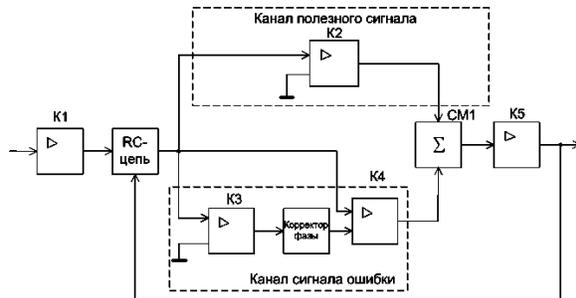


Рис. 1 Структура активного фильтра

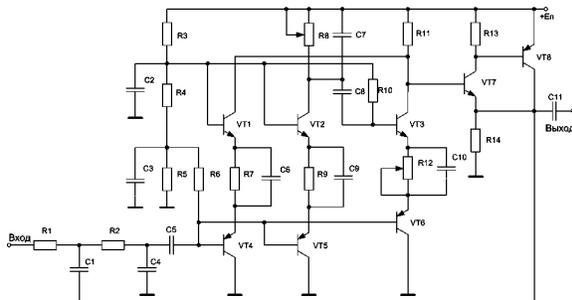


Рис. 2 Принципиальная схема активного фильтра

Структурная схема разработанного АФ на основе усилителя с прямой связью представлена на рисунке 1. Усилительные блоки K2 и K3 являются неинвертирующими дифференциальными каскадами. Они совершенно идентичны, поэтому в одинаковой степени искажают полезный сигнал. Инвертирующий по отношению к сигналу ошибки дифференциальный каскад K4 выделяет сигнал ошибки, который после необходимого усиления поступает на сумматор СМ1 совместно с полезным сигналом с выхода K2. На выходе сумматора при выполнении условий настройки формируется полезный неискажённый сигнал. Корректор фазы позволяет установить необходимые для более точной компенсации искажений фазовые соотношения.

Принципиальная схема АФ представлена на рисунке 2. За основу принята схема Саллена-Ки второго порядка на основе неинвертирующего усилителя. Для формирования сигнала ошибки служит дифференциальный усилитель на

транзисторах VT2 и VT5. Он идентичен входному усилителю на транзисторах VT1 и VT4. Искаженный сигнал выделяется на резисторе R8 и поступает на инвертирующий вход дифференциального усилителя сигнала ошибки на транзисторах VT3 и VT6. Фазовая коррекция сигнала ошибки осуществляется подбором конденсатора C7. Опорный неискаженный сигнал поступает на неинвертирующий вход усилителя (база транзистора VT6). Коэффициент передачи каскада регулируется резистором R12. Усиленный сигнал ошибки выделяется на резисторе R11, являющемся одновременно и нагрузкой входного каскада, и вычитается из искажённого усиленного входного сигнала. Для согласования с пассивной RC цепью служит каскад на транзисторах VT7 и VT8. Каскад имеет низкое выходное сопротивление и единичный коэффициент передачи.

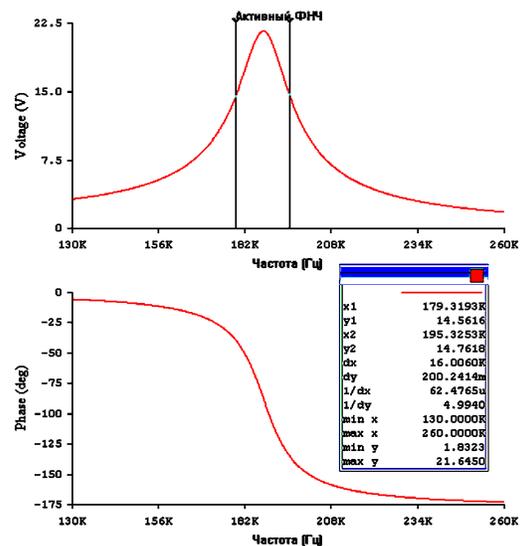


Рис. 3 Амплитудно-частотная характеристика АФ

АФ разработан для работы в радиовещательных диапазонах длинных и средних волн. При резонансной частоте 185 кГц он имеет эквивалентную добротность примерно 10 единиц (рисунок 3). Коэффициент передачи усилительного тракта АФ, необходимый для получения добротности равной 10 единицам, составляет 2,9 раза.

Результаты моделирования с включенным и отключенным каналом ошибки показывают, что в диапазоне длинных волн нелинейные искажения уменьшаются с 0,441% до 0,009%, т.е. примерно в 50 раз или на 34 дБ. С ростом частоты нелинейные искажения несколько увеличиваются. В диапазоне средних волн (на частоте примерно 1850 кГц) искажения уменьшаются с 0,5% до 0,0136%. Уровень выходного сигнала на резонансной частоте составлял примерно 300 мВ.