

Разделительный фильтр

Евгений Карпов, Александр Найдено

Рассмотрена схема и конструкция разделительного фильтра для реализации системы двухполосного воспроизведения. Фильтр реализован как отдельное, автономное устройство и может быть использован с любыми оконечными усилителями.

Вашему вниманию предлагается схема разделительного фильтра для создания двухполосной звуковой системы. Разделение спектра сигнала в цепях предварительного усиления имеет значительные преимущества по сравнению с разделением традиционными пассивными RLC-фильтрами на выходе усилителя мощности. Такой подход позволяет исключить известные недостатки последних, такие как существенное влияние реактивных параметров головок на характеристики фильтра, реактивный характер нагрузки на усилитель самого фильтра и зависимость входного сопротивления всей акустической системы от частоты. Кроме того, появляется возможность легко менять частоту раздела между каналами. Обратной стороной медали является значительная сложность таких систем. Но чего только не сделаешь для улучшения качества звучания, что и определило общую концепцию построения фильтра.

Схема фильтра

Устройство имеет следующие основные параметры:

• Номинальное входное напряжение	1V
• Коэффициент передачи	0.93
• Частота раздела полос	150Hz
• Входное сопротивление	1MΩ
• Выходное сопротивление	100Ω
• Уровень собственного шума и искажений	<100dB
• Перегрузочная способность	15dB

Собственно вопрос о способе реализации непосредственно фильтра у нас и не возникал - фильтр должен быть пассивным, низкодобротным ($Q \leq 0,5$), на RC элементах. Но исполнение фильтра как автономного устройства наложило ряд дополнительных требований – возможность работы на длинный соединительный кабель и высокое входное сопротивление. Для обеспечения этих требований и создания нормальных условий работы фильтрующих звеньев на входе и выходе фильтра используются буферные каскады. Буферный каскад (Рис.1) реализован как истоковый повторитель с источником тока в истоке.

Для уменьшения падения напряжения на источнике тока он выполнен в виде токового зеркала на транзисторах VT1, VT3. Ток покоя каскада задается резистором R2, резисторы R3, R4 уменьшают влияние разброса параметров транзисторов на режим токового зеркала. Использование полевого транзистора средней мощности с большой крутизной и выбор достаточно большого тока покоя позволяет получить низкое выходное сопротивление, коэффициент передачи, приближающийся к единице, и очень высокую линейность каскада.

Точно измерить уровень искажений каскада не удалось даже с использованием дополнительных режекторных фильтров, уровни гармоник находились на пределе разрешающей способности спектроанализатора.

Полная схема одного канала фильтра приведена на рисунке 2. Кроме самого фильтра, на схеме показаны узлы, общие для обоих каналов – источник питания и схема защиты выхода от переходных процессов.

Входной сигнал через буферный каскад (VT1÷VT3) поступает на пассивные разделительные фильтры второго порядка (R13, R17, C7, C11 и C5, C9, R15, R19). Низкое выходное сопротивление повторителя обеспечивает отсутствие влияния фильтров друг на друга.

С выхода ФНЧ сигнал через буферный каскад (VT7÷VT9) непосредственно поступает на выход устройства. С выхода ФВЧ сигнал сначала поступает на регулятор уровня (R23, R24) и уже с него через буферный каскад (VT13÷VT15) - на выход. Регулятор уровня имеет ограниченную глубину регулировки и предназначен для согласования уровней низкочастотной и высокочастотной составляющих выходного сигнала применительно к конкретным усилителям и акустике. Резисторы R46, R50 – защитные.

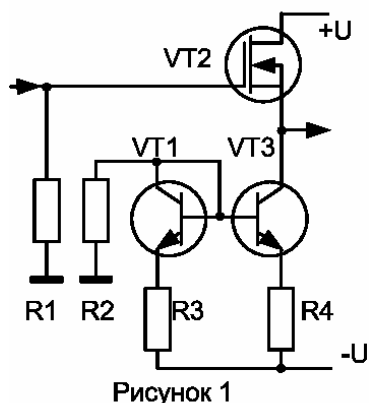


Рисунок 1

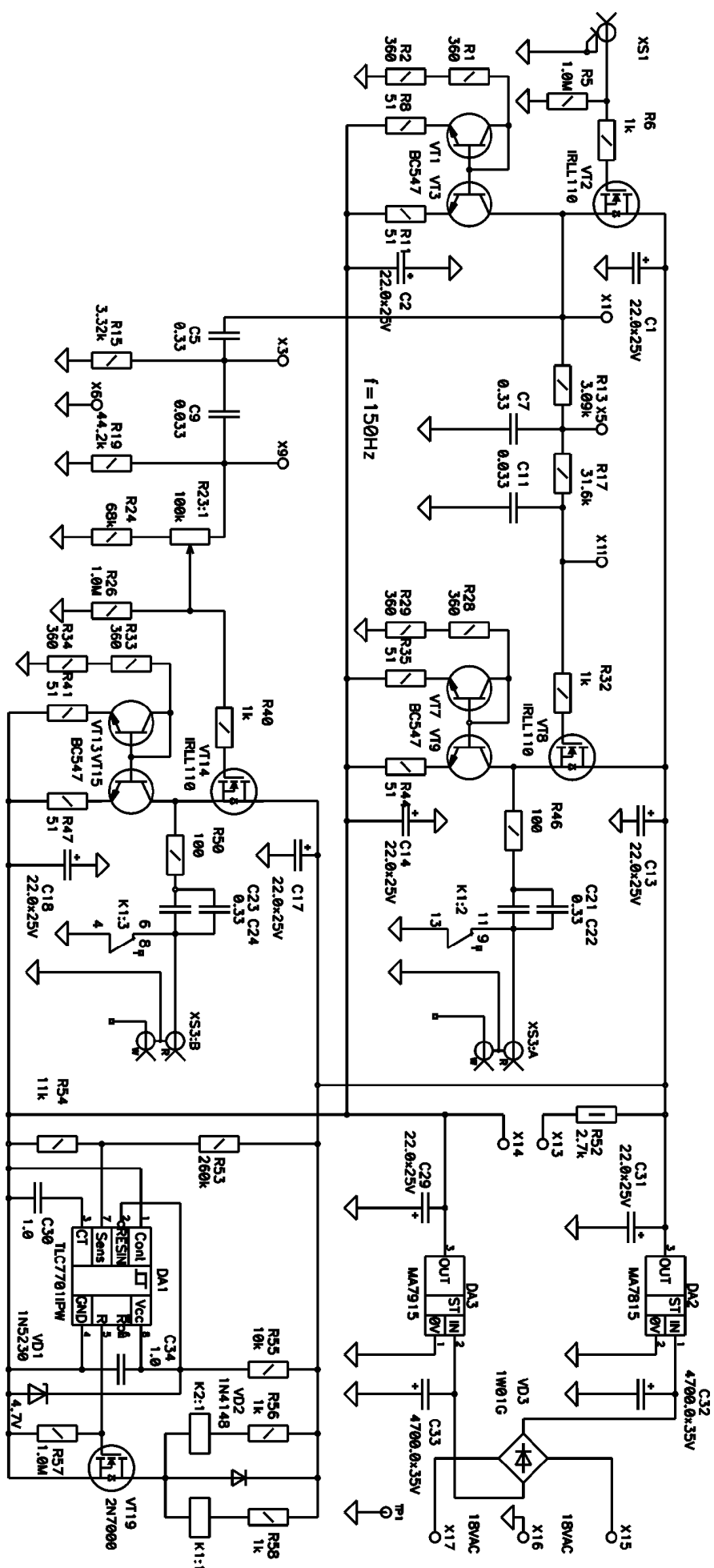


Рисунок 2

Источник питания реализован на стандартных трехвыводных стабилизаторах (DA2, DA3), контакты X13, X14 предназначены для подключения светодиодного индикатора включения устройства.

В схеме защиты от переходных процессов используется стандартный монитор питания (DA1), предназначенный для микропроцессорных систем, и реле (K1, K2). Микросхема эта удобна тем, что задержка выходного сигнала после установления напряжения питания может быть установлена внешним компонентом (C30).

Когда устройство выключено или напряжение питания не соответствует норме, реле обесточены и выходы фильтра закорочены. После достижения питанием нормы, с задержкой порядка 200mS, реле включаются и разблокируют выходы. Такой задержки вполне достаточно для полного перезаряда разделительных емкостей (C21÷C24) через низкое сопротивление защитных резисторов.

Конструкция и детали.

Все элементы фильтра, кроме силового трансформатора и индикатора включения, установлены на одной печатной плате. Для дальнейшего расширения функциональных возможностей устройства – оперативного изменения частоты разделения каналов, на плате предусмотрено место для установки дополнительного переключателя, коммутирующего частотоподающие элементы фильтров, и точки его подключения к схеме. В этом случае дополнительные компоненты монтируются непосредственно на контактах переключателя.

В конструкции используются как SMD, так и обычные элементы, использование SMD компонентов позволяет существенно уменьшить габариты платы и оптимизировать трассировку.

Остановимся более подробно на типах используемых компонентов.

SMD резисторы металлопленочные – типа ERJ8G (Panasonic); резисторы, непосредственно работающие в цепях фильтров, типа C2-29B (C2-36, P1-72) с точностью 1%, остальные – постоянные резисторы типа МЛТ. Электролитические емкости C32, C33 – типа ECA-M (Panasonic), остальные – типа ЕЕАFC (Panasonic). Все емкости, непосредственно находящиеся в цепях сигнала – пленочные, типа МКР (WIMA). Следует обратить внимание на емкости в цепях фильтров (C7, C11, C5, C9). Они специально выбраны стандартных широко распространенных номиналов, чтобы было проще отобрать их с точностью не хуже 1÷2%. Возможно использование элементов и других типов и других производителей, имеющих аналогичные параметры и габариты. Реле может быть любого типа с рабочим напряжением 12V (через его контакты сигнал не проходит). Микросхемы стабилизаторов (DA2, DA3) установлены на радиаторы с тепловым сопротивлением 15÷20C°/W. Силовой трансформатор стандартный, типа ТП-30-2 (2x18V).

Внешний вид платы и всего устройства в целом показан на рисунках 3 и 4.

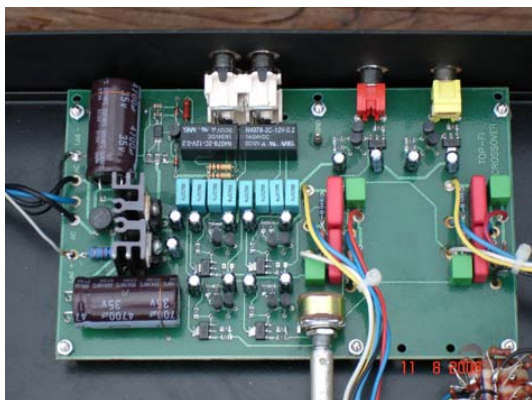


Рисунок 3

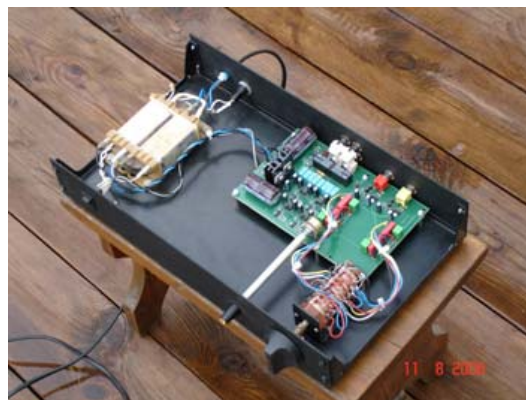


Рисунок 4

Корпус может быть любым, но желательно, цельнометаллическим. Ниже, в приложении, приведены чертежи печатной платы в масштабе 1:1.

Заключение

При правильной сборке и исправных компонентах устройство не требует никакого наладки и начинает работать сразу.

Субъективные испытания фильтра показали прекрасные результаты и полностью оправдали наши ожидания.

