

Трёхпроцессорный ревербератор

Ф. ГАТАУЛЛИН, пос. Нижний Куранах, Якутия

Этот ревербератор отличается от уже опубликованных ранее тем, что содержит три канала на эхо-процессорах HT8970 с разными задержками сигнала. Это помогает с большей достоверностью имитировать естественный процесс реверберации.

Реверберация — затухающее звучание в закрытом помещении после прекращения действия источника звука вследствие многократных отражений последнего от ограждающих поверхностей, со спадающей интенсивностью в результате поглощения. Её обычно характеризуют отрезком времени, в течение которого интенсивность звука определённой частоты или полосы частот спадает на 60 дБ относительно начального уровня. Реверберация субъективно воспринимается как гулкость звучания.

Многие путают реверберацию с эффектом эхо, но это совершенно разные акустические явления. Эхо — ясное и чёткое повторение звука с задержкой не менее 0,05 с, а практически намного большей. Реверберация же создаёт более сложную акустическую картину, отдельные отражённые сигналы сливаются и на слух практически неразделимы.

Звучание одноканального электронного ревербератора довольно неприятно, поскольку его отклик на одиночный импульс образуют эхо-сигналы, следующие через равные интервалы времени, что в реальном помещении невозможно. Если же интервалы между последовательными эхо-сигналами превышают 50 мс, человек, слушающий музыку, воспринимает это как дефект искусственной реверберации (флаттер-эффект). В предлагаемом устройстве на исходный звуковой сигнал накладываются ещё три запаздывающих эхо-сигнала с разными задержками, что создаёт звуковую картину, более приближённую к реальной реверберации. Имеется возможность изменять задержки раздельно в каждом канале. Для достижения всевозможных звуковых эффектов предусмотрены также регулировки тембра ("Спектр") и имитации объёмности звука ("Объём").

Все три канала задержки выполнены по одинаковой схеме, изображённой на рис. 1. Она практически совпадает с типовой схемой включения эхо-процессора HT8970, описанного в справочном листке "Низкочастотный эхо-процессор HT8970" ("Радио", 2009, № 3, с. 42). Зависимость времени задержки t_d от суммарного сопротивления включённых между выводами 6 микросхемы и общим проводом резисторов R1 и R2 приведена на графике рис. 2. Делать суммарное сопротивление меньшим 2,2 кОм или большим 50 кОм не рекомендуется.

Это может привести к сбоям в работе микросхемы.

Полная схема ревербератора, показанная на рис. 3, содержит предварительный усилитель и три канала задержки A1—A3. Чтобы достаточно хорошо имитировать акустические условия большого помещения, во всех трёх каналах должны быть установлены разные задержки эхо-сигналов.

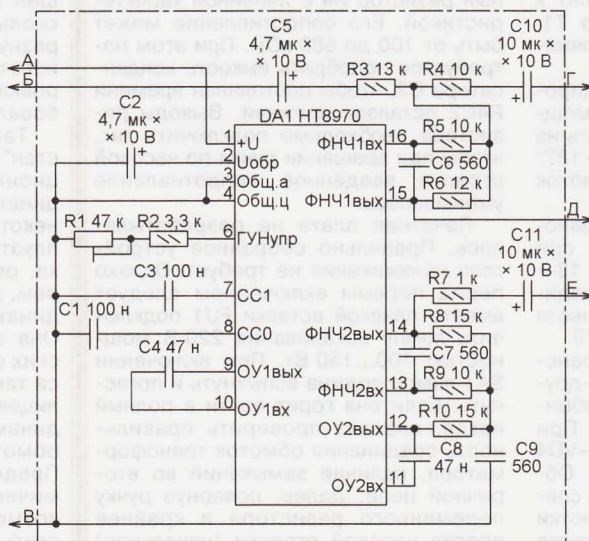


Рис. 1

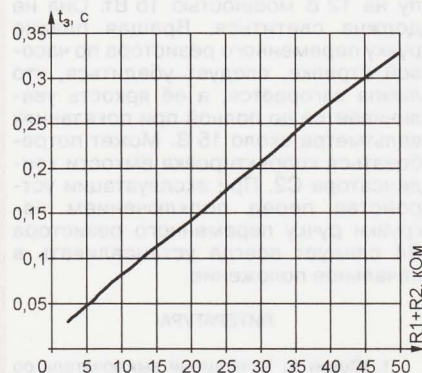


Рис. 2

Предварительный усилитель выполнен на ОУ DA2.1 — одном из двух, имеющихся в микросхеме NE4558. Её второй ОУ может быть использован в стерео-варианте ревербератора. Коэффициент усиления предварительного усилителя (около 70) выбран с расчётом на работу от микрофона BM1. Сигнал с него через

переменный резистор R1 и цепь C2R3R4C5R7 поступает на неинвертирующий вход ОУ DA2.1, а с его выхода через резистор R10 и конденсатор C10 — на входы Б каналов задержки A1—A3. Если предполагается использовать не микрофон, а другой источник сигнала, усиление необходимо снизить, уменьшив сопротивление резистора R9.

Продолжительность естественной реверберации на частоте выше 3000 Гц в помещении относительно мала в связи с заметным затуханием высокочастотных звуковых волн в воздухе. Поэтому реверберация на верхних звуковых частотах, созданная искусственно, зачастую неприятна для слуха. Увеличение же времени реверберации на нижних частотах вредит чёткости и разборчивости звучания. Для изменения частотных свойств в ревербераторе предусмотрен простой регулятор тембра с переменным резистором R16 "Спектр", что даёт возможность имитировать помещения с разным объёмом и звукопоглощением. Переменным резистором R17 "Объём" регулируют "объёмность" звука.

Сумма задержанных сигналов с выходов Е каналов A1 и A2 через резисторы R13, R17 поступает на "Выход 1" устройства и на переменный резистор R14 "Реверберация". С его движка через резистор R15 задержанные эхо-сигналы поступают на входы Г всех каналов задержки, чем и достигается необходимая для реверберации рециркуляция сигналов. Задержанный сигнал с выхода Е канала A3 ("Выход 2") может быть использован для реализации различных спецэффектов.

Все детали ревербератора, кроме переменных резисторов, размещены на односторонней печатной плате размерами 115×38 мм (рис. 4). Изготовлена она из фольгированного стек-

лотекстолита толщиной 1,5 мм. Свободные отверстия по периметру платы могут быть использованы для соединения с её общим проводом, например, экранирующих оплётков проводов, соединяющих плату с переменными резисторами и с другими платами аудиосистемы.

Элементы узлов A1—A3 на плате имеют позиционные обозначения, совпадающие с указанными на схеме рис. 1, с добавлением префикса, соответствующего номеру узла. Например, резистор 1R8 относится к узлу A1, а микросхема 2DA1 — к узлу A2. Позиционные обозначения не входящих в эти узлы деталей префиксов не имеют. Например, интегральный стабилизатор напряжения DA1.

Этот стабилизатор — довольно мощный (MC7805). При выполнении ревербератора в стерео-варианте он может обеспечить напряжением +5 В оба стереоканала. В монофоническом варианте вместо микросхемы MC7805 можно установить менее мощную (ток нагрузки до 100 мА) 78L05, но следует учитывать, что её вход — вывод 3, а выход — вывод 1.



На рис. 3 и рис. 4 показан лишь один из возможных вариантов соединения трёх узлов задержки в ревербе-

раторе. Поскольку все входы и выходы этих узлов выведены на контактные площадки, а соединения между ними выполнены навесными проводниками, очень легко реализовать другие варианты в зависимости от поставленной задачи и реализуемых эффектов. Можно даже установить переключатель, коммутирующий узлы задержки нужным образом.

Ревербератор, собранный без ошибок и из исправных деталей, должен начать работать сразу после подачи напряжения питания. Если какой-либо из узлов задержки А1—А3 не работает, то проверьте, нет ли замыкания между печатными проводниками.

Желательно проверять узлы задержки по одному до установки перемычек между ними. Уровни задержанных сиг-

налов на их выходах Е должны быть одинаковыми. Напряжение питания микросхемы НТ8970 на её выводе 1 должно быть 5 В, образцовое напряжение на выводе 2 — 2,5 В, на выводах 9—16 — тоже по 2,5 В. Напряжение на выводе 6 зависит от введенного сопротивления переменного резистора R1 (см. рис. 1), достигая тех же 2,5 В. На выводе 7 — приблизительно 0,54 В и немного больше (0,59 В) на выводе 8.

При подаче на выход Е узла задержки переменного синусоидального напряжения размахом 0,5 В и частотой 500 Гц на выводах 9—15 его процессора DA1 должны наблюдаться неискаженные синусоидальные сигналы приблизительно такого же размаха. Амплитуда напряжения пилообразной формы на выводах 7 и 8 — около 0,25 В.