

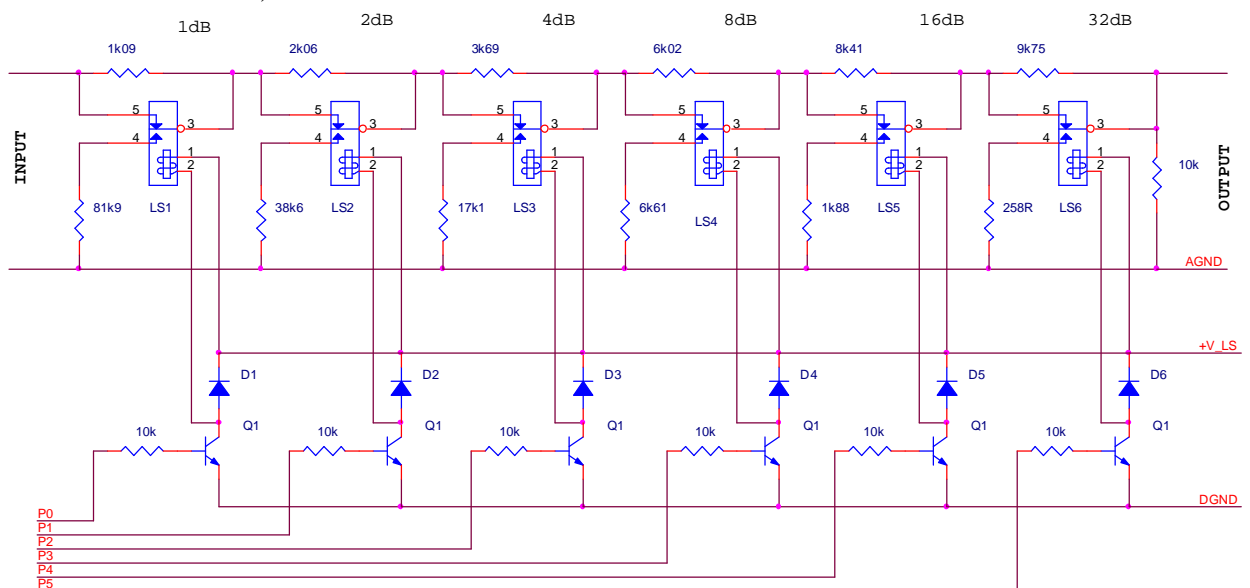
# Регуляторы громкости высококачественной аудиоаппаратуры.

© Александр Торрес, г. Нетания.  
(часть 2, 2004г., переработанная 2007г.)

## Лестничный регулятор громкости имени Алексея Никитина.

Опубликованный в Радиохобби 2/2002, стр.63 (также можно посмотреть на [http://altor.sytes.net/DIY\\_Hobby/Friend\\_s\\_Projects/A\\_Nikitin/a\\_nikitin.html](http://altor.sytes.net/DIY_Hobby/Friend_s_Projects/A_Nikitin/a_nikitin.html)) регулятор громкости Алексея Никитина (ex Creek Audio) на реле, интересен постоянством входного сопротивления и простотой управления – можно использовать обычные двоичные счетчики, можно переделав ступени из двоичного в двоично-десятичный формат – использовать двоично-десятичные счетчики и дешифраторы с 7-сегментными светодиодными матрицами для индикации. Но конечно гораздо лучше иметь полноценное управление, с хорошей индикацией и возможностью дистанционного. Кроме того - желательно чтобы устройство запоминало последнее состояние при выключении.

В оригинале – было использовано 7 разрядов регулировки (1-2-4-8-16-32-64 dB), с максимальным ослаблением 127dB. Поскольку на практике такой диапазон сильно избыточен, то предлагается использовать только 6 разрядов (убрав разряд 64dB) с максимальным ослаблением 63dB – что более чем достаточно (лично я – обычно использую 5 разрядов, убирая разряд «1дБ», т.к. считаю что шага регулировки 2дБ вполне достаточно).

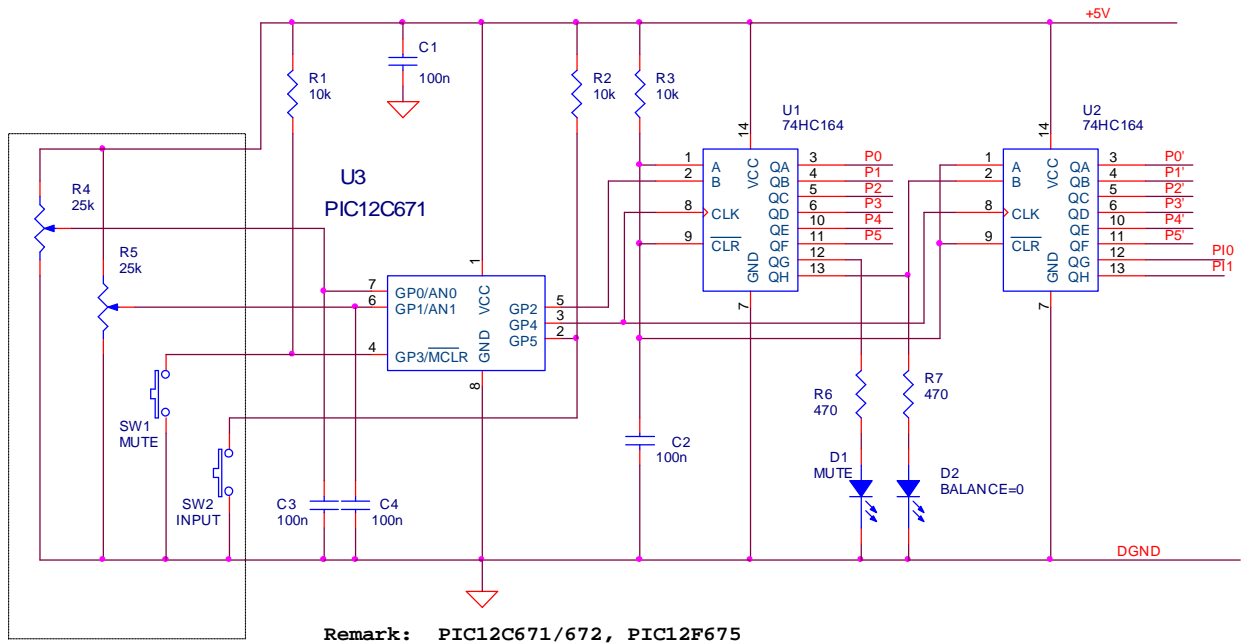


Выше показан сам регулятор громкости Алексея Никитина, с управляющими реле ключами. Величина  $V_{LS}$  зависит от напряжения использованных реле. В идеальном случае, приведенных схем нужно две – отдельно для каждого канала, чтобы была возможность регулировки баланса. В более простых случаях, если нужна только регулировка громкости – обмотки реле правого и левого каналов можно соединить параллельно (или последовательно – зависит от напряжения питания реле и имеющегося напряжения в блоке питания) и использовать общий транзистор. Можно применить реле в двумя группами переключающих контактов, хотя это хуже – возможно ухудшение переходного затухания между каналами.

Данный регулятор обладает очень высоким качеством звука, но следует отметить два момента:

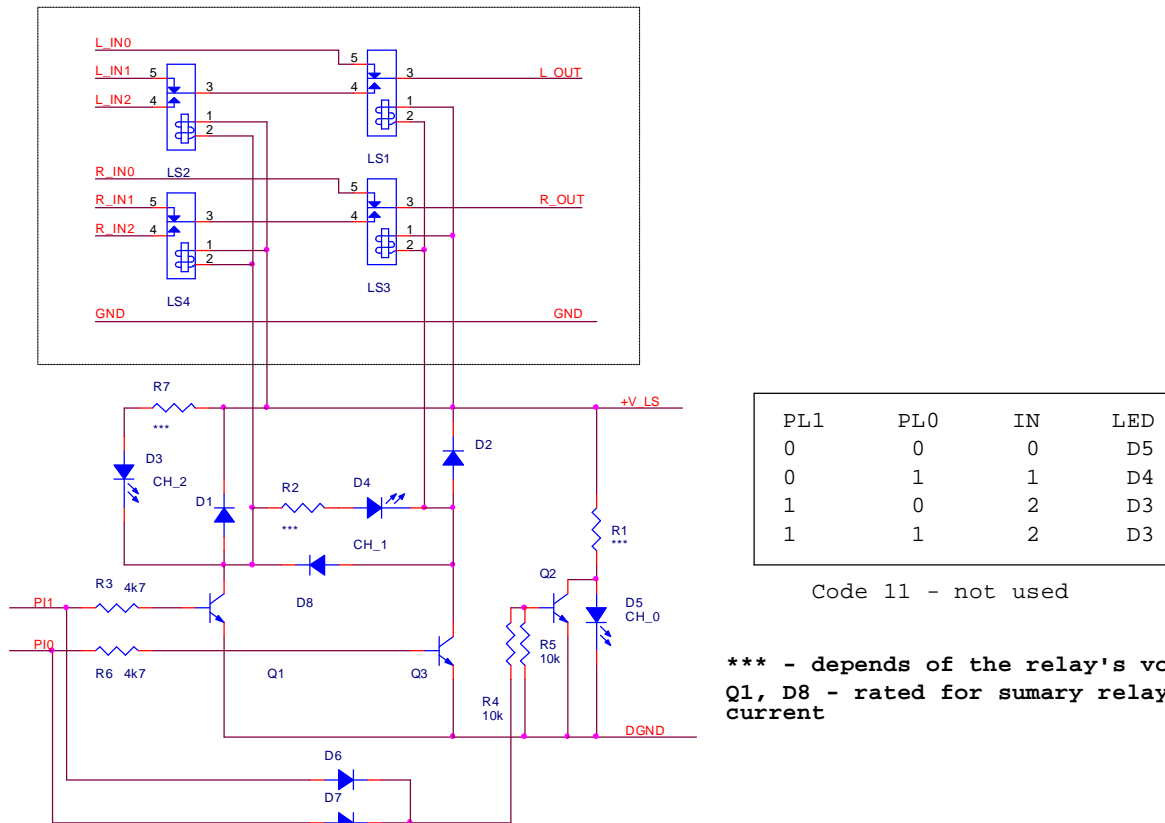
1. Алексей Никитин использовал малогабаритные быстродействующие (для отсутствия помех при переключении) реле с золотыми (не позолоченными!) контактами, которые радиолюбителю достать будет весьма трудно и дорого. При невозможности использовать фирменные реле, подойдут малогабаритные герметичные реле (нужны с переключающими контактами) – РЭС-47, 49, 80 и подобные. Желательно использовать реле с минимальным временем переключения, во избежание переключательных помех в звуковом канале.
2. В регуляторе использованы точные прецизионные резисторы из ряда E192. Даже не пытайтесь взять обычные 20% «МЛТ-шки) из ряда E12 или E24, и цифровым мультиметром выбрать из кучи требуемые номиналы (подобные предложения постоянно мелькают среди «начинающих» радиолюбителей на различных форумах и в конференциях) – ничего хорошего из этого не получится! Прецизионные резисторы это не только точность сопротивления, но еще и стабильность этого сопротивления во времени и при изменении температуры. А также минимальные шумы и искажения. Целесообразно использование SMD «чип-резисторов», имеющих минимальную индуктивность и удобство использования.

Теперь перейдем ко схемам устройства управления. Первая схема построена по тому же принципу что и предыдущая, но вместо LM1972 - сдвиговые регистры 74НС164, для преобразования последовательного кода в параллельный.



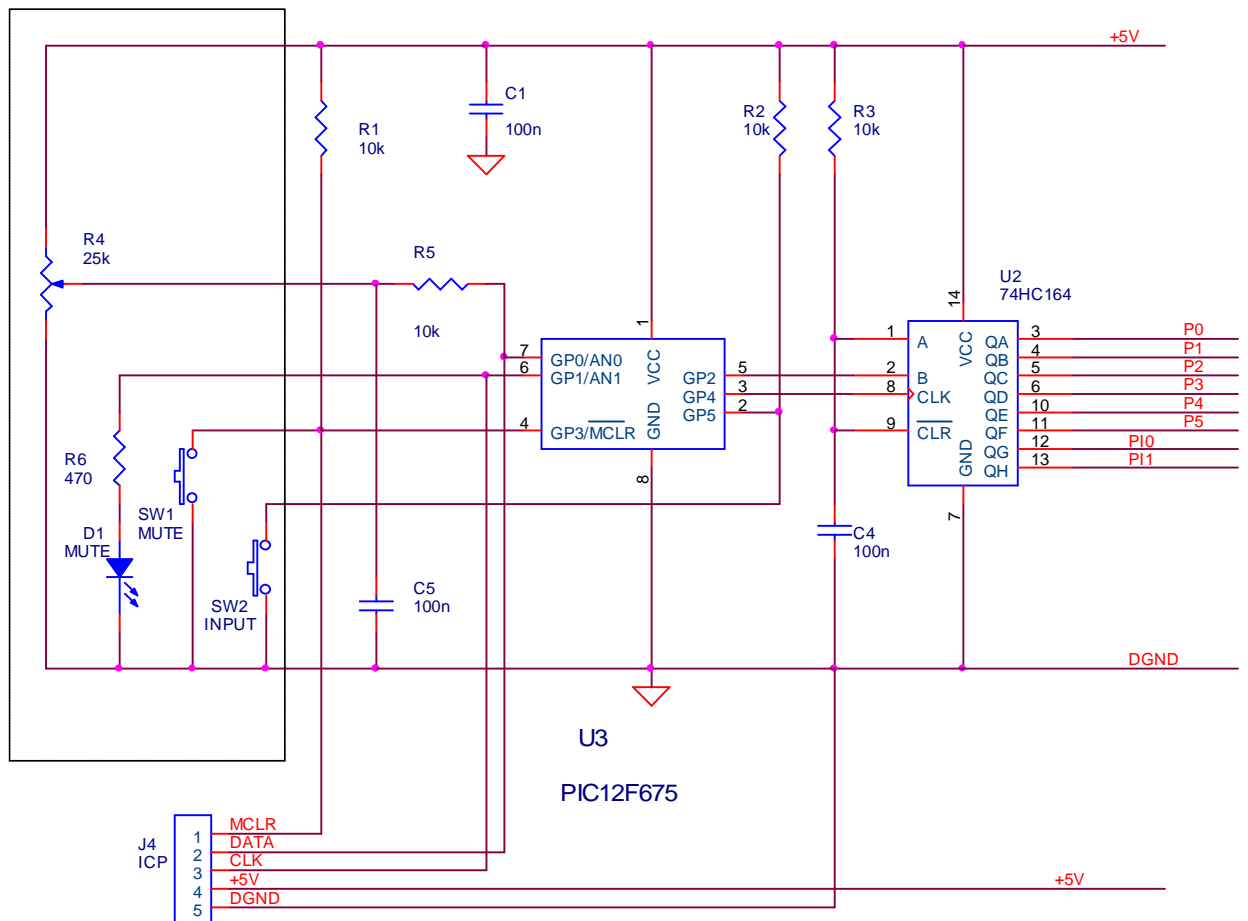
В данной схеме нельзя использовать такое же управление светодиодами как в предыдущей, но поскольку сдвиговые регистры 8-разрядные, а в каждом канале использовано только 6 бит, то для индикации режимов «MUTE» и среднего положения баланса используются два старших бита регистра U2.

Теперь появилась возможность добавить в схему переключатель входов на три положения (при добавлении дешифратора и небольшом изменении программы – на четыре):



В схеме переключателя входов, разумеется можно использовать два реле по 2 группы переключающих контактов, вместо четырех реле с одной группой. Светодиоды D3,D4,D5 – индицируют включенный вход. Непоказанные на схеме номиналы резисторов R1,R2,R7 – зависят от напряжения питания реле. Были и другие схемные варианты коммутатора, касавшиеся в основном индикации (дешифрации сигналов для светодиодов). На показанной вышес хеме, холостым состоянием является «11», в других схемах – холостым может быть код «00» или «10». Это предусмотрено в программе (опции NoCh0 и NoCh2), дефолтно производится обход кода «11».

В целом, я думаю, для достаточно подготовленного радиолюбителя не составит труда переделать схему управления реле и индикацией под свои конкретные нужды, и при необходимости скорректировать программу. Первая же напрашивающаяся модификация данного устройства – избавиться от регулировки баланса. При этом становится ненужным второй регистр (U3), с набором ключевых транзисторов, второй потенциометр (R2), светодиод индикации «центра». Светодиод 'MUTE' можно перенести на высвободившийся вывод микроконтроллера GP1 («бывший» вход регулировки баланса), а выходы QG и QH регистра U2 использовать для переключения входов:



Как видим – схема стала уже до неприличия простой, даже после добавления разъема J4 для внутрисхемного программирования микроконтроллера (ICP) **Ж**, поэтому в следующих частях мы рассмотрим более сложные схемы, с дистанционным управлением, регулировкой валкодером и индикацией положения регулятора громкости. Поскольку при повторении этих схем, Вам в любом случае придется воспользоваться интернетом, и скачать с моего сайта или сайта журнала прошивки – там же Вы сможете взять и приведенные схемы в электронном виде в наиболее последней редакции (со времени написания статьи, к моменту ее опубликования, а тем более к тому моменту, когда Вы захотите это сделать – возможно, придут в голову какие-нибудь «модернизации»), разбирающиеся в микроконтроллерах – могут воспользоваться исходными текстами и модифицировать устройства по своему вкусу или конкретным особенностям.

В конце второй части отвечу на вопрос, который не раз задавался - «почему, к примеру, в этих схемах, вместо мелкого 8-ногого контроллера и 14-ногого регистра не применить просто контроллер с большим числом выводов?». На то есть несколько причин. В контроллере используется 6 выводов, плюс еще 8 – в регистре. В принципе, возможно использовать контроллер с 14/16/20-ю выводами, например PIC16F819, но эта схема - дальнейшее развитие предыдущей схемы, где два регистра, а это уже потребовало бы 22 вывода, что тоже возможно, например на PIC16F73, но (!) – ведь эти схемы являются дальнейшим развитием самой первой рассмотренной нами схемы, на LM1972, поэтому во всех этих трех схемах используется дешевый 8-ногий микроконтроллер 12C671, который легко может быть (при небольшой коррекции программ) заменен на флешовые версии 8-ногих пиков, например 12F675.

Различные варианты прошивок под показанные схемы, можно скачать вместе с исходным текстом на сайте автора (<http://altor.sytes.net>)

----- конец 2 части -----