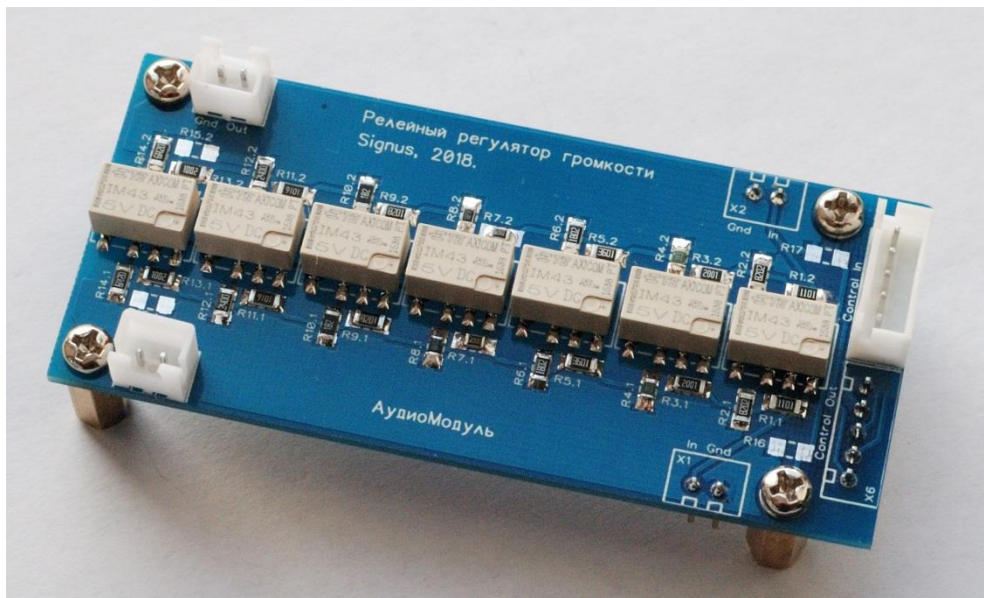




Аудио Модуль

Регулятор громкости Никитина

Руководство по сборке и настройке.

Оглавление

Введение.	2
Рекомендации по сборке.	3
Детали.	3
Варианты сборки.	4
Подключение к контролеру и другим модулям.	5
Аналоговые сигналы.	5
Сигналы управления.	6
Включение и настройка.	7
Приложение 1. Схема.....	8
Приложение 2. Монтажная схема, размеры	9
Приложение 3. Список компонентов.	10

Введение.

Данный релейный регулятор громкости на базе бистабильных реле создан по известной схеме Алексея Никитина. Регулятор состоит из 7 звеньев с ослаблением сигнала на 1дБ, 2дБ, 4дБ, 8дБ, 16дБ, 32дБ, 64дБ. Такой набор звеньев дает регулировку с шагом 1дБ и глубиной 128 дБ, что более чем достаточно для большинства аудио-применений.

На нижней стороны платы разведен высоколинейный буфер без ОС со следящим питанием входного каскада с сайта RCL-electro.ru

Достоинства регулятора громкости Никитина:

- малое влияние на звук при использовании качественных реле и резисторов
- плавность регулировки, возможность менять шаг регулирования и глубину
- высокая идентичность регулировки в каналах при использовании точных резисторов
- возможность электронной регулировки громкости, что дает значительную свободу в правильной компоновке узлов УМ в корпусе

Описанный в данном руководстве регулятор громкости предназначен для использования в комплекте с управляющим контроллером Ctrl-Amp. Регулятор может управлять громкостью двух каналов одновременно, без возможности регулировки баланса и тон-компенсации.

Управление реле регулятора осуществляется сдвиговым регистром, который получает данные от внешнего контроллера по последовательной шине SPI. Данные в регистр управления передаются только в момент изменения громкости. В остальное время регистр не тактируется и находится в неизменном состоянии. Это исключает влияние цифровых помех на полезный сигнал.

Основные характеристики:

Диапазон регулировки	-127 – 0	дБ
Шаг регулировки	1,2, ...	дБ
Входное сопротивление ¹	10	кОм
Выходное сопротивление ²	6 - 3200	Ом
Питание:		
Напряжение	5	В
Ток в режиме покоя	80	мкА
Ток в режиме регулирования	20-140	мА

Принципиальная схема устройства приведена в Приложении 1, монтажная схема и размеры платы – в Приложении 2. Перечень деталей, номиналы и типы корпусов – в Приложении 3.

¹ При приведенных на схеме значениях резисторов делителей. Входное сопротивление может быть изменено путем перерасчета R1-R14 на другое сопротивление.

² При приведенных на схеме значениях резисторов делителей. Выходное сопротивление может другим, если изменено входное сопротивление.

Рекомендации по сборке.

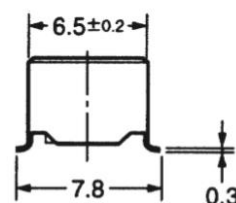
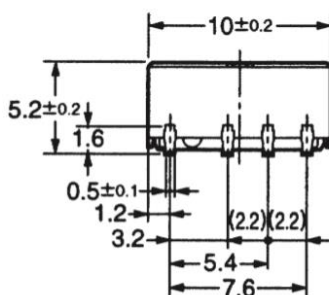
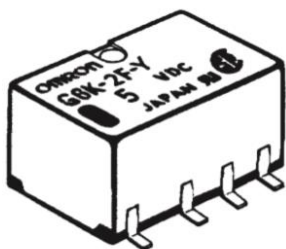
Верхняя сторона платы содержит элементы аналоговой части схемы – разъемы, резисторы делителей и реле. На нижней стороне устанавливаются элементы, отвечающие за цифровое управление реле и буфер.

Начинать собирать плату рекомендуется с установки SMD-компонентов на верхней стороне платы, за исключением реле и разъемов. Затем устанавливаются SMD-компоненты на нижней стороне платы. После установки компонентов рекомендуется хорошо промыть плату, опустив ее на некоторое время в изопропиловый спирт. Это нужно для того, чтобы под реле и разъемами не осталось не смытого флюса. После этого монтируются реле и разъемы. По окончании монтажа плата снова тщательно промывается.

Детали.

Точность и качество работы регулятора громкости сильно зависит от используемых резисторов в делителях – R1-R14. Рекомендуется использовать резисторы с точностью не ниже 1%, желательно из ряда значений E96. Идеальным вариантом являются тонкопленочные резисторы с посадочными размерами 1206, 0805 или Mini Melf. Допустимо применение обычных резисторов ряда E24 с размерами 1206, 0805. При этом точность шагов регулирования и значение входного сопротивления будет немного ниже.

В данном регуляторе используются только поляризованные бистабильные реле с питанием 4.5 – 5В для поверхностного монтажа. Размеры и положения ног реле должны быть аналогичны реле Omron G6KU-2F-Y. К остальным деталям никаких особых требований не предъявляется.



Варианты сборки.

При установке всех деталей по схеме Приложения 1 регулятор громкости обеспечивает регулировку с шагом 1дБ и глубиной -128 дБ. Можно уменьшить шаг и глубину регулировки, не устанавливая все делители. В любом случае при подключении регулятора к контроллеру, на контроллере в меню настройки должен быть настроен шаг, минимальное и максимальное ослабление, соответствующее собранному регулятору.

Шаг 2дБ. Реле K1 не устанавливается, резистор R2 не устанавливается, резистор R1 устанавливается с сопротивлением 0 Ом.

Ослабление -64дБ. Реле K7 не устанавливается, резистор R14 не устанавливается, резистор R13 устанавливается с сопротивлением 0 Ом.

Подключение к контролеру и другим модулям.

Аналоговые сигналы.

Регулятор громкости подключается к источнику сигнала экранированным кабелем к разъемам X1, X2. Наименование каналов Left/Right на плате и схеме условно и зависит от компоновки и разводки внутри конкретного корпуса. В качестве разъемов могут быть использованы любые удобные типы с шагом ног 2.54мм.

Если с регулятором громкости используется селектор Ctrl-Amp, резисторы R16,17,18 не устанавливаются. Если на регулятор громкости сигнал подается сразу с входных разъемов, необходимо соединить аналоговые земли каналов и цифровую землю питания от контроллера для устранения возможного фона. Для этого устанавливаются резисторы R16,17,18. Желательно точку соединения земель, выведенную на отверстия крепления регулятора, соединить с корпусом УМ. Точка подключения земли к корпусу определяется экспериментально по уровню сетевых гармоник в выходном сигнале.

Регулятор громкости подключается к нагрузке (ПУ, УМ) экранированным кабелем разъемами X3, X4. Наименование каналов Left/Right на плате и схеме условно и зависит от компоновки и разводки внутри конкретного корпуса. В качестве разъемов могут быть использованы любые удобные типы с шагом ног 2.54мм. Резисторы R15.1, 15.2 служат для согласования сопротивления регулятора с входным сопротивлением усилителя. В идеале, когда сопротивление регулятора и входное сопротивление УМ равны (10кОм), резисторы не устанавливаются. Если входное сопротивление УМ отличается от сопротивления регулятора, номиналы R15.1, R15.2 определяются по формуле:

$$R = \frac{R_{\text{УМ}} * R_{\text{РГ}}}{R_{\text{УМ}} - R_{\text{РГ}}}$$

где $R_{\text{УМ}}$ - входное сопротивление усилителя, $R_{\text{РГ}}$ – сопротивление регулятора громкости.

Если используется буфер, резисторы R15.1, 15.2 определяют входное сопротивление и должны иметь номинал 10кОм.

Сигналы управления.

Подключение регулятора к шине управления контроллером осуществляется разъемами X5 Control IN и X6 Control Out обычным не экранированным проводом. В качестве разъемов могут быть использованы любые удобные типы с шагом ног 2.54мм. Шина содержит три провода для последовательной передачи данных. Питание цифровой части схемы 5в для регистра U1 и реле K1-7 так же подается по этой шине от контроллера.

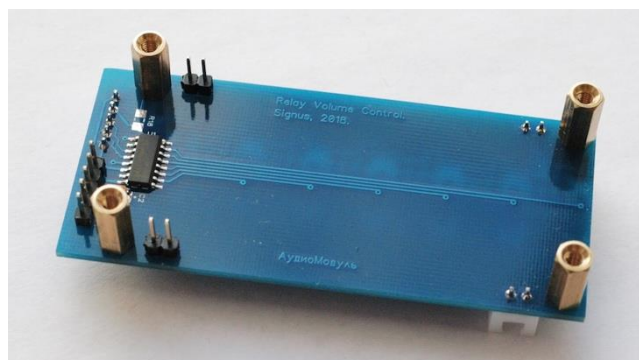
К разъему X5 Control IN подключается шина, идущая от контроллера, к X6 Control Out - шина, идущая к другим модулям после контроллера. Контроллер Ctrl-Amp допускает следующие варианты соединений регулятора громкости с остальными модулями:

- Контроллер ➡ РГ ➡ Селектор
- Контроллер ➡ РГ левый канал ➡ РГ правый канал ➡ Селектор
- Контроллер ➡ Темброблок ➡ РГ ➡ Селектор
- Контроллер ➡ Темброблок ➡ РГ левый канал ➡ РГ правый канал ➡ Селектор

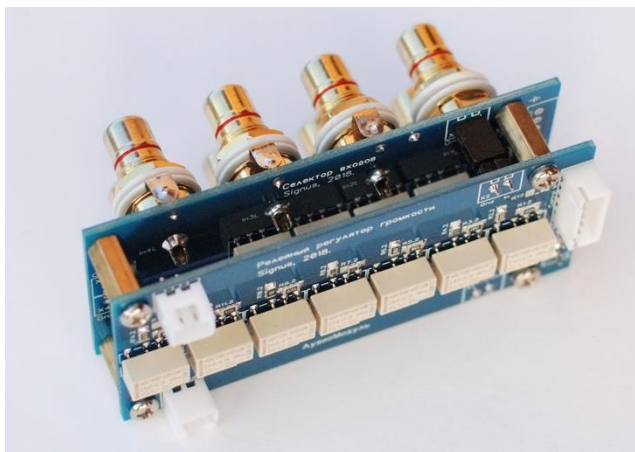
Перечисленные конфигурации определяются на плате контроллера переключателем и не требуют дополнительных действий с регулятором громкости. Достаточно просто соединить управляющую шину с модулями в выбранной последовательности. Контроллер должен быть сконфигурирован для работы с бистабильными реле. Более подробно об этом читайте в инструкции к контроллеру.

Два модуля регулятора имеет смысл использовать, если необходимо регулировать баланс. В таком случае получается некоторая избыточность, так как один регулятор может управлять двумя каналами. Данную избыточность можно использовать для балансного подключения входных сигналов к усилителю мощности.

Плата может быть собрана для установки на входной селектор без проводов или как независимая. Для установки платы на селектор в качестве разъемов аналоговых входов X2, X4 и разъема выхода управления X6 используются вилки PLS с соответствующим количеством ног. Вилки запаиваются с нижней стороны платы.



Для соединения регулятора громкости и селектора между собой используются стойки высотой 12мм. Для управления всей конструкцией достаточно подключить шину управления к разъему X5 Control IN. Крепление конструкции к корпусу осуществляется гайками входных разъемов.



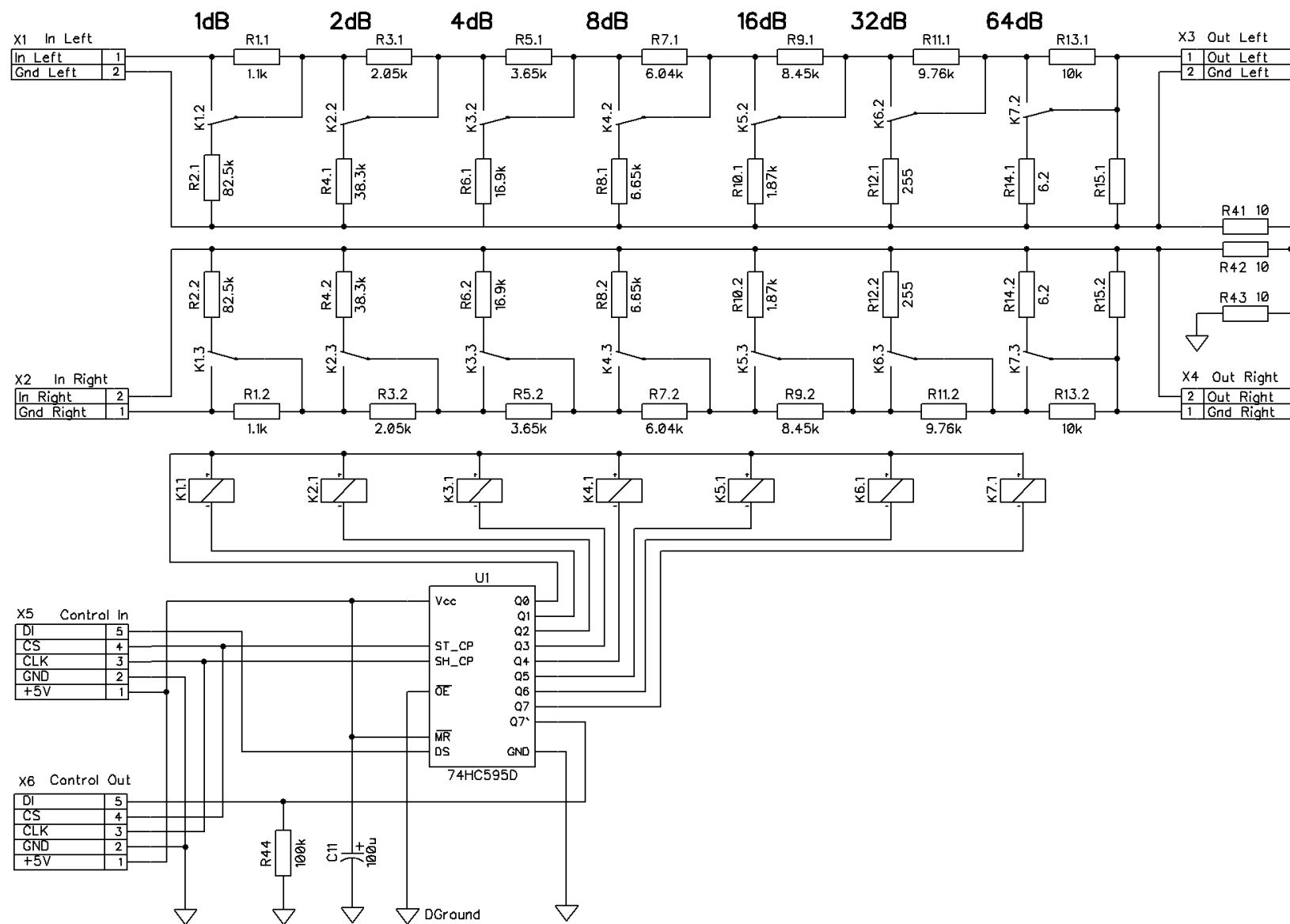
Включение и настройка.

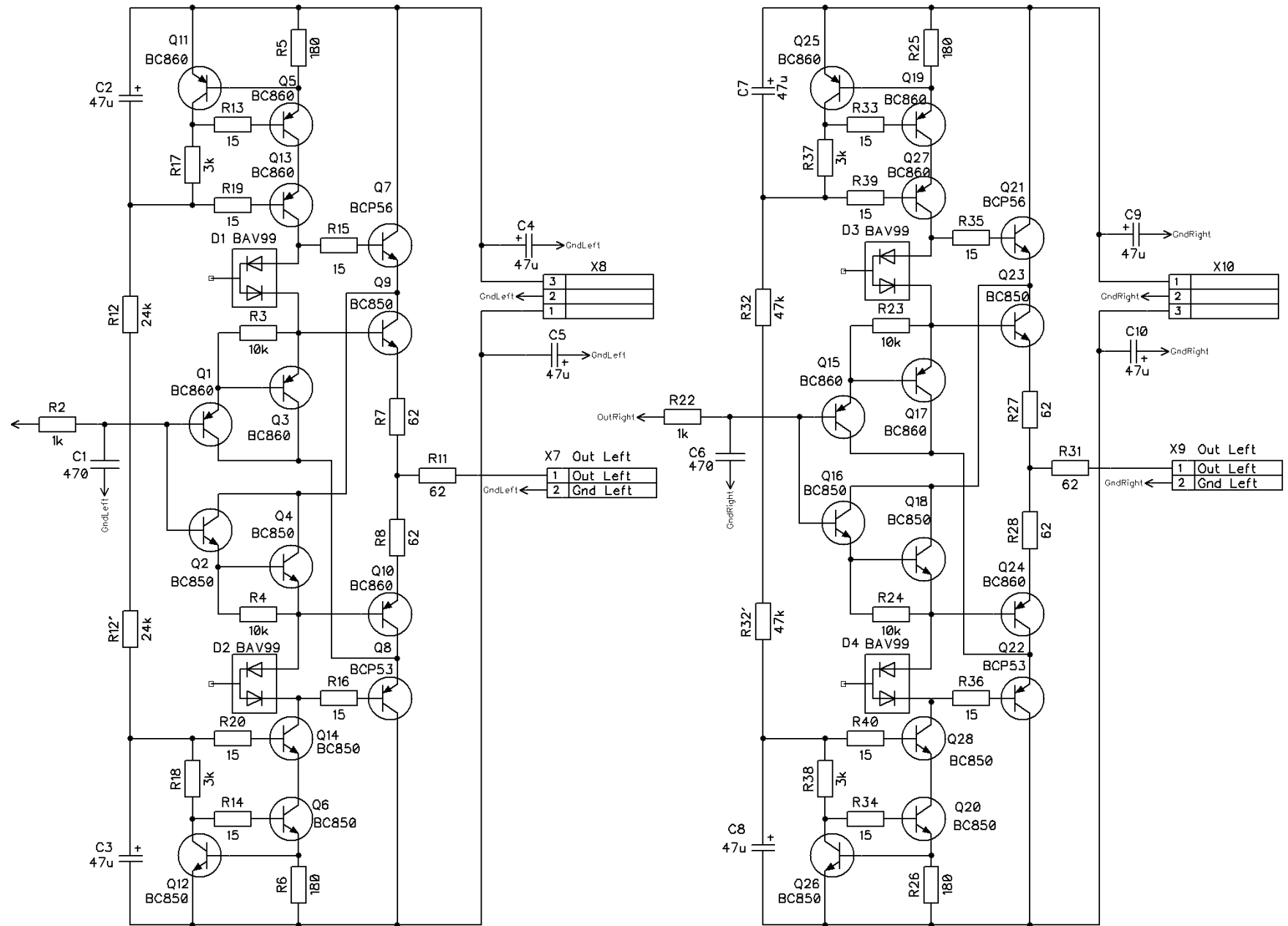
При правильной сборке и исправных деталях регулятор громкости не требует каких-либо дополнительных действий по настройке и должен работать сразу при подключении к контроллеру.

Для проверки работоспособности регулятора выполните следующие действия:

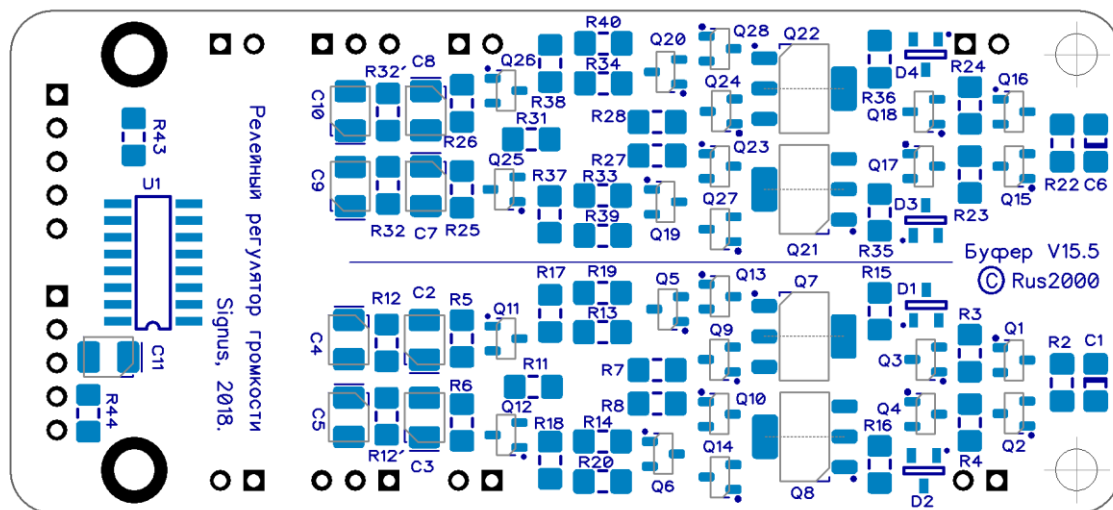
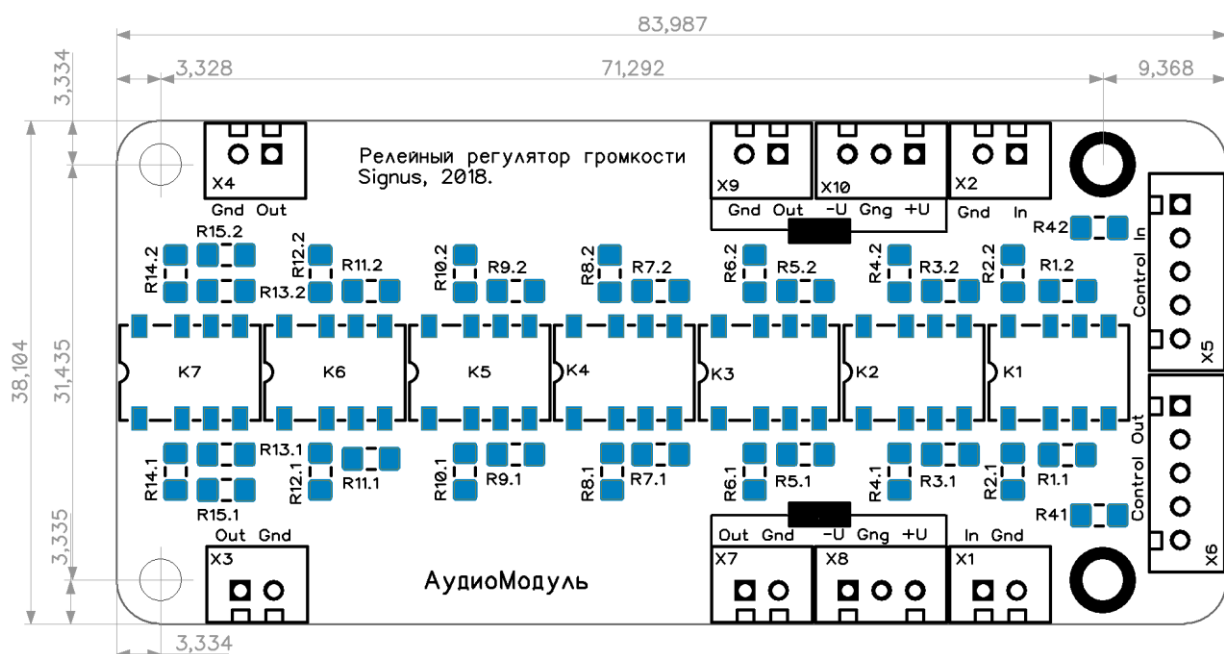
- подключите его к контроллеру Ctrl-Amp
- для контроллера Ctrl-Amp на конфигурационном переключателе контроллера установите релейный РГ, для Ctrl-Amp2 в меню настройки выберите РГ Никитина
- в меню настройки контроллера определите шаг регулирования, максимальное и минимальное ослабление
- включите контроллер, подайте сигнал на вход регулятора
- изменяйте громкость от минимальной до максимальной на контроллере и наблюдайте плавное изменение выходного сигнала вольтметром или осциллографом

Приложение 1. Схема.





Приложение 2. Монтажная схема, размеры



Приложение 3. Список компонентов.

N	Метка	Значение	Корпус	Кол.
1		Плата Релейного регулятора (бистабильная)		1
2	U1	Регистр 74HC595D	SO-16	1
3	Q1,3,5,10,11,13, 15,17,19,24,25,27	Транзистор PNP BC860B	SOT23-5	12
4	Q2,4,6,9,12,14,16, 18,20,23,26,28	Транзистор NPN BC850B	SOT23-5	12
5	Q7, Q21	Транзистор BCP56 NPN 100B 1A 130МГц	SOT-223	2
6	Q8, Q22	Транзистор BCP53 PNP 80B 1A 125МГц	SOT-223	2
7	D1, D2, D3, D4	Двойной диод общ.катод 0,2А 70В	SOT-23-5	4
8	R1.1,R1.2	Резистор 0.25Вт 1% 1.1 кОм	SMD 1206	2
9	R2.1,R2.2	Резистор 0.25Вт 1% 82.5 кОм	SMD 1206	2
10	R3.1,R3.2	Резистор 0.25Вт 1% 2.05 кОм	SMD 1206	2
11	R4.1,R4.2	Резистор 0.25Вт 1% 38.3 кОм	SMD 1206	2
12	R5.1,R5.2	Резистор 0.25Вт 1% 3.65 кОм	SMD 1206	2
13	R6.1,R6.2	Резистор 0.25Вт 1% 16.9 кОм	SMD 1206	2
14	R7.1,R7.2	Резистор 0.25Вт 1% 6.04 кОм	SMD 1206	2
15	R8.1,R8.2	Резистор 0.25Вт 1% 6.65 кОм	SMD 1206	2
16	R9.1,R9.2	Резистор 0.25Вт 1% 8.45 кОм	SMD 1206	2
17	R10.1,R10.2	Резистор 0.25Вт 1% 1.87 кОм	SMD 1206	2
18	R11.1,R11.2	Резистор 0.25Вт 1% 9.76 кОм	SMD 1206	2
19	R12.1,R12.2	Резистор 0.25Вт 1% 255 Ом	SMD 1206	2
20	R13.1,R13.2	Резистор 0.25Вт 1% 10 кОм	SMD 1206	2
21	R14.1,R14.2	Резистор 0.25Вт 1% 6.2 Ом	SMD 1206	2
22	R15.1,R15.2 ³	Резистор 0.25Вт 1%	SMD 1206	2
23	R41,42,43	Резистор 0.25Вт 1% 10 Ом	SMD 1206	3
24	R44	Резистор 0.25Вт 1% 100 кОм	SMD 1206	1
25	C1, C6	Конденсатор 470р NP0	SMD 1206	2
26	C2,3,4,5,7,8,9,10	Конденсатор 47 мкф 20в	B 3528	8
27	C11	Конденсатор SMD 1206 100мкф 6.3в	SMD 1206	1
28	K1-K7	Реле бистабильное 4.5-5в G6KU-2F-Y или аналог		7
29	X1,X2,X3,X4	Вилка с ответной частью ХН 2.5мм 2 контакта		4
30	X2,X4 ⁴	Вилка штыревая PLS 2.54мм 2 контакта		2
31	X5,6	Вилка с ответной частью ХН 2.5мм 5 контактов		2
32	X6 ⁵	Вилка штыревая PLS 2.54мм 5 контактов		1
33	X7, X9	Вилка на плату ХН 2.5мм 2 контакта		2
34	X8, X10	Вилка на плату ХН 2.5мм 3 контакта		2

³ Номинал зависит от входного сопротивления УМ

⁴ Используется вместо разъема ХН, если селектор и РГ устанавливаются единым блоком

⁵ Используется вместо разъема ХН, если селектор и РГ устанавливаются единым блоком