



История создания

Схема разработана на основе легендарного усилителя Энтони Эрика Холтона, правда данная схемотехника использовалась и до него, но такое название (Усилитель Холтона) получило широкое распространение. Классическая схема Холтона содержит параллельные выходные транзисторы. У каждого из них, входная ёмкость имеет приличное значение. Порядка 1,3 наноФарад. Что является значительной нагрузкой для второго ДК. С током покоя 16 мА. Для улучшения характеристик увеличивается ток первого и второго ДК.

Я решил пойти другим путём. Применил гибридный выходной каскад. Используются транзисторы сразу двух типов. Полевой транзистор с малой входной ёмкостью средней мощности А класса и мощный биполярный повторитель в классе АБ. Оба каскада работают на нагрузку одновременно. Похожее решение неоднократно использовалось в усилителях мощности и ранее.

Настройка.

Подключаем питание через спасительные лампочки. Т.е. в разрыв плюсового и минусового провода включаем лампу накаливания 100-200 ватт. Можно использовать пару автоламп одинаковой мощности на 24 вольт.

Питание у нас не выше ± 40 Вольт.

Проверяем напряжения на стабилитроне D7. Номинал 3,9 Вольт. На нём $+0,2$ В, обычно - это норма. На R35 и R36 напряжения должны быть примерно одинаковы, разница на треть или четверть - критична, если меньше - норма. На R12 и R13 тоже одинаково должно быть.

Если есть сильные отличия - ищите ошибки монтажа. Или испорченные детали.

Теперь давайте попробуем регулировать ток покоя. Наша задача сделать так, чтобы открылись транзисторы IRF а открываются они при напряжениях около 2,8-3,2 Вольт. Поэтому, нам нужно чтобы регулировка напряжения между затворами включала в себя промежуток 5-7 Вольт. Плюс по 0,6 вольт на биполяры. итого, - 5-8,2 Вольт. Ставим прибор на предел 20 вольт, щупы, аккуратно помещаем на затворы полевиков. Это те, что с резисторами 470 ом. R16 и R17. Крутим. Мерим.

Входим в рамки 5-8,2 В? Да - хорошо. Убираем до 5 Вольт. Выключаем питание. Впаиваем ножки резисторов мощных. Теперь щупы приборов ставим на выводы мощного резистора 0,11-0,22 Ом и ставим там падение напряжения 11-22 мВольт, в зависимости от сопротивления этого резистора, чтобы получить ток покоя 100 мА.

Второй способ померить достаточность регулировки. Измерить падение на резисторах R24 или R25, если оно от нуля до 0,65 В меняется - всё в порядке. Убираем до 0,4 В, паяем мощные резисторы.

Если регулировки не зватает.

Меньше 7 мВ - уменьшаем R37, больше - увеличиваем, с шагом по 30-50 ом.

Если не помогает - ищите ошибки.

Транзисторы обязательно на радиаторе должны быть. Обязательно изолировать с помощью теплопроводной прокладки от друг друга и радиатора. На подложках напряжение питания!

Схема

Схема разработана на основе легендарного усилителя Энтони Эрика Холтона, правда данная схемотехника использовалась и до него, но такое название (Усилитель Холтона) получило широкое распространение.

Схема.

Транзисторы Q5 и Q7 выполняют роль источника пониженного напряжения для первого диффкаскада. Они являются, по сути, усилителем с общей базой. Эти транзисторы разгружали первый ДК на транзисторах по мощности рассеивания тепла. Это касается оригинальной схемы Холтона. Но в Гибриде от них пришлось избавиться. т. к. при питании менее +45 вольт они становятся ненужными. К тому же, они являлись источником нестабильности при выключении питания. Вместе с транзисторами не устанавливаются D5 и R4. Вместо Q5 и Q7 ставятся перемычки с К на Э.

R14, R15 и R18. R14 или R15 - ставим один из них. R18 - перемычка или резистор с нулевым сопротивлением. Этот узел сделан для возможности экспериментов с вторым ДК.

Конденсатор C11 тоже можно не устанавливать на предназначенное для него место в плате. Возбудов нет.

R37 и R19 иногда приходится подбирать, т.к. в наличии не всегда есть нужный номинал переменного резистора. Достаточно соблюсти сумму этих резисторов в пределах 920-1200 Ом. Но и ниже 200 Ом переменный резистор использовать не стоит, R37 точнее подбирать придётся, что не очень удобно.

Сборка

Что нам понадобится для постройки одного канала усилителя?

1. Комплект деталей для усилителя Гибрид.
2. Печатная плата.
3. Винты гроверные и плоские шайбы М3 различной длины. Стойки 6-12 мм.

Сначала монтируются все резисторы, кроме мощных выходных "двухваттников".

Затем паяются все диоды и стабилитроны (три штуки). Устанавливаем транзисторы. В дифкаскадах, транзисторы лучше паять парочками. Два транзистора первого ДК прижимаем друг к другу, два нижних второго ДК и два верхних второго ДК. Это повысит температурную стабильность. Q6 Q8, T15 T16, T13 T14, соответственно.

Теперь можно впаять Ножевые контакты Фастон 6,3 мм. Ножевые контакты применены, скорее, для удобства подпайки проводов, нежели для использования по назначению. То есть, я не планировал использовать ножевые соединения для усилителя. Ножевые контакты Faston довольно жесткие и крепкие. Неплохо паяются (или паялись ранее, пока не появилась технология плюмбумфри).

Мощные транзисторы паяются последними. Сначала монтируем оставшиеся выводные элементы - конденсаторы.

Ножки транзисторов нужно предварительно сформовать. Для этого я использовал пластину алюминия толщиной 5 мм. У пластины нужно обработать края напильником, чтобы при изгибе ножек был небольшой радиус. Это даст меньшую вероятность излома материала ножек в месте изгиба.

Почему я советую изгибать ножки для параллельного плате монтажа? Потому, что неудобно паять провода питания будет. Выводы очень близко к корпусу транзистора. А с другой стороны фастона стоит электролитический конденсатор.

Вы еще помните, что не впаиваем мощные резисторы 0,11-0,22 Ом? Если впаляли - отпаяйте одну ножку каждого на время первого пуска.

Тут стоит немного отступить от темы и дать дельный совет. Вынимать ножку резистора легче, если греть её со стороны монтажа. Если греть с другой - полигон, плата и проводники успевают забрать тепло припоя и греть приходится сильнее. С конденсаторами еще сложнее. Я предпочитаю их отламывать а потом ножки выпаивать с верхней стороны. Будьте внимательны с полярностью электролитов!

Для пайки транзисторов на одной высоте использую три пластиковых, цилиндрических стойки. Две ставятся на места. А одна вместо транзистора T10, он впаивается в последнюю очередь. Впаиваю самые большие, прижав их к плоской поверхности. Затем идут IRF и T10.

Partlist exported from C:/eagle/Hybrid/Hibrid/HibridSMD.sch at 26.11.2012 16:18:28			
Qty	Value	Device	Parts
2		BA157	D3, D4
2		PMLL4150	D8, D9
1	* or 0	R-EU_M1206	R18
1	1uF50v	C-EU102-054X133	C12
2		0,11 R-EU_0617/17	R26, R27
2	1k	R-EU_M1206	R2, R10
1	1uF	C-EU150-072X183	C2
1	2SA1943	TIP2955	Q3
4	2k2	R-EU_M1206	R3, R4, R5, R8
2	2n5401	2N5400	T15, T16
1	2n5401	2N5550	T12
2	2n5551	2N5550	T13, T14
1	2sc5200	TIP3055	Q4
1	3V9	ZENER-DIODESOD80C	D7
1	3k6	R-EU_M1206	R6
2	6k2	R-EU_M1206	R7, R38
2		7,5 R-EU_0613/15	R24, R25
2	7V5	ZENER-DIODESOD80C	D6, D10
3	7p5	C-EUC1206	C3, C4, C11
1		10 R-EU_M1206	R9
1	15V	ZENER-DIODESOD80C	D5
2	33k	R-EU_M1206	R1, R11
2		68 R-EU_M1206	R12, R13
1		82 R-EU_M1206	R34
4		100 R-EU_M1206	R32, R33, R35, R36
1	100uF*6v	CPOL-EUE2.5-7	C1
1		120 R-EU_M1206	R14
1	120 or None	R-EU_M1206	R15
1		220 C-EUC1206	C6
1	220uF*16 NP	CPOL-EUE5-10.5	C13
2		470 R-EU_M1206	R16, R17
4	470uF*50	CPOL-EUE5-10.5	C5, C8, C9, C10
1		680 R-EU_M1206	R37
5	BC546B	BC546B	Q5, Q6, Q7, Q8, Q9
1	BD139	BD139	T10
1	IRF520	IRF530	Q2
1	IRF9520	IRF9530	Q1
2	PMLL4148	PMLL4150	D11, D12
1	PVG3A 500 Ohm	R-TRIMM3202	R19