

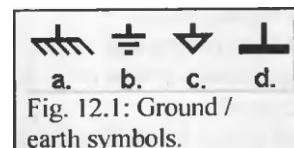
Глава 12 Особенности монтажа

Земля. Питание. Накал. Провода.

Эта книга в основном рассчитана на разработку схем предусилителя, чем на особенности монтажа. Однако несколько моментов сборки следует пояснить.

Земля

Земля подключается от каждой части схемы к общей у источника питания. Для большинства схем приведённых в этой книге, которые относятся к реально существующим усилителям, земля равна нулю, и как правило обозначается одним из символов приведённых на рис. 12,1. Все четыре обозначения взаимозаменяемы, хотя символ «а», как правило, применяется для обозначения места подключения земли к корпусу шасси.



Самых символов земли на схеме может быть много, но все они подсоединены к одной общей точке. Тем не менее правильная разводка земли очень важна, особенно в предусилителе. Мы должны не просто соединить все земляные провода случайным образом, даже если это может быть проще и кажется что один земляной провод полностью идентичен по свойствам другому, на самом деле это не так. Хорошая разводка земли призвана достичь двух вещей:

- Свести к минимуму сопротивление в цепи заземления и избежать «земляных петель», делая сложным возникновения электромагнитных полей, и легкий увод шумов «в землю».
- исключить возможность течения сильных токов усилителя мощности и блока питания от токов других частей усилителя, в частности предусилителя. Это очень важно, так как ток протекающий вокруг силового трансформатора (выпрямителя) и фильтрующего конденсатора, во много раз больше чем средний ток, что может дать гуд и жужжание в звуке предусилителя, если ему позволить протекать в его цепях.

Земляные связи

Большинство гитарных усилителей построены в металлических корпусах (шасси). Даже если он собран в деревянном ящике, то всё равно пользователь может коснуться его металлических частей, например через крепёжные винты, при замене лампы и т.п. **Для безопасности использования устройства, не допускается наличие напряжения на корпусе. Это достигается за счёт физического подключения шасси к «планете Земля» через заземление в розетке.** А раз шасси заземлено, то если какой либо питающий провод будет замкнут на него, он будет сразу же замкнут на землю, поэтому напряжение не может ударить пользователя от шасси, не зависимо от наличия предохранителя.

Сетевой кабель подходит к усилителю в толстой оплётке и заземляющий должен контактировать с земляным контактом розетки, а затем подключён к шасси как показано на рис. 12,2. Это место шасси должно быть очищено наждачной бумагой для лучшего контакта. Провода должны быть короткими и иметь цвет согласно цветовой гамме сети, для Европы зелёно-полосатый и зелёный для США.

Там где заземление соединяется с шасси крепление должно быть надёжным и не допускать разбалтывания винта со временем. Применяйте либо гайки с нейлоновым кольцом, либо шайбой гравером или прочими фиксаторами резьбовых деталей. Это соединение наиболее важно для безопасной эксплуатации усилителя и экранирования шасси.

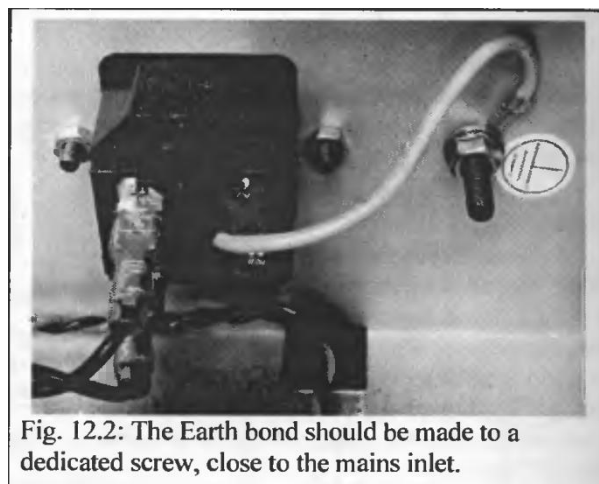
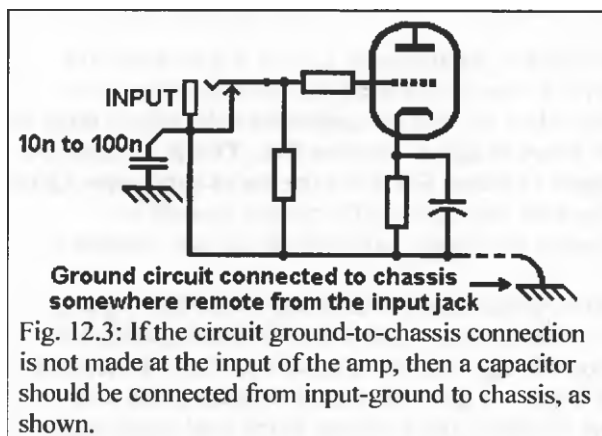


Fig. 12.2: The Earth bond should be made to a dedicated screw, close to the mains inlet.

Это соединение больше для безопасности конечно, и может быть рассмотрено как «другая» земля. Хотя термины «земля (earth)» и «заземление (ground)» часто используют как синонимы, аудио цепи не обязательно должны быть физически подключены к «земле». Все цепи усилителя могут быть построены «плавающими» внутри металла шасси, с соединением всех только к шасси соответственно. Однако в действительности схема будет подключена к шасси, так как это гарантирует, что цепи питания правильно определяться по отношению к нулю вольт, в противном случае при контакте со струнами пользователя может ударить током, когда в усилителе произойдёт что-то не то.

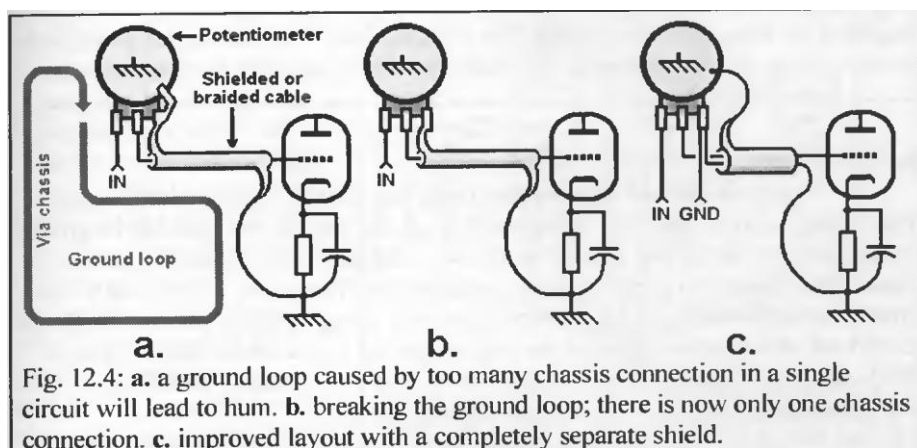


Это связь земля-шасси, как правило сделана на входном гнезде усилителя. Если это не сделано, то должен быть подключён конденсатор между входной землёй и шасси, как показано на рис. 12.3. Это обеспечивает низкое сопротивление **заземлению RF**, не создавая земляных петель на звуковых частотах. Значение от 10н до 100н подойдёт и конденсатор может быть даже и керамическим. Это верно для всех земель используемых в схеме.

Земляной контур

При разводке земли каскадов схемы, важно избегать земляных петель. То есть замкнутых проводов (важно помнить что шасси тоже является проводником) в которых ток может быть вызван внешним магнитным полем.

На пример на рис. 12,4а показан случай, когда один конец экранированного кабеля припаян к корпусу потенциометра, который в свою очередь связан с корпусом шасси через крепление. Другой конец экрана припаян к цепи массы, которая к примеру соединяется с шасси где-то ещё, таким образом получилась петля. При достаточном сопротивлении на рассматриваемом этапе, любые наводки будут усиливаться непосредственно в сигнальной цепи, создавая шум, фон и даже радио помехи.

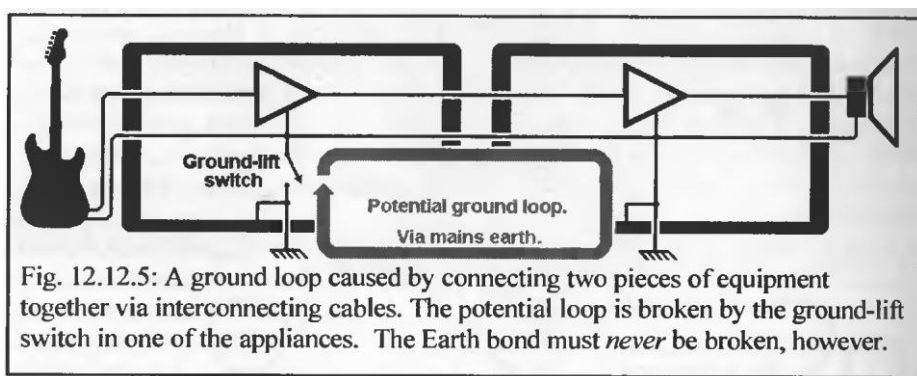


Так же не рекомендуется один из выводов потенциометра припаивать к его корпусу, так как это может дать случайную земляную петлю, а так же потерю контакта с потенциометра и шасси в виду возможной коррозии. На рис. 12,4b показан правильный вариант. Но гораздо лучше избегать применения экранной оплётки провода в качестве проводника земли. Лучше применять для сигнала и земли отдельные провода и оба находятся в экранной оплётке, как показано на рис. 12,4с. Экранная оплётка должна соединяться с землёй только **с конца провода**. Поэтому он физически будет являться как бы продолжением корпуса шасси.

Скручивание вместе сигнального и земляного провода, также помогает в борьбе с наводками.

В Американских конструкциях преобладают не изолированные входные гнезда, которые сами по себе уже определяют место контакта земли схемы с шасси, не зависимо от того где его хотел бы сделать разработчик. Поэтому рекомендуется применять изолированные гнезда, которые были более и или менее стандартны для Британских усилителей в течении десятилетий.

Земляные петли также могут быть созданы при соединении двух частей оборудования между собой (например усилитель и ведомый усилитель), если каждое устройство имеет своё собственное подключение в заземлению розетки. В некоторых устройствах предлагается отключение заземление от корпуса, что бы бороться с возможными земляными петлями. Это показано на рис. 12,5, но обратите внимание на что связь заземления и корпуса шасси всё равно должна присутствовать.



Такие выключатели обычно встречаются в усилителях с низким усилением и микшерах, а не в гитарных усилителях. Самый простой способ избежать подобных земляных петель заключается в принятии собственной логической земли схемы.

Разводка земли шиной

Один из популярных методов разводки земли это разводка через шину. Для этого требуется один толстый провод или шина из проволоки, проходящий через всё шасси и к которой соединены все земли. Путь шины должен следовать естественному пути цепей от предъусилителя к оконечнику (если он имеется), и к блоку питания и все земли должны постепенно к ней присоединяться, но земли оконечника не должны соединяться с землей предъусилителя. Пример показан на рис. 12,6. Обратите внимание, что земли идущие от фильтрующих конденсаторов каскадов должны быть рядом с землями своих каскадов.

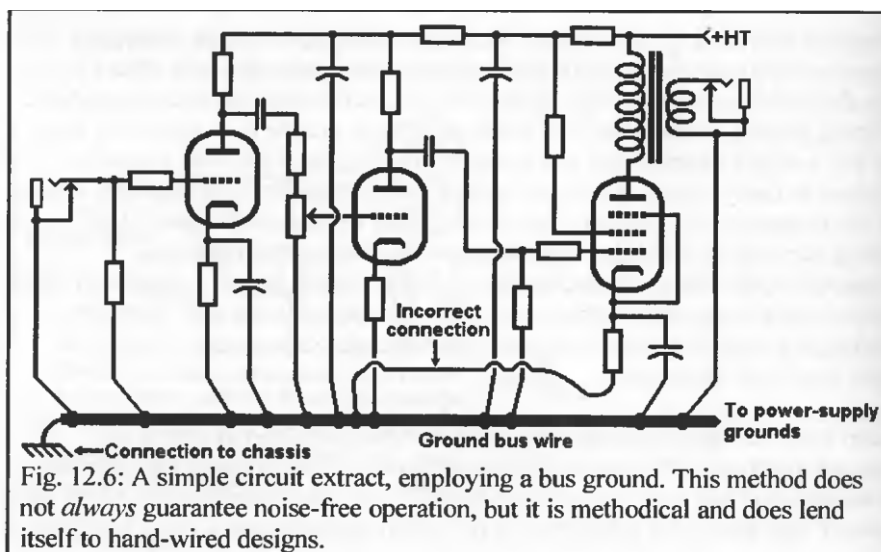


Fig. 12.6: A simple circuit extract, employing a bus ground. This method does not *always* guarantee noise-free operation, but it is methodical and does lend itself to hand-wired designs.

Шина должна быть подключена к шасси только в одной точке, как правило это делается со стороны входа усилителя. Кусок медной проволоки лучше покупать рулоном, но изготовление из 24А или 32А твердого сетевого провода является дешёвой альтернативой изготовления шины. Этот метод разводки не полностью гарантирует отсутствие наводок потому что каждый из проводов имеет своё сопротивление хоть и маленькое, но через которое могут возникнуть не желательные шумы. Тем не менее при этом методе вероятность ошибки минимальна и он хорошо подходит для навесного монтажа и так как все компоненты припаяны к шине, по получается весьма жёсткая конструкция.

Некоторые усилители применяют псевдо шину заземления при помощи шасси («базовая плоскость» лучшее определение этому) но это как правило не целесообразно, кроме разве что усилителей с малым гейном.

Разводка земли звездой

Это простейшая разводка земли, при которой все земли усилителя соединяются в одной базовой точке, в ней же и находится и место соединения с шасси. Рис. 12,7 показывает сущность этого метода. Все эти заземляющие провода должны быть как можно короче. Этот метод не даёт всегда гарантированно низкого уровня шума, хотя он обычно применяется в очень маленьких усилителях с низким гейном. Он просто становится не практичным в больших, сложных схемах.

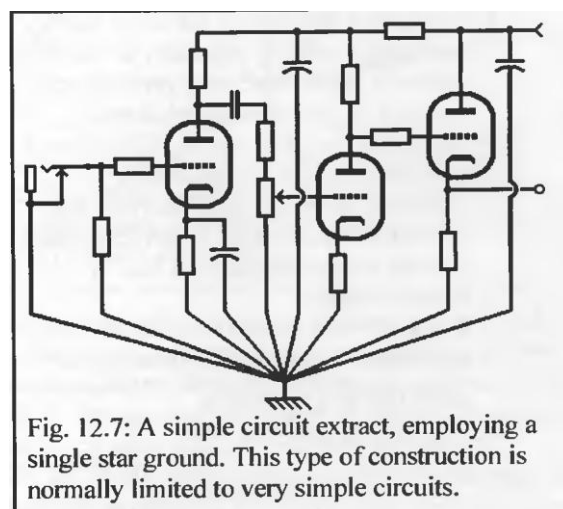


Fig. 12.7: A simple circuit extract, employing a single star ground. This type of construction is normally limited to very simple circuits.

При разводке земли звездой возможен только «правильный» путь движения земель в аудио усилителе. С помощью этого метода каждый фильтрующий конденсатор каскада определяет одну базовую точку. Все каскады имеют свою землю и питание **определяемые этим конденсатором**, и базовые точки этих звёзд соединяются в месте в определённой последовательности, от предъусилителя к оконечнику и к блоку питания. Одна из звёзд будет подключена к шасси, это как правило ближайшая к входу усилителя. Альтернативно все звёзды могут подключаться к одной точке – удалённой звезды – которая связана с шасси, часто это ближайшая к основному конденсатору фильтра.

Этот метод минимизирует сопротивление в земляных проводах и проводах питания, так как они находятся в непосредственной близости от своего каскада. Это создаёт наиболее низкое сопротивление поскольку сигнальные токи циркулируют внутри своей «петли» а не вдоль «ромашки» все цепи, которая является частью контура заземления источника питания. Всё сказанное изображено на рис. 12,8. Обратите внимание, что промежуточные компоненты между двумя каскадами «принадлежат» последующей стадии, в том числе и цепи утечки сетки (рис. 12,9 (6) показывает ошибку).

Если оба каскада питаются от одного конденсатора то они должны соединяться в одной и той

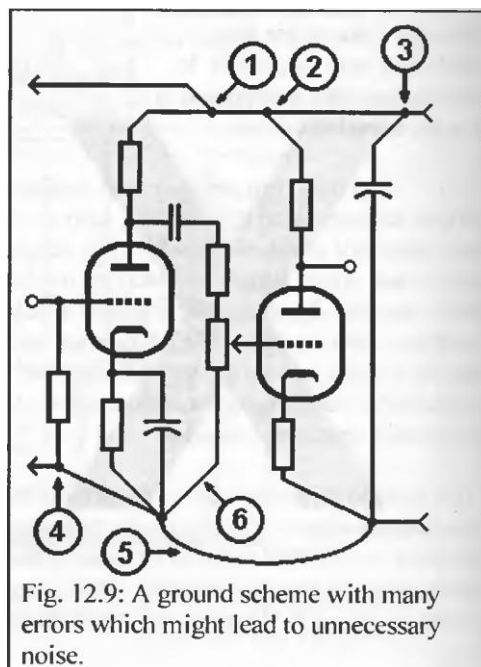


Fig. 12.9: A ground scheme with many errors which might lead to unnecessary noise.

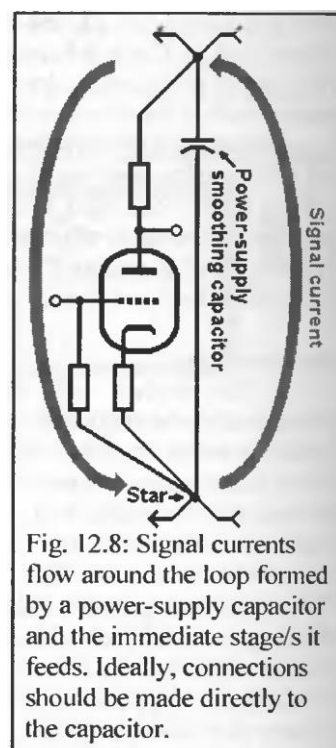


Fig. 12.8: Signal currents flow around the loop formed by a power-supply capacitor and the immediate stage/s it feeds. Ideally, connections should be made directly to the capacitor.

же звезде, если это сложно реализуемо, то конденсатор может стать базой только для одного каскада, без особых проблем.

Рис 12,9 показаны некоторые из возможных ошибок, которые могут быть допущены при разводке земляных цепей, в том числе особо грубые:

1. Точка подвода питания каскада подходит не непосредственно с обкладке конденсатора, по этому токи от других стадий могут привести к шуму от питания на данном каскаде.
2. Второй триод не принимает ток от текущего конденсатора питания, его анодные токи могут производить шум от питания, которое возникает на первом триоде (это может привести к наводкам)
3. Фильтрующий конденсатор находится слишком далеко от каскада который он питает, облегчая развитие шумовых напряжений между конденсатором и триодом.
4. Заземление некоторых частей каскада взято не из соответствующих звёзд, так что помехи от других этапов повлияют на работу этого.
5. Провод соединяющий центры звёзд слишком длинный, что также облегчает развитие шумовых напряжений между триодом и конденсатором.
6. Резистор утечки сетки второго триода заземлён в звезде первого, облегчая развитие шумовых напряжений между сеткой и катодом второго триода (и даже усиливать их)

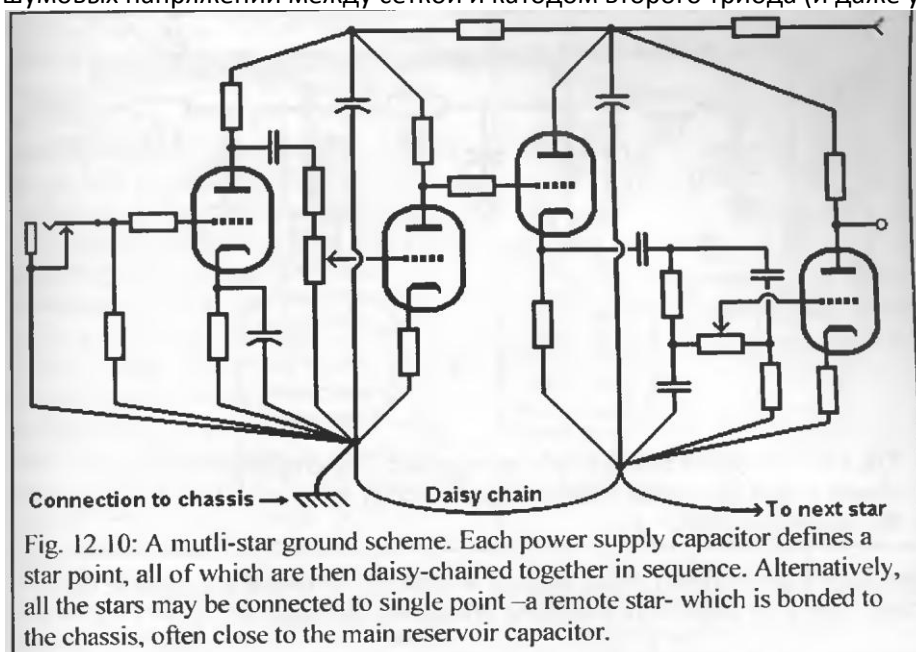


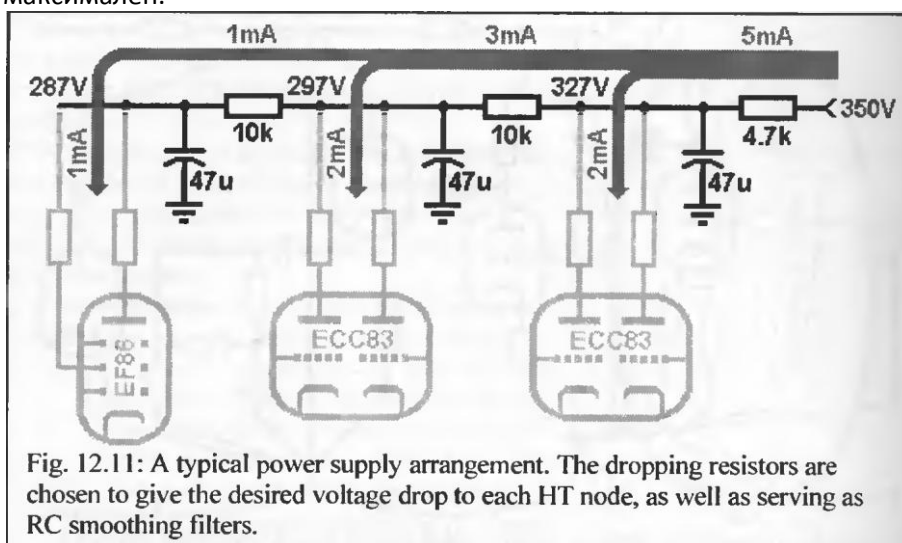
Рисунок 12,10 показывает идеальную мульти - звездную цепь схемы. Следует отметить, однако, что оптимальная схема. Иногда, а скорее менее желательно, схему разводки изменяют исходя из удобства, да и вообще многие коммерческие производители не церемонятся с разводкой земли и тем не менее все им «сходит с рук». Возможно, наихудшая ошибка поместить все фильтрующие анодные конденсаторы в одном месте и вести длинные провода к соответствующим участкам усилителя. Это неизбежно приведёт к нежелательным помехам и гулу, хотя в усилителях с низким или средним гейном разработчик может отнестись терпимо к подобному или же надеяться на везение. В HiGain усилителях правильная разводка звезды гораздо важнее и плохое отношение к этому даже может вывести усилитель из строя.

Винтажные усилители часто используют так называемые «**cap конденсаторы**» в цепях питания. Это такие конденсаторы где в одном металлическом корпусе содержатся несколько разделённых конденсаторов но с общим отрицательным выводом. Такие компоненты были удобны в те дни когда, электролитические конденсаторы были громоздкими и дорогими, но это не является идеальным по отношению к заземлению и следует избегать их применения в современных схемах.

Питание

Эта книга предполагает что подходящий блок питания уже имеется. Это под тема не намерение автора обсудить операции проектирования силовых цепей, лишь за исключением небольших замечаний:

На различные каскады предусиления, питание, как правило, подаётся через цепочки RC фильтров, каждый из которых включает резистор падения и **сглаживающий** или развязывающий конденсатор, из источника высокого напряжения. Классическая схема показана на рис.12.11. Каждый из этих фильтров служит для ослабления любых шумов переменного тока, которые могут возникнуть в блоке питания, очищая постоянный ток. Конечно самые первые стадии усиления наиболее чувствительны к шумам питания, так что их располагают в конце питающей цепи, где кумулятивный эффект сглаживания максимален.



При создании фильтров анодного питания, резисторы падения напряжения должны быть выбраны в первую очередь. Потому что каждый каскад усиления берёт ток от источника питания, через резисторы падения, анодное напряжение будет падать постепенно в направлении к последней стадии фильтра. Так как ток покоя каждого каскада усиления известен (или может быть легко найден) напряжение в каждом узле анодного питания может быть найдено согласно закону Ома. Мощность этих резисторов так же легко высчитывается, как и в предусилителе она буде редко выше чем 0,5Вт.

Как правило для типичного триода ECC83/12AX7 потребуется около 1mA. Как правило резисторов с тем же значением в полнее достаточно, так как фактически величина анодного напряжения для них не важна. Для фильтрации, однако, в идеале мы хотели бы чтоб каждый RC фильтр давал спад -3дБ частоты 0Гц (постоянного напряжения). Конечно это не возможно в реальности, но значение 1Гц можно считать максимальным.

Минимальное значение сглаживающего конденсатора для этой цепи определяется:

$$C = \frac{1}{2\pi R}$$

Типичное значение резистора падения напряжения может быть 4,7K, тогда получим

$$C = \frac{1}{2\pi \times 4.7k} = 34\mu F$$

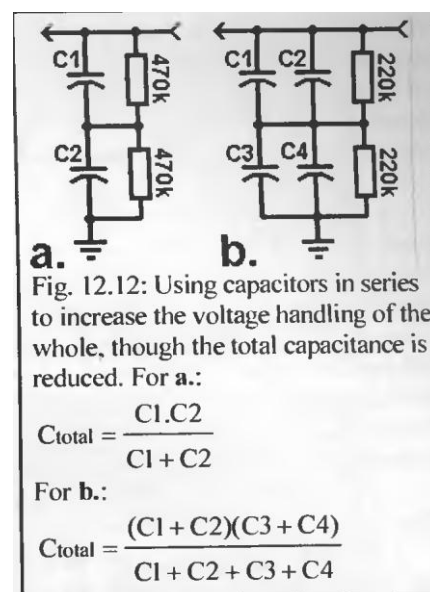
Мы можем принять значение 33мФ, хотя общий стандарт для высоковольтных конденсаторов 47мФ. Винтажные усилители часто используют под размерные конденсаторы с достаточно большими значениями которые дорогие и громоздкие и не являются легко доступными, и многие старые усилители страдают от сомнительной низкочастотной стабильности. Это не должно быть перенято для вновь разрабатываемых усилителей, современные конденсаторы дешевле, меньше по габаритам и постоянно совершенствуются.

Номинальное значение допустимого напряжения конденсатора, должно превышать максимально возможное напряжение питания, с учётом возможного роста возникающего при нагреве. Во время включения (когда источник питания не полностью нагружен) сетевое напряжение меняется. Номинальное напряжение конденсаторов не доступны выше 450В, так что они могут нормально применяться в усилителях с напряжением менее 400В. Однако, если нам необходимо более высокое напряжение, то конденсаторы могут быть соединены последовательно что увеличит суммарное допустимое напряжение их работы. Два резистора одного номинала должны быть установлены параллельно к этим конденсаторам для формирования делителя напряжения, как показано на рис. 12,12. Номинал резистора должен быть достаточно большим что бы не просаживать анодное напряжение, но должны обеспечивать не менее пятикратное протекание ожидаемого тока утечки конденсатора, который как правило имеет значение в районе 0,05мА. Типичное значение подобных резисторов от 220К до 470К. Они также выполняют функцию разрядника конденсаторов когда усилитель выключен. Общая суммарная ёмкость полученная таким образом меньше номинальной каждого из конденсаторов, так как номиналы конденсаторов при подобном соединении суммируются не так как соединение резисторов. Что бы компенсировать потерю ёмкости параллельно соединяют ещё дополнительные конденсаторы, как на рис. 12,12b.

Это особенно полезно для основных фильтрующих конденсаторов, так как номиналы на 250В дешевле и более легко доступны и при последовательном соединении можно получить допустимое суммарное возможное напряжение до 500В.

Чаще для двух триодов предусилителя применяется один сглаживающий конденсатор. Обычно один из триодов потребляет больше тока чем другой (если они стоят по каскадно), так что изменения в отдаваемом токе конденсатора минимальны. Если же более двух ламп соединены к одному конденсатору, то изменения в токе уже значительны и анодное напряжение будет колебаться на низких частотах. Этот низкочастотный сигнал будет проникать на первую стадию усиления, что вызовет не желательный шум, гудёж и возможные наводки. Гудение или обильный басовый тон частый синдром не достаточной развязки по питанию, и как правило более двух триодов не должны питаться от одного и того же сглаживающего конденсатора.

Это общая ошибка допускаемая начинающими радио любителями, особенно когда добавляется новая лампа уже к существующему усилителю, с подключением к уже стоящим на нём сглаживающим конденсатором и это часто приводит к низкочастотной не стабильности. При добавлении новой лампы необходимо ставить к ней свой RC фильтр. Подобным образом некоторые паяльщики могут попытаться уменьшить воспроизведение низких частот усилителем путём уменьшения номинала сглаживающего конденсатора. Этого делать не следует, а уж лучше тогда варьировать проходными конденсаторами каскадов. Мало сигнальные пентоды в идеале должны питаться от своего сглаживающего конденсатора, поскольку они наиболее чувствительны к шумам источника питания. Как известно продолжительность нормально эксплуатации электролитических конденсаторов всего несколько лет, а затем они начинают высыхать. И их срок службы резко снижается, они сильнее нагреваются во время работы, так что сами конденсаторы не должны очень близко находиться рядом лампами или резисторами подверженными нагреву во время работы. Из конденсатора испаряется пропитка, что уменьшает его способность к фильтрации анодного питания и в первую очередь страдают низкочастотные звуки. Старые конденсаторы никогда не должны применяться в новых усилителях и замена старых конденсаторов в уже существующих усилителях как правило «подтягивает» басы и атаку басовых нот. Добросовестный хозяин должен менять



электролитические конденсаторы хотя бы раз в 10 лет (включая катодные электролиты и конденсаторы питания смещения).

Питание накала:

Накал лампы является одним из четырёх наиболее вероятных источников шума усилителя, вместе с шумом питания, неправильной разводкой земли и резисторным шумом. Сильнее всего шум от накала обусловлен электромагнитными полями вокруг накальной нити, с проникновением его в сигнальные элементы, а иногда и прямой связью между нитью накала и катодом. Оба этих не желательных момента могут быть минимизированный при разработке усилителя.

Полезное, но редко применяемое дополнение к накальным цепям это использование дополнительного большого полипропиленового конденсатора в его цепях (подключенного непосредственно между выводами нити накала). Это позволяет отфильтровать ВЧ шумы, которые наводками от анодной обмотки, при условии что обе обмотки сделаны на одном трансформаторе. Подходящее значение для этого от 100нФ до 470нФ. Хотя это почти не повлияет полностью всё гудение накала, это больше служит для подавления любого резкого гудения, которое более раздражающее чем низкочастотный гул.

Накальные провода:

Большинство гитарных усилителей питают накал лампы переменным током (обычно 6,3В) Накальный ток имеет самое большое значение из всех токов усилителя, так что электромагнитное поле вокруг нити накал очень сильно. Потому что оно пропорционально протекающему току а не напряжению, желательно чтоб лампы предусилителя, такие как 13AX7/ECC83 питались напряжением 12,6В так как при этом ток потребления вдвое меньше и поэтому генерируется только часть возможного электромагнитного поля, что даст шума меньше на 6дБ по сравнению с питанием 6,3В. При напряжении накала 12,6 накальные контакты соединяются последовательно, что должно быть известно.

Накальные нити всех ламп как правило соединены параллельно между собой от одной панели к другой. Ток, протекающий в одном конце этой цепочки, составит сумму всех протекающих токов, в то время на ток в другом будет лишь током одной лампы. В начале следует располагать силовые лампы оконечника так как они менее чувствительны к шумам накала (в этом месте необходим более толстый провод). Цепь питания накала должна двигаться через весь усилитель к его входу и входная лампа будет последней в ней, то есть там, где значение тока меньше всего.

Накальные провода должны быть плотно скручены так это помогает бороться с нежелательными электромагнитными полями, так как каждый виток будет являться противофазой в соседнему. Обратите внимание, **свободное скручивание не допускается, только плотное.** Это удобно сделать жёстко закрепив концы проводов с одной стороны и в патрон дрели с другого, сохраняя разумный натяг при скручивании.

Не большая растяжку перед снятием будет препятствовать

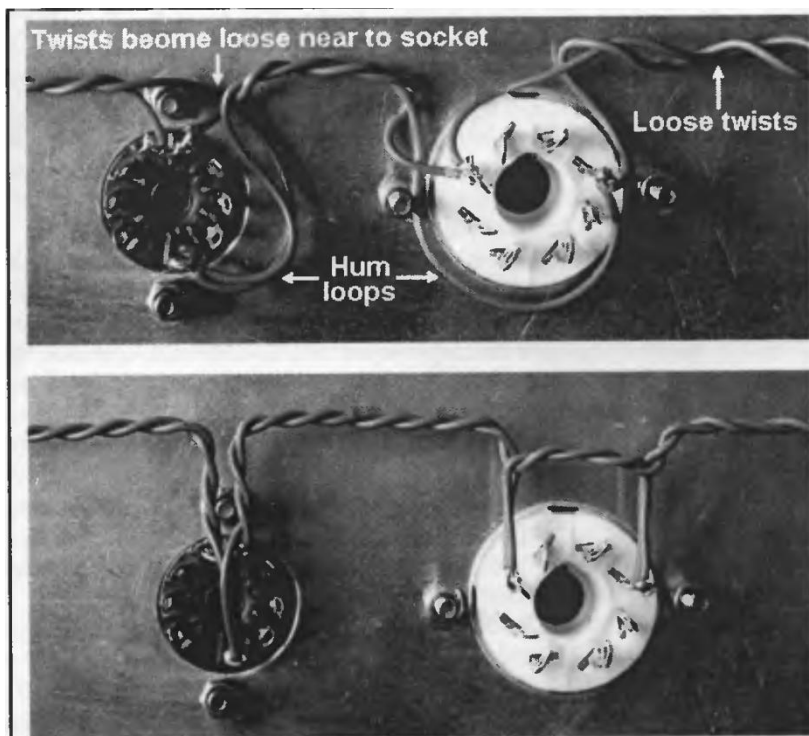


Fig. 12.13: Upper: Bad heater wiring with common mistakes, leading to excess heater hum. **Lower:** Good heater wiring keeps the wires away from the socket where possible, and keeps the twisting tight, right up to the socket.

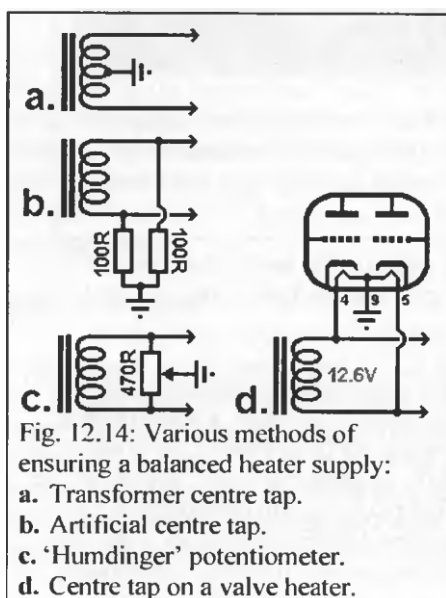
обратному раскручиванию. Лучше применять для этого многожильный провод, так как одножильный может отломиться от усталостных разрушений в металле, если нет уже готовых витых пар в продаже.

Накальные провода должны быть максимально далеко от сигнальных, на столько на сколько это возможно и располагаться в углах корпуса если это также возможно. Так что питание к ламповым панелькам должно подводиться проводами от самого края корпуса. Если же сигнальные провода пересекаются с накальными, то лучше пусть пересекаются под прямым углом, что бы уменьшить возможность электромагнитной связи между ними. Тем не менее накальные провода должны быть всё так же плотно скручены вплоть до из припайки к ламповой панели, так как остальные провода могут находиться по близости. Наличие нежелательных магнитных полей возле панельки лампы может испортить много тяжёлой кропотливой работы!

Кроме того накальные провода не должны создавать петля вокруг панельки, так как остальные провода и как следствие электроды внутри лампы будут подвержены сильным электромагнитным помехам. Если один из накальных проводов должен подводиться к противоположному контакту (9-й контакт) и соответственно должен пересечь панель (что часто случается в лампах предусилителя) то провод должен идти непосредственно через панель по прямой. Пример хорошего монтажа накальных проводов изображён на нижнем рис. 12,13, это конечно требует заботы и терпения, и они как правило не доступны после остальной распайки, так что следует распаять накальные провода в самом начале монтажа. На верхнем рисунке показаны некоторые типичные ошибки, вызывающие гул от накала, распространенные и проблематичные.

Баланс накала

При питании накала переменным током, цепь питания должна быть электрически сбалансированной. Это гарантирует что гудение одного индуцированного провода и фазе с гулом другого нейтрализуют друг друга в какой то степени. Если накальная обмотка трансформатора имеет центральный вывод, он должен быть заземлён, чтобы дать операцию сбалансирования, как показано на рис. 12,14а. Он обычно подключаться не к цепям земли схемы, а на корпус шасси в самой близкой точке.



Эта средняя точка накала может быть создана искусственно путём соединения резисторов от каждого вывода накальной обмотки и земли как показано на рис. 12,14b. Резисторы должны иметь низкое сопротивление, как чтоб средняя была как можно ближе к земле. Обычно применяют значение 100 Ом /0,5Вт или 220 Ом/0,25Вт. Это конечно вызовет небольшой дополнительный ток трансформатора (32мА при использовании резистора 100 Ом при 6,3В питания) теоретически. Если в предусилителе применяются лампы 12AX7/ECC83 при напряжении накала 12,6В, тогда 9-й вывод лампы находящийся по середине нити накала, может быть использован для создание этой средней точки, если сам трансформатор её не имеет. Это показано на рис.12,14d. Обратите внимание, что только одна из ламп должен иметь это подключение 9-й ножки на землю.

Другой возможный способ балансирования накала это подключение потенциометра с накальной цепи, причём его крайние выводы соединяются с накальными проводами, а средний к земле, как показано на рис. 12,14c. Опять же отметим, что он должен иметь низкое значение сопротивления 220 Ом – 500 Ом оптимально. Это позволяет очень хорошо минимизировать шумы, достаточно точно и эффективно.

Поднятие накала:

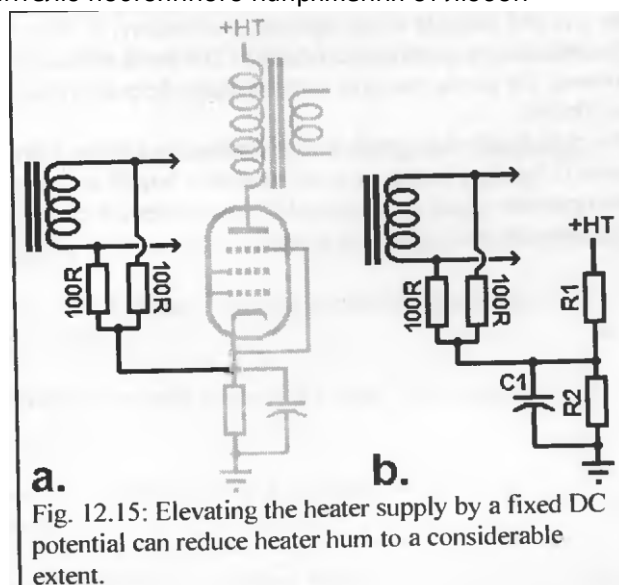
Иногда необходимо «поднять» накал относительно земли, так чтоб максимальное напряжение между катодом и накальной нитью не было больше допустимого значения. Это делается соединением средней точки накала с каким то положительным напряжением. Накал до сих пор работает под напряжением 6,3В (или любым другим) но это «плавает» в верхнем справочном значении.

Этот метод также применяется для уменьшения гула от питания накала, за счёт повышения напряжения нити накала относительно катода и исключением блуждающих токов между ними. Это используется при условии, что справочное постоянное напряжение между катодом и нитью накала достаточно что бы «поднять» отрицательную фазу переменного тока накала выше напряжения катода. Справочные напряжения как правило между 5В и 100В и при высоких значениях позволит применить этот метод что даст очень существенное уменьшение шумов от накала.

Удобный способ это соединить среднюю точку накала с постоянным током (любой из показанных на рис. 12,14) или при соединении её с катодом выходных ламп, разумеется, при условии что на них применяется автоматическое смещение. Напряжение смещение большинства выходных ламп как правило больше чем 8В, так что питание накала будет поднято на это значение. Это показано на рис. 12,15а. Ток в средней точке протекать не будет, так что это метод не скажется на смещении катода лампы.

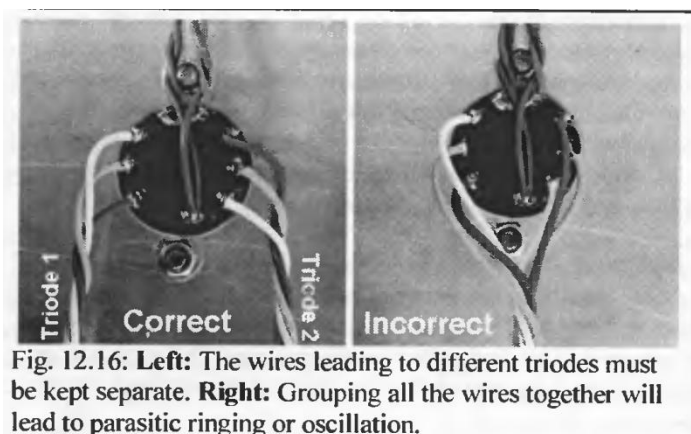
Кроме того мы можем «привязать» накал к делителю постоянного напряжения от любой удобной для нас точки от анодного напряжения, как показано на рис. 12,15b.

Типичное напряжение для поднятия накала от 20в до 90В в данном случае, что значительно выше потенциала большинства катодов усилителя. Делитель напряжения должен иметь достаточно большое сопротивление чтобы не просаживать анодный ток, хотя значение R2 не должно быть чрезмерно большим или максимальное сопротивление между катодом и накалом может быть превышено. Это резистор не желательно делать больше 100К. Конденсатор C1 с достаточно большим значением также может быть добавлен в схему, для устранения возможных шумов, 10мФ обычно достаточно.



Провода ламповых панелей:

Большинство обычных ламп предусилителя имеют два или более триода. Когда ламповые панели связаны с палатой (turret board) проводами, то провода одного триода следует располагать подальше от проводов другого. Это необходимо для предотвращения связей через паразитные ёмкости между триодами, которые могут привести к нежелательным наводкам в звуке. Рекомендуется скручивать провода вместе индивидуально для каждого



триода, как это показано на левой фотографии 12,16. Это позволит визуально видеть провода от каждого триода и упростит пайку проводов от каждой лампы на плату, так же создаст сильную физическую прочность конструкции для надёжной работы в течении времени эксплуатации усилителя. Низкоомные катодные провода также могут защитить другие

провода триода от возможных наводок и помех (в частности скручивание проводов вместе это дешёвая альтернатива экранированному проводу). Применение небольших дополнительных конденсаторов между анодом и сеткой также предотвратит высокочастотные помехи.

На правой фотографии показан не правильный пример. Размещение рядом проводов от разных ламп может привести к проблемам. (Исключение, конечно, составляют триоды подключенные параллельно или вместе за одно целое (одним каскадом)).