



## ЗАЩИТА ДЛЯ ТЕТРОДОВ

### УПРАВЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ДЛЯ ВАШЕГО КВ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ НА ТЕТРОДАХ

**ВЫПОЛНЯТ ВСЮ ТЯЖЁЛУЮ РАБОТУ!**

- ✓ стабилизированное питание экранной сетки
- ✓ стабилизированное питание управляющей сетки
- ✓ защитят дорогостоящую лампу от выхода из строя
- ✓ обеспечат управление реле RX/TX усилителя
- ✓ обеспечат напряжение ALC для трансивера
- ✓ обеспечат правильную последовательность подачи напряжений на электроды лампы



- ✦ Для одного или двух тетродов, в том числе: 4СХ250-350-400 (всех типов), 4СХ800/ГУ-74Б, 4СХ1000, 4СХ1500В, 4СХ1600А, 4СХ1600У/ГС-23Б, УЛ1050/52/56, ГУ-73Б, ГУ-78Б, ГУ-84Б... и многих других.
- ✦ Универсальное DC заземление – можно использовать лампу с заземленным катодом, заземленной экранной сеткой или заземленной управляющей сеткой.
- ✦ Идеально подходит для изготовления нового усилителя или в качестве совершенствования существующих усилителей на тетродах.

### ВНИМАНИЕ!



**Эти заметки предназначены для тех пользователей, которые имеют достаточный опыт безопасной работы с цепями высокого напряжения. Вы делаете всё на свой страх и риск! Мы не несем ответственности за любые повреждения или травмы.**

**ОПАСНОСТЬ – высокое напряжение переменного и постоянного тока!**

Наименования клемм внешних подключений на платах в тексте показаны подчеркиванием, например, «G2-REG-OUT». На печатных платах и соответствующих схемах, некоторые надписи были сокращены, чтобы сэкономить пространство на плате, например, вместо надписи «G2-REG-OUT» написано G2REG на схеме и платах.

### ОСТОРОЖНО!

**Не используйте платы защит с питанием стабилизатора экранного напряжения от резистивного делителя в цепи высокого напряжения анода - это вызовет серьезные повреждения компонентов!  
Всегда следует использовать отдельную обмотку трансформатора для питания выпрямителя стабилизатора экранного напряжения.**

На схемах используется европейская маркировка компонентов. «R» в обозначении резистора означает «Ом», например, 15R = 15 Ом; 3K3 = 3,3кОм; 1M0 = 1 МОм и т.д.  
Для лучшей читаемости, множитель на письме заменяют запятой, так 0R33 = 0,33 Ом; 1K0 = 1,0 кОм и т.д.  
То же самое относится и к конденсаторам, например, 4n7 = 4,7 nF (нано Фарад) = 4700 пФ.

Любые торговые марки, упомянутые в данном руководстве, которые не являются собственностью IFWtech признаются собственностью их соответствующих владельцев.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Особенности</b>	<b>4</b>
<b>2. Введение</b>	<b>4</b>
2.1 Список компонентов для плат	4
2.2 Компоненты вне плат	4
2.3 Выбор параметров конфигурации	5
<b>3. Схемы заземления тетродов</b>	<b>6</b>
3.1 Раскачка в сетку с заземленным по постоянному току катодом	6
3.2 Раскачка в катод с заземленной по постоянному току экранной сеткой	7
3.3 Раскачка в катод с заземленной по постоянному току управляющей сеткой	7
3.4 Компоненты экранной сетки	8
<b>4. Конфигурации питания экранной сетки</b>	<b>9</b>
4.1 Примеры ламп	9
4.2 Расчет компонентов вне плат	11
4.3 Изменение компонентов на платах	15
4.4 Дополнительная информация	15
<b>5. Питание управляющей сетки и реле</b>	<b>16</b>
5.1 Питание управляющей сетки	16
5.2 Питание реле	16
<b>6. Основные межплатные соединения</b>	<b>17</b>
<b>7. Питание и параметры управления</b>	<b>19</b>
7.1 TX/RX - изменение последовательности срабатывания	19
7.2 Питание коаксиального реле	21
7.3 Управляющее напряжение источника высокого напряжения (HV)	21
7.4 Переключение управляющей сетки	21
7.5 Автоматическая регулировка уровня (ALC)	22
7.6 Дополнительный контроль неисправностей	22
<b>8. Сборка плат «Tetrode Boards»</b>	<b>23</b>
8.1 Монтаж плат	23
8.2 Сборка плат	23
<b>9. Первоначальное включение питания</b>	<b>27</b>
9.1 Последовательность	27
9.2 Проблемы?	28
9.3 Настройка напряжения питания экранной сетки	30
9.4 Отключение по току экранной сетки	31
9.5 Защита управляющей сетки и ALC	32
9.6 Таймер предварительного прогрета	34
<b>10. Включение питания вашего усилителя</b>	<b>34</b>
10.1 Заключительные проверки	34
10.2 Тестирование ВЧ	35
10.3 Окончательная настройка ALC	35
10.4 Ложные срабатывания	36
10.5 Вот и всё!	37
<b>11. Обновления и техническая поддержка</b>	<b>37</b>
<b>Схемы</b>	<b>38-42</b>
<b>Список компонентов</b>	<b>43-45</b>

## 1. Особенности

- ✓ «Универсальный» блок управления практически для любого «тетродного» усилителя мощности и анодного напряжения питания.
- ✓ Тщательно разработан, чтобы помочь вашим тетродам гарантировать высокое качество сигнала.
- ✓ Подходит для одной или двух ламп.
- ✓ Две компактных печатных платы (обе платы размерами 128x101мм - платы могут быть установлены одна над другой).
- ✓ Регулируемый и стабилизированный источник питания экранной сетки.
- ✓ Регулируемый и стабилизированный источник питания управляющей сетки.
- ✓ Последовательное переключения ВЧ реле трансивера с блокировкой.
- ✓ Контроль тока экранной сетки с чувствительным детектором обнаружения неисправностей. Нет риска спалить сетку!
- ✓ При неисправности отключается РТТ и HV питание – чтобы продолжить работу, нужно просто нажать сброс.
- ✓ Комплексное измерение.
- ✓ Настраиваемые пользователем для специальных требований, с помощью этих подробных инструкций.

Для общего понимания идей, воплощенных в схемах, необходимо прочитать статью «Питание и защита современных усилительных тетродов» написанную Ian White, G3SEK, опубликованную в журнале QEX за октябрь 1997г. (PDF-версию можно загрузить на сайте - см. раздел 11).

## 2. Введение

### 2.1 Список компонентов для плат

Когда вы покупаете компоненты для сборки плат Tetrode Board, вы всегда должны выбрать премиум качество компонентов для надежности.

Комплекты деталей и печатные платы для заказа доступны на сайте [radio-kits.ukoz.ru](http://radio-kits.ukoz.ru).

Список компонентов приведен на страницах 43-48. Большинство деталей устанавливается на платах, возможна замена компонентов на другие с аналогичными параметрами - единственное специальное требование, что они должны соответствовать печатной плате. В списках ниже, столбец комментарии определяет основные требования.

Почти все компоненты доступны из [www.farnell.com](http://www.farnell.com), поэтому рекомендую этого поставщика. Список компонентов включает коды на складе Farnell.

### 2.2 Компоненты вне плат

Ниже приведен перечень компонентов, которые устанавливаются вне плат.

1. Сетевой трансформатор для питания экранной сетки, управляющей сетки, реле и накала. Для семейства 4CX250/350/400, трансформатор, как правило, должен быть с обмотками:

- ✓ Для экранной сетки: минимальное напряжение переменного тока зависит от требований к значению стабилизированного напряжения и тока. Типичная обмотка, по крайней мере, 0-330V переменного тока, не менее 100 мА, но может быть напряжение и выше, для больших ламп – необходимо проверить, как описано в разделе 4.2.3 перед заказом трансформатора.

## ВНИМАНИЕ

Если напряжение переменного тока от трансформатора для питания экранной сетки будет слишком низким, то стабилизатор напряжения не сможет правильно функционировать.

- ✓ Для управляющей сетки: 0-105В переменного тока (любое в диапазоне от 100 до 150В переменного тока) в 50-100мА.
  - ✓ Реле и т.д.: 15-0-15В/1А переменного тока - минимум для 12V коаксиальных реле, более высокие напряжения для 24В реле. Примечание: обмотка обязательно с центральным отводом – это очень важно здесь.
  - ✓ Накал: напряжение переменного тока в соответствии с напряжением и током лампы или ламп с учетом падения на проводах до панели лампы или ламп.
2. Кнопка RESET: низковольтная кнопка без фиксации с нормально разомкнутым контактом.
  3. Сигнальный светодиод: обыкновенный 20mA красный светодиод.
  4. Радиатор для Q2: см. примечания на стр. 48.
  5. Монтажные стойки и оборудования для двух печатных плат.
  6. M1: обычно 0-50мА или 0-100мА с подвижной катушкой - измеритель тока экранной сетки G2-CONTROL. На плате управления имеется место для дополнительного шунтирующего резистора R17.
  7. M2: 0-10mA с подвижной катушкой - измеритель для контроля тока управляющей сетки REC-G1-ALC. На плате имеется место для дополнительного шунтирующего резистора R108.
  8. ВЧ дроссель, намотанный на 100W резисторе, для установки возле лампы (см. раздел 3.4).
  9. Нагрузочный переменный резистор Rs экранная сетка - катод (см. раздел 3.4 для настройки порога срабатывания).
  10. Мощные резисторы R12 и R14 (см. раздел 4.2.4 и 4.2.5). Вы будете также нуждаться в некоторых временных резисторах для настройки.

### 2.3 Выбор параметров конфигурации

Каждый усилитель мощности уникален, так что есть много возможных вариантов для напряжений, измерения, управления TX / RX и т.д.

## ВНИМАНИЕ

Пожалуйста, прочитайте **все** разделы 3, 4, 5, 6 и 7, **прежде чем** взяться за паяльник!



### 3. Схемы заземления тетродов

#### ВНИМАНИЕ

Не начинайте собирать платы Tetrode Boards, пока вы не прочитали все разделы 3 - 7, и не решили, какие опции вам нужно будет установить.

В этом разделе описываются три практических комбинаций заземления лампы (ламп) по ВЧ и по постоянному току и показано, как подключать платы Tetrode Boards.

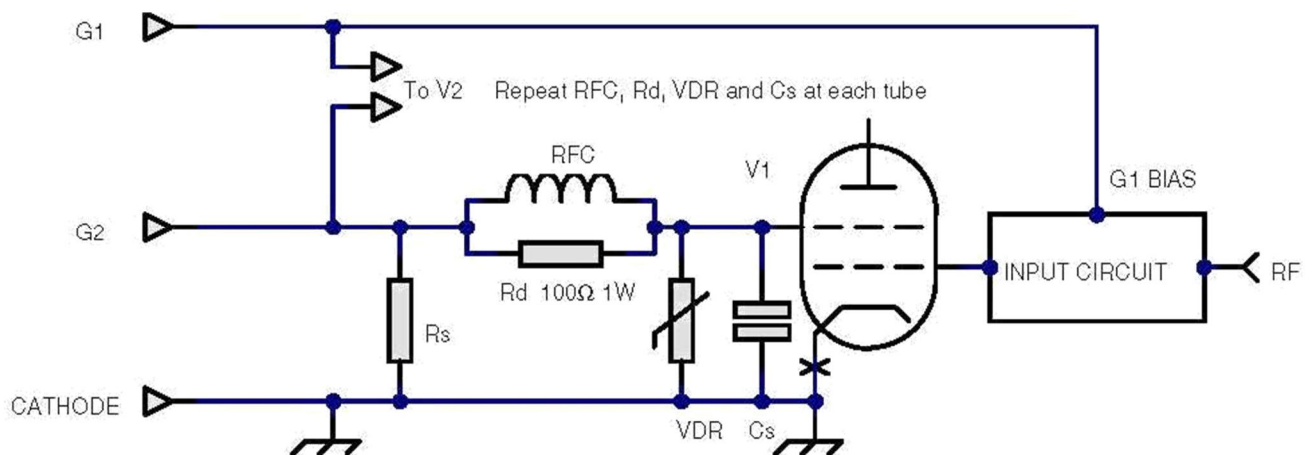
Помните, что ВЧ заземления и заземление по постоянному току (шасси) разные! Например, экранная сетка тетрода всегда заземлена по ВЧ, но в большинстве конфигураций экранная сетка не заземлена по постоянному току на шасси.

Обратите внимание, что конфигурации некоторых схем требуют дополнительных компонентов, показанных в схемах ниже, таких как  $R_s$ ,  $C_s$ , RFC,  $R_d$ , VDR – подробнее см. раздел 3.4.

#### Двухламповый усилитель

К платам Tetrode Boards могут быть подключены одна или две лампы, хотя в этих примерах показан только один тетрод (V1). Если у вас усилитель двухламповый, то используйте точки подключения, отмеченные To V2 на приведенных ниже схемах. Кроме того, смотрите примечание на странице 10 о согласованных пар ламп.

#### 3.1 Раскачка в сетку с заземленным по постоянному току катодом

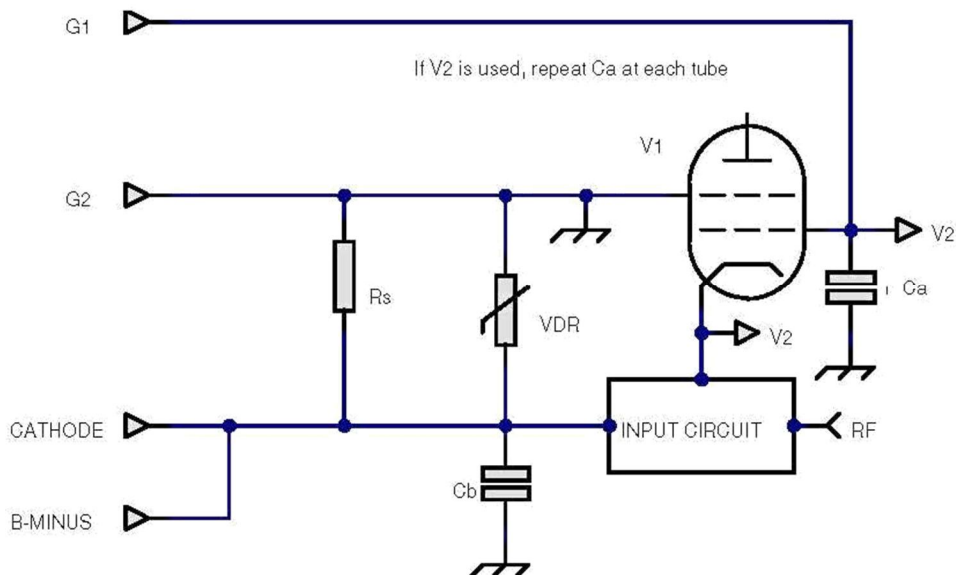


ВЧ раскачка в управляющую сетку, и экранная сетка заземлена через конденсатор  $C_s$  (как правило, встроен в панельку лампы). Катод заземлен на шасси (возможно, через небольшой резистор обратной связи по ВЧ в точке X).

Подключите обе клеммы CATHODE на плате **G2-CONTROL** и на плате **REG-G1-ALC** к заземлению шасси, как показано выше. Не подключайте G1 OUT и G2-REG OUT выводы на шасси!

### 3.2 Раскачка в катод с заземленной по постоянному току экранной сеткой

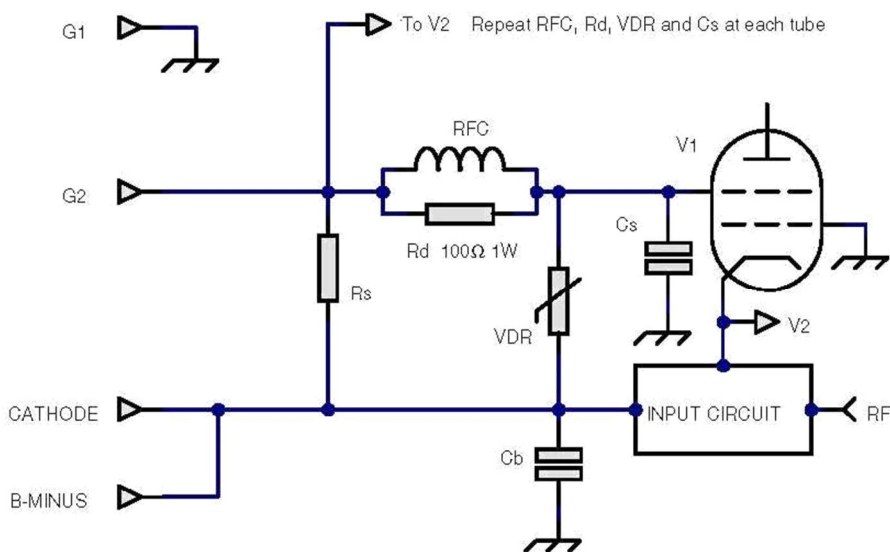
ВЧ раскачка в катод, экранная сетка заземлена по постоянному току (нет на экранной сетке блокировочного конденсатора  $C_s$ ). Управляющая сетка заземление на шасси блокировочным конденсатором  $C_a$ . ВЧ блокировочный конденсатор для входной цепи показан как  $C_b$ . Емкость  $C_a$  и  $C_b$  должна быть 10-100нФ; для VHF/UHF усилителей здесь могут потребоваться дополнительные емкости.



Подключите клемму G2-REG OUT на плате **G2-CONTROL** на шасси, как показано выше. Не подключайте клемму CATHODE или G1 OUT на шасси!

### 3.3 Раскачка в катод с заземленной по постоянному току управляющей сеткой

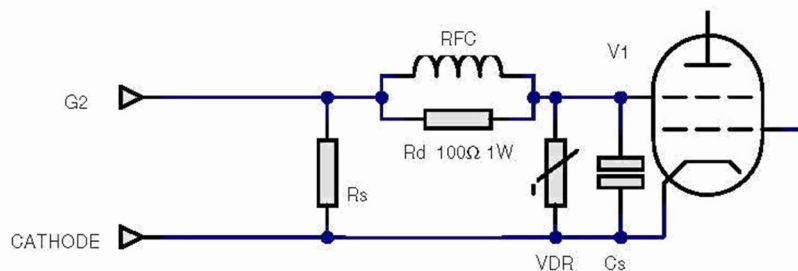
ВЧ раскачка в катод, управляющую сетку заземлена по постоянному току и экранная сетка заземлена по ВЧ блокировочным конденсатором  $C_s$  (как правило, встроен в панельку лампы). ВЧ блокировочный конденсатор на входе схемы показан, как  $C_b$ , и они оба должны быть емкостью 10-100нФ; в VHF/UHF усилителях здесь могут понадобиться дополнительные емкости.



Подключите клемму **G1 OUT** на плате **REG-G1-ALC** плате на землю шасси, как показано выше. Не подключайте клеммы **CATHODE** или **G2-REG OUT** к шасси!

### 3.4 Компоненты экранной сетки

В этом разделе описываются компоненты, которые являются общими для всех схем приведенных выше.



#### Экранная сетка - катод bleeder резистор Rs

Rs служит для двух целей:

1. Для предотвращения "плавающего" эффекта, когда на реле K1 переключения экранной сетки изменяет свое состояние.
2. Чтобы создать ток, который дает возможность индикатору тока показывать отрицательные значения примерно 10мА. Это позволяет показывать отрицательные значения потребляемого тока при помощи обычного стрелочного индикатора без нуля. Индикатор 0-50мА метр будет показывать на экране токи от -10мА до +40 мА. Чтобы получить ток около 10 мА,  $R1 = U_{G2} / 10 \text{ кОм}$ , например, 35 кОм для 350В экранного напряжения, 40 кОм для 400В и т.д. Значение не должно быть точным, поскольку Вы можете «ноль» выставить с помощью ручной регулировки, либо самостоятельно изготовить необходимую шкалу взамен установленной в приборе. В разделе 4.2.1 указаны некоторые рекомендуемые значения и номиналы компонентов.

#### VDR (варистор)

Этот VDR идентичен двум VDRs на плате **G2-CONTROL**. Это первая цепь защиты экранной сетки, блокировочного конденсатора экранной сетки и источника питания в случае возникновения импульса высокого напряжения. Подключите VDR прямо с экранной сетки на вывод катода панельки лампы по кратчайшему пути, что позволит минимизировать индуктивность.

Есть уже два VDRs на плате **G2-CONTROL**, но лишние VDR нужны будут и здесь, на панельке лампы. Если в усилителе две лампы, то для каждой лампы нужен отдельный VDR.

#### Cs - RFC – Rd

Cs – блокировочный конденсатор экранной сетки конструктивно, как правило, вмонтированный в панельку лампы.

RFC и Rd – для предотвращения паразитных резонансов между Cs и LF конденсатором C9 на **G2-CONTROL**, которые могут возникнуть на экранной сетке на ВЧ.

Rd – это резистор из оксида металла или углеродный 100 Ом 1 Вт (не проволочный) и RFC - около 40 витков эмалированной проволоки 0,2мм, намотанных на Rd.

Если вы используете две лампы, то Вам нужен отдельный Cs-RFC-Rd для каждой лампы. Если экранная сетка непосредственно заземлена по постоянному току, как описано в разделе 3.2, то в Cs, RFC и Rd не нужны.



## 4. Конфигурации питания экранной сетки

### ВНИМАНИЕ

Не начинайте собирать платы **Tetrode Boards**, пока вы не прочитали **все** разделы 3 - 7, и не решили, какие опции вам нужно будет установить.

Платы **Tetrode Boards** могут быть использованы с различными лампами, которые имеют широкий спектр питающих напряжений экранной сетки и требуемых токов. Для корректной работы, необходимо будет правильно выбрать, значения компонентов, в зависимости от следующих факторов:

- Тип лампы
- ✓ Требуемое стабилизированное напряжение
- ✓ Максимальный положительный ток экранной сетки (без потери при регулировании напряжения) в лампе
- ✓ Максимальный отрицательный ток экранной сетки (без потери при регулировании напряжения) в лампе
- ✓ Ток срабатывания защиты экранной сетки, на одну лампу
- Количество ламп - просто умножить требованиям к токам на количество ламп
- Сетевой трансформатор
- ✓ Напряжение переменного тока
- ✓ Ток / или сопротивления обмоток

### 4.1 Примеры ламп

Ниже приведены примеры из широкого диапазона ламп, которые были использованы с платами **Tetrode Boards** с некоторыми типичными условиями эксплуатации и рекомендуемых настройками для токов экранных сеток.

Лампа	Типичные условия эксплуатации (SSB, Class AB1) *		Предлагаемое значения тока отключения, мА
	Напряжение экранной сетки, В	Пиковый ток экранной сетки, мА	
ГС-15Б	350	1	8
4СХ250В	350	5	155
4СХ250R/8930	375-400	5	15
4СХ350А	375-400	-3	15
4СХ400А	375-400	≤20	≥20
4СХ800/ГУ-74Б	350	30	40
4СХ1000	325	≤35	≥35
4СХ1500В	225	-15	20
4СХ1600А/ ГУ-91Б	350 240	48 21	55 30

Лампа	Типичные условия эксплуатации (SSB, Class AB1) *		Предлагаемое значения тока отключения, мА
	Напряжение экранной сетки, В	Пиковый ток экранной сетки, мА	
4CX1600U/ ГС-23Б	520	≤23	≥23
ГУ-73Б			
ГУ-78Б			
ГУ-84Б	360-380	40	60
YL1050/1052/1056	500	28	35

\* Эти значения берутся там, где это возможно, из технических данных производителей, или берутся из информации о разработках радиолюбителей. Данные, приведенные здесь, никак не гарантированы IFWtech.

Ток экранной сетки является очень чувствительным индикатором для широкого диапазона условий отказа в том числе:

- ✓ Неправильная настройка цепи анода
- ✓ Связь с нагрузкой слишком слабая или слишком сильная
- ✓ Слишком большая ВЧ раскачка
- ✓ Исчезновение или серьезные изменения в цепи анода, экранной сетки или управляющей сетки
- ✓ ВЧ и DC пробой, повреждения и другие «глюки»
- ✓ Отказ вентилятора, в результате перегрева лампы(ламп)

Все эти неисправности приводят к слишком большому току экранной сетки, положительному или отрицательному. Непрерывный электронный мониторинг тока экранной сетки, таким образом, одна из важнейших особенностей плат **Tetrode Boards**.

Предлагаемые уровни отключения обычно на 20-25% больше «типовых» пиковых токов экранных сеток рекомендованных производителем. Этих токов, как правило, достаточно, чтобы избежать ложных срабатываний во время нормальной работы.

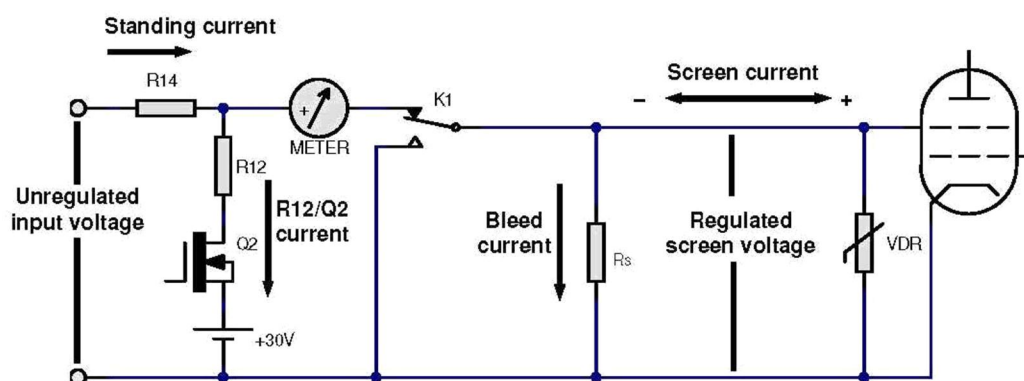
Однако, для некоторых ламп рекомендуемые производителем «типовые» токи экранных сеток экран (при рекомендованных экранных напряжениях) соответствуют максимально допустимой мощности рассеяния. Где это ограничение применяется, «типовой» ток экранной сетки дается как значение в таблице выше, и предлагается ток задавать как '≤' значение. Защита экранной сетки в **Tetrode Boards** очень скоростная, если что-то пойдет не так, так что на практике всё может быть ОК, при установке тока срабатывания на 20% выше рекомендуемого тока производителем ламп.

#### Подобранные пары ламп

Двухламповые усилители требуют ламп, которые прекрасно сочетаются с точки зрения характеристик по постоянному току и по переменному току. Новые лампы одного и того же производителя хорошо подбираемы, но нужно иметь опыт проведения операций по подбору. Лампы от разных производителей (даже новые) не могут быть достаточно хорошо подобраны для использования в двухламповом усилителе. Если Вам не очень повезло, используемые лампы с различными параметрами будут иметь весьма различные характеристики, и не должны быть соединены вместе.

## 4.2 Расчет компонентов вне плат

В этом разделе приведены простые таблицы для расчета напряжений, токов и параметров компонентов, установленных вне плат **Tetrode Boards** для регулятора экранной сетки. Вот очень упрощенное схематическое изображение:



В каждой из таблиц ниже приведен пример в столбце на основе ламп 2x4CX800/ГУ-74Б, и пустой столбец, в который можно вписать значения для конкретного усилителя. (Если ваши расчетные значения значительно отличаются от значений примера на любом этапе, вы должны проверить арифметику!) 1

### 4.2.1 Bleeder резистор, $R_s$

$R_s$  - резистор, подключенный между шиной напряжения питания экранной сетки и катодом в непосредственной близости к лампе(лампам). Назначение  $R_s$  - обеспечить всегда постоянному току обратный путь для тока экранной сетки, даже когда контакты реле K1 изменяют своё положение с течением времени.  $R_s$  - рассчитывается на ток около 10мА, но это значение не является критичным (и его не нужно изменять в случае двух ламп). Предлагаются следующие значения:

Диапазон напряжений питания экранной сетки, В	$R_s$
до 250В	22 кОм 5 Вт
250-400В	33 кОм 7 Вт или 10 Вт, или 2x15 кОм 5 Вт
400-550В	2x22 кОм 5 Вт
более 550В	Выше верхней границы напряжения <b>Tetrode Boards</b>

Если сомневаетесь, используйте рекомендуемые минимальные значение сопротивления приведенные здесь в таблице.

#### 4.2.2 Расчёт тока отключения и постоянного тока

"Постоянный ток" - это ток, который течет через R14 все время, когда усилитель работает в режиме TX (катушка K1, под напряжением, как показано выше).

Заполните эту таблицу:

Расчётные шаги		Ваш усилитель	Пример: 2x4CX800/ГУ-74Б
<b>A</b>	Предполагаемый ток отключения, мА (из таблицы выше, ток выбран на 20-25% больше относительно рекомендованного производителем максимального тока экранной сетки)		40 мА
<b>B</b>	Умножаем <b>A</b> на 1,1		$40 \times 1,1 = 44$ мА
<b>C</b>	Умножаем <b>B</b> на количество ламп		$44 \times 2 = 88$ мА
<b>D</b>	Округляем <b>C</b> вверх до следующего числа кратного 10 мА		88 округляем в большую сторону до <b>90 мА</b>
<b>Величина тока отключения защиты</b>			
<b>E</b>	Добавляем 20 мА к <b>D</b>		$90 + 20 = 110$ мА
<b>Это постоянный ток через R14</b>			

#### 4.2.3 Расчёт необходимого напряжения переменного тока трансформатора

Заполните эту таблицу:

Расчётные шаги		Ваш усилитель	Пример: 2x4CX800/ГУ-74Б
<b>A</b>	Рекомендуемое стабилизированное напряжение экранной сетки (из таблицы выше или из рекомендаций производителя ламп)		350 В
<b>B</b>	Добавляем к <b>A</b> 50В		$350 + 50 = 400$ В
<b>C</b>	Требуемый постоянный ток через R14 (= <b>E</b> из раздела 4.2.1 выше на листе)		110 мА
<b>D</b>	Умножаем <b>C</b> на 0,75 и суммируем с <b>A</b>		$(110 \times 0,75) + 350 = 432,5$ В
<b>E</b>	Выбираем, что больше <b>B</b> или <b>D</b>		<b>D</b> больше = 432,5 В
<b>F</b>	Округляем <b>E</b> в большую сторону до числа кратного 10		432,5 округляем до <b>440 В</b>
<b>Это минимальное нерегулируемое входное напряжение, соответствующее Вашим требованиям</b>			
<b>G</b>	Делим <b>F</b> на 1,2		$440 / 1,2 = 367$ В AC
<b>Это минимальное напряжение на выходе трансформатора (RMS AC), чтобы удовлетворить Вашим требованиям</b>			

### Осторожно

Расчёт трансформатора напряжения основан на типовых трансформаторах. Пригодность любого конкретного трансформатора не может быть гарантирована до тех пор, пока не будет пройден практический этап тестирования. Если Вы сомневаетесь в выборе трансформатора, то возьмите с большим RMS переменного напряжения, чем предполагалось здесь.

#### Примечания по трансформатору

Может быть, минимальное напряжение переменного тока выше, чем вы ожидали? Помните, что нерегулируемый вход постоянного тока содержит пульсации переменного тока 100/120 Гц, поэтому мгновенное минимальное напряжение может быть легко на 30-50V ниже, чем среднее напряжение, которое Вы измеряете с помощью мультиметра. Если мгновенное минимальное напряжение слишком низкое, регулятор напряжения "выпадает" в течение отрицательной части пульсации циклов, и напряжение «Regulated DC» экранной сетки будет иметь негативные всплески с частотой 100/120 Гц. Осциллограф покажет это очень наглядно.

На приведенном выше листе, в 1,2 раза в графе **G** учтена разница между средним напряжением постоянного тока и мгновенным значением в минимуме цикла пульсаций 100/120 Гц. Однако фактическое минимальное напряжение будет зависеть от сопротивления обмотки трансформатора, таким образом, пригодность конкретного трансформатора не может быть гарантирована заранее.

Единственный способ быть уверенным, это проверить напряжение экранной сетки с помощью осциллографа, и убедиться, что оно является чистым, постоянное напряжение постоянного тока без каких-либо негативных всплесков 100/120 Гц. Если вы видите маленькие шипы, Вы можете подстроить R12, чтобы удалить их - смотрите ниже.

#### 4.2.4 Расчёт резистора R14

Целью расчета R14 является получение необходимого постоянного тока (= E в таблице 4.2.2 на листе выше) в схеме регулятора. Мы не знаем, каким будет фактическое значение Вашего нерегулируемого входного напряжения, так что этот расчет только первая оценка. Точное значение R14 будет, корректируется на испытаниях (см позднее, в разделе 9.3.1).

Для расчета R14, заполните эту таблицу:

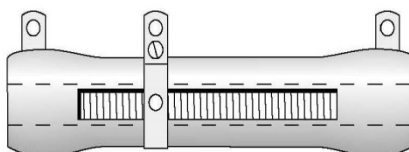
Расчётные шаги		Ваш усилитель	Пример: 2x4CX800/ГУ-74Б
<b>A</b>	Не стабилизированное входное напряжение (=F из раздела 4.2.3 на листе выше)		440 В
<b>B</b>	Рекомендуемое стабилизированное напряжение экранной сетки (=A из раздела 4.2.3 на листе выше)		350 В
<b>C</b>	Падение напряжения на резисторе R14 = A - B		440 – 350 = 90 В
<b>D</b>	Требуемый постоянный ток через R14		110 мА



	(= E из раздела 4.2.2 на листе выше)		
E	$R_{14} = C \times 1000 / D \text{ Ом}$		$90 \times 1000 / 110 = 818 \text{ Ом}$
<b>Это расчетное значение для R14</b>			
F	$W_{R14} = C \times D / 1000 \text{ Вт}$		$90 \times 110 / 1000 = 9,9 \text{ Вт}$
<b>Это <u>минимальная</u> мощность для R14 – лучше использовать резистор большей мощности для повышения надежности</b>			

#### Примечания по R14

Рекомендуемый компонент для R14 - это регулируемый проволочный резистор. Регулировка позволяет просто выполнить установки и настройки (см. раздел 9.3.1), без необходимости замены резистора.



Резистор типа D50K1K0 (1кОм 50Вт max) будет подходящим для R14 почти во всех случаях (см. список компонентов для получения информации о заказе). Этот резистор может быть настроен на любое значение ниже 1 кОм. Рассеиваемая мощность до 50Вт, пропорциональна длине, что фактически используется. Резистор с воздушным охлаждением, и с хорошей вентиляцией он будет работать надежно при умеренной температуре.

#### 4.2.5 Расчёт R12

Задачей R12 является удаление некоторых тепловых нагрузок от силовых MOSFET Q2. Для расчета R12, заполните эту таблицу:

Расчётные шаги		Ваш усилитель	Пример: 2x4CX800/ГУ-74Б
A	Рекомендуемое стабилизированное напряжение экранной сетки (=A из раздела 4.2.3 на листе выше)		350 В
B	Требуемый постоянный ток через R14 (= E из раздела 4.2.2 на листе выше)		110 мА
C	Максимальное значение R12 = $(A - 80) \times 1000 / (B + 20)$		$(350 - 80) \times 1000 / (110 + 20) = 2076 \text{ Ом}$
<b>Это <u>максимальное</u> значение для R14</b>			
D	Округляем полученное значение в <b>меньшую сторону</b> до ближайшего стандартного значения		<b>2000 Ом</b>
E	$W_{R12} = (B + 20)^2 \times R12 / 10^6$		$(110 + 20)^2 \times 2000 / 10^6 = 33,8 \text{ Вт}$
<b>Это <u>минимальная</u> мощность для R12 – лучше использовать резистор большей мощности для повышения надежности</b>			

## Примечания по R12

R12 может быть либо большой проволочный резистор, смонтированный с хорошей вентиляцией, или набор из резисторов 50/100W, установленных на большой и хорошо охлаждаемый радиатор. Если вы выбираете второй вариант, радиатор для R12 должен быть изолирован от радиатора для Q2!

## 4.3 Изменение компонентов на платах

Очень немногие компоненты на платах подлежат замене, чтобы настроить плату **G2-CONTROL** для различных ламп.

### 4.3.1 Экранное напряжение

Обычно Вы должны использовать экранные напряжения, предложенные в таблице на стр.9. В следующей таблице показаны изменения на платах, которые могут быть сделаны для экранных напряжений от 210В до максимального предела 550В. ("ОК") означает, что вы должны использовать стандартные значения в списке компонентов).

Диапазон напряжений	VDR1,2*	LK3	R9	R10
210 – 260В (4CX1500В, 225V)	V250LA40В (маркировка 250L40В)	замкнута	47 кОм	100 кОм 1Вт мет. плёночный
275 – 350В	<b>ОК</b> (V320LA40В)	замкнута	33 кОм	<b>ОК</b> (150 кОм)
320 – 420В	<b>ОК</b> (V320LA40В)	замкнута	<b>ОК</b> (27 кОм)	<b>ОК</b> (150 кОм)
410 – 560В	V420LA40В (маркировка 420L40В)	150 кОм (исп. резистор как для R10)	<b>ОК</b> (27 кОм)	220 кОм 2Вт мет. плёночный

\* Также использовать те же компоненты, для двух VDRs, подключенных на экранные сетки ламп. Всего четыре VDRs будут необходимы.

### 4.3.2 Чувствительность к току экранной сетки

Резистор R15 устанавливает рабочий диапазон и ток отключения экранной сетки. Выбрать значение для R15 необходимо так, чтобы Ваш ток отключения защиты (**D** из раздела 4.2.2 на листе выше) падал примерно в середину рабочего диапазона. Резистор R15 должен быть металлооксидным мощностью 1Вт.

Диапазон тока отключения	R15
10 мА (ГС-15Б)	220 Ом
30 – 60 мА	82 Ом
50 – 100 мА	47 Ом
70 – 140 мА	33 Ом
100 – 200 мА	22 Ом

### 4.3.3 Напряжение управляющей сетки

Смотри раздел 5.1.

## 4.4 Дополнительная информация

Более подробно о напряжениях и токах экранной сетки Вы можете ознакомиться по ссылке - <http://www.ifwtech.co.uk/g3sek/boards/tetrode/tetrode-3.htm>

## 5. Питание управляющей сетки и реле

### ВНИМАНИЕ

Не начинайте собирать платы Tetrode Boards, пока вы не прочитали **все** разделы 3 - 7, и не решили, какие опции вам нужно будет установить.

#### 5.1 Питание управляющей сетки

На управляющую сетку смещение формируется из отрицательного напряжения, что обеспечивает примерно 10 мА через R105. Стабилизатор фиксированного напряжения состоит из стабилитрона D114, транзистора Q101, и потенциометра смещения сетки RV102, который дает диапазон регулировки около 5В (от номинального напряжения стабилитрона на напряжение около 5В больше в сторону минуса). При различных требованиях к напряжению смещения первой сетки, измените стабилитрон 33V D114 (1N5364B) на другим на на требуемое напряжение серии 1N53xxB. Например, для 4CX250s с экраным напряжением +360В обычно требуется от -55 до -60В напряжения смещения, поэтому D114 нужно заменить на 1N5370B (56B). В зависимости от вашего трансформатора напряжения, вам может понадобиться изменить R105 (и, возможно, R103) достаточно около 10 мА постоянного тока в цепи стабилизатора (около 5V, измеренного между крайними выводами RV102). Также см. раздел 7.4 сведения о дополнительных переключениях смещения управляющей сетки.

#### 5.2 Питание реле

Мост выпрямителя BR101 обеспечивает как положительное, так и отрицательное напряжение постоянного тока, так что Вы должны использовать обмотку с центральным выводом (или две одинаковые обмотки включенные последовательно). Входные клеммы на плате с надписью 18-0-18В AC. Центр обмотки подключается к центральной клемме. 18-0-18В AC «универсальное» входное напряжение, с которым обычно работают 12В и 24В реле. Только для 12В реле рекомендуется 15-0-15В переменного тока, хотя с трансформатором напряжением примерно 12-0-12В AC могут работать некоторые реле. Не используйте трансформатор напряжения ниже, чем 12-0-12В. Такие низкие входные напряжения переменного тока будут недостаточны для стабилизатора +12В постоянного тока U101. Не используйте трансформатор напряжения выше, чем 25-0-25В переменного тока, так как будет повышенное напряжение для C105 и U101.

## 6. Основные межплатные соединения

### ВНИМАНИЕ!

**Не начинайте собирать платы Tetrode Boards, пока вы не прочитали все разделы 3 - 7, и не решили, какие опции вам нужно будет установить.**

В этом разделе рассматриваются основные межплатные соединения, что нужно для всех конфигураций. На схеме стр. 36 показаны все эти основные взаимосвязи, а также некоторые возможности и функции управления (см. раздел 7).

#### Основные подключения

1. Провода плат **REC-G1-ALC** и **G2-CONTROL** соединяют платы вместе, как показано на схеме взаимосвязей (стр. 37).
2. Провод от клеммы **CHASSIS GROUND** на двух платах к клемме защитного заземления шасси. **Не надейтесь на качественное заземление через опорные стойки между платами и шасси.**
3. Всегда клеммы плат **CATHODE** плат соединяют проводом вместе. Также перепроверьте в разделе 3 и подтвердите, что вы используете правильный вариант схемы заземления по постоянному току.

Теперь подключить следующие компоненты, устанавливаемые не на платах:

#### 4. Сетевой трансформатор

Клеммы на плате **REC-G1-ALC** отмечены для типичных входных напряжений.

Подключите обмотки трансформатора к следующим клеммам платы **REC-G1-ALC**:

- Напряжение питания экранной сетки: напряжение переменного тока, рассчитанное, как показано в разделе 4.2.3
- Напряжение питания управляющей сетки: как правило, 105В AC
- Питания реле: как правило, 18-0-18V AC.

**Не используйте эти обмотки трансформатора для любых других целей.**

#### 5. G2 измеритель тока M1

Полное отклонение шкалы прибора должно быть круглым числом, больше максимального тока отключения защиты по току, предложенного в таблице на стр. 9. Обычно используемый диапазон отклонения стрелки должен быть либо 0-50 мА полной шкалы для небольших усилителей, или 0-100 мА полной шкалы для больших усилителей. Соблюдайте правильную полярность подключения измерительных приборов, как указано на **G2-CONTROL** плате управления. R17 - это опциональный шунт для калибровки индикатора M1. Обычный прибор 0-50 мА покажет ток экранной сетки примерно от -10 мА до +40 мА (см. раздел 9.3.3 с подробным объяснением, и стр. 29 для шкалы типового индикатора).

#### 6. G2 измеритель тока M2

Для класса эксплуатации AB1, этот прибор, как правило, должен быть со шкалой полного отклонения 0-10 мА. Соблюдайте правильную полярность подключения индикатора, как помечено на плате **REC-G1-ALC**. R108 - это опциональный шунт для калибровки индикатора.

#### 7. RV102

Потенциометр регул. смещения G1, как правило, монтируются на задней панели.

#### 8. Светодиод **ALARM** и кнопка **RESET**

Эти компоненты монтируются на передней панели. Соблюдайте правильную полярность подключения LED.

#### 9. Транзистор Q2

Монтируется Q2 на свой собственный радиатор. Существует ряд вариантов, в зависимости от напряжения экранной сетки, величины тока стабилизации (см. раздел 4.2.2) и выбранного транзистора MOSFET (см. далее Примечания на стр. 48):

- На поверхности шасси, которое охлаждается непосредственно холодным воздухом от вентилятора усилителя
- Ребристого радиатора с наружными размерами, по крайней мере, 4 дюйма x 3 дюйма x 1 дюйм, в хорошо вентилируемом месте с вертикальными пластинами
- Радиатор с непосредственным охлаждением вентилятором - даже небольшой вентилятор помогает.

Используйте изолированный монтаж транзистора. Специальные теплопроводящие шайбы не требуют смазки, но убедитесь в отсутствии заусенцев на радиаторе - они могут легко прорезаться через шайбу. Для безопасности подключите тело радиатора к шасси. Позаботьтесь, чтобы подключить MOSFET правильно GATE, DRAIN и SOURCE выводы как подписано на плате G2-CONTROL и не подвергайте MOSFET электростатическим напряжениям.

#### **ОСТОРОЖНО!**

**Если общий постоянный ток (см. раздел 4.2.2) больше, чем 100 мА, Вам может потребоваться два MOSFET транзистор, соединенных параллельно с помощью выравнивающих резисторов.**

#### 10. R12, R13, R14

R12 и R14 являются резисторами большой мощности, а также выделяют много тепла в режиме TX. Если вы используете резисторы в металлическом корпусе (радиаторе), то они должны быть установлены на большой радиатор с помощью теплопроводящей смазки (монтаж на шасси, как правило, не достаточно хорош, и может вызвать перегрев). Вы можете использовать радиатор примерно такого же размера, как и для Q2 (4 дюйма x 3 дюйма x 1 дюйм) - но не делайте радиатор общим с Q2! В режиме RX или состоянии ожидания рассеиваемая мощность значительно ниже, чем на TX. Нет тока через R14, и только небольшой ток «подпитки» протекает через R13 и R12. Если в режиме RX ожидается напряжение на R13 больше чем 150В, то нужно использовать два одинаковых резистора 10 кОм 3Вт.

#### 11. РТТ

Этот контакт замыкается трансивером на землю для включения режима «передача». Убедитесь, что выход РТТ Вашего трансивера способен переключать 12V 140 мА на землю. Вы можете подключить переключатель с одним контактом последовательно с линией РТТ, чтобы отключать усилитель – режим «Standby».



## 7. Питание и параметры управления

В платах **Tetrode Boards** предлагается широкий спектр параметров пользователя. Вам нужно будет настроить эти параметры во время сборки и плат.

### ВНИМАНИЕ!

Не начинайте собирать платы **Tetrode Boards**, пока вы не прочитали **все** разделы 3 - 7, и не решили, какие опции вам нужно будет установить.

## 7.1 TX/RX - изменение последовательности срабатывания

### 7.1.1 Общие параметры

Этот раздел дает краткий обзор вариантов для изменения TX/RX последовательности.

#### Требования к последовательности

Два DPСO реле K2 и K3 дают Вам несколько вариантов для изменения последовательности RX/TX. Когда вы нажмёте и отпустите кнопку РТТ, K2, действует быстро, а K3 работает с задержкой. Эта комбинация, быстрого и медленного переключения, может генерировать все необходимые комбинации TX/RX путем соответствующего подключения контактов.

	RX → TX		TX → RX	
	Быстро	Медленно	Быстро	Медленно
Реле экранной сетки K1	•		•	
Коаксиальные реле	•			•
ВЧ раскачка (опционально TX inhibit)		•	•	
Переключение смещения управляющей сетки		•	•	

Когда клемма РТТ заземлена, то в её цепи протекает ток порядка 140 мА. Когда клемма РТТ не заземлена, то на ней стабилизированное напряжение холостого хода +12 В.

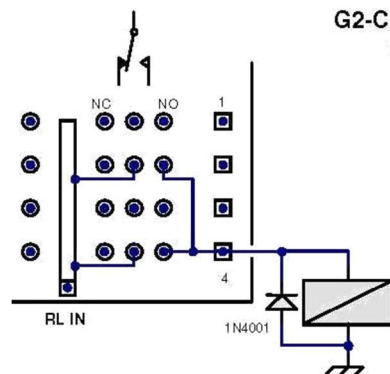
## 7.1.2 Управление работой коаксиального реле

У Вас есть два варианта:

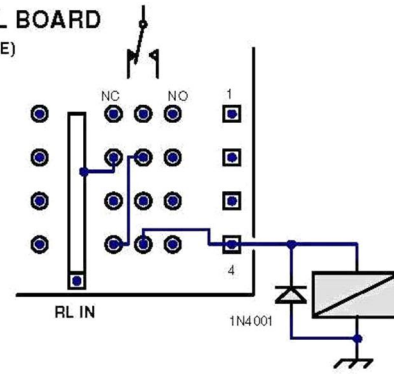
- Реле под напряжением при передаче - обычным способом.
- Реле под напряжением при приёме - менее широко используется, но имеет преимущество «защита от сбоев» и защитит Ваш предусилитель, когда система не используется.

Чтобы использовать один из этих вариантов, необходимо провода от двух реле K2 и K3 соединить, как показано ниже.

### КОАКСИАЛЬНОЕ РЕЛЕ ЗАПИТАНО ПРИ TX



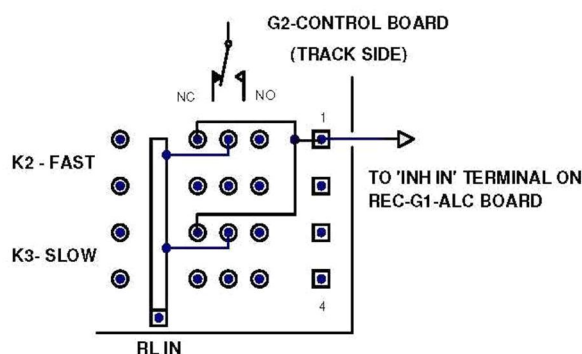
### КОАКСИАЛЬНОЕ РЕЛЕ ЗАПИТАНО НА RX



## 7.1.3 TX блокировка (inhibit)

Общая проблема с TX/RX последовательностью заключается в том, что трансивер начинает генерировать ВЧ сигнал перед тем, как усилитель мощности будет к этому готов. На платах **Tetrode Boards**: функция TX INHIBIT, которая удерживает на входной линии трансивера EXT ALC отрицательное напряжение, предотвращая подачу ВЧ сигнала до тех пор, пока не произойдет коммутация в правильной последовательности. Вы можете использовать эту функцию, если ваш трансивер имеет внешний вход для подключения ALC, и если ALC трансивера восстанавливается достаточно быстро, чтобы позволить приемлемо быстро переключаться.<sup>2</sup>

TX INHIBIT функция может быть использована только в случае, если Вы также используете ALC - см. разделы 7.5 и 9.5. Также, Вы не можете использовать оба режима TX INHIBIT и функцию переключения G1 (раздел 7.4), поскольку они используют одни и те же переключающие контакты на K2 и K3.



<sup>2</sup> Yaesu FT-990, FT-1000 серии имеют альтернативный способ препятствовать передаче до тех пор, пока усилитель будет готов. Передатчик будет работать, только если контакт 8 разъема BAND DATA заземлен. Чтобы использовать эту функцию, провод от нормально разомкнутых контактов K2 и K3 подключить к контакту 8 разъема BAND DATA и использовать их для замыкания контакта 8 для заземления на шасси.

## 7.2 Питание коаксиального реле

Рабочее напряжение для внешних коаксиальных реле подключается к клемме RL IN на плате **G2-CONTROL**.

Если реле срабатывают быстро и надежно от 12V постоянного тока, то клемма +12V OUT на плате **REC-G1-ALC** подключается непосредственно к клемме RL IN на плате **G2-CONTROL**. Максимальный суммарный потребляемый от клемм +12V HV ENABLE и +12V OUT должен составлять 1,5 А, ограничен возможностью стабилизатора напряжения 7812, который также обеспечивает защиту от короткого замыкания. Для 24В коаксиальных реле, клемму RL-UNREG на плате **REC-G1-ALC** необходимо подключить к RL IN на плате **G2-CONTROL**. Нерегулируемого напряжения 24-25В должно быть достаточно для работы до 24В реле с катушкой, рассчитанной на постоянный ток. Для реле с другим рабочим напряжением, вы должны организовать свой собственный источник питания. **ВНИМАНИЕ - МАКСИМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 50В АС/ДС.**

## 7.3 Управляющее напряжение источника высокого напряжения (HV)

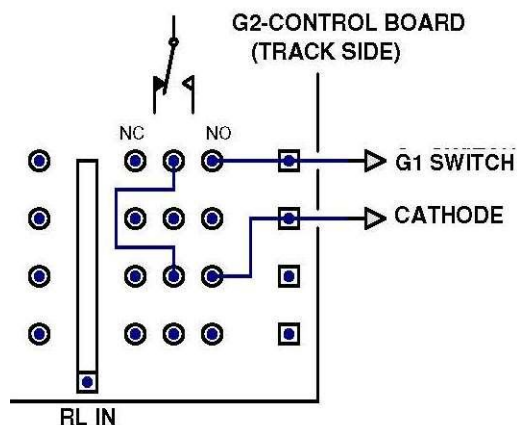
Подключите клемму +12V HV ENABLE на плате **G2-CONTROL** для защитной блокировки Вашего источника анодного напряжения. Эта клемма выдаёт управляющее напряжение +12В постоянного тока для питания реле в анодном блоке питания. Управляющее напряжение доступно после срабатывания таймера предварительного прогрева усилителя. При срабатывании защиты по любой причине, высокое напряжение будет отключено менее чем за 5 миллисекунд.

**Управление высоким напряжением является важной функцией безопасности. Мы настоятельно рекомендуем Вам использовать её!**

Для использования +12V HV ENABLE Вы должны установить реле с катушкой 12В DC для отключения электропитания силового высоковольтного трансформатора. Убедитесь, что реле способно выдерживать и отключать максимальный ток перегрузки трансформатора с большим запасом прочности. Максимальный ток, потребляемый от клемм +12V HV ENABLE и +12V OUT должен составлять 1,5 А. Этот ток ограничен стабилизатором 7812, который имеет защиту от короткого замыкания.

## 7.4 Переключение управляющей сетки

На платах **Tetrode Boards** предлагаем Вам возможность переключения управляющей сетки для получения более отрицательного напряжения на ней. Однако, для большинства тетродов, заземление экранной сетки на катод с помощью K1 достаточно, чтобы обеспечить нулевой ток анода в состоянии RX. Если вы знаете, что Вам не будет требоваться переключение G1, сделать проволочную перемычку на плате **REC-G1-ALC** в месте R107 и игнорируйте остальные в этом разделе. Если Вам потребуется переключение G1, затем установите R107 на плате. R107 обычно 4,7 кОм 2W, но будьте осторожны, чтобы не превышать ограничения производителя по максимальному напряжению управляющая сетка – катод в режиме RX. Также подключите контакт G1 SWITCH на плате **REC-G1-ALC** к K2 и K3 на плате **G2-CONTROL**, как показано ниже, и подключите коммутируемую линию к выводу CATHODE.



Обратите внимание, что Вы не можете использовать функцию переключения G1 и функцию TX Inhibit (см. раздел 7.1.3), поскольку они используют одни и те же перекидные контакты на K2 и K3.

### 7.5 Автоматическая регулировка уровня (ALC)

В платах **Tetrode Boards** обеспечивается автоматическое управление уровнем (ALC) выходной обратной связи с Вашим приемопередатчиком. ALC рекомендуется для предотвращения перегрузки своего линейного усилителя. Регулировка уровня ALC происходит путем измерения тока управляющей сетки. Схема ALC на платах **Tetrode Boards** обычно сконфигурирован для работы класса AB1. Это должно означать, нулевой сеточный ток при всех условиях работы! На самом деле, управление ALC начнется при токе в несколько сотен микроампер в цепи управляющей сетки.

Чтобы использовать ALC, просто подключите клемму ALC OUT на борту **REC-G1-ALC** к внешнему ALC входу трансивера. Клемма ALC OUT обеспечивает отраслевой стандарт отрицательного напряжения, регулирующего Ваш трансивер.

Даже если вы решите не использовать ALC, то платы **Tetrode Boards** по-прежнему будут следить за током Вашей управляющей сетки, чтобы защитить лампу. Схема будет отключить усилитель и зажигать светодиод ALARM, если вы допустите больше, чем несколько миллиампер тока сетки – нужно будет уменьшить уровень ВЧ раскачки и нажать кнопку сброса, чтобы продолжить работу.

### 7.6 Дополнительный контроль неисправностей

AUX TRIP IN клемма на борту **G2-CONTROL** может использоваться для предотвращения работы усилителя, если эта клемма заземлена. Например, Вы можете использовать переключатель вентилятора воздушного потока (разомкнутый контакт, когда воздух проходит) или защитный концевой выключатель для отключения анодного напряжения при открывании корпуса усилителя (разомкнутый контакт, когда корпус (отсек) закрыт).

**TO BE CONTINUED...**

## 8. Сборка плат «Tetrode Boards»

### ВНИМАНИЕ!

Не начинайте собирать платы Tetrode Boards, пока вы не прочитали **все** разделы 3 - 7, и не решили, какие опции вам нужно будет установить.

### 8.1 Монтаж плат

Используйте чистые платы в качестве шаблонов, чтобы отметить отверстия крепления к шасси (центры отверстий 4.5 x 3.5, дюйма). Крепление двух плат к шасси выполняется на стойках высотой 0,5 дюйма (12 мм). Позаботьтесь об изоляции вокруг изолированных монтажных отверстий - высоковольтные трассы проходят рядом. Плата **REC-G1-ALC** создает значительного тепла, поэтому она должна быть установлена над шасси, чтобы тепло свободно уходило. Если вы намерены устанавливать две платы друг над другом, то **REC-G1-ALC** плата должна быть установлена сверху, чтобы рассеивать тепло. При этом необходимо использовать 1,5 дюймовые стойки (35-40мм). Чтобы обеспечить доступ к RV1 и RV2 на плате G2-CONTROL, для наладки, просверлите два отверстия на плате **REC-G1-ALC** с пометкой «RV1» и «RV2».

### ОСТОРОЖНО

Не сверлите отверстия в плате **REC-G1-ALC** борту диаметром больше, чем 0,25 дюйма (6 мм) . Для регулировки RV1 и RV2, используйте тонкий изолированный инструмент, чтобы избежать поражения электрическим током или короткого замыкания между двумя платами.

### 8.2 Сборка плат

1. В первую очередь вставьте в платы клеммы (контакты для плоских разъемов 2,8 мм) для внешних подключений. Положите плату на плоский лист пенополистирола вверх стороной с компонентами. Для того, чтобы вставить клемму, зажмите её в плоскогубцах и с небольшим усилием вставьте до упора. Когда все клеммы будут вставлены, припаяйте их к печатным площадкам платы.
2. Для перемычек на платах используйте изолированные провода с одной жесткой жилой. Плата **G2-CONTROL** имеет две перемычки (LK1 и LK2) над платой. Для питания экранной сетки напряжение до 400 В, также припаяйте проволочную перемычку LK3 в цепи с R8. Для более высоких напряжений используют второй резистор в этой цепи (см. раздел 4.2).  
Плата **REC-G1-ALC** имеет две проволочные перемычки (LK1 и LK2).
3. Если необходимо, установите для измерителей M1 и M2 подходящие шунтирующие резисторы: R17 на плате **G2-CONTROL** ; и R108 на плате **REC-G1-ALC**.



## МАРКИРОВКА КОМПОНЕНТОВ

Проверьте маркировку на каждом компоненте, прежде чем припаять его на место...  
сделайте это дважды!

### Факты из современной жизни

- Компоненты становятся все меньше.
- Маркировки часто микроскопические - и часто не в точности совпадают с полным номером.
- Есть теперь два различных цветовых кода для резисторов.
- Весь мир стремится к припоям не содержащим свинца.

Извините, что просто так... мы надеемся, что следующие заметки помогут.

### Резисторы

Некоторые резисторы промаркированы знакомым трехполосным значением кода, например, 10 кОм - это коричневый-черный-оранжевый ...**НО** ...

Многие резисторы сегодня, могут быть промаркированы новым кодом из четырех групп: 1-я цифра, 2-я цифра, 3-я позиция (всегда черный), количество нулей. В этой кодировке резистор 10 кОм - это цвета коричневый-черный-черный-красный – вот так! Будьте осторожны! Если Вы сомневаетесь, то выполните измерение сопротивления с помощью мультиметра.

### Подстроечные резисторы

Они имеют двух символную маркировку: 1-я цифра это значение, а 2-я это число нулей. Или трех символную маркировку: 1-я и 2-я цифры это значение, а 3-я это число нулей.

500 Ом	<b>52</b>	<b>501</b>
1 кОм	<b>13</b>	<b>102</b>
10 кОм	<b>14</b>	<b>103</b>

### Керамические конденсаторы

Конденсаторы 10 нФ подписаны **103** (прочитать код, как «1, 0 и 3 нуля», т.е. 10 000 пФ). На конденсаторе 0,1 мкФ (100 нФ) написано **104**. Конденсаторы 4,7 нФ (4700 пФ) подписаны **472** или **4n7**.

### Диоды

Проверьте тщательно маленькие стеклянные диоды, используя лупу. Все диоды 1N4148, как правило, имеют либо полную маркировку 1N4148, либо сокращенную 4148. Некоторые из стабилитроны имеют полную маркировку BZX79C..., либо сокращенную ...V - BZX79C12 стабилитроны 12V, а BZX79C15 стабилитроны 15V. Это обычные стеклянные стабилитроны мощностью 0,5 Вт внешне похожие на диоды 1N4148. Будьте внимательны!

### **Транзисторы и микросхемы**

Установить все мелкие транзисторы и в корпусах ТО-220 согласно очертаниям, напечатанным на платах. Транзистор Q2 устанавливается отдельно на собственный большой радиатор, после чего подсоединяется к клеммам G-D-S на плате. (Примечание - прямоугольный контур вокруг обозначений на плате для дополнительного 3 - полюсного коннектора).

Будьте особенно внимательны, чтобы установить все DIL панельки маркировочным пазом в правильную сторону!

### **Бессвинцовые детали**

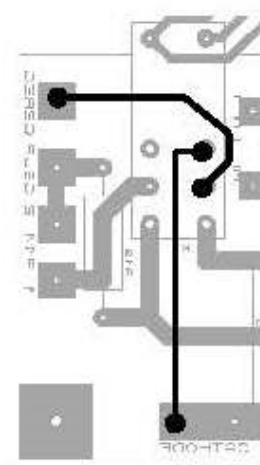
В будущем все платы будут поставляться с бессвинцовой металлизацией - платы теперь будут посеребренные! (...да, нам пока остаётся пометчать...) Для надежной пайки, мы настоятельно рекомендуем Вам продолжать использовать обычный оловянно-свинцовый припой. (В Европе, это все еще законно для домашних конструкторов.)

### **Радиаторы**

Вы должны использовать большой внешний радиатор для Q2, как указано в разделе выше. Вы также должны иметь шайбы, гайки и винты для крепления транзисторов в корпусах ТО-220 ко всем радиаторам. Для Q2 должна применяться пластмассовая изолирующая втулка, чтобы изолировать винт крепления транзистора, а также специальная изоляционная, теплопроводящая шайба - не используйте термопасту радиатора с этой шайбой.

Для трех небольших радиаторов на платах, используйте термопасту, шайбу и винт с гайкой. Изоляция не требуется.

4. Припаяйте компоненты на двух платах. Соблюдайте полярность диодов, панелек микросхем и микросхем. Используйте тонкое паяльное жало – следить, чтобы не было не пропаянных контактных площадок.
5. Провод для двух высоковольтных перемычек LK4 и LK5 под K1 на плате **G2-CONTROL** (см. вид с нижней стороны платы). Используйте провода с тефлоновой изоляцией или провода и тефлоновые трубки.



6. Для подключения опций TX/RX на платах, следуйте инструкциям, приведенным в разделе 7 и провод, для необходимых перемычек под K2 и K3 на плате **G2-CONTROL**.
7. Когда Вы закончите все пайку всех компонентов и перемычек, то удалите остатки флюса, припоя шарики и т.д. от нижней стороны готовой платы, используя денатурированный спирт или изопропиловый спирт и старую зубную щетка. Платы необходимо хорошо промыть и просушить.
8. **Очень тщательно проверьте платы**, чтобы не было пропущенных соединений, непропаев или перемычек из припоя. **Используйте лупу!**

## 9. Первоначальное включение питания

### ОСТОРОЖНО!

Пока не подключайте платы **Tetrode Boards** к усилителя.  
Не вставляйте лампы в усилитель до тех пор, пока вы не достигнете раздела 10 - включение питания усилителя.  
Если вы обнаружите какие-либо проблемы, обратитесь в раздел 9.2 за помощью.

### 9.1 Последовательность

Внимательно следуйте данным инструкциям. Отмечайте каждый шаг своих действий.

1. Удалить все микросхемы их панелек.
2. Отсоедините следующие клеммы от платы **REC-G1-ALC**: G2-UNREG, +12V OUT, CCW и RL-UNREG (если используется).
3. Подайте напряжение на трансформатор и проверьте наличие следующих напряжений постоянного тока, которые должны появиться плате **REC-G1-ALC** между клеммами:
  - G2-UNREG и CATHODE: +450 В (приблизительно, зависит от трансформатора напряжения)
  - CCW и CATHODE: -150 В (приблизительно, зависит от трансформатора напряжения)
  - RL-UNREG и шасси: +25 В (приблизительно, зависит от трансформатора напряжения)
  - +12VOUT и шасси: +12.0 В
  - Вывод номер 4 U102 (LM324) панельки и шасси: +12.0 В
  - Вывод номер 11 U102 (LM324) панельки и шасси: -12.0 В (приблизительно).

### ОСТОРОЖНО!

Если есть какие-то проблемы здесь, исправьте их, прежде чем идти дальше

4. Отключите выключатель и отсоедините от сети.
5. Подключите клеммы +12V OUT и RL-UNREG (если используется). Подключите коаксиальные реле к контакту 4 возле K2 и K3. Подключите светодиод и переключатель RESET (тест РТТ, приведенный ниже не будет работать без подключенного светодиода). Подайте питание на силовой трансформатор. Если вы настроили плату **G2-CONTROL** для режима коаксиальных реле под напряжением в режиме RX (см. раздел 7.1.2), то они должны изменять свое состояние в то время, когда вы подаете питание. Заземлите клемму РТТ: все коаксиальные реле должны последовательно изменить свое состояние – с задержкой - «щёлк...щёлк» - от K2 и K3. Отсоедините от земли клемму РТТ: все реле должны изменить своё состояние обратно, опять с задержкой – «щёлк...щёлк» от K2 и K3. Отключите выключатель и отсоедините от сети. Затем подключите все другие разъемы на плате **RECG1-ALC**.
6. Вытащите лампу и разъем подачи высокого напряжения из усилителя, и подключите платы **Tetrode Boards** к усилителю.

## ВНИМАНИЕ

Перед этим шагом, Вы должны установить компоненты экранной сетки в усилитель, как описано в разделе 3.4. В частности, Вы должны установить между экранной сеткой и катодом нагрузочный резистор Rs!

7. Отрегулируйте R14 на то значение, которое Вы, рассчитали в разделе 4.2.4. Установите все подстроечные резисторы и RV102 на середину диапазона. Вставьте U2 (748) на плате **G2-CONTROL** (соблюдайте полярность). Пока ещё не вставляйте оптопары U3 и U103.
8. Подайте сетевое напряжение на трансформатор (трансформаторы) и проверьте ё правильность напряжений, которые появились на всех контактах панельки лампы (ламп) в состоянии RX:
  - Номинальное напряжение накала (проверьте еще раз позже, со вставленной лампой (лампами));
  - G2 с имеет тот же потенциал, что и катод лампы CATHODE (поскольку в состоянии RX клемма G2-REG OUT подключена к CATHODE через контакт реле K1);
  - Приблизительное необходимое отрицательное напряжение на G1 в состоянии RX (в зависимости от вашего выбора для переключения G1 - см раздел 7.4);
  - **LED ALARM** должен гореть тускло, но не ярко.
9. Замкните на шасси клемму PTT, чтобы перейти в состояние TX, и проверьте напряжение G2 снова:
  - Теперь напряжение на G2 должно присутствовать, и должно быть приблизительно правильного значения по отношению к катоду лампы и клемме CATHODE;
  - Убедитесь, что RV1 может изменить это напряжение в большую и меньшую стороны относительно требуемого значения. В случае возникновения проблем, см раздел 9.2.1;
  - Переместите положительный щуп к тегу G2METER+ (или к самому измерителю). Напряжение должны быть точно такими же, как в клемме G2 на панельке лампы. Отсоедините от шасси клемму PTT и убедитесь, что напряжение существенно не изменится в состоянии RX. Это проверяет функцию "Keep-Alive ", который позволяет снизить потребление энергии в состоянии RX.
10. Замкните на шасси клемму PTT и проверьте напряжение на G1 в состоянии TX:
  - Проверьте отрицательное напряжение на G1 в состоянии TX, оно должно быть приблизительно правильным;
  - Убедитесь, что RV102 может изменять это напряжение в диапазоне около 5В.
11. Отключите сетевой выключатель и отсоедините от сети.

## 9.2 Проблемы?

Наиболее вероятным источником всех проблем являются ошибки подключения - либо между платами или на самих платах.

### 9.2.1 Поиск и устранение неисправностей напряжения питания экранной сетки

Проблема	Возможные причины и решения
Нулевое напряжение на экранной сетке	<ul style="list-style-type: none"><li>• Не в режиме TX, т.е. <u>PTT</u> не заземлен (в режиме RX, ноль экранного напряжения - это правильно!)</li><li>• Нерегулируемое напряжение не доходит до клеммы <u>G2-UNREG IN</u> - проверить целостность проводов</li><li>• K1 не переключается, или под платой отсутствует перемычка на K1.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить целостность проводов от <u>G2-UNREG</u> через <u>G2 METER +</u> , <u>G2 METER -</u> и K1, и на <u>G2-REG OUT</u></li> </ul>
Выходное напряжение высокое (не регулируется - RV1 мало влияет или не изменяет напряжение)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q2 установлен «навыворот», затвор и исток перепутаны местами - проверить полярность (Q2 часто бывает эта ошибка)</li> <li>• Без шунта путь через R14, Q2 и Q1 к клемме <u>CATHODE</u> – проверить целостность проводки</li> <li>• пробой затвора Q2 - с осторожностью берите руками Q2 и соблюдайте антистатические меры предосторожности!</li> <li>• Ток утечки в D6 мешает MOSFET Q2 включиться</li> <li>• Напряжение на катоде D7 должно быть +82V по отношению к клемме <u>CATHODE</u></li> <li>• Напряжение на коллекторе Q1 должно быть +30V по отношению к клемме <u>CATHODE</u></li> <li>• Если на коллекторе Q1 напряжение +30V, то опорное напряжение на контакте 2 U2 должно быть +23V по отношению к клемме <u>CATHODE</u></li> <li>• Когда цепь регулировки находится в порядке, то напряжения на контактах 2 и 3 U2 должны быть почти точно 23V</li> </ul>
Выходное напряжение низкое (не регулируется - RV1 мало влияет или не изменяет напряжение)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выходное напряжение из U2 не доходит до затвора Q2</li> <li>• Если напряжение правильно регулируется на несколько секунд, но потом вышло из-под контроля и падает, постоянный ток, вероятно, слишком большой для одного MOSFET транзистора</li> </ul>

### 9.2.2 Поиск и устранение неисправностей напряжения питания управляющей сетки

Все напряжения в данном разделе измеряются относительно клеммы CATHODE на плате **REC-G1-ALC** и все они **отрицательные**.

Проблема	Возможные причины и решения
Нулевое напряжение на выходе	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выпрямленное напряжение не поступает на RV102.</li> </ul>
Выходное напряжение высокое (не регулируется - RV102 мало влияет или не дает никакого эффекта)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Если Вы <b>не</b> используете переключение G1, проверьте, что R107 был заменен на проволочную перемычку на плате</li> <li>• Нет цепи через Q101 для <u>G1 SWITCH</u> и клемму <u>CATHODE</u> – проверьте целостность цепи</li> <li>• Когда <u>G1 SWITCH</u> подключен к <u>CATHODE</u>, напряжение на коллекторе (выводе) Q101 должно быть 0; напряжение на эмиттере Q101 (= RV102 клеммы <u>CW</u>) должно быть -33V (равно напряжению стабилизации стабилитрона D114)</li> <li>• Если вы используете переключение G1 (см. раздел 5.4), и PTT не заземлен, то высокое отрицательное напряжение G1 в режиме RX может быть <b>правильным!</b></li> </ul>
Выходное напряжение низкое (не регулируется)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверьте Q101, D114 и сопутствующие компоненты на короткое замыкание</li> </ul>



- RV102 мало влияет или не дает никакого эффекта)	
---	--

### 9.2.3 ALARM LED светится при включении

Это может произойти, иногда, из-за коммутационных перенапряжений. Причина ложных срабатываний скорее всего в длинных проводах заземления плат. Просто нажмите кнопку **RESET** и продолжайте нормальную работу. Если неисправность устранить не удалось, см. раздел 10.4 для поиска возможных решений.

### 9.2.4 Последовательность переключений RX/TX

Для изучения проблем с последовательностью переключения TX/RX, Вы можете замедлить переключение при коммутации КЗ, подключив конденсатор в параллель к C25 на большую ёмкость.

**Если вы успешно дошли сюда, то в принципе, все работает.  
Вы готовы для следующего этапа корректировки, подготовки питания  
и ВЧ тестирования.**

## 9.3 Настройка напряжения питания экранной сетки

Сейчас самое время, чтобы установить постоянный ток экранной сетки, напряжение и ток отключения в соответствии с расчётами, что Вы делали в разделе 4.2.

### 9.3.1 Постоянный ток экранной сетки

1. Отключите питание и отсоедините от сети.
2. Подключите хорошо изолированный амперметр последовательно с R14 и подайте питание на трансформатор. Заземлите вход PTT, и затем вы можете отрегулировать R14 для правильного постоянного тока, рассчитанного в разделе 4.2.2.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ – ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ на R14!  
Перед выполнением настройки R14, всегда отключить, отсоединить от сети  
и накоротко замкнуть источник питания экранной сетки (разрядить конденсаторы!).**

### ОСТОРОЖНО

**Чтобы избежать повреждения витков провода R14 (если вы используете рекомендуемый подстроечный резистор), ВСЕГДА ослабляйте винт зажима до тех пор, пока он перестанет царапать провод резистора и будет двигаться свободно. НИКОГДА не пытайтесь сдвигать контакт, пока цепь находится под напряжением!**

### 9.3.2 Напряжение экранной сетки

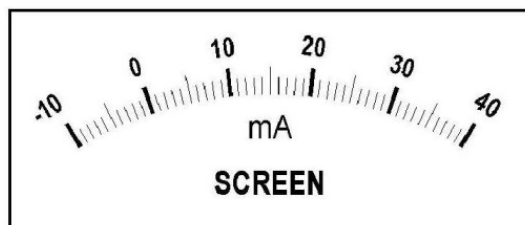
Если источник питания экранной сетки прошел все тесты, описанные ранее в этом разделе, то Вы должны иметь возможность регулировать его выходное напряжение при помощи RV1 на плате **G2-CONTROL**, требуется точная установка напряжения G2-REG OUT (измеряется относительно CATHODE - напомним, при замыкании PTT на шасси).

### 9.3.3 Измеритель тока экранной сетки

Точное напряжение экранной сетки также будет влиять на ток, проходящий через предохранительный резистор между экранной сеткой и катодом - резистор Rs (см. раздел

3.4), и это, в свою очередь влияет на показания о текущем измеряемом токе экранной сетки. Ток утечки через  $R_s$  заставит индикатор показывать примерно 10 мА вниз по шкале от нуля.

Используйте механический регулировочный винт измерительного прибора, чтобы поместить стрелку точно на отметку шкалы -10 мА. Это нулевой ток экранной сетки (дополнительные 10мА проходят через нагрузочный резистор). Фактически, обычный индикатор 0-50 мА метр теперь показывает текущий ток экранной сетки от -10 мА до +40 мА. При желании, Вы можете повторно масштабировать индикатор, чтобы он выглядел следующим образом (начерчено с помощью AutoSketch).



### 9.4 Отключение по току экранной сетки

В этом разделе объясняется, как установить ток отключения защиты при токе экранной сетки, указанном в разделе 4.1.

Во-первых, заполните эту таблицу и вычислите значение сопротивления  $R_L$ , которое будет необходимо для загрузки источника питания экранной сетки до рассчитанного значения тока срабатывания защиты:

Расчётные шаги		Ваша лампа (-ы)	Пример: 2x4CX800/ГУ-74Б
<b>A</b>	Стабилизированное напряжение (A из таблицы 4.2.3 на страницах выше)		350 В
<b>B</b>	Значение тока отключения для одной лампы (A из таблицы 4.2.2 на страницах выше)		40 мА
<b>C</b>	Умножаем B на количество ламп		40 x 2 = 80 мА
<b>D</b>	$R_L = A \times 1000 / C$		350 x 1000 / 80 = <b>1375</b> <b>Ом</b>
<b>E</b>	$W_{RL} = A \times C / 1000$		350 x 80 / 1000 = <b>28,0</b> <b>Вт</b>
<b>F</b>	Выбор соответствующего резистора для $R_L$		3,3 кОм 25 Вт в паре с 1,0 кОм 10 Вт; или переменный от 4,7 до 6,8 кОм 50 Вт*

\* Значение  $R_L$  должно быть настолько точным, насколько точно Вы хотите установить ток срабатывания защиты. Разброс в несколько процентов – это вполне точная настройка.

### Инструкция по настройке

1. Отключите питание и отсоедините от сети. Отсоедините **Tetrode Boards** от усилителя.
2. Поверните RV2 на плате **G2-CONTROL** до упора по часовой стрелке.
3. Вставьте оптопару U3 (соблюдая полярность).
4. Подайте питание и замкните на шасси **PTT**. Светодиод **ALARM** должен светиться тускло, как обычно - он не должен светиться ярко.

Когда клемма PTT замкнута на шасси, убедитесь, что стрелка измерителя тока экранной сетки доходит до нуля по новой маркировке шкалы (см. выше).

Отключите питание и отсоедините от сети.

5. Подключите нагрузочный резистор RL между клеммами G2-REG OUT и CATHODE на плате **G2-CONTROL**. Подайте питание и замкните на шасси PTT. Индикатор тока экранной сетки должен теперь показывать правильный ток отключения защиты. Убедитесь, что стабилизированное напряжение постоянного тока не изменяется при подключении нагрузки. Если у вас есть подходящий осциллограф, то также проверьте, чтобы это напряжение оставалось чистым и постоянным под максимальной нагрузкой. Если Вы видите отрицательные пики с частотой 100/120 Гц, то они вызваны пульсациями переменного тока нерегулируемом входе – выходе выпрямителя. Вы можете попробовать слегка подстроить R12, чтобы удалить шипы, но если это невозможно, то переменное напряжение с трансформатора слишком низкое - Вам нужно будет просмотреть в разделе 4.2.3.
6. С подключенным нагрузочным сопротивлением, повернуть RV2 **очень медленно** против часовой стрелки до тех пор, пока **ALARM** LED не вспыхнет ярко и реле «отпадут». Если Вы промахнулись, то отпустите кнопку PTT, затем поверните RV2 немного назад и нажмите кнопку сброса. Светодиод должен снова слегка светиться (это нормально, что светодиод не гаснет полностью).
7. Отключите и отсоедините от сети. Удалите резистор временной нагрузки и восстановите все подключения к норме.

**Защита экранной сетки по току теперь будет защищать усилитель  
во время дальнейших испытаний.**

### 9.5 Защита управляющей сетки и ALC

Многие современные тетроды предназначены для работы в режиме AB1, при котором в любой момент времени не должен протекать ток через управляющую сетку. Управляющие сетки таких ламп очень часто имеют очень малую мощность рассеяния и нуждаются в защите от чрезмерных токов сетки.

Платы **Tetrode Boards** будут защищать управляющую сетку лампы от чрезмерного тока сетки. Схема будет отключать усилитель и зажигать **ALARM** LED, если при раскачке лампы Вы создадите ток управляющей сетки в несколько миллиампер. Если это происходит, то уменьшите ВЧ входной сигнал, и нажмите кнопку сброса, чтобы продолжать работать.

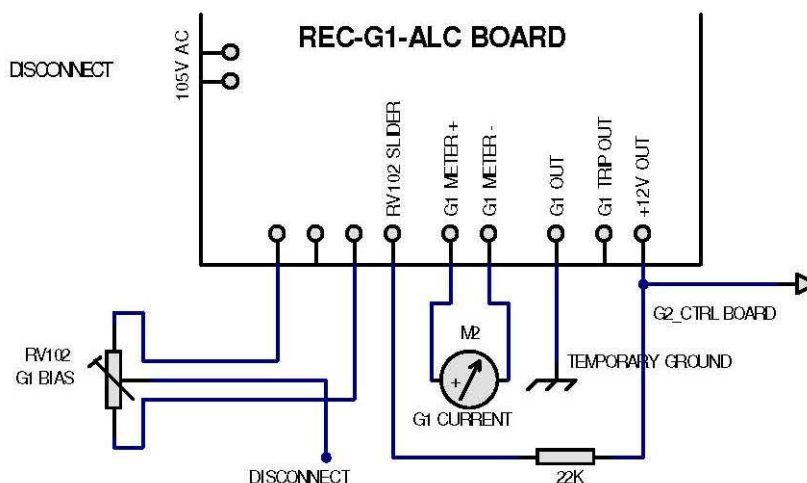
Хотя в классе AB1 усилители должны работать с нулевым током сетки всё время, производители ламп утверждают, что в небольших количествах токи сетки являются приемлемыми на пиках входного сигнала. Платы **Tetrode Boards** обеспечивают автоматический контроль уровня (ALC), выходной сигнал ALC поступает уже при нескольких сотнях микроампер тока управляющей сетки.

(Для некоторых керамических тетродов отрицательный ток управляющей сетки отображается при средних уровнях ВЧ раскачки. Это, оказывается, нормальным для тех ламп. При более высоких уровнях раскачки, ток сетки будет увеличиваться и перейдет вверх через нуль.)

#### Инструкция по настройке

1. Вставьте операционный усилитель LM324 U102 и оптопару U103 (соблюдайте полярность) в панельки на плате. Поверните RV103 полностью против часовой стрелки.

- Отсоедините оба провода 105V AC от клемм на плате **REC-G1-ALC**. Временно подключите клемму G1 OUT на шасси (см. схему подключения ниже).
- Отсоедините провод, идущий от ползунка RV102 к клемме на плате **REC-G1-ALC**.
- Если Вы используете TX Inhibit (раздел 7.1.3), отсоедините провод от клеммы INH IN на плате **REC-G1-ALC**.
- Подайте питание. Без протекающего тока сетки, напряжения на клеммах ALC OUT и G1 TRIP OUT должно быть равно нулю.
- Отключите питание. Временно подключите к клемме RV102 SLIDER, подключения ползунка RV102, резистор 22 кОм 0,5 Вт от клеммы +12V OUT. (не отключайте провод +12В от клеммы +12OUT к плате **G2-CONTROL** - он будет необходим для 9 шага).



- Подайте питание. Индикатор тока сетки должен показывать 0,5 мА. Этот ток также протекает через оптопару сетки U103 и активирует защиту и ALC цепей.
- Убедитесь, что RV103 повернут полностью против часовой стрелки. Затем убедитесь, что в какой-то момент в диапазоне вращения RV101 напряжение на клемме ALC OUT будет быстро меняться между 0В и почти -12В.

#### Устранение неполадок для шага 8:

- Проблема: на клемме ALC OUT напряжение постоянно от -11 до -12В, и вращение RV101 не значительно влияет на это напряжение. Решение: замкните накоротко R122 (под платой) и повторите шаг 8. Теперь у Вас должна быть возможность варьировать напряжением правильно, как описано выше в п. 8.
  - Проблема: на клемме ALC OUT напряжение постоянно близко к 0В, а вращение RV101 не значительно влияет на это напряжение. Решение: сначала проверьте, чтобы у Вас использовалась правильная оптопара в качестве U103 (MCT5211, а не 4N36). Если проблема не в этом, то замените R122 на 1,0 кОм и повторите шаг 8. Вы у Вас должна быть возможность варьировать напряжением правильно, как описано выше в п. 8.
- Отключите питание и поверните RV101 полностью по часовой стрелке. Заменить тестовый резистор 22 кОм на резистор 3,3 кОм. Подключите клемму G1 TRIP OUT к клемме G1 TRIP IN на плате **G2-CONTROL**. Подайте питание, и наблюдайте, что индикатор тока сетки сейчас показывает около 3 мА. Поворачивайте RV101 медленно против часовой стрелки до тех пор, пока светодиод **ALARM** не вспыхнет ярко. Поверните RV101 немного по часовой стрелке и нажмите кнопку **RESET**, чтобы сбросить срабатывание защиты. Теперь поворачивайте RV101 очень медленно против часовой стрелки опять, чтобы найти точное значение тока отключения – если есть

сомнения, то повторите этот шаг, до тех пор, пока Вы не убедитесь в точности настройки.

10. Отключите питание и отсоедините от сети. Удалите все временные соединения и верните все подключения к норме.

Выполненная настройка будет гарантировать, что система ALC будет отзываться на токи управляющей сетки в несколько сотен микроампер, а усилитель будет отключен при токе управляющей сетки 3 мА для защиты лампы(ламп). См. раздел 10.3 для окончательных инструкций по настройке ALC.

## 9.6 Таймер предварительного прогрева

1. Если вы используете тетрод с нитью прямого накала нагреваемой «мгновенно», то Вам не нужен таймер предварительного нагрева. Вы можете пропустить этот раздел, и Вы можете также оставить C15, D11, R19, R20 и U5 на плате **G2-CONTROL**.
2. Отключите питание и отсоедините от сети, вставьте U5 (LM555CN) в плату **G2-CONTROL** (соблюдайте полярность).
3. Включите питание - светодиод **ALARM** будет гореть ярко, и Вы увидите, что замыкание на шасси РТТ не дает никакого эффекта.
4. Примерно через 3 минуты светодиод **ALARM** изменит своё свечение с яркого на тусклое (светодиод не будет совсем погасшим - это нормально). Сейчас напряжение +12В появляется на клемме +12V HV ENABLE, и Вы сможете использовать РТТ.

## 10. Включение питания Вашего усилителя

### 10.1 Заключительные проверки

1. Отключите питание и отсоедините от сети. Вставьте лампу(лампы) в усилитель. Подключите накал и напряжение на G1, но **не подключайте анодное HV или экранное G2 напряжения**.
2. Включите питание и проверьте напряжение накала, правильно измерять непосредственно на выводах панельки лампы (ламп).

**Подсказка:** если обернуть прозрачной растягивающейся пластиковой пленкой нижнюю часть шасси усилителя, то Вы сможете добраться до всех контактов панельки лампы заостренными щупами вольтметра, а также при этом использовать воздушное охлаждение лампы(ламп).

3. Проверьте, что примерно правильное напряжение управляющей сетки G1 фактически достигает выводов панелек, как в режиме RX, так и в режиме TX.
4. Отключите питание и отсоедините от сети. Отключите питание накала и подключите напряжение питания экранной сетки G2. Подайте питание и проверьте правильность фактического напряжения экранной сетки G2 непосредственно на выводе(ах) панельки в режимах RX и TX.
5. Отключите питание и отсоедините от сети. Подключите накал и высоковольтный (анодный) HV источник питания. Подайте питание и подождите завершения периода прогрева. Если Вы используете опцию +12V HV ENABLE (что **настоятельно рекомендуется** - см. раздел 7.3) HV не будет включен до тех пор, пока не окончится период прогрева.



6. Когда прогрев завершится, светодиод **ALARM** будет светиться тускло и HV будет включен. Анодный ток лампы(ламп) должен быть по-прежнему равен нулю, пока Вы не нажмете кнопку РТТ.
7. Замкните на шасси клемму РТТ, но не подавайте ВЧ сигнал на вход усилителя. Подстройте напряжение смещения управляющей сетки с помощью RV102, чтобы получить необходимый анодный ток покоя.

**Поздравляем – платы Tetrode Boards полностью проверены  
и готовы к использованию!**

## 10.2 Тестирование ВЧ

ВЧ тестирование усилителей мощности выходит за рамки данного руководства... но какой бы способ Вы не выбрали, платы **Tetrode Boards** будут защищать лампу(лампы).

Вы должны отключить ALC обратной связи, пока Вы закончите тестирование усилителя и не выясните правильные уровни ВЧ раскачки. Чтобы отключить АРУ поверните RV103 полностью по часовой стрелке.

## 10.3 Окончательная настройка ALC

ALC настройка должна быть последним этапом перед эксплуатацией усилителя. Раздел 9.5 конфигурирует цепи ALC для работы в классе AB1. Что должно означать нулевой ток управляющей сетки **при всех** режимах работы! В реальности, полное напряжение управления ALC будет при нескольких сотнях микроампер управляющей сетки. Вы можете просто увидеть как индикатор тока G1 двигается, но не более того.

ALC предназначена для устранения только переходных процессов при модуляции. Если ALC индикатор трансивера мерцает все время, когда Вы говорите, нужно снизить ВЧ раскачку усилителя до тех пор, пока индикатор будет мерцать только иногда на пиках речи. При правильной настройке анодного и антенного КПЕ, применение ALC должно обеспечить чистый сигнал.

Существует две альтернативных процедуры настройки ALC, в зависимости от того, используете Вы или нет TX Inhibit (см. раздел 7.1.3).

### Если Вы используете TX Inhibit

1. Отсоедините линию РТТ от трансивера к плате **G2-CONTROL**. Соедините на шасси клемму РТТ на плате **G2-CONTROL**, так, чтобы усилитель перешел в состояние TX, независимо от РТТ трансивера.
2. Нажмите клавишу РТТ трансивера и дайте полную SSB модуляцию. Если RV103 на плате **REC-G1-ALC** повернут до упора по часовой стрелке, Вы увидите на выходе усилителя полную выходную мощность.
3. Поверните RV103 против часовой стрелки до тех пор, пока выходная мощность усилителя уменьшается до очень низкого уровня, во всех режимах работы. Не поворачивайте RV103 за пределы этой точки. Это устанавливает правильный уровень ALC для TX Inhibit операции, и, надеюсь, должна обеспечивать хорошее ALC управление при нормальных условиях модуляции. Однако, не все трансиверы подходит как для нормальной ALC эксплуатации и TX Inhibit.

### Если Вы не используете TX Inhibit

Отрегулируйте RV103 на плате **REC-G1-ALC** для плавной работы ALC при эксплуатации трансивера. ALC индикатор на трансивере должен мерцать только при случайных пиках



речи. Если этот индикатор мерцает все время, когда Вы говорите, то необходимо снизить ВЧ раскачку усилителя.

### Если Вы решили не использовать ALC

Платы **Tetrode Boards** все равно будут контролировать ток управляющей сетки, чтобы защитить Вашу лампу(лампы).

Если Вы при раскачке лампы(лампы) получите ток управляющей сетки в несколько миллиампер, то защита отключит усилитель и ярко засветится светодиод **ALARM**. Нажмите кнопку **RESET** и уменьшите уровень ВЧ раскачки.

## 10.4 Ложные срабатывания

Вы не должны испытывать «ложных срабатываний» при нажатии РТТ. Если это происходит, то это может происходить из-за скачков напряжения на линиях управления, или всплесков полной ВЧ мощности, когда передатчик включается первым... или могут быть настоящие периодические проблемы, такие как искрение в лампе(лампах).

### Устранение неисправностей

Проведите следующие тесты в указанной последовательности:

1. Вытащите лампы и снова проверьте, неоднократно манипулируя РТТ. Повторно проверьте ток срабатывания защиты по току экранной сетки, которое было описано в разделе 9.4.
2. Проверьте снова с лампами, которые заведомо известны как исправные.
3. Попробуйте укоротить и применить толще провода для соединений CHASSIS\_GROUND на двух платах. Два провода, соединяющие клеммы CHASSIS\_GROUND обеих плат подключите к одной точке на шасси.
4. Снимите клемму G1\_TRIP\_IN подключения к плате **G2-CONTROL**. Если ложные срабатывания больше не происходят, то пик на этой линии может быть вызван неправильным заземлением. Кроме того, Ваш трансивер может давать всплеск Выходной мощности, при первом нажатии клавиши.

Если Вы не можете улучшить заземление (Шаг 2), то измените R126 на 10 кОм и вставьте резистор 10 кОм на плате **G2-CONTROL** вместо LK2.

5. Если шаги 3 и 4 не работают – это возможно, потому, что проблема в вашем трансивере – увеличьте C14 до 0,47-1,0 мкФ. Это имеет недостаток, заключающийся в увеличении времени реакции срабатывания защиты (главная задержка по прежнему в реле отключения HV).
6. Если Вы используете заземленную по постоянному току экранную сетку, с катодом и линией В-минус с плавающей землей, то Вы можете увидеть отключение по току экранной сетки при переключении TX/RX. Это потому, что переключение делает изменение потенциала на линии В-минус, и, таким образом, заряжает и разряжает в обход ВЧ конденсаторы в катоде. Эти импульсы тока заряда/разряда воспринимается как «экранный ток» и могут стать причиной ложного срабатывания. Эти решения, чтобы проверить, что блокировочные конденсаторы не больше, чем необходимо для выполнения РФ и уравнивать общие емкости от анода к шасси и от катода к шасси. Она также может помочь повысить C14, чтобы 0.47-1.0μF.

## 10.5 Вот и всё!

Вам не нужно делать любые из вышеперечисленных корректировок снова, за исключением, возможно, скорректировать RV103 (уровень выходного сигнала ALC) при изменении трансиверов.

Платы **Tetrode Boards** будут продолжать обеспечивать защиту и стабильные рабочие напряжения для усилителя для всех операций и сигнализировать о неисправности.

### Нормальная эксплуатация

Как правило, токовые защиты никогда не будут срабатывать, и светодиод **ALARM** горит тускло.

Когда срабатывает защита по току экранной сетки, светодиод **ALARM** светится ярко и усилитель переходит в режим ожидания со снятием экранного напряжения. Анодное напряжение также будет отключено, если Вы использовали опцию +12V HV ENABLE, что **настоятельно рекомендуется** - см. раздел 7.3.

При срабатывании защит, накал лампы(ламп) по-прежнему работает, так что Вы только должны нажать на кнопку **RESET** для возврата к нормальной работе. Прежде чем нажать РТТ, подождите несколько секунд для подачи анодного напряжения.

Если есть еще ошибки, то защита будет работать снова, как только Вы нажмете клавишу РТТ.

## 11. Обновления и техническая поддержка

Обновления и дополнительные пояснения будут представлены на сайте:

<http://www.ifwtech.co.uk/g3sek/boards>

Для консультаций по вопросам, не описанным здесь, Вы можете писать на e-mail:

[boards@ifwtech.co.uk](mailto:boards@ifwtech.co.uk)

### Опции для Q2

Есть несколько вариантов для Q2, в зависимости от напряжения и тока экранной сетки.

- Напряжения до 500В, ток экранной сетки до 100 мА: выбрать 1000В MOSFET как STP8NB100Z (ТО-220 корпус)
- Более высокие напряжения и/или более высокие токи: выбрать или STW8NB100, IRFPF40, IRFPG30, IRFPG40 (ТО247/ТО3Р корпус).

Когда напряжения экранной сетки большие, то транзистор требует особо хорошего теплоотвода - поверхность шасси, охлаждаемая непосредственно от вентилятора усилителя подходит идеально, и даже небольшой радиатор с вентилятором поможет значительно.

Если суммарный постоянный тока (раздел 4.2.2) больше, чем 100 мА, Вам может потребоваться установка двух МОП транзисторов, соединенных параллельно с помощью выравнивающих резисторов, как показано ниже. Транзисторы должны быть установлены на расстоянии не менее 40 мм (1,5 дюйма) друг от друга на радиаторе.

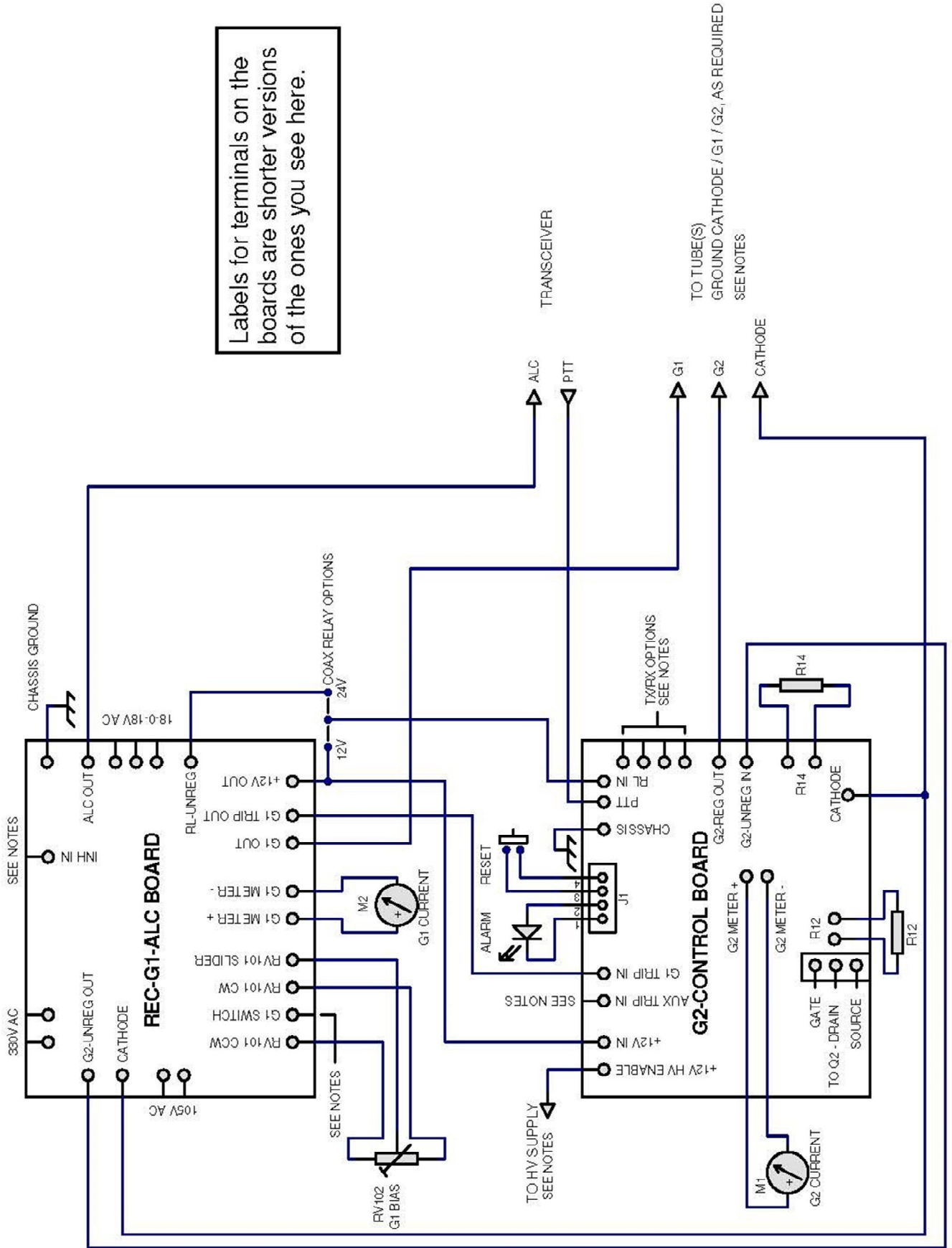
**Перевод выполнен Яременко В.А. (UR3IQH) ver. 1.0**

**г. Донецк 7 декабря 2014г.**

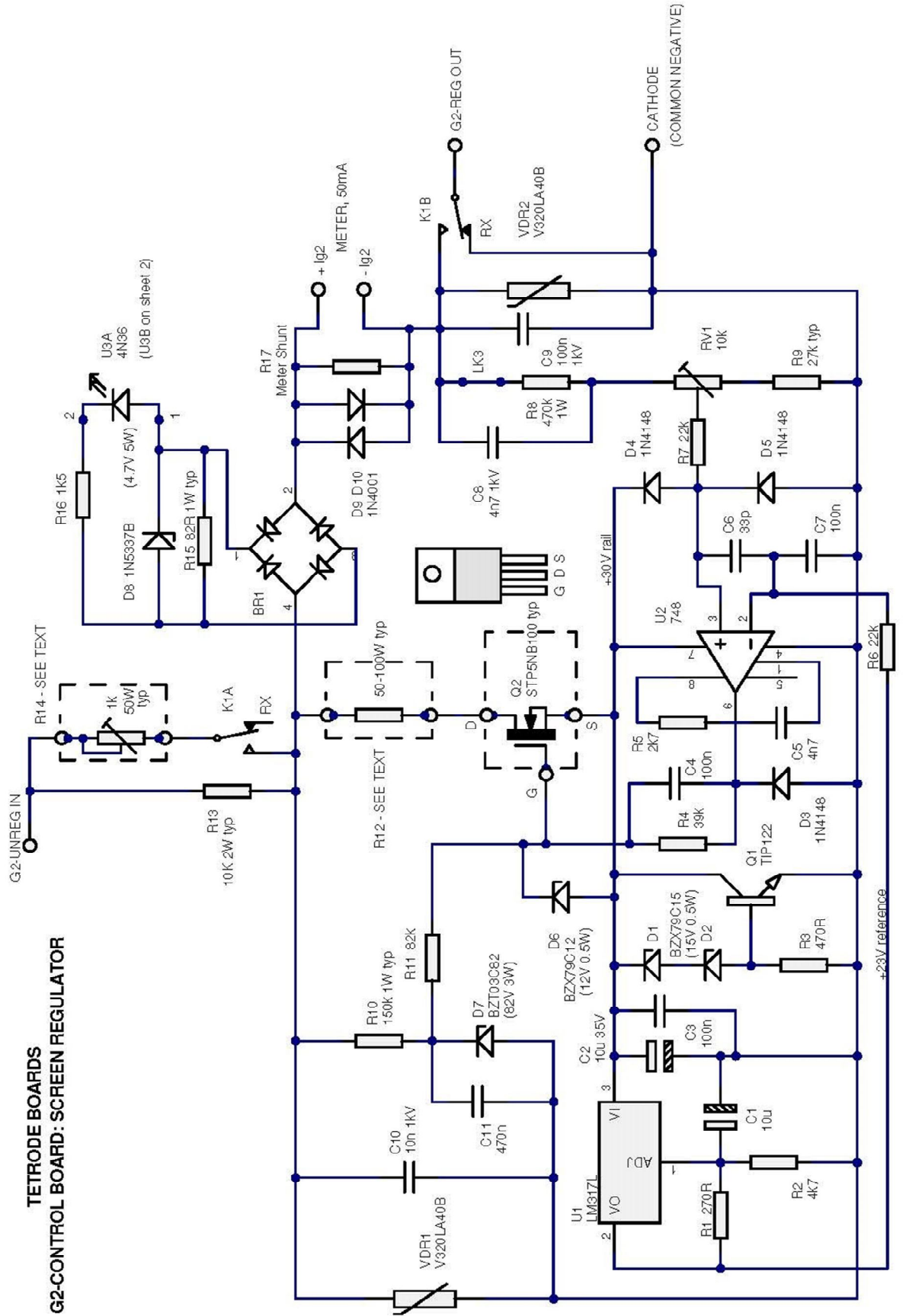
**На сайте [http://radio-kits.ucoz.ru/index/zashhishhaem\\_tetrod/0-4](http://radio-kits.ucoz.ru/index/zashhishhaem_tetrod/0-4) можно посмотреть на фотографии плат, этапов сборки плат, а также заказать платы, наборы для сборки, собранные и проверенные платы.**

**radio-kits.ucoz.ru**

**radiokits@yandex.ru**

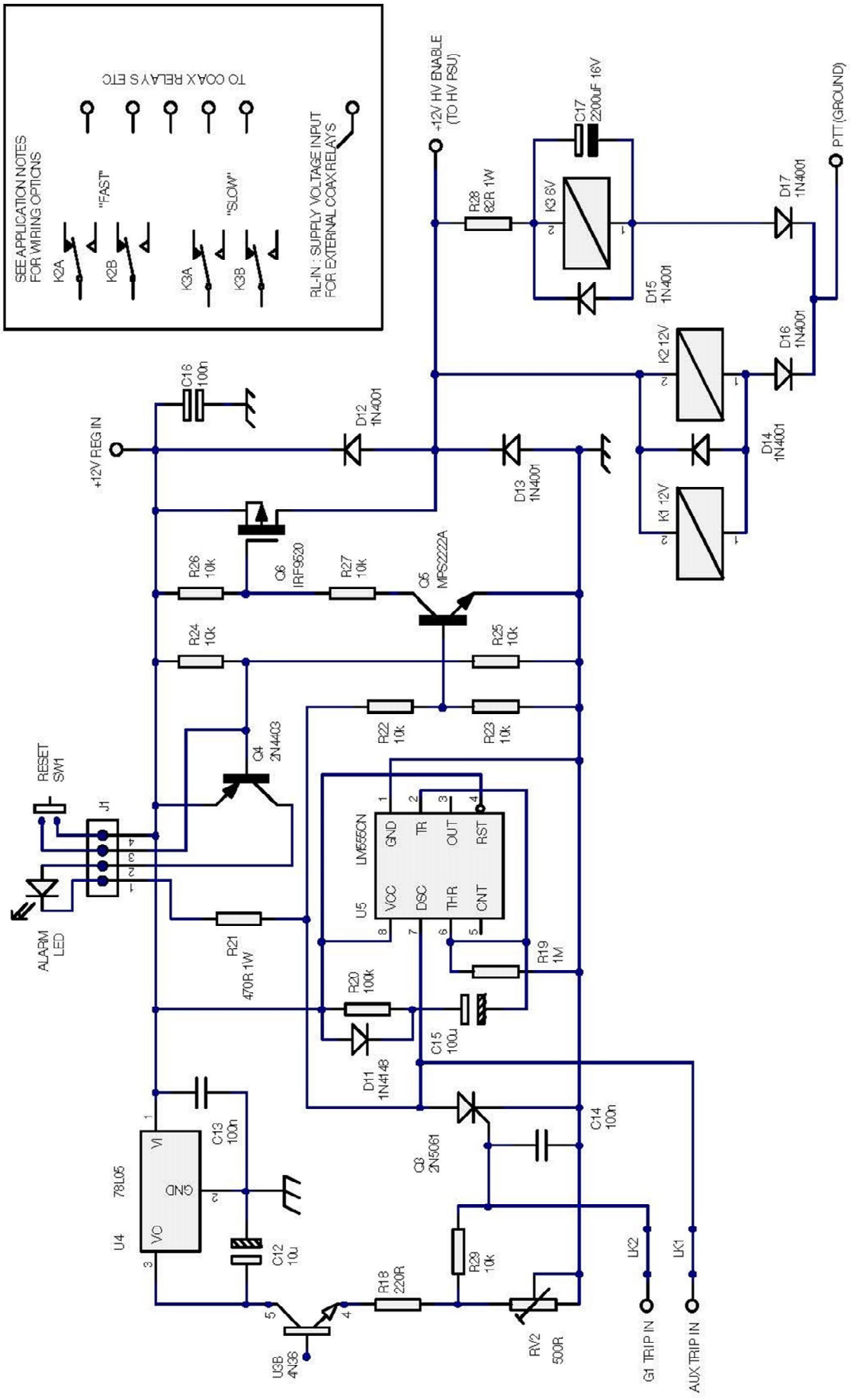


# G2-CONTROL Schematic – Sheet 1



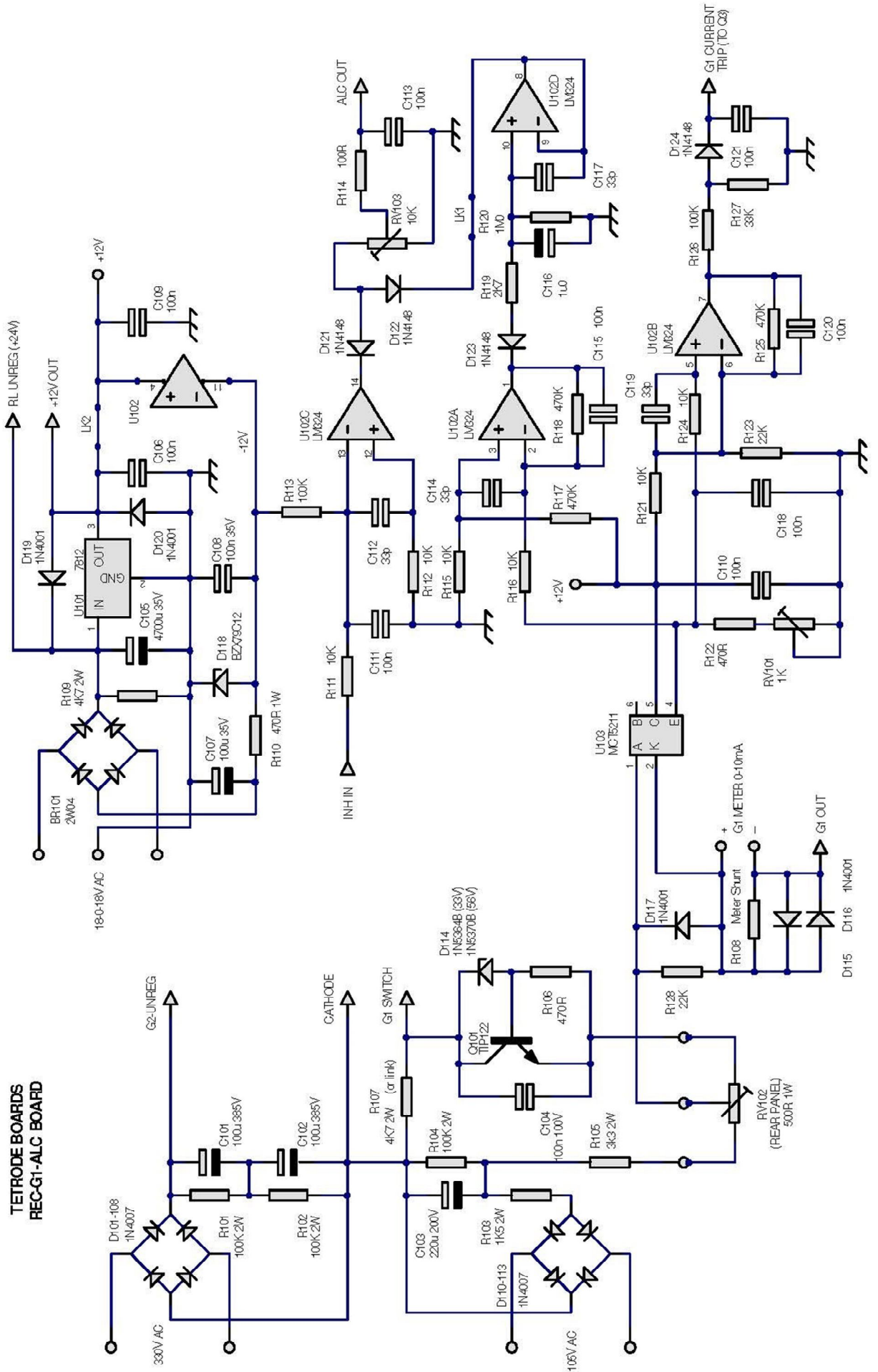
# G2-CONTROL Schematic – Sheet 2

## TETRODE BOARDS G2-CONTROL BOARD: CONTROL CIRCUIT



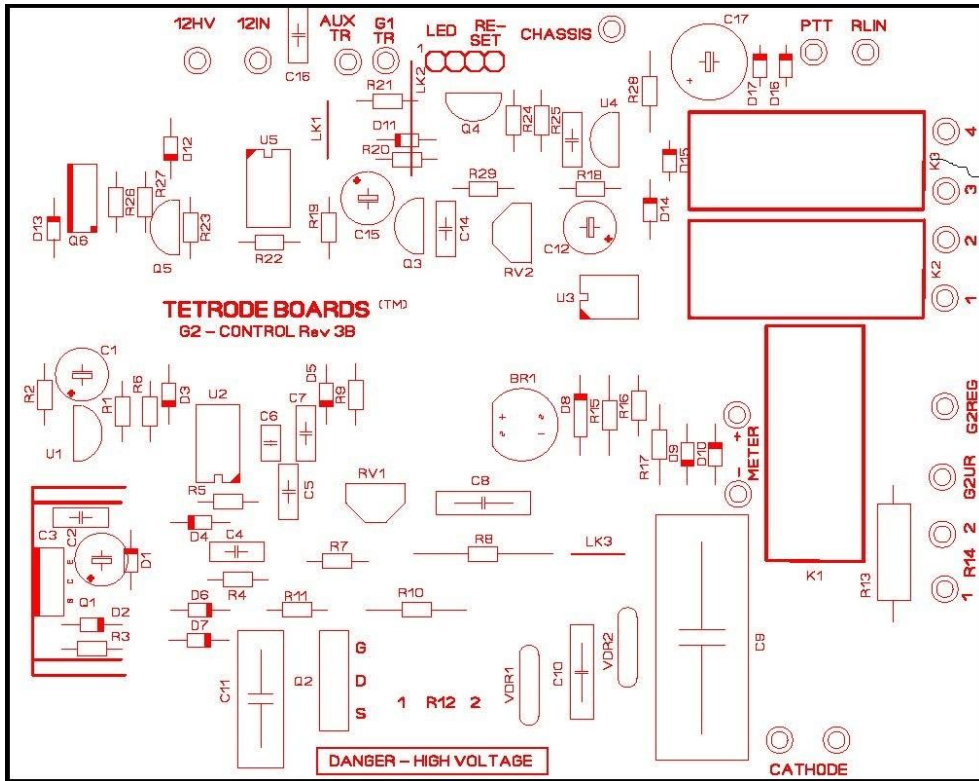


# REC-G1-ALC Schematic

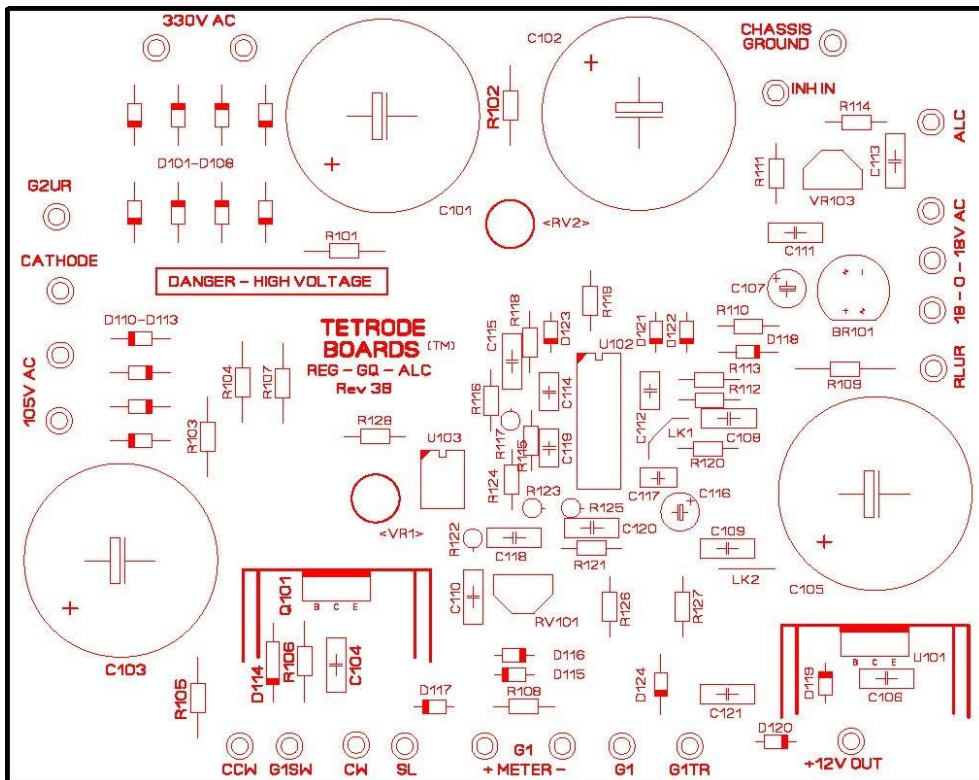




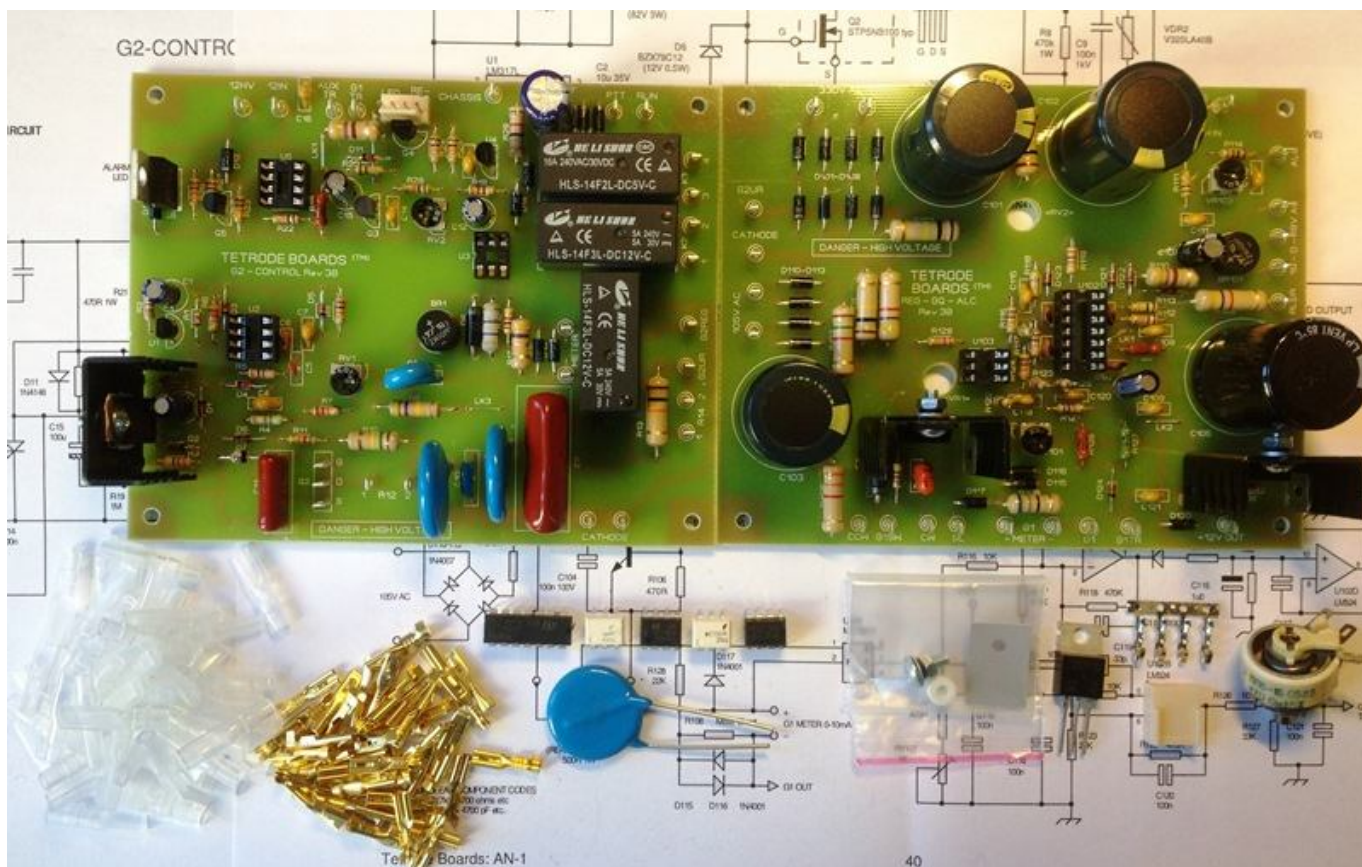
## Плата G2-COLNROL



## Плата REG-G1-ALC



**Фото плат собранных из набора и дополнительных комплектующих к нему, входящих в набор, список компонентов:**



Перевод выполнен Яременко В.А. (UR3IQH) ver. 1.0  
г. Донецк 7 декабря 2014г.

На сайте [http://radio-kits.ucoz.ru/index/zashhishhaem\\_tetrod/0-4](http://radio-kits.ucoz.ru/index/zashhishhaem_tetrod/0-4) можно посмотреть на фотографии плат, этапов сборки плат, а также заказать платы, наборы для сборки, собранные и проверенные платы.

**Всем удачи, мира, добра! 73!**



№ п/п	Наименование	Номинал	Ед. изм.	Осн. парам.	Примечание	Кол-во, шт.	Обозначение по схеме
<b>Конденсаторы</b>							
1	Конденсатор	33	пФ	50 В	керам. диск.	5	C6, C112, C114, C117, C119
2	Конденсатор	4700	пФ	50 В	керам. диск.	1	C5
3	Конденсатор	4700	пФ	1000 В	керам. диск.	1	C8
4	Конденсатор	0,01	мкФ	1000 В	керам. диск.	1	C10
5	Конденсатор	0,1	мкФ	50 В	керам. многосл.	16	C3, C4, C7, C13, C14, C16, C106, C108-111, C113, C115, C118, C120, C121
6	Конденсатор	0,1	мкФ	100 В	плён. КМКТ	1	C104
7	Конденсатор	0,1	мкФ	1000 В	плён. красный	1	C9
8	Конденсатор	0,47	мкФ	250 В	плён. красный	1	C11
9	Конденсатор	1	мкФ	50 В		1	C116
10	Конденсатор	10	мкФ	35 В		3	C12, C1, C2
11	Конденсатор	100	мкФ	16 В		1	C15
12	Конденсатор	100	мкФ	50 В		1	C107
13	Конденсатор	100	мкФ	400 В	жест./выв.	2	C101, C102
14	Конденсатор	220	мкФ	200 В	жест./выв.	1	C103
15	Конденсатор	2200	мкФ	16 В		1	C17
16	Конденсатор	4700	мкФ	35 В	жест./выв.	1	C105
<b>Резисторы</b>							
1	Резистор	100	Ом	0,25 Вт		1	R114
2	Резистор	220	Ом	0,25 Вт		1	R18
3	Резистор	270	Ом	0,25 Вт		1	R1
4	Резистор	470	Ом	0,25 Вт		3	R3, R106, R122
5	Резистор	1,5	кОм	0,25 Вт		1	R16
6	Резистор	2,7	кОм	0,25 Вт		2	R5, R119
7	Резистор	4,7	кОм	0,25 Вт		1	R2
8	Резистор	10	кОм	0,25 Вт		13	R29, R22-27, R111, R112, R115, R116, R121, R124
9	Резистор	22	кОм	0,25 Вт		4	R6, R7, R128, R123
10	Резистор	27	кОм	0,25 Вт		1	R9
11	Резистор	33	кОм	0,25 Вт		1	R127
12	Резистор	39	кОм	0,25 Вт		1	R4
13	Резистор	82	кОм	0,25 Вт		1	R11
14	Резистор	100	кОм	0,25 Вт		3	R20, R113, R126
15	Резистор	470	кОм	0,25 Вт		3	R125, R118, R117
16	Резистор	1	МОм	0,25 Вт		2	R19, R120
17	Резистор	4,7	Ом	1 Вт	шунт G2	1	R17
18	Резистор	47	Ом	1 Вт		1	R15
19	Резистор	68	Ом	1 Вт	шунт G1	1	R108
20	Резистор	82	Ом	1 Вт		1	R28
21	Резистор	470	Ом	1 Вт		2	R21, R110
22	Резистор	150	кОм	1 Вт		1	R10
23	Резистор	470	кОм	1 Вт		1	R8
24	Резистор	1,5	кОм	2 Вт		1	R103
25	Резистор	3,3	кОм	3 Вт		1	R105
26	Резистор	4,7	кОм	2 Вт		2	R107, R109
27	Резистор	10	кОм	2 Вт		1	R13
28	Резистор	100	кОм	2 Вт		3	R101, R102, R104
29	Подстр. рез.	10	кОм		гориз. WH06	2	RV1, RV103
30	Подстр. рез.	0,5	кОм		гориз. WH06	1	RV2
31	Подстр. рез.	1	кОм		гориз. WH06	1	RV101
<b>Транзисторы, микросхемы и прочее</b>							
1	Мост диодный	2А	400 В		2W10M	2	BR101, BR1
2	Стабилитрон	0,5 Вт	15 В		BZX55C15	2	D1, D2
3	Диод				1N4148	8	D3-5, D11, D121-124

4	Стабилитрон	0,5 Вт	12 В		BZX55C12	2	D6, D118
5	Стабилитрон	3 Вт	82 В	3	BZT03C82	1	D7
6	Стабилитрон	5 Вт	4,7 В	5	1N5337B	1	D8
7	Диод				1N4007	25	D9, D10, D12-17, D101-108, D110-113, D115-117, D119, D120
8	Стабилитрон	5 Вт	56 В	5	1N5370B	1	D114
9	Реле	8 А	12 В	8А 2СО 12VDC	8А 2СО 12VDC	2	K1, K2
10	Реле	16 А	5 В	8А 1СО 5VDC	8А 2СО 5VDC	1	K3
11	Транзистор			ТО-220	TIP122	2	Q101, Q1
12	Тиристор				BT168G	1	Q3
13	Транзистор				2N4403	1	Q4
14	Транзистор			ТО-92	MPS2222A	1	Q5
15	Транзистор			ТО-220	IRF9520N	1	Q6
16	Стабилизатор			ТО-92	LM317LZ	1	U1
17	Микросхема				UA748CN	1	U2
18	Оптопара				4N36	1	U3
19	Оптопара				MCT5211	1	U103
20	Стабилизатор			ТО-92	LM78L05ACZ	1	U4
21	Микросхема				NE555N	1	U5
22	Стабилизатор			ТО-220	MC7812CT	1	U101
23	Микросхема			STM	LM324N	1	U102
24*	Варистор				FNR-20K511	3	VDR1, VDR2, VDR3*
25	Панелька				Dip 6	2	для U3, U103
26	Панелька				Dip 8	2	для U2, U5
27	Панелька				Dip 14	1	для U102
28*	Монт комплект				изолир.	1	для Q2
29	Радиатор				для ТО-220	3	для U101, Q101, Q1
30	Разъем 4 конт.				NS25-G4	1	J1
31	Разъем 4 конт.				NS25-W4P	1	J1
32	Конт. разъёма				NS25-T	4	J1
33	Клеммы плоские	2,8 мм		посеребр.	в плату	44	внешние подключения
34*	Клеммы плоские	2,8 мм		латунь/опрес.	на провод	50	внешние подключения
35*	Защ. чехол	2,8 мм		силикон	на провод	50	внешние подключения
36*	Гайка М3					4	для U101, Q101, Q1, Q2
37*	Винт М3х6					4	для U101, Q101, Q1, Q2
38*	Шайба М3					4	для U101, Q101, Q1, Q2
39*	Шайба пруж. М3					4	для U101, Q101, Q1, Q2
40*	Транзистор			STP4NB100	STP5NB100	1	Q2
41*	Подстр. рез.	470	Ом	1 Вт	R102	1	RV102
42**	Резистор			50-100 Вт		1	R12
43**	Резистор	1	КОм	50 Вт		1	R14

\* - устанавливаются вне плат стабилизаторов и автоматики (поз. 24, 36-39 только одна шт. вне плат)

\*\* - в комплект набора не входят

Печатные платы							
44	Плата №1 (128x101 мм)				односторонняя	1	
45	Плата №2 (128x101 мм)				односторонняя	1	