

## Тетроды в РА с заземлённой сеткой

*V.S.Campbell, K7BYQ, W.S.Skeen, W7EPM. Оригинал статьи напечатан в журнале QST, November 1959, pp. 37...39*

Тетрод с управляющей и экранной сетками, соединёнными вместе, с целью получения триода с большим коэффициентом усиления в схеме с заземлённой сеткой, является очень простым устройством. Тем не менее, этот вид работы тетрода не оставляет выбора, перед проблемой избыточного рассеяния мощности управляющей сеткой. В этой статье рассказывается о том, как избежать этой проблемы простым способом.

Схема включения ламп с заземлённой сеткой (заземлёнными сетками) приобретает всё большую популярность, так как позволяет избежать применения напряжения смещения на управляющей сетке (но, правда, - не всегда – UA9LAQ) и напряжения на экранной сетке. В дополнение к упрощению схемы, можно добавить и другие достоинства. Например, возбудитель не нужно нагружать дополнительными безиндуктивными резисторами и больший процент мощности раскачки появляется, в конечном итоге, на выходе усилителя.

### Мощность рассеяния на управляющей сетке

Слушая разговоры на любительских диапазонах, можно прийти к заключению, что доступные лампы – это не совсем то, что нужно, если кто-то намерен получить подводимую мощность в киловатт и более. Многим тетрадам не требуется, вообще, никакого напряжения смещения, при условии, что управляющая и экранная сетка соединены вместе с целью получения триода с высоким коэффициентом усиления. Статичный (имеющийся в паузе, ток покоя) ток ламп(ы) находится в безопасных (от перегрева лампы) рамках, но при работе под раскачкой рассеиваемый комбинированный (общий) ток экранной и управляющей сеток, довольно высок и приближается по амплитуде к току анода. А это не только излишне нагружает возбудитель, но может привести к превышению допустимой мощности рассеяния сеткой. Что здесь необходимо, так это устройство, которое могло бы форсировать экранную сетку, разгрузив управляющую.

### Уменьшение тока управляющей сетки

Если экранная сетка будет рассеивать мощность большую, чем управляющая, то наши проблемы – решены. В статьях, появляющихся в радиолюбительской литературе, рассматривается конструкция бифилярного дросселя для цепи накала, намотанного изолированным обмоточным проводом на каркасе диаметром 1 дюйм (25,4 мм) из таких материалов, например, как слюда, бакелит, сухое дерево. Очень просто делать на таких дросселях отводы для присоединения сетки, вместо присоединения сетки к массе напрямую, схема усилителя с дросселем приведена на Рис. 1. Это создаёт делитель напряжения, коэффициент деления которого, примерно равен соотношению количества витков обмотке дросселя. Коэффициент усиления экранной сетки по отношению к управляющей в большинстве тетродов, таких как 4-65A, 4-400A и других, примерно, равняется 5. Если делить напряжение раскачки для экранной и управляющей сеток в этой пропорции, то токи сеток окажутся примерно одинаковыми. Эта пропорция деления входного напряжения (раскачки) устанавливается, конечно же, перемещением (установкой) отвода на накальном дросселе со стороны накала на 1/5 часть витков. Чтобы проверить правильность идеи снижения мощности рассеяния на управляющей сетке, лампа 4-400A был поставлена, в статичный режим, а соотношение витков дросселя менялось от 5:1 до 1:1, также, сетки соединялись вместе. Такая проверка выявила, что при анодном напряжении 500 В (в этом режиме ожидалось получение минимальной выходной ёмкости) и соединёнными вместе сетками, был получен анодный ток в 140 мА при напряжении на сетках 30 В. Комбинированный сеточный ток составил 100 мА!

$$P_{\text{сетки}} = (\text{пиковое напряжение сетки}) * (\text{пиковый ток сетки})$$

Для экранной сетки это:

$$P_{\text{экп}} = \frac{(320) * (0,2)}{2}$$

или 32 Вт, при рассеянии на управляющей сетке 3,5 Вт. Эти параметры хорошо согласуются с техническими характеристиками лампы, которые составляют 35 Вт и 10 Вт для экранной и управляющей сеток, соответственно. Итак, такой усилитель можно использовать для усиления CW, AM и SSB, где усреднённая мощность речи не так велика и не приводит к превышению мощности рассеяния сетками (а если включен компрессор?! – будьте внимательны!). В действительности, эксплуатационные характеристики усилителя идентичны таковым для класса C. Усреднённые токи экранной и управляющей сеток можно высчитать, разделив пиковые токи на  $\pi$  ( $\pi=3,14$ ). На основании этого рассчитываем и мощность раскачки. Поскольку мощность рассеиваемая управляющей сеткой составляет небольшую часть от общей, то мы не будем далеки от истины, если скажем, что лампа 4-400А, включенная пол схеме с общей сеткой является триодом, в котором экранная сетка служит в качестве управляющей. Это позволяет нам использовать обычную формулу для подсчёта мощности возбудителя, необходимой для раскачки РА на лампах с заземлёнными сетками:

$$P_{\text{вх}} = \frac{C_{\text{сетки}} \max * (I_{a.m} + I_{\text{сетки.m}})}{2}$$

Если принять  $I_{a.m}$  (пиковый основной анодный ток) за  $I_a/2$ , т. е., 0,5 А, то это даст:

$$\frac{320 * (0,5 + 0,2)}{2},$$

т.е., 112 Вт. Общее рассеяние экранной и управляющей сеток составляет 35 Вт, так что 77 Вт мощности возбудителя будут подведены к антенне, если, конечно, отбросить потери.

Теперь сравним расчёт и то, что получается на практике. Лампа 4-400А легко раскачивается до подводимой мощности 1 кВт при мощности возбудителя чуть большей, чем 100 Вт. Судя по цвету анода, рассеиваемая им мощность - намного ниже 400 Вт. Токи экранной и управляющей сеток составляют, соответственно: 62 мА и 24 мА для работы с перерывами (CW) при подводимой мощности 1 кВт. Получены хорошие (обнадёживающие) результаты при работе CW, AM и SSB в диапазонах 80 и 40 метров. При попытках запустить усилитель на диапазоне 14 МГц, оказалось, что индуктивность бифилярного дросселя в цепи накала (катода прямого накала) велика и не обеспечивает полную раскачку усилителя, импеданс, получаемый при применении такого дросселя не обеспечивает желаемую нагрузку для возбудителя. Возможно, что нельзя будет обеспечить требуемую нагрузку для большинства популярных у радиолюбителей возбудителей, собранных из наборов, так как, применяемые там П-контуры призваны работать на низкоомную активную нагрузку и не обеспечивают согласования с нагрузками, превышающими 600 Ом.

Дальнейшее экспериментирование с РА показало, что уменьшением индуктивности дросселя можно поднять выходную мощность на 20 метров до уровня упомянутых выше диапазонов. Этот дроссель состоит теперь из двух обмоток, намотанных одновременно обмоточным проводом #14 виток к витку на оправке диаметром 1 дюйм, длина намотки – 6 дюймов. Отвод для управляющей сетки сделан от 1,5 дюйма от вывода нити накала лампы на одной из обмоток, вывод со стороны трансформатора у дросселя заземлён, как это показано на Рис. 1. Падение напряжения накала на обмотке дросселя составляет 1, 3 В, что хорошо согласуется при питании накала лампы усилителя от обмотки с выходным напряжением 6,3 В стандартного трансформатора. В результате эксперимента с меньшей индуктивностью дросселя можно подобрать таковой для работы на диапазонах 20, 15 и 10 метров, но большие сомнения вызывает возможность создания дросселя, работающего на всех пяти КВ диапазонах.

## О других лампах

В статье рассказывается об одной популярной лампе 4-400А, позволяющей легко получить 1 кВт подводимой мощности. А как же другие лампы? Интересная статья появилась не так давно в одном из радиолюбительских изданий. В конструкции РА, разработанной K7BYQ и содержащей 4 лампы 4-65А, включенные параллельно по схеме с заземлёнными сетками, причём экранная и управляющая сетки были соединены между собой непосредственно. Усилитель работает превосходно, но ток управляющей сетки временами доходит до 250 мА! Всего нескольких минут хватило для того, чтобы у дросселя в цепи накала сделать отвод, после чего ток управляющей сетки уменьшился до 20 мА, при токе экранной сетки - 50 мА. В обоих случаях, подводимая мощность в анодной цепи была одинаковой (ток – 400 мА при напряжении 2000 В). Этот же РА использовался для быстрой проверки расчётных данных с лампой 4-400А.

Фото, сопровождающие статью, показывают усилитель использованный для экспериментов. На виде снизу можно разглядеть накальный дроссель с отводом на управляющую сетку от 1/5 части витков обмотки (с её “горячего” по ВЧ конца). Резистор, присоединённый к этому отводу, использовался для измерительных целей. Измеритель тока управляющей сетки ставился на стойку из изоляционного материала, чтобы уменьшить паразитную ёмкость на корпус, поскольку сетка не находится под потенциалом “земли”. Обычно, при работе, измеритель тока управляющей сетки не требуется, достаточно измерителя тока экранной сетки. Если панелька лампы сориентирована, как показано на фото, т. е., выводами накала вверх (по плоскости фото), то выводы при монтаже будут короткими. Не забывайте развязывать экранную сетку на корпус через конденсатор непосредственно на ламповой панели.

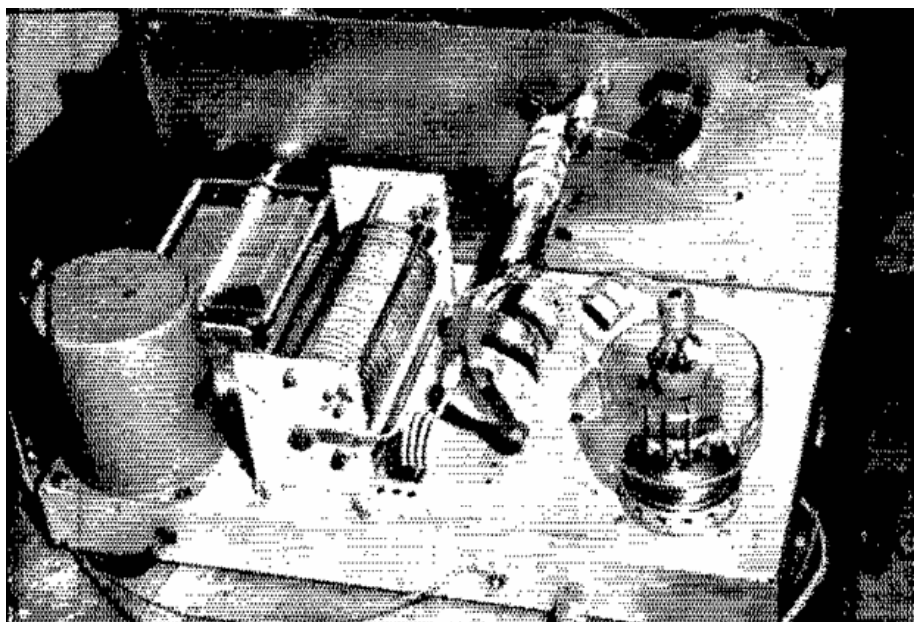


Фото 1. Типичное расположение деталей для усилителя мощности с П-контуром, выполненного по схеме с заземлённой сеткой. Входной конденсатор переменной ёмкости - вакуумного типа. В этом примере, измерители отделены экраном (субпанелью). Лампа типа 4-400А. Остальные детали, присутствующие на фото являются сопутствующими.

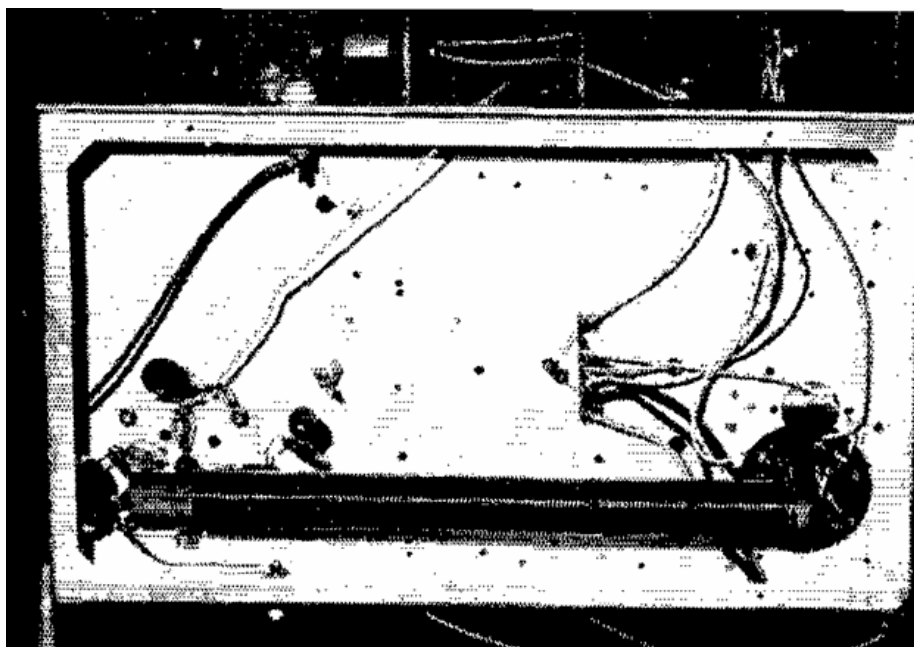


Фото 2. Вид снизу на усилитель мощности. Показан смонтированный накальный бифилярный дроссель с отводом для управляющей сетки.

Свободный перевод с английского: Виктор Беседин (UA9LAQ) [ua9laq@mail.ru](mailto:ua9laq@mail.ru)  
г. Тюмень июль, 2003 г



**Yaesu Summer Sale**  
Now On

 **RADIOWORLD**

[Buy Online](#)

#### Глас народа

09.07.2014 15:48 [Это все полная лажа. Делайте на 2х ГК-71 и будет 1 киловатт не по...](#) — Бывалый  
24.03.2009 09:20 [Большое спасибо за схему буду делать. Ещё вопрос-не знаешь какие...](#) — Тюльпан  
10.04.2006 20:22 [Получил большое удовольствие от очередного перевода. Спасибо вам...](#) — ua9oai



[чартеры в болгарии из москвы](#) Поворотный затвор, не требует технического обслуживания [затвор с электроприводом](#).