

# Философия дизайна Рэнди Уайта — основателя компании Llano Designs

## Introduction

### Введение

Randy White did business as White Audio Labs before starting Llano Designs. Whiteaudio website is just an updated address (the physical location has always been Lubbock Tx).

*До основания компании Llano Designs Рэнди Уайт вел бизнес под названием White Audio Labs. На сайте Whiteaudio указан лишь обновленный адрес (физическое местоположение всегда было в городе Лаббок, штат Техас).*

### Key Design and Performance Features:

**Hybrid Topology:** The Trinity design uses vacuum tubes to handle voltage manipulation, operating in an idealized mode without driving difficult loads, while all-power MOSFET output stages manage current amplification without needing V-I limiting or complex thermal tracking.

**Class A Focus:** These amps run heavily, or exclusively, in Class A, providing exceptional linearity at the cost of high operating temperatures.

**Massive Power Supplies:** The designs often feature large, robust transformers and significant power storage, allowing some models to double their wattage into 4 ohms (e.g., 200w into 8, 400w into 4).

**Legacy:** Developed by Randy White, often branded as White Audio or Llano Design, these amps are considered, by some, to be competitive with much higher-priced contemporary tube amplifiers.

**Variability:** Reports indicate that bias levels (and thus temperature/heat) can vary between different models or units.

### *Основные конструктивные и эксплуатационные характеристики:*

*Гибридная топология: В конструкции Trinity используются вакуумные лампы для управления напряжением, работающие в идеализированном режиме без управления сложными нагрузками, в то время как выходные каскады на силовых MOSFET-транзисторах управляют усилением тока без необходимости ограничения V-I или сложного контроля температуры.*

*Ориентация на класс А: Эти усилители работают преимущественно или исключительно в классе А, обеспечивая исключительную линейность за счет высоких рабочих температур.*

*Мощные блоки питания: В конструкциях часто используются большие, надежные трансформаторы и значительные накопители энергии, что позволяет некоторым моделям удваивать свою мощность на нагрузке 4 Ом (например, 200 Вт на 8 Ом, 400 Вт на 4 Ом).*

*Наследие: Разработанные Рэнди Уайтом, часто выпускаемые под брендами White Audio или Llano Design, эти усилители некоторыми считаются конкурентоспособными по сравнению с гораздо более дорогими современными ламповыми усилителями.*

*Видоизменения: Согласно отчетам, уровни смещения (и, следовательно, температура/тепло) могут различаться между различными моделями или устройствами.*

Более чем за 15 лет автор разработал несколько модификаций гибридных усилителей. Наиболее простая модель **Llano Design Trinity 100** представлена ниже.

# Llano Design Trinity 100

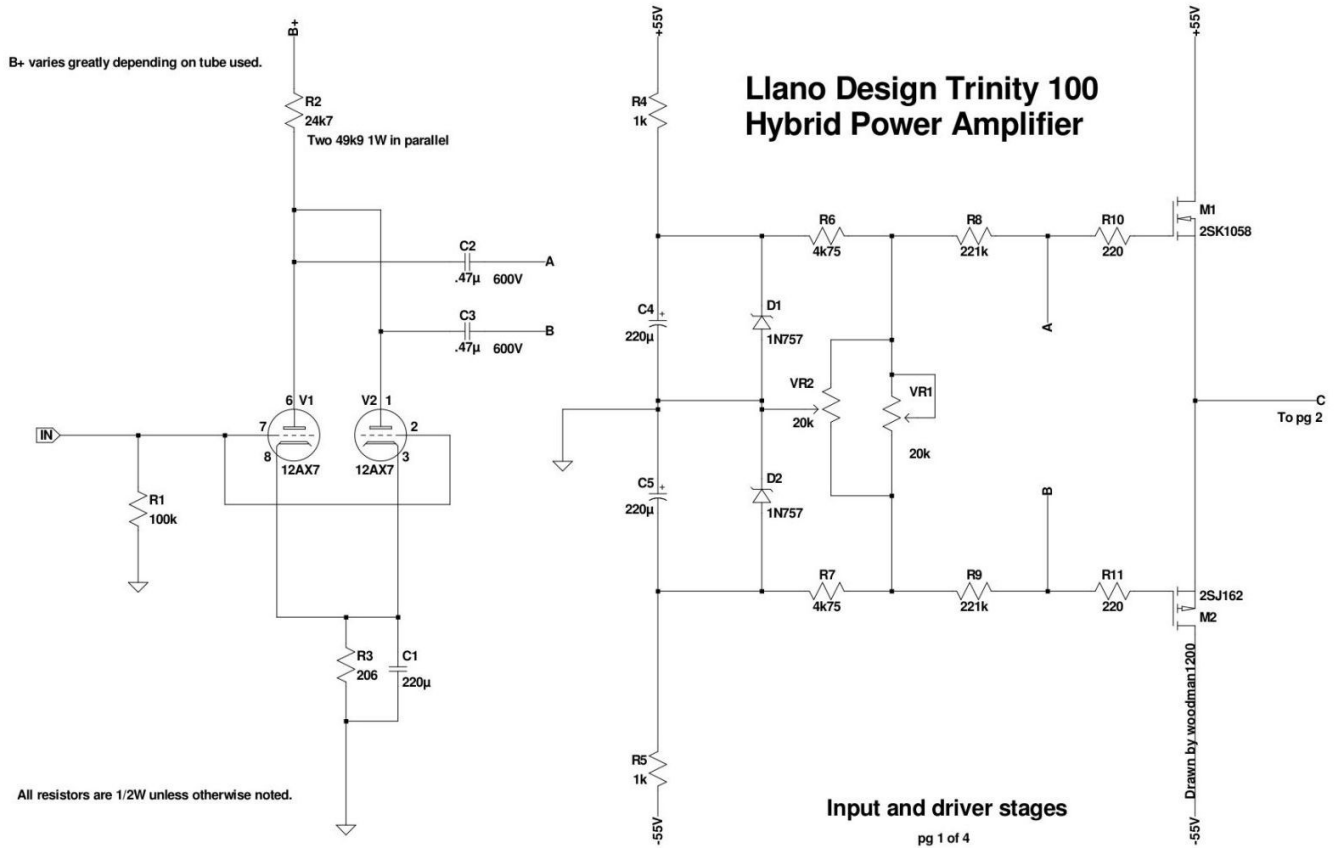


Схема предельно проста, ничего лишнего. В нем нет даже регулятора громкости.





This came from a shop that could not repair it. It looked to me like the tech had no idea what the problem was or how to fix it (or how much it was worth). I got this for a price that I would have readily paid for the chassis alone!

There's enough written about Randy White and his amplifiers on the forums that I do not need to go over it. Since there is no technical support or information on these, I thought I'd put together some documentation. I have known of techs being afraid to repair these amps, so I hope this will allay some fear of working on these super-rare boutique amps.

*Этот усилитель попал ко мне из мастерской, где его не смогли починить. Мне показалось, что техник понятия не имел, в чем проблема и как ее решить (или сколько он стоит). Я купил его по цене, которую с удовольствием заплатил бы даже за один только корпус!*

*На форумах и так достаточно написано о Рэнди Уайте и его усилителях, поэтому мне не нужно повторяться. Поскольку технической поддержки или информации по этим усилителям нет, я решил собрать некоторую документацию. Я знаю, что некоторые техники боятся ремонтировать эти усилители, поэтому надеюсь, что это развеет некоторые опасения по поводу работы с этими сверхредкими бутиковыми усилителями.*

I would note some things I've learned, having gone over one with a fine tooth comb:

- The most propagated misconception is that the tubes are auto-biased. There is no autobiasing circuit. The biasing does not change for any tube. What does change is the heater supply voltage. Because the heater current is limited to 450ma or so, it will run a 12V or 6V heater just the same. This is similar to how old tube testers work.
- The bias works for all tubes, but no tube will be biased optimally. This amp was not made for any one tube, but for all of them. Another way of putting it is that this amp was not really designed to sound good as much as it was designed to accomodate a bunch of different tubes that may sound good in this amp.

*Хочу отметить несколько моментов, которые я изучил, тщательно осмотрев усилитель:*

*Наиболее распространенное заблуждение заключается в том, что лампы имеют автоматическую регулировку смещения. Автоматической регулировки смещения нет. Смещение не меняется для каждой лампы. Меняется только напряжение питания накала. Поскольку ток накала ограничен примерно 450 мА,*

он будет работать с накалом 12 В или 6 В одинаково. Это похоже на работу старых ламповых тестеров.

Смещение работает для всех ламп, но ни одна лампа не будет смещена оптимально. Этот усилитель был разработан не для какой-то одной лампы, а для всех. Другими словами, этот усилитель был разработан не столько для хорошего звучания, сколько для работы с различными лампами, которые могут хорошо звучать в этом усилителе.

Тем не менее в интернете полно положительных отзывов и об этой модели.

<http://www.audioreview.com/product/amplification/amplifiers/llano-design-group/trinity-100.html>

**Richard**

A great product for the money

The Trinity 100 is a good looking, a real quality handmade Amplifier made in Texas. I have this high-current Amplifier with massive handles. The sound is unbelievable good! This is the sound you must experience it. A holographic sound. Refined, control, dynamic, rhythm. I find the Trinity a special Amplifier; The tube section and solid-state section are two totally separate-Amps; The Trinity can work in any system by changing tubes. Not bad; single-ended "class A" triode with real Power; it has no problems with loudspeakers because it can drive anything. - Input impedance is 100k ohms; work well with any Pre-Amp. I need no bias for tubes, I like that. Special thanks to Randy who made this Amp for me and has given me advice.

*Отличный продукт за свои деньги*

*Trinity 100 — это красивый, действительно качественный усилитель ручной работы, сделанный в Техасе. У меня есть этот мощный усилитель с массивными ручками. Звук невероятно хорош! Это тот звук, который вы должны услышать. Голографический звук, изысканный, контролируемый, динамичный, ритмичный. Я считаю Trinity особенным усилителем; ламповая и транзисторная части — это два совершенно разных усилителя; Trinity может работать в любой системе, просто меняя лампы. Неплохо: однотактный триод «класса А» с настоящей мощностью; у него нет проблем с акустическими системами, потому что он может раскачать что угодно. Входное сопротивление 100 кОм; хорошо работает с любым предусилителем. Мне не нужна регулировка смещения для ламп, и это мне нравится. Особая благодарность Рэнди, который сделал этот усилитель для меня и дал мне советы.*

<https://www.avforums.com/members/aerialman.191/>

**aerialman**

This amplifier really is a great buy- its either the same as or cheaper than the proceed/theta amps of the world in price and - at least as far as proceed- is easily better in subjective performance....

*Этот усилитель действительно отличная покупка. Он либо стоит столько же, либо дешевле, чем усилители Proceed/Theta, и — по крайней мере, по субъективным оценкам — значительно превосходит их...*

And apparently puts to rest claims by some objectivists that tube amps distort the sound and just can't sound as good as solid state!!!

All I can say is it sounds much better- clearer in every way.

*И, по-видимому, опровергает утверждения некоторых объективистов о том, что ламповые усилители искажают звук и просто не могут звучать так же хорошо, как транзисторные!!!*

*Могу лишь сказать, что он звучит намного лучше — чище во всех отношениях.*

<https://www.avforums.com/members/deniz-mutlu.7/>

**Deniz Mutlu**

A unique thing about these amps are that the end user can play with different tube types to better suit their system. I started off with some 12AT7s, and now I am using the Telefunken 6922s which made a significant improvement to the overall sound.

*Уникальная особенность этих усилителей заключается в том, что пользователь может экспериментировать с разными типами ламп, чтобы лучше*

адаптировать их к своей системе. Я начинал с 12AT7, а сейчас использую Telefunken 6922, что значительно улучшило общее звучание.

<https://www.usaudiomart.com/details/650071416-llano-design-trinity-50c-hybrid-tube-amplifier/>

Llano Designs by: Randy White of White Audio, Trinity 50C Tube Hybrid /// Rare and great for the collector. Here is a Tube Hybrid Amplifier. maybe one of a kind? and ultra rare and sounds great for \$1100. Hand made by Randy, customer ordered.

It was thoroughly checked out by a technician, it has been tuned up and dialed in, sounds really nice with the tubes and adjustments made.

Just serviced and sounds WONDERFUL....I noticed the imaging, air and musicality when auditioning the amp with Martin Logan Script i electrostats. Runs quiet, tubes have been checked and we had a service tech go through the amp, made any adjustments needed and he gives this amp a clean bill of health and you'll hear it. It's a nice a 50w amp designed and custom built by Randy White himself. This is a bespoke, hand-made in the USA hybrid tube amp.

XLR Differential Balanced or use RCA / Single Ended and believe it is a 50-watt Hybrid Stereo amplifier.

The Trinity 50C has a front-end that is a single-ended Class A design and required to deliver very little current, the tube circuitry is VERY reliable and tube life is long.

The Trinity 50C is more versatile than any tube amp on the planet. Combine that with the ultra high current output and reliability of the huge solid state output section and the Trinity is capable of driving any speaker in the world today, but with the all finesse, grace, and pure musicality of a vacuum tube amp. Fully dual mono, the Trinity uses a custom-wound 1.5 Kva toroidal transformer to power the solid-state output section.

*Llano Designs от: Рэнди Уайта из White Audio, Trinity 50C Tube Hybrid /// Редкий и отличный вариант для коллекционера. Представляем ламповый гибридный усилитель. Возможно, единственный в своем роде? Ультраредкий, и звучит великолепно за 1100 долларов. Изготовлен вручную Рэнди по индивидуальному заказу.*

*Он был тщательно проверен техником, настроен и отрегулирован, звучит действительно хорошо с лампами и внесенными корректировками.*

*Только что прошел техобслуживание и звучит ЗАМЕЧАТЕЛЬНО... Я заметил улучшение звуковой сцены, воздушности и музыкальности при прослушивании усилителя с электростатическими лампами Martin Logan Script i. Работает тихо, лампы проверены, и наш сервисный техник проверил усилитель, внес необходимые корректировки, и он дал этому усилителю заключение о полной исправности, и вы это услышите. Это хороший 50-ваттный усилитель, разработанный и изготовленный на заказ самим Рэнди Уайтом. Это изготовленный на заказ, вручную в США гибридный ламповый усилитель.*

*Дифференциально-балансный XLR или RCA/несимметричный — и вы поймете, что это 50-ваттный гибридный стереоусилитель.*

*У Trinity 50C входной каскад представляет собой несимметричную схему класса А, требующую очень малого тока, ламповая схема ОЧЕНЬ надежна, а срок службы ламп длительный.*

*Trinity 50C универсальнее любого лампового усилителя на планете. В сочетании со сверхвысоким выходным током и надежностью мощного транзисторного выходного каскада Trinity способен раскачать любые современные акустические системы, но при этом обладает всей утонченностью, изяществом и чистой музыкальностью лампового усилителя. Полностью двухканальный монофонический, Trinity использует изготовленный на заказ тороидальный трансформатор мощностью 1,5 кВА для питания транзисторного выходного каскада.*

Ну а теперь перейдем к идеологии автора

# The Trinity Hybrid White Paper

## Llano Design Group

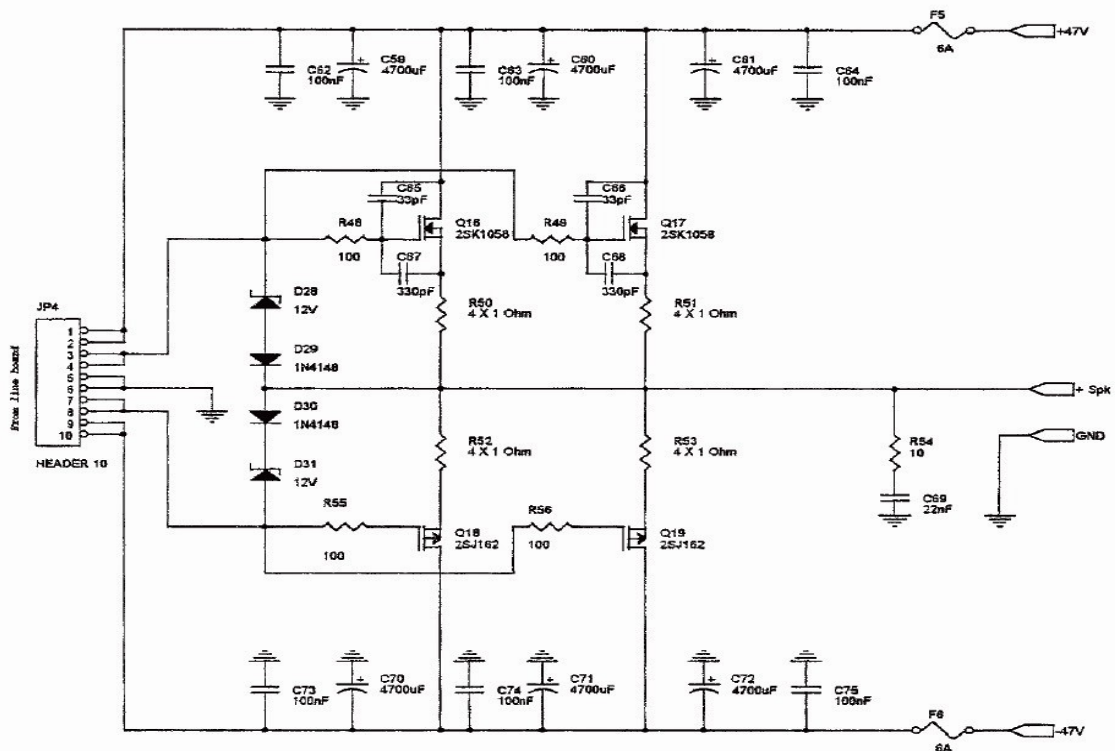
Put simply, tubes just sound better than transistors and ever seasoned audiophile knows it. But there are more forces at work here than simply using a tube in place of a transistor to build an audio amplifier.

The Trinity amps are an exercise in simplicity. It is really two fully separate amplifiers, one for voltage amplification, and one for current amplification. We take a triode tube operating in the purest form of class A bias (single-ended Class A) and use it for the voltage amplifier. We give it a separate power supply and let the tube do what it does best, amplify voltage. We then couple this voltage amp by way of two high quality audiophile grade coupling caps to a huge mos-fet output section also operating in Class A. This mos-fet section has no voltage gain at all. It only provides high current gain for the vacuum tube. You see mos-fets are almost infinite gain devices, so the current amplifier is capable of being driven directly from the vacuum tube voltage amp, and since both the voltage and current amplifiers are inherently stable, no feedback is required at all. Add to this our ultra quiet, yet simple passive bias circuit and you have an amplifier that is capable of amazing sound.

*Проще говоря, лампы звучат лучше, чем транзисторы, и каждый опытный аудиофил это знает. Но здесь действуют и другие факторы, помимо простого использования лампы вместо транзистора для создания аудиоусилителя.*

*Усилители Trinity — это пример простоты. По сути, это два полностью отдельных усилителя: один для усиления напряжения, а другой для усиления тока. Мы берем триодную лампу, работающую в чистейшем режиме класса А (однотактный класс А), и используем ее в качестве усилителя напряжения. Мы подключаем к ней отдельный источник питания и позволяем лампе делать то, что она умеет лучше всего — усиливать напряжение. Затем мы соединяем этот усилитель напряжения через два высококачественных аудиофильских разделительных конденсатора с огромным выходным каскадом на полевых транзисторах, также работающим в классе А. Этот каскад на полевых транзисторах вообще не имеет усиления напряжения. Он обеспечивает только высокое усиление тока для вакуумной лампы. Как видите, MOSFET-транзисторы обладают практически бесконечным коэффициентом усиления, поэтому усилитель тока может работать напрямую от лампового усилителя напряжения, а поскольку и усилитель напряжения, и усилитель тока по своей природе стабильны, обратная связь вообще не требуется. Добавьте к этому нашу сверхтихую, но простую пассивную схему смещения, и вы получите усилитель, способный на потрясающее звучание.*

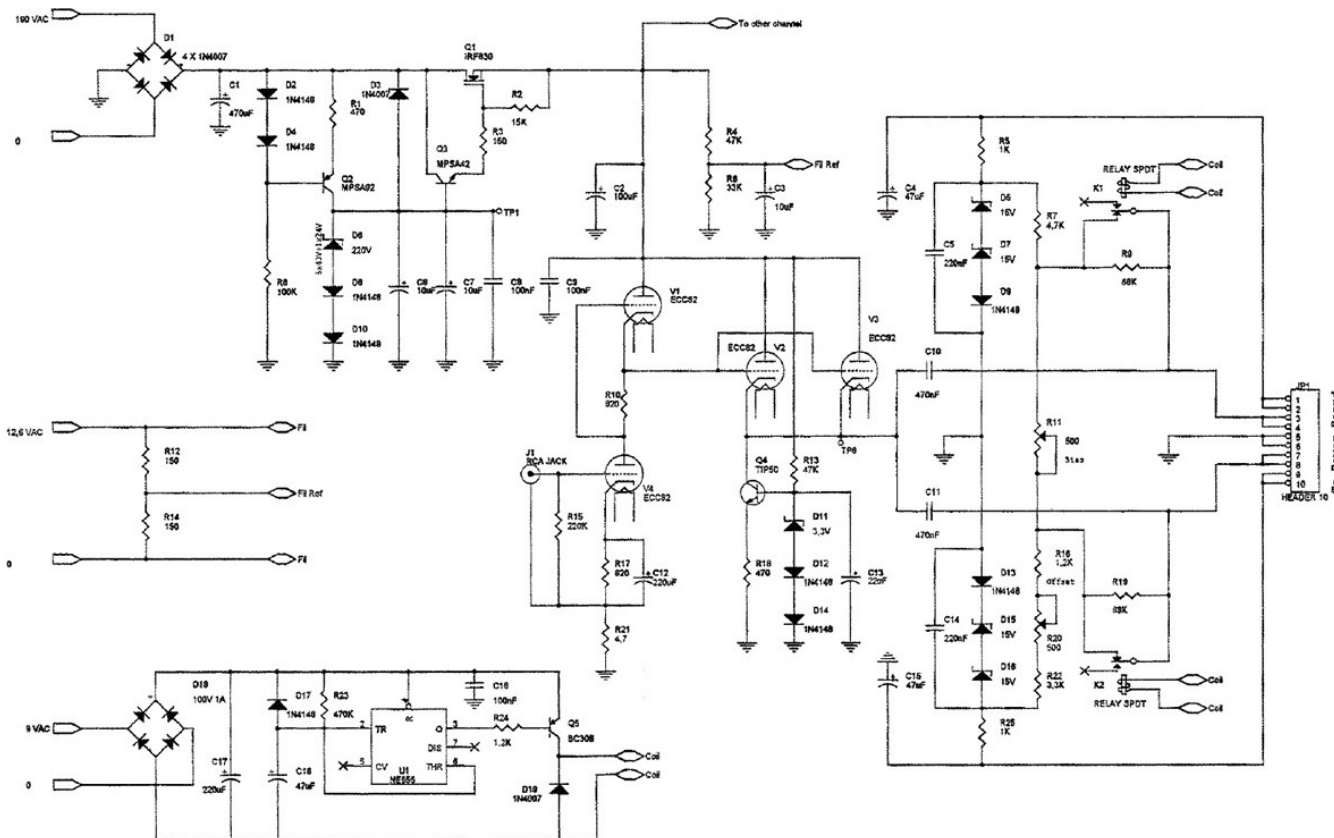
***Примечание.** Такие усилители как правило не нуждаются в «костыле» в виде индуктивности на выходе.*



But we did not stop there. I noticed in designing the Trinity, that the family of triode tubes chosen for the amp had one thing in common. Though the filament voltages varied, some were 6 volts while most were 12. They all drew about 450 ma of current. So I decided to build a test bench supply that simply limited 450 ma of filament current. Then I could just plug in the tube I wanted to hear and test without worrying about the voltage and I went on with my search for the perfect tube for the amp. It worked great, it provided 6.2 volts on say a 6922 while providing 12.8 volts on a 12AT7. And all I had to do was just plug in the tube!

*Но на этом мы не остановились. При проектировании Trinity я заметил, что семейство триодных ламп, выбранных для усилителя, имело одну общую черту. Хотя напряжение накала различалось, у некоторых оно составляло 6 вольт, а у большинства — 12. Все они потребляли около 450 мА тока. Поэтому я решил создать блок питания для испытательного стенда, который просто ограничивал бы ток накала в 450 мА. Тогда я мог бы просто подключить лампу, которую хотел услышать и протестировать, не беспокоясь о напряжении, и продолжил поиски идеальной лампы для усилителя. Это отлично сработало: она выдавала 6,2 вольта, например, на 6922, и 12,8 вольта на 12AT7. И все, что мне нужно было сделать, это просто подключить лампу!*

**Примечание.** По сути автор сделал универсальный источник питания для накала в виде генератора тока на 450 мА который подходит как для ламп с 6 В накала, так и 12 В.



After several months, and about 40 different sets of tubes, I came to the conclusion that there was no single tube that worked best. Each one its own merits and unique character in a given system. One sounded better with ribbon speakers, while another was clearly better for dynamic speakers. One had the rich harmonic overtones we all love on Jazz at the Pawn Shop. While another had the fast articulate attack that brings to life the percussion on Telarc's Magnificent Seven. Some had lower gain with a more laid back presentation, while some were clearly more forward with higher gain making them a perfect choice for systems with passive preamps.

WHAT IS A DESIGNER TO DO WHEN FACED WITH SO MANY CHOICES? Just choose what I like best in my system for you and try to sell you on why it will sound better in your system? That's the way it's been done for all these years?

*Спустя несколько месяцев и около 40 различных комплектов ламп я пришел к выводу, что нет ни одной лампы, которая работала бы лучше всего. Каждая имеет свои достоинства и уникальный характер в конкретной системе. Одна звучала лучше с ленточными динамиками, а другая явно лучше подходила для динамических. Одна обладала богатыми гармоническими обертонами, которые мы все так любим в «Jazz at the Pawn Shop». Другая же имела быструю, четкую атаку, которая оживляет перкуссию в «Magnificent Seven» от Telarc. Некоторые имели более низкий коэффициент усиления и более спокойное звучание, в то время как другие были явно более напористыми и имели более высокий коэффициент усиления, что делало их идеальным выбором для систем с пассивными предусилителями.*

**ЧТО ДЕЛАТЬ КОНСТРУКТОРУ, КОГДА ОН СТОЛКНУЛСЯ С ТАКИМ МНОЖЕСТВОМ ВЫБОРОВ?** Просто выбрать то, что мне больше всего нравится в моей системе, и попытаться убедить вас, почему это будет звучать лучше в вашей системе? Так делали все эти годы?

Now why would I want to do that? When you are clearly the one to make the best choices for you system, taste, and the music you choose to listen to...

**Зачем мне это нужно? Ведь вы сами можете сделать лучший выбор, учитывая особенности своей системы, вкусы и музыку, которую слушаете...**

Then it struck me, why choose at all? I already had designed, built and thoroughly tested the power supply that made all this possible! Why not use this power supply in the amp and let the customer decide what tube best suites his needs for his own system. After all very few of us

have the exact same components in our systems. Would it not be nice to be able to voice the amp for each application? That would allow you to accommodate and take into account, Speakers, Cables, Room Acoustics, and other System Components. But most of all personal taste in both the system's presentation and music you listen to.

*И тут меня осенило: зачем вообще что-то выбирать? Я уже разработал, собрал и тщательно протестировал блок питания, который сделал всё это возможным!*

***Почему бы не использовать этот блок питания в усилителе и не позволить клиенту самому выбрать лампу, которая лучше всего подходит для его системы? В конце концов, у очень немногих из нас в системах используются одинаковые компоненты. Разве не было бы здорово иметь возможность настраивать звучание усилителя под каждое конкретное применение? Это позволило бы учитывать акустические системы, кабели, акустику помещения и другие компоненты системы. Но самое главное — личные предпочтения как в звучании системы, так и в музыке, которую вы слушаете.***

Well, almost two years later, and many Trinity amps later, it has been a huge success. I would like to take this opportunity to thank each and every Llano customer for their support over the years and to assure you that we will continue to serve the audiophile and home theater community to the best of my ability.

*Что ж, спустя почти два года и после приобретения множества усилителей Trinity, это стало огромным успехом. Я хотел бы воспользоваться этой возможностью, чтобы поблагодарить каждого клиента Llano за поддержку на протяжении многих лет и заверить вас, что мы будем и дальше оказывать услуги аудиофилам и любителям домашнего кинотеатра наилучшим образом.*

Trinity has a few other advantages also, since the front-end is a single-ended Class A design, and required to deliver very little current, the tube circuitry is VERY reliable and tube life is long. There is no bias to adjust, in fact there is no maintenance required at all. Tube sound, with far more versatility than any tube amp on the planet. Combine that with the ultra high current output and reliability of the huge solid state output section and the Trinity is capable of driving any speaker in the world today, but with the all finesse, grace, and pure musicality of a vacuum tube amp.

*Trinity обладает и другими преимуществами, поскольку её входной каскад представляет собой однотактную схему класса А, требующую очень малого тока, ламповая схема ОЧЕНЬ надёжна, а срок службы ламп длительный. Нет необходимости регулировать смещение, фактически, никакого обслуживания не требуется. Ламповое звучание с гораздо большей универсальностью, чем у любого лампового усилителя на планете. **В сочетании со сверхвысоким выходным током и надёжностью огромной транзисторной выходной секции, Trinity способна раскачать любые современные акустические системы, но при этом обладает всей тонкостью, изяществом и чистой музыкальностью лампового усилителя.***

Fully dual mono, the Trinity uses twin custom wound 1.5 Kva toroidal transformers to power the solid state output section. It has current output at least equal to and in most cases far greater than any solid state amp on the market. With a combined device dissipation rating of 3200 watts the amp loafs along at rated power. I have been building Class A solid state amps now for over 15 years, and I am here to say, the Trinity design is by far my best work. Our customers have auditioned them against Krell, Rowland, Boulder, Mark Levinson, Proceed, and a whole host of other well know names. 99% of the time...the Trinity has come away the winner. Why, simple, it has the technical advantage. A simple, yet elegant design with minimal circuitry in the signal path and applications of theory that seasoned audiophiles have always known to make for good sound.

True Zero Feedback, Single-ended Class A, Simple Two Stage Design, Triode Amplification, and Class A output. All in one package...

*Полностью двухканальный монофонический усилитель Trinity использует два специально изготовленных тороидальных трансформатора мощностью 1,5 кВА для питания транзисторной выходной секции. Его выходной ток как минимум равен, а в большинстве случаев значительно превышает ток любого транзисторного усилителя на рынке. При суммарной рассеиваемой мощности в 3200 Вт усилитель*

работает на номинальной мощности. Я занимаюсь созданием транзисторных усилителей класса А уже более 15 лет, и могу с уверенностью сказать, что Trinity — это, безусловно, моя лучшая работа. *Наши клиенты сравнивали их с Krell, Rowland, Boulder, Mark Levinson, Proceed и множеством других известных брендов. В 99% случаев... Trinity оказывался победителем.* Почему? Всё просто: у него техническое преимущество. Простая, но элегантная конструкция с минимальным количеством схем в сигнальном тракте и применением теоретических принципов, которые опытные аудиофилы всегда знали как залог хорошего звучания.

*Примечание. И это не бахвальство. В интернете полно положительных отзывов подтверждающих идеологию автора.*

**Истинная нулевая обратная связь, однотактный усилитель класса А, простая двухкаскадная конструкция, триодное усиление и выходной усилитель класса А. Все в одном корпусе...**

It can't help but sound good!  
Звучит просто замечательно!

Randy White  
LLano Design

*Примечание. Здесь уместно привести высказывание Кирилла Хаммера:*

<https://www.moremusic.nl/reviews/passlabs/XP-30-TAS.pdf>

Cyrill Hammer, The Absolute Sound\_ May-June 2012

“Perfect performance in the time domain is no less important. This is especially true of amplifiers based on negative feedback. The theoretical concept of negative feedback is very powerful, and the simplified mathematical equations describing this concept do hold true. But they are only valid if the design addresses the limitations of the concept. The time delay from input to output must be zero!

Obviously in real life this is not possible. There are two ways to deal with this problem. Either you just do not apply any negative feedback at all to your design (while giving up the advantages of the concept) or you do speed it up to the level (200 MHz in the case of the Souldution 700 and 710) of a few nanoseconds of time delay from input to output, where timing errors are so small that they do not have any audible impact on the sound. Once you decide to go the latter way a whole bunch of new challenges suddenly arise. Thermal conditions, stability of supply voltages, high-frequency designs, noise induction etc., etc.»

*«Идеальная производительность во временной области не менее важна. Особенно это касается усилителей на основе отрицательной ОС. Теоретическая концепция отрицательной обратной связи очень сильна, и упрощенные математические уравнения, описывающие эту концепцию, верны. Но они действительны только в том случае, если дизайн учитывает ограничения концепции. Задержка времени от входа до выхода должна быть равна нулю!*

*Понятно, что в реальной жизни это невозможно. Есть два способа справиться с этой проблемой. Либо вы вообще не применяете никаких отрицательных отзывов к своему дизайну (при этом отказываясь от преимуществ концепции), либо ускоряете его до уровня (200 МГц в случае Souldution 700 и 710) нескольких наносекунд временной задержки от входа к выходу, где ошибки синхронизации настолько малы, что не оказывают никакого слышимого влияния на звук. Как только вы решите пойти по второму пути, внезапно возникнет целая куча новых проблем. Тепловые условия, стабильность питающих напряжений, высокочастотные конструкции, наведение помех и т.д. и т.п.»*

## Выводы

В чем же причина успеха гибридных усилителей. Секрет прост: гибридные усилители совмещают в себе достоинства ламп и транзисторов. В отличие от ламповых усилителей с выходным трансформатором позволяют вводить неглубокую ООС улучшающую параметры (например, при использовании пентодов и переводе их в ультралинейный режим).

Любителей ламповых усилителей часто упрекают во вкусовщине. Но вы же не упрекаете людей которые не любят есть пресную пищу и подсаливают ее, да еще применяют различные специи по вкусу.

Безусловно нет идеальной лампы которая бы удовлетворяла по качеству звучания всех. Даже один и тот же тип лампы может иметь особенности как от завода изготовителя, так и от года выпуска. Лампы имеют короткий спектр (преобладающие четные гармоники — это как та же нота, но на октаву-две-три выше; звук становится как-бы богаче, «теплее», и на слух даже интереснее, по крайней мере не вызывает неприятных ощущений), и в силу конструктивных особенностей данного типа лампы вносят некоторые нюансы в звучание начиная от микрофонного эффекта вплоть до реверберации создающей послезвучия (из-за конструкции сеток) — это те же специи для любителя музыки которые и оживляют консервированную музыку. Правда с микрофонным эффектом часто приходится бороться. Рэнди Уайт как раз и разработал универсальный вариант гибрида позволяющий каждому выбрать лампу по вкусу.

К сожалению технологии звукозаписи несовершенны и записи на носителях во многом кастрированы, консервированная музыка (особенно на цифровых носителях) лишена многих живых нюансов, имеет существенные искажения во временной области. Не удивительно что при сведении записей звукооператоры по своему вкусу используют всевозможные ключевые эффекты для их улучшения: для формирования пространства, динамики и тембра, эквалазацию (EQ), компрессию, реверберацию, дилей (задержку) и панорамирование (распределение в стереобазе) и автоматизация параметров для изменения эффектов во времени. Эти инструменты улучшают четкость, балансируют уровни и создают художественный образ композиции.

Основные группы эффектов, используемые при сведении:

- Динамическая обработка:** Компрессоры (управление громкостью), лимитеры (ограничение пиков), гейты (устранение шума).
- Частотная обработка:** Эквалайзеры (EQ) — для очистки звука и создания места для каждого инструмента в спектре.
- Пространственные эффекты:** Реверберация (создание «воздуха», атмосферы помещения) и дилей (эхо, задержка).
- Эффекты модуляции:** Хорус (chorus), флэнжер (flanger), фэйзер (phaser) — для придания объема и движения.
- Искажение и окраска:** Сатурация, овердрайв (overdrive) — для добавления гармоник и аналогового "тепла".

Но звукооператоров не принято упрекать во вкусовщине, глотаем то что они нам подают. Более того, даже для точного усиления того что нам подают на консервах если используется ООС нужны усилители имеющие полосу пропускания до 1 МГц и более. Для этого требуется постоянство ГВЗ как минимум от 10 кГц до 1 МГц. Редко какие усилители обладают таким параметром. Если это не выполняется, то происходит дальнейшая кастрация того живого что еще осталось на носителях, окончательно убивается микродинамика, хотя некоторым нравится и такой звук. Каждый волен сам выбирать то, что ему доставляет наибольшее эстетическое удовольствие от прослушивания музыки.