

https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/40-year-love-affair-low-distortion-class-b-audio-amplifier-audiophiles/?utm_source=All+About+Circuits+Members&utm_campaign=c883353148-EMAIL_CAMPAIGN_2018_05_09&utm_medium=email&utm_term=0_2565529c4b-c883353148-272774473/

My 40-Year Love Affair with a Remarkable Amplifier—A Class B Amplifier for Audiophiles

The Blomley amplifier was designed over forty years ago, is an alternative power amplifier design that suffers virtually no distortion, and provides a sound which has the presence often lacking in conventional amplifiers.

Усилитель Blomley, разработанный более сорока лет назад, представляет собой альтернативную конструкцию усилителя мощности, практически не подверженную искажениям и обеспечивающую звучание, которого часто не хватает в обычных усилителях.

TECHNICAL ARTICLE May 04, 2018 by [Dermot Herron](#)

A modern high-quality audio system has excellent specifications and sounds almost perfect. Almost perfect, but not quite. There is one very important attribute missing in audio systems—the attribute we call “presence”. This article discusses an alternative power amplifier design with sound that often lacks in conventional amplifiers.

Современная высококачественная аудиосистема обладает превосходными характеристиками и звучит почти идеально. Почти идеально, но не совсем. В аудиосистемах отсутствует один очень важный атрибут — атрибут, который мы называем «присутствием». В этой статье рассматривается альтернативная конструкция усилителя мощности, звучание которого часто отсутствует в обычных усилителях.

Note: Due to popular demand, the LTspice files for the circuit discussed here are available at the bottom of the article.

Примечание: По многочисленным просьбам, файлы LTspice для рассматриваемой здесь схемы доступны в конце статьи.

Even the best commercially available audio systems lack real presence—while the sound can be crystal clear, you would never mistake the recorded voices for real voices, or the recorded piano for a real piano. The human ear immediately knows the difference.

Даже лучшие коммерчески доступные аудиосистемы не обладают настоящей выразительностью — хотя звук может быть кристально чистым, вы никогда не спутаете записанные голоса с настоящими, или записанное фортепиано с настоящим фортепиано. Человеческое ухо мгновенно различает эти звуки.

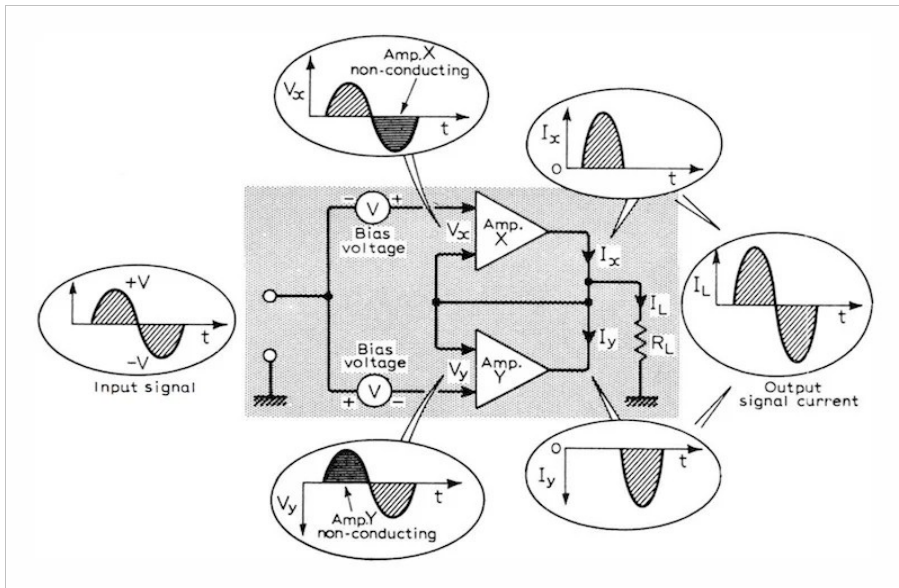
As listeners, even as audiophile listeners, we don't fuss about this lack of presence because we have come to accept that what we hear from a modern audio system is as good as it gets. Yet this just isn't true, and it doesn't have to be accepted.

Мы, слушатели, даже аудиофилы, не беспокоимся по поводу отсутствия «присутствия», потому что смирились с тем, что звучание современной аудиосистемы — это лучшее, что можно получить. Однако это не так, и с этим не нужно мириться.

The lack of presence occurs almost entirely as a result of distortions inherent in the fundamental design of all commercial power amplifiers. Have you noticed how much clearer headphones sound? It's due to the fact that they are driven by low-powered amplifiers.

Отсутствие выразительности практически полностью обусловлено искажениями, присущими

фундаментальной конструкции всех коммерческих усилителей мощности. Вы заметили, насколько чище звучат наушники? Это связано с тем, что они работают от малоомощных усилителей.



"Block diagram of conventional class B amplifier with the two halves of a complementary output stage represented by sub-amplifiers X and Y. " From [Peter Blomley's 1971 article \(PDF\)](#).

In this article, I demonstrate that there is an alternative power amplifier design that suffers virtually no distortion, and provides a sound which has the presence so lacking in conventional amplifiers. This amplifier was designed over forty years ago, and yet despite its superb fidelity, it has never seen commercial production.

В этой статье я покажу, что существует альтернативная конструкция усилителя мощности, практически не подверженная искажениям и обеспечивающая звучание, которого так не хватает обычным усилителям. Этот усилитель был разработан более сорока лет назад, и тем не менее, несмотря на его превосходную точность воспроизведения, он так и не был запущен в серийное производство.

I will introduce the idea of "rogue frequencies" and their effect on our listening experience. I will then go on to show how this original and truly superb amplifier successfully minimizes distortions and does not generate disturbing rogue frequencies.

Я познакомлю вас с понятием «посторонних частот» и их влиянием на качество звучания. Затем я покажу, как этот оригинальный и поистине превосходный усилитель успешно минимизирует искажения и не генерирует нежелательных посторонних частот.

This design is so effective and the output so pure that it creates an audio presence that is quite impossible to ignore.

Эта конструкция настолько эффективна, а выходной сигнал настолько чист, что создает звуковое присутствие, которое совершенно невозможно игнорировать.

To understand why commercial amplifiers produce a sound which is very good but which lacks presence, I will begin by discussing the sensitivity of the human ear. Then I will examine types of distortion and how these affect what we actually hear.

Чтобы понять, почему коммерческие усилители воспроизводят очень хороший, но невыразительный звук, я начну с обсуждения чувствительности человеческого уха. Затем я рассмотрю типы искажений и то, как они влияют на то, что мы слышим.

Finally, as a potential add-on to the original design, I will discuss distortion caused by "clipping" and how to reduce its harshness.

Наконец, в качестве возможного дополнения к первоначальной конструкции, я расскажу об

искажениях, вызванных «обрезанием» (клипированием), и о том, как уменьшить их резкость.

With the purchase of the gramophone came some very old 78rpm records made directly from the original wax master—the huge horn of the recording gramophone was placed close to the orchestra and the needle cut a spiral groove, using only sound energy, in a platter covered with a thin layer of wax. There was an original record in good condition of Caruso in full glorious voice! There were also some orchestral and choir records.

Вместе с граммофоном были приобретены очень старые пластинки на 78 оборотов в минуту, сделанные непосредственно с оригинальной восковой мастер-копии — огромный рупор записывающего граммофона располагался близко к оркестру, а игла, используя только звуковую энергию, прорезала спиральную канавку на пластинке, покрытой тонким слоем воска. Была оригинальная пластинка в хорошем состоянии с Карузо во всей его великолепной вокальной красе! Также были записи оркестра и хора.

These were all made before the triode was invented so no electronics were used in their manufacture. To humor my friend I agreed to listen, expecting an unpleasantly distorted sound. As I suspected, there was hiss and there were crackles, but the music! Pure and clear, you could hear each and every instrument and voice completely separately and beautifully, even with a choir and a mono recording source. Caruso really does deserve his reputation. It sounded ALIVE and PRESENT, even though it was made in 1902.

Все эти записи были сделаны до изобретения триода, поэтому в их производстве не использовалась электроника. Чтобы угодить другу, я согласился послушать, ожидая неприятно искаженного звука. Как я и предполагал, были шипение и треск, но музыка! Чистая и ясная, можно было услышать каждый инструмент и голос совершенно отдельно и прекрасно, даже с хором и монофонической записью. Карузо действительно заслуживает своей репутации. Звучание было ЖИВЫМ и НАСТОЯЩИМ, хотя запись была сделана в 1902 году.

So why do modern amplifiers, with all the remarkable improvements we have achieved in electronic technology, lack this essential quality of presence?

Так почему же современным усилителям, несмотря на все значительные достижения в электронной технике, не хватает этого важнейшего качества — ощущения присутствия?

How the Human Ear Perceives Harmonic Distortion

Как человеческое ухо воспринимает гармонические искажения

The human ear is extraordinarily sensitive. Under ideal conditions, the ear can hear sounds from the eardrum moving by as little as the diameter of a hydrogen atom (~10⁻¹⁰ m). Curiously, while the human ear can be very sensitive to some things, it isn't very sensitive to other things. For example, to notice a change in volume, the power has to be doubled (3db).

Человеческое ухо чрезвычайно чувствительно. В идеальных условиях ухо способно слышать звуки, исходящие от барабанной перепонки, смещающейся всего на величину диаметра атома водорода (~10⁻¹⁰ м). Любопытно, что, хотя человеческое ухо очень чувствительно к одним вещам, оно не очень чувствительно к другим. Например, чтобы заметить изменение громкости, мощность должна удвоиться (3 дБ).

So if you were to increase, say, the 2nd harmonic by 5%, it would be an extraordinary person who noticed. Thus, genuine pure [harmonic distortion](#) below about 10% is pretty undetectable and irrelevant for even the best hi-fi. However, harmonic distortion is easy for the engineer to measure to great levels of accuracy and down to very low levels—so it gets talked about a lot, even though it really doesn't matter much in the long run!

Таким образом, если бы вы увеличили, скажем, вторую гармонику на 5%, это заметил бы лишь один необычный человек. Следовательно, подлинные чистые гармонические искажения ниже примерно 10% практически незаметны и не имеют значения даже для самой лучшей Hi-Fi аппаратуры. Однако гармонические искажения легко измерить инженеру с высокой точностью и до очень низких уровней — поэтому о них много говорят, хотя в долгосрочной перспективе это не имеет большого значения!

Примечание. Кто только не писал об этом, но воз и ныне там. Ищем потерянные ключи под

фонарем, потому что там светлее, а не там где их потеряли.

Consider how you identify your mother's voice instantly, even over the lo-fi telephone. It's done by harmonic content, and the human ear is very deeply tuned to harmonic content: "Have you got a cold, Mum!?" can be asked after just one sentence from her.

This shows us the introduction of extra harmonics is very audible indeed (as little as 0.01% is easily detectable as a different type of sound).

Подумайте, как вы мгновенно узнаете голос своей матери, даже по телефону с низким качеством связи. Это происходит благодаря гармоническому составу, а человеческое ухо очень хорошо настроено на гармоники: «Мама, ты простудилась?!» — можно спросить после всего лишь одного предложения с её стороны.

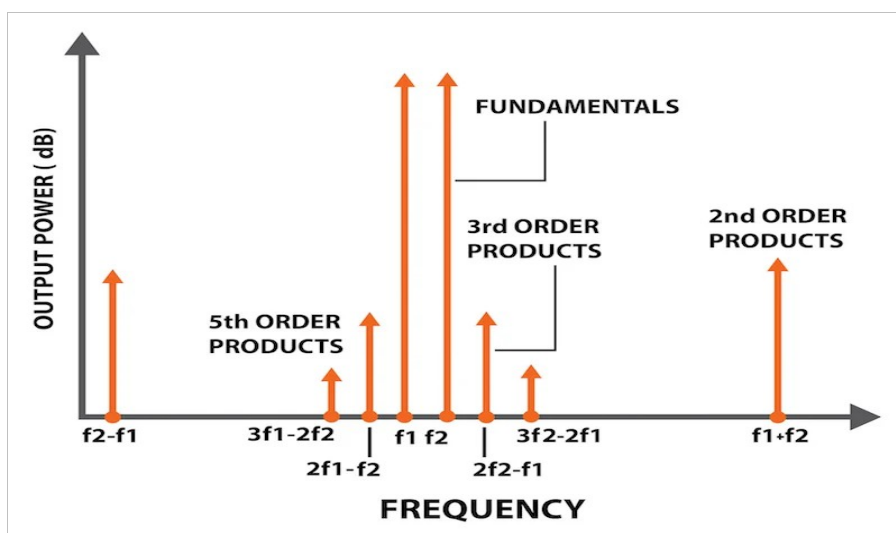
Это показывает, что добавление дополнительных гармоник действительно очень хорошо слышно (даже 0,01% легко обнаружить как другой тип звука).

Intermodulation Distortion

Интермодуляционные искажения

Any two frequencies passed through a non-linear amplifier will produce the sum frequency and the difference frequency in addition to the original frequencies. The amplitude of these additional frequencies ("rogue frequencies") is related to the amount of non-linearity. This is intermodulation distortion and it is very difficult to measure, especially at the extremely low levels that still remain significant to the human ear. These additional unwanted rogue frequencies are off-key on our standard musical scale, and even tiny amounts make the music sound "muddy".

Любые две частоты, пропущенные через нелинейный усилитель, помимо исходных частот, дадут суммарную частоту и разностную частоту. Амплитуда этих дополнительных частот («странных частот») связана с величиной нелинейности. Это интермодуляционные искажения, и их очень трудно измерить, особенно на крайне низких уровнях, которые всё ещё остаются значимыми для человеческого уха. Эти дополнительные нежелательные странные частоты не соответствуют стандартной музыкальной шкале, и даже их ничтожное количество делает музыку «мутной».



Music or voice consists of hundreds of superimposed frequencies at any given moment (as described by the mathematician Joseph Fourier). As this collection of frequencies is passed through an amplifier, additional small-amplitude "rogue frequencies" are added to the original signal, and the human ear is very sensitive to this additional frequency content, and immediately identifies that the sound is not real. This is a significant reason why you never confuse, say, voices on the TV or radio with real visitors even when you are in another room.

Музыка или голос состоят из сотен наложенных друг на друга частот в любой данный момент

(как описал математик Жозеф Фурье). Когда эта совокупность частот проходит через усилитель, к исходному сигналу добавляются дополнительные «посторонние частоты» малой амплитуды, и человеческое ухо очень чувствительно к этому дополнительному частотному составу и немедленно определяет, что звук не настоящий. Это важная причина, почему вы никогда не спутаете, скажем, голоса по телевизору или радио с голосами реальных гостей, даже если находитесь в другой комнате.

***Примечание.** На самом деле современным глубокоосным усилителям с высоким значением ГВЗ свойственно своего рода отфильтровывание значительной части сигналов малого уровня, звук становится «стерильным», «безжизненным». Кажущаяся точность усиления делает звук «мертвым».*

Even very good conventional amplifiers are not mistaken for the real thing! Transducers (such as a needle on a record or a loudspeaker) are usually reasonably linear (certainly the audiophile versions) so they do not introduce many rogue frequencies although their harmonic distortion (through resonances, etc.) can be quite large. The weakness in a hi-fi system, no matter its numerically apparent superb specifications, is usually only the amplifier.

*Даже очень хорошие обычные усилители нельзя спутать с настоящими! Преобразователи (например, игла на пластинке или громкоговоритель) обычно обладают достаточно линейной характеристикой (особенно аудиофильские версии), поэтому они не вносят много нежелательных частот, хотя их гармонические искажения (из-за резонансов и т. д.) могут быть довольно значительными. **Слабое место в Hi-Fi системе, независимо от ее кажущихся превосходными технических характеристик, обычно заключается только в усилителе.***

Crossover Distortion

Кроссоверные искажения

Amplifier analysis shows that a Class B amplifier has a no-feedback distortion of about 33% and a Class A amplifier has a no-feedback distortion of about 8% and sounds better than Class B. Most of the Class B distortion comes from the use of the output transistors as rectifiers to separate the plus and minus halves of the signal as well as then amplifying those halves separately thereafter (“push-pull”).

Анализ усилителей показывает, что усилитель класса В имеет искажения без обратной связи около 33%, а усилитель класса А — около 8%, и звучит лучше, чем усилитель класса В. Большая часть искажений в усилителях класса В возникает из-за использования выходных транзисторов в качестве выпрямителей для разделения положительной и отрицательной половин сигнала, а затем их раздельного усиления («двухтактная схема»).

When a power transistor is driven below a collector current of about 15mA the amplification falls dramatically. If one could prevent the current in the output power-transistors from ever going below about 15mA and into this non-linear region, it would considerably improve things. This change of amplification causes the crossover distortion characteristic of class-B amplifiers.

Когда ток коллектора силового транзистора опускается ниже примерно 15 мА, усиление резко падает. Если бы удалось предотвратить падение тока в выходных силовых транзисторах ниже примерно 15 мА и попадание в эту нелинейную область, это значительно улучшило бы ситуацию. Это изменение усиления вызывает кроссоверные искажения, характерные для усилителей класса В.

Note that this crossover distortion should not be confused with the audio distortion, often also referred to as crossover distortion, which arises when audio signals are separated into frequency bands, as in loudspeaker circuits to feed the appropriate frequency range to each discrete driver unit.

Следует отметить, что это кроссоверное искажение не следует путать со звуковым искажением, часто также называемым кроссоверным искажением, которое возникает, когда аудиосигналы разделяются на полосы частот, как в схемах громкоговорителей, для подачи соответствующего частотного диапазона на каждый отдельный динамик.

Transient Intermodulation Distortion

Переходные интермодуляционные искажения

Modern amplifier distortion is controlled by negative feedback, which reduces the distortion in proportion to the feedback. Amplification is cheaply available so the apparent non-linearity can be reduced to arbitrarily low levels by sufficient feedback.

В современных усилителях искажения контролируются отрицательной обратной связью, которая уменьшает искажения пропорционально величине обратной связи. Усилители доступны по низкой цене, поэтому кажущаяся нелинейность может быть сведена к произвольно низким уровням за счет достаточной обратной связи.

But the feedback signal takes time to get through the amplifier and back to the input negatively to quash the distortion. So when sudden changes (transients) occur there is a period during which the naked amplifier is exposed to the world, and the non-linearity adds intermodulation rogue signals to the original, which are not entirely canceled by the feedback. This is transient intermodulation distortion. What you need is an amplifier sensibly without distortion before applying feedback. The distortion of a naked class-B amplifier is so bad that most analysis seems to only consider the with-feedback distortion.

Однако сигналу обратной связи требуется время, чтобы пройти через усилитель и вернуться на вход в отрицательном направлении, чтобы подавить искажения. Поэтому, когда происходят внезапные изменения (переходные процессы), существует период, в течение которого усилитель без обратной связи подвергается воздействию внешних факторов, и нелинейность добавляет к исходному сигналу интермодуляционные искажения, которые не полностью компенсируются обратной связью. Это переходные интермодуляционные искажения. Вам нужен усилитель, практически не имеющий искажений до применения обратной связи. Искажения усилителя класса В без обратной связи настолько велики, что большинство анализов, похоже, рассматривают только искажения с обратной связью.

One of the reasons that modern amplifiers sound better than their older counterparts (using essentially the same class A or B circuits as always) is the increase in speed of the components. Multi-gigahertz discrete components are freely available, and even cheap power transistors have an ft of many MHz. This means that the feedback time is now very short indeed.

Одна из причин, по которой современные усилители звучат лучше, чем их более старые аналоги (использующие, по сути, те же схемы класса А или В, что и всегда), — это увеличение скорости компонентов. Многогигагерцовые дискретные компоненты свободно доступны, и даже дешевые силовые транзисторы имеют частоту единичного усиления в несколько МГц. Это означает, что время обратной связи теперь действительно очень короткое.

***Примечание.** Несмотря на применение транзисторов с высокой частотой единичного усиления многие глубоководные усилители имеют большое время прохождения сигнала со входа усилителя до нагрузки которое складывается из трех составляющих: время задержки во входном ФНЧ (если такой имеется); время прохождения от входного ФНЧ до выходной индуктивности (часто используемой для обеспечения устойчивости); время задержки выходной индуктивностью. Все эти задержки прохождения характеризуются одним параметром ГВЗ (групповое время задержки или Time Propagation Delay). Именно ГВЗ и его характеристика в частотной области характеризует искажения во временной области которые оказывают наибольшее влияние на качество звука. Очень часто игнорируют переходные искажения оговоренные выше, которые возникают на первых периодах, и измерив искажения (THD) по окончании переходных процессов любуются полученным результатом. Но на реальном музыкальном сигнале это не прокатит, за качество звука, за его тембр, отвечает атака, а в ней можно измерить искажения только правильно поставленным компенсационным методом.*

Clipping Distortion and How to Soften It

Искажения при клиппировании и способы их смягчения

Transistor amplifiers driven into saturation sound horrible because the tops of the waveform are very sharply clipped off, leading to square corners and a huge explosion of unpleasant harmonics. I find

myself waiting to wince when a conventional amplifier is driven hard.

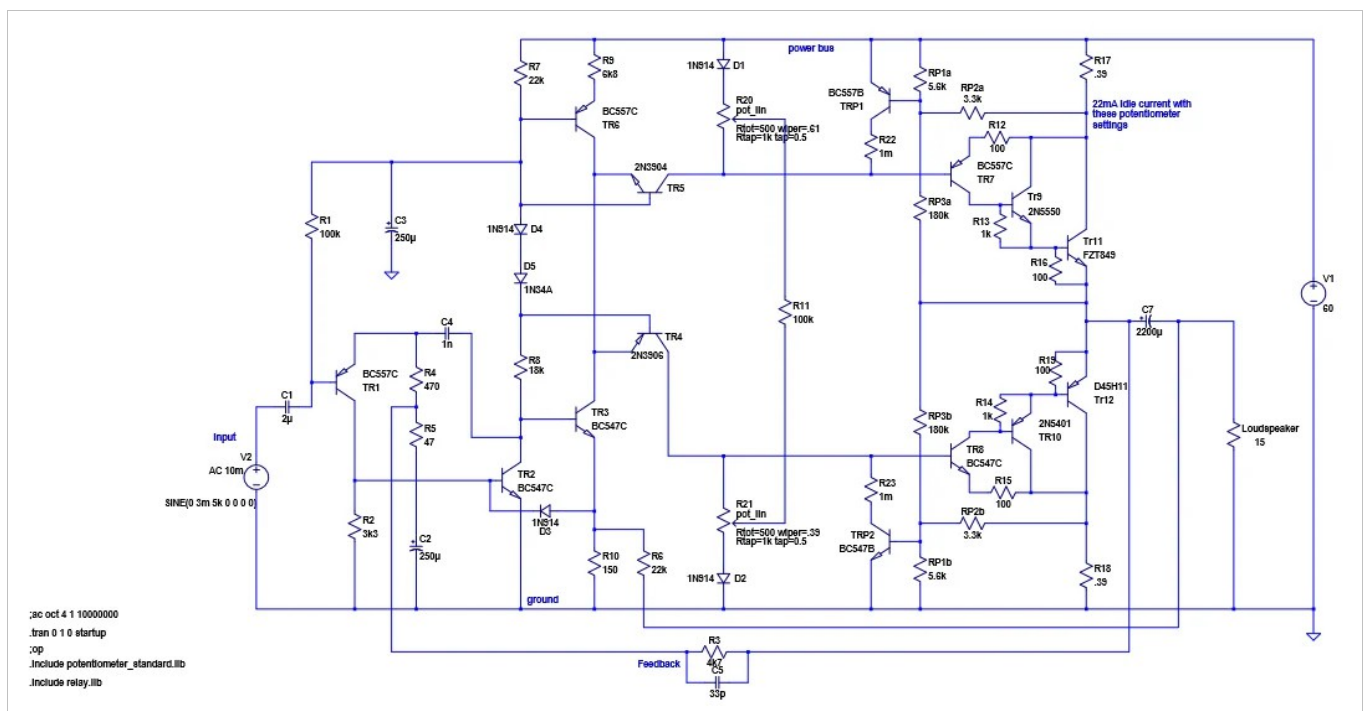
Транзисторные усилители, доведённые до насыщения, звучат ужасно, потому что вершины сигнала резко обрезаются, что приводит к появлению острых углов и огромному взрыву неприятных гармоник. Я ловлю себя на мысли, что вот-вот поморщусь, когда обычный усилитель начинают сильно нагружать.

On the other hand, near their clipping point, valves have quite a soft non-linear characteristic, resulting in a rounded squashed sine-wave which contain fewer spurious harmonics and sounds much better than the square-clipped sine-wave of a transistor amplifier driven hard.

С другой стороны, вблизи точки ограничения амплитуды ламповые усилители обладают довольно мягкой нелинейной характеристикой, в результате чего получается округлая, сплюснутая синусоида, содержащая меньше паразитных гармоник и звучащая намного лучше, чем прямоугольная синусоида транзисторного усилителя, работающего на высокой мощности.

A simple circuit invented by Carl F Wheatley, Jr. (US Patent 3 786 364 / 1974) uses a single transistor and three resistors (TRP and RP1, RP2 and RP3) for each output transistor (see below).

Простая схема, изобретенная Карлом Ф. Уитли-младшим (патент США № 3786364/1974), использует один транзистор и три резистора (TRP и RP1, RP2 и RP3) для каждого выходного транзистора (см. ниже).



The complete Blomley Amplifier with complementary output and clipping protection. [Click to enlarge.](#)

It measures the combination of voltage (RP3) and current (= voltage across RP2) in the output transistors and when the combination of these two voltages exceeds about 0.6V BE it turns on TRP and removes the drive to the outputs.

Он измеряет сумму напряжения (RP3) и тока (= напряжение на RP2) в выходных транзисторах, и когда сумма этих двух напряжений превышает примерно 0,6 В ВЕ, он включает TRP и отключает питание выходов.

Note that the 0.6V is nominal and some current starts to flow when Vbe exceeds ~0.45V so this is a “soft” turn-off. It has two advantages:

1. It makes the amplifier “clip” softly, very similar to valve designs, which makes the sound very forgiving and prevents the “cringes”.
2. It protects the output transistors from most abuse.

Обратите внимание, что 0,6 В — номинальное значение, и некоторый ток начинает течь, когда V_{be} превышает $\sim 0,45$ В, поэтому это «мягкое» выключение. Оно имеет два преимущества:

1. Оно обеспечивает мягкое «ограничение» сигнала усилителя, очень похожее на ламповые схемы, что делает звук очень мягким и предотвращает «неприятные ощущения».
2. Оно защищает выходные транзисторы от большинства повреждений.

Peter Blomley's New Approach to Class B Amplifier Design

Новый подход Питера Бломли к проектированию усилителей класса В.

In the February and March 1971 editions of *Wireless World*, Peter Blomley published the revolutionary and very densely concentrated article “[New Approach to Class B Amplifier Design](#)” (PDF) in two parts (patented by Plessey, No.53916.69, though this patent has long since expired).

В февральском и мартовском номерах журнала Wireless World за 1971 год Питер Бломли опубликовал революционную и очень содержательную статью «Новый подход к проектированию усилителей класса В» (PDF), состоящую из двух частей (патент Plessey, № 53916.69, хотя срок действия этого патента давно истек).

The very clever bit of the amplifier he describes is that Blomley split the incoming signal into top and bottom halves before applying the separate signals to the output transistors. Then he was easily able to design the output transistors to work only in their linear region (above a collector current of ~ 15 mA).

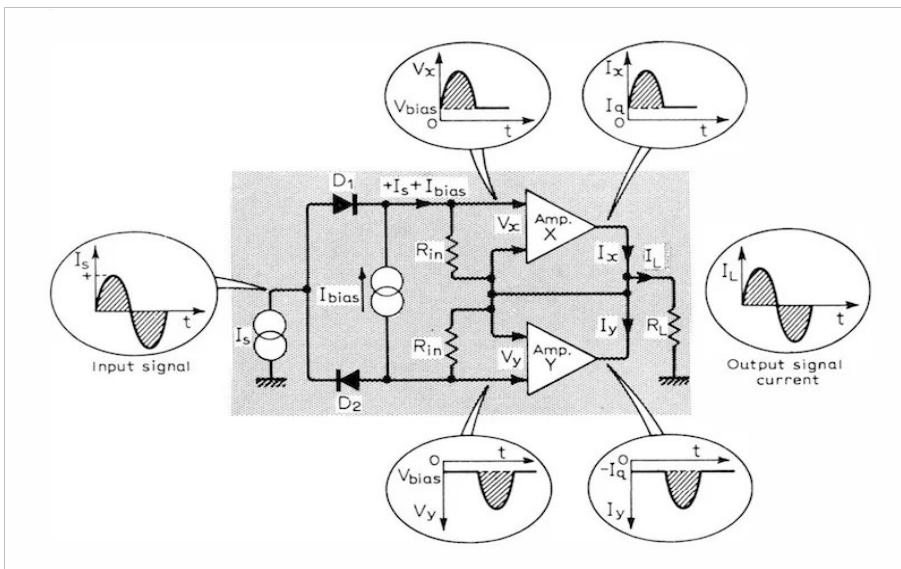
Самая гениальная особенность описываемого им усилителя заключается в том, что Бломли разделил входящий сигнал на верхнюю и нижнюю половины, прежде чем подать отдельные сигналы на выходные транзисторы. Затем он легко смог спроектировать выходные транзисторы таким образом, чтобы они работали только в линейном режиме (при токе коллектора выше ~ 15 мА).

Additionally, he made the observation that with voltage signals, diodes are very non-linear, but if you use a current source, the diode is so close to the theoretical ideal that one can really call it perfect (109 difference between forward and backward current in cheap diodes).

Кроме того, он отметил, что при работе с сигналами напряжения диоды проявляют очень нелинейные характеристики, но если использовать источник тока, диод настолько близок к теоретическому идеалу, что его действительно можно назвать идеальным (109 разницы между прямым и обратным током в дешевых диодах).

As shown in the schematic above, he used a constant-current source (Tr6) and had a varying current sink (Tr3). The current-difference drives diodes, which are actually transistors used as diodes, (Tr4 & Tr5) to rectify the current. By using very high-frequency transistors here the transition from the “top” signal to the “bottom” signal was so fast that it was way beyond 100kHz.

Как показано на схеме выше, он использовал источник постоянного тока (Tr6) и источник переменного тока (Tr3). Разность токов управляет диодами (Tr4 и Tr5), которые фактически являются транзисторами, используемыми в качестве диодов, для выпрямления тока. Благодаря использованию высокочастотных транзисторов переход от «верхнего» сигнала к «нижнему» был настолько быстрым, что значительно превышал 100 кГц.



"New approach to class B amplifier in which sub-amplifiers are biased above non-linear region and fed with uni-directional signals produced by the diodes. This effectively transfers signal splitting from the sub-amplifiers to a separate part of the circuit." From [Peter Blomley \(PDF\)](#).

The end result of this difficult-to-understand circuitry (we are used to voltage circuits) is a Class B amplifier that has a distortion lower than 0.1% with no feedback at all. And on an oscilloscope, there is no discernible crossover distortion with no feedback.

В результате работы этой сложной для понимания схемы (мы привыкли к схемам, работающим с напряжением) получается усилитель класса B, имеющий искажения менее 0,1% и полностью лишенный обратной связи. А на осциллографе при отсутствии обратной связи не наблюдается заметных кроссоверных искажений.

After a little feedback is applied, there is unmeasurable intermodulation distortion, transient intermodulation distortion, and harmonic distortion. The resultant output of this amplifier is so clear that a recorded voice can easily be mistaken for a live person. Peter Blomley's amplifier is a Class B amplifier with much better than Class A performance.

После небольшой обратной связи возникают неизмеримые интермодуляционные искажения, переходные интермодуляционные искажения и гармонические искажения. Результирующий выходной сигнал этого усилителя настолько чист, что записанный голос легко можно принять за голос живого человека. Усилитель Питера Бломли — это усилитель класса B с гораздо лучшими характеристиками, чем усилители класса A.

And yet Peter Blomley and his amplifier have gone virtually unrecognized in the audio world for more than 40 years. I suggest two reasons for this. First, his design was so original and so unexpected that few people understood it or took it seriously. Second, Blomley never put his design into commercial production because Plessey held the patent, so even fewer people were able to listen to it or review its performance.

И все же Питер Бломли и его усилитель оставались практически незамеченными в мире аудио более 40 лет. Я предполагаю две причины этого. Во-первых, его конструкция была настолько оригинальной и неожиданной, что мало кто понимал ее или воспринимал всерьез. Во-вторых, Бломли так и не запустил свою разработку в коммерческое производство, поскольку патент принадлежал Плесси, поэтому еще меньше людей имели возможность послушать его или оценить его характеристики.

Most of the audio hobbyists who constructed their own Blomley amplifier modified the design and in doing so introduced distortions. I suggest you build the original design (with perhaps just the minor modifications afforded by modern components) and listen to it. This will give you a reference sound to check any further modifications with which you might like to experiment.

Большинство любителей аудиотехники, которые собирали свои собственные усилители Бломли,

модифицировали конструкцию и, таким образом, внесли искажения. Я предлагаю вам собрать оригинальный усилитель (возможно, с незначительными изменениями, которые позволяют современные компоненты) и послушать его. Это даст вам эталонное звучание для проверки любых дальнейших модификаций, с которыми вы, возможно, захотите поэкспериментировать.

Unfortunately, in ignoring the Blomley design for so long, the audio world has deprived itself of a fundamentally better amplifier. We have instead put all our efforts over the last forty years in trying to mitigate what we thought were unavoidable inherent characteristics of electronic amplifiers, particularly Class B amplifiers. The boldness of Peter Blomley as a young engineer was to question how unavoidable these characteristics really were, and to then set about designing them out of his amplifier.

К сожалению, так долго игнорируя конструкцию Бломли, мир аудио лишился принципиально лучшего усилителя. Вместо этого мы последние сорок лет направляли все свои усилия на попытки смягчить, как нам казалось, неизбежные присущие электронным усилителям характеристики, особенно усилителям класса В. Смелость молодого инженера Питера Бломли заключалась в том, что он поставил под сомнение неизбежность этих характеристик и принялся устранять их в своем усилителе.

Today, superb high-voltage, high-speed transistors are available which makes the Blomley amplifier even better than his 1971 version.

Сегодня доступны превосходные высоковольтные и высокоскоростные транзисторы, что делает усилитель Бломли даже лучше, чем его версия 1971 года.

The original amplifier design was for a 30W amplifier with a 60V power-rail, and because of the purity, this is more than adequate for normal home use. In 1971, 100V small-signal transistors were rare, but this is no longer so and an 80V power-rail can now be used, with different transistors, increasing the power to 50W. However, high sound volumes are not needed as the sound is so exceptionally clean. The huge headroom provided with most amplifiers is there so you can play them at high volume and bury the crossover-caused intermodulation distortion in the high sound-level (quite sad really).

Первоначальная конструкция усилителя была рассчитана на 30 Вт с напряжением питания 60 В, и благодаря чистоте звучания этого более чем достаточно для обычного домашнего использования. В 1971 году малосигнальные транзисторы на 100 В были редкостью, но сейчас это уже не так, и можно использовать напряжение питания 80 В с другими транзисторами, увеличивая мощность до 50 Вт. Однако высокая громкость звука не требуется, поскольку звучание исключительно чистое. Огромный запас мощности, присущий большинству усилителей, позволяет воспроизводить звук на высокой громкости, скрывая интермодуляционные искажения, вызванные кроссовером, в высоком уровне громкости (довольно печальная правда).

Conclusion

Заключение

40 years ago I fell in love with the clarity and purity of the sound from the Blomley amplifier, but it took a long time to understand the circuit and to appreciate the brilliance of Peter Blomley. Now, I have built several of these amplifiers and, provided I stick to the original Blomley design, they all sounded better than superb.

40 лет назад я влюбился в чистоту и звучание усилителя Бломли, но мне потребовалось много времени, чтобы понять схему и оценить гениальность Питера Бломли. Теперь я собрал несколько таких усилителей, и, если придерживаться оригинальной конструкции Бломли, все они звучали лучше, чем превосходно.

Human response, including our own, is often difficult to explain, but I have found that with a Blomley amplifier ordinary people find themselves wanting to listen to music much more than they do with a conventional top-end amplifier design. They don't understand why, they just end up listening to more music, more often—surely the ultimate test. Listening to a Blomley amplifier is addictive. I have certainly found it so, as have many others fortunate enough to have experienced this extraordinary amplifier.

Человеческую реакцию, включая нашу собственную, часто трудно объяснить, но я обнаружил,

что с усилителем Blomley обычные люди начинают слушать музыку гораздо чаще, чем с обычным усилителем высшего класса. Они не понимают почему, просто в итоге слушают больше музыки, чаще — это, безусловно, главный критерий. Прослушивание музыки с усилителем Blomley вызывает привыкание. Я сам в этом убедился, как и многие другие, кому посчастливилось испытать этот необыкновенный усилитель.

In fact, it is difficult to use it for background music; people tend to stop talking and start listening to the music. Its presence is compelling.

На самом деле, использовать её в качестве фоновой музыки сложно; люди, как правило, перестают разговаривать и начинают слушать музыку. Её присутствие привлекает внимание.

In his article, Peter Blomley expressed the very 1970s thought that states “The performance of an amplifier of this caliber is, in my opinion, wasted in a conventional audio set-up.” I built my first Blomley, and immediately realized that I could not agree with the sentiment he had expressed. My mother, who was garrulous in the extreme, sat through the whole of the “Pirates of Penzance” without saying a word! That was the 1970s and the other components in an audio system have come a long way since then.

В своей статье Питер Бломли выразил мысль, характерную для 1970-х годов: «На мой взгляд, возможности усилителя такого калибра в обычной аудиосистеме растрачиваются впустую». Я собрал свой первый усилитель Blomley и сразу понял, что не могу согласиться с его мнением. Моя мать, чрезвычайно болтливая, просидела весь фильм «Пираты Пензанса», не произнеся ни слова! Это были 1970-е годы, и с тех пор другие компоненты аудиосистем значительно усовершенствовались.

The choice of a Blomley amplifier is now certainly warranted and is the best way to benefit fully from the technical advances made in all the other components of an audio system.

Выбор усилителя Blomley сегодня, безусловно, оправдан и является лучшим способом в полной мере воспользоваться техническими достижениями во всех остальных компонентах аудиосистемы.

Notes on the Circuit

Примечания к схеме

In most of the amplifiers I have built I have used a quasi-complementary output transistor arrangement but nowadays matched complementary power transistors are easily available. It really doesn't seem to matter!

В большинстве собранных мной усилителей я использовал квазикомплементарную схему выходных транзисторов, но в настоящее время легко доступны согласованные комплементарные силовые транзисторы. По-видимому, это уже не имеет значения!

Great care must be taken to physically separate the input from the output to prevent high-frequency feedback. This amplifier is quick enough to use at RF frequencies.

I have the LTspice file if anyone is interested in playing with it. [Editor's note: You can find the LTspice files below.]

Необходимо проявлять особую осторожность при физическом разделении входа и выхода, чтобы предотвратить высокочастотную обратную связь. Этот усилитель достаточно быстр для использования на радиочастотах.

У меня есть файл LTspice, если кому-то интересно с ним поэкспериментировать. [Примечание редактора: файлы LTspice можно найти ниже.]

References

1. “New Approach to Class B Amplifier Design” by Peter Blomley in Wireless World February and March 1971
2. “The theory of transient intermodulation distortion” by Ojala, Matti and Leinonen, Eero in Acoustics, Speech and Signal Processing, IEEE Transactions on (Feb 1977)

3. "A Method for Measuring Transient Intermodulation Distortion (TIM)" by Eero Leinonen, Matti Ojala, and John Curl in Journal of the Audio Engineering Society Volume 25 Issue 4 pp. 170-177; April 1977
4. "Build a Low TIM Amplifier" by W Marshall Leach in Audio, Feb 1976

[dermot](#) May 09, 2018

Because this is a completely normal (from the point of view of the output transistors) class B amplifier, the dissipation is only from working. I use an idle-current of 15-20 mA so the idle dissipation is ~1,2W. Of course at full power it gets hot as expected.

Поскольку это совершенно обычный (с точки зрения выходных транзисторов) усилитель класса В, рассеиваемая мощность обусловлена только его работой. Я использую ток холостого хода 15-20 мА, поэтому рассеиваемая мощность в режиме холостого хода составляет ~1,2 Вт. Конечно, на полной мощности он нагревается, как и ожидалось.