

Accurate Inverse RIAA Network

Andrew C Russell November 2016

An Inverse RIAA Network (IRN) allows the RIAA equalization conformity of a phono amp to be tested directly using a signal generator that covers the extended audio bandwidth of circa 2 Hz to 100 kHz.

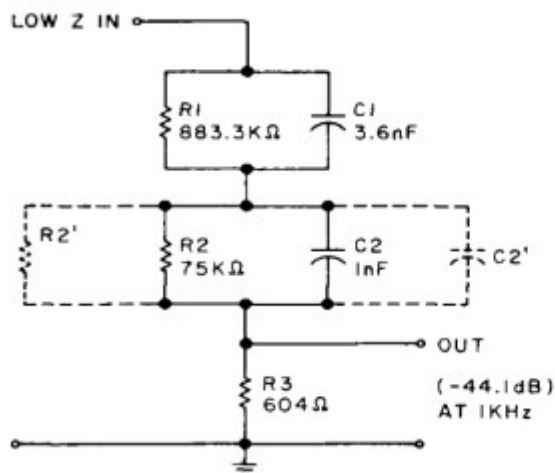


Figure 2 - Jung-Lipshitz Improved Network (From original TAA article)

This IRN is based upon the original 1971 Reg Williamson design but with the Jung-Lipshitz modifications as published in TAA in 1980, which improved the accuracy. The design includes a single sided PCB layout that can easily be etched at home by the DIY enthusiast. This project uses 0805 and 1206 SMD components and is designed for use with audio generators with Zout of 50 Ω or less for maximum accuracy. Included in this write up is a short discussion on practical RIAA EQ circuit testing using a square wave stimulus

Обратная сеть RIAA (IRN) позволяет напрямую тестировать соответствие RIAA-эквализации фонокорректора с помощью генератора сигналов, который охватывает расширенную звуковую полосу пропускания от 2 Гц до 100 кГц.

Эта IRN основана на оригинальной конструкции Рега Уильямсона 1971 года, но с модификациями Юнга-Липшица, опубликованными в TAA в 1980 году, что повысило точность. Конструкция включает одностороннюю печатную плату, которую может легко выпаять дома энтузиаст DIY. В этом проекте используются компоненты SMD 0805 и 1206, и он предназначен для использования с аудиогенераторами с Zout 50 Ом или менее для максимальной точности. В эту статью включено краткое обсуждение практического тестирования схемы эквализации RIAA с использованием прямоугольного импульса.

General Description Accurate Inverse RIAA Network (IRN) for testing frequency response conformity of RIAA Equalizer amplifiers. This design used SMD components arranged in parallel/series to improve the overall accuracy of the network using standard 1% or better components. The use of tighter tolerance components by the constructor will improve the accuracy further. Based upon the original Reg Williamson design published in TAA with Jung-Lipshitz modifications to improve accuracy. The IRN output is switchable between MM and MC modes

Response Conformity 20 Hz to 20 kHz

Using 0.5% tolerance components: Worst case 0.5%; typically 0.025% - see write-up for details

Required Generator Zsource

50 Ω; Use of 600 Ω Source impedance can degrade accuracy by a factor of 3 worst case – i.e. 1.5%

Output impedance

MM - ~600 Ω
MC - ~40 Ω

Max Input	10V pk ~ pk
Network Attenuation factor at 1 kHz	MM: ~500mV for 3 mV output = -44 dB
	MC: 1.1 V for 500 uV output = -68 dB

Общее описание Точная обратная RIAA-сеть (IRN) для тестирования соответствия частотной характеристики усилителей эквалайзера RIAA. В этой конструкции использованы компоненты SMD, расположенные параллельно/последовательно, для повышения общей точности сети с использованием стандартных компонентов с допуском 1% или выше. Использование конструктором компонентов с более жесткими допусками еще больше повысит точность. **Основано на оригинальной конструкции Рега Уильямсона, опубликованной в ТАА, с модификациями Юнга-Липшица для повышения точности.** Выход IRN переключается между режимами MM и MC

Соответствие отклика от 20 Гц до 20 кГц	При использовании компонентов с допуском 0,5%: в худшем случае 0,5%; обычно 0,025% — подробности см. в описании
Требуемый генератор Zsource	50 Ом; Использование импеданса источника 600 Ом может ухудшить точность в 3 раза в худшем случае, т. е. на 1,5%
Выходной импеданс	MM - ~600 Ом MC - ~40 Ом
Максимальный вход	10 В пик ~ пик
Коэф. затухания сети на частоте 1 кГц	MM: ~500 мВ для выходного сигнала 3 мВ = -44 дБ MC: 1,1 В для выходного сигнала 500 мкВ = -68 дБ

An alternative and more robust method in my view is to set the generator to square wave output. If you then monitor your RIAA EQ amplifier output with a scope, you should see the square wave accurately reproduced. If any overshoot or undershoot is present, the response of your RIAA amplifier does not conform to the RIAA standard. Additionally, a lot of important information about the response of the RIAA EQ beyond the standard audio range of 20 Hz to 20 kHz can be gleaned using this methodology.

Альтернативный и более надежный метод, на мой взгляд, заключается в настройке генератора на выход прямоугольной волны. Если вы затем проконтролируете выход усилителя RIAA EQ с помощью осциллографа, вы должны увидеть точно воспроизведенную прямоугольную волну. Если присутствует какой-либо выброс или провал, отклик вашего усилителя RIAA не соответствует стандарту RIAA. Кроме того, с помощью этой методологии можно почерпнуть много важной информации об отклике RIAA EQ за пределами стандартного звукового диапазона от 20 Гц до 20 кГц.

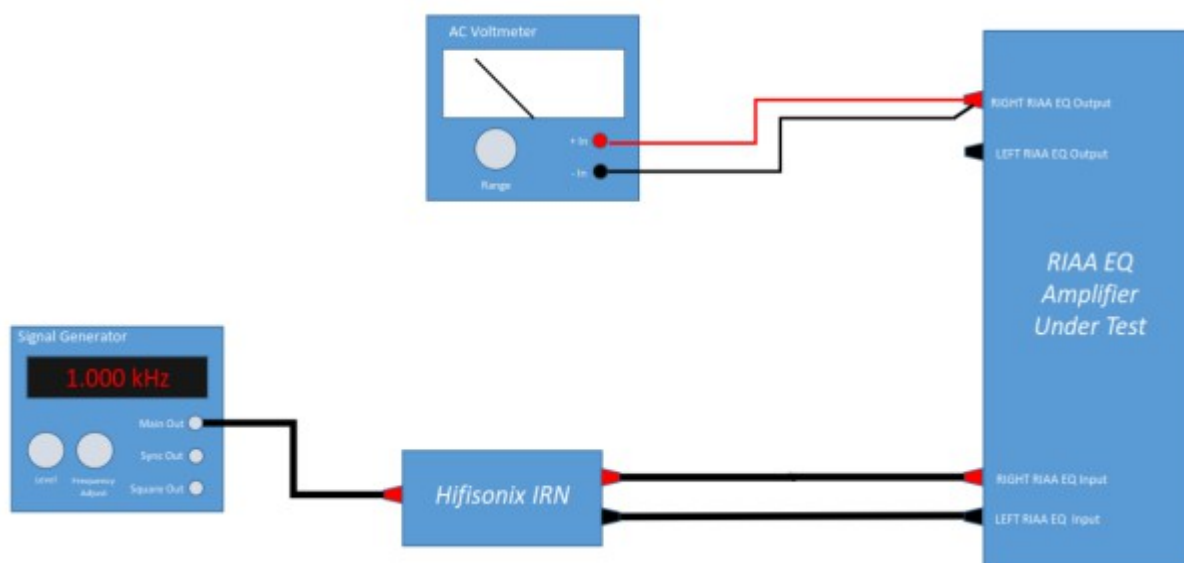


Figure 6 - Typical RIAA EQ Amplifier Sine Wave Excitation Test Setup

Примечание. Сигнал генератора подается на вход УК без каких либо дополнительных элементов (индуктивность, и др.)

Square Wave Testing

An alternative and more robust method in my view is to set the generator to square wave output. If you then monitor your RIAA EQ amplifier output with a scope, you should see the square wave accurately reproduced. If any overshoot or undershoot is present, the response of your RIAA amplifier does not conform to the RIAA standard. Additionally, a lot of important information about the response of the RIAA EQ beyond the standard audio range of 20 Hz to 20 kHz can be gleaned using this methodology

Тестирование прямоугольной волны

Альтернативный и более надежный метод, на мой взгляд, заключается в настройке генератора на выход прямоугольной волны. Если вы затем проконтролируете выход усилителя RIAA EQ с помощью осциллографа, вы должны увидеть точно воспроизведенную прямоугольную волну. Если присутствует какой-либо выброс или недостаток, отклик вашего усилителя RIAA не соответствует стандарту RIAA. Кроме того, с помощью этой методологии можно получить много важной информации об отклике RIAA EQ за пределами стандартного звукового диапазона от 20 Гц до 20 кГц.

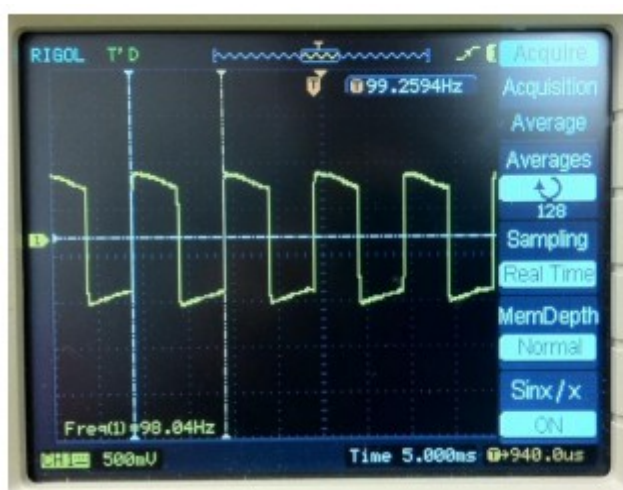


Figure 7 - 100 Hz Square Wave Response of RIAA EQ Phono Amp



Figure 8 - 1 kHz Square Wave Response of RIAA EQ Phono Amp

The two plots above cover 100 Hz and 1 kHz testing. The rise and fall slopes are accurately reproduced. (The 100 Hz testing waveform tops slope because of the large coupling caps used and are expected at LF). The waveforms shows no HF roll off, and that immediately implies that the RIAA phono amp under test conformity between 100 Hz, 1 kHz and up to 10 kHz is accurate. If the square wave harmonics were not replicated accurately there would be undershoot (gain drops off too rapidly vs the

required RIAA response) or overshoot (gain is greater than the required RIAA response). To reiterate, in the 100Hz and 1 kHz square wave tests, there should be no over or undershoot present – if there is, the RIAA EQ amp response is not accurate.

Два графика выше охватывают тестирование 100 Гц и 1 кГц. Наклоны подъема и спада точно воспроизведены. (Тестовая форма волны 100 Гц имеет наклон сверху из-за больших соединительных конденсаторов, которые, как ожидается, находятся на НЧ). Формы волн не показывают спада на ВЧ, и это сразу означает, что соответствие тестируемого усилителя-фонокорректора RIAA между 100 Гц, 1 кГц и до 10 кГц является точным. Если бы гармоники прямоугольной волны не были воспроизведены точно, то был бы провал (усиление падает слишком быстро по сравнению с требуемым откликом RIAA) или выброс (усиление больше требуемого отклика RIAA). Повторим, *в тестах прямоугольной волны 100 Гц и 1 кГц не должно быть провала или выброса — если он есть, то отклик усилителя эквалайзера RIAA неточен.*

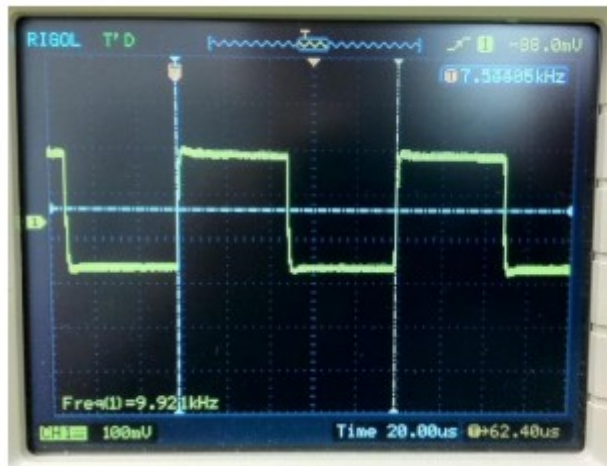


Figure 9- 10 kHz Square Wave Response of RIAA EQ Phono Amp

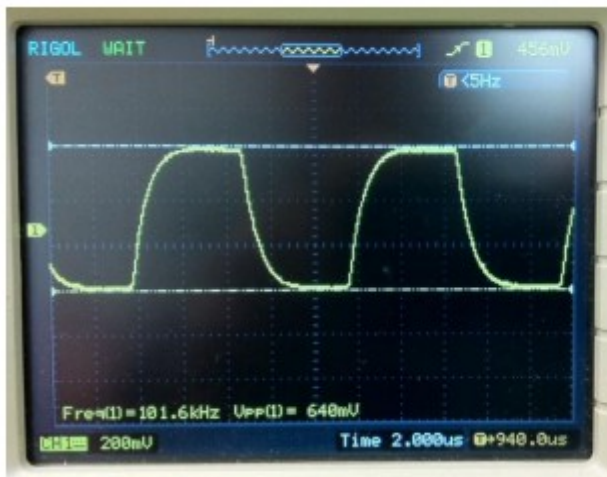


Figure 10 - 100 kHz Square Wave Response of RIAA EQ Phono Amp

In these scope shots, we see the response conformance at 10 kHz (upper shot) and then one at 100 kHz.

Looking at the performance at these frequencies tells the designer a lot about the response beyond the 20 kHz upper audio band limit. In the case of this phono amp design (a single NE5534 based active stage), the 10 kHz response is clean and accurately reproduced indicating good RIAA conformance well beyond 20 kHz. As is the case with the 100 Hz and 1 kHz square wave plots, any overshoot would be a sure indication that the phono amp gain was erring on the high side vs the RIAA requirement.

As a minimum requirement, a well designed RIAA EQ stage should reproduce a 10 kHz square wave input stimulus via the IRN with little or no under or overshoot. This would imply accurate reproduction of harmonics i.e. response conformity out to 50 kHz or so. Fig. 10 shows the response at 100 kHz. I have included this since at 100 kHz, you want to see the response start to roll off at this stage

indicating some bandwidth limiting.

На этих снимках осциллограммы мы видим соответствие отклика на частоте 10 кГц (верхний снимок), а затем один на частоте 100 кГц.

Рассмотрение производительности на этих частотах многое говорит разработчику об отклике за пределами верхнего предела звукового диапазона 20 кГц. В случае этой конструкции фоновкорректора (один активный каскад на основе NE5534) отклик на частоте 10 кГц чистый и точно воспроизведен, что указывает на хорошее соответствие RIAA далеко за пределами 20 кГц. Как и в случае с графиками прямоугольных волн 100 Гц и 1 кГц, любой выброс будет верным признаком того, что усиление фоновкорректора было ошибочным в сторону высокой по сравнению с требованиями RIAA.

Как минимальное требование, хорошо спроектированный каскад эквалайзера RIAA должен воспроизводить входной стимул прямоугольной волны 10 кГц через IRN с небольшим или нулевым недо- или перекосом. Это будет подразумевать точное воспроизведение гармоник, т. е. соответствие отклика до 50 кГц или около того. На рис. 10 показан отклик на частоте 100 кГц. Я включил это, поскольку на частоте 100 кГц вы хотите увидеть, как отклик начинает спадать на этом этапе, указывая на некоторое ограничение полосы пропускания.

References

Walt Jung and Stanley Lipshitz – A High Accuracy Inverse RIAA Network

Uwe Beis - Reverse RIAA Network

Andrew C Russell – RIAA Equalization Amplifiers

Douglas Self – Small Signal Audio Design – Chapters 7 and 8