

**Виртуальный прибор для измерения коммутационных искажений усилителей (Радиоаматор 2018-01)**  
**Virtual instrument for measuring switching distortion of amplifiers**

Для изучения коммутационных искажений был разработан следующий фильтр, рис. 5.  
 To study switching distortion, the following filter was developed, Fig. 5.

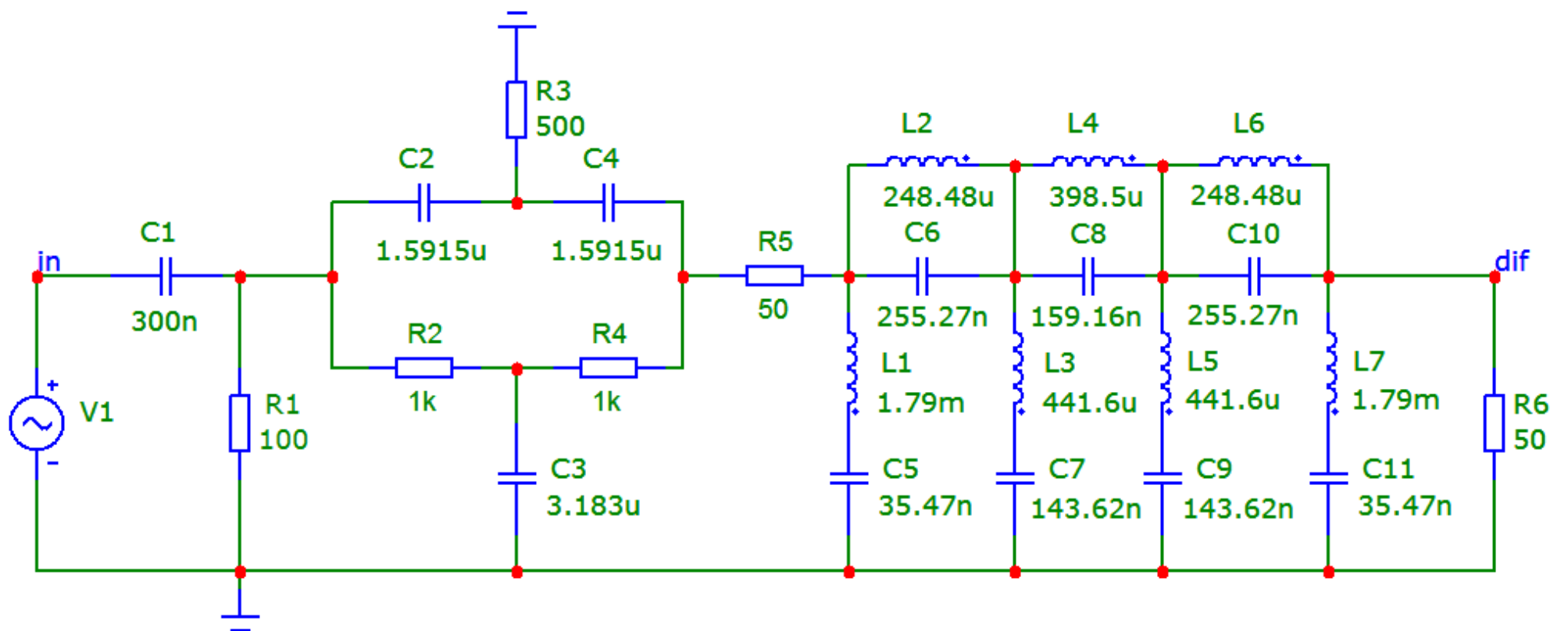


Fig. 5

Фильтр представляет собой последовательно включенные режсекторные фильтры на частоту 100 Гц и 20 кГц с выходом согласованным на 50 Ом. АЧХ такого фильтра представлена на рис. 6.

The filter is a serially-inserted notch filter at a frequency of 100 Hz and 20 kHz with an output matched by 50 Ω. The frequency response of such a filter is shown in Fig. 6.

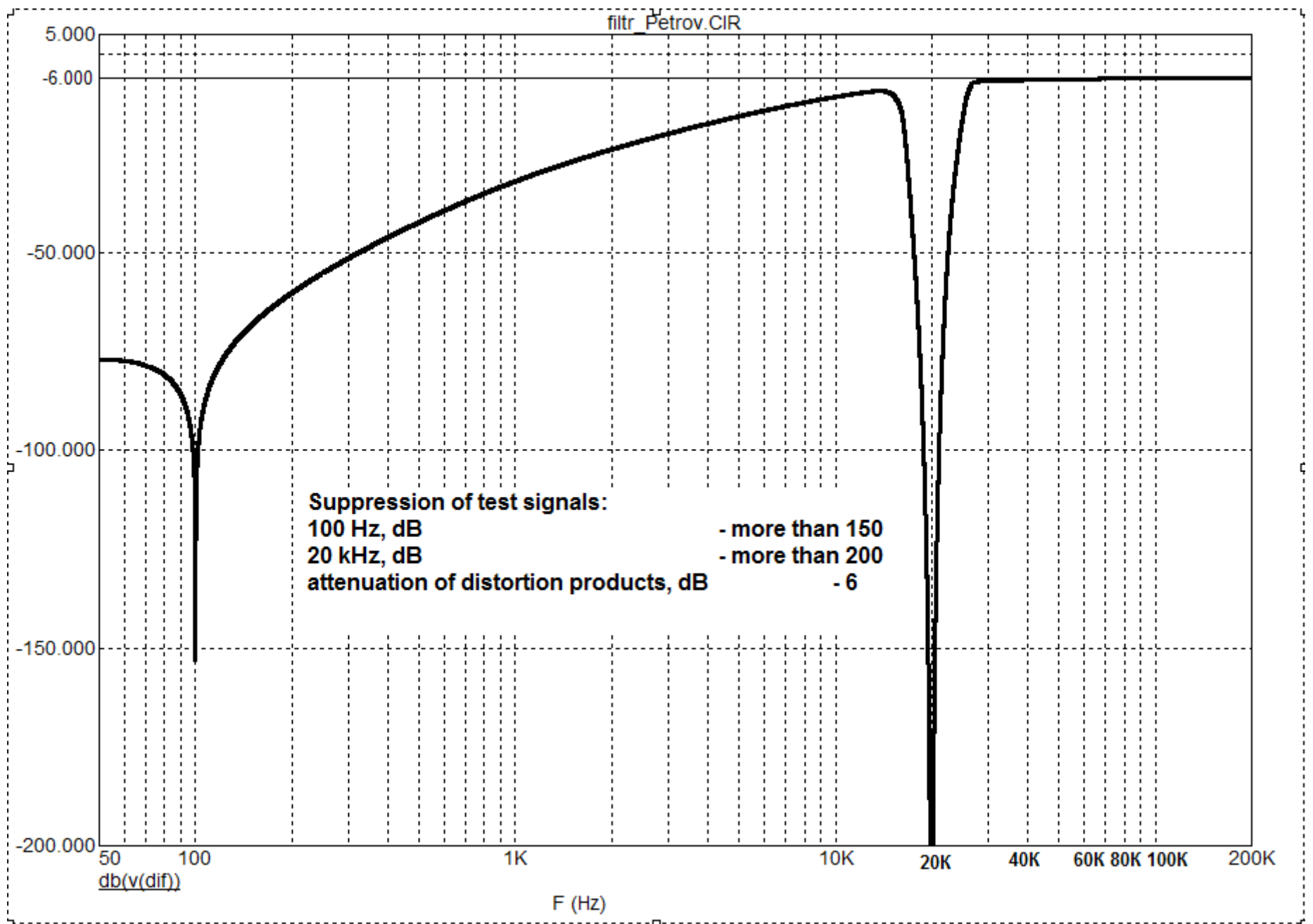


Fig. 6

Как видно из характеристики подавление тестового сигнала частотой 100 Гц более 150 дБ, и сигнала частотой 20 кГц более 200 дБ. АЧХ в полосе пропускания выше 28 кГц достаточно линейная с завалом 6 дБ (2 раза) за счет согласованной нагрузки. Это обстоятельство легко учесть используя при измерениях множитель 2. Таким образом все гармоники

тестового сигнала частотой 20 кГц пройдут на выход одинаково ослабленными на 6 дБ.

As can be seen from the characteristic, the suppression of a test signal with a frequency of 100 Hz is more than 150 dB, and a signal with a frequency of 20 kHz is more than 200 dB. The frequency response in the passband above 28 kHz is quite linear with a blockage of 6 dB (2 times) due to the coordinated load. This circumstance is easily taken into account using the multiplier 2 in measurements. Thus, all the harmonics of the test signal with a frequency of 20 kHz will pass to the output equally weakened by 6 dB.

Проведем тест фильтра по схеме рис. 7

We carry out the filter test according to the scheme in Fig. 7

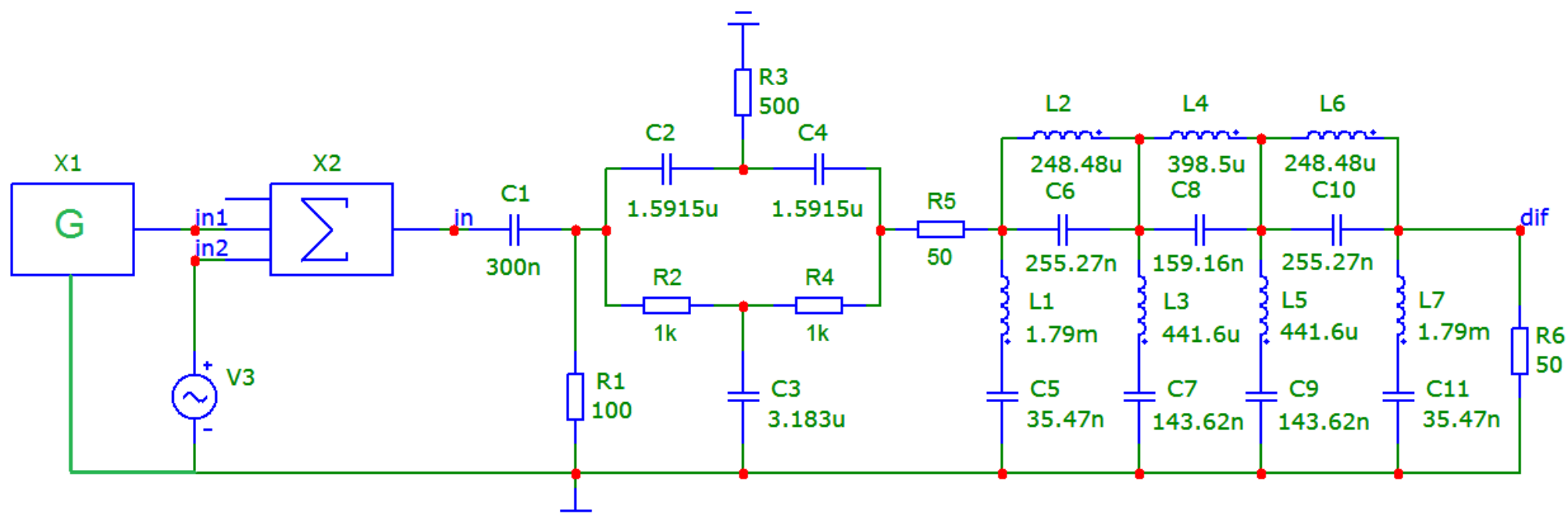


Fig. 7

Результат тестирования показан на рисунке 8

The test result is shown in Figure 8

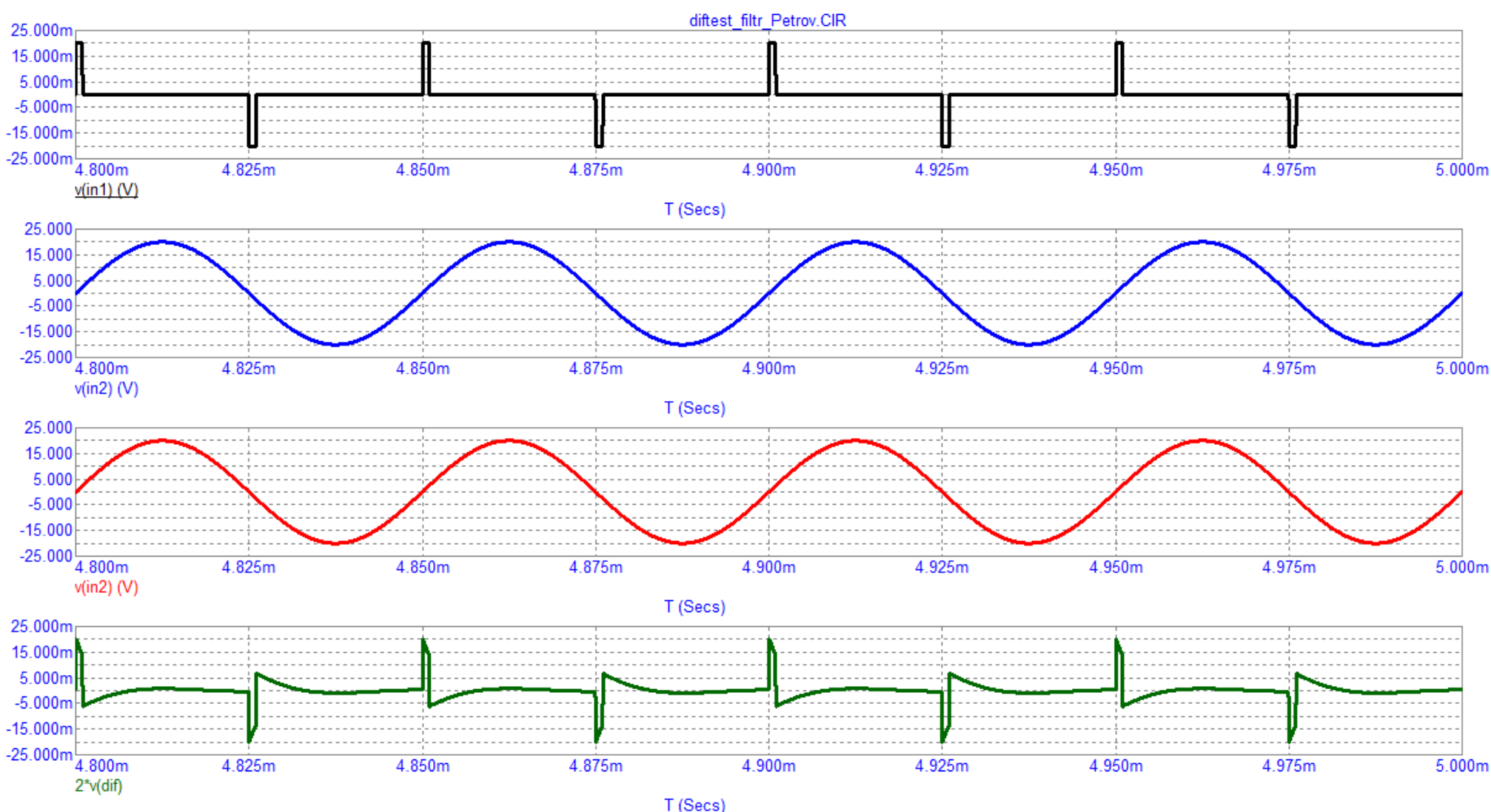


Fig. 8

Как видим даже такой сложный сигнал как импульсный выделился на выходе фильтра без потери амплитуды и с правильной привязкой по времени с небольшими дифференциальными искажениями формы характерными для фильтров ВЧ.

As you can see, even such a complex signal as a pulse signal was released at the output of the filter without loss of amplitude and with a correct time reference with small differential distortions of the shape characteristic for HF filters.

Проверим работу «приставки» на практике, например, для оценки искажений выходного каскада усилителя Dartzeel NHB-108, рис. 9. Пару слов об усилителе. Усилитель без общей ООС и состоит из двух независимых узлов: усилителя напряжения (УН) с ТОС и параллельного выходного каскада (ВК) без эмиттерных резисторов в выходных транзисторах. Ток покоя задают генераторы тока (ГСТ) в эмиттерах входных повторителей и с указанными на схеме номиналами составляет примерно 100 мА что соответствует классу АВ. Максимальный выходной ток зависит как от  $h_{21}$  выходных транзисторов, так и от тока этих ГСТ.

Let's check the work of the "console" in practice, for example, to estimate the distortion of the output stage of the Dartzeel NHB-108 amplifier, Fig. 9. A few words about the amplifier. An amplifier without a common FB and consists of two independent nodes: a voltage amplifier (VAS) with a CFB and a parallel output stage (OPS) without emitter resistors in the output transistors. The quiescent current is set by the current generators in the emitters of the input followers and with the nominal values indicated on the circuit is about 100 mA that corresponds to the class AB. The maximum output current depends on both the h21 output transistors and the current of these current generators.

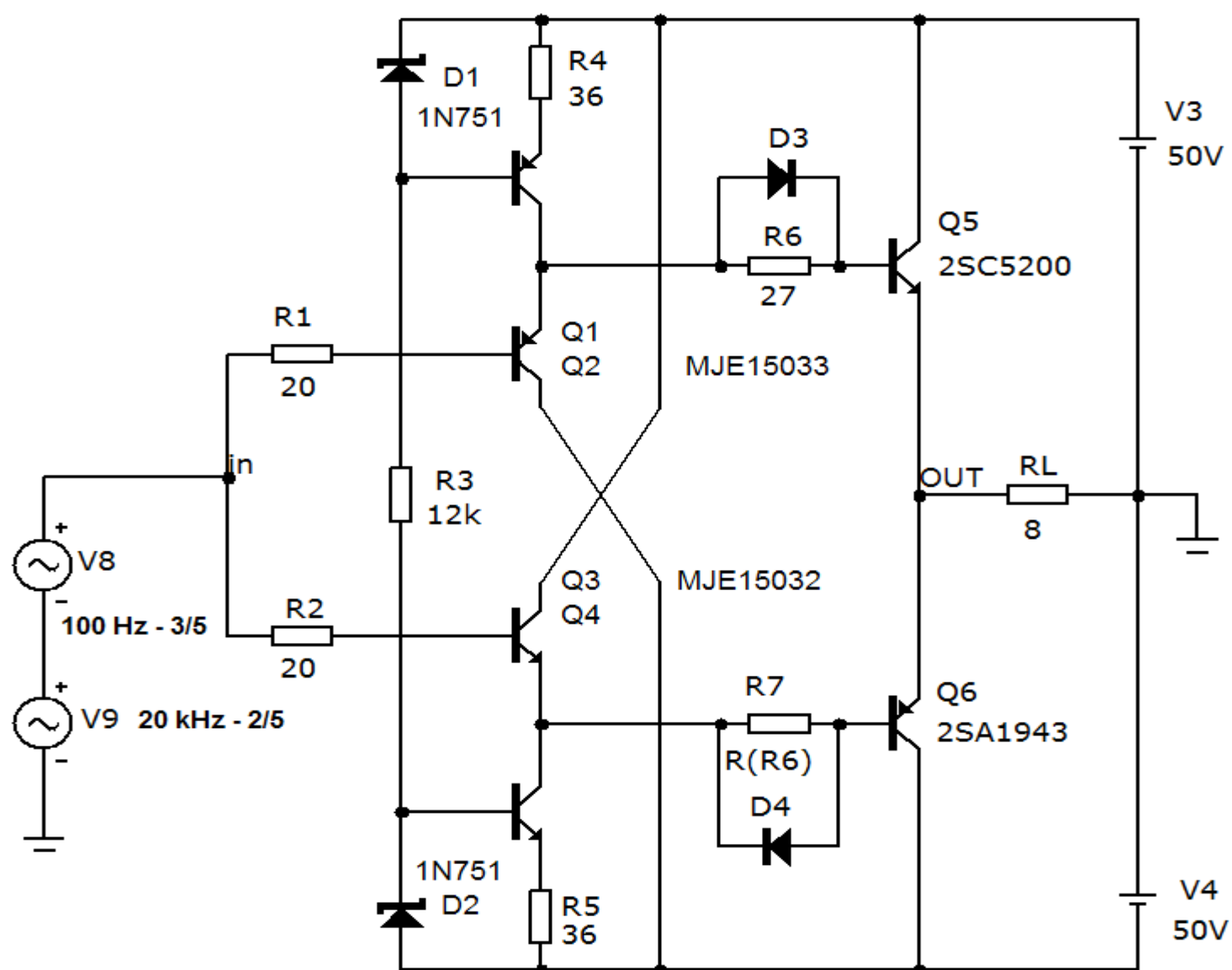


Fig. 9

Результат анализа Analysis/Transient в программе микрокап при использовании тестовых сигналов 100 Гц и 20 кГц показал следующее, рис. 10

The Analysis / Transient analysis result in the microcup program using the 100 Hz and 20 kHz test signals showed the following, Fig. 10

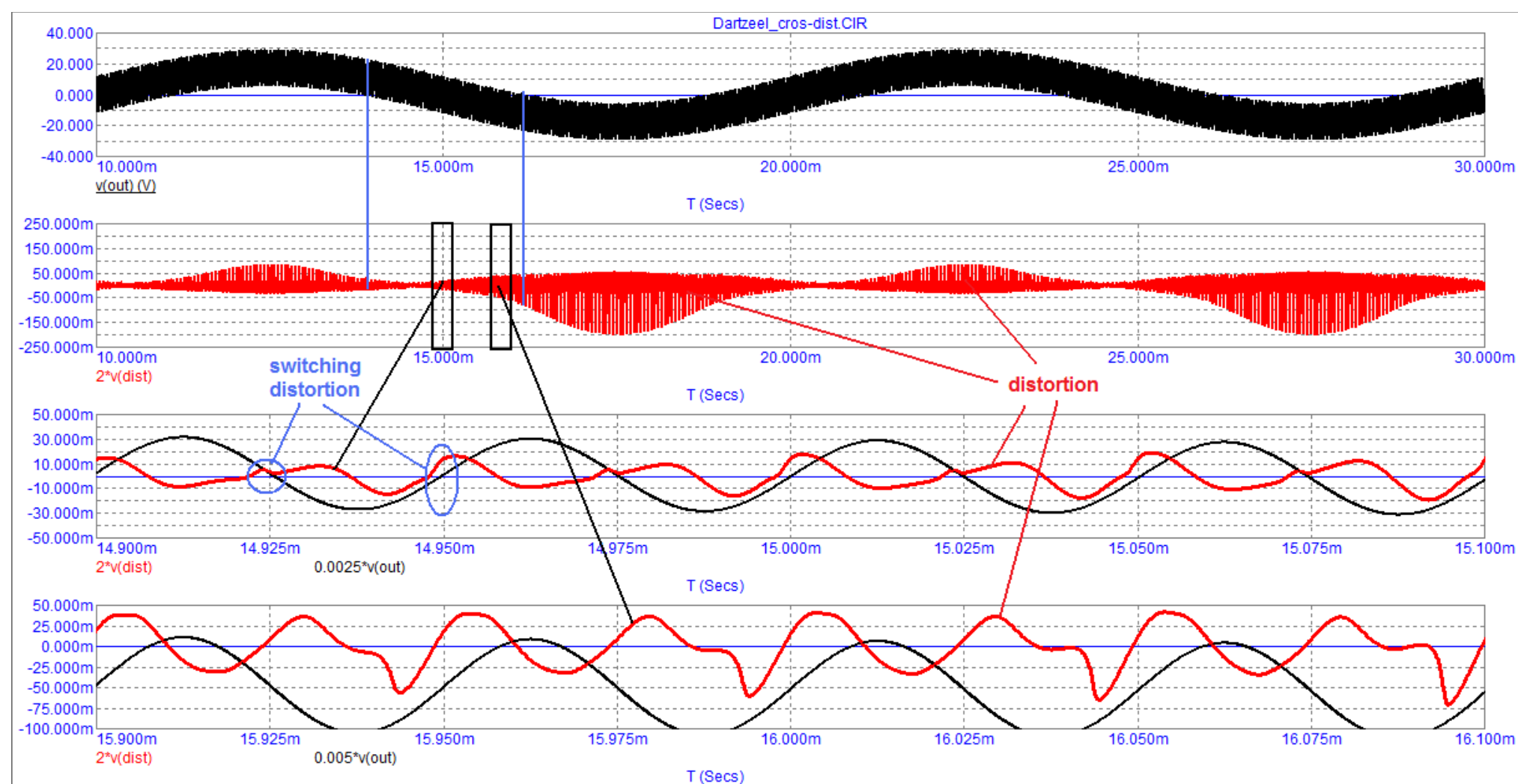


Fig. 10

*Коммутационные искажения при переходе через ноль (третья осциллограмма) не носят явно выраженный резкий характер благодаря отсутствию эмиттерных резисторов. Небольшая горбинка в момент времени 14,925 мс, а также перегиб в момент времени 14,950 мс далее повторяются через 50 мкс. Общий уровень достигает 15 мВ при амплитуде 30 В (пик) что составляет 0,05%. В то же время на отрицательной полуволне в период времени с 17 до 18 мс имеют место максимальные искажения достигающие 250 мВ (пик), что соответствует уровню искажений до 0,83%.*

Commutation distortions in the transition through zero (the third oscillogram) are not clearly pronounced sharp character due to the absence of emitter resistors. A small hump at the time point of 14.925 ms, as well as an inflection at a time point of 14.950 ms, is repeated after 50  $\mu$ s. The overall level reaches 15 mV at an amplitude of 30 V (peak) which is 0.05%. At the same time, at the negative half-wave in the time period from 17 to 18 ms, maximum distortions reaching 250 mV (peak) occur, which corresponds to a distortion level of up to 0.83%.

Этот фильтр можно использовать для изучения не только коммутационных искажений усилителей звуковой частоты, но и просто продуктов искажений как дополнительный виртуальный прибор. Надеюсь разработчики аудиоусилителей по достоинству оценят эту «приставку».

This filter can be used to study not only switching distortion of audio amplifiers, but also distortion products as an additional virtual device. I hope the developers of audio amplifiers will appreciate this "device".

Литература:

Literature:

1. С.Рубальский, Транзисторная альтернатива ламповому одноклап, Радиолюбби 2014\_05-04
2. John Atkinson, darTZeel NHB-108 Model One power amplifier Measurements, <https://www.stereophile.com/content/dartzeel-nhb-108-model-one-power-amplifier-measurements#OiVvoicullooBQGq.97>

Best regards

Alexander Petrov

23 november 2017