

Искажения RC-цепи

в дополнение к <http://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=61505&page=145>

Прделаем простой эксперимент с RC-цепью, рис. 1

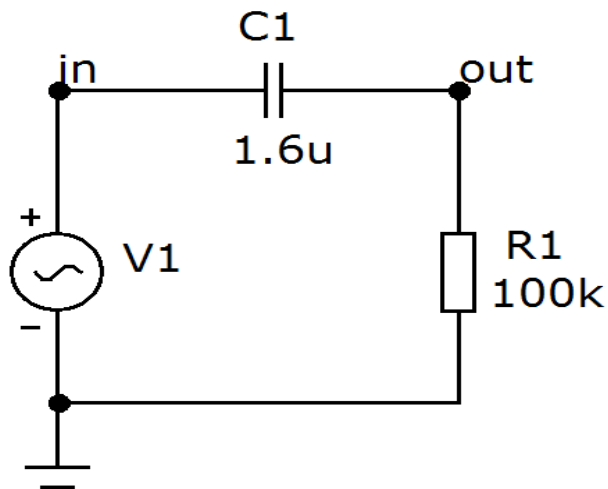


Рис. 1.

На рисунке 1 показан ВЧ-фильтр первого порядка с частотой среза 1 Гц, в 20 раз меньше нижней частоты звукового диапазона. Посмотрим как передается таким фильтром сигнал частотой 20 Гц на выход RC-цепи, рис. 2.

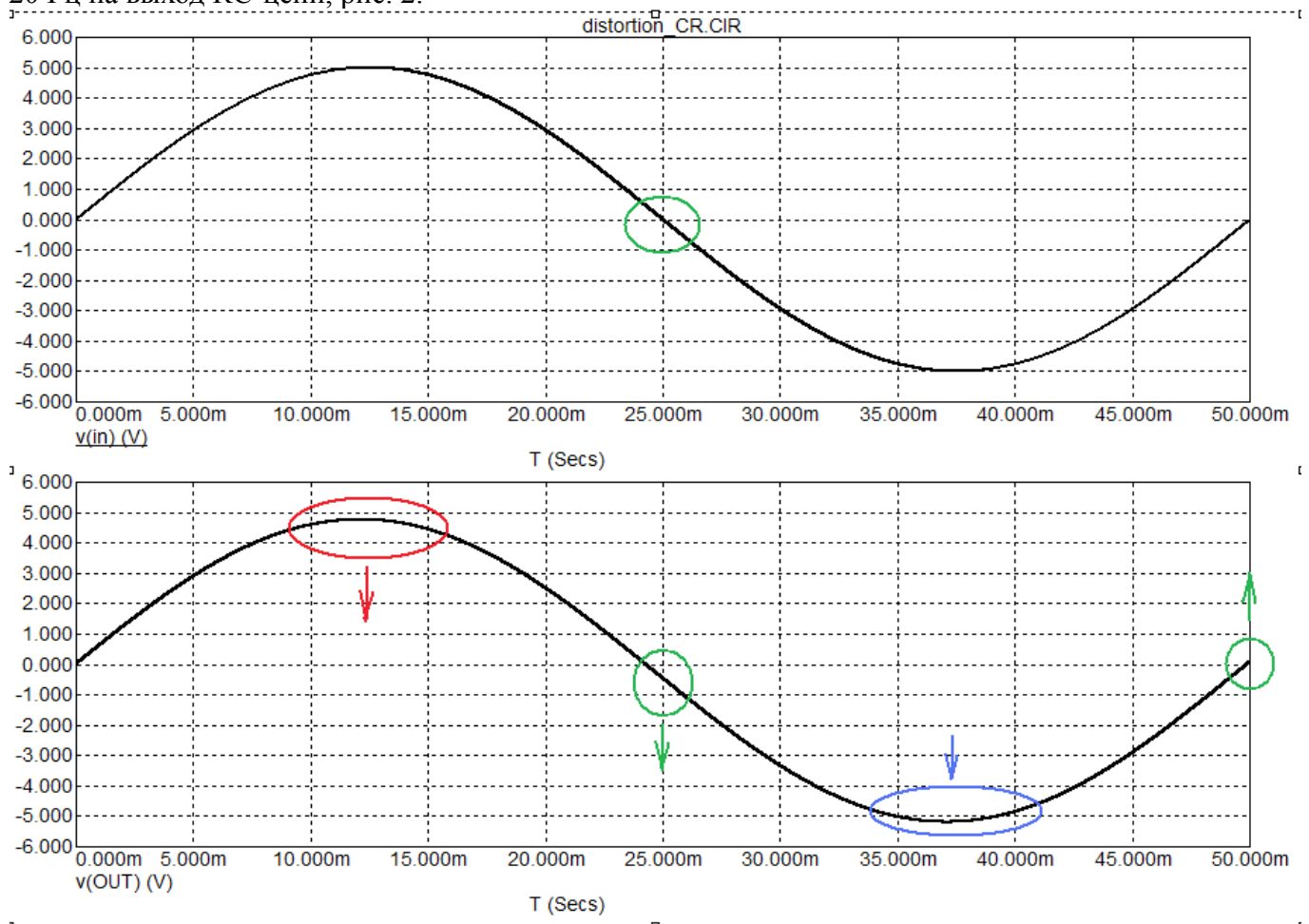


Рис. 2. Амплитудные искажения первого периода сигнала частотой 20 Гц

На рисунке 2 отчетливо видны явно выраженные квадратичные искажения: верхняя полуволна приплюснута, а нижняя вытянута вниз, смещен и переход синусоиды через ноль, хотя

окончание синусоиды еле заметно задержано на доли мс, так называемое ГВЗ. Посмотрим как это будет выглядеть в виде спектра гармоник, рис. 3.

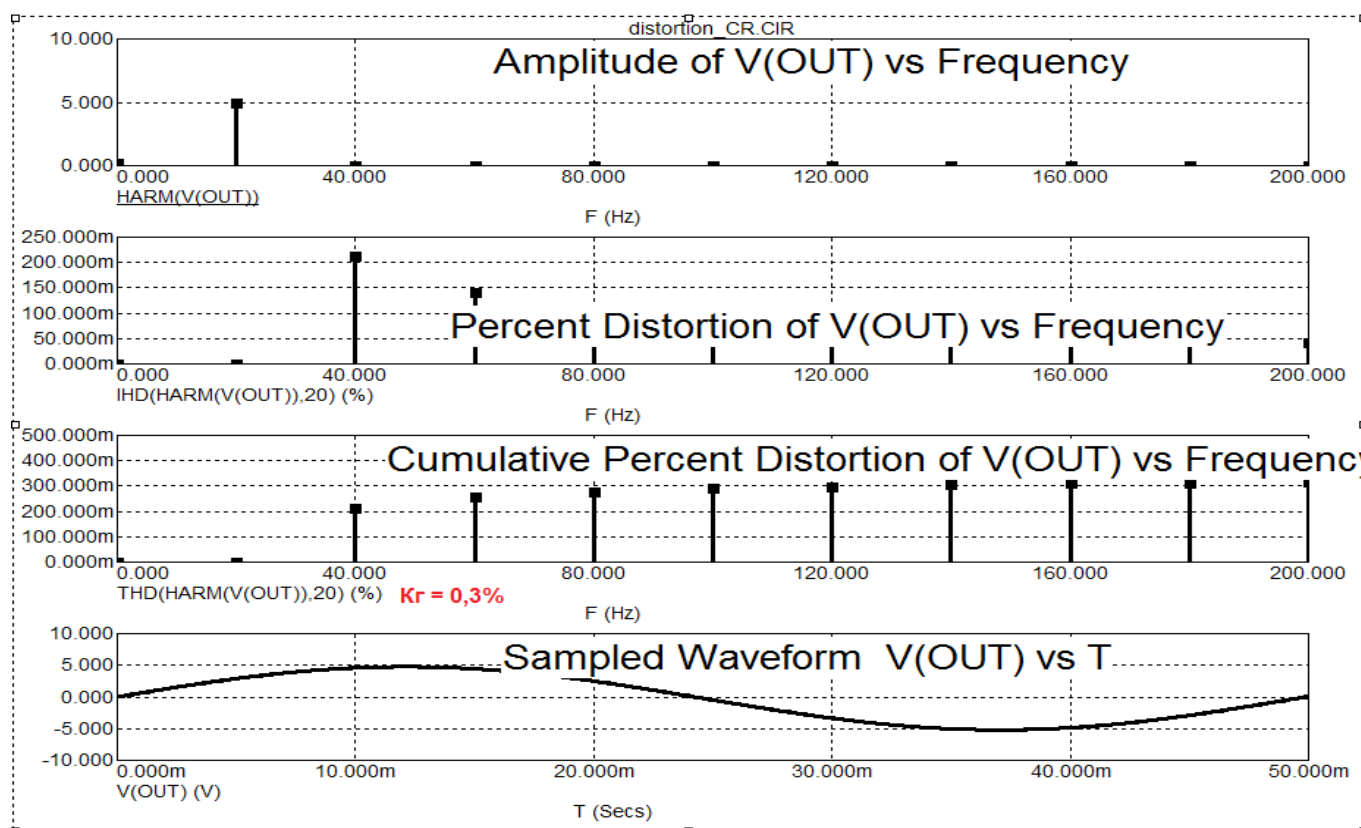


Рис. 3. Нелинейные искажения RC-цепи на первом периоде

На рисунке 3 отчетливо видно что на первом периоде фильтром ВЧ первого порядка с частотой среза 1 Гц на частоте 20 Гц вносятся искажения 0,3% со спадающим спектром. При этом вторая гармоника имеет уровень 0,22%. Если измерить искажения самого генератора на первом периоде, то мы не обнаружим никаких искажений. Если измерить искажения не на первом, а например на 10-м периоде, то вносимые RC-цепью искажения будут более чем на порядок ниже.

Чем выше будет частота среза, тем выше будут и искажения на нижней частоте звукового диапазона 20 Гц.

Для большей наглядности ГВЗ и вносимых искажений обратимся к передаче пачки сигнала типа бурст через фильтр ВЧ [<http://www.vegalab.ru/content/view/216/56/>], рис. 4. ((Групповое Время Задержки (ГВЗ или Group Delay) Н.Мухамедзянов)

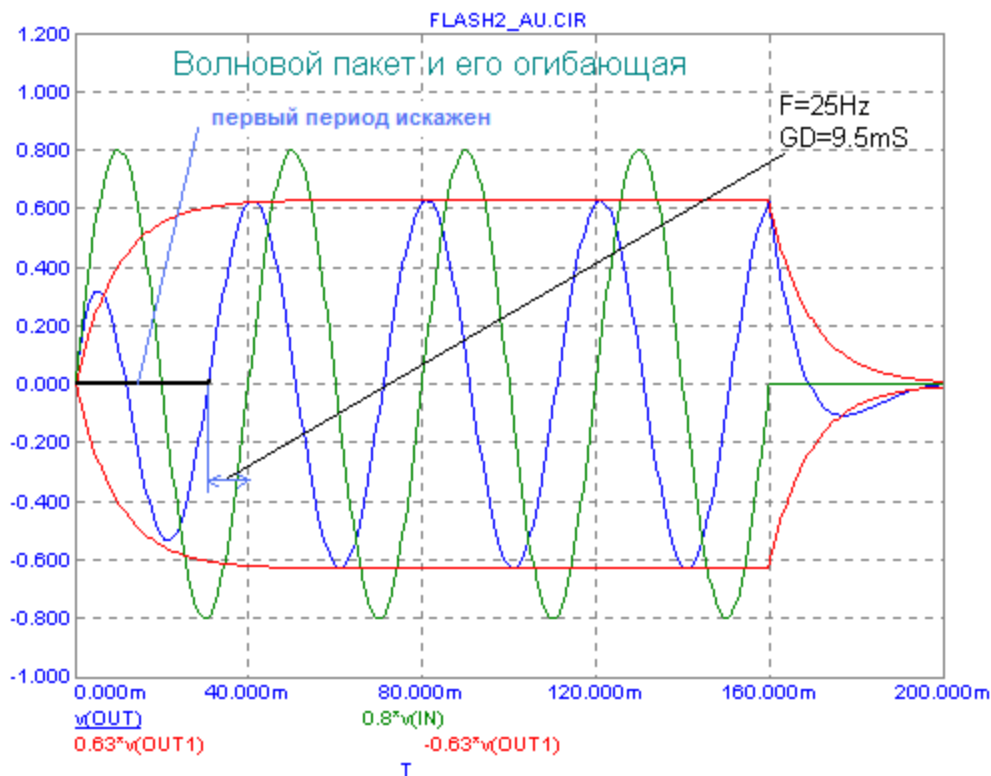


Рис. 4

На рисунке 4 четко видны искажения формы выходного сигнала (синяя кривая, зеленая — входной сигнал) первого периода как по длительности полуволн, так и по их амплитуде, а это не что иное как нелинейные искажения. На последующих периодах (в установившемся режиме) мы видим в большей степени линейные искажения — опережение по фазе и уменьшение амплитуды. **При этом возникает кажущийся парадокс: опережение сигнала по фазе и в тоже время задержка сигнала во времени.** На монотонном сигнале нелинейные искажения имеют место на первых периодах сигнала, а далее плавно переходят в линейные. По окончании монотонного сигнала также возникает затухающий переходной процесс которого нет в исходном сигнале. А теперь представим себе что после первого периода скачком меняется амплитуда сигнала и частота причем с разрывом фазы. Можно представить себе как при этом будет корежиться выходной сигнал, аналогично первому периоду. Для разных частот разное ГВЗ, разные задержки сигнала. Надеюсь это понятно и без дальнейших рассуждений... А музыкальный сигнал именно так себя и ведет. Отсюда «золотоухие» и слышат разницу с конденсатором и без.

С уважением,
Александр Петров

<http://www.vegalab.ru/content/view/216/56/>

Групповое Время Задержки (ГВЗ или Group Delay)
Н.Мухамедзянов

пара цитат из статьи:

В случае же электроакустического тракта, имеющего различное ГВЗ на различных частотах (а это чаще всего имеет место в жизни), произойдет искажение формы нестационарного или негармонического сигнала из-за явления, называемого дисперсией - все гармоники такого сигнала будут задержаны на различное время, в отличие от стационарного гармонического сигнала, для которого понятие ГВЗ, вообще-то говоря, неприменимо. Для него мы просто будем иметь на выходе ту же синусоиду, но сдвинутую по фазе относительно входного сигнала.

Рассмотрение графиков для многих прояснит кажущееся противоречие между положительным фазовым сдвигом сигнала (на опережение) и нарастающей ГВЗ (отставание) по мере уменьшения

частоты. Все просто - фазовый сдвиг относится к частоте заполнения сигнала ToneBurst, а ГВЗ - описывает задержку огибающей сигнала. Таким образом, строя акустическую систему с меньшим ГВЗ, мы автоматически улучшаем характер переходных процессов в АС на НЧ. Наглядно видно, что АС с более низкой частотой среза вносит гораздо меньшую "деформацию" в атаку сигнала, да и в его уровень...