

<http://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=79673&p=2394467&viewfull=1#post2394467>

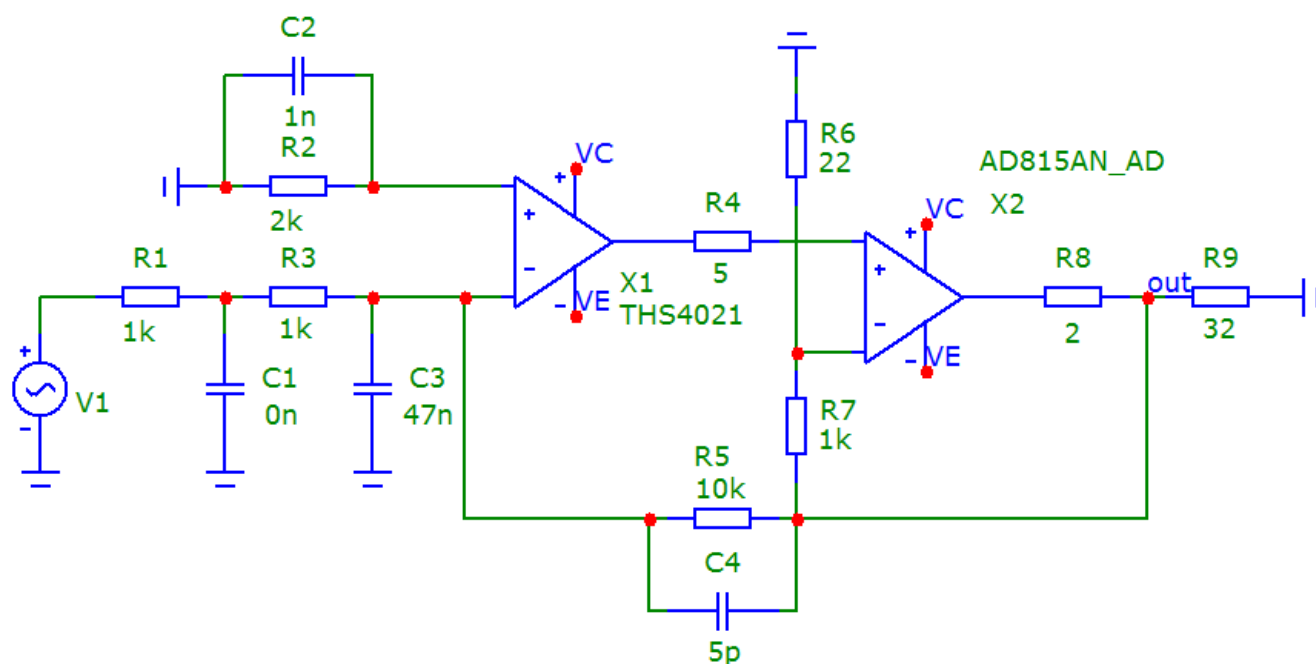
BesPav

предмет обсуждения - глубокоООСные усилители, так называемые "компози́ты", состоящие из первого малосигнального/маломощного ОУ и второго сильноточного ОУ

Основные недостатки подобных схем:

1. Сравнительно большой уровень шума на выходе, первый ОУ работает со своим полным усилением на НЧ и все его входные шумы усилены в A_{ol} раз. ВНИМАНИЕ, не все SPICE-модели ОУ корректно воспроизводят даташитные графики шума.
2. Очень плохие последствия при перегрузке.
3. Необходимость плотного монтажа, частота единичного усиления порядка 20-30 МГц и сантиметры проводников уже вносят заметную задержку фазы на частоте замыкания характеристики.

Набрана одна из предлагаемых схем на которую есть модели ОУ



<http://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=79673&p=2500088&viewfull=1#post2500088>

BesPav

Сообщение от **EDDiE**

Как Вам звук этого ушника?

Эдуард, добрый день!

Тут сложный вопрос. С одной стороны получившийся результат очень порадовал. Весь ушник вместе с конденсаторами питания получается по площади сравним с отпечатком большого пальца. Вход дифференциальный, КУ~2-4 и преимущественно ограничен напряжением питания буфера, выходной пик-ту-пик без целенаправленного разгона будет около 20 Вольт, ток покоя ~18-20 мА, ограничение на выходе > 300 мА (надо думать, что мозги через ноздри к этому моменту уже выдавило). Стабилизация питания не требуется, достаточно простого CRC. Формальных параметров, по даташитам - 60 дБ в петле на 20 кГц и искажения выходного буфера порядка -50-60 дБ (в зависимости от выходного уровня) на 100 кГц.

Измерять что-то, кроме наличия возбуда и адекватного соответствия переходной характеристики результатам моделирования, считаю бессмысленным.

Звучание ясное, светлое, без намека на жесткость в ВЧ-диапазоне, на некоторых наушниках неожиданно прорезается обычно несвойственный им басок.

С другой стороны, несмотря на технологическую пропасть, нет решающего и однозначного прорыва в звучании супротив Беты22 и Динахи.

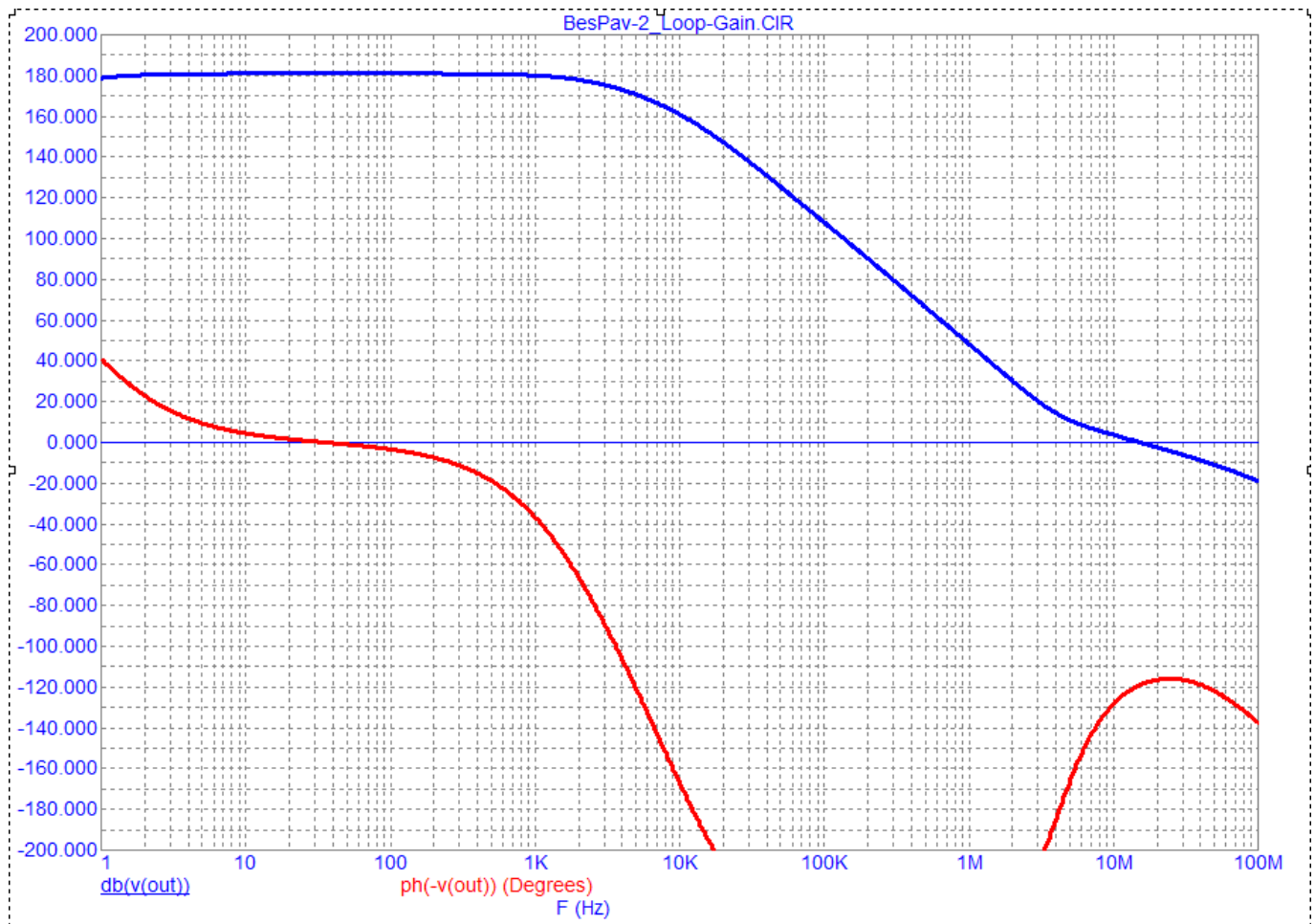
И если отрыв от привычных АБ-шников с дискретным умоощнением ОУ еще можно объяснить лучшим удержанием режима ВК при его интегральном исполнении, то вполне уверенная

конкуренция А-шных ушников "старой школы" может говорить о достигнутом пределе восприятия.

Ну и вопрос с влиянием на звучание конденсаторов питания ВК и собственно ОУ точно так же остается нерешенным.

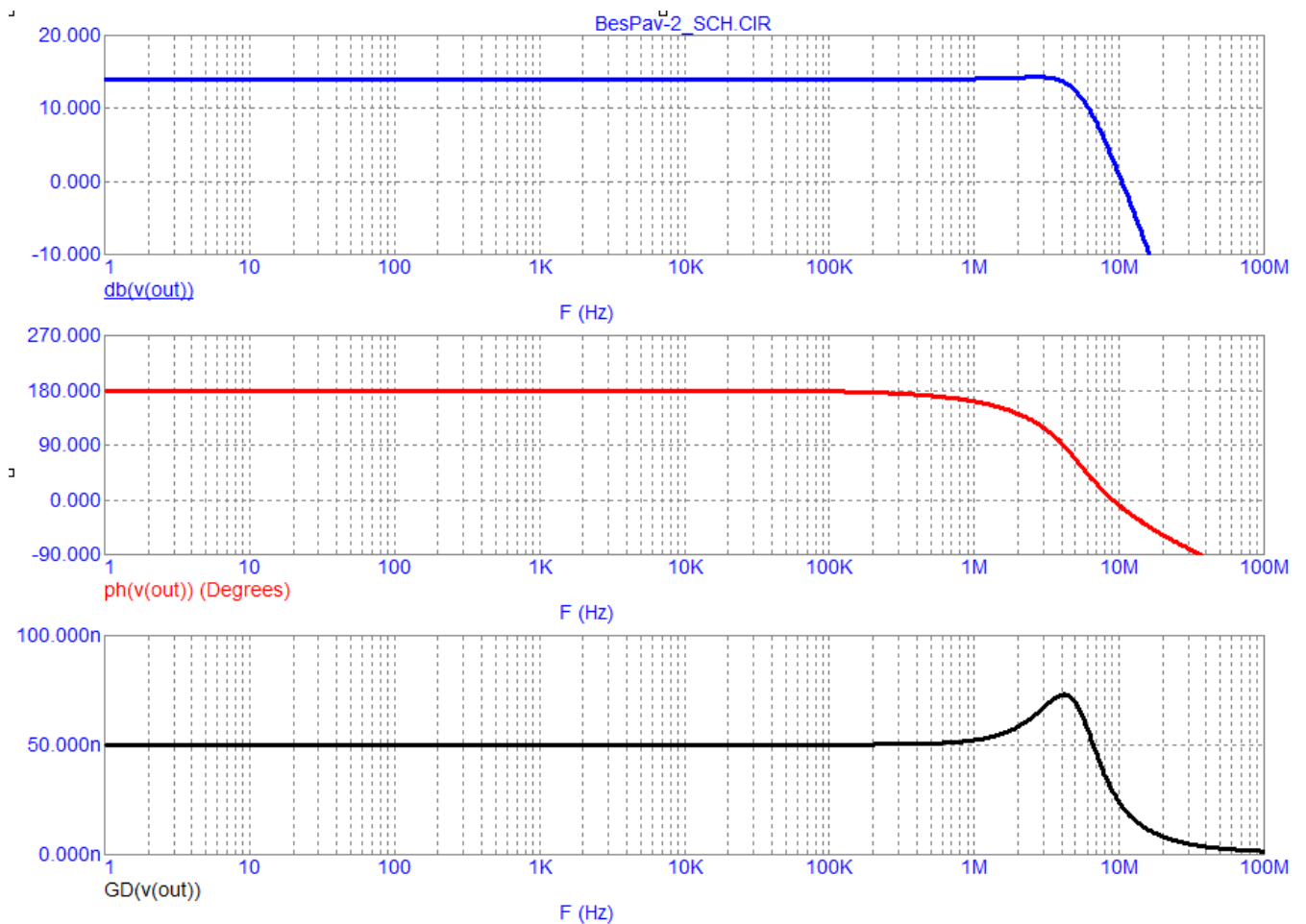
Рвать рубаху на груди и впаривать доверчивым/внушаемым особям платки по сходной цене интереса не имеется, соответственно результаты скорее инженерно-практические, нежели аудиофильские.

Попробуем разобраться в чем же дело



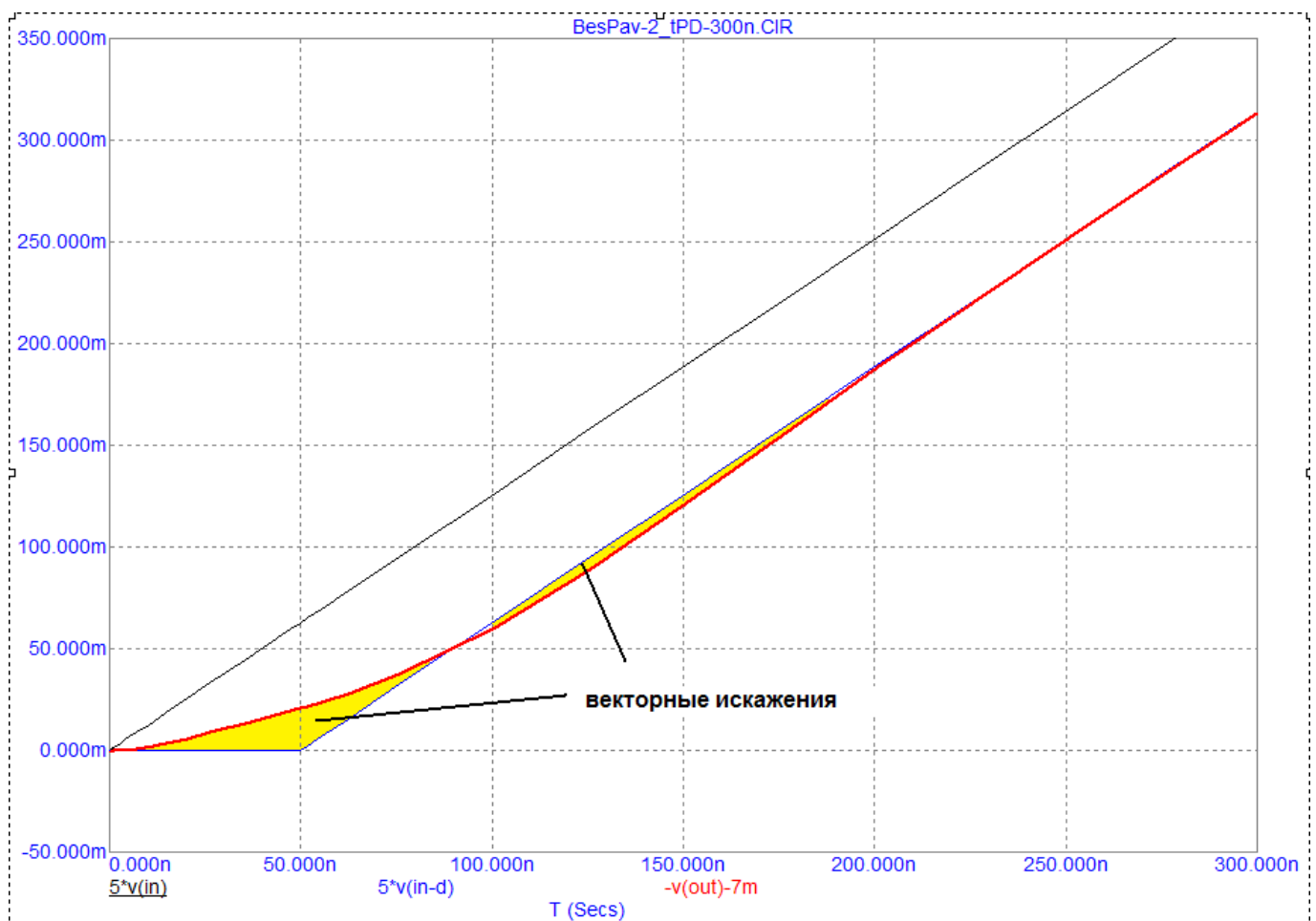
Судя по графику петлевого усиления только на частоте 20 кГц получается глубина ООС около 150 дБ! Но первый полюс чуть выше 1 кГц и фаза петлевого в звуковом диапазоне крутится со страшной силой

Посмотрим каково время задержки прохождения сигнала t_{PD}



Благодаря УПТ время задержки во всем звуковом диапазоне постоянно и равно 50 нс. В районе 4 МГц имеет место выброс ГВЗ до 70 нс.

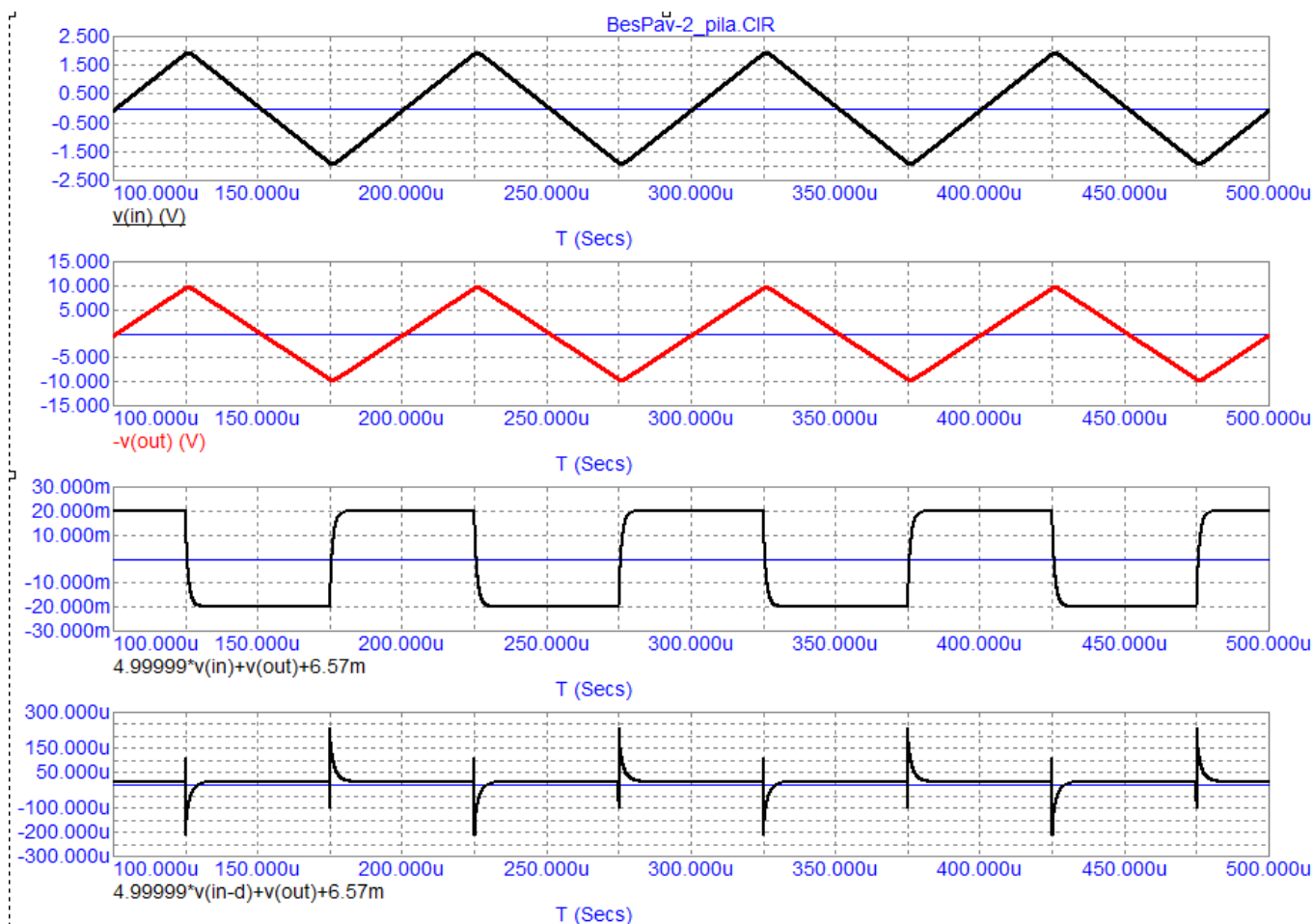
Посмотрим как это сказывается на векторных искажениях



Выброс ГВЗ дает небольшой «перелет» выходного напряжения по сравнению с референсным сигналом (входной сигнал приведенный по уровню к выходному и задержанный на время t_{PD}).

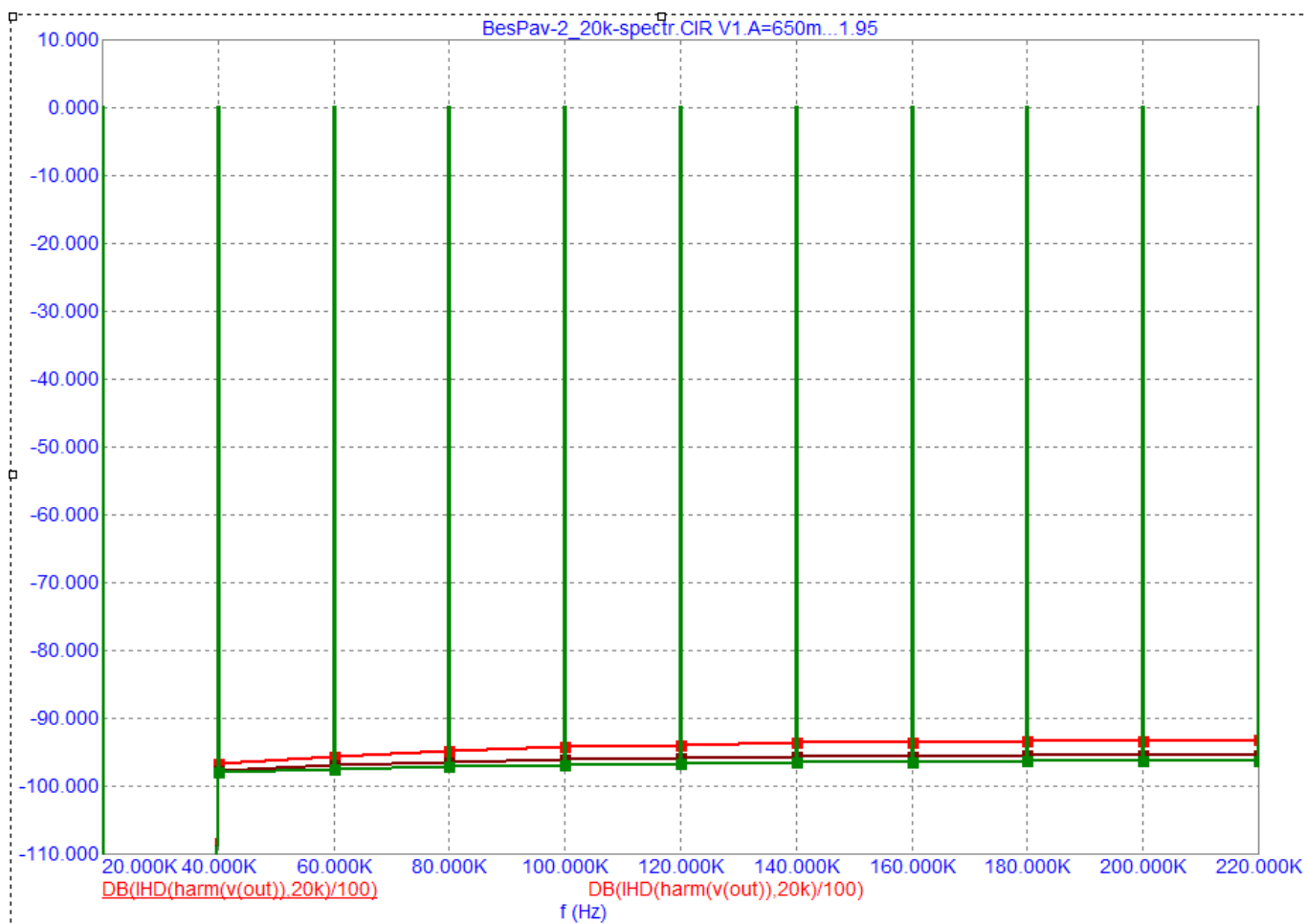
Для $K_u=5$ время задержки прохождения сигнала равно 50 нс, если его привести к единичному усилению то получим 10 нс, что на мой взгляд многовато. В хороших УМЗЧ при $K_u=30$ время задержки прохождения сигнала не превышает 30 нс.

Посмотрим как векторные искажения проявляются на пилообразном сигнале



Входной сигнал частотой 10 кГц предварительно пропущен через фильтр НЧ с частотой среза 160 кГц. Векторные искажения возникают на вершинах пилообразного напряжения и представляют собой выбросы напряжения до 0,2 мВ (нижняя осциллограмма). Если говорить о пиковом напряжении сигнала, то это немного: 0,002%. Но беда в том что этот вид искажений не зависит от амплитуды сигнала, а только от изменения вектора напряжения. Точно такой же уровень искажений может возникнуть и на малом сигнале вблизи нуля, а это будет уже совсем другой процент.

Посмотрим каков спектр искажений сигнала частотой 20 кГц



Уровень высших гармоник находится примерно на уровне минус 95 дБ или примерно те же 0,002% что уровень векторных искажений на пилообразном сигнале.

Если учесть что в соответствии с психоакустикой человеческий слух обладает логарифмической зависимостью и способен воспринимать сигналы в динамическом диапазоне 120 дБ, то для референсного усиления сигналов и динамический диапазон усилителя должен быть не уже 120 дБ

Несмотря на достаточно глубокую ООС адекватного снижения искажений не достигнуто. Для получения эффекта ФЧХ усилителя должна быть линейной до охвата ООС в диапазоне звуковых частот, т. е. первый полюс должен быть не ниже 200 кГц, что на сегодня пока трудно реализуемо.

Краткий анализ провел

Петров Александр