

完全対称プリを用いて、トランスインピーダンス・アンプをVGA化する

05.06.28 kephis@nifty.com

知人が、完全対称回路をI/V（トランスインピーダンス）につかおうと、うまく動かない、ということを書いてきた。基本的には動くはずだが、コツが必要である。以前に書いた「トランスインピーダンス・アンプの解析」およびその参考文献を読んでいただければわかるが、トランスインピーダンス・アンプは、周波数帯域幅は使用するアンプのGB積の平方根に比例する、など、通常のアンプとは全く異なる増幅形態を持っている。

【基本的アンプのシミュレーション実験】

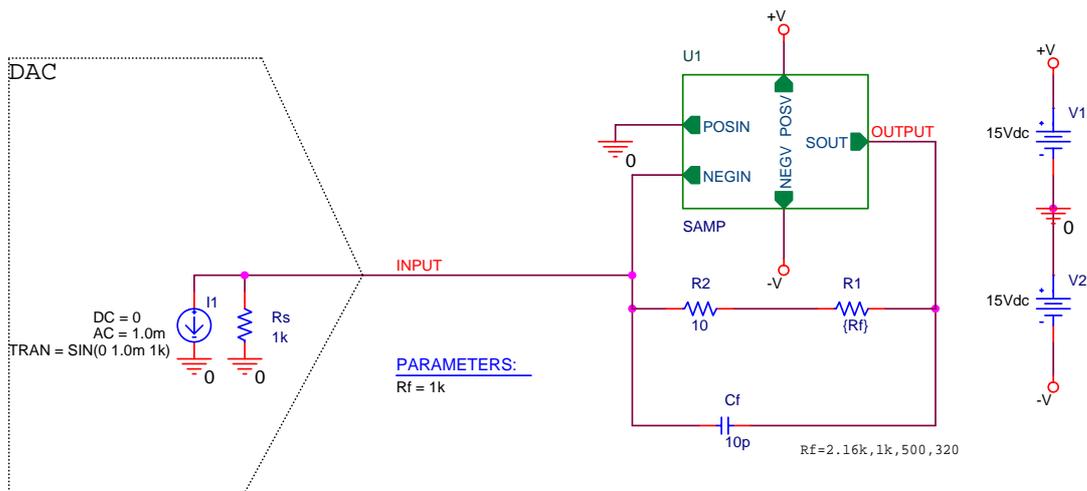


図 1 全体回路図

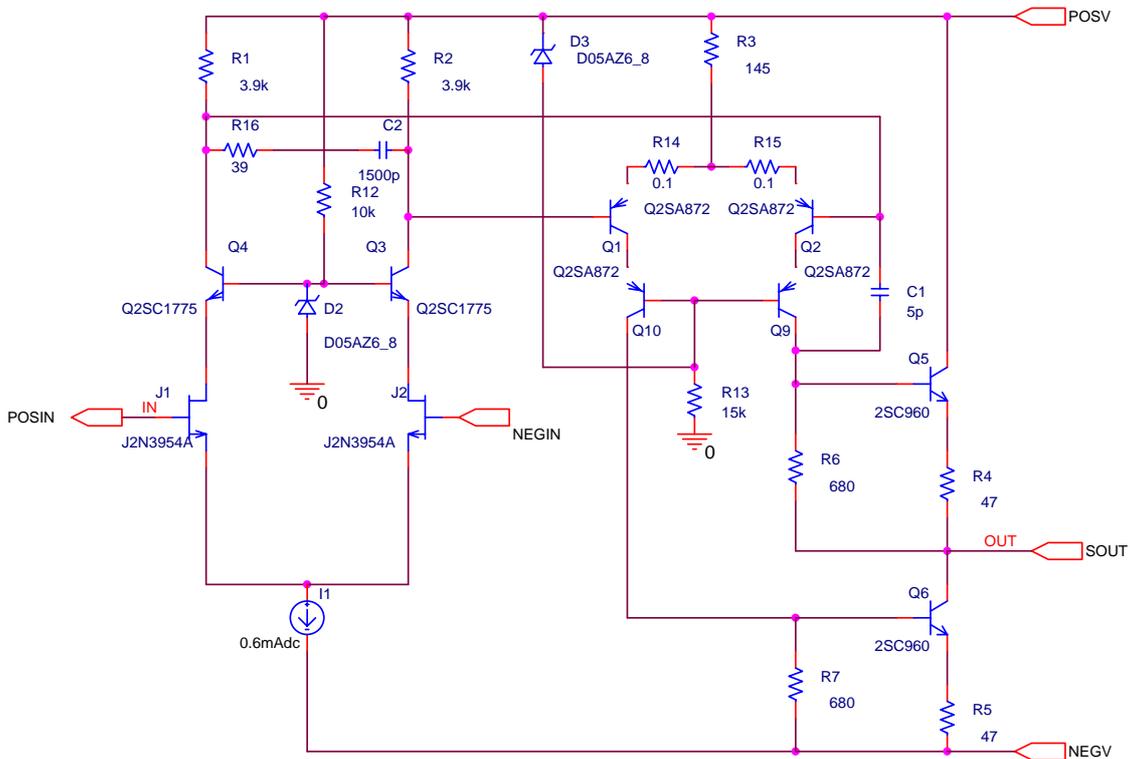


図 2 アンプの回路図

図2のアンプで図1の接続をしたときの周波数特性をシミュレートしたのが図3である。

図2をみていただければわかるとおもうが、基本的な完全対称回路。2段目差動のエミッタには0.1が入っているが、これはあらかじめ小さい抵抗を入れておいて、後に大きくするなど特性がどう変わるかをみるためのものである。0.1くらいであると、あまり大きな特性に影響しない、つまりほぼ0と考えてよい。

図3は図1のRfを2.16k~320と変化させたシミュレーションである。なんと周波数特性がよいことか。ステップ位相補正を510pFを入れても、帯域が数MHzある。伸びすぎの感がある。高域に若干のピークもある。

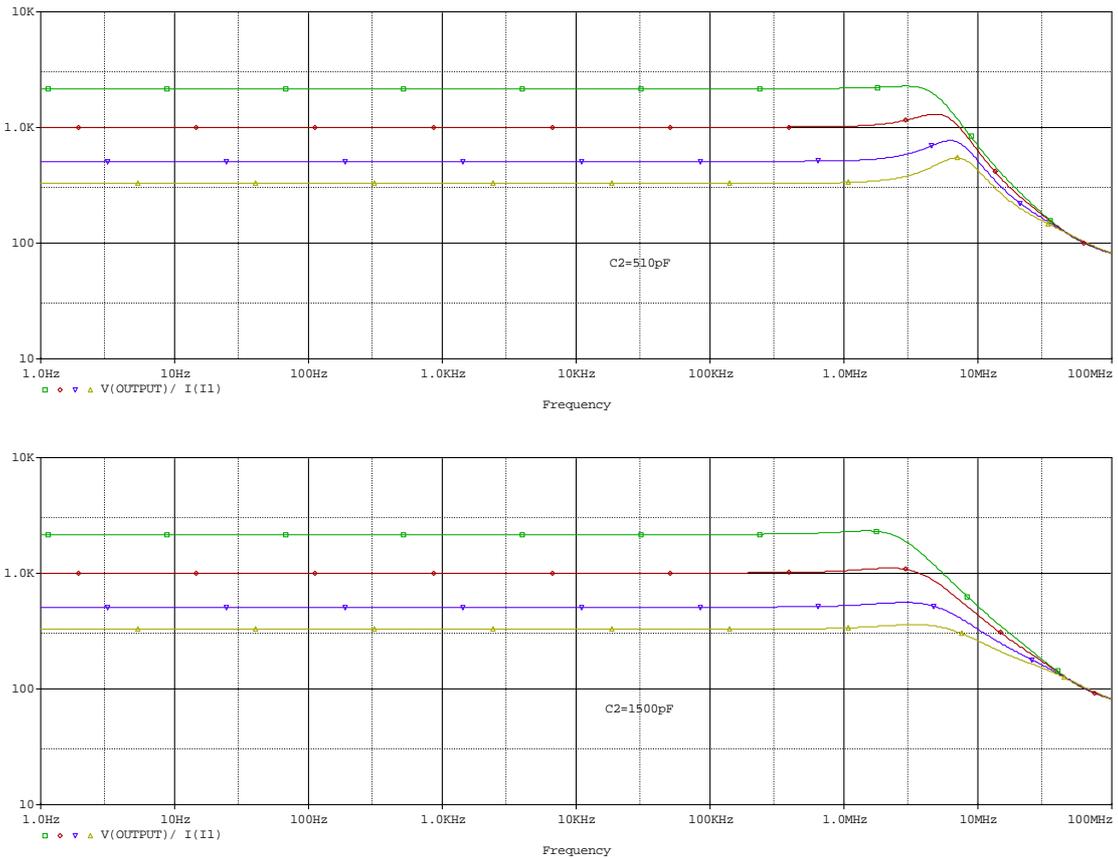


図3 ステップ位相補正 1500pF

では位相補正を増やしてみよう。図3がステップ位相補正 C2=1500pF 若干周波数特性が落ち、ピークも減っているが、まだまだ広帯域である。

ステップ位相補正は 2000pF とした。

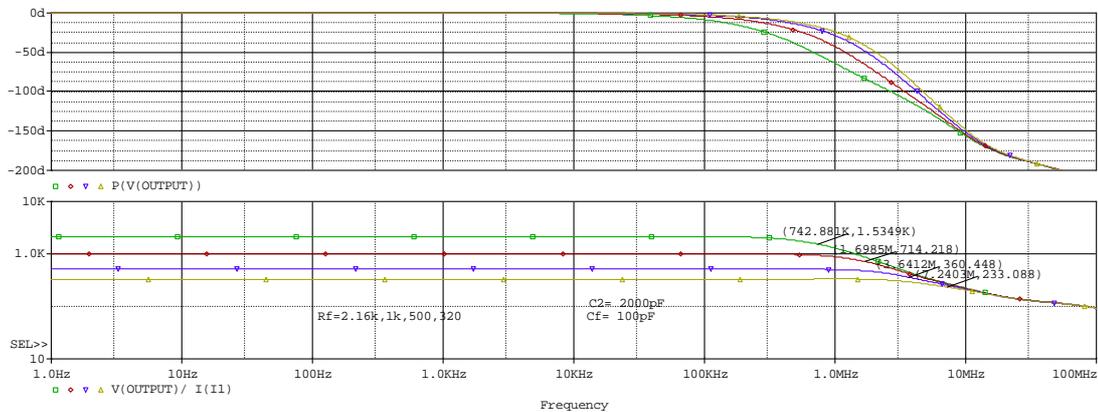


図 4 C2=2000pF の特性

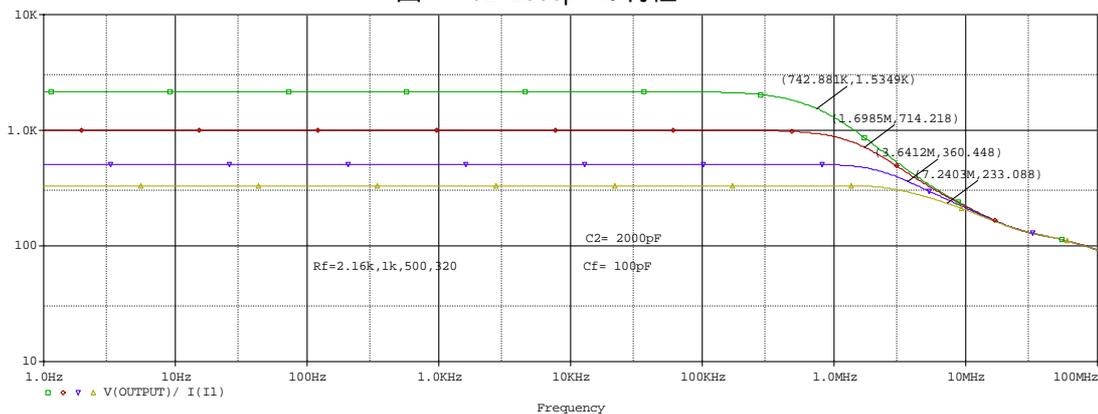


図 5 Cf=100pF

図 4 がアンプの特性で、最終的には図 5 の様に Cf を若干増やした形で高域のピークをなくした特性にすることとする。

このように、完全対称プリの回路でトランスインピーダンス・アンプをつくる、となったばあいには、ガッツリと位相補正をかけないと、発振したりピークを持ったりしてしまう。

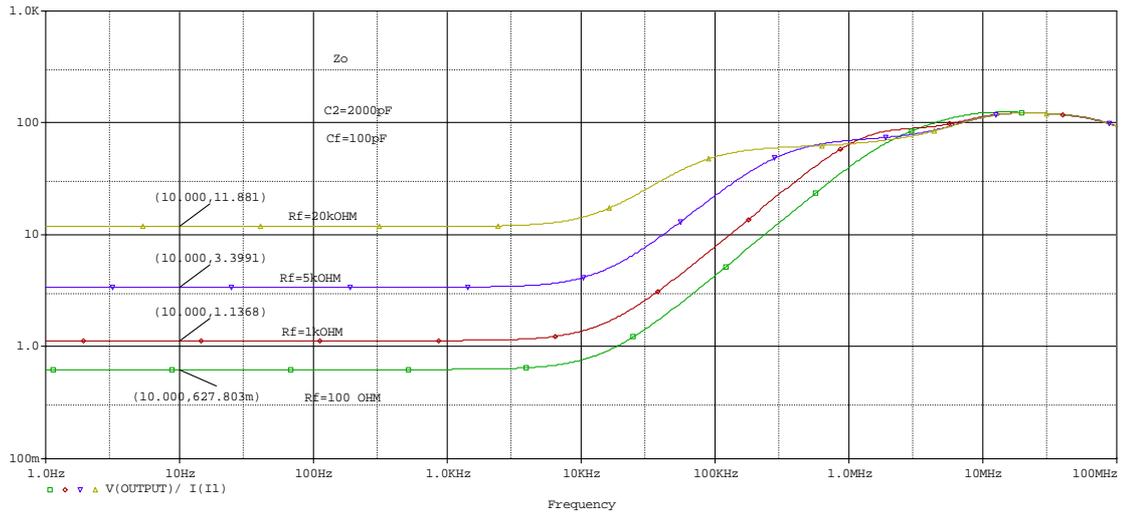


図6 C2=2000pF の出力インピーダンス特性

この回路の出力インピーダンスである。
 高域で持ち上がるのは通例どおり。
 Rf を 100, 1K, 5K, 20K を可変したとき。やはりゲインを稼ぐと出力インピーダンスは高くなる。

ここで、GOA アンプの場合をしてみる。

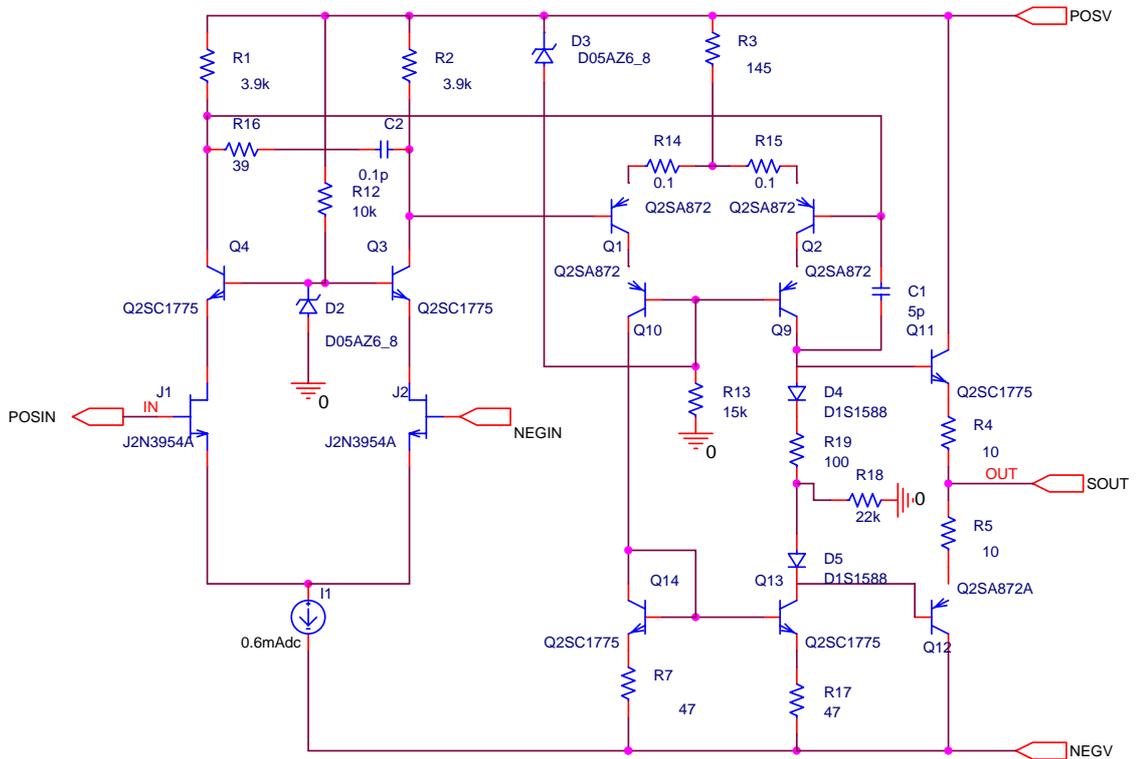


図7 GOA 例

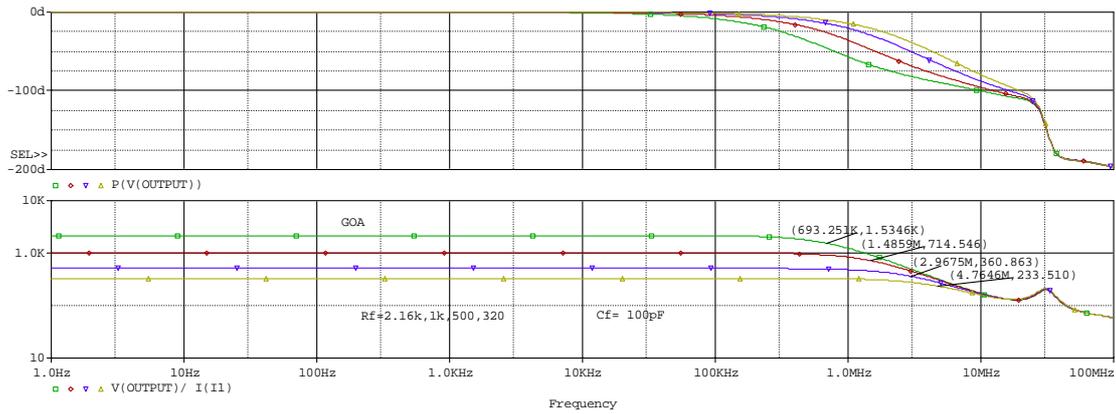


図 8 GOA 周波数特性

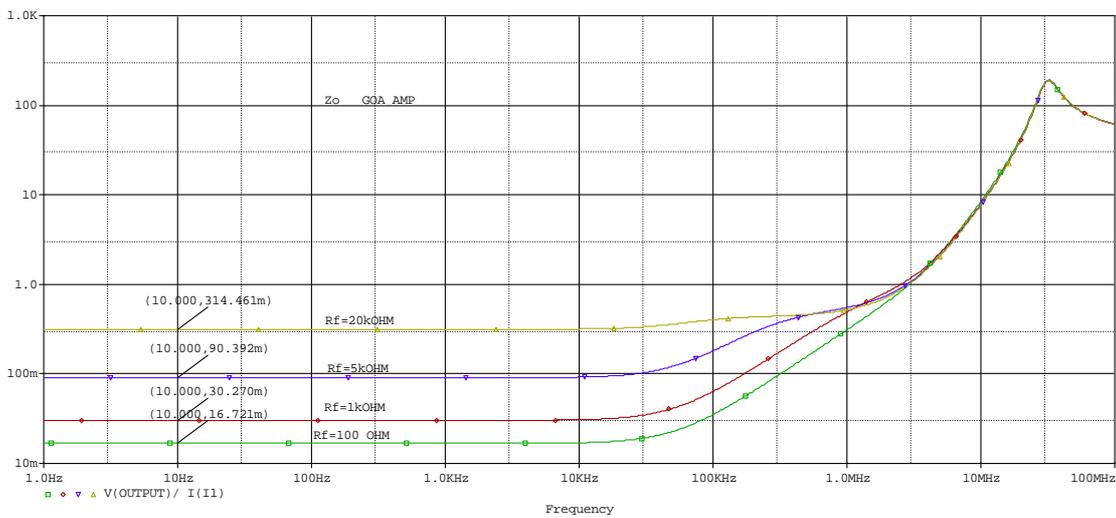


図 9 GOA 出力インピーダンス特性

図 7 の回路で周波数特性をシミュレートすると、ろくな位相補正もかけずに、ほぼ似たような帯域幅を得られていることがわかる (図 8)。位相余裕はGOAのほうがありそうだ。反面、数 10MHz にピークをもっているので注意しなければならない。

出力インピーダンス特性が図 9 であるが、やはりGOAは低い。
GOAの方がトランスインピーダンス・アンプには適任のように思える。

【結論】

トランスインピーダンス・アンプを作る場合、完全対称よりもGOAの方が安定しているように見える。しかし、完全対称回路でもやってできないことは無い。その場合はステップ位相補正を多くかけなければならない。位相余裕に気をつけて定数を決める必要がある。出力インピーダンスが若干高めなことにも注意する必要がある。そういったところに注意を払えば、完全対称にはGOAにはない魅力があるので十分にチャレンジし甲斐のある回路である。もしチャレンジせず、安定な動作を望むなら、トランスインピーダンス・アンプにはGOAのほうがよいであろう。