

「帰還を掛けたまま位相余裕をシミュレートする」

補足 2 : 別の方法

2005.8.19 kephis @ nifty . com

前回のレポートの方法を「電圧源挿入法」とする。その後、さらにいろいろやっていたら、もう一つ、もっと簡単なループゲインをシミュレートする方法を見つけた。なぜこんな簡単な方法をいままで誰もやっていないのか？

たとえば、下の回路例。これだけですべて判定がつく。

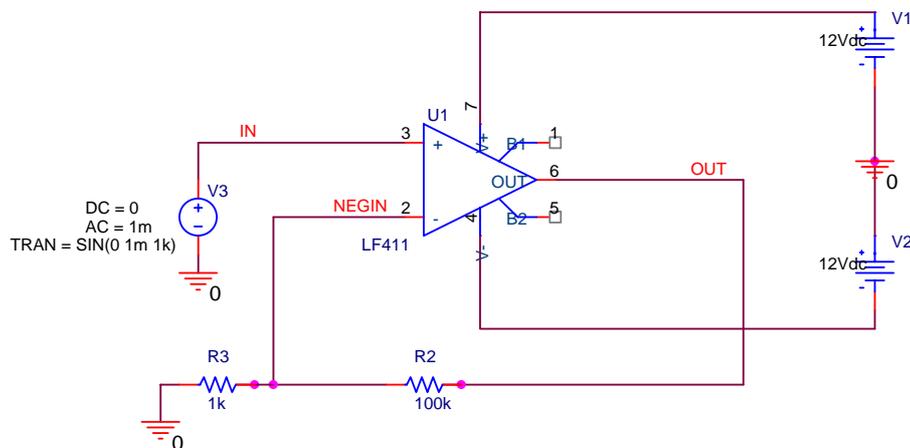


図 1 回路例

ループゲインは、A である。

A は、V(OUT)と [V(IN)-V(NEGIN)] との間の振幅比・位相差を見れば出る。

は、V(NEGIN)と V(OUT)との間の振幅比・位相差を見れば出る。

したがって、この二つを掛け合わせれば、それがループゲインである。

具体的には、PSpice のコマンドとしては

DB((V(OUT)/(V(IN)-V(NEGIN))) * (V(NEGIN)/V(OUT)))

と

P((V(OUT)/(V(IN)-V(NEGIN))) * (V(NEGIN)/V(OUT)))

である。

これを表記したものが図 2。

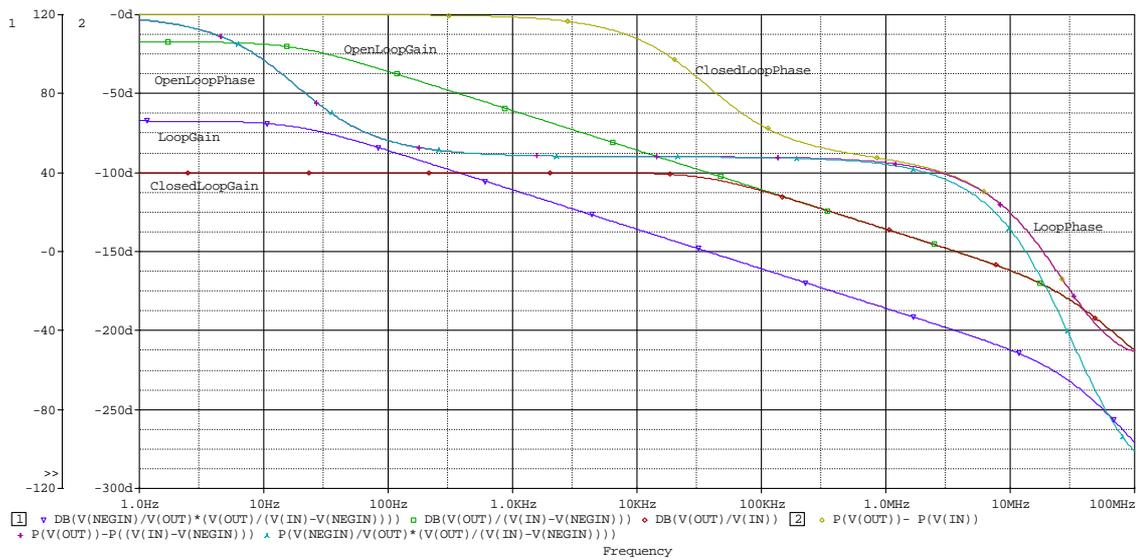


図2 図1のシミュレート結果

このグラフに、オープン・ループ、クローズド・ループ、ループゲイン、すべてが表記されている。

ただし、このシミュレート方法は、このままではトランスインピーダンス・アンプには使えない。

しかし、通常のアンプでは十分に使える。電圧源を入れる場所を選ぶような電圧源挿入法を使わないで、シミュレート可能である。

この方法が、電圧源挿入法と同じ特性が出るだろうか？

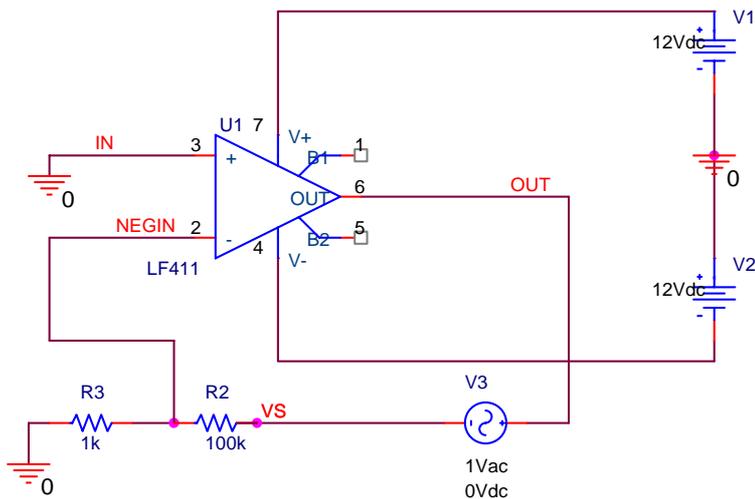


図3 電圧源挿入法の場合の回路

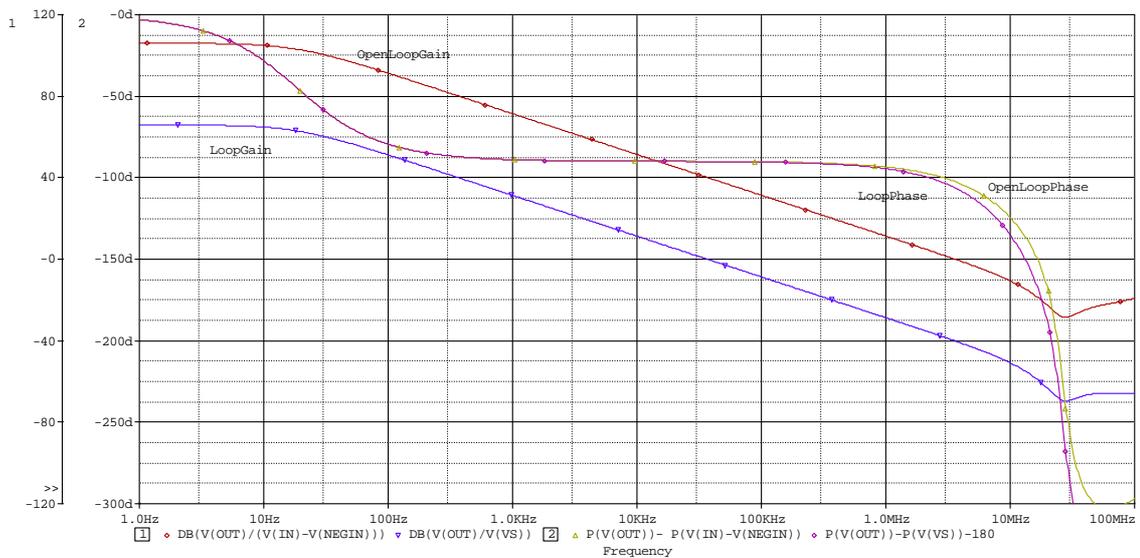


図4 図3のシミュレート結果

A の式から逆算してクローズド・ループ特性を表示しようとやってみたがどうもうまくならない(高域までフラットになってしまう)ので図4には表記しないが、おおよそ、オープン・ループ・ゲイン、ループゲインと位相に関しては、1MHz以下ではほぼ同等である。高域の特性は、やはり電圧源を挿入しているのでアンプの入力インピーダンスの影響が出ているものと思われる。プラス入力端子が接地していると、マイナス入力端子の仮想接地による電圧の振れがなくなり、マイナス入力端子にぶら下がる容量のミラー効果が減り、高域で持ち上がることはうなずける。もっとも10MHz超での現象なので、このシミュレートではもともとこの帯域では正確さに欠くのであまり気にする必要はない領域と考える。

どちらの方法でも解析できる普通のアンプの場合、前者の方法がより正確と考えられる。特に、前者ではクローズド・ループ・ゲインの特性も表記できる。よりわかりやすい解析方法である。

< 付録 >

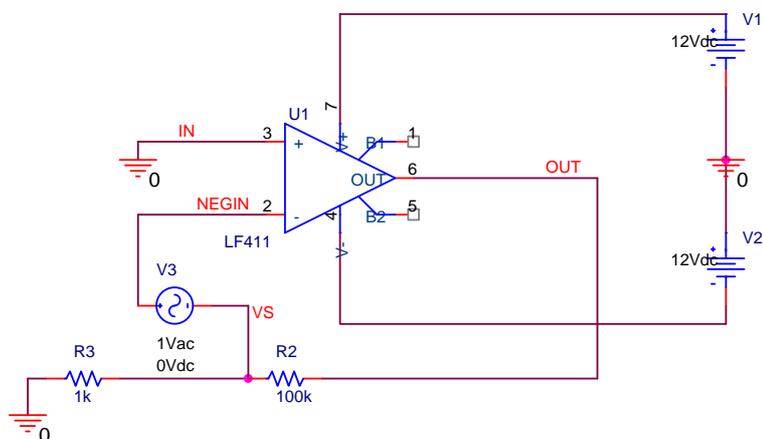


図5 電圧源挿入法：入力側に挿入

図5の、入力側に挿入したらどういふ特性になるであろうか？

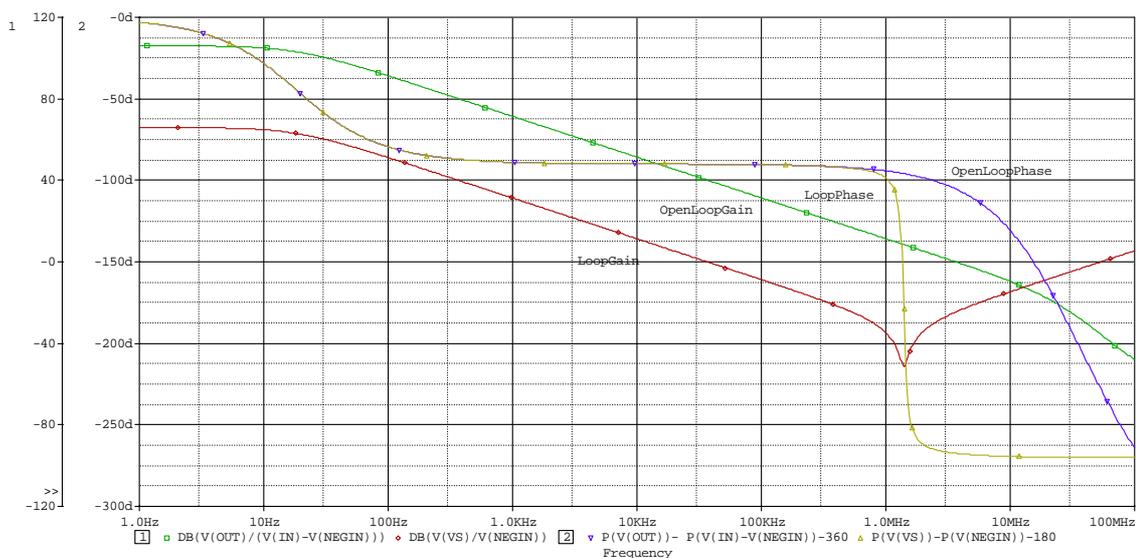


図6 図5のシミュレート結果

この1MHzを超えたところにあるループゲインのピークは何だろうか？
やはり電圧源を挿入すると、その前後でのインピーダンスの関係が本来と異なってしまうようだ。もっとも、どの場合も、ループゲインが0dB付近では同じ特性なので、位相余裕判定には問題がないことがわかる。