

S-NAP/Pro による大信号 S パラメータ解析手法

2000/10/2 SnapApp5

T.Ogawa

概要

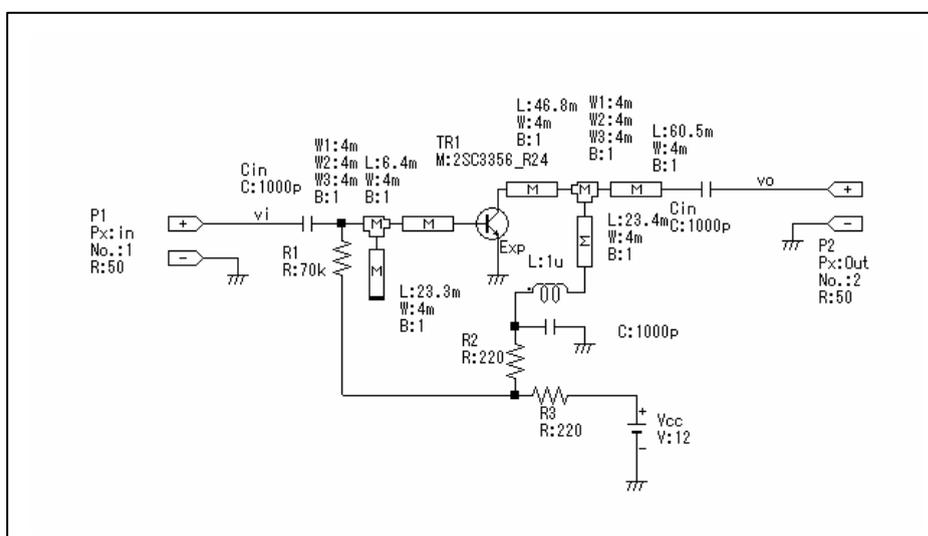
回路に大信号を入力する場合、回路に非線形素子が存在すると回路の S パラメータは小信号の場合と異なってくるのは周知の事実である。S パラメータ解析においてアクティブデバイスの取り扱いは、一般にガンメルブーンモデルなどからバイアスポイントにおけるハイブリッドパイなどの線形等価回路を作成し、周辺素子を含めて線形解析を行う。バイアスポイントにおける線形等価回路はそのバイアスポイントが如何に歪んだ位置にあるとも入出力関係は線形であり、出力に歪みを持たせることはない。大信号が入力される場合やバイアスポイントが高次の曲線部分に存在するばあいの回路特性を調べるためには、大信号を入力した状態でその基本波成分に対する入出力の割合から S パラメータを算出するのが最良である。S-NAP-Pro には直接大信号 S パラメータを求める機能はないが、ハーモニック・バランスを用いてこれを実現することは可能である。

手法

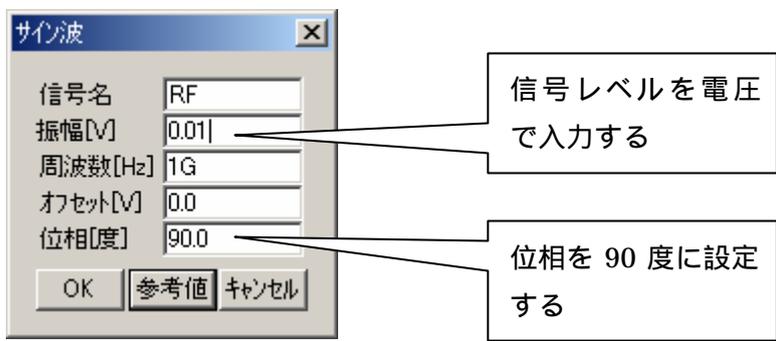
手法は希望する信号レベルをもった信号源を作成し、その周波数を可変し基本波成分における通過、反射を調べる。信号源は入出力別々に付けなければならないので、入力側に取り付けた場合は S11, S21 パラメータのみ得られる。出力側に取り付けると S22, S12 が得られる。

(1) S パラメータ解析と同様にポートを設けた回路を作成する。

回路中各ポートの端子にはラベルを振る。

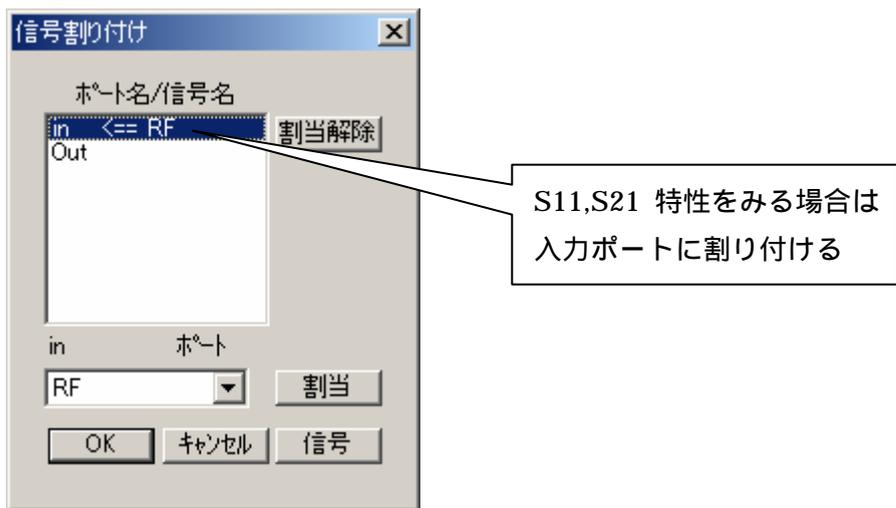


(2) 信号源を作成する。

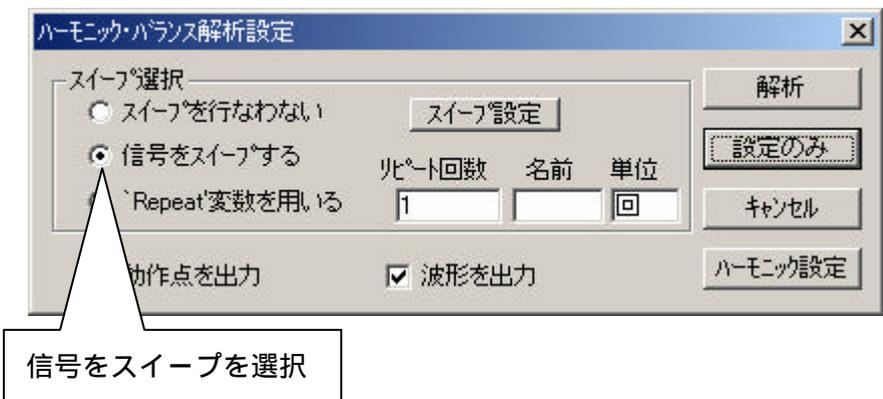


「編集」メニューの「信号の作成と割り当て」を用いて、サイン波信号源を作成する。この時振幅は回路に入力する電圧を設定する。また、信号を余弦にするため位相を 90 度に設定する。

(3) ポートに (2) で作成した信号を信号を割り当てる。



(4) ハーモニック・バランス解析においてスイープ設定を選択する。



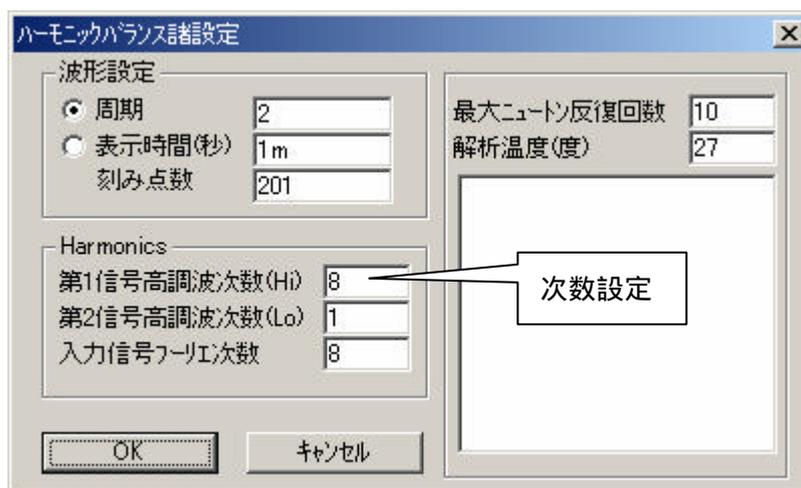
(5) 「スイープ設定」を選択し、スイープ条件を設定する。



作成した信号名を指定して、周波数をスイープパラメータに指定します。ステップ数はスイープ時の離散点数ですが、この数だけハーモニックバランスを繰り返しますので、数が多いと時間がかかります。

(5) ハーモニック設定を行う。

ここで重要なものは第1高調波の次数設定ですが、8次程度でよい。入力信号レベルが大きい場合や、非線形の強い回路の場合は次数をさらに上げる必要がある。



(6) ハーモニック・バランス解析を実行する。

グラフ設定

ハーモニック・バランス解析により得られる解は高調波を含む各ノードの電圧である。この結果よりグラフを用いてにより S パラメータに相当するグラフを作る。

(6) グラフを選択する。

スミスチャート、20Log など S パラメータを表示したいグラフを選択する。ここでは例として 20Log のグラフを選ぶ。

(7) 表示式において以下のフォーマットで記述する。

S11 について、「 $2*100*AC[vi]-1$ 」

S21 について、「 $2*100*AC[vo]$ 」

ここで AC[Vi],AC[Vo]はそれぞれハーモニック・バランスで得られたポート端の AC 電圧変数である。また、「100」は信号源の電圧の逆数である。一般式で書き表すと、

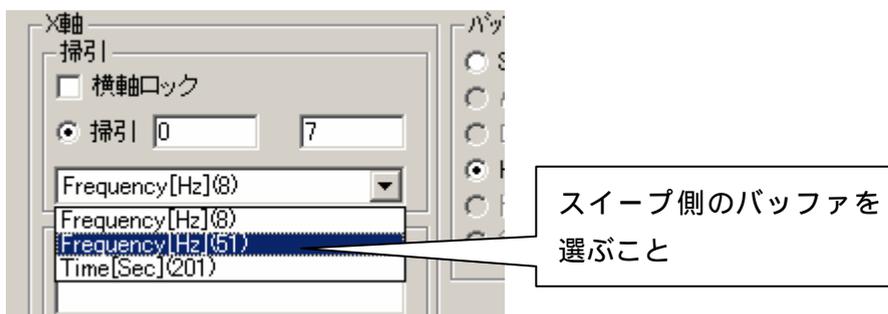
S11 において、「 $2*(1/Vs)*AC[\text{ポート 1 端ノド名}]-1$ 」

S21 において、「 $2*(1/Vs)*AC[\text{ポート 2 端ノド名}]$ 」

となる。

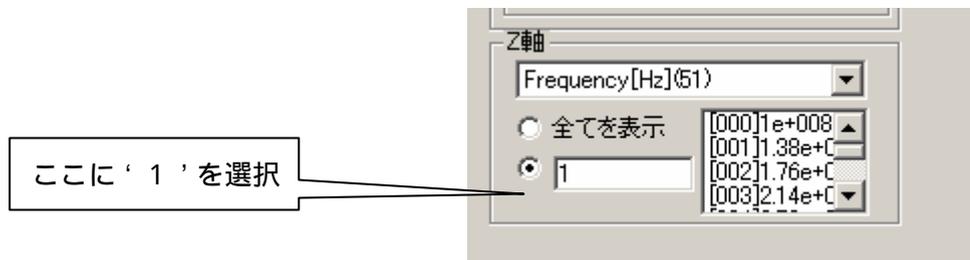
(8) X 軸のコンボボックスより「Frequency[Hz](51)」を選ぶ。このコンボボックスには「Frequency」という名のパラメータが 2 個あるので注意する。

「Frequency[Hz](8)」の方はハーモニックの高調波成分のバッファであるので、スワイプした方の(51)のパラメータを選ぶ。



(9) Z 軸を選択する

Z 軸の選択として基本波成分を示す ' 1 ' を選ぶ。

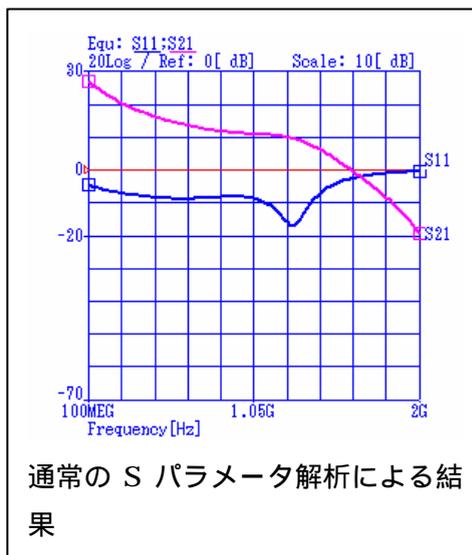
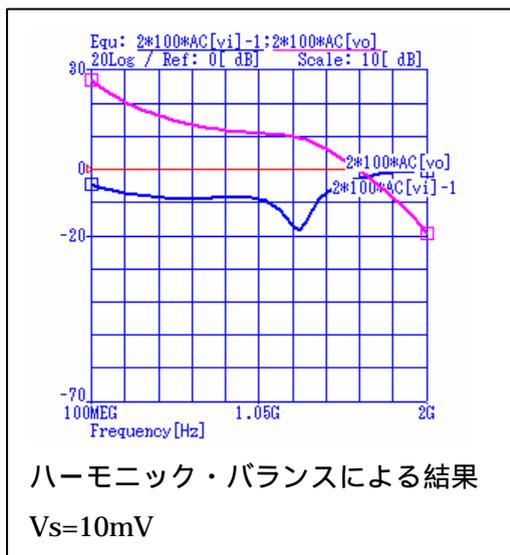


表示式のダイアログは以下のようにになっていることを確認する。

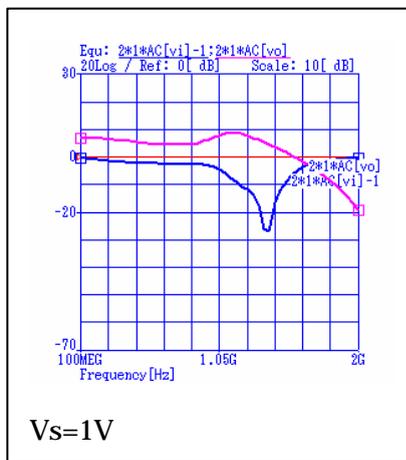
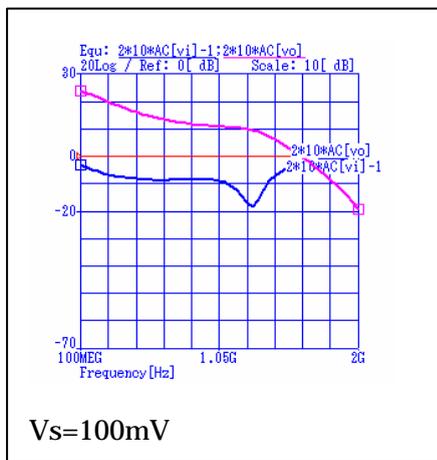


結果の表示

左側がハーモニック・バランスの結果。右側が S パラメータ解析の結果である。信号源の電圧が 10mV と小さいため S パラメータ解析の結果と殆ど同じ特性を示している。



大信号時の S パラメータを観るために、信号源電圧を変えてシミュレーションする。



！注意点は、信号レベルによって表示式の ' 1/Vs ' の項が変わるのに気をつけなければならない。

この例題の場合小信号アンプなので、10V の入力では増幅特性は全くみられないことがわかる。

