

連載



シミュレーションを正しく使うために

PSpiceではじめる 回路動作解析入門

第5回 動作波形が見られる
トランジエント(過渡)解析のメカニズム

菅谷 英彦 Hideyoshi Sugaya

SPICE解析の最初に行うDC解析(詳細は第3回参照)、ゲイン-周波数特性を確認できるAC解析(詳細は第4回参照)に続き、今回は最もイメージがわかりやすい、動作波形が見られる「トランジエント解析(過渡解析)」のメカニズムを紹介します。

最もイメージがわかりやすい…動作波形が見られる「トランジエント(過渡)解析」

● 回路動作の時間変化を計算する

トランジエント解析は過渡解析とも呼ばれ、与えられた入力信号に対する(指定された時間までの)回路の過渡応答を計算します。

ゲイン-周波数特性を確認できるAC解析の場合にはAC信号源を与えましたが、トランジエント解析の場合には、定電圧信号源や正弦波、減衰信号、矩形波など、任意の信号を入力して与えることができます。

トランジエント解析は、DC解析の拡張と考えることができます。DC解析と異なり、トランジエント解析はキャパシタとインダクタを考慮します。

● 弱点…計算が重い

トランジエント解析は各時間ステップにおいてDC解析と同様の解析を実行するため、SPICEシミュレ

ーションの中で計算負荷の高い解析です。

回路規模がとても大きい場合やノードの保存数が多い場合は、計算時間だけでなく結果を保存するためのディスク領域を消費するため、回路規模が大きい場合やシミュレーションの時間を長く設定している場合は注意が必要です。

トランジエント解析の基本動作

● 計算のフロー

トランジエント解析の計算は、次のステップで実行されます。時間軸上の過渡応答を計算します。

- (1)初期値としてDC動作点解析を実行します(時間0のときの計算結果)。
- (2)タイム・ステップを次のポイントに移動させます。
- (3)各タイム・ステップにおいて、次を計算します。
 - キャパシタとインダクタを行列に含めます。
 - 動作点の値で各半導体素子を線形化します。
 - 線形方程式を計算します。
 - ニュートン・ラフソン法(反復計算)を実行して数値解を求めます。
- (4)(3)の計算が収束した場合、タイム・ステップを次に進めます。
- (5)タイム・ステップが指定された終了時間になるまで、(3)と(4)を繰り返してタイム・ステップを進めて時間応答を計算します。

トランジエント解析では、収束できなくて解析途中でシミュレーションが中断することや、設定により意図しない結果が生じることもあります。トランジエント解析を実行するときは、精度設定やシミュレーションのオプションを知っておく必要があります(図1)。

● 重要パラメータ…計算の反復回数

トランジエント解析では各タイム・ステップにおいて、DC解析と同様の反復計算が実行されます。

DC解析の場合、指定された反復回数(ITL1パラメータ)以内に収束条件が満足できない場合、SPICEシ

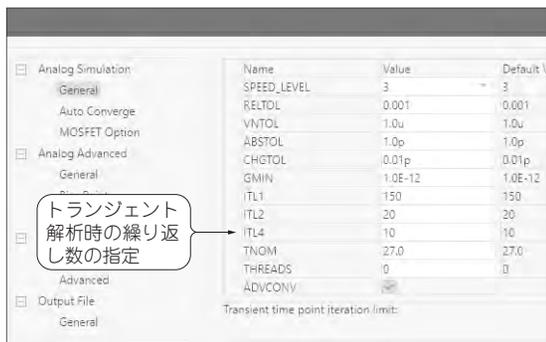


図1 トランジエント(過渡)解析は収束できない問題があるのでパラメータ設定が重要になる
PSpice for TIのOptionsの精度に関するパラメータの設定画面