

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4回 ゲイン-周波数特性がわかる AC解析のメカニズム

菅谷 英彦 Hideyoshi Sugaya

「AC解析」ですること

AC解析は、小信号を扱い、利得や位相などの周波数特性を解析します。信号が小信号と仮定して、バイアス条件近傍を中心にした線形回路の周波数領域の特性を計算します。AC小信号解析ともいわれます。

非線形素子はバイアス条件近傍を中心にして線形化され、インダクタ素子とキャパシタ素子は周波数による実部と虚部が計算されます。

出力結果は、信号源のAC(小信号の交流信号)の変数に与えられた入力電圧(電流)を参照して計算されます。

AC解析を実行する場合、信号源の振幅を1に設定すると結果がわかりやすくなります。この場合、測定された出力は、入力信号に対する利得と等しくなります。

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{V_{out}}{1} = V_{out}$$

AC解析の収束の問題は、直流解析やトランジェント解析ほど多くありません。動作点を決めるAC解析の最初の処理で収束の問題が生じることがありますが、これは前準備のDC動作点解析(詳細は前回参照)において問題が生じていると考えられます。

AC解析の基本動作

● AC解析の「小信号」で考える利点

AC解析が前提としているのは小信号です。小信号

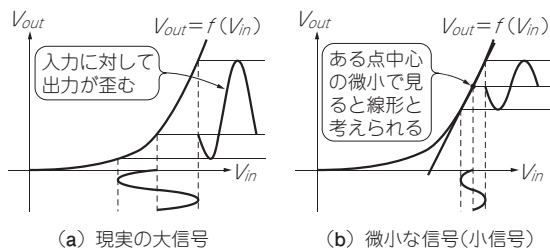


図1 現実の非線形な信号も微小で見れば線形と思える

の絶対的な大きさによる定義はなく、直流成分と交流成分を含む通常の信号を大信号と呼び、バイアス条件を変更しない線形関係を持った大きさの交流信号が小信号と呼ばれています。

入力(V_{in})と出力(V_{out})が非線形な関係の場合でも、ある点を中心にして信号が微小に動く場合には線形と考えることができます。図1(a)は大信号の場合を表し、 V_{in} は線形ですが V_{out} が歪んでいます。図1(b)は、非線形な関係のある点を中心として動作する場合を表し、 V_{in} は線形で V_{out} も線形の結果が得られています。

● ゲインの周波数特性をAC(小信号)解析してみる

AC解析では小信号を扱い、DC解析やトランジェント解析では大信号を扱います。図2(a)の増幅率10倍の非反転増幅の場合のAC解析(小信号)とトランジェント解析(大信号)の結果について考察します。図2(b)から利得10が得られていることが確認できます。

● 大信号を扱うトランジェント解析とのちがひ

入力信号として1 MHzの周波数の正弦波を与えて、振幅を0.1 V、0.3 V、0.5 V、1 Vと変化させたときのトランジェント解析(詳細は次回予定)の結果を確認します。トランジェント解析は大信号解析です。小信号解析では考慮されない歪みなどを考慮可能な解析です。シミュレーション結果は図2(c)のようになります。

0.1 Vの入力の場合には1 Vの出力となり、0.3 Vの入力の場合には3 Vの出力が得られています。これは利得が10の場合のAC解析の結果と一致します。しかし、0.5 Vと1 Vの入力の場合には、出力が飽和していることが確認できます。

AC解析の結果から利得が10の結果が得られても、トランジェント解析など大信号のシミュレーションの結果ではAC解析の結果と異なることがあります。これはシミュレーション結果の問題ではなく、AC解析が小信号を扱うことを前提にしているためです。

シミュレーションから正しい結果が得られているかは自身で判断する必要があります。