

PSIMチュートリアル
AC周波数解析の実行方法

マイウェイ技研株式会社

1. 概要

このテクニカルノートではAC周波数解析の実行方法の手順についての説明を行います。PSIMのAC周波数解析では、主回路または制御ループの周波数応答を見ることができます。AC周波数解析を用いることで、回路の動作周波数やフィルタの設計、フィードバック閉ループの安定性などを求めるシミュレーションを行うことができます。

2. 例題回路を用いた AC 周波数解析手順

ここでは単純なRLC共振回路の解析を行いながら、AC周波数解析の手順を追っていきます。

2.1. 素子の配置

1. まず必要となるものが正弦波電圧源です。「Elements」→「Sources」→「Voltage」→「sine」を選び、現れる正弦波電圧源を任意の場所に配置します。
2. 次に、必要なものが「AC Sweep」です。「Elements」→「Other」→「.ACSWEEP」を選び、現れるAC Sweepブロックを好きな場所に配置します。この「AC Sweep」ブロックを回路図内に配置することでAC Sweepを行うという宣言にもなります。
3. RLC素子の配置を行います。今回は図1のような回路を作りました。「Elements」→「Power」→「RLC Branches」の中に「Resistor」、「Inductor」、「Capacitor」として各素子はあります。まずは次のように素子の値を設定してみました。
($R=100\Omega$ 、 $L=10\text{mH}$ 、 $C=50\mu\text{F}$)
4. 最後に出出力プローブを置きます。「Elements」→「Other」→「Probes」→「AC Sweep Probe」を選び、周波数応答を確認したい回路の出力ノードに配置します。今回は図1のように置き、出力ノードを決めました。

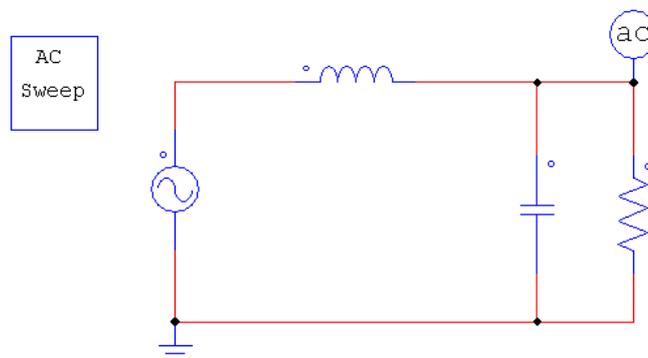


図 1. PSIM AC 解析用例題 RLC 回路図

2.2. AC 周波数解析設定

1. 次にAC解析の設定（周波数範囲、周波数刻みなど）を行います。「AC Sweepブロック」をダブルクリックします。図2のようなウィンドウが立ち上がります。

- 「Name」はこの「AC Sweepブロック」の名前を付けます。特に必要がなければ、初めから付けられている名前のままで問題ありません。
- 「Start Frequency」と「Stop Frequency」は周波数応答を見る周波数範囲を設定します。今回は10Hzから1kHzで設定しました。
- 「No. of Points」と「Flag for Points」の二つの項目により、3で設定した周波数範囲内のどの点の値を計算していくのかを決めます。「No. of Points」で設定した周波数内で取るポイント数を決め、「Flag for Points」によって、対数上で等間隔に取るか、線形軸上で等間隔に取るかを決めます。（「Flag for Points」=0ならば対数軸、1ならば線形軸で取ります。）今回は「No. of Points」を10、「Flag for Points」を0としました。
- 「Source Name」は正弦波電圧源の名前を入れます。AC解析は、ここで定義された正弦波電圧源を入力として、その周波数をポイントごとに変化させて、各周波数ポイントで各プローブ点から出てくる信号を見るという考えを持っています。よってAC解析をする際は、正弦波電源設定ウィンドウで周波数を設定することは意味を持たないので、行う必要はありません。今回の場合、最初にPSIM上に設置した正弦波電圧源は、その名前をチェックして図2のウィンドウに書き込む以外、設定を変更する必要はありません。
- 次の「Start Amplitude」と「Stop Amplitude」を使うことで、入力として定義された正弦波電圧源の信号振幅を、開始周波数のものと終了周波数のもので設定できます。今回、ここは共に0.1Vに設定します。この詳しい説明は、本文末の補足へ回します。
- 最後の「Freq. for extra Points」は、「No. of Points」と「Flag for Points」を使って設定した周波数ポイント以外に、AC解析を行う周波数ポイントを付け加えたいときに使います。ここには周波数を書き込みます。今回は20Hzと50Hzにポイントを付け加えました。ウィンドウ右上の×を押してウィンドウを閉じます。

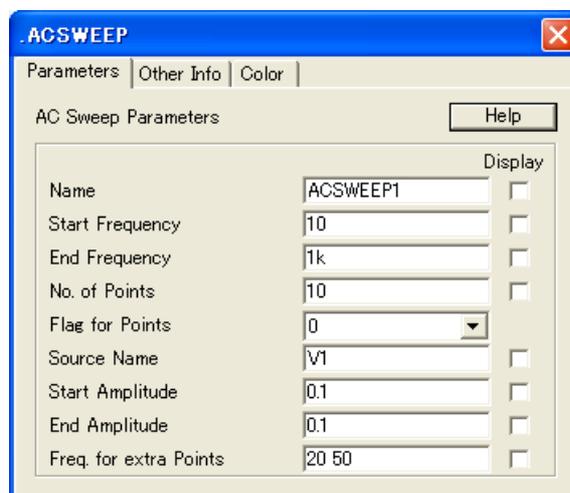


図 2. PSIM .ACSWEEP ウィンドウ

2.3. シミュレーション開始

1. PSIMメイン画面で「Run Simulation」をクリックしてシミュレーションを開始します。シミュレーションが終了しまして、Simviewを立ち上げますと、図3のようなAC解析結果を見ることができます。上は入力電源と出力部間の利得を、下は位相差を表しています。このシミュレーション結果から、利得が最も小さくなっている共振点の周波数を見ると216Hz位ですが、この点での位相はおよそ59度です。このRLC共振回路は理論上、共振点では位相が90度回っていなければなりませんので、正しく共振点を読み取れていないと言えます。

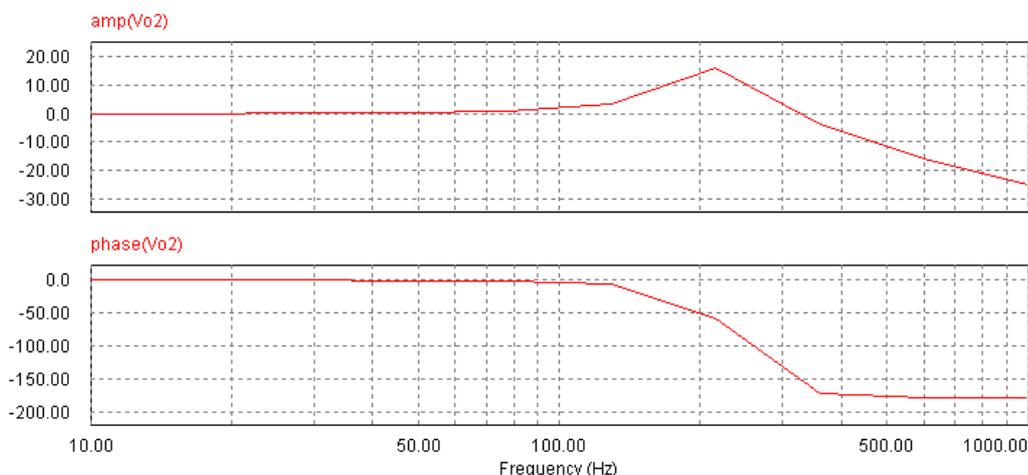


図 3. Simview AC 解析シミュレーション結果 1

2. そこで周波数ポイントの取り方を細かくします。方法としては、図2内の「No. of Points」の数を増やすことです。しかし、この方法では、共振点付近以外の注目しない範囲の周波数帯も細かく見るようになるので、シミュレーション時間が無駄に長くなることがあります。そこで図2内の「Freq. for extra Points」を使います。この欄内に150から300Hzまで10Hzずつ増加するように、その中でも200から250Hzまでの範囲は5Hzずつ増加していくように、共振周波数付近のシミュレーションポイントを細かくしました。そしてシミュレーション結果は図4のようになります。図3よりも滑らかなグラフになっていることが確認できます。利得が最も小さくなっている共振点の周波数を見るとおよそ225Hz、この点での位相はほぼ90度です。より正確な共振点を読み取れていると言えます。このようにシミュレーション時間が多くなる可能性があります、周波数ポイントはたくさん取っておくことをお勧めします。

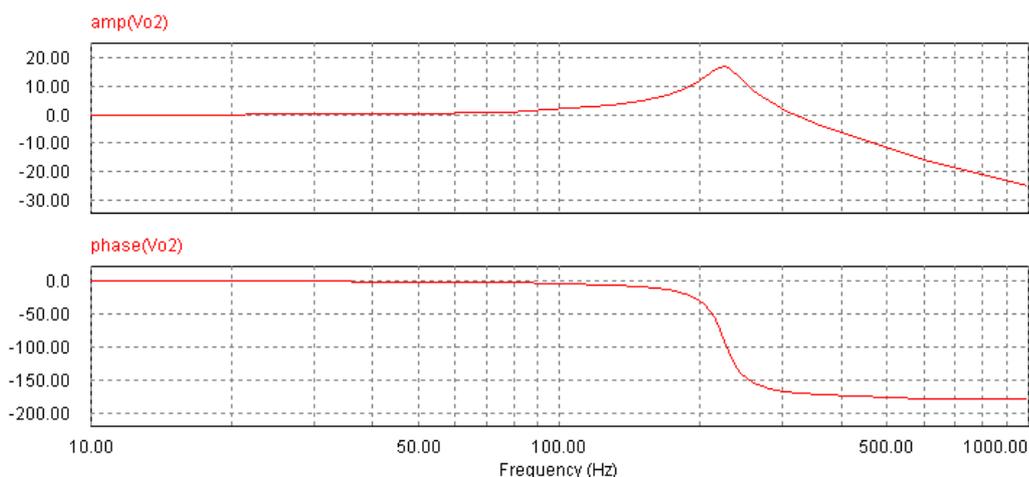


図 4. Simview AC 解析シミュレーション結果 2

3. また、図5には「PARAM SWEEP」ブロックを用いてRを20Ωから100Ωまで変化させたときのシミュレーション結果を示しています。Rの値を大きくしていくと、LCによって起こる共振のQ値が大きくなっていることが確認できます。

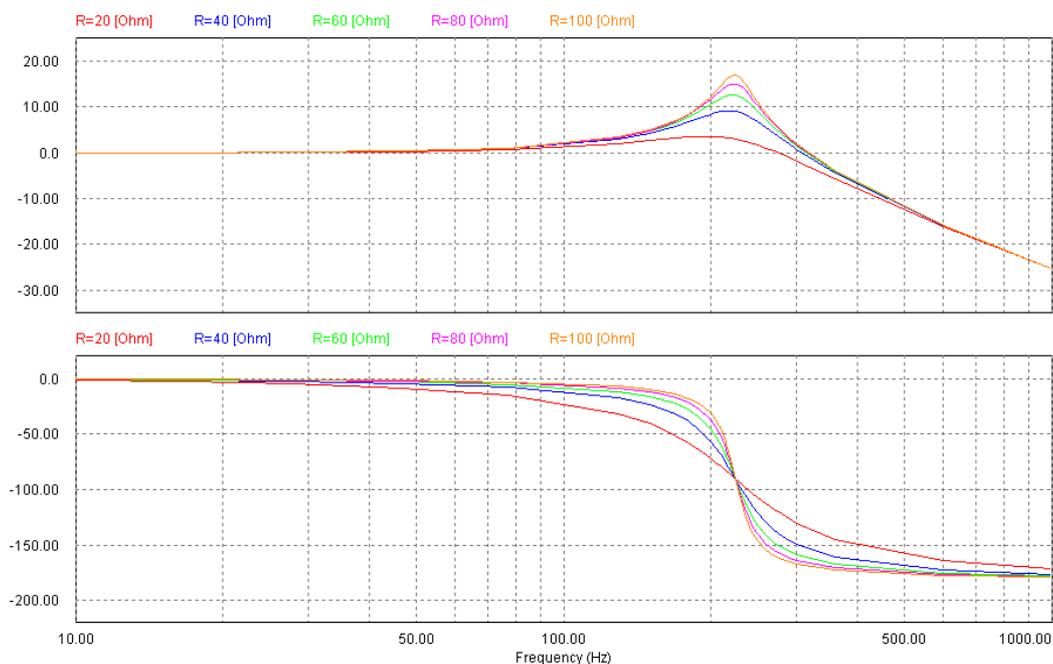


図 5. Simview AC 解析シミュレーション結果 3

2.4. フィードバック回路 AC 解析

1. 出力プローブを使用する際に PSIM メインウィンドウから「Elements」→「Other」→「Probes」→「AC Sweep Probe」と選びましたが、その下に「AC Sweep Probe(loop)」というものがあります。これはフィードバック回路の一巡伝達関数の周波数特性をシミュレーションするときに使います。本節では、先程とは別の

例として、「AC Sweep Probe(loop)」を使った方法をサンプルファイル「buck_i_loop acsweep.sch」を用いて説明を行います。(回路図は図 5 参照) この回路は、主回路をフィードバック制御しています。しかし、フィードバックを行う際に発振に気を付けなければなりません。そこで、この回路では「AC Sweep Probe(loop)」と「VswEEP」を図内に示すようにフィードバック閉ループ内に接続しています。この状態では、周波数を変化させながら「VswEEP」をフィードバック閉ループに注入し、閉ループを周って帰ってきた信号との間の利得帯域幅及び位相差が出力される AC 周波数解析が行われます。

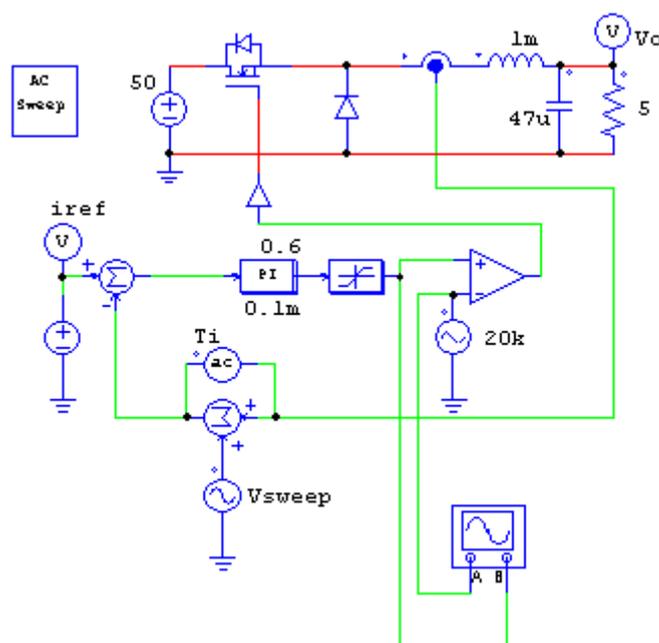


図 5. PSIM buck_i_loop acsweep.sch 回路図

2. 大きな流れは今までとほとんど一緒です。「AC Sweep ブロック」、「入力電圧源 VswEEP」、「閉ループプローブ Ti」の設定を行います。
3. まず「閉ループプローブ」の設定を行います。「閉ループ AC プローブ」は図のように、入力電圧源が閉ループに入力される点に接続します。設定ウィンドウは図 6 に示していますが、ここではプローブの名前を付けるだけでその他の操作は特に必要ありません。
4. 「入力電圧源 VswEEP」の設定を行います。しかし、ここでも先ほどと同じようにウィンドウを立ち上げて設定を行う必要はありません。正しい位置に接続するだけです。
5. 最後に「AC Sweep ブロック」の設定を行います。図 7 にウィンドウを示しています。することは図 2 を用いて説明したことと同じことです。「Source Name」を「VswEEP」になっていることを確認して下さい。今回はその他の設定は変えずに進みます。

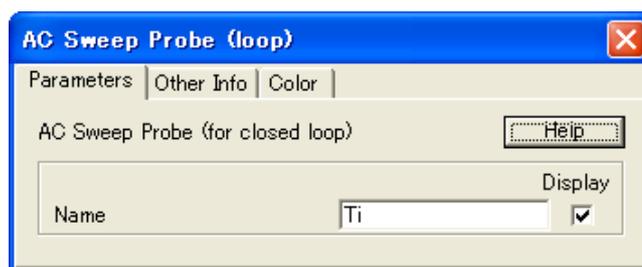


図 6. 閉ループプローブウィンドウ

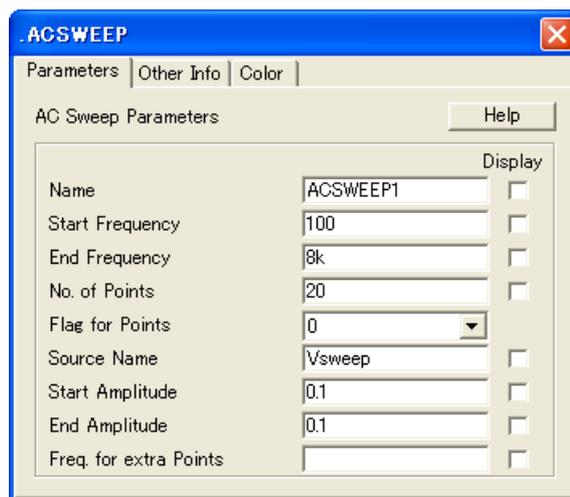


図 7. AC Sweep ブロックウィンドウ

6. PSIM メイン画面で「Run Simulation」をクリックしてシミュレーションを開始します。シミュレーションが終了しまして、Simview を立ち上げますと、図 8 のような AC 解析結果を見ることができます。上は入力電源と出力部間のループ利得を、下は位相を表しています。利得が 0dB になる周波数 4.995kHz の位相が -113 度であることから、このフィードバック閉ループの位相余裕は 67 度であることが分かります。

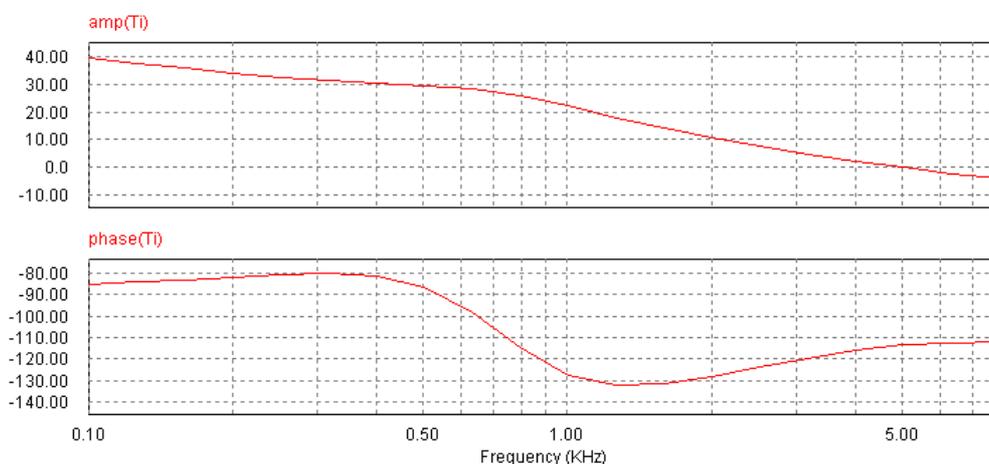


図 8. SimView buck i_loop acsweep.sch AC 解析シミュレーション結果

3. 補足

- ・「Start Amplitude」と「Stop Amplitude」について

例えば、非線形回路を用いたときに、小振幅信号と大振幅信号では出力信号の特性が変わる可能性があります。その場合、「Start Amplitude」と「Stop Amplitude」を使用して、小さい振幅に設定しておくことを勧めます。

また、逆に振幅が小さすぎると数値精度に引っ掛かり、正しい結果が出力されないこともありますので、小さくなり過ぎないように注意して下さい。また、回路の周波数特性により信号の振幅が小さくなり過ぎ、この数値精度に引っ掛かり、正しいシミュレーション結果が出てこない可能性があります。その場合、信号が大きく減衰を受ける周波数領域では、入力信号の振幅を大きくしてあげる必要が生じます。また、回路はローパスもしくはハイパスの特性を持つことが多いので、「Start Amplitude」と「Stop Amplitude」を用いて減衰を受ける周波数側の振幅を大きく設定するようにして下さい。

ご注意

1. 本資料に記載された製品の仕様は、予告なく変更することがあります。
2. 本資料の内容については、万全を期しておりますが、万一ご不明な点などがありましたら、弊社までお申しつけください。
3. 本資料に記載された情報に起因する損害または特許権その他権利の侵害に関しては、弊社は一切の責任を負いません。
4. 本資料によって第三者または弊社の特許権その他権利の実施権を許諾するものではありません。
5. 弊社の書面許諾なく、本資料の一部または全部を無断で複製することを固くお断りします。
6. 本資料に記載されている会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。

Copyright 2007 by Myway Labs. Co., Ltd.

All rights reserved. No part of this manual may be photocopied or reproduced in any form or by any means without the written permission of Myway Labs. Co., Ltd.

発行：マイウェイ技研株式会社

〒222-0033

横浜市港北区新横浜 1-14-15

TEL : 045-476-3722

FAX : 045-476-3723

ホームページ：<http://www.myway-labs.co.jp>

Eメール：sales@myway-labs.co.jp
